Anais INOVTEC 2020 / INOVTEC Proceedings 2020

9° Seminário de Inovação e Tecnologia do IFSul
2º Seminário de Educação, Trabalho e Tecnologias

Nineth Innovation and Technology Seminar IFSul
Second Education, Work and Technologies Seminar

Edição

Prof. Dr. Eng. Vinícius Martins
Prof. Esp. Paulo Ricardo Böesch Júnior

Novembro 2020 **ISSN 2446-7618**

ISSN 2446-7618

Anais INOVTEC 2020 / INOVTEC Proceedings 2020

9° Seminário de Inovação e Tecnologia do IFSul – Brasil/RS
2º Seminário de Educação, Trabalho e Tecnologias – Brasil/RS

Nineth Innovation and Technology Seminar IFSul – Brazil/RS
Second Education, Work and Technologies Seminar – Brazil/RS

Os textos que compõem os ANAIS foram publicados conforme os originais enviados pelos autores, portanto todas as informações são de responsabilidade dos autores.

Todos os direitos e autorização para uso das informações contidas nestes Anais pertencem ao **Instituto Federal de Educação, ciência e Tecnologia Sul Rio-grandense.**

Sapucaia do Sul, 10 a 13 de Novembro de 2020.

ISSN 2446-7618

PREFÁCIO

O Ano de 2020 foi um ano de muito sofrimento, morte e tristeza. A Organização Mundial de Saúde (OMS) emitiu o primeiro alerta para a doença em 31 de dezembro de 2019, depois que autoridades chinesas notificaram casos de uma misteriosa pneumonia na cidade de Wuhan, no centro-leste chinês. Então um misterioso vírus que causava problemas respiratórios, a doença foi inicialmente chamada de 2019-nCoV, sendo batizada de Covid-19 mais tarde.

Tratava-se de um tipo de Corona vírus que não havia sido identificado anteriormente em humanos. Um mês depois do alerta inicial da OMS, já havia casos em 20 países. No dia 30 de janeiro, a OMS emitiu um novo alerta, dessa vez de emergência de saúde internacional. A organização só definiria o caso como uma pandemia em março. Os dois primeiros meses do ano passaram como sempre acontece com o Carnaval alegrando a todos em fevereiro. Mas com a deflagração da pandemia o Brasil fechou-se em março com a paralização das aulas.

A pandemia vem produzindo repercussões não apenas de ordem biomédica e epidemiológica em escala global, mas também repercussões e impactos sociais, econômicos, políticos, culturais e históricos sem precedentes na história recente das epidemias. Além disso, a necessidade de ações para contenção da mobilidade social como isolamento e quarentena, bem como a velocidade e urgência de testagem de medicamentos e vacinas evidenciam implicações éticas e de direitos humanos que merecem análise crítica e prudência.

O total de casos mostra que o Brasil é o terceiro lugar do mundo com mais infectados, só atrás de Estados Unidos e Índia. Quando esses números são ajustados para total de casos por milhão de habitantes, a história é diferente, ainda que não fique menos alarmante: o Brasil é o 29º país com mais registros de covid-19 no mundo. E é preciso ressaltar que é apenas o 92º país que mais testa contra a doença, segundo o site Our World Data, uma das referências sobre o tema.

O Produto Interno Bruto Mundial (produto interno bruto representa a soma de todos os bens e serviços finais produzidos numa determinada região, durante um período

ISSN 2446-7618

determinado) avançou negativamente em todas as regiões do Planeta. Enquanto o número de morte cresce diariamente, com mais de 7.850 pessoas/dia no mundo. Sendo o Isolamento social, máscaras e álcool (70%) as únicas ferramentas de proteção eficientes. A grande esperança mundial novamente está depositada na ciência com a expectativa das vacinas contra o COVID-19. Diversos laboratórios pelo mundo estão desenvolvendo vacinas com diversas tecnologias, mas com o mesmo objetivo, terminar a pandemia com a imunização da população mundial. O nosso maior e profundo sentimento de condolências as todas as pessoas que perderam suas vidas e as famílias em que perderam seus entes queridos.

O uso das mídias sociais se tornaram uma estratégia de comunicação em tempo real para ajudar a circular dados e informações durante uma pandemia. O Mundo está conectado na frente do computador trabalhando em diversas áreas. Novas tecnologia digitais nasceram para impedir ou diminuir o contato físico entre os humanos. Cada vez mais se fala na aplicação da tecnologia na pandemia e no período que a procederá. O futuro promete as vacinas para a imunização da população e as tecnologias digitais mudaram o mundo em que vivemos e acelerou a quarta revolução industrial.

A inovação é tecnologia das mais diversas áreas permite o combate a pandemia promovida pela Coronavírus. A inovação e tecnologia norteiam esta edição do INOVTEC chegando no 9° Seminário de Inovação e Tecnologia do IFSul - INOVTEC 2020 e ao 2° Seminário de Educação, Trabalho e Tecnologias, que ocorreram de maneira totalmente virtual. Com o intuito de unir as instituições de pesquisas com troca de informações e tecnologia para o bem comum da humanidade.

Prof. Dr. Vinícius Martins

Presidente da Comissão Organizadora
Sapucaia do Sul - RS, Brasil, Novembro de 2020.

ISSN 2446-7618

PREFACE

The Year 2020 was a year of great suffering, death and sadness. The World Health Organization (WHO) issued the first alert for the disease on December 31, 2019, after Chinese authorities reported cases of mysterious pneumonia in the city of Wuhan, in east-central China. Therefore, a mysterious virus that caused respiratory problems, the disease was initially called 2019-nCoV, later being named Covid-19.

It was a type of Corona virus that had not been previously identified in humans. A month after the initial WHO alert, there were already cases in 20 countries. On January 30, WHO issued a new alert, this time of an international health emergency. The organization would only define the case as a pandemic in March. The first two months of the year passed as usual with Carnival cheering everyone in February. But with the outbreak of the pandemic, Brazil closed in March with the suspension of classes.

The pandemic has produced repercussions not only of a biomedical and epidemiological order on a global scale, but also repercussions and of social, economic, political, cultural and historical impacts that are unprecedented in the recent history of epidemics. In addition, the need for actions to contain social mobility such as isolation and quarantine, as well as the speed and urgency of testing medicines and vaccines, show ethical and human rights implications that deserve critical analysis and prudence.

The total number of cases shows that Brazil is the third place in the world with the most infected, only behind the United States and India. When these numbers are adjusted to total cases per million inhabitants, the story is different, although it is no less alarming: Brazil is the 29th country with the most records of covid-19 in the world. In addition, it should be noted that it is only the 92nd country that tests the most against the disease, according to the website Our World Data, one of the references on the subject.

The World Gross Domestic Product (gross domestic product represents the sum of all final goods and services produced in a given region, during a given period) advanced negatively in all regions of the Planet. While the number of deaths grows daily, with more than 7,850 people/day in the world. Social isolation, masks and alcohol (70%) being the only effective protection tools. The great world hope is once again placed in science with the expectation of vaccines against COVID-19. Several laboratories around the world are

ISSN 2446-7618

developing vaccines with different technologies, but with the same objective, to end the pandemic with the immunization of the world population. Our deepest and deepest sense of condolences to all the people who lost their lives and the families in which they lost their loved ones.

The use of social media has become a real-time communication strategy to help circulate data and information during a pandemic. The World is connected in front of the computer working in different areas. New digital technologies were born to prevent or lessen physical contact between humans. More and more is said about the application of technology in the pandemic and in the period that will take place. The future promises vaccines to immunize the population and digital technologies have changed the world we live in and accelerated the fourth industrial revolution.

Innovation is technology from the most diverse areas and allows combating the pandemic promoted by Coronavirus. Innovation and technology guide this edition of INOVTEC, reaching the 9th Seminar on Innovation and Technology at IFSul - INOVTEC 2020 and the 2nd Seminar on Education, Work and Technologies, which took place in a completely virtual way. In order to unite research institutions with the exchange of information and technology for the common good of humanity.

Prof. Dr. Vinícius Martins

President of Organization Commission
Sapucaia do Sul – RS, Brazil, November 2020.

ISSN 2446-7618

Coordenação e Comissões

Coordenador Geral do Evento

Vinícius Martins

Comissão de Comunicação e Tecnologia

Michel Gularte Recondo

Patrícia Hammes Strelow

Comissão Organizadora

Carlos Alexandre Wurzel

Carolina Soares da Silva

Claudia Ciceri Cesa

Cristiano Linck

Klaus Böesch

Luciana Neves Loponte

Marlise Sozio Vitcel

Marta Helena Blank Tesmann

Paulo Ricardo Böesch Jr.

Pedro Carlos Hernandez Jr.

Victória Einsfeld

ISSN 2446-7618

Comissão Científica do INOVTEC

Área Engenharia

André Capellão de Paula

Carlos Alberto Schuch Bork

Carmen Iara Walter Calcagno

Cesar Pedrini Neto

Cristiano Linck

Durval João de Barba Jr.

Enio César Machado Fagundes

João Antônio Pinto de Oliveira

Klaus Böesch

Marineiva Teresinha de Melo Manganeli

Pedro Carlos Hernandez Jr.

Tomaz Fantin de Souza

Área Educação

Itamar Luis Hammes

Luciana Neves Loponte

Manoel Porto Jr.

Marcus Eduardo Maciel Ribeiro

Marta Helena Blank Tessmann

Nei Jairo Fonseca dos Santos Jr.

Renata Porcher Scherer

ISSN 2446-7618

Comissão Científica Nacional

André Capellão de Paula (IFSul – câmpus Sapucaia do Sul – Brasil)
André Seidel (UNILASALLE – Brasil)
Carlos Alberto Mendes Moraes (UNISINOS – Brasil)
Carmen Iara Walter Calcagno (IFSul – câmpus Sapucaia do Sul – Brasil)
Célia Malfatti (UFRGS – Brasil)
César Antonio Oropesa Avellaneda (UFPel – Brasil)
Cesar Pedrini Neto (IFSul – câmpus Sapucaia do Sul – Brasil)
Cristiano Vitorino da Silva (URI – Brasil)
Daniel Pacheco Lacerda (UNISINOS – Brasil)
Diego Pacheco Wermuth
Diego Piazza (UCS – RS)
Durval João De Barba Júnior (IFSul – câmpus Sapucaia do Sul – Brasil)
Eduardo André Perondi (UFRGS – Brasil)
Eleani Maria da Costa (PUC-RS – Brasil)
Ênio Cesar Machado Fagundes (IFSul – câmpus Sapucaia do Sul – Brasil)
Gelsa Edith Navarro Hidalgo (UFRGS / Unilasalle – Brasil)
Guilherme Holsbach Costa (UCS – Brasil)
Ivan Guerra Machado (UFRGS – Brasil)
Jarbas André da Rosa (FACCAT – Brasil)
Joanir Luís Kalnin (UCS – Brasil)
José Carlos Krause de Verney (ULBRA – Brasil)
José Lesina César (ULBRA – Brasil)
Leandro Sosnoski (FTEC – Brasil)
Lírio Schaeffer (UFRGS – Brasil)
Lisiane Trevisan (IFRS – Brasil)
Luciana Neves Loponte (IFSul – câmpus Sapucaia do Sul – Brasil)
Marcelo Adriano Duarte (IFSUL – Brasil)
Maria Luiza Sperb Indrusiak (UNISINOS – Brasil)
Maria Raquel Caetano (IFSul – câmpus Sapucaia do Sul – Brasil)
Mauricio Zardo Oliveira (UCS – Brasil)
Moises de Mattos Dias (FEEVALE – Brasil)
Nestor Heck (UFRGS – Brasil)
Patrice Monteiro de Aquim (FEEVALE – Brasil)
Patrícia Thoma Elts (IFSul – câmpus Sapucaia do Sul – Brasil)
Pedro Carlos Hernandez Júnio (IFSul – câmpus Sapucaia do Sul – Brasil)
Rejane Maria Candiota Tubino (UFRGS – Brasil)
Robinson Figueiredo de Camargo (UFSM – Brasil)
Rodrigo Marques de Figueiredo (UNISINOS – Brasil)
Ruth Marlene Campomanes Santana (UFRGS – Brasil)
Sandro Luís Arenhardt (SENAI – Brasil)
Sandro Rogério dos santos (UCS – Brasil)
Sérgio da Silva Kucera (UCS – Brasil)
Tomaz Fantin de Souza (IFSul – câmpus Sapucaia do Sul – Brasil)
Vânia Caldas de Souza (UFRGS – Brasil)
Vinícius Martins (IFSul – câmpus Sapucaia do Sul – Brasil)

ISSN 2446-7618

Comissão Científica Internacional

Professor PHD José R. Marty Delgado (UCLV – Cuba / Angola)

Professor Dr. Germán Abate (INTI - Argentina)

Professor Dr. Ernesto Gustavo Máffia (Universidad Nacional de La Plata – Unlp)

Professor John Strybos (Alamo Colleges – Estados Unidos)

ISSN 2446-7618

Realização

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul), Campus Sapucaia do Sul, iniciou suas atividades em 1996, fruto do trabalho incansável da então Escola Técnica Federal de Pelotas e do apoio da comunidade de Sapucaia do Sul. Hoje vivemos um novo e promissor momento. O campus Sapucaia do Sul ampliou sua oferta de cursos voltados para a educação profissional e tecnológica, atuando em todas as suas modalidades, consoante com os desafios de um país consciente do papel fundamental da formação técnica e humana para o desenvolvimento sustentável.

O IFSUL/Campus Sapucaia do Sul pensa o futuro com a experiência e o conhecimento construído ao longo desses mais de dez anos de existência. Tornar-se o CENTRO DE REFERÊNCIA MUNDIAL NO SETOR DO PLÁSTICO E PARA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL é, portanto, uma meta coerente com o passado e condizente com o momento presente de nosso trabalho em prol de uma educação voltada para a promoção humana e social.

Para tanto precisamos estar preparados e é o que estamos demonstrando nos últimos anos com o incentivo à capacitação docente, com a modernização de nossas instalações, com a qualificação permanente de nosso quadro de funcionários, com a ampliação de nossos laboratórios equipados para atender as demandas dos diferentes cursos e com a consolidação de importantes parcerias institucionais.

Reiteramos que o investimento em educação, quando bem planejado, contribui para a construção de um mundo melhor para todos. Acreditamos que, diante do cenário mundial de incertezas e transformações, atitudes firmes que coloquem a educação em primeiro lugar e como alicerce de novas oportunidades são o diferencial para a efetivação de nosso compromisso social.

Em suma, embora nossos esforços institucionais estejam voltados para a inovação tecnológica, temos plena consciência de nosso papel formativo. Nosso foco fundamental é o educando. Nesse sentido, garantir um ambiente propício para o desenvolvimento das atividades pedagógicas, melhorar nossa infraestrutura e buscar novas oportunidades também fazem parte do compromisso assumido com uma educação para a vida e com a formação de profissionais para o mundo.

ISSN 2446-7618

INDICE - SUMMARY

443- BARRAS DE POLÍMERO REFORÇADO COM FIBRAS: UMA ALTERNATIVA PARA AUMENTAR A DURABILIDADE DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

Bueno, G. M.[1]; Tochetto, V. A.[2]; Brisotto, D. S.[3]

1 - 14

444- ANÁLISE DA ADERÊNCIA ENTRE O CONCRETO AUTO-ADENSÁVEL E BARRAS DE FIBRA DE VIDRO REFORÇADAS COM POLÍMERO

Tochetto, V. A.[1]; Bueno, G. M.[2]; Paliga Jr, C. A.[3]; Brisotto, D. S. [4]

15 - 26

445- DETERMINAÇÃO DA MÁXIMA PROFUNDIDADE DE TENSÃO CISALHANTE PARA PROJETAR A PROFUNDIDADE DE CAMADA DE ENGRENAGENS NITRETADAS A PLASMA

Menezes, V. M.[1]; Dalcin, R. L.[2]; Silva, C. H.[3]; Rocha, A. S.[4]

27 - 39

446- DIFICULDADES E ALTERNATIVAS NO PROCESSAMENTO DO COMPOSTO AMIDO/PAPEL

Bernar, A. M.[1;] Calcagno, C. I. W.[2]

40 - 51

447- GESTÃO DA MANUTENÇÃO: UMA APLICAÇÃO PRÁTICA

De Barba Jr., D. J.[1]; Bork. C.A.S.[2]; Silva, A. A. R.[3]

52 - 65

448- SELEÇÃO DE INDICADORES DE MANUTENÇÃO PARA UMA EMPRESA DE TRANSPORTE E MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS

De Barba Jr., D. J.[1]; Bork. C.A.S.[2]; Moura, R.L.[3]

66 - 77

449- IMPLEMENTAÇÃO DA NORMA NBR ISO 55000 NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO – ESTUDO DE CASO

De Barba Jr., D. J.[1]; Bork. C.A.S.[2]; Romano, R.L.[3]

78 - 92

ISSN 2446-7618

450- PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO: IMPLANTAÇÃO

De Barba Jr., D. J.[1]; Bork. C.A.S.[2]; Lopes, R.[3]

93 - 107

451- TOMADA DE DECISÃO PARA ESPECIFICAÇÃO DE UMA INJETORA DE TERMOPLÁSTICOS

De Barba Jr., D. J.[1]; Bork. C.A.S.[2]; Rosa, C. C.[3]

108 - 121

452- CIGAR BOX GUITAR: PROJETO E FABRICAÇÃO

De Barba Jr., D. J.[1]; Bork. C.A.S.[2]; Moreira, T. A.[3]

122 - 132

453- LEAN OFFICE: UMA APLICAÇÃO PRÁTICA EM UMA REPARTIÇÃO ADMINISTRATIVA MILITAR

Batista, J. P.[1]; De Barba Jr., D. J.[2]; Bork, C. A. S.[3]

133 - 147

454- INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE USINAGEM NA RUGOSIDADE SUPERFICIAL E NO PERFIL DE DUREZA DO AÇO AISI 316L SUBMETIDO A PROCESSO DE TORNEAMENTO

Hoffmann, P. R.[1]; Marques, F. M.[2]; Rocha, A. da S.[3]

148 - 161

455- MÓDULO DIDÁTICO DE MEDIÇÃO DE DEFLEXÃO: VALIDAÇÃO DO PROJETO

da Rosa, W. C. [1]; de Souza, T. F. [2]

162- 171

456- ANÁLISE DA FORMAÇÃO DE DROSSES EM PEÇA DE FERRO FUNDIDO NODULAR QUE APRESENTOU FRATURA PREMATURA

Rodrigues, F.[1]; Amaral. R. F.[2]; Karlinski, V. B.[3]

172 – 181

ISSN 2446-7618

457- MAPEAMENTO DO NÍVEL DE MATURIDADE PARA INDÚSTRIA 4.0 EM EMPRESA DE PARAFUSOS

Helfer. D. G.[1]; Alff. L. A.[2]; Kipper. L. M.[3]

182 – 196

458- REEE PÓS CONSUMO: LOGÍSTICA REVERSA, IDENTIFICAÇÃO E RECICLABILIDADE EM COOPERATIVAS DE RECICLAGEM NA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE – RS

Barrozo, A.S .[1]; Maciel, J. P.[2]; Moraes, C. A. M.[3]

197– 206

459- INFLUÊNCIA DO TEOR DE ÁCIDO CÍTRICO NA VISCOSIDADE E INTUMESCIMENTO DE HIDROGÉIS À BASE DE POLI (ÁLCOOL VINÍLICO)

Kieffer, V. Z.[1]; Pittol, L. C.[2]; Santana. R, M. C.[3]

207 – 215

460- DETERMINAÇÃO DIRETA DE ARGILA EM SOLOS UTILIZANDO ANÁLISE DE IMAGENS DIGITAIS

Tadday, J. F.[1] ; Hermes, T.[2]; Brandt, P. N.[3]; Cruz, G. M.[4]; Christmann, I. F.[5]; Soares, J.[6]; Teichmann, A.[7]; Helfer, G. A.[8]; Costa, A. B.[9]

216 – 222

461- EFEITO DA VELOCIDADE DO VENTO NA ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Haeberle, F.[1]; Dias, J. B.[2]; Abe. C. F.[3]

223 – 237

462- APROVEITAMENTO DE CALOR DA ÁGUA DRENADA DE CHILLERS DE RESFRIAMENTO DE FRANGO: SISTEMA DE RECUPERADOR DE CALOR DO TIPO BAUDELOT

Marzocchella, D. [1]

238 – 249

ISSN 2446-7618

463- ANÁLISE DA LAVAGEM DE RESÍDUO PÓS-CONSUMO (RPC) DE FILMES MULTICAMADA POLIMÉRICOS APLICADOS NA INDÚSTRIA *PET-FOOD*

Bernardes, D. P.[1]; Santana, R. M. C.[2]

250 – 260

464- AVALIAÇÃO POR IMPEDÂNCIA ELETROQUÍMICA DA RESISTÊNCIA AOTRANSPORTE DE ÍONS SULFATO EM ARGAMASSAS ARMADAS CONTENDO RESÍDUOS DA GERAÇÃO TERMELÉTRICA

Lopes, D. F.[1]; Rodrigues, L. M.[2]; da Silva, S. N.[3]

261– 271

465- USOS DO ÓLEO DE EUCALIPTO PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Modkovski, B. L.[1]; da Silva, S. N.[2]

272 – 279

466- ESTUDO DA CORROSÃO DO Fe, AÇO CARBONO E AÇO INOXIDÁVEL EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Tholozan, L. V.[1]; Rodrigues, L. M.[2]

280 – 290

467- INOVAÇÃO NA INDUSTRIA 4.0: UM OLHAR SOBRE PATENTES E TECNOLOGIAS 4.0

Grunevald, I.[1]; Kipper, L. M.[2]; Moraes, J. A. R.[3]

291 – 298

468- INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES DE SÍNTESE DO PLA VIA MICROONDAS NA MASSA MOLAR VISCOSIMÉTRICA

Silvestrini, R.[1]; Santana , R.M.C.[2]

299 – 312

469- CARACTERIZAÇÃO DO BAGAÇO DE MALTE PROVENIENTE DE PRODUÇÃO DE CERVEJAS PARA UTILIZAÇÃO COMO FIBRA PARA REFORÇO

Fernandes, M. S.[1]; Francisquetti, E. L.[2]; Santana, R. M. C.[3]

313 – 322

ISSN 2446-7618

470- AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DA EQUAÇÃO DE HOLLOMON COMO MODELO MATEMÁTICO PARA CURVAS DE ESCOAMENTO ATRAVÉS DE ENSAIOS DE TRAÇÃO E COMPRESSÃO

Mafia, T. R.[1]; Ercolani, J. B.[2]; Rocha, A. da S.[3]

323 – 330

471- LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES DE PLANOS MUNICIPAIS DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE

da Silva Olinto, F. A.[1]; Ávila, G.C. [2]; Campani, D.B.[3]; Tubino, R.M.C.[4]

331 – 342

472- ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DOS SISTEMAS CYBER-FÍSICOS NA ÁREA DA SAÚDE (2016-2020): UM OLHAR NA BASE SCOPUS (ELSEVIER)

Leivas, P. de O.[1]; Kellermann, A. C. H. [2]; Moraes, E. B.[3]; Forno, A. J. D.[4]; Frozza, R.[5]; Kipper, L. M.[6]

343 – 356

473- CARACTERIZAÇÃO TERMOQUÍMICA DE DIFERENTES CÁPSULAS NESCAFÉ DOLCE GUSTO ® PÓS-CONSUMO VISANDO ESTRATÉGIA DE RECICLAGEM

Klering, R.D.R.[1]; Bernardi, L.P.[2]; Santana, R.M.C.[3]

357 – 369

***474-* EMPREENDEDORISMO SOCIAL E INOVAÇÃO SOCIAL: QUAL É O PANORÂMA DAS PESQUISAS NACIONAIS?**

da Rosa, A. C.[1]; dos Anjos, M. E.[2]; Collatto, D.C.[3]; Manganeli, M. T.[4]; Daniel, V. M.[5]; Silva, J. M.[6]

370– 384

***475-* ANÁLISE DO EFEITO DA VIBRAÇÃO MECÂNICA NA MICROESTRUTURA BRUTA DE FUSÃO DA LIGA Al12Si**

Wabner, M. O.[1] ; Bartex, S. L. T.[2]; De Barcelos, V. K.[3]

385 – 394

ISSN 2446-7618

476- SÍNTESE DE NANOTUBOS DE ÓXIDO DE NIÓBIO POR ANODIZAÇÃO POTENCIOSTÁTICA PARA APLICAÇÃO EM ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

Sampaio, E. J. P.[1]; dos Santos Jr., A. G.[2]; Antonini, L. M.[3]; Malfatti, C. F.[4]

395 – 402

477- NA ESCOLA, NO AMBIENTE VIRTUAL DE ENSINO, IMAGEM E VÍDEO COMUNICAM?

Bez, M.R.[1]; Regra, J.[2]

403 – 415

478- ANÁLISE DAS IMAGENS UTILIZADAS PELO GRUPO "ARTEIROS" NAS AULAS VIRTUAIS

Bez, M.R.[1]; Regra, J.[2]

416 – 430

479- A CONCEPÇÃO DE GESTÃO DEMOCRÁTICA COMO APORTE AO DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO EDUCACIONAL NO IFSUL SAPIRANGA

Bender, D.[1]; Loponte, L. N.[2]

431 – 445

480- BNCC E OS SIGNOS DO ENSINAR NA EDUCAÇÃO INFANTIL

Weschenfelder, A. L.[1]; Mossmann, J.B.[2]; Bez. M. R.[3]

446 – 459

481- MEIOS E INSTRUMENTOS PARA DIVULGAÇÃO E PROMOÇÃO DA SUSTENTABILIDADE: NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

Popiolski, F. M.[1]; Sette, S. F.[2]

460 – 474

482- DIREITOS HUMANOS E EDUCAÇÃO INTEGRAL NO ENSINO MÉDIO INTEGRADO DO IFSUL CÂMPUS PASSO FUNDO: CONTEXTUALIZAÇÃO DOS SUJEITOS DA PESQUISA E SITUAÇÕES VIVENCIADAS DURANTE A COVID-19

Dias, N.[1]; Tessmann, M. H. B.[2]

475 – 488

ISSN 2446-7618

483- A DANÇA NA DOCÊNCIA EM ARTES NO ENSINO MÉDIO INTEGRADO: APROXIMAÇÕES POSSÍVEIS

Carvalho, S.[1]; Scherer. R.[2]

489 – 499

484- "FAMÍLIAS GESTANTES": IDENTIFICAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E INSTRUMENTALIZAÇÃO DOS GRUPOS DE APOIO DA REGIÃO DE ASSIS CHATEAUBRIAND – PR

Koshita, L. H.[1]; Trentin, A. K.[2]; Dill, J. P.[3]; Felippsen, E. A.[4]

500 – 512

485- ORGANIZAÇÃO E PUBLICAÇÃO DE LIVROS DIGITAIS: ESTUDO DE CASO COM OS ARTIGOS DOS PROJETOS FINAIS DO CURSO TÉCNICO EM INFORMÁTICA INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO DO IFPR - CAMPUS ASSIS CHATEAUBRIAND

Oliveira, E. K.[1]; Medola, L. S.[2]; Clarindo, A. L. F.[3]; Felippsen, E. A.[4]

513 – 527

486- ANÁLISE DA EVASÃO DE UM CURSO PROFISSIONALIZANTE À DISTÂNCIA NA ÁREA DE ELETRICIDADE

Andrade, R.L.[1]; Kroetz Ayres Castro, A.T.[2]

528 – 542

***487*- A CLASSE-QUE-VIVE-DO-TRABALHO E OS DESAFIOS EM TEMPOS DE PANDEMIA: REFLEXOS NO TRABALHO DOS PROFESSORES**

Vieira, E. G. S.[1]; Caetano, M. R.[2]

543 – 553

488- TECNOLOGIAS POSSIBILITANDO DIÁLOGO ENTRE DOCENTES EM MINICURSO NÃO PRESENCIAL

Eltz, P.T.[1]; Wolffenbuttel, P. P.[2]

554 – 566

489- ESTUDO COMPARATIVO DE SOFTWARES ASSISTIVOS PARA DEFICIENTES VISUAIS: UM ESTUDO DE CASO EM UMA ESCOLA DE ENSINO TÉCNICO

Viana, B. L.[1]; Moraes, G. P.[2]; Viana, T. L.[3]; Dos Santos, D. R. [4]; De Freitas, L. C.[5]

567 – 580

ISSN 2446-7618

490- ANÁLISIS DE FLUJO DE MATERIAL EN FRICTION STIR WELDING SOBRE ALEACIONES DE ALUMINIO DE USO AEROESPACIAL.

Feloy, L. E.[1]; Maffia, E.G.[2]; Ruiz Diaz, F.E.[3]; Lacoste, J.A.[4]; Cozzarin, A.L.[5]

581 – 597

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE

9º Seminário de Inovação e Tecnologia do IFSul
9th Innovation and Technology Seminar IFSul
10 a 13 de Novembro / November 10th to 13th, 2020
Sapucaia do Sul – RS – Brasil

inovtec
ISSN 2446-7618

BARRAS DE POLÍMERO REFORÇADO COM FIBRAS: UMA ALTERNATIVA PARA AUMENTAR A DURABILIDADE DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

Bueno, G. M.[1]
Tochetto, V. A.[2]
Brisotto, D. S.[3]

[1] *Doutorando, Guilherme Manfredini Bueno, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil (PPGEC), guilherme.manfredini@ufrgs.br.*
[2] *Engenheiro Civil, Vinícius André Tochetto, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), vinitochetto@hotmail.com.*
[3] *Doutora, Daiane de Sena Brisotto, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Departamento de Engenharia Civil, daiane.brisotto@ufsc.br.*

(Todas as informações contidas neste artigo são de responsabilidade dos autores)

Resumo

A durabilidade das estruturas de concreto armado é um dos requisitos mais importantes para os edifícios. A condição que mais afeta a durabilidade é a corrosão causada pela carbonatação e penetração de cloretos. Diferentes fatores podem influenciar o processo, como a concentração de agentes agressivos no local onde a estrutura foi construída. A ABNT NBR 6118: 2014 só faz referência ao aço para o dimensionamento de sistemas estruturais no Brasil, e em condições ambientais severas, pode sofrer corrosão e levar a uma diminuição na durabilidade dos elementos. No entanto, vários países já utilizam barras de polímero reforçado com fibras (FRP) como alternativa as barras de aço, e entre suas vantagens encontra-se a alta resistência à corrosão, o que aumenta a durabilidade do sistema estrutural sob condições severas, principalmente em estruturas offshore e construções litorâneas. Independentemente do tipo de armadura utilizada nas estruturas, o comportamento de aderência com o concreto é um aspecto de fundamental importância. Esta pesquisa teve como objetivo sintetizar por meio da literatura os principais avanços tecnológicos na área de barras de FRP, bem como apresentar o seu processo de fabricação e suas propriedades. Foi feita a análise da resistência a tração e módulo de elasticidade de uma barra de FRP. A pesquisa constatou que as armaduras poliméricas são, de fato, uma alternativa eficiente para serem utilizadas em substituição a armadura metálica.

Palavras-chave: durabilidade; concreto armado; barras de FRP; ambientes agressivos.

FIBER REINFORCED POLYMER BARS: AN ALTERNATIVE TO IMPROVE THE DURABILITY OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

Abstract

The durability of reinforced concrete structures is one of the most important requirements for buildings. The condition that most affects durability is corrosion caused by carbonation and chloride penetration. Different factors can influence the process, such as the concentration of aggressive agents in the place where the

ISSN 2446-7618

structure was built. Standard ABNT NBR 6118: 2014 only refers to steel for the design of structural systems in Brazil, and in severe environmental conditions, it can suffer corrosion and lead to a decrease in the durability of the elements. However, several countries already use fiber reinforced polymer bars (FRP) as an alternative to steel bars, and among its advantages is the high resistance to corrosion, which can increase the durability of the structural system in aggressive environments. Regardless of the type of reinforcement used in the structures, the bond behavior between the bars and concrete is an aspect of fundamental importance. This research aimed to synthesize through literature the main technological advances in the area of FRP bars, as well as to present its manufacturing process and its properties. An analysis of the tensile strength and modulus of elasticity of an FRP bar was performed. The research found that polymeric reinforcements are, in fact, an efficient alternative to be used to replace metallic reinforcement.

Key words: durability; reinforced concrete; FRP bars; aggressive environments.

1 INTRODUÇÃO

A durabilidade e a vida útil das edificações têm dimensões ambientais muito importantes (GHADIMI; RUSSO; ROSANO, 2017(1)). Em um conceito amplo, a durabilidade é definida como a capacidade de um sistema em desempenhar uma função determinada sob certas condições de uso (SARJA; VESIKARI, 2014(2)). A NBR 15575 (ABNT, 2013)(3) define a durabilidade como a "[...] capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, ao longo do tempo e sob condições de uso e manutenção especificadas". Este conceito engloba uma análise qualitativa que expressa como a estrutura mantém seu desempenho durante a vida útil, sendo que esta durabilidade se extingue no momento que deixa de cumprir as funções atribuídas da estrutura, podendo ser pela degradação – conduzindo ao estado insatisfatório de desempenho – ou pela obsolescência funcional. Por outro lado, a vida útil é definida pelo tempo de serviço do produto ou o período de tempo durante o qual o produto deve atender às especificações mínimas de desempenho (JOHN; AGOPYAN; SJÖSTRÖM, 2002(4)).

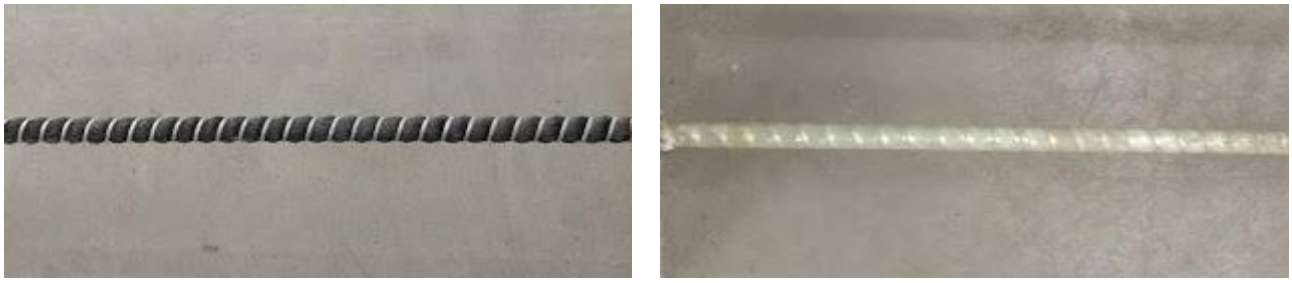
Diante da durabilidade da estrutura principal, existem mecanismos físico-químicos que estão interligados à deterioração das estruturas de concreto armado, incluindo carbonatação, lixiviação, retração, fuligem, fungos e mofos, concentração salina, ataque por sulfatos e reação álcali-agregado, sendo que todos estes mecanismos causam alterações iniciais na superfície do concreto e, a longo prazo, podem levar a corrosão das armaduras metálicas (MEDEIROS; ANDRADE; HELENE, 2011(5)).

A necessidade de reforçar as estruturas existentes de concreto armado tem relação com a sua deterioração sofrida ao longo de sua vida útil, a mudança nas cargas aplicadas devido à modificação de seu uso original ou a atualização para os códigos de projeto atuais. As técnicas de reforço tradicional, que incluem o aumento da seção de concreto e o uso de perfis de aço, ainda são utilizadas em todo o mundo, mas apresentam algumas desvantagens, como o aumento do peso próprio da estrutura, mudanças indesejáveis na rigidez e a necessidade de manipulação de peças de aço com densidade elevada na maioria dos casos (GONZALEZ-LIBREROS et al., 2017(6)).

ISSN 2446-7618

Conforme Ahmed et al. (2018)[7], a indústria da construção está expressando grande demanda por membros estruturais inovadores e duráveis. Os compósitos de polímero reforçado com fibras (Fiber Reinforced Polymer - FRP) vem ganhando uma ampla aceitação como um material de construção viável para reparo e reforço de estruturas deterioradas ou como armadura para novas construções, particularmente aquelas expostas a condições adversas do meio ambiente (HOLLAWAY, 2010[8]). Por esta razão, há um crescente interesse em desenvolver técnicas de reforço e dimensionamento de estruturas que superem as desvantagens do aço, que pode sofrer corrosão e levar ao colapso estrutural (AYDIN, 2018[9]). O uso de materiais compósitos de FRP, para estruturas de concreto localizadas em ambientes agressivos, alcançou aceitação mundial devido à sua natureza não corrosiva, maior resistência à tração e menor peso em relação às barras convencionais de reforço com aço (D'ANTINO; PISANI; POGGI, 2018 [10]).

O uso da armadura de FRP (Figura 1) também é recomendado para hospitais que contenham equipamentos para diagnóstico por imagem e / ou ressonância magnética, devido a não condutibilidade magnética. As barras de aço podem interferir com o campo eletromagnético criado por esses dispositivos e levar a uma má interpretação de resultados de exames clínicos (DOMENICO; PISANO; FUSCHI, 2014[11]; LAU; PAM, 2010[12]; ZADEH; NANNI, 2013[13]). Também recomenda-se como armadura para postes, em função da incapacidade de condução de corrente elétrica (CHAHROUR; SOUDKI, 2006[14]; QASRAWI; FAM, 2008[15]; MOHAMED; MASMOUDI, 2010[16]).



(a) (b)

Figura 1. Amostras de armaduras de FRP: (a) basalto e (b) vidro.

Os materiais de FRP constituem-se de uma combinação entre dois ou mais materiais diferentes (fibras e resina) com uma interface distinta entre eles (BENMOKRANE et al., 2015[17]). Estão disponíveis com uma ampla gama de propriedades mecânicas (resistência à tração, tensão de aderência e módulo de elasticidade) e são feitos com fibras de alta resistência à tração tais como carbono, vidro, aramida e basalto incorporadas em matrizes de polímero, como vinil éster, epóxi e poliéster. Além disso, os compósitos FRPs podem ser produzidos na forma de barras e perfis em uma grande variedade de geometrias e configurações de superfície, bem como possuir características variadas (ELGABBAS; AHMED; BENMOKRANE, 2015[18]).

Os compósitos de FRP provaram ser uma solução efetiva, pois fornecem força adicional para aplicações de flexão, cisalhamento, torção e confinamento e têm benefícios, incluindo alta resistência em relação ao peso e facilidade de aplicação (GAR; MANDER; HURLEBAUS, 2018[19]). Entretanto, a norma brasileira de dimensionamento de estruturas de concreto armado, NBR 6118 (ABNT, 2014) [20], só faz referência à armadura metálica.

ISSN 2446-7618

Segundo Moraes (2013)[21], a partir de 1960 os compósitos de FRP passaram a ser utilizados nas obras de construção civil. Já o setor médico passou a usar essa tecnologia a partir dos anos 70, em função das barras não possuírem condutividade magnética. A Alemanha foi o primeiro país da Europa a construir uma ponte protendida com barras de FRP em 1986. Na década de 90, o Canadá também passou a construir com materiais compósitos, sendo que nesta época o Japão liderava a construção civil com o uso desta tecnologia. Atualmente, a China é quem lidera o uso, principalmente em obras subterrâneas e tabuleiro de pontes e, além da construção civil, os compósitos de FRP são usados na indústria automotiva, eletrônica, médica e aeroespacial. A Figura 2 mostra um exemplo de obra projetada com o uso de barras de FRP.

Figura 2. Exemplos de obras com barras de FRP (TUF BAR (2020)[22]).

Vários pesquisadores já estudaram este material, entretanto percebe-se a necessidade de mais investigações pois inexiste uma padronização quanto às características destas barras, uma vez que existem diferentes tipos de fibras e uma grande variedade de resinas e acabamentos superficiais. A própria norma de projeto de estruturas de concreto a NBR 6118 (ABNT, 2014)[20] não faz referência ao uso de outros materiais para a armadura, sem ser o aço.

Diante do exposto, este artigo tem por objetivo apresentar, através de uma revisão da literatura, as principais propriedades das armaduras poliméricas e seu desempenho como reforço de estruturas de concreto armado com o enfoque na durabilidade das construções. Também foi analisada a resistência a tração e módulo de elasticidade de uma armadura de GFRP.

2 BARRAS DE POLÍMERO REFORÇADO COM FIBRAS

As barras de FRP são compósitos formados por uma matriz polimérica e fibras, conforme Figura 3, e podem ser produzidas com diferentes tipos de fibras, incluindo carbono, vidro, aramida e, mais recentemente, basalto (BENMOKRANE et al., 2017[23]). O sistema de resina é importante, pois atua como uma matriz para unir as fibras e distribuir a carga aplicada ao compósito entre cada uma das fibras individuais. O sistema de resina também protege as fibras contra danos por abrasão e impacto, bem como contra condições ambientais severas, como a presença de umidade, sais e álcalis, que afetam a durabilidade dos produtos FRP (TAMON; SHRESTHA; DAWEI, 2017[24]).

ISSN 2446-7618

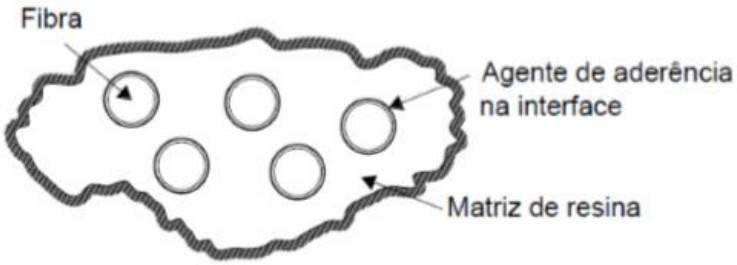


Figura 3. Elementos constituintes dos compósitos de FRP (Adaptada de ACI 440 R, (1996)[25]).

O processo de fabricação das barras de FRP geralmente ocorre através do processo de pultrusão, em que as fibras são conduzidas através de um banho de resina, conforme mostrado no esquema da Figura 4. Este banho é usado para impregnar as fibras através da resina, conduzindo-a através de um sistema de guia de pré-formação e depois através da matriz de pultrusão. Depois de passar pelo sistema, o composto plástico é então aquecido, modelado e formado (VERMA; FORTUNATI, 2019[26]).

Figura 4. Processo de pultrusão (Adaptada de Joshi (2012)[27]).

Barras de FRP podem ser usadas para construções sujeitas a problemas de corrosão. A corrosão da armadura é um problema frequente em estruturas - garagens de estacionamento, tabuleiros de pontes, obras litorâneas e similares - expostas a ambientes agressivos, como degelo de sais e ciclos de congelamento e descongelamento (ABDUL-SALAM; FARGHALY; BENMOKRANE, 2016[28]).

Nestes ambientes agressivos, as principais formas de aplicação de FRP incluem os reforços internos, como barras de reforço para forças de tração em estruturas de concreto, e os reforços externos, na forma de chapas, por exemplo. A armadura polimérica pode ser produzida com uma variedade de fibras, incluindo vidro (GFRP), carbono (CFRP), aramida (AFRP) e, a mais recente, basalto (BFRP). No entanto, as barras de GFRP são mais utilizadas devido ao seu baixo custo comparada as barras de CFRP, enquanto as barras de BFRP possuem propriedades mecânicas e estabilidade química superiores, além de serem mais baratas (WANG et al., 2018[29]).

Atualmente, as diretrizes de projeto para estruturas de concreto armadas no Brasil com barras de FRP estão sendo discutidas pelo Comitê Técnico 303 IBRACON/ABECE: Uso de Materiais não convencionais para Estruturas de Concreto, Fibras e Concreto Reforçado com Fibras no Grupo de Trabalho 3: Estruturas de concreto com armadura de materiais não convencionais.

2.1 Vantagens e desvantagens

As vantagens dos materiais de reforço FRP incluem alta relação resistência-peso, facilidade de manuseio e instalação, devido à baixa densidade do material, e resistência à corrosão (ACI, 2008[30]; FIB, 2007[31]). Ademais, apresenta benefícios devido à alta resistência química, impacto arquitetônico reduzido e aumento da resistência mecânica ou à fadiga (SILVA; FONSECA; BISCAIA, 2014[32]).

ISSN 2446-7618

Por outro lado, custo relativamente maior em comparação ao aço, baixa ductilidade e consequente falha frágil, propriedades mecânicas ruins da resina, baixa resistência ao cisalhamento e alta vulnerabilidade de resistência e rigidez a temperaturas elevadas são algumas das desvantagens do material FRP que devem ser consideradas quando utilizados em construções (ASHRAFI, 2017[33]; KODUR; BISBY; FOO, 2005[34]). Apesar das barras de FRP serem mais caras em comparação as de aço, os custos de manutenção necessários para construir elementos estruturais com materiais compósitos são compensados pelo aumento da vida útil, o que evita retrabalhos e gastos com manutenção (GOLDSTON; REMENNIKOV; SHEIK, 2016[35]). Outro obstáculo na utilização da armadura polimérica é sua incapacidade de ser dobrada no canteiro de obras, assim os estribos devem ser fabricados durante o processo de pultrusão. O Brasil não possui estudos aprofundados e nem uma normativa para o dimensionamento de elementos armados com FRP, por isso este material não convencional como alternativa no dimensionamento de estruturas ainda é desconhecido por grande parte dos envolvidos no setor da construção civil. No cenário nacional, uma empresa localizada na região noroeste do País já possui toda a infraestrutura necessária para fazer a fabricação de materiais de FRP através do processo de pultrusão. A aderência entre o concreto e a armadura de FRP é menor, pois trata-se de uma armadura lisa, diferente do aço que contém ranhuras. Partículas de areia são adicionadas na barra para melhorar a aderência entre as barras FRB e o concreto (MASMOUDI et al., 2011[36]). Uma outra desvantagem de estruturas reforçadas com armaduras poliméricas é o desenvolvimento de rachaduras mais largas e mais profundas em comparação com as armaduras metálicas (ABDUL-SALAM; FARGHALY; BENMOKRANE, 2016[28]). Segundo Razaqpur et al. (2004)[37] nas estruturas de concreto armadas com FRP, devido ao menor módulo de elasticidade da armadura dimensionada para resistir os esforços de flexão, sua rigidez axial (relação entre a carga e a deformação) é menor comparada a armadura de aço. Portanto, a zona de compressão não fissurada seria menor, enquanto as larguras das fissuras seriam maiores em comparação com os elementos reforçados com aço.

2.2 Durabilidade

A durabilidade das armaduras poliméricas é a propriedade mais substancial deste material inovador, proporcionando uma vida útil maior para as estruturas de concreto armado, principalmente quando expostas à ambientes agressivos, uma vez que as fibras e a matriz não são corrosivas, ou seja, são imunes à corrosão galvânica e eletrolítica (FORABOSCHI, 2015[38]).

Diante da avaliação da durabilidade de uma estrutura, muitas variantes podem ser abrangidas. No que concerne as barras de FRP, são considerados três condicionantes que estão intrínsecos à esta avaliação: resistência a corrosão das barras – e consequentemente, a aderência entre a armadura polimérica e o concreto – resistência ao fogo e resistência estrutural nestas condições. Estudos anteriores revelam os fatores que influenciam a taxa de degradação das barras de FRP, os quais incluem pH, temperatura de exposição, teor de umidade do concreto, tipo de polímero e nível de pré-carregamento (WANG et al., 2017[39]).

Wang et al. (2018)[29] analisaram a durabilidade de barras poliméricas de fibras de basalto (BFRP) e de fibras de vidro (GFRP) sob condições de carregamento em um ambiente submetido a água e areia do mar. Em seus resultados ficou evidente que o efeito combinado da carga aplicada e da

ISSN 2446-7618

temperatura de exposição do ambiente sob solução simulando água e areia do mar, diminui significativamente a resistência à tração das barras BFRP e GFRP, enquanto o módulo de Young permaneceu inalterado. Sob as mesmas condições, a resistência à tração das barras de BFRP foi inferior à de GFRP. Este resultado pode ser explicado pelo fato de que as barras BFRP possuem maior absorção de umidade do que a GFRP, sendo exclusiva da fibra de basalto, acelerando ainda mais a degradação das barras de BFRP sob esta solução.

Num estudo mais avançado, Wang et al. (2017)[39] analisou as amostras através da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), Tomografia Computadorizada de Raios-X e Espectroscopia de Raios-X por Dispersão de Energia, revelando que as barras de GFRP possuem durabilidade superior às barras de BFRP, especialmente em altas temperaturas. Estes resultados são justificados pelo fato de que a propriedade de resina da barra de GFRP é mais estável nas soluções de simulação de água e areia do mar, comparadas com a barra de BFRP.

Outra análise constante na literatura é o efeito dos ciclos de congelamento-descongelamento sobre a durabilidade do concreto reforçado com armadura polimérica, uma vez que nestes ciclos o concreto é saturado com água durante a fase de descongelamento e quando a água congela, se expande e desenvolve alta pressão nos poros de concreto. Estas tensões induzidas podem exceder a resistência à tração do concreto, levando à formação de trincas superficiais e internas.

Khanfour e Refai (2017)[40] analisaram este efeito em barras de BFRP. Diante da exposição à baixas temperaturas, as amostras reforçadas com BFRP obtiveram a redução de 10% na tensão de aderência. Ademais, a exposição aos ciclos e a baixa temperatura não alteraram o modo de falha das amostras. Dessa forma, o condicionamento das amostras aos ciclos de congelamento-descongelamento teve um leve efeito na ductilidade das vigas testadas.

A aderência entre as barras de FRP e o concreto, é um parâmetro fundamental para o bom desempenho estrutural (BRISOTTO, 2011[41]). Rolland et al. (2018)[42] avaliaram a aderência entre diferentes tipos de barras de FRP, incluindo GFRP, CFRP e AFRP. Ainda, as barras de GFRP e CFRP tinham conformações superficiais diferentes, com amostras contendo revestimento de pó de quartzo (areia), conhecido na literatura como sand coated. Foi feita uma comparação com armaduras metálicas.

Observou-se que as amostras revestidas com areia apresentam uma tensão de aderência superior às sem nenhum tipo de revestimento (lisas). A eficiência do revestimento de areia tende a aumentar com o tamanho das partículas de areia. As barras de GFRP revestidas com areia apresentaram as melhores tensões de aderência, superando até o aço, o que é bastante promissor. Conforme mencionado por Khanfour e Refai (2017)[40], em barras lisas, a tensão de aderência é governada principalmente pelo acabamento superficial da barra e sua qualidade de fabricação, o que vai de encontro aos resultados experimentais de Rolland et al. (2018)[42], indicando que quando é feita a impregnação de materiais para aumentar a rugosidade das armaduras poliméricas, há um aumento na tensão de aderência. Ainda, os resultados de aderência indicaram que dentre as armaduras testadas, a barra de GFRP com o acabamento superficial sand coated apresentou um comportamento mais eficiente em comparação a barra de aço nervurada.

A aderência também depende de parâmetros que incluem agentes ambientais como a temperatura de serviço da estrutura. As barras de FRP apresentam altos valores de expansão térmica em relação ao concreto e, como consequência, quando a

ISSN 2446-7618

temperatura aumenta, as tensões que ocorrem dentro do concreto podem produzir trincas que afetam diretamente a aderência (GALATI et al., 2006[43]).

A matriz de um material compósito exerce grande influência em suas propriedades. Benmokrane et al. (2017)[23] avaliaram experimentalmente as propriedades físicas e mecânicas das barras de GFRP feitas com diferentes matrizes poliméricas: viniléster, poliéster e epóxi. Os resultados dos testes revelaram que as barras de viniléster e epóxi apresentaram as melhores propriedades físicas e mecânicas e menor taxa de degradação após o condicionamento em solução alcalina, enquanto as barras de poliéster apresentaram degradação significativa das propriedades físicas e mecânicas.

2.3 Comparativo das principais propriedades entre a armadura metálica e polimérica

Conforme o ACI 440.1R (2003)[44], as propriedades mecânicas das barras de FRP variam consideravelmente com o tipo de resina e fibra, orientação da fibra, efeitos dimensionais, controle de qualidade da produção, tipo e duração do carregamento, temperatura e umidade. A Tabela 1 apresenta as principais propriedades das barras de FRP comparadas com as barras de aço.

Tabela 1. Comparativo entre as propriedades de armaduras metálicas e poliméricas.

Propriedades	Armadura		Fonte
	Metálica	Polimérica	
Resistência à corrosão	Está sujeita à corrosão	Possui resistência	Aydin, 2018[9]
Resistência às altas temperaturas	Resiste sem comprometer a estrutura até cerca de 500ºC	Possui sensibilidade às altas temperaturas	Pannoni, 2015[45]/ Masmoudi *et al.*,2011[36]
Resistência à tração (MPa)	483 – 690	517 – 1207	ACI 440R, 1996[25]
Tensão de escoamento (MPa)	276 – 414	-	ACI 440R, 1996[25]
Módulo de elasticidade (GPa)	200	41 – 55	ACI 440R, 1996[25]
Alongamento máximo (mm/mm)	> 0,10	0,035 – 0,050	ACI 440R, 1996[25]
Resistência à compressão (MPa)	276 – 414	310 – 482	ACI 440R, 1996[25]
Coeficiente de dilatação térmica (10^{-6}/°C)	11,7	9,9	ACI 440R, 1996[25]
Massa específica (g/cm³)	7,9	1,5 – 2,0	ACI 440R, 1996[25]

3 PROGRAMA EXPERIMENTAL

Foi feita a caracterização do comportamento elástico sob tração de uma barra de FRP, fabricada pelo processo de pultrusão. A resina emprega foi a éster vinílica e a fibra de vidro, com um teor de 80% em relação à matriz. A conformação superficial é do tipo helical wrapped, que consiste em enrolar filamentos de fibra em forma de hélice ao longo do comprimento da barra. A amostra de armadura de GFRP possuía um comprimento total de 50cm e diâmetro nominal de 12,5mm.

ISSN 2446-7618

3.1 Comportamento elástico sob esforços de tração

O diâmetro nominal foi caracterizado pela empresa fabricante. A propriedade pesquisada foi o módulo de elasticidade na tração das barras de GFRP. Os ensaios de tração foram realizados conforme os procedimentos descritos pela ASTM D7205/D7205M (2016)[46], conforme recomenda o ACI 440.3R (2012)[47] para barras de FRP.

O ensaio consiste em tracionar a armadura de FRP na direção longitudinal até que ocorra sua ruptura, sendo obtidas a força e deformação. Durante a preparação do corpo de prova para a realização do ensaio de tração, foi necessário realizar a sua ancoragem nas extremidades que seriam acopladas a máquina de ensaio universal de forma a evitar o seu esmagamento, conforme estabelecido na ASTM D7205/D7205M (2016)[46], fazendo algumas adaptações. Para suprir tal necessidade, foi utilizado um tubo metálico com um diâmetro de 19mm para envolver a armadura de diâmetro 12,5mm, conforme mostrado na Figura 5. O espaço entre a armadura de GFRP e o tubo metálico foi preenchido com resina epóxi Sikadur 32.

Figura 5. Detalhe da ancoragem em uma das extremidades da armadura de GFRP.

Foi utilizada uma máquina de ensaio universal da marca MTS modelo Landmark Testing Solutions 370.25, mostrada na Figura 6, no decorrer do ensaio.

Figura 6. Máquina de ensaio em operação.

A velocidade do ensaio foi definida como 1,2 mm/min, conforme recomenda a ASTM D7205/D7205M (2016)[46]. Com o ensaio, foi possível obter os dados de força

ISSN 2446-7618

máxima e deformação e assim, calcular a tensão em tração, deformação específica e módulo de elasticidade, através das equações 1, 2 e 3, respectivamente.

$$\sigma = P / A \qquad \text{(Equação 1)}$$

$$\varepsilon = \delta / L \qquad \text{(Equação 2)}$$

$$E = \Delta\sigma / \Delta\varepsilon \qquad \text{(Equação 3)}$$

Sendo: σ a tensão de tração em MPa; P a força de tração em N; A a área da seção transversal da armadura em mm²; ε a deformação específica em mm/mm; δ o deslocamento em mm; L o comprimento inicial em mm; E o modulo de elasticidade; $\Delta\sigma$ a variação da tensão em MPa; e $\Delta\varepsilon$ a variação da deformação específica.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

3.1 Modo de ruptura

Durante a realização do ensaio ocorreu o rompimento das fibras, deformação do acabamento superficial helical wrapped e ruptura do mesmo, conforme mostra a Figura 7.

(a) (b)

Figura 7. Ruptura da amostra: (a) acabamento superficial e (b) fibras internas.

3.2 Tensão e módulo de elasticidade

A curva com o resultado do ensaio pode ser visualizada na Figura 8. A linha preta corresponde aos dados de tensão versus deformação. Para o cálculo do módulo de elasticidade, foi realizada a extrapolação linear da curva para obter a linha de tendência do trecho linear, representada pela cor azul. Os dados deste trecho linear foram utilizados para o cálculo do módulo de elasticidade.

O diâmetro nominal da armadura, conforme caracterização fornecida pela empresa fabricante, era de 12,5 mm. Sendo assim, a sua seção transversal era de 122,718 mm². A tensão máxima encontrada foi de 610,15 MPa e o módulo de elasticidade 41,875 GPa.

ISSN 2446-7618

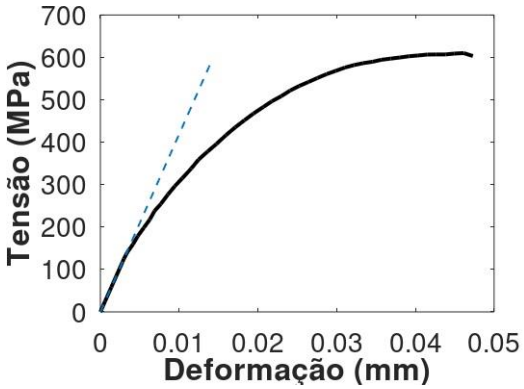


Figura 8. Comportamento elástico da barra de GFRP: tensão versus deformação.

Os resultados encontrados para a tensão de resistência a tração e módulo de elasticidade estão dentro dos limites estabelecidos pelo ACI 440R:1996[25], conforme apresentado na Tabela 2 indicando que a armadura de GFRP investigada é eficiente e, portanto, pode ser especificada para utilização em estruturas de concreto armado.

Tabela 2. Propriedades obtidas x parâmetros do ACI 440R.

Propriedades	**Armadura FRP**	
	Ensaio	**ACI 440R:1996**
Resistência à tração (MPa)	610,15	517 – 1207
Módulo de elasticidade (GPa)	41,875	41 – 55

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A durabilidade sempre deve ser considerada como diretriz de projetos, visando diminuir perdas e custos, além de garantir a qualidade das construções. Sendo a durabilidade um parâmetro variável, existem condições que podem acarretar desvios no desempenho da construção. Estes usualmente são caracterizados como perdas que ocorrem durante o processo de planejamento. Por isso, é importante considerar a durabilidade como critério desde as etapas iniciais de projeto. As armaduras poliméricas são uma alternativa para construções localizadas em ambientes agressivos, sujeitas à corrosão. Outra aplicação viável é a utilização em hospitais devido à não condutividade magnética, dentre outras aplicações. Conforme as pesquisas citadas neste artigo, pode-se perceber que já existem diversos estudos com este tipo de armadura, e seu uso vem crescendo apesar das estruturas armadas com barras de FRP apresentarem uma menor tensão de aderência quando comparadas com as barras de aço. Apesar do custo ser maior, quando comparadas ao aço, os custos de manutenção gastos com elementos estruturais armados com materiais compósitos podem ser compensados pelo aumento da vida útil e durabilidade, conforme as condições de projeto. Ainda não há uma Norma ou Recomendação Técnica para estruturas armadas com barras de FRP no Brasil, embora já exista um Comitê Técnico que vem discutindo a utilização de materiais não convencionais para Estruturas de Concreto, Fibras e Concreto Reforçado com Fibras. A armadura de GFRP investigada atendeu aos limites especificados pelo ACI 440R:1996 para a resistência a tração e módulo de elasticidade, indicando sua eficiência para ser utilizada em substituição a armadura metálica. Entretanto, com este estudo notou-se que são necessárias investigações mais aprofundadas sobre o material, pois não há um padrão para produção das

ISSN 2446-7618

barras, o que afeta as suas propriedades, dependendo do teor e tipo de fibra incorporado, assim como a resina que envolve as fibras, tipo de acabamento superficial, entre outros. Tais variações afetam o comportamento da estrutura, portanto, deve-se ter muita cautela ao considerar as barras de FRP no dimensionamento estrutural.

REFERÊNCIAS

1 GHADIMI, B.; RUSSO, S.; ROSANO, M. Predicted mechanical performance of pultruded FRP material under severe temperature duress. Composite Structures, v.176, p.673–683, 2017.

2 SARJA, A.; VESIKARI, E. Durability Design of Concrete Structures. Boca Raton, FL: Taylor & Francis, CRC Press, 2ª ed., 93p., 2014.

3 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15575: Edificações Habitacionais - Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

4 JOHN, V. M.; SJÖSTRÖM, C.; AGOPYAN, V. Durability in the built environment and sustainability in developing countries. In: 9th In Conf on Durability of Building Materials and Components, Brisbane. 9th DBMC. Melbourne: CSIRO, v. 11. p. 1-7, 2002.

5 MEDEIROS, M. H. F.; ANDRADE, J. J. O.; HELENE, P. Durabilidade e Vida Útil das Estruturas de Concreto. In: Geraldo Isaia. (Org.). Concreto: Ciência e Tecnologia. 1 ed. São Paulo: Ibracon, v. 1, p. 773-808, 2011.

6 GONZALEZ-LIBREROS, J.H.; SNEED, L.H.; D'ANTINO, T.; PELLEGRINO, C. Behavior of RC beams strengthened in shear with FRP and FRCM. Engineering Structures, v. 150, p.830-842, 2017.

7 AHMED, A.A.; HASSAN, M.; MOHAMED, H.; ABOUZIED, A.; MASMOUDI, R. Axial behavior of circular CFFT long columns internally reinforced with steel or carbon and glass FRP longitudinal bars. Engineering Structures, v. 155, 267-278, 2018.

8 HOLLAWAY, L.C. A review of the present and future utilisation of FRP composites in the civil infrastructure with reference to their important in-service properties. Construction and Building Materials, v.24(12), p.2419-45, 2010.

9 AYDIN, F. Experimental investigation of thermal expansion and concrete strength effects on FRP bars behavior embedded in concrete. Construction and Building Materials, v.163, p.1-8, 2018.

10 D'ANTINO, T.; PISANI, M. A.; POGGI, C. Effect of the environment on the performance of GFRP reinforcing bars. Composites Part B, v.141, p.123–136, 2018.

11 DOMENICO, D.; PISANO, A. A.; FUSCHI, P. A FE-based limit analysis approach for concrete elements reinforced with FRP bars. Composite Structures, v. 107, p. 594-603, 2014.

12 LAU, D.; PAM, H. J. Experimental study of hybrid FRP reinforced concrete beams. Engineering Structures, v.32(12), p.3857-3865, 2010.

13 ZADEH, H. J.; NANNI, A. Design of RC Columns Using Glass FRP Reinforcement. Journal of Composites for Construction, v. 17(3), p. 294-304, 2013.

14 CHAHROUR, A. H.; SOUDKI, K. A. Structural Retrofitting of Deteriorated Concrete Lighting Poles Using FRP Sheets in Wet Layup - Field Application. Journal of Composites for Construction, v. 10(3), p. 234-243, 2006.

15 QASRAWI, Y.; FAM, A. Flexural Load Tests on New Spun-Cast Concrete-Filled Fiber Reinforced Polymer Tubular Poles. ACI Structural Journal, v. 105 (6), p. 750-759, 2008.

16 MOHAMED, H. M.; MASMOUDI, R. Flexural strength and behavior of steel and FRP-reinforced concrete-filled FRP tube beams. Engineering Structures, v.32, p.3789-3800, 2010.

ISSN 2446-7618

17 BENMOKRANE, B.; ELGABBAS, F.; AHMED, E. A.; COUSIN, P. Characterization and Comparative Durability Study of Glass/Vinylester, Basalt/Vinylester, and Basalt/Epoxy FRP Bars. Journal of Composites for Construction, v.19 (6), p. 1-12, 2015.

18 ELGABBAS, F.; AHMED, E.A.; BENMOKRANE, B. Physical and mechanical characteristics of new basalt-FRP bars for reinforcing concrete structures. Construction and Building Materials, v. 95, p. 623–635, 2015.

19 GAR, S. P.; MANDER, J. B.; HURLEBAUS, S. Deflection of FRP Prestressed Concrete Beams. Journal of Composites for Construction, v. 22(2), 11p., 2018.

20 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto. Rio de Janeiro, 2014.

21 MORAES, J. T. L. Alternativa ao aço. Notícias da construção - Sinduscon - SP, 2013.

22 TUF BAR. What are the constituents of fiber reinforced polymer (FRP) bars?. 2020. Disponível em:<https://www.tuf-bar.com/what-are-the-constituents-of-fiber-reinforced-polymer-frp-bars/>. Acesso em: 20 mar. 2020.

23 BENMOKRANE, B.; ALI, A. H.; MOHAMED, H. M.; ELSAFTY, A. Laboratory assessment and durability performance of vinyl-ester, polyester, and epoxy glass-FRP bars for concrete structures. Composites Part B, v.114, p.163-174, 2017.

24 TAMON, U.; SHRESTHA, J.; DAWEI, Z. Moisture effects on FRP-concrete interface property, in: 6th Asia-Pacific Conference on FRP in Structures (APFIS2017), pp. 19-21, 2017.

25 AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI). ACI 440R-96: State-of-the-art report on fiber reinforced plastic (FRP) reinforcement for concrete structures, Detroit, Michigan, United States, 1996.

26 VERMA, D.; FORTUNATI, E. Biopolymer processing and its composites. Biomass, Biopolymer-Based Materials, and Bioenergy, p. 3-23, 2019.

27 JOSHI, S. C. The Pultrusion process for polymer matrix composites. In: Suresh Advani, Kuang-Ting Hsiao, editors. Manufacturing Techniques for polymer matrix composites. Woodhead Publisher; 2012.

28 ABDUL-SALAM, B.; FARGHALY, A. S.; BENMOKRANE, B. Mechanisms of shear resistance of one-way concrete slabs reinforced with FRP bars. Construction and Building Materials, v. 127, p.959–970, 2016.

29 WANG, Z.; ZHAO, X.; XIAN, G.; WU, G.; RAMANE, R.K. S.; AL-SAADI, S. Effect of sustained load and seawater and sea sand concrete environment on durability of basalt and glass-fibre reinforced polymer (B / GFRP) bars. Corrosion Science, 2018.

30 AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI). ACI 440.6M: Specification for carbon and glass fiber reinforced polymer bar materials for concrete reinforcement. Michigan, United States, 2008.

31 INTERNATIONAL FEDERATION FOR STRUCTURAL CONCRETE (FIB). FRP reinforcement in RC structures. Bulletin d'Information de la Federation Internationale du Beton, n.40, 2007.

32 SILVA, M. A. G.; DA FONSECA, B. S.; BISCAIA, H. On estimates of durability of FRP based on accelerated tests. Composite Structures, v. 116, n. 1, p. 377-387, 2014.

33 ASHRAFI, H.; BAZLI, M.; NAJAFABADI, E.P.; OSKOUEI, A. V. The effect of mechanical and thermal properties of FRP bars on their tensile performance under elevated temperatures. Construction and Building Materials, v. 157, p.1001-1010, 2017.

34 KODUR, V.; BISBY, L. A.; FOO, S.H. Thermal behavior of fire-exposed concrete slabs reinforced with fiber-reinforced polymer bars. ACI Structural. Journal, v.102 (6), p. 799-807, 2005.

ISSN 2446-7618

35 GOLDSTON, M.; REMENNIKOV, A.; SHEIK, M. Experimental investigation of the behaviour of concrete beams reinforced with GFRP bars under static and impact loading. Engineering Structures, v. 113, p.220-232, 2016.

36 MASMOUDI, R.; MASMOUDI, A.; OUEZDOU, M. B.; DAOUD, A. Long-term bond performance of GFRP bars in concrete under temperature ranging from 20°C to 80°C. Construction and Building Materials, v. 25, p. 486-493, 2011.

37 RAZAQPUR, A.G.; ISGOR, B.O.; GREENAWAY, S.; SELLEY, A. Concrete contribution to the shear resistance of fiber reinforced polymer reinforced concrete members. Journal of Composites for Construction, v.8 (5), p.452-460, 2004.

38 FORABOSCHI, P. Analytical model to predict the lifetime of concrete members externally reinforced with FRP. Theoretical and Applied Fracture Mechanics, v. 75, p.137-145, 2015.

39 WANG, Z. et al. Long-term durability of basalt- and glass-fibre reinforced polymer (BFRP/GFRP) bars in seawater and sea sand concrete environment. Construction and Building Materials, v. 139, p. 467-489, 2017.

40 KHANFOUR, M. A.; REFAI, A. E. Effect of freeze-thaw cycles on concrete reinforced with basalt-fiber reinforced polymers (BFRP) bars. Construction and Building Materials, v. 145, p. 135-146, 2017.

41 BRISOTTO, D. S. Um modelo elasto-plástico para a análise da aderência em peças de concreto armado. Tese (Doutorado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, 2011.

42 ROLLAND, A.; QUIERTANT, M.; KHADOUR, A.; CHATAIGNER, S.; BENZARTI, K.; ARGOUL, P. Experimental investigations on the bond behavior between concrete and FRP reinforcing bars. Construction and Building Materials, v. 173, p.136-148, 2018.

43 GALATI, N.; NANNI, A.; DHARANI, L. R.; FOCACCI, F.; AIELLO, M. Thermal effects on bond between FRP rebars and concrete. Composites: Part A, v.37, p. 1223-1230, 2006.

44 AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI). ACI 440.1R. Guide for design and concrete reinforced with FRP bars. Farmington Hills, Michigan, 2003.

45 PANNONI, F. D. Princípios da proteção de estruturas metálicas em situação de corrosão e incêndio. Perfis Gerdau Açominas, p. 100, 2015.

46 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). ASTM D7205/D7205M-16: Standard test method for tensile properties of fiber reinforced polymer matrix composite bars. 2016.

47 AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI). ACI 440.3R-12: Guide test methods for fiber-reinforced polymer (frp) composites for reinforcing or strengthening concrete and masonry structures. Farmington Hills, Michigan, 2012.

ISSN 2446-7618

ANÁLISE DA ADERÊNCIA ENTRE O CONCRETO AUTO-ADENSÁVEL E BARRAS DE FIBRA DE VIDRO REFORÇADAS COM POLÍMERO

Tochetto, V. A. [1]
Bueno, G. M.[2]
Paliga Júnior, C. A.[3]
Brisotto, D. S. [4]

[1] *Engenheiro Civil, Vinícius André Tochetto, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), vinitochetto@hotmail.com.*
[2] *Doutorando, Guilherme Manfredini Bueno, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil (PPGEC), guilherme.manfredini@ufrgs.br.*
[3] *Engenheiro Civil, Cezar Augusto Paliga Júnior, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), cezarpaliga@gmail.com.*
[4] *Doutora, Daiane de Sena Brisotto, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Departamento de Engenharia Civil, daiane.brisotto@ufsc.br.*

(Todas as informações contidas neste artigo são de responsabilidade dos autores)

Resumo
As barras de aço, tradicionalmente usadas no dimensionamento de membros de concreto, estão sujeitas a corrosão ao longo de sua vida útil. Visando suprir esta deficiência, novas alternativas foram desenvolvidas, dentre elas as barras de fibras reforçadas com polímeros (FRP), as quais se destacam pelo seu excelente desempenho em ambientes agressivos. Neste sentido, esta pesquisa busca investigar experimentalmente o comportamento aderente com barras de fibras de vidro reforçadas com polímeros (GFRP) e o concreto auto-adensável (CAA) com resistências de 25 e 50 MPa, através de ensaios de arrancamento, seguindo as recomendações do ACI 440.3R:2012, assim como fazer uma comparação com amostras moldadas com barras de aço. Os resultados indicaram que o fenômeno da aderência é controlado principalmente pela resistência do concreto para membros de concreto reforçados com aço, enquanto para barras de FRP a conformação superficial da armadura é o parâmetro que mais exerce influência na aderência de elementos de concreto armado.

Palavras-chave: FRP; ambientes agressivos; comportamento aderente; concreto auto-adensável.

ANALYSIS OF THE BOND BEHAVIOR BETWEEN SELF-COMPACTING CONCRETE AND GLASS FIBER REINFORCED POLYMER BARS

Abstract
The traditionally steel bars used in the design of concrete members can suffer corrosion throughout their useful life. In order to fill this deficiency, new alternatives were developed, among them fiber bars reinforced with polymers (FRP), which have an excellent performance in aggressive environments. In this sense, this research seeks to experimentally investigate the bond behavior between glass fiber bars reinforced with polymers (GFRP) and self-compacting concrete (SCC) with compressive strength of 25 and 50 MPa through pullout tests, following the recommendations of ACI 440.3R: 2012, as well as making a comparison with specimens casted with steel bars. The results indicated that the phenomenon of

ISSN 2446-7618

adherence is mainly controlled by the concrete strength for concrete members reinforced with steel, while for FRP bars the surface characteristics is the parameter that most influences the bond behavior of reinforced concrete elements.

Key words: FRP; aggressive environments; bond behavior; self-compacting concrete.

1 INTRODUÇÃO

As barras mais utilizadas em estruturas de concreto armado são barras de aço devido sua relação custo-benefício, mas em alguns ambientes essas barras podem ser corroídas ao longo do tempo, causando vários problemas na edificação em si, podendo chegar à ruína.

Em função disso, muitos pesquisadores estão sugerindo o uso de barras não metálicas (FRP) para substituir as barras de aço nas estruturas de concreto armado (ALAJARMEH et al., 2020[1]; MURTHY et al. 2020[2]). Essas barras têm inúmeras vantagens em relação as barras de aço, como: menores custos de manutenção, menores cobrimentos de concreto o qual deve ser maior nas barras de aço para justamente evitar a corrosão, não condutibilidade térmica, magnética e elétrica.

A aderência do concreto tanto nas barras de aço como nas barras de fibras poliméricas é um parâmetro de suma importância no comportamento da estrutura. Porém os mecanismos de aderência entre o concreto e as barras de aço e entre o concreto e as barras de fibras poliméricas são bem distintos (SALEH et al., 2019[3]; ZEMOUR et al., 2018[4]; SOLYOM et al., 2020[5]; VELJKOVIC et al., 2020[6]). A aderência entre o concreto e as barras de FRP depende das propriedades da barra em si, ao contrário do que acontece com a aderência entre o concreto e as barras de aço, que depende muito mais da resistência à compressão do concreto (BAENA et al., 2009[7]).

Segundo COUTO (2007)[8], vários estudos já foram realizados em relação à aderência do concreto com barras de aço, existindo várias normas com esse fim. Porém as normas de aderência do concreto em barras de aço não fazem referência alguma sobre as barras de fibras poliméricas e como essas barras já vêm sendo utilizadas em alguns lugares do mundo, como no Japão, EUA, Canadá, fez-se necessário o desenvolvimento de normas, o que se torna ainda mais importante quando não existe uma padronização das características dessas barras.

As barras de FRP têm inúmeras aplicações e por suas propriedades elas vêm substituindo as barras de aço em várias construções mundo afora, como em hospitais e linhas de trens por não ter condutividade magnética, em lajes pré-moldadas em pisos e em pontes por conta de ter um bom comportamento em meios agressivos e com muita umidade não ocorrendo a corrosão, entre outros (D'ANTINO; PISANI; POGGI, 2018[9]; GAR; MANDER; HURLEBAUS,2018[10]).

Mas os limitados estudos realizados não permitem avaliar exatamente a relação que essas barras de FRP possuem com o concreto. Para se determinar as normas de aderência entre o concreto e esses tipos de barras são necessários inúmeros estudos e análises, já que algumas empresas brasileiras começaram a fabricar as barras de FRP e como não existem normas para isso o seu mercado fica um pouco restrito. Diante do exposto, este artigo tem por objetivo realizar uma

ISSN 2446-7618

investigação experimental para analisar o comportamento aderente entre o concreto auto-adensável e barras de GFRP.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar o programa experimental, definiu-se que os fatores controláveis da pesquisa seriam a resistência a compressão do concreto auto-adensável (25 e 50 MPa) e o tipo da armadura (GFRP e aço) buscando avaliar como resposta a tensão de aderência.

2.1 Materiais utilizados

Para a confecção do concreto auto-adensável utilizou-se o Cimento Portland de Alta Resistência Inicial (CP V – ARI), que possuia índice de finura de 4.500 cm^2/g e massa específica de 3,01 g/cm^3. Tais propriedades foram determinadas conforme a NBR 11579 (ABNT, 2013)[11] e NBR 16605 (ABNT, 2017)[12], respectivamente.

Como agregado miúdo, utilizou-se areia fina, a qual foi caracterizada conforme sua massa específica (NBR NM 52: 2009[13]), massa unitária (ABNT NBR NM 45: 2006[14]), absorção de água (ABNT NBR NM 30: 2001[15]) e composição granulométrica (ABNT NBR NM 248: 2003[16]).

Para o agregado graúdo do concreto foi utilizada a brita 0, que foi caracterizado segundo a sua massa unitária (ABNT NBR NM 45: 2006[14]), massa específica e absorção de água (ABNT NBR NM 53: 2009[17]) e composição granulométrica (ABNT NBR NM 248: 2003[16]).

É possível observar na tabela 1 as propriedades dos agregados usados na produção do concreto auto-adensável. Ainda, foi adicionado ao concreto aditivo superplastificante, a base de éter policarboxcílico, assim como sílica ativa, que possuía uma massa específica de 2,22 g/cm^3.

Tabela 1. Caracterização dos agregados.

Propriedades	Agregado miúdo	Agregado graúdo
Dimensão máxima característica (mm)	0,60	9,50
Massa especifica (g/cm^3)	2,64	2,59
Massa unitária (g/cm^3)	1,48	1,59
Absorção de água (%)	0,88	2,53
Módulo de finura	0,86	5,77

As armaduras utilizadas nos membros confeccionados para a pesquisa eram de aço e de GFRP (ver figura 1). As barras metálicas eram do tipo CA-50 com uma superfície externa nervurada, fabricadas conforme a NBR 7480 (ABNT, 2007)[18]. Já as barras de GFRP foram fabricadas pelo processo de pultrusão por uma empresa nacional, com fibras de vidro e matriz de vinil éster e conformação superficial entalhada. São mostrados na tabela 2 os resultados referentes a caracterização das barras fornecidos pelas empresas fabricantes.

ISSN 2446-7618

Figura 1. Barras de GFRP.

Tabela 2. Propriedades das armaduras.

Armadura	Diâmetro (mm)	Superfície	Resistência à tração (MPa)	Módulo de elasticidade (GPa)
Aço	6,3	nervurada	500	210
Vidro	6,3	entalhada	507-1200	41-55

2.2 Concreto auto-adensável

Foi feita a dosagem do concreto autoadensável (CAA) pelo método apresentado em Tutikian (2008)[19]. Adicionou-se 1% de aditivo superplastificante em relação a massa de cimento, e substituiu-se 10% da massa de cimento por sílica ativa. Estão apresentados na tabela 3 as quantidades de materiais por metro cúbico de concreto.

Tabela 3. Quantidade de materiais por m³ de concreto (kg/m³).

Concreto	Traço unitário	Cimento	Sílica Ativa	Areia	Brita	Água	Superplastificante
C25	1:6,0	312,57	34,73	868,25	1215,55	187,54	3,47
C50	1:4,5	403,94	44,8	785,43	1234,26	181,77	4,48

Para verificar alguns aspectos do CAA, como o seu escoamento e habilidade passante foram realizados os testes de slump flow (ABNT NBR 15823-2: 2010[20]) e caixa-L (ABNT NBR 15823-4: 2010[21]). A tabela 4 apresenta os resultados encontrados, os quais se enquadram dentro do estabelecido em norma, considerando-se a classe de viscosidade plástica aparente 2, a qual é usada para moldar vigas e/ou pilares.

Tabela 4. Resultados do slump flow, espalhamento e caixa L.

Classe do	Slump Flow	Espalhamento	Caixa L
(MPa)	t500 > 2s	650 < x < 750 mm	H2/H1 > 0,8
C25	2,3	665	0,92
C50	2,03	660	0,89

Foram moldados 4 CPs cilíndricos para cada classe de resistência dosada, conforme a NBR 5739 (ABNT, 2007)[22] a fim de verificar se o concreto atingiu a resistência proposta na pesquisa. Um resumo com os resultados obtidos é mostrado na tabela 5, na qual observa-se que foram atendidas as resistências definidas no programa experimental.

ISSN 2446-7618

Tabela 5. Resistência à compressão do concreto aos 28 dias.

Classe do	Resistência à compressão (MPa)	DP	CV	Idade de ensaio
C25	30,82	2,38	7,72	28
C50	52,43	4,08	7,78	28

2.3 Ensaio de arrancamento

Para fazer a moldagem dos corpos de prova (CPs) que foram usados nos ensaios de arrancamento adotou-se as recomendações do ACI 440.3R:2012[23]. Foram confeccionados quatro CPs para cada configuração, totalizando 16 amostras, sendo que os ensaios foram feitos quando os CPs completaram 28 dias. Na tabela 6 é mostrada a matriz experimental da investigação.

Tabela 6. Matriz experimental.

Combinações	fck (MPa)	Tipo de armadura	Diâmetro da barra (mm)	Tensão de aderência (MPa)	Quantidade de CPs
C25-A	25	Aço	6,3	28 dias	4
C25-G		GFRP			4
C50-A	50	Aço			4
C50-G		GFRP			4

A geometria dos CPs era um cubo de concreto com faces de 200 mm cada com a armadura centralizada atravessando as duas extremidades do cubo. A amostra possui uma zona de aderência ao concreto correspondente a cinco vezes o diâmetro da armadura, sendo que a zona não aderente foi envolvida por um tubo de PVC. Na extremidade da barra a ser tracionada durante o ensaio, foi feita a ancoragem com um tubo de metal com espessura 0,9 mm e diâmetro 12,5 mm preenchido com resina epóxi Sikadur 32. É possível observar um esquema na figura 2 com a geometria das amostras ensaiadas. Já na figura 3 é mostrado a preparação das amostras antes da moldagem.

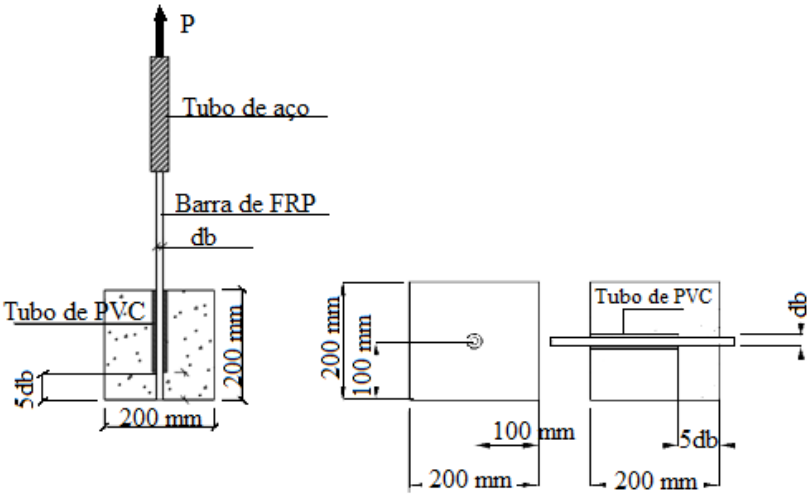


Figura 2. Modelo do corpo de prova para o ensaio de aderencia.

ISSN 2446-7618

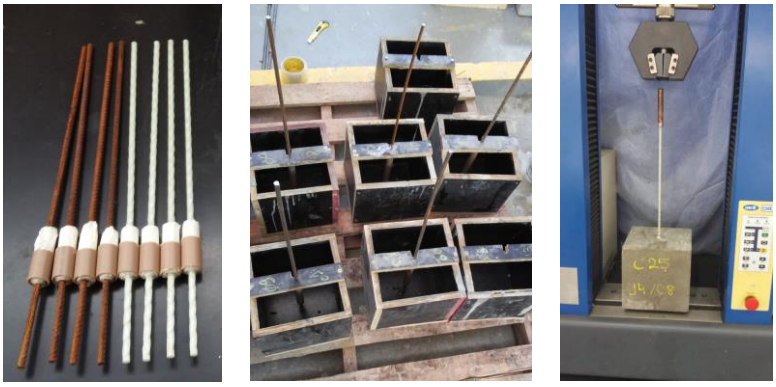


Figura 3. Etapas da moldagem dos corpos de prova.

Os CPs foram ensaiados aos 28 dias de ensaio numa Máquina de Ensaios Universal a uma velocidade de aplicação da carga de 0,02 mm/s, sendo que o equipamento registrou de forma automática a força (P) suportada pelas amostras, enquanto um transdutor de deslocamento foi usado para medir o escorregamento (s). Com os dados do ensaio, calculou-se a tensão de aderência conforme a equação 1:

$$\tau(s) = \frac{P}{\pi d_b l_b} \qquad \text{(Equação 1)}$$

onde: $\tau(s)$ - tensão de aderência em função do escorregamento "s" (MPa); P - força de tração (kN); d_b - diâmetro da barra (cm); l_b - comprimento aderente (cm).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos no ensaio experimental podem ser vistos de forma resumida na tabela 7, enquanto a figura 4 mostra as curvas *tensão de aderência x escorregamento* obtidas nos ensaios de arrancamento.

Tabela 7. Resultados dos ensaios de arrancamento.

Combinação	Corpo de prova	$P_{máx}$ (kN)	$S_{máx}$ (mm)	$\tau_{máx}$ (MPa)	$\tau_{máx}$* (MPa)	Ruptura
C25-A	1	8,7	2,2	13,95	**14,59**	Pullout
	2	7,1	2,5	11,39		
	3	10,7	3,5	17,16		
	4	9,8	2,3	15,86		
C25-G	1	6,9	5	11,07	**15,28**	Pullout
	2	6,8	5,8	10,91		
	3	11,3	7,7	18,12		
	4	13,1	8,9	21,01		
C50-A	1	13,5	4,2	21,65	**22,26**	Pullout
	2	16,1	4	25,82		
	3	8,7	1,7	13,95		
	4	17,2	4,8	27,59		
C50-G	1	14,4	8,8	23,10	**19,49**	Pullout
	2	10	6	16,04		
	3	13,4	10	21,49		
	4	10,8	6,3	17,32		

$\tau_{máx}$* = valor médio da tensão de aderência para a combinação

ISSN 2446-7618

Os resultados mostram que os CPs com barras de aço apresentaram maiores valores de tensão de aderência para a classe C50 de compressão do concreto. Ainda, foi possível constatar que para todas as amostras investigadas a ruptura da aderência se deu por arrancamento das barras. A análise das curvas *tensão de aderência x escorregamento* elucidou que as barras de GFRP apresentaram maiores valores de escorregamento que as barras de aço, uma vez que o módulo de elasticidade destas barras é quase quatro vezes menor que das barras de aço. Ainda, constatou-se que, ao ser atingida a máxima capacidade de transferência de tensões entre a armadura e o concreto, ocorreu a ruptura repentina da interface barra de GFRP-concreto, dando início ao arrancamento da barra para todas as amostras ensaiadas. Neste momento ocorreu a interrupção do ensaio pela máquina de ensaio universal. Nas curvas correspondentes as barras de aço (figuras 4(a) e 4(c)) nota-se que, no caso do concreto C25, após atingir a tensão máxima o diagrama apresentou uma pequena queda antes do ensaio ser interrompido, em virtude da parcela de aderência correspondente ao engrenamento mecânico produzido pelas nervuras. Já para as amostras com concreto C50 (figuras 4(b) e 4(d)) observa-se que a tensão permaneceu praticamente constante com o aumento do deslocamento relativo entre os materiais, assim, pressupõe-se que a barra entrou em escoamento antes de sofrer o arrancamento.

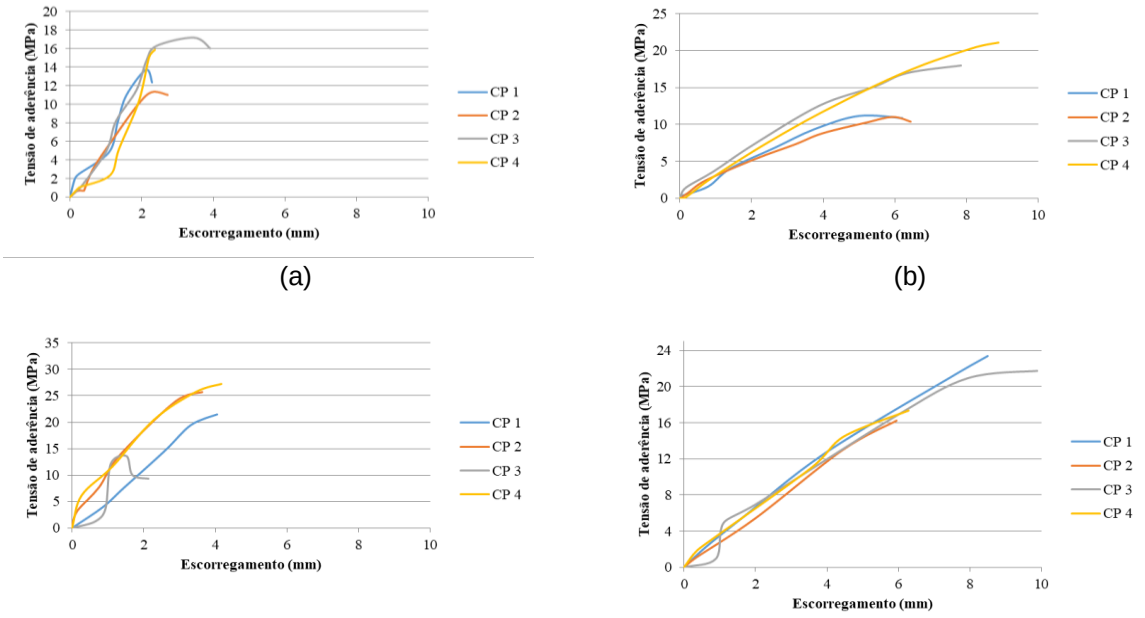


Figura 4. Curvas tensão de aderência x escorregamento: (a) C25-A, (b) C25-G, (c) C50-A, (d) C50-G.

Os resultados obtidos experiemntalmente foram inseridos no software Statistica 13.5 para realizar a à Análise de Variância (ANOVA), sendo que definiu-se um nível de significância de 5 %. Para que os grupos sejam homogêneos e a analise seja válida, as variâncias devem ser iguais, o que foi comprovado para todas as combinações através do teste de Levene. O resultado da análise de variância apresentou um valor p maior que 0,05, mostrando que não houve diferenças estatisticamente significativas entre as combinações investigadas, como mostra a figura 5. Além

ISSN 2446-7618

disso, para comprovarmos que efetivamente não houve diferença significativa entre os pares de combinações investigadas, foi realizado o teste de Tukey (post hoc), com o resultado indicado na tabela 8. Segundo este teste, não existe diferença significativa entre as combinações, pois o p-valor ficou maior que 0,05 para todos os casos comparados.

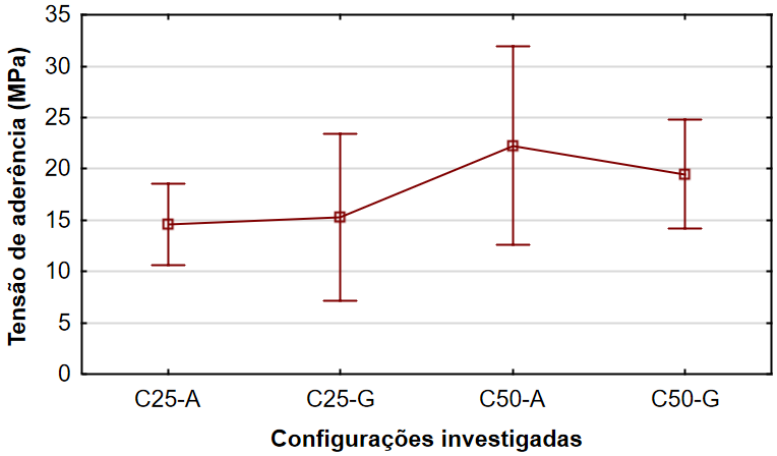


Figura 5. Intervalo de confiança para a tensão de aderência média de cada configuração

Tabela 8. Teste Tukey (HSD) de múltiplas comparações.

Configurações investigadas		p-valor
C25-A	C25-G	0,996252
	C50-A	0,126096
	C50-G	0,442496
C25-G	C25-A	0,996252
	C50-A	0,177859
	C50-G	0,563198
C50-A	C25-A	0,126096
	C25-G	0,177859
	C50-G	0,818651
C50-G	C25-A	0,442496
	C25-G	0,563198
	C50-A	0,818651

3.1 Influência da resistência à compressão do concreto

Os resultados com a tensão de aderência em função da resistência do concreto estão apresentados na tabela 9 e na figura 6. Para membros com barras de aço, a medida que a resistência do concreto aumenta, ocorre um acréscimo na tensão de aderência. Esta constatação se dá pela micro-estrutura dos concretos mais resistentes, que são menos porosos na zona de transição pasta-agregado e pasta-armadura. Nesta investigação, notou-se um acréscimo de 53,9% no caso de amostras com barras metálicas. Já para as barras de GFRP, o acréscimo na tensão de aderência conforme a resistência do concreto aumenta foi a metade (27,6%) do que se deu nas barras de aço, indicando que barras de FRP as propriedades do concreto não influenciam tanto no comportamento aderente, que é controlado pelas propriedades da armadura polimérica, indo ao encontro com os resultados já publicados pela literatura. Apesar das variações encontradas, a análise estatística

ISSN 2446-7618

demonstrou que a diferença na tensão de aderência entre as amostras não foi estatisticamente significa ao denotar um p-valor maior que 0,05.

Tabela 9. Influência da resistência à compressão na tensão de aderência.

Armadura	Tensão de aderência (MPa)		Variação (%)	p-valor
	C25	C50		
A (aço)	14,59	22,46	53,9%	0,126096
G (vidro)	15,28	19,49	27,6%	0,563198

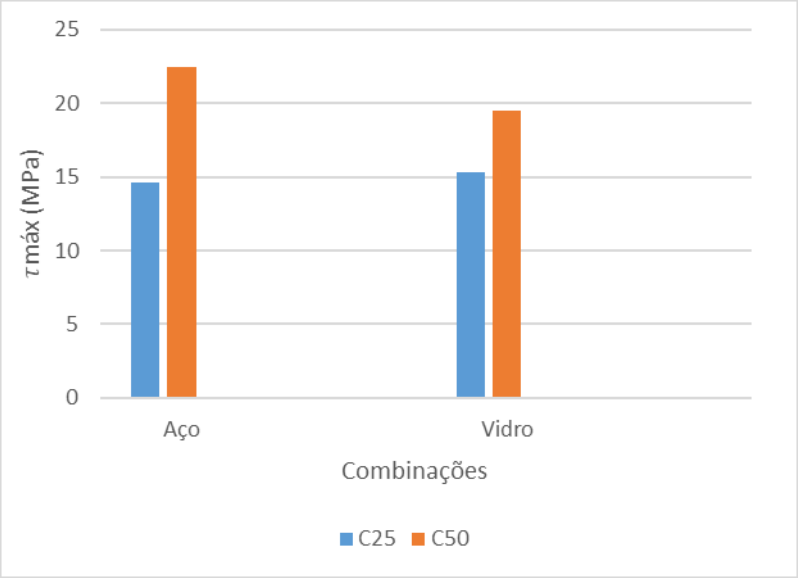


Figura 6. Influência da resistência à compressão do concreto no comportamento aderente.

3.2 Influência do tipo de barra

É possível observar na tabela 10 e na figura 7 os resultados obtidos para a tensão de aderência levando em consideração a influência do tipo de barra. Para a classe de resistência a compressão do concreto mais baixa (C25), as amostras com barra de FRP apresentaram uma tensão de aderência 4,73% maior que as amostras com barras metálicas. Já para o concreto de maior resistência (C50), as amostras com barra polimérica apresentaram uma diminuição de 13,22% na tensão de aderência. Mesmo com as diferenças encontradas nos ensaios, estatisticamente as variações não são estatisticamente relevantes no fenômeno de aderência. Os resultados dos ensaios experimentais, refletem o que já foi apresentado na literatura, apontando que para classes de resistência a compressão do concreto mais altas, as barras de aço são favorecidas no quesito aderência devido ao maior engrenamento mecânico do concreto com as nervuras da barra. Já para classes de resistência de concreto mais baixas, a conformação superficial da barra não exerce muita influência no fenômeno da aderência.

Tabela 10. Influência do tipo de barra na tensão de aderência.

Classe concreto	Tensão de aderência		Variação (%)	p-valor
	A (aço)	G (Vidro)		
C25	14,59	15,28	+4,73%	0,996252
C50	22,46	19,49	-13,22%	0,818651

ISSN 2446-7618

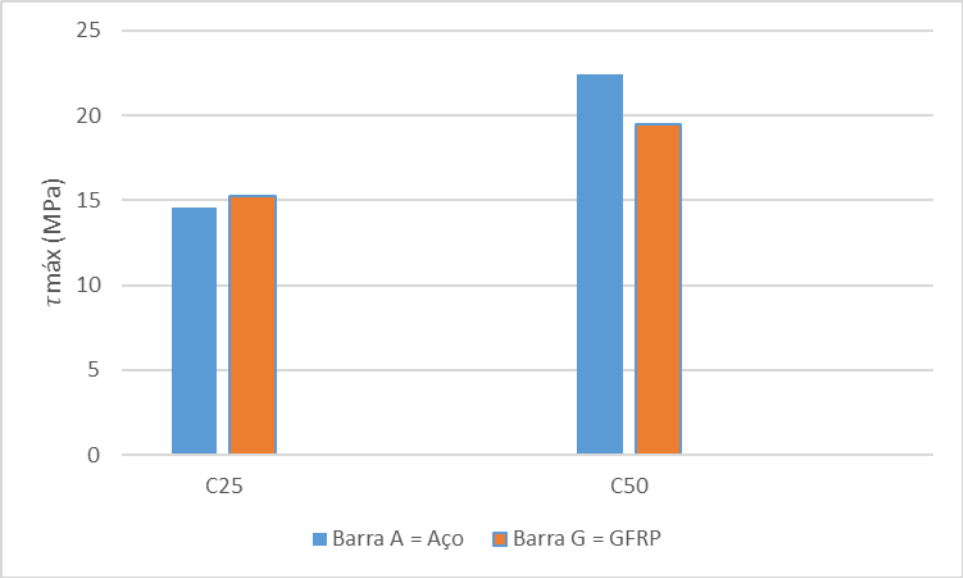


Figura 7. Influência da resistência à compressão do concreto no comportamento aderente.

4 CONCLUSÕES

Este trabalho buscou investigar o comportamento aderente entre barras de GFRP e o concreto, levando em consideração a influência da resistência à compressão do concreto e, para fins de comparação a pesquisa também envolveu amostras com barras metálicas, as quais são tradicionalmente usadas e atualmente são as únicas citadas para o dimensionamento de estruturas de concreto armado com base nas normativas nacionais. A partir dos resultados, as seguintes conclusões foram tiradas:

- As amostras com barras poliméricas de fibra de vidro tiveram maiores escorregamentos, o que está associado ao menor módulo de elasticidade em comparação ao aço. A maior ductilidade do aço também foi observada nas curvas aderência versus escorregamento após as amostras atingirem o pico na tensão.
- Nos ensaios realizados, a ruptura de todas as amostras ocorreu devido ao arrancamento da armadura.
- O aumento da resistência do concreto tem um maior impacto em membros armados com aço, pelo fato das nervuras causarem um maior engrenamento mecânico com o concreto.
- Quando os elementos são armados com FRP as características superficiais das armaduras são o parâmetro controlador do comportamento aderente, ou seja, independente da classe de resistência a compressão do concreto empregado, o que irá influenciar na aderência será a conformação superficial da barra.
- Enfim, verificou-se que as barras de GFRP apresentam uma tensão de aderência adequada para serem usadas no dimensionamento estrutural e, portanto, são aptas para substituírem a armadura metálica, uma vez que irão absorver satisfatoriamente as tensões produzidas nos elementos de concreto quando solicitados.

ISSN 2446-7618

REFERÊNCIAS

1 ALAJARMEH, O. et al. Behavior of circular concrete columns reinforced with hollow composite sections and GFRP bars. Marine Structures, v. 72, p. 102785, 2020.

2 MURTHY, A. R.; Pukazhendhi, DM.; Vishnuvardhan, S.; Saravanan, M.; Gandhi, P. Performance of concrete beams reinforced with GFRP bars under monotonic loading. Structures, v. 27, p. 1274-1288, 2020.

3 SALEH, N. et al. Experimental investigation of bond behaviour of two common GFRP bar types in high-Strength concrete. Construction and Building Materials, v. 201, p. 610-622, 2019.

4 ZEMOUR, N. et al. Experimental study on the bond behavior of GFRP bars in normal and self-consolidating concrete. Construction and Building Materials, v. 189, p. 869-881, 2018.

5 SOLYOM, S. et al. Effect of temperature on the bond behaviour of GFRP bars in concrete. Composites Part B: Engineering, v. 183, p. 107602, 2020.

6 VELJKOVIC, A.; CARVELLI, V.; REZAZADEH, M. Modelling the bond in GFRP bar reinforced concrete thin structural members. Structures, v. 24, p. 13-26, 2020.

7 BAENA, M.; TORRES, L.; TURON, A.; BARRIS, C. Experimental study of bond behaviour between concrete and FRP bars using a pull-out test. Composites: Part B, v. 40, p. 784-797, 2009.

8 COUTO, I. A. Análise teórica e experimental do comportamento da aderência do concreto em barras de fibras de vidro impregnadas por polímeros. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFScar, São Carlos, SP, 2007.

9 D'ANTINO, T.; PISANI, M. A.; POGGI, C. Effect of the environment on the performance of GFRP reinforcing bars. Composites Part B, v.141, p.123-136, 2018.

10 GAR, S. P.; MANDER, J. B.; HURLEBAUS, S. Deflection of FRP Prestressed Concrete Beams. Journal of Composites for Construction, v. 22(2), 11p., 2018.

11 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 11579: Cimento Portland — Determinação do índice de finura por meio da peneira 75 µm (nº 200). Rio de Janeiro, 2013.

12 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 16605: cimento Portland e outros materiais em pó — Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 2017.

13 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR NM 52: Agregado miúdo – Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de janeiro, 2009.

14 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR NM 45: Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006.

15 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR NM 30: Agregado miúdo - Determinação da absorção de água. Rio de Janeiro, 2001.

16 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

17 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR NM 53: Agregado graúdo – Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro, 2009.

ISSN 2446-7618

18 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7480: Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado — Especificação. Rio de Janeiro, 2007.

19 TUTIKIAN, B. F.; MOLIN, D.C.D. Concreto Auto-adensável. 1.ed. São Paulo: Pini, 2008.

20 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15823-2: Concreto autoadensável. Parte 2: Determinação do espalhamento, do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual - Método do cone de Abrams. Rio de Janeiro, 2017.

21 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15823-4: Concreto autoadensável. Parte 4: Determinação da habilidade passante - Métodos da caixa L e da caixa U. Rio de Janeiro, 2017.

22 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5739: Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2018.

23 AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI). ACI 440.3R-12: Guide test methods for fiber- reinforced polymer (FRP) composites for reinforcing or strengthening concrete and masonry structures. Farmington Hill, Michigan, 2012.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE

9º Seminário de Inovação e Tecnologia do IFSul
9th Innovation and Technology Seminar IFSul
10 a 13 de Novembro / November 10th to 13th, 2020
Sapucaia do Sul – RS – Brasil

inovtec
ISSN 2446-7618

DETERMINAÇÃO DA MÁXIMA PROFUNDIDADE DE TENSÃO CISALHANTE PARA PROJETAR A PROFUNDIDADE DE CAMADA DE ENGRENAGENS NITRETADAS A PLASMA

Menezes, V. M.[1]
Dalcin, R. L.[2]
Silva, C. H.[3]
Rocha, A. S.[4]

[1] *Eng, Valcir Marques de Menezes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul valcir.menezes@ufrgs.br.*
[2] *MSc. Eng, Rafael Luciano Dalcin, Universidade Federal do Rio Grande do Sul rafael.dalcin@ufrgs.br.*
[3] *Prof. Dr. Carlos Henrique da Silva, Universidade Tecnológica Federal do Paraná carloshs@utfpr.edu.br.*
[4] *Prof. Dr., Alexandre da Silva Rocha, Universidade Federal do Rio Grande do Sul alexandre.rocha@ufrgs.br.*

Resumo
Engrenagens são amplamente empregadas em todos os tipos de equipamentos de engenharia devido sua alta eficiência de transmissão e estrutura compacta. *Pitting* e *Spalling* são fenômenos que normalmente provocam desgaste nas superfícies de contato destes componentes. Uma vez que em muitas situações estes mecanismos, oriundos da fadiga de contato, se originam na subsuperfície do dente, é de grande relevância a obtenção de camadas endurecidas que atendam as solicitações de trabalho de forma eficaz, principalmente ao se tratar de camadas nitretadas. Este artigo apresenta um método de cálculo para determinar a máxima profundidade das tensões cisalhantes durante o contato de engrenagens. A partir da qual pode-se estimar a mínima profundidade de camadas nitretadas a plasma para que atendam a diversas condições de trabalho, bem como o tempo de tratamento necessário para sua obtenção. Os parâmetros de contato entre engrenagens sob condições normais de trabalho foram averiguados através do método analítico de Hertz. Verificou-se que a região do dente submetida as maiores solicitações é o dedendo, porém a máxima profundidade das tensões cisalhantes é localiza no diâmetro primitivo do dente. Para que engrenagens suportem as condições de serviço de maneira satisfatória, sugere-se que a profundidade da camada endurecida seja projetada em relação a posição onde ocorre a máxima tensão cisalhante subsuperficial na altura do diâmetro primitivo do dente da engrenagem.

Palavras-chave: Engrenagens; Máxima profundidade de tensão cisalhante; Contato Hertziano; Nitretação a plasma; Profundidade de Camada.

SHEAR STRESS MAXIMUM DEPTH DETERMINATION TO DESIGN CASE DEPTH OF PLASMA NITRIDED GEARS

Abstract
Gears are widely used in all types of engineering equipment because of their high-efficiency transmission and compact structure. Pitting and Spalling are phenomena

ISSN 2446-7618

that normally cause wear on the contact surfaces of these components. Since in many situations these mechanisms, arising from contact fatigue, originate in the subsurface of the tooth, it is of great relevance to obtain hardened layers that meet the work requests effectively, especially when dealing with nitrided layers. This paper presents a calculation method to determine the shear stress maximum depth during the contact of gears. From which it is possible to estimate the minimum plasma nitrided case depth to meet different working conditions, as even as the treatment time required to obtain them. The gears contact parameters under normal working conditions were investigated using the Hertz analytical method. It was found that the region submitted to the greatest stresses is the dedendum, however, the maximum depth of the shear stresses is located in the pitch diameter of the tooth. To the gears support service conditions satisfactorily, it is suggested that the depth of the hardened layer be projected concerning the position where the maximum subsurface shear stress occurs at the height of the pitch diameter of the gear tooth.

Key words: Gears; Shear Stress Maximum Depth; Hertzian Contact; Plasma Nitriding; Case Depth.

1 INTRODUÇÃO

Sistemas de transmissão de engrenagens são amplamente utilizados em todos os tipos de equipamentos de engenharia devido sua alta eficiência de transmissão, estrutura compacta e operação confiável. Por conta destes e outros aspectos as engrenagens desempenham um importante papel em setores como o aeroespacial, automotivo e de máquinas-ferramentas. [1-2]

Falhas em engrenagens podem ocorrer em consequência de diversos fatores como por exemplo, projetos ineficazes, montagem inadequada, sobrecargas, defeitos subsuperficiais e tratamentos térmicos realizados de forma inapropriada. [3-5] Entretanto, uma vez que não há a ocorrência destas avarias, eventualmente a engrenagem irá falhar por desgaste de fadiga de contato. [2] *Pitting* e *Spalling* são os fenômenos que normalmente afetam as superfícies de contato de engrenagens. [6] Existem diversos fatores que influenciam a ocorrência destas falhas, como o material, dureza da superfície do dente, condições de trabalho, [5] [7] intensidade da carga, fricção da superfície do dente, deslizamento relativo, óleo lubrificante e rugosidade da superfície. [8-12]

Durante o contato entre superfícies com raios de curvatura dissimilares, a carga é aplicada por uma área de contato muito pequena, resultando em altas pressões de contato. Os ciclos de tensão repetitivos gerados pelo contato entre as partes correspondentes levam a formação de fissuras e subsequentemente a falha do componente. [6] A Figura 1 demonstra de maneira esquemática como o mecanismo de falha em engrenagens ocorre. Devido a força de rolamento, a máxima tensão cisalhante se situa na subsuperfície do dente, logo, os concentradores de tensão situados nesta região são os primeiros a apresentar nucleações de trincas. As trincas nucleadas se unificam por coalescência e se propagam rapidamente com uma orientação paralela à superfície, estimuladas pelas forças cisalhantes. O modo de propagação por cisalhamento (1) não se mantém por muito tempo, pelo fato de que a trinca buscará um caminho de propagação de menor energia, oferecido pelo modo de abertura (2) que leva a trinca em direção à superfície. [13-18] A partir do momento em que a trinca atinge a superfície, a sua extremidade oposta ultrapassa o fator de intensidade crítico e com isso passa a expressar um crescimento descontrolado, o

ISSN 2446-7618

que leva ao efeito de ramificação (3). [19] Por fim, o mecanismo denominado colapso ligamentar (4) retira parte do material da superfície do componente. [20]

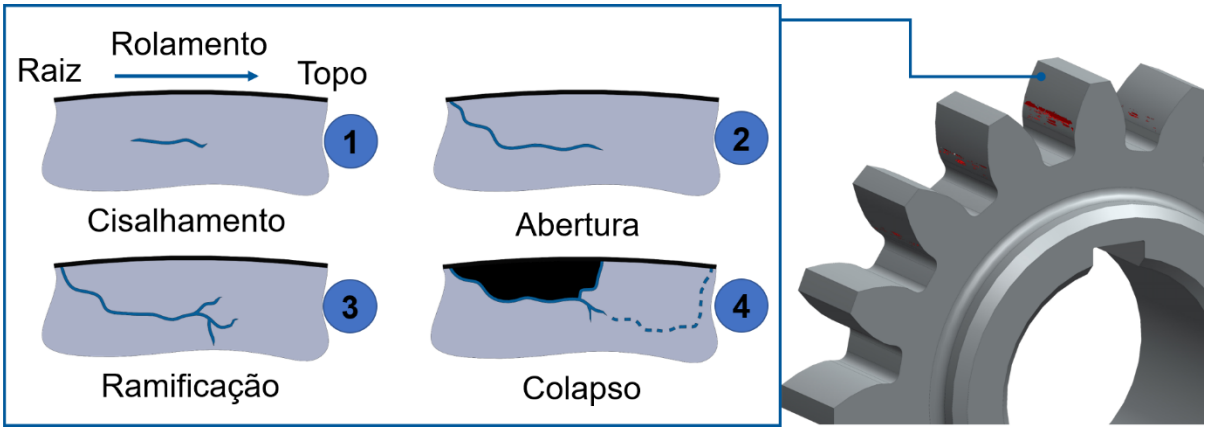


Figura 1. Mecanismo de falha por fadiga em engrenagens: (1) Nucleação e propagação por cisalhamento; (2) abertura; (3) Ramificação; (4) Colapso. Adaptado de REGO (2016). [13]

Diante do exposto fica evidente de que a avaliação dos parâmetros de contato em engrenagens é essencial em aplicações de engenharia. De acordo com o método analítico proposto por Hertz [21-22] o contato entre os flancos dos dentes de engrenagens pode ser assimilado como o contato entre dois cilindros paralelos. Na ausência de uma força atuante o contato entre estes corpos é representado por uma linha de contato unidimensional conforme apresentado na Figura 2 (a). Entretanto, ao se aplicar uma força (W) perpendicular às superfícies destes corpos o contato entre eles passa a ser representado por uma área de contato retangular, conforme expresso na Figura 2 (b). [16] [23-24]

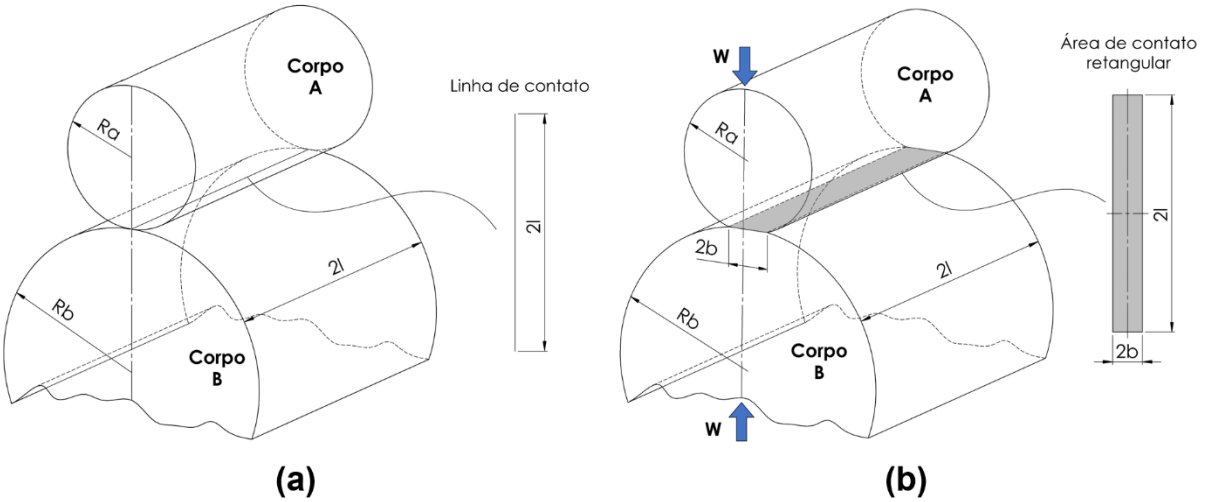


Figura 2. Contato entre dois cilindros: (a) Sem aplicação de carga; (b) com aplicação de carga. Adaptado de STACHOWIAK; BATCHELOR (2005). [16]

Para que engrenagens suportem as solicitações de trabalho de maneira eficaz, sua camada endurecida deve ser superior à de máxima tensão cisalhante. No caso de engrenagens nitretadas a plasma o conhecimento da mínima profundidade de camada é um fator de grande relevância, devido este processo gerar camadas de pequenas profundidades. [25] Portanto, o objetivo deste trabalho é determinar através da metodologia analítica de Hertz a mínima profundidade de camada endurecida,

ISSN 2446-7618

aplicada a engrenagens nitretadas a plasma. Bem como a determinação dos tempos de tratamento necessários para o alcance da camada desejada.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As características das engrenagens sob investigação são apresentadas na Figura 3. Trata-se de engrenagens cilíndricas de dentes retos, manufaturas em aço DIN 18MnCrSiMo6-4. O torque aplicado ao eixo, considerado durante o desenvolvimento dos cálculos, foi de 302 N.m.

Característica	Pinhão	Coroa
Número de dentes (Z)	16	24
Módulo (m)	4,5 mm	
Ângulo de pressão (α)	20 °	
Largura da face	14 mm	
Diâmetro primitivo (DP)	72 mm	108 mm
Coeficiente de Poisson (V)	0,28	
Módulo de elasticidade (E)	206,8 GPa	

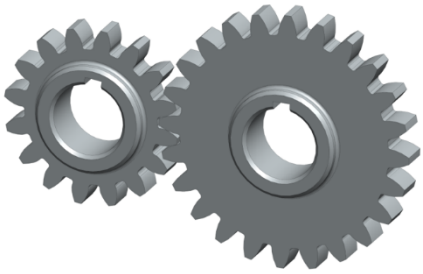


Figura 3. Características das engrenagens investigadas

A análise do contato entre engrenagens teve como referência as posições diametrais do dente. Estas posições são pontos distribuídos ao longo da linha de ação a qual é descrita por uma linha entre os pontos onde se inicia e se cessa o contato entre dois dentes. A linha de ação é dividida em porções acima e abaixo do DP. O comprimento da porção localizada abaixo do DP (u_a) foi determinada pela Equação 1. (26-27)

$$u_a = \sqrt{\left(r_{pc} + M\right)^2 - r_{bc}^2} - r_{pc} \cdot \operatorname{sen} \alpha \qquad (1)$$

Onde r_{pc} representa o raio primitivo da coroa e r_{bc} o raio de base da coroa. O comprimento da linha de ação acima do diâmetro primitivo (u_b) foi definido pela Equação 2.

$$u_b = \sqrt{\left(r_{pp} + M\right)^2 - r_{bp}^2} - r_{bp} \cdot \operatorname{sen} \alpha \qquad (2)$$

Sendo r_{pp} a representação do raio primitivo do pinhão e r_{bp} do raio de base do pinhão. Foram determinadas 19 posições diametrais (d_i) distribuídas de forma equidistante ao longo da linha de ação. Ressalta-se que uma vez que os pontos são definidos ao longo da linha de contato e não do diâmetro do componente, eles não terão um espaçamento equidistante ao longo do dente. A Equação 3 foi empregada para transferir o posicionamento dos pontos ao longo da linha de ação para posições ao longo do diâmetro primitivo. (27-28)

ISSN 2446-7618

$$d_i = 2\sqrt{{r_p}^2 \pm 2r_p\,|\overline{PX}|\,\text{sen}\,\alpha + |\overline{PX}|^2} \quad (3)$$

Onde r_p representa o raio primitivo do pinhão ou coroa e $\overline{PX}$ a distância sobre a linha de ação do diâmetro primitivo até o ponto analisado. A partir destas posições se definiu os raios de curvatura (ρ), que são a representação dos raios pertencentes aos cilindros propostos pela simplificação de Hertz, com $\rho_{pinhão} = R_A$ e $\rho_{Coroa} = R_B$. Este procedimento foi realizado com o emprego da Equação 4. [16]

$$\rho = \frac{d_i \cdot \text{sen}\,\alpha}{2} \quad (4)$$

Vale ressaltar que o ângulo de pressão α deve ser expresso em radianos. Para a determinação da meia largura de contato (b) foi necessário primeiramente transcrever os raios dos dois cilindros em análise em um raio de curvatura reduzido (R') conforme apresentado pela Equação 5. [16]

$$R' = \left[\frac{R_A \cdot R_B}{R_A + R_B}\right] \quad (5)$$

O raio de curvatura do pinhão é expresso por R_A e o raio da coroa por R_B. Outro fator necessário durante a determinação da área de contato b é o módulo reduzido de elasticidade (E'), esse foi determinado através da Equação 6. [1]

$$\frac{1}{E'} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1 - V_A^2}{E_A} + \frac{1 + V_B^2}{E_B}\right) \quad (6)$$

Onde os coeficientes de Poisson do pinhão e da coroa são respectivamente expressos por V_A e V_B. e os módulos de elasticidade por E_A e E_B. A Equação 7 foi aplicada para determinar a dimensão da área de contato entre dois cilindros, em relação a uma força aplicada (W). [16] [26]

$$b = \sqrt{\frac{4 \cdot W \cdot R'}{\pi \cdot l \cdot E'}} \quad (7)$$

A componente l faz referência a meia largura do dente, neste caso 7 mm. Por fim, a máxima pressão de Hertz ($P_{máx}$), máxima tensão cisalhante ($\tau_{máx}$) e a profundidade em que a máxima tensão cisalhante ocorre (Z), foram determinadas pelas Equações 8, 9 e 10. [16]

$$P_{máx} = \frac{W}{\pi \cdot b \cdot l} \quad (8)$$

ISSN 2446-7618

$$\tau_{máx} = 0{,}304 \cdot \rho_{máx} \quad (9)$$

$$Z = 0{,}786 \cdot b \quad (10)$$

O tempo de tratamento de endurecimento superficial (t), para atingir a profundidade de camada desejada (PC), foi determinado através da Equação 11. Esta equação proposta por Lampman [29] depende da constante de crescimento de camada (k), que foi obtida experimentalmente por DALCIN *et al.* (2020) [25].

$$PC = k \cdot \sqrt{t} \quad (11)$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo das variáveis existentes durante o contato entre engrenagens cilíndricas de dentes retos foi realizado com o auxílio do software EngCalc, desenvolvido na UTFPR por Muraro e Reisdorfer Jr [30]. As posições diametrais, apresentadas na Figura 4, são os pontos investigados e dependem somente de fatores geométricos das engrenagens. As posições LPSTC (*Lowest Point of Single Tooth Contact*) e HPSTC (*Highest Point of Single Tooth Contact*) correspondem respectivamente aos pontos de mais baixo e mais alto contato de um único par de dentes. [26] [28]

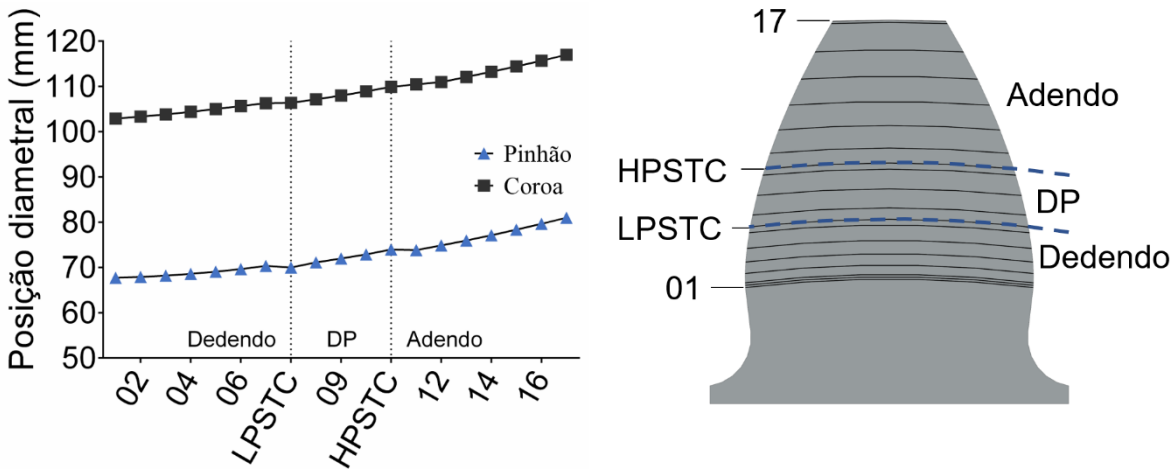


Figura 4. Posições diametrais.

Os raios de curvatura do pinhão, obtidos a partir das posições diametrais, são mostrados na Figura 5 (a), por sua vez, os raios da coroa são apresentados na Figura 5 (b). A partir destes raios de curvatura se obteve os cilindros propostos pela teoria de Hertz para todas as posições diametrais sob investigação. O contato entre estes raios ocorre da seguinte maneira: adendo do pinhão e dedendo da coroa, região do DP do pinhão e região do DP da coroa e dedendo do pinhão com o adendo da coroa. [31]

ISSN 2446-7618

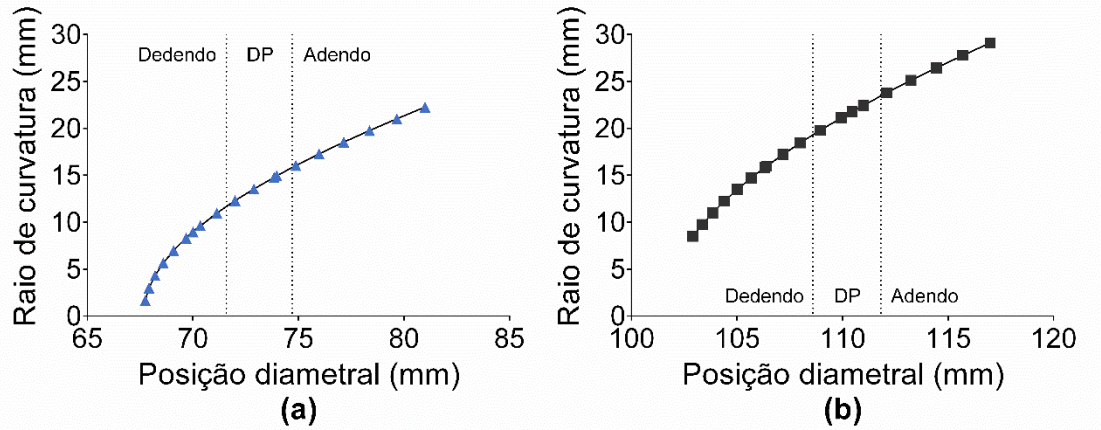


Figura 5. Raios de curvatura: (a) pinhão; (b) coroa.

As forças atuantes em todas as posições diametrais do dente, oriundas da aplicação de um torque de 302 N.m, são apresentadas na Figura 6 (a). Se observa que quando há mais de um par de dentes em contato (dedendo e adendo) a carga é distribuída fazendo com que a força atuante caia pela metade. Entretanto, na região do DP, situada entre os pontos LPSTC e HPSTC (representados pelas linhas trastejadas) o índice de carga é mais elevado, indicativo de que nesta região um único par de dentes suporta toda a carga imposta ao conjunto. [(1) (28)] Por sua vez a máxima pressão de Hertz, exposta pela Figura 6 (b), não expressa o mesmo comportamento. Os maiores índices de pressão estão localizados no dedendo, região do dente que normalmente apresenta um desgaste mais acentuado. [(12) (32-33)] Essa região é composta por pontos de menor diâmetro, fator que provoca uma maior taxa de deslizamento. Adicionalmente, a direção de rolamento entre os dentes é contrária à de deslizamento, portanto, as forças de atrito provocam mudanças nos campos de tensões gerados pelo contato que resultam em um incremento de esforços e consequentemente em um maior desgaste. [(28)]

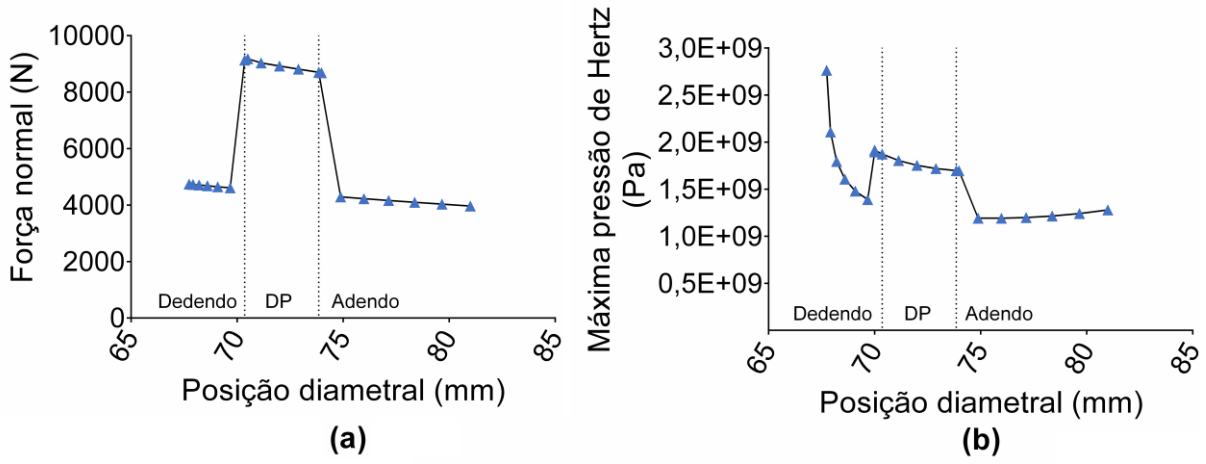


Figura 6. (a) Distribuição da força normal; (b) Máxima pressão de Hertz.

A Figura 7 apresenta a meia largura de contato (b) para um torque de 302 N.m. Este resultado pode ser correlacionado com o mapeamento da máxima pressão de Hertz, onde para menores áreas de contato há maiores índices de pressão o que consequentemente colabora para uma maior taxa de desgaste.

ISSN 2446-7618

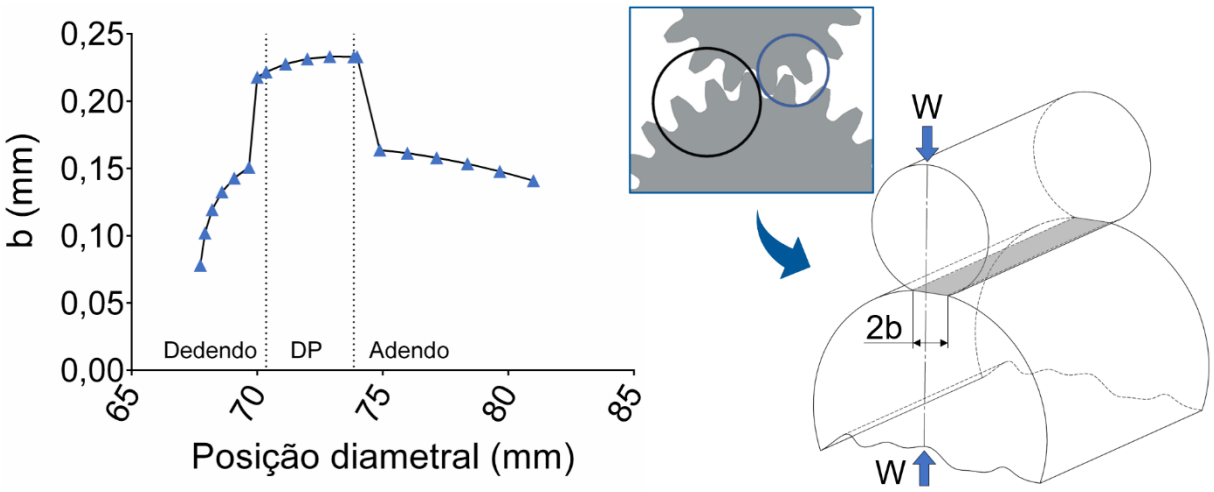


Figura 7. Meia largura de contato b.

A propagação dos danos é impulsionada pelas tensões cíclicas de cisalhamento que atingem o seu valor máximo a uma certa distância da superfície. [6] [34-37] Conforme mostrado pela Figura 8 (a) as maiores intensidades das tensões cisalhantes também se encontram na região do dedendo, entretanto, ao se observar a Figura 8 (b) verifica-se que a maior profundidade não se localiza na mesma região. Ressalta-se que o coeficiente de atrito considerado durante todas as análises realizadas neste trabalho é igual a zero.

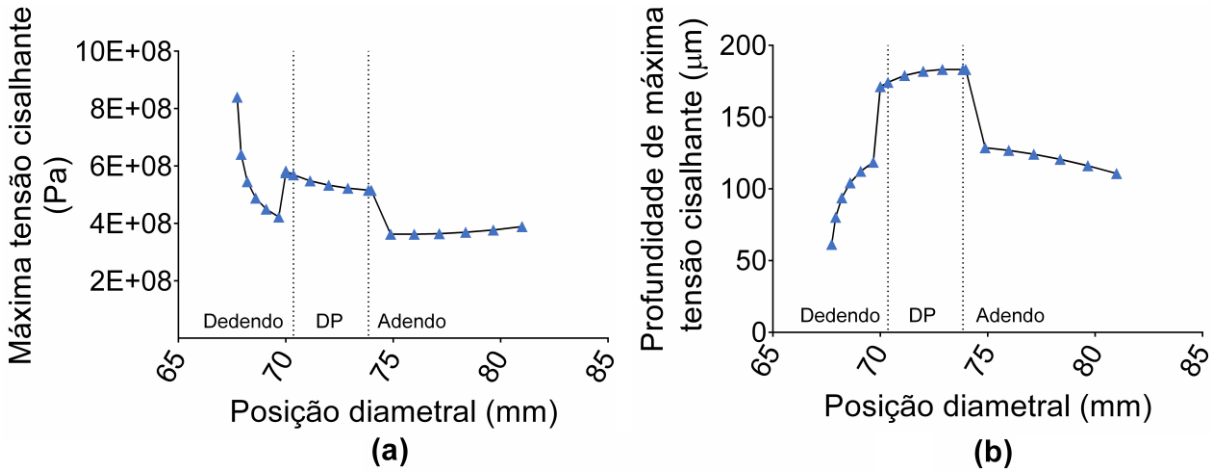


Figura 8. (a) Máxima tensão cisalhante; (b) Profundidade de máxima tensão cisalhante.

Para que engrenagens suportem as condições de serviço as quais são submetidas, a profundidade da camada endurecida deve ser maior do que a de máxima tensão cisalhante. [5] [38-39] Entretanto a camada endurecida não deve atender apenas as regiões que apresentam as tensões mais elevadas. A profundidade mínima da camada endurecida deve atender as tensões impostas em toda a extensão do dente, portanto, de acordo com a Figura 8 (b), esta deve ser projetada a partir da região do DP. A Figura 9 mostra a profundidade de máxima tensão cisalhante no DP das engrenagens sob investigação, proveniente de um torque de 302 N.m.

ISSN 2446-7618

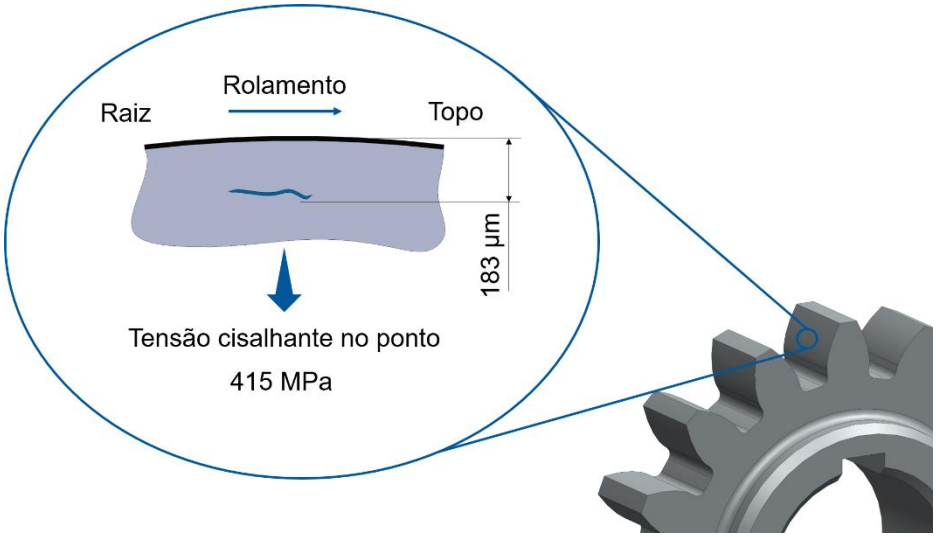


Figura 9. Exemplo da profundidade onde ocorre a tensão cisalhante máxima, possível ponto de nucleação da trinca, posicionado na região do DP.

Uma vez verificado o ponto de maior profundidade de tensão cisalhante, se estipulou as máximas tensões e suas profundidades para diversas cargas aplicadas às engrenagens em estudo. De acordo com o exposto pela Figura 10, a tensão cisalhante e a profundidade em que esta ocorre se comportam de maneira diretamente proporcional ao aumento da carga empregada.

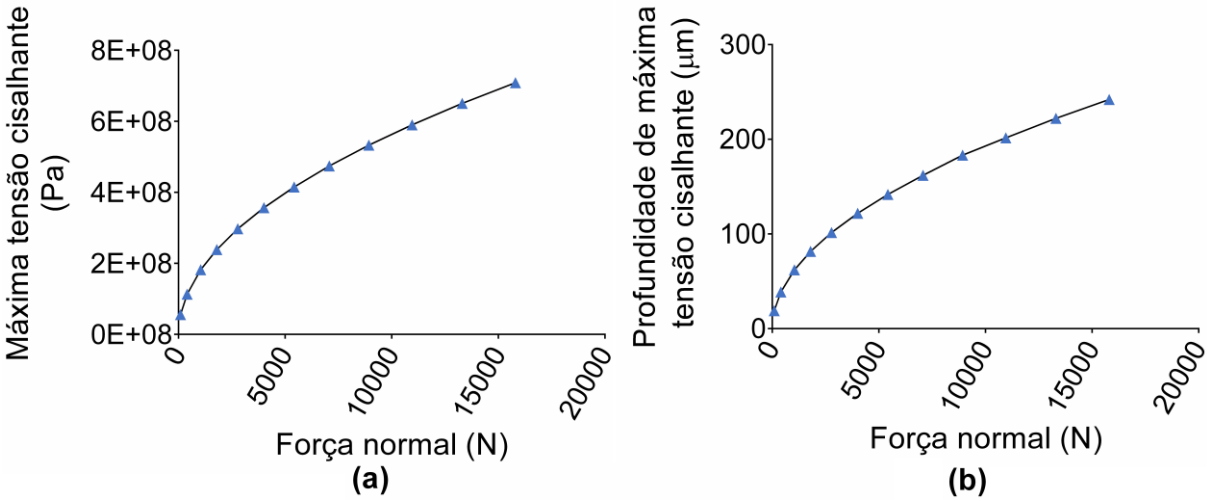


Figura 10. Efeito do valor da força normal, na região do DP, em relação a: (a) Máxima tensão cisalhante e (b) Profundidade de máxima tensão cisalhante.

Conforme explanado por Lampman em 1991 [29] a constante de crescimento de camada (k), utilizada para projetar a profundidade de camadas endurecidas por difusão, é dependente da temperatura, composição química do aço e da concentração da mistura gasosa. Em seu estudo Dalcin *et al*. [25] determinou que esta constante assume o valor de 80,5 para tratamentos de nitretação a plasma aplicados ao aço bainítico DIN 18MnCrSiMo6-4 a uma temperatura de 500°C, fazendo o uso de um gás rico em nitrogênio (76%N_2 / 24%H_2). A Tabela 1 apresenta o tempo de nitretação a plasma necessário para se obter profundidades de camada que atendam, com um coeficiente de segurança igual a 2, a diversas solicitações impostas as engrenagens sob investigação.

ISSN 2446-7618

Tabela 1. Tempos de nitretação a plasma estimados para diferentes solicitações.

Torque (N.m)	Força Normal (N)	Profundidade de Máxima tensão Cisalhante (μm)	Tempo de tratamento estimado (h)
61	1797	82	4
94	2782	102	6
136	4005	122	9
183	5421	142	12
239	7074	162	16
302	8930	183	21
371	10955	202	25
450	13305	222	30
535	15800	242	36

Tendo como base as solicitações impostas aos dentes de engrenagens pode-se otimizar os tempos demandados por tratamentos de endurecimento superficial, a quais estes componentes são submetidos. Esta abordagem pode supostamente trazer benefícios como: aumento de produtividade, redução de custos e redução do consumo energético em processos de manufatura.

4 CONCLUSÃO

A partir das análises dos resultados obtidos, têm-se:

- A máxima tensão cisalhante e sua profundidade, durante o contato de dentes de engrenagens, aumentam de maneira proporcional a carga aplicada ao conjunto.
- Para que engrenagens suportem as condições de serviço as quais são submetidas, a profundidade de camadas endurecidas por processos difusionais devem ser maiores do que a de máxima tensão cisalhante do diâmetro primitivo (DP). Mesmo não sendo elevadas, as tensões cisalhantes presentes nesta região do dente ocorrem em pontos mais afastados da superfície do flanco.
- As tensões cisalhantes que atuam na região do dedendo são as mais elevadas e ocorrem em pontos mais próximos a superfície do flanco. A maior taxa de desgaste desta região pode ser justificada por sua meia largura de contato (b) ser reduzida devido as condições geométricas das engrenagens e do engrenamento. Nesta região também ocorre um esforço incremental em razão de a direção de rolamento entre os dentes ser contrária a direção de deslizamento.
- As forças normais atuantes durante o contato entre engrenagens são maiores na região do diâmetro primitivo, uma vez que nesta região um único par de dentes suporta toda a carga imposta ao conjunto.
- Tempos relacionados a tratamentos de endurecimento superficial por processos difusionais aplicados a engrenagens, podem ser otimizados através dos métodos propostos neste trabalho.

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) e do Programa CAPES BRAGECRIM (Processo n° 88881.142485/2017-01, auxílio n° 1844/2017).

ISSN 2446-7618

REFERÊNCIAS

1 YUAN, Z.; WU, Y.; ZHANG, K.; DRAGOI, M. V.; LIU, M. Wear Reliability of Spur Gear Based on the Cross-Analysis Method of a Nonstationary Random Process. **Advances in Mechanical Engineering**, [s.l.], v.10, n. 12, p.1-9, nov. 2018.

2 LI, W.; LIU, B. Experimental Investigation on the Effect of Shot Peening on Contact Fatigue Strength for Carburized and Quenched Gears. International **Journal of Fatigue**, [s.l.], v. 106, n. 1, p. 103-113, sep. 2018.

3 DALCIN, L. R.; RODRIGUES, D. R.; MENEZES, V. M.; EPP, J.; ZOCH, H. W.; ROCHA, A. S. Mode and Cause of Failures in Bevel Gears Teeth: An Overview. *In:* Conferência Internacional em Engenharia de Superfícies na Conformação de Materiais, 2., 2019, Porto Alegre. **Anais** […]. Porto Alegre: International Conference on Surface Engineering in Material Forming - 39th SENAFOR, 2019.

4 HALME, J.; ANDERSSON, P. Rolling Contact Fatigue and Wear Fundamentals for Rolling Bearing Diagnostics: State of the Art. **Proc. IMechE vol. 224 Part J: J. Engineering Tribology**, [s.l.], v.224, n. 1, p. 377-393, oct. 2009.

5 DAVIS, J. R. **Gear Materials, Properties, and Manufacture**. Materials Park: ASM International, 2005. 339 p.

6 TERRIN, A.; DENGO, C.; MENEGHETTI, G. Experimental Analysis of Contact Fatigue Damage in Case Hardened Gears for Off-Highway Axles. **Engineering Failure Analysis**, [s.l.], v.76, n. 1, p. 10-26, feb. 2017.

7 LI, S.; KAHRAMAN, A. A Micro-Pitting Model for Spur Gear Contacts. **International Journal of Fatigue**, [s.l.], v. 59, n. 1, p. 224-233, aug. 2013.

8 LI, S.; ANISETTI A. A Tribo-Dynamic Contact Fatigue Model for Spur Gear Pairs. **International Journal of Fatigue**, [s.l.], v. 98, N. 1, P. 81-91, jan. 2017.

9 WEI, J.; ZHANG, A.; GAO, P. A study of spur gear pitting under EHL conditions: Theoretical analysis and experiments. **Tribology International**, [s.l.], v. 94, n. 1, p. 146-154, aug. 2015.

10 HANNES, D.; ALFREDSSON, B. Modelling of Surface Initiated Rolling Contact Fatigue Damage. **Procedia Engineering**, [s.l.], v. 66, n. 1, p. 766-774, 2013.

11 KANG, J.; HADFIELD, M.; AHMED, R. The effects of material combination and surface roughness in lubricated silicon nitride/steel rolling contact fatigue. **Materials & Design**, [s.l.], v. 24, n. 1, p. 1-13, out. 2002.

12 FERNANDES, P. J. L.; MCDULING, C. Surface contact fatigue failures in gears. **Engineering Failure Analysis**, Great Britain, v. 4, n.2, p.99-107, jan. 1997.

13 REGO, R. R. Residual **Stress Interaction In-Between Processes of the Gear Manufacturing Chain**. 2016. 196 p. Thesis (Doctoral of Science in Materials and Manufacturing Processes) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2016.

14 MCEVILY, A. J. **Metal Failures**: Mechanisms, analysis, prevention. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2013. 479p.

15 RAJE, N.; SADEGHI, F.; RATEICK JR, R. G. A Statistical Damage Mechanics Model for Subsurface Initiated Spalling in Rolling Contacts. **Journal of Tribology**, [s.l.], v. 130, n.4, p.042201-1-042201-11, oct. 2008.

16 STACHOWIAK, G. W.; BATCHELOR, A. W. **Engineering tribology**. 3. ed. Burlington: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005. 801p.

ISSN 2446-7618

17 DING, Y.; RIEGER, N.F. Spalling Formation Mechanism for Gears. **Wear**, [s.l.], v.254, n. 1, p.1307-1317, feb. 2003.

18 MURAKAMI, Y. **Metal Fatigue**: Effects of Small Defects and Nonmetallic Inclusions. Oxford: Elsevier Science Ltd., 2002. 369p.

19 GLODEŽ S.; WINTER, H.; STÜWE, H. P. A Fracture Mechanics Model for the Wear of Gear Flanks by Pitting. **Wear**, [s.l.], v. 208, n. 1, p.177-183, jan. 1997.

20 DING, Y.; GEAR, J. A. Spalling Depth Prediction Model. **Wear**, [s.l.], v.267, n. 1, p.1181-1190, dec. 2008.

21 H. HERTZ, Uber die Berührung Fester Elastischer Körper. **Journal für die Reine und Angewandte Mathematik**, [s.l.], V. 92, n. 1, p. 156-171, 1881.

22 H. HERTZ. **Miscellaneous Papers**. Translation Jones, D. E.; Schott G. A. London: Macmillan and Co., 1896. 340 p.

23 POPOV, V. L.; HEß, M.; WILLERT, E. **Handbook of Contact Mechanics**: Exact Solutions of Axisymmetric Contact Problems. Deutschland: Springer-Verlag, 2019. 347p.

24 JOHNSON, K. L. **Contact mechanics**. Cambridge University Press: Cambridge, 1985. 452 p.

25 DALCIN, R. L.; OLIVEIRA, L. F.; DIEHL, I. L.; DIAS, V. W.; ROCHA, A. S. Response of a DIN 18MnCrSiMo6-4 Continuous Cooling Bainitic Steel to Plasma Nitriding with a Nitrogen Rich Gas Composition. **Materials Research**, [s.l.], v.23, n.2, p. 1-9, apr. 2020.

26 RADZEVICH, S. P. **Practical Gear Design and Manufacture**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2012. 846 p.

27 SHIGLEY, J. E. **Cinemática dos mecanismos**. Tradução: Amorelli, M. O. C; Madureira, O. M. São Paulo: Edgard Blucher, 1970. 407 p.

28 MURARO, M. A.; KODA, F.; REISDORFER JUNIOR, U.; SILVA, C. H. The Influence of Contact Stress Distribution and Specific Film Thickness on the Wear of Spur Gears During Pitting Tests. **Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering**. [s.l.], v. 34, n. 2, p.135-144, dec. 2012.

29 LAMPMAN S. Introduction to Surface Hardening of Steels. *In:* **ASM Handbook Vol 4**: Heat Treating. Materials Park: ASM International, 1991, p. 607-625.

30 MURARO, M, A.; REISDORFER JUNIOR, U. **Estudo da Distribuição de Tensão ao Longo da Linha de Contato em Transmissões que Utilizam Engrenagens Cilíndricas de Dentes Retos**. 2010. 293 p. Monografia (Engenharia Industrial Mecânica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

31 ANTOINE, F.; BESSON, J-M. Simplified modellization of gear micropitting. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: **Journal of Aerospace Engineering**, [s.l.], v. 216, n. 1, p. 291-302, out. 2002.

32 HEMANSHU, D.; JOSHI, K.; KOTHARI, D. Mode and Cause of Failure of Bevel Gear: A review. **International Journal of Advance Engineering and Research Development**, [s.l.], v. 1, n. 2, p. 2348-4470, mar. 2014.

33 FERNANDES, P. J. L. Tooth bending fatigue failures in gears. **Engineering Failure Analysis**, Great Britain, v. 3, n. 3, p. 219–225, mar. 1996.

34 EVANS, M.-H. An updated review: white etching cracks (WECs) and axial cracks in wind turbine gearbox bearings. **Materials Science and Technology**, [s.l.], v. 32, n.11, p. 1133-1169, mar. 2016.

35 SHEN, Y.; MOGHADAM, S. M.; SADEGHI, F.; PAULSON, K.; TRICE, R. W. Effect of retained austenite: Compressive residual stresses on rolling contact fatigue life of

ISSN 2446-7618

carburized AISI 8620 steel. **International Journal of Fatigue**, [s.l.], v. 75, n. 1, p. 135-144, mar. 2015.

36 NORTON, R. L. **Machine Design**: An Integrated Approach. 4. ed. New jersey: Prentice Hall, 2011. 1056 p.

37 ASM HANDBOOK. **Fatigue and fracture**. v. 19. Materials Park: ASM International, 1997. 2592 p.

38 GERASIMOV, S. A.; KUKSENOVA, L. I.; SEMENOV, M. Y.; SMIRNOV, A. E.; SHCHERBAKOV, S. P. Structure and contact fatigue strength of heat-resistant steel VKS-7 hardned layers after ion-plasma nitriding. **Metallurgist**, [s.l.], v.60 n. 3-4, p.428–433, mar. 2016.

39 RAKHIT, A. K. **Heat treatment of gears**. Materials Park: ASM International; 2000. 209 p.

ISSN 2446-7618

DIFICULDADES E ALTERNATIVAS NO PROCESSAMENTO DO COMPOSTO AMIDO/PAPEL

Bernar, A. M.[1]
Calcagno, C. I. W. [2]

[1] *Engenheira Mecânica, Amanda da Mota Bernar, IFSul – Câmpus Sapucaia do Sul, amandabernar@rocketmail.com*
[2] *Doutora, Carmen Iara Walter Calcagno, IFSul – Câmpus Sapucaia do Sul, carmencalcagno@sapucaia.ifsul.edu.br*

Resumo
Estudos anteriormente realizados no Instituto Federal Sul-rio-grandense – Campus Sapucaia do Sul buscaram o desenvolvimento de produtos com a mistura de amido de mandioca gelatinizado e aparas de papel (resíduos). A biodegradabilidade do todo e a reutilização de resíduos para um desenvolvimento de engenharia fornecem uma base sustentável aos projetos que se propõem a utilizar este composto, além de se enquadrarem nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável apresentados pela Organização das Nações Unidas (ONU). A partir desta proposta, o objetivo deste desenvolvimento é a comparação entre as dificuldades encontradas pelos autores que primeiramente utilizaram este material e as alternativas de solução encontradas na bibliografia para cada problema elencado. Para o cumprimento deste objetivo, esta pesquisa foi referenciada nas metodologias de desenvolvimento de produtos, que possibilitaram a busca de soluções de engenharia enxuta, por meio do uso de um Questionário de Circunstâncias Inovadoras (QCI). O resultado obtido foi a proposta de um conjunto de ações que se propõem a minimizar os problemas encontrados nos desenvolvimentos anteriores. Estima-se que, se seguidas as sugestões, os produtos obtidos tenham dimensões e limites bem definidos, sendo capazes de realizar suas funções principais apresentando durabilidade, facilidade de obtenção e um baixo custo de produção.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Polímeros biodegradáveis. Processamento de polímeros.

DIFFICULTIES AND ALTERNATIVES IN STARCH/PAPER BLEND PROCESSING

Abstract
Studies previously carried out at the Instituto Federal Sul-rio-grandense – Campus Sapucaia do Sul sought the development of products with the gelatinized starch/paper compound. The biodegradability of the whole and the reuse of paper waste for an engineering development provides a sustainable basis for projects that propose to use this compound, in addition to falling within the Objectives of Sustainable Development presented by the United Nations. Based on this proposal, the objective of this development is the comparison between the difficulties encountered by the authors who first used this material and the solution alternatives found in the bibliography for each problem listed. In order to fulfill this objective, this research was referenced in product development methodologies, which enabled the search for lean engineering solutions, through the use of an Innovative Solutions

ISSN 2446-7618

Questionnaire. The result obtained was the proposal of a set of actions that aim to minimize the problems encountered in previous developments. It is estimated that, if followed the suggestions, the products obtained will have well defined dimensions and limits, being able to perform their main functions presenting durability, facility of production and a low cost.

Key words: Sustainability. Biodegradable polymers. Polymer processing.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável é o modelo de desenvolvimento capaz de suprir as necessidades do ser humano, do ponto de vista econômico e social, sem comprometer a capacidade do planeta para as gerações futuras [1]. A ideia de sustentabilidade, tem como marco a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, também conhecida como Conferência de Estocolmo, realizada em 1972. Desde então, outras conferências têm sido realizadas periodicamente a fim de discutir as melhores estratégias, metas e ações que tenham como foco o desenvolvimento sustentável e a promoção de formas alternativas que integrem a preservação da natureza e dos recursos naturais [2].

Devido aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável [1], nas últimas décadas, a busca de diferentes materiais poliméricos tem despertado grande interesse científico e industrial. Atualmente, a utilização dos plásticos convencionais, leves, resistentes, produzidos a baixo custo e fáceis de processar, continuam muitas vezes substituindo, com vantagem, metais e a madeira em muitas aplicações. Porém, apesar da importância dos plásticos na nossa sociedade, sua utilização ilimitada representa uma ameaça ao meio ambiente devido às taxas de degradação muito baixas quando estes polímeros são descartados no meio [3]. O impacto ambiental causado por resíduos plásticos não biodegradáveis tem sido sinal de preocupação na comunidade científica e industrial visto que os métodos para evitar que esses materiais causem danos ao meio ambiente são limitados e incluem, por exemplo, reciclagem, incineração e disposição aterros sanitários [4]. Para contornar estes problemas de descarte, deve-se rever o processo de criação de produtos e serviços ainda na fase de geração de ideias. Ao introduzir os conceitos de sustentabilidade nos primeiros estágios do processo, a oportunidade de explorar a totalidade da sustentabilidade em produtos e serviços, eliminando os impactos negativos é aumentada [6]. Para isso, algumas alternativas como a reciclagem e a substituição dos plásticos convencionais por polímeros biodegradáveis, provenientes de fonte renovável e que podem ser uma opção para diminuir a dependência dos derivados de petróleo não renováveis, vêm sendo estudadas [3-4-5-6].

Plásticos biodegradáveis e polímeros obtidos de fontes renováveis formam uma enorme gama de produtos sustentáveis e eco eficientes. Aliando fibras naturais com polímeros celulósicos, polilactídeos, amidos termoplásticos, poli(hidróxi-alcanoatos) ou plásticos obtidos da soja, pode-se obter os chamados biocompósitos verdes [4]. Dentro da categoria de biopolímeros, o amido tem se destacado por apresentar como vantagens a biodegradabilidade, a abundância e o menor custo em relação aos polímeros sintéticos biodegradáveis além de aceitar facilmente a incorporação de fibras vegetais ou resíduos sólidos industriais, possibilitando um material com caráter completamente sustentável [5]. No entanto, o amido apresenta algumas limitações, por exemplo, a sua natureza hidrofílica e a perda das propriedades mecânicas quando exposto a condições ambientais de alta umidade

ISSN 2446-7618

relativa, diferente dos materiais não biodegradáveis geralmente utilizados na indústria [4-5].

Sabe-se ainda que a inserção da carga em um compósito pode melhorar a sua performance e que o uso de fibras naturais na formulação de materiais compósitos e para o reforço de plásticos é uma técnica utilizada na indústria para a obtenção de materiais com um melhor desempenho térmico e mecânico [3-5]. No caso de materiais compósitos reforçados com fibras vegetais, verifica-se que são capazes de absorver umidade em atmosfera úmida e/ou quando imerso em água, produzindo efeitos na interface fibra/matriz que leva a uma baixa eficiência da transferência de tensões. Além disso, a absorção de umidade pelas fibras naturais afeta suas propriedades físicas, mecânicas e térmicas [5]. O foco deste estudo será o biopolímero composto por amido de mandioca gelatinizado e resíduos industriais de papel. A celulose encontrada no papel é de natureza hidrofílica. Considerando que o amido e o papel possuem essa natureza, pode ocorrer limitações na aplicação deste biocompósito, caso não seja criada uma barreira a fim de restringir a absorção de umidade. A submissão deste material a condições extremas de umidade pode acarretar mudanças nas suas propriedades, sendo a principal consequência o inchamento que afeta suas características [4-5]. Estas e tantas outras possibilidades de impacto nas características finais do produto, ao utilizar-se este material, dão base para a proposta deste estudo. Portanto, o objetivo ao qual se dedica esta pesquisa é a compilação de dados sobre o processamento do composto amido/papel, por meio de uma análise pormenorizada das dificuldades encontradas durante a fabricação de produtos e da proposta de alternativas para a resolução destes problemas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A estratégia utilizada para levantamento de dados foi definida a partir da análise das metodologias de resolução de problemas inventivos, em especial aquelas apresentadas por Rozenfeld[7] e por Demarque[8].

Conforme Demarque[8] sugere para a abordagem do problema, foi utilizado o Questionário de Circunstâncias Inovadoras (QCI) como ferramenta guia e como ponto de partida na busca de soluções. O QCI é geralmente utilizado para: a) Documentar o estado atual do problema (inclusive: estrutura e funcionamento do sistema, o ambiente em que o sistema existe; mecanismo do problema; histórico do problema); b) Examinar as múltiplas abordagens para solucionar o problema; c) Formular a visão ideal de solução ou o Resultado Final Ideal (RFI); d) Identificar as contradições associadas com o problema; e) Identificar os recursos associados com o sistema; f) Definir as restrições e limitações para efetuar modificações ao sistema e, g) Definir os critérios para escolha de soluções [8].

Para responder às diferentes questões que o compõem o QCI, foi realizada uma pesquisa bibliográfica para a seleção de estudos já publicados dentro dos seguintes temas: a) Processamento do amido para obtenção de produtos; b) Utilização de compostos biodegradáveis como substituto de plásticos comuns e, c) Adição de cargas de resíduos em compostos poliméricos. Os trabalhos mais interessantes para este desenvolvimento, dentro de cada assunto, foram triados pela matéria-prima utilizada, o direcionamento foi nos trabalhos que empregam amido e resíduos de papel. A partir desta seleção, os trabalhos foram analisados quanto ao

ISSN 2446-7618

processo empregado para a obtenção da matéria-prima e quanto às estratégias utilizadas para a conformação e manutenção da forma final do produto. Nesta parte, foi descrito exatamente o que se pretende melhorar no sistema para melhor entender o histórico de desenvolvimento, o que causa o aparecimento dos problemas e as consequências de não resolvê-los. Os problemas foram elencados de acordo com o relato de cada autor.

Após a compilação das informações e a resposta de todos os itens do QCI, foi possível formular uma proposta de fatores que minimizem, teoricamente, os problemas e inconvenientes encontrados na confecção dos produtos desenvolvidos nos trabalhos anteriores.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Alguns dos autores selecionados evidenciaram a ocorrência de defeitos de forma e de empenamento, devido ao processo de produção empregado para a conformação do material. Souza[9] e Raupp[10] obtiveram placas de amido gelatinizado e resíduos de papel por meio do processo de mistura dos elementos, laminação seguida de moldagem por compressão e posterior secagem em estufa para a retirada da umidade. O processo de produção empregado nos desenvolvimentos com amido e papel para fins de pesquisa em laboratórios, geralmente, segue a mesma lógica.

Em termos mais detalhados, Aguirre[11] explica que a primeira etapa da obtenção do material deve ser a mistura do amido com a água que servirá de plastificante no processo [3-5]. Esta mistura é agitada manualmente e deixada em repouso por alguns minutos para garantir a total absorção de água no amido. O amido úmido é então submetido ao processo de gelatinização realizado em extrusora, com rotação de 20 RPM à 90°C. Após esta etapa, incorpora-se ao polímero gelatinizado uma certa quantidade extra de amido seco misturada com os resíduos de papel. Para homogeneizar o todo da mistura, utiliza-se uma laminadora, onde o material é dobrado diversas vezes, de preferência, mantendo-se sempre o mesmo sentido de laminação para fins de controle dimensional até obter-se a espessura desejada. O material é então cortado na forma de corpos de prova. As amostras são postas em uma estufa até a completa retirada da umidade e consolidação da forma [11].

Souza[9], Raupp[10] e Aguirre[11] visaram a obtenção de placas com informações em relevo. Para obter os detalhes desejados, os autores utilizaram moldes manufaturados com tecnologia 3D a fim de dar forma às amostras laminadas antes da retirada de umidade em estufa. Com base nos seus relatos, pôde-se obter as informações chaves sobre a melhoria desejada ou obstáculo a ser resolvido nestes desenvolvimentos. Nestes casos, eles são: 1) Transferência de forma imperfeita; 2) Dificuldade para retirada da peça do molde (ainda úmida) e; 3) Empenamento e contração na placa moldada após passagem pela estufa [9-10-11].

3.1 Dificuldades no processamento do composto Amido/Papel

Os moldes, nos três estudos citados, foram projetados para conformar o material, como uma matriz para estampagem das informações, mas também funcionaram como moldes para os cortes das geometrias desejadas. A forma foi

ISSN 2446-7618

dada num processo de compressão mecânica, para isso, o conjunto molde e moldado foi submetido à compressão, em uma prensa hidráulica, até o momento que se verifica o escoamento do polímero, garantido assim, a transmissão da forma [11]. Souza[9] descreve a dificuldade de obtenção de placas sem empenamento por este método e conclui que a aplicação de uma pressão mais baixa na compressão não conforma o material da forma desejada e que a aplicação de uma pressão maior dificulta a remoção do material do molde (ainda úmido). A Figura 1, mostra os defeitos de empenamento constatados pela autora após a secagem dos corpos de prova em estufa.

Figura 1. Empenamento de placa amido-papel com detalhes em relevo (SOUZA, 2019 – Reproduzido com autorização do autor).

Aguirre[11] por sua vez, experienciou a ocorrência de contração no seu desenvolvimento de placas com detalhes em relevo obtidas com o mesmo processo produção, utilizando exatamente o mesmo material. Ashby e Johnson[12] defendem que a contração é afetada por diferentes fatores, dentre eles, os mais importantes são o tempo de compactação, a temperatura da moldagem, a espessura da peça e a quantidade de umidade a ser retirada. Além disso, os polímeros possuem coeficientes de expansão térmica elevados e uma contração significativa pode ocorrer durante o resfriamento se o polímero for conformado na presença de altas temperaturas [7]. Em adição, as partes espessas apresentam os maiores problemas contração (um moldado de solidifica a partir da superfície; o polímero em contato com a superfície do molde forma uma espécie de casca que aumenta na direção do centro da peça) e, em algum momento, toda a parte externa da peça estará solidificada e a parte interna, se for muito espessa, não estará [13]. Quando isso ocorre, é possível evidenciar os fenômenos de empenamento citados por Souza[9] o que reforça a importância de minimizar as diferenças de espessura nas peças moldadas.

Esta discussão dá os fundamentos necessários para encontrar as possíveis causas do empecilho, gerando alternativas de soluções.

No processo metodológico utilizado por Souza[9], Raupp[10] e Aguirre[11], as placas foram submetidas à secagem em estufa sem restrição de forma. Segundo o que diz Cavalcanti[14], durante o processo de difusão de líquidos no interior da placa sólida, a movimentação das moléculas associadas à falta de restrição geométrica pode influenciar na má manutenção da forma e ocasionar um possível empenamento. Portanto, uma solução possivel para o problema de transferência de forma imperfeita é a utilização de um molde na fase de secagem, sendo que este

ISSN 2446-7618

deve ser capaz de suportar o calor necessário para a retirada de umidade da placa moldada.

Neste caso, duas opções de moldes podem ser discutidas. A primeira seria a produção de dois moldes independentes que serviriam, um para a obtenção da forma e das informações em relevo e o outro, para manutenção da forma durante a fase de secagem. A segunda opção, e provavelmente, a opção economicamente mais viável, seria a fabricação de um único molde, em um material que seja capaz tanto de suportar a pressão da moldagem quanto de suportar o calor da estufa durante o tempo de secagem. De todas as formas, o molde deverá conter canais de escape de umidade para evitar que as moléculas de água fiquem presas durante a evaporação. Se a umidade ficar retida, haverá dificuldade de consolidação da forma, isso porque a rigidez final do material se dá quando a água é retirada, visto que ela tem a função de plastificante no processamento do amido [3-5]. Se a saída da água for dificultada, mais tempo na estufa será necessário para que ocorra a difusão até os níveis desejados, aumentando o tempo de processamento. Ainda haverá possibilidade de empenamento se a secagem ocorrer de forma superficial, dificultando a evaporação da água remanescente no interior da peça [13-14]. Do ponto de vista técnico, esta é uma das maiores dificuldades do desenvolvimento dos moldes, pois o tipo e o tamanho dos canais devem ser especificamente projetados para permitir a evaporação da totalidade da água – que é abundante devido à quantidade necessária para a gelatinização do amido – e ainda, não devem comprometer a forma da peça durante a conformação, pois não é desejado que o molde transfira a forma dos canais para o produto.

Outro aspecto importante que os autores relatam sobre o molde deve ser a sua capacidade de corte, para fornecer a geometria adequada ao produto. A dificuldade de um corte limpo e eficaz foi relatado por Souza[9] quando a autora testou a obtenção de figuras vazadas por este método. Estas dificuldades podem ser vistas na Figura 2.

Figura 2. Transferência de forma imperfeita (problemas de corte) (SOUZA, 2019 – Reproduzido com autorização do autor).

O segundo problema relatado pelos autores é a dificuldade de retirar a peça do molde. Souza[9] comenta que a provável causa desta adversidade é a inexistência de um guia que facilite a separação das duas partes do molde para retirada da placa, porém, deve-se igualmente considerar que a autora realizou o processo de desmolde com a placa ainda úmida, o que pode, efetivamente, complicar o processo. Uma placa completamente seca e resfriada em dessecador – na ausência de umidade – deverá ter maior facilidade de sair do molde, uma vez que

ISSN 2446-7618

o material terá contraído para a sua forma e textura final [12]; porém, a adição de guias para separação dos moldes pode facilitar ainda mais o processo.

A bibliografia também sugere algumas possibilidades para o problema de empenamento que foi relatado. Algumas delas são o tempo de secagem, a redução brusca da temperatura após secagem, a quantidade de umidade a ser retirada, os possíveis defeitos na geometria do molde, a inexistência de canais no molde para a saída de água, o tempo de compressão ou a força de compressão que são insuficientes e a espessura da peça a ser moldada. Todos estes aspectos devem ser levados em consideração durante a fabricação [7-12-13]. O defeito de empenamento encontrado por Souza[9] pode ser visto na Figura 3.

Figura 3. Empenamento das placas após a consolidação da forma (SOUZA, 2019 – Reproduzido com autorização do autor).

Uma outra discussão que deve ser feita diz respeito à complexidade de transferência de forma dos itens em relevo. Esta dificuldade foi explorada com grande ênfase no estudo de Aguirre[11] e segundo o autor, para o projeto de um molde, deve-se, antes de tudo, conhecer as características e funcionalidades do produto que será fabricado. Para isso, Aguirre[11] determinou primeiramente a variação dimensional do composto de amido-papel durante a consolidação da forma. Segundo o autor, o desvio dimensional encontrado no sentido de laminação é menor que o desvio encontrado no sentido perpendicular à laminação, tanto para consolidação de forma durante 1h em estufa quanto para a consolidação da forma durante 2h nas mesmas condições. Porém, com a secagem durante 1h em estufa, a variação dimensional no sentido da laminação é de 3,92% enquanto a variação no sentido perpendicular à laminação é de 4,29%. Com a secagem durante 2h em estufa, a variação dimensional encontrada foi de aproximadamente -5% em ambos os sentidos. Com a análise destas conclusões, pode-se dizer que um molde deve ser projetado com aumento dimensional de 4-5% para garantir o espaçamento desejado no *design* prévio.

A técnica utilizada por Souza[9], Raupp[10] e Aguirre[11] para a confecção dos moldes foi a impressão 3D; porém, Aguirre[11] determinou a interferência dos fatores de impressão na qualidade da transferência de forma e, de acordo com seus resultados, a melhor precisão é obtida utilizando-se 6 mm/s de velocidade de perímetro, 40% de taxa de preenchimento e altura de camada de 0,1 mm como parâmetros de manufatura aditiva na impressora 3D.

A dificuldade de transferência de forma levanta a possibilidade de obtenção de moldes por outro tipo de processo e talvez, fazendo uso de materiais ou processos alternativos tais como usinagem de alumínio, ferro, etc. Um molde usinado pode ser visado como solução do problema de transferência de forma imperfeita acarretada pelos defeitos micro estruturais presentes na Impressão 3D. Afinal, sabe-se que a impressão 3D, mais precisamente o processo de *Fused-Deposition Modeling* (FDM), é realizada por deposição do material fundido em camadas [12]. A matéria-prima é composta de um filamento solido com diâmetro de 1,25 mm geralmente acomodado em um carretel que alimenta o cabeçote. O cabeçote aquece o material para que ele

ISSN 2446-7618

seja depositado à 0,5°C abaixo da temperatura de fusão na superfície da peça em construção. O material depositado é solidificado, resfriado e soldado à superfície da peça em aproximadamente 0,1 s [13]. Conforme o estudo de Santana[15], as peças produzidas pelo processo FDM estão sujeitas a defeitos causados pelas características construtivas da tecnologia e o conhecimento a respeito desses defeitos é importante para reduzir seus efeitos. A construção camada a camada, segundo o autor, forma áreas sem preenchimento dentro de praticamente todas as camadas, e entre as camadas da peça. Isso resulta em falta de homogeneidade estrutural nos modelos [16]. Essas camadas podem ser percebidas a olho nu e no caso de utilização em moldes, podem transferir para o produto o seu formato e os seus defeitos [11].

A complexidade da geometria proposta para o produto também é um fator a ser considerado, uma vez que quanto mais complexo, maior a probabilidade de imperfeições e de refugos no processo, o que gera desperdício de matéria-prima e de horas de trabalho. As placas de amido e papel são derivadas de fontes renováveis e poderão ser destinadas à um sistema de compostagem ao final de sua vida útil para sofrer biodegradação [12]. Além disto, os resíduos gerados durante o processo (de polímeros biodegradáveis) podem ser reutilizados como recheio em outros produtos poliméricos. Em alguns casos inclusive, a adição de papel é fortemente desejada nos recheios pelas características interessantes que as fibras presentes podem oferecer ao novo produto [3].

Neste ponto, após a finalização do QCI, todos os problemas essenciais já foram identificados, o que gera um bom entendimento do problema e possibilita a tomada de decisão na busca de soluções.

3.2 Alternativas de soluções

A primeira solução que deve ser priorizada se refere à confecção do molde, já que esta é a peça fundamental para a transferência da forma ao laminado de amido e papel. O molde deve garantir o formato, o tamanho e o relevo exatos das informações e geometrias das peças fabricadas. Além disso, o molde deve ser capaz de cortar a placa laminada ainda molhada e facilitar a sua desmoldagem após o processo de secagem. Uma das discussões feitas ao longo deste estudo foi a respeito da utilização de um ou de vários moldes ao longo da produção, visto que durante os desenvolvimentos anteriores, evidenciou-se muitas dificuldades envolvendo a transferência e a manutenção da forma. Portanto, a solução sugerida é a utilização de um molde na fase de secagem.

Após a análise dos dados apresentados pelos autores consultados, propõe-se a utilização de apenas um molde durante todo o processo de produção. Para garantir a confiabilidade deste, que servirá para conformar e para manter o formato do produto ao longo de todo o processo, deverão ser realizados tantos testes quanto necessários, antes de dar-se início à produção propriamente dita. Nesta etapa deve-se considerar que o molde será um protótipo de testes e, portanto, a sugestão é que os primeiros sejam feitos em frações, ou seja, pode-se produzir moldes contendo um pequeno número de informações a fim de determinar o seu comportamento durante as fases de transferência de forma e de posterior consolidação da forma. Aqui, parte-se do princípio que problemas complexos podem ser divididos em problemas mais simples) para facilitar a sua resolução [7-18].

A fabricação de diversos moldes se tornaria cara e exigiria mais horas de trabalho. Sabe-se igualmente que os resíduos/perdas gerados durante o processo

ISSN 2446-7618

de conformação de produtos de amido e papel são biodegradáveis, não oferecendo riscos e problemas ambientais se corretamente enviados à compostagem ou reutilizados em outros produtos [12]. Desta forma, propõe-se a criação de um único molde, que contenha todos os elementos além de conter bordas cortantes para garantir a manutenção da forma externa, canais para a evaporação da umidade e guias para facilitar a remoção da peça após seca.

Conforme já discutido, os canais para a evaporação da água na fase de secagem são uma das maiores dificuldades do desenvolvimento dos moldes, pois o tipo e o tamanho dos canais devem ser especificamente projetados para permitir a evaporação da água e não comprometer a geometria da peça durante a consolidação da forma, além de não comprometerem a resistência do molde durante a compressão. A literatura já apresenta soluções para a saída de ar da cavidade de moldes a conformação mecânica de peças poliméricas, quando elas são processadas por métodos que promovem aquecimento e/ou resfriamento. Segundo Groover[13], o ar que existe no molde deve ser removido da cavidade à medida que o polímero penetra nela, para não causar falhas superficiais no produto final. Portanto, é comum haver a usinagem das superfícies internas do molde para a criação de passagens de ar estreitas, com cerca de 0,03 mm de profundidade e com 12 a 25 mm de largura [13]. Estes canais permitem que o ar escape, mas segundo o autor, são muito pequenos para que o polímero, viscoso, escoe por eles. No caso de produtos fabricados com amido/papel não se evidencia os mesmos defeitos superficiais causados pelo ar retido no molde porque o processo de conformação empregado não promove o escoamento do polímero em altas temperaturas. Entretanto, canais destas dimensões – ou maiores – podem ser testados para a evaporação da umidade em estufa, uma vez que suas dimensões não serão tão significativas para que o polímero adquira a sua forma durante a compressão, como afirma Groover[13], mas possivelmente permitirão o escape das moléculas de água durante a secagem. Se forem evidenciados defeitos superficiais causados pelos canais de escape de umidade, pode-se considerar a hipótese de preenchimento temporário dos furos durante a fase de compressão e retirada do preenchimento na fase de secagem.

Para que o molde não sofra fratura, se for decidido utilizar o processo de FDM com materiais poliméricos, sugere-se uma análise de elementos finitos para determinar os pontos de fragilidade do modelo 3D, o que possibilitará ajustes antes da fabricação de um produto possivelmente frágil e evitará desperdício de recursos. Sugere-se ainda que os moldes obtidos pela tecnologia de Impressão 3D sejam feitos a fins de concepção de protótipos e que após a validação do produto, sejam desenvolvidos moldes duráveis, possivelmente em metal, para produção em larga escala.

Seguindo as informações apresentadas por Aguirre[11], sugere-se que o molde seja projetado com aumento dimensional de 4-5% para garantir o dimensionamento planejado, visto que o material (amido-papel) sofre contração após conformação [9-10-11]. Como técnica de produção, sugere-se a criação do modelo 3D, em *SolidWorks,* com dimensões apropriadas de formato e profundidade, exportação do arquivo em formato *STL.* Para a fabricação dos moldes para protótipos, sugere-se a produção por manufatura aditiva por material fundido *FDM (Fused Deposition Modeling).* A geometria do molde deve ser feita de forma espelhada e os parâmetros de impressão devem ser 6 mm/s de velocidade de perímetro, 40% de taxa de preenchimento e altura de camada de 0,1 mm. O material escolhido para a impressão do molde deve ser capaz de suportar a pressão de conformação e a

ISSN 2446-7618

temperatura da estufa durante todo o tempo de secagem. Para obtenção das informações sobre o filamento, sugere-se contatar o fabricante. Após o período de testes do protótipo, sugere-se obter os moldes em metal por meio de usinagem, estampagem ou outro processo de conformação mecânica que se aplique ao material escolhido [16]. O molde deve ser projetado com guias para auxiliar na retirada da peça, mas se a dificuldade persistir, pode-se utilizar gelo seco na parte inferior do molde e aplicar uma leve força manual de extração nas cavidades de extração [17]. Testes de parâmetros de corte (força, velocidade e ângulo de corte) devem ser feitos nos protótipos visto que as características do material não são bem definidas e não são facilmente encontradas na bibliografia.

A obtenção da mistura de amido e papel não deve ser feita antes do término de todos os testes com o molde e da sua fabricação, a fim de não ocorrer desperdício de material. Em seguida, deve-se proceder à moldagem e, portanto, o conjunto molde e moldado deve ser submetido à compressão em prensa hidráulica. Conforme determinado por Souza[9], deve-se aplicar uma força de 1,5 t até ser possível a verificação do escoamento do material, garantindo a transmissão da forma. A fase de secagem, inclui, por sua vez, a consolidação da forma, que deve ser feita em estufa à 90°C durante 1h, segundo os resultados mais promissores [9-10-11]. A baixa da temperatura deve ser gradual e livre de umidade para obtenção de uma placa sem defeitos de empenamento, ou seja, imediatamente após a saída da estufa, a placa com o molde deve ser posta em dessecador por, no mínimo, 2h [3-4]. Sugere-se ainda verificar a necessidade ou não de circulação de ar na estufa, visto que a bibliografia consultada não traz informações sobre este processo aplicado a este material.

Para obtenção de produtos coloridos, algumas possibilidades podem ser consideradas, por exemplo 1) a utilização de corantes na fase de mistura; 2) a pintura manual ou com carimbo posterior à passagem pelo dessecador e, 3) a adesivagem com um material na(s) cor(es) escolhida(s) após a finalização do produto (esta camada poderia servir igualmente de impermeabilizante, mas acarretaria um custo maior e na aquisição de materiais).

A impermeabilização do produto é a última atividade sugerida neste processo. Tanto o amido quanto o papel possuem natureza hidrofílica e esta característica restringe as aplicações deste biocompósito caso não seja criada uma barreira impermeabilizante a fim de inibir a absorção de umidade [3-4-5]. Em condições extremas de umidade, podem ocorrer mudanças significativas nas propriedades do material, inclusive a criação de microrganismos indesejáveis [3-5]. Segundo Porto[5], a absorção de água observada nos materiais biodegradáveis pode representar 60% em massa e a perda de integridade do material com esse nível de absorção evidenciam a necessidade de realizar procedimentos de impermeabilização.

Nos testes de impermeabilização realizados por Porto[5] com o compósito amido/papel, buscou-se analisar o comportamento do material em relação à absorção de água com quatro diferentes impermeabilizantes tendo-se como referência o comportamento das amostras sem o produto. Os impermeabilizantes testados foram escolhidos pela inexistência de metais pesados, substâncias não tóxicas e solubilidade em água. Estas características, segundo a autora, aproximam o produto dos aspectos sustentáveis propostos no seu trabalho e por consequência, aos aspectos propostos nessa pesquisa.

Porto[5] definiu o impermeabilizante e o número de demãos necessárias para obter-se uma proteção eficiente em relação a absorção de água. Os resultados evidenciam que o uso de três demãos foi suficiente para alcançar uma cobertura

ISSN 2446-7618

capaz de resistir a imersão em água por 2h. Quanto aos impermeabilizantes, a análise mostrou que o UG 132A (resina poliuretana a base de óleo de mamona) apresenta baixa absorção, obtendo o melhor resultado, além de ser um material inerte e não tóxico, que pode ser utilizado em contato com água potável e alimentos. Desta forma, além de obter-se maior economia em relação ao número de demãos que são suficientes e eficazes, este impermeabilizante, por ser a base de poliuretano do óleo de mamona, é de fonte renovável e mantém as características sustentáveis dos produtos desenvolvidos. Portanto, sugere-se utilizar três demãos do impermeabilizante UG 132A, por ser de fonte renovável, o que mantém as características sustentáveis dos produtos.

4 CONCLUSÃO

Como resultado da análise, após a definição dos problemas e das possíveis soluções, estima-se que, se seguidas as sugestões, seja possível obter produtos com dimensões e limites bem definidos, capazes de realizar suas funções principais e que, ao mesmo tempo, sejam duráveis e simples de serem obtidos com um baixo custo de produção. Os materiais sugeridos neste desenvolvimento são os principais aliados aos fatores ambientais defendidos pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, mas os processos que foram propostos de forma planejada e, portanto, enxuta, são igualmente um fator importante.

No final do Projeto de Incorporação, evidencia-se o total cumprimento do fator sustentável do desenvolvimento de produtos a base de amido e papel, tendo em conta que a matéria prima é biodegradável e proveniente de fonte residual e que o fim da vida útil das placas formadas não gera nenhum prejuízo ao meio ambiente, sendo possível a sua compostagem ou ainda a reutilização em outros produtos.

REFERÊNCIAS

1 ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Objetivo 12. Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/ods12/>. Acesso em: 07/03/2020.

2 ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). A ONU e o meio ambiente. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>. Acesso em: 07/03/2020.

3 CARMONA, V. B. Desenvolvimento de compósitos biodegradáveis a partir de amido termoplástico e fibras vegetais. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, São Carlos, São Paulo. 103 f. 2011.

4 SHIRAI, M. A. Desenvolvimento de materiais biodegradáveis a base de amido e poli(ácido lático) produzidos por extrusão termoplástica. Tese (Doutorado em Ciências de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 156 f. 2013.

5 PORTO, J. S. et al. Estudo sobre a impermeabilização do compósito amido / resíduo de papel. DATJournal, v. 5, p. 99-113, 2020.

6 PLATCHECK, E. R. Metodologia de ecodesign para o desenvolvimento de produtos sustentáveis. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 110 f. 2003.

ISSN 2446-7618

7 ROZENFELD, H. *et al.* Gestão de desenvolvimento de produtos: Uma referência para a melhoria do processo. 1° ed. São Paulo: Saraiva, 2010. 541 p.

8 DEMARQUE, E. TRIZ: teoria para a resolução de problemas inventivos aplicada ao planejamento de processos na indústria automotiva. Dissertação (mestrado profissionalizante) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo. 250 f. 2005.

9 SOUZA, R. R. Desenvolvimento de placas de identificação táteis para acessibilidade de deficientes visuais no IFSul/Sapucaia do Sul. TCC (graduação) – Instituto Federal Sul Rio-Grandense. Curso Superior de Engenharia Mecânica, Sapucaia do Sul, Rio Grande do Sul. 73 f. 2019.

10 RAUPP, D. O. Desenvolvimento de produtos para acessibilidade – um ensaio para fabricação de mapas táteis. TCC (graduação) – Instituto Federal Sul Rio-Grandense. Curso Superior de Engenharia Mecânica, Sapucaia do Sul, Rio Grande do Sul. 34 f. 2019.

11 AGUIRRE, H. R. *et al.* Desenvolvimento de moldes para produzir placas em Braille. 8° Seminário de Inovação e Tecnologia do IFSul (2019) 36-47.

12 ASHBY, M. F.; JOHNSON, K. Materiais e design: arte e ciência da seleção de materiais no design de produto. 2° ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 350 p.

13 GROOVER, M. P. Introdução aos processos de fabricação. Rio de Janeiro: LTC, 2014. 737p.

14 CAVALCANTI, F. M. Modelagem do Processo de Secagem de Partículas de Polipropileno. Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Química, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 117 f. 2017.

15 SANTANA, L. Avaliação de uma impressora 3d baseada em projeto de código aberto na fabricação de peças em PLA. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Florianópolis, Santa Catarina. 166 f. 2015.

16 SCHAEFFER, L. Conformação mecânica. 2° ed. Porto Alegre: Imprensa Livre, 2004. 167 p.

17 FERNANDES, T. M. D. Elaboração e avaliação da biodegradabilidade de compósitos à base de poliéster e amido com palha de milho. Dissertação (mestrado) – UERJ. Instituto de Química, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 103 f. 2013.

18 HAIK, Y.; SHAHIN, T. Engineering Design Process. 2nd ed. Stamford, USA: Cengage Learning, 2011. 280 p.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE

9º Seminário de Inovação e Tecnologia do IFSul
9th Innovation and Technology Seminar IFSul
10 a 13 de Novembro / November 10th to 13th, 2020
Sapucaia do Sul – RS – Brasil

inovtec
ISSN 2446-7618

GESTÃO DA MANUTENÇÃO: UMA APLICAÇÃO PRÁTICA

De Barba Jr., D. J.[1]
Bork. C.A.S. [2]
Silva, A. A. R.[3]

[1] *Doutor, Durval João De Barba Junior, IFSul, debarbajr@sapucaia.ifsul.edu.br.*
[2] *Doutor, Carlos Alberto Schuch Bork, IFSul, bork@sapucaia.ifsul.edu.br.*
[3] *Engenheiro, Álisson André Rosa da Silva, IFSul.*

Resumo
Os setores de manutenção nas empresas tem a função de disponibilizar máquinas e equipamentos para o setor produtivo. Entretanto, esses setores são normalmente conturbados e desorganizados, onde a gestão não encontra um ambiente adequado para ser melhor desenvolvida. A literatura sobre gestão de manutenção é imensa, sendo que muitos dos estudos realizados, acerca desse tema, estão distantes da realidade, não sendo aplicáveis no contexto das empresas. O presente trabalho consolida em um sistema único de gestão de manutenção as principais ferramentas de gestão utilizadas, verificando sua efetiva ação e sua contribuição para o alcance das metas empresariais. Durante o período de seis meses, foi analisado o impacto de todas as ferramentas utilizadas no setor de manutenção de uma empresa com o intuito de delimitar a área de atuação, sendo que somente um setor de produção alcançou a meta de disponibilidade de equipamento uma única vez nos 18 meses anteriores ao estudo. A análise, embora tenha sido realizada em um único processo produtivos, é aplicável a qualquer outro processo produtivo seriado, uma vez que tal sistema de gestão não considera os produtos produzidos, mas a forma em que é encadeada a produção e a interdependência entre os equipamentos produtivos.

Palavras-chave: Manutenção; Gestão da manutenção; Ferramentas de gestão.

MAINTENANCE MANAGEMENT: A PRACTICAL APPLICATION

Abstract
The maintenance sectors in companies have the function of making machines and equipment available to the productive sector. However, these sectors are usually troubled and disorganized, where management does not find an adequate environment to be better developed. The literature on maintenance management is immense, and many of the studies carried out on this topic are far from reality, and are not applicable in the context of companies. This work consolidates the main management tools used in a single maintenance management system, verifying their effective action and their contribution to the achievement of business goals. During the six-month period, the impact of all the tools used in the maintenance sector of a company was analyzed in order to define the area of operation, with only one production sector reaching the goal of equipment availability only once in the 18 months prior to the study. The analysis, although it was performed in a single production process, It´s applicable to any other serial production process, since such a management system does not consider the products produced, but the way in which production is linked and the interdependence between the equipment productive.

ISSN 2446-7618

Key words: Maintenance; Maintenance management; Management tools.

1 INTRODUÇÃO

Com a evolução no gerenciamento e acompanhamento dos resultados de produção nas empresas, item esse ligado diretamente à lucratividade das organizações, tornou-se necessário criar condições para que tais resultados pudessem ser alcançados de forma satisfatória. A disponibilidade de máquinas e equipamentos para o cumprimento das metas de produção é um fator preponderante nas empresas, tornando a manutenção um fator estratégico e de extrema relevância em uma organização. Tradicionalmente, as atividades de manutenção eram consideradas como um mal necessário por várias pessoas em diferentes empresas. Mais recentemente, esta atitude em relação à manutenção começou a mudar, sendo reconhecida como uma função estratégica(1).

Justifica-se o tema abordado nesse trabalho pelo contexto atual dos setores de manutenção, os quais, via de regra, são os mais conturbados e instáveis em qualquer empresa. Assim, quando não existem definições claras de funções, fluxos, ferramentas, metas, objetivos, entre outros, torna-se ainda mais complicada a tarefa de gerir um setor de manutenção de forma estável e organizada. A consequência desse contexto é um alto custo para a empresa, visto que as paradas para manutenção se tornam imprevisíveis, comprometendo significativamente a produção.

O conceito de manutenção e as expectativas que recaem sobre ela sofreram mudanças com o passar dos anos. Até a década de 50, a única obrigação da manutenção era o rápido conserto dos equipamentos, os quais funcionavam até o momento da quebra/falha. Entretanto, atualmente, a manutenção se tornou fundamental para qualquer empresa. O aumento da preocupação com a disponibilidade e vida útil dos equipamentos provocou a criação de diversas ferramentas que objetivam a eficiência e a eficácia da manutenção(2).

Sendo assim, o presente trabalho tem por objetivo definir um sistema ideal de gestão de manutenção para processos de fabricação e que consolide os principais e mais importantes métodos de análise e solução de problemas, sistemas de gestão e ferramentas da qualidade em um sistema de gestão que garanta a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos utilizados nesse processo produtivo, contribuindo para a sua estabilização e uma consequente redução de custos.

Para qualquer setor de manutenção, a principal ferramenta para o alcance dos resultados de disponibilidade de equipamento é o plano de manutenção. Basicamente, consiste em um conjunto de ações preventivas e de cronogramas para sua execução. Em outras palavras, um plano de manutenção é um calendário de ações preventivas, as quais contemplam também as ações preditivas. Um bom plano de manutenção representa a coleção de todas as ações que devem ser tomadas para evitar as falhas e garantir o bom funcionamento das máquinas e equipamentos. Quanto melhor for o conhecimento das necessidades de manutenção preventiva, melhor será o conteúdo do Plano(1).

A definição da **matriz de criticidade** é o primeiro passo para a elaboração do plano de manutenção. Todas as máquinas e equipamentos submetidos à manutenção são listados, de acordo com critérios preestabelecidos, como grau de utilização, custo de peças sobressalentes, indicadores de segurança, importância para o processo, entre outros, são definidos graus de criticidade para cada item.

ISSN 2446-7618

Com o resultado, se estabelece quais atividades serão alcançadas no plano de manutenção. A matriz de criticidade deve nortear a elaboração do plano de manutenção, devendo ser a base para qualquer decisão sobre a estratégia de manutenção a ser tomada[1].

O ciclo **PDCA** visa controlar e melhorar os processos e produtos de uma forma contínua, visto que atua como um processo que não possui intervalos nem interrupções. Dessa forma, tem por objetivo a melhoria contínua das etapas de um processo, por isso, ele se encontra vinculado aos fundamentos da filosofia Kaizen (cultura japonesa referente à melhoria contínua e um dos pilares da administração da qualidade[3].

As ferramentas da qualidade são técnicas que se pode utilizar com a finalidade de definir, mensurar, analisar e propor soluções para problemas que eventualmente são encontrados e interferem no bom desempenho dos processos de trabalho. As 7 ferramentas da qualidade (Estratificação, Histograma, Diagrama de Pareto, Folha de Verificação, Diagrama de Dispersão, Diagrama de Causa e Efeito (Diagrama de Ishikawa) e Carta de Controle) foram estruturadas, principalmente, a partir da década de 50, com base em conceitos e práticas existentes. Desde então, seu uso tem sido de grande valia para os sistemas de gestão, sendo um conjunto de ferramentas estatísticas de uso consagrado para melhoria de produtos, serviços e processos[3][4].

O **MASP** (Método de Análise e Solução de Problemas) é um processo de melhoria que apresenta 8 etapas, sendo que cada uma delas contribui para a identificação dos problemas e a elaboração de ações corretivas e preventivas para eliminá-los ou minimizá-los. Esse método auxilia na solução de problemas, fornecendo subsídios para analisá-los e priorizá-los, identificando situações que não foram bem definidas e exigem atenção. Estabelece rápido controle das situações e planeja o trabalho que será realizado, apresentando respostas que ajudam na priorização de problemas que exijam atenção, dividindo-o em partes para serem analisadas[5].

A **análise de falha** é uma atividade destinada a descobrir e eliminar a causa fundamental da mesma. É uma tarefa complexa que envolve várias etapas, agentes e metodologias, e tem objetivo preventivo, evitando que a falha analisada volte a ocorrer. O processo de análise de falha é vital no dia-a-dia da manutenção, pois com sua utilização é possível conhecer as causas raízes das falhas e defeitos, trabalhar para a condição de quebra zero e fornecer maior disponibilidade e confiabilidade dos ativos[6].

Um **plano de ação** é um tipo de estratégia que prioriza atividades a serem realizadas, de forma que estejam orientadas a cumprimento de metas e objetivos. O plano de ação define as ações a serem tomadas após coleta e análise de dados. Incide sobre ações que devem ser tomadas geralmente em curto prazo, descrevendo como colocar em prática as ações estratégicas, porém nada impede de ser projetado a médio e longo prazo também. O plano de ação é algo extremamente importante, tão fundamental que pode dar origem a um planejamento estratégico, ou basear-se neste, tanto para medidas de correção de problemas quanto para sua prevenção[2][6].

Uma **matriz G.U.T.** (Gravidade, Urgência e Tendência) prioriza problemas, sendo utilizada na elaboração de planos de ação. Assim, as atividades são ordenadas em relação ao resultado obtido na matriz. O quesito gravidade considera

ISSN 2446-7618

o impacto do problema sobre as pessoas, processos ou resultados, bem como os efeitos que surgirão em longo prazo caso não seja resolvido. Urgência relaciona o tempo disponível para resolver o problema. Tendência analisa o crescimento, redução ou desaparecimento do problema ao longo do tempo. A matriz foi elaborada adotando-se os critérios de pesos (1, 3 ou 5) a cada quesito. O resultado é obtido após realizar-se a multiplicação entre os valores atribuídos. Dessa forma, a pontuação máxima possível é 125, sendo essa a maior prioridade de resolução[4].

O **5W1H** é um tipo de lista de verificação utilizada para informar e assegurar o cumprimento de um conjunto de planos de ação, diagnosticar um problema e planejar soluções. Esta técnica consiste em equacionar o problema, descrevendo-o por escrito, da forma como acontece naquele momento particular: como afeta o processo, as pessoas, que situação desagradável o problema causa. O objetivo do 5W1H é dispor um cronograma de planejamento da execução dos trabalhos a serem efetuados visando o bloqueio das causas fundamentais de cada problema[2].

Os **Indicadores** são medidas ou dados numéricos estabelecidos sobre os processos a serem controlados, estando as metodologias de gestão cada vez mais baseadas na aplicação das melhores práticas e mensuração de sua aplicação de acordo com os indicadores[7]. São os indicadores de manutenção que dão uma clara ideia de quantificação e acompanhamento de processos, neutralizando a subjetividade e propiciando as correções necessárias[8]. O termo utilizado para os indicadores de desempenho da manutenção em uma fábrica é o KPI (*Key Performance Indicators*). Os KPIs podem mensurar diferentes desempenhos, abrangendo desde o tempo de parada das máquinas até o processo produtivo. A definição dos indicadores dependerá dos objetivos, da estratégia e do plano de ação adotado, mas algumas diretrizes podem ser adotadas para definir KPIs e metas[7][8][9].

Existem seis indicadores chamados de “Índices de Classe Mundial”, os quais são amplamente utilizados nos setores de manutenção[9].

O **Tempo Médio Entre Falhas** (**TMEF**) é o intervalo entre o fim de uma falha funcional e o início de outra. Esse indicador é expresso pela soma das horas disponíveis do(s) equipamento(s) para operação, dividida pelo número de intervenções corretivas (falhas) nesses itens. O tempo usado para determiná-lo pode ser uma medida de preferência da gerência como, por exemplo, quilômetros rodados. Sempre é utilizado para equipamentos reparáveis e não só as ações corretivas são computadas, mas também as preventivas com a finalidade de sanar uma falha potencial. O TMEF também equivale ao inverso da taxa de falhas, que é o número de falhas divido pelo intervalo de tempo considerado[10][11].

O **Tempo Médio Para Reparo** (**TMPR**) expressa a média do tempo necessário para a equipe de manutenção colocar um item em estado de funcionamento, cessando com a falha. É dado pela média aritmética dos tempos de reparo de um sistema ou pela divisão do tempo de indisponibilidade do equipamento, destinado a manutenção, pelo número de intervenções corretivas no período. Está totalmente ligado com a disponibilidade de recursos e capacidade técnica da manutenção[10][11].

O **Tempo Médio Para Falhar** (**TMPF**) é utilizado para itens não reparáveis, ou seja, substituídos após a falha, é expresso pela média do tempo desde que o equipamento foi colocado para funcionar até a perda de função. Máquinas com um alto valor de manutenção e um baixo custo de aquisição são os principais alvos

ISSN 2446-7618

desse indicador[10][11].

No cálculo da **Disponibilidade** não são levadas em conta as paradas programadas, e sim, corretivas e preventivas fora do programa de manutenção. O tempo total consiste no tempo cujo desempenho requerido da máquina aconteceria sem falha, porém como essa ocorreu, o tempo gasto para saná-la é justamente o tempo de manutenção[10].

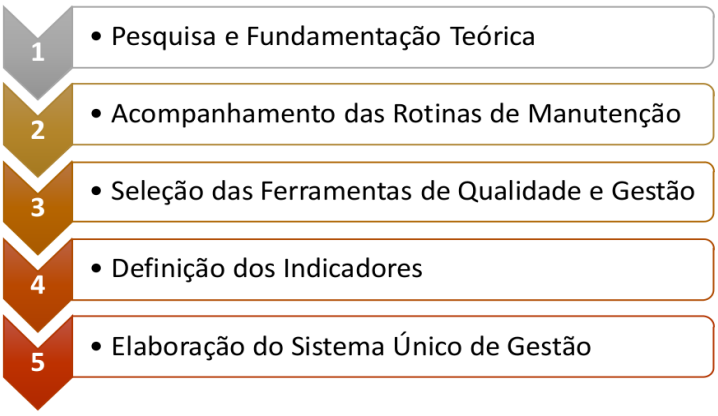
O cálculo do **Custo de Manutenção Por Faturamento** (**CMPF**) é proveniente da divisão entre os custos totais com manutenção (diretos e indiretos) e o arrecadamento da planta no intervalo de tempo estudado. Os resultados obtidos com os índices de caráter financeiro visam a identificação de onde está sendo aplicado o capital. O estudo dos indicadores ligados ao faturamento, de acordo com a política global, deveria conter os seguintes itens: despesas com salários, benefícios e treinamento do trabalhador, custo com os materiais de reposição, gastos com água e luz; contratos de terceiros, custos com investimentos no equipamento e em ferramentas e despesas com a perda de produção e com os desperdícios de materiais[10].

O **Custo de Manutenção pelo Valor de Reposição** (**CMVR**) é utilizado para equipamentos vitais no processo produtivo, com a finalidade de saber a relação entre o dinheiro investido na sua manutenção com o custo de um aparelho novo. Se fosse implantado em todos os aparatos de uma fábrica ocasionaria uma despesa desnecessária, por isso é recomendável aplicá-lo em aparelhos importantes e dispendiosos. O valor aceitável deve ser menor que 6%, porém dependendo da importância e do retorno do elemento estudado, essa porcentagem pode variar para mais[10].

Definidas as ferramentas de gestão de manutenção que podem ser utilizadas, o presente trabalho tem por objetivo definir um sistema aplicável de gestão de manutenção para processos de fundição sob pressão, o qual consolide os principais e mais importantes métodos de análise e solução de problemas, sistemas de gestão e ferramentas da qualidade em um único sistema de gestão que garanta a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos utilizados nesse processo produtivo, contribuindo para a sua estabilização e uma consequente redução de custos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A realização do presente estudo se deu em cinco etapas, as quais estão evidenciadas na Figura 1.



ISSN 2446-7618

Figura 1: Etapas da metodologia utilizada no estudo.

A primeira etapa foi realizada por meio de leitura exploratória (leitura rápida que visa verificar se a obra é relevante para o estudo) e leitura seletiva (leitura aprofundada nos assuntos delimitados pelo tema), bem como o registro escrito necessário para o estudo.

A segunda etapa do estudo teve início com um acompanhamento das rotinas da manutenção por um período de 6 meses, possibilitando analisar a gestão e o fluxo de trabalho do respectivo setor em uma determinada empresa. O acompanhamento de tais rotinas se deu da seguinte forma: participação em reuniões do setor, acompanhando os resultados e as definições estabelecidas, execução das atividades de planejamento e controle de manutenção, acompanhamento das análises de falhas realizadas pela equipe de analistas e acompanhamento das manutenções realizadas pelos técnicos.

Ainda durante a realização da segunda etapa, foi iniciada a terceira parte do estudo: a definição de quais ferramentas utilizadas eram realmente necessárias para o pleno desempenho das atividades do setor. Com base na fundamentação teórica e nos dados coletados durante o acompanhamento das rotinas da manutenção, as diversas ferramentas, até então utilizadas, foram revisadas, identificando sua real eficácia. Adicionando, excluindo ou modificando algumas ferramentas de qualidade e/ou gestão, os resultados obtidos foram analisados e interpretados de forma que apenas as efetivamente capazes de obter resultados satisfatórios fossem utilizadas.

Após a definição de ferramentas de qualidade e gestão necessárias, iniciou-se a quarta etapa que estabeleceu quais os indicadores fundamentais para a estabilidade e alcance de resultados. Analisando os indicadores de desempenho previamente estabelecidos pela diretoria da empresa, as ferramentas definidas na etapa anterior e sustentada pela fundamentação teórica, a quarta etapa definiu os indicadores que, acompanhados e traçados como metas, viabilizariam o alcance dos objetivos da manutenção.

A quinta e última etapa consolidou todas as anteriores, atingindo o objetivo de estabelecer um modelo de sistema de gestão de manutenção. Esse método é aplicável a qualquer organização que possua processo produtivo seriado, tornando-o um método aplicável para a estabilidade e alcance dos resultados dos setores de manutenção dessas empresas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo ocorreu em um determinado setor de produção, que trabalha por células, e a manutenção, específica para este setor, era formada por uma equipe composta por um supervisor, um analista mecânico, um analista eletrônico, um planejador de manutenção, nove técnicos mecânicos e oito técnicos eletrônicos.

Neste setor de produção, o setor de manutenção trabalha com dois indicadores principais: Indisponibilidade de Manutenção (o qual tem a meta máxima de 6%, sendo que, mensalmente, cada célula tem planejada oito horas em manutenção preventiva) e Custo Total de Manutenção (o qual tem a meta máxima mensal de 220 k pontos).

Desta forma, existe um acompanhamento de diversos indicadores, como número de notas de manutenção, total de horas extras dos técnicos, número de acidentes, entre outros, mas, perante a diretoria da empresa, os dois indicadores citados inicialmente são os considerados para avaliação do desempenho do setor de

ISSN 2446-7618

manutenção.

O setor de produção, escolhido para o estudo, apresentava os piores resultados de Indisponibilidade de Manutenção e o maior Custo Total de Manutenção.

3.1 Elaboração da matriz de criticidade

Até o presente estudo, não existia matriz de criticidade no respectivo setor de manutenção. Todo o plano de manutenção era definido aleatoriamente, sem que critérios definidos fossem aplicados de modo a otimizar os esforços da manutenção. Desta forma, a Tabela 1 traz a matriz de criticidade elaborada e aprovada pela empresa.

Tabela 1: Matriz de criticidade desenvolvida.

IMPACTO	PESO	Alta 5 pontos	Média 3 pontos	Baixa 1 ponto	TOTAL
Produção	**15**	*Afeta a produção mensal de forma irrecuperável*	*Afeta a produção mensal de forma recuperável*	*Não afeta a produção mensal*	*Peso X Pontuação Atribuída*
Qualidade	**10**	*Afeta a qualidade final do produto*	*Exige retrabalho*	*Não afeta a qualidade final do produto*	*Peso X Pontuação Atribuída*
Segurança	**20**	*Alto risco à saúde; fora da legislação*	*Risco de lesões leves*	*Não oferece risco à saúde*	*Peso X Pontuação Atribuída*
Alternativas de produção	**10**	*Existe equipamento by-pass*	*Existe equipamento reserva*	*Não existe equipamento similar*	*Peso X Pontuação Atribuída*
Meio ambiente	**10**	*Alto risco ao meio ambiente; fora da legislação*	*Perturbação ecológica de baixa duração*	*Não oferece risco ao meio ambiente*	*Peso X Pontuação Atribuída*
Custos	**5**	*Manutenção compromete mais de 20% da meta de custos mensal*	*Manutenção compromete meta de custos mensal entre 5 e 20%*	*Manutenção compromete menos de 5% da meta de custos mensal*	*Peso X Pontuação Atribuída*

As criticidades são classificadas em A, B, C e D, de acordo com a soma das pontuações obtidas, da seguinte forma: Criticidade A (pontuação maior ou igual à 250 pontos), Criticidade B (pontuação maior ou igual à 190 pontos e menor que 250 pontos), Criticidade C (pontuação maior ou igual à 130 pontos e menor que 190 pontos) e Criticidade D (pontuação menor que 90 pontos).

3.2 Construção do Plano de Manutenção

A partir do estabelecimento da matriz de criticidade, foram definidas estratégias de manutenção a serem aplicadas em função dos resultados obtidos na matriz. A Tabela 2 descreve todas as ações de manutenção possíveis no contexto da empresa e indica quais foram aplicadas a cada tipo de criticidade.

ISSN 2446-7618

Tabela 2: Estratégia do plano de manutenção em função das criticidades.

	Manutenção Preventiva	Manutenção Preditiva	Manutenção Autônoma	Manutenção Corretiva
Criticidade A	X	X	X	X
Criticidade B		X	X	X
Criticidade C			X	X
Criticidade D				X

3.3 Treinamento em inspeção

Uma situação que contemplava oito horas de manutenção preventiva ao mês para cada célula, culminava em uma imensa dificuldade de inspeção dos equipamentos, deixando que anomalias relativamente simples de serem resolvidas se transformassem em falhas de alto impacto produtivo, resultando em paradas inesperadas e um consequente aumento de custos.

Sabendo que no setor de produção, determinado para este trabalho, existia um alto nível de conhecimento técnico dos operadores de produção, buscou-se um treinamento em inspeção básica para trazer a esses operadores, além da obrigação de conservar e limpar os equipamentos, originária do programa de 7S já amplamente aplicado, a responsabilidade de inspeções periódicas, tornando-os uma fonte de obtenção de informação. Desta forma, incutiu-se nos operadores de produção, a responsabilidade de informar ao setor de manutenção sobre as anomalias existentes nos equipamentos, aumentando o tempo hábil entre a identificação das falhas potenciais e sua respectiva resolução antes que gerassem uma parada no equipamento.

Com a inserção desse treinamento, os operadores passaram a inspecionar os equipamentos por meio de um *cheklist* construído com a ajuda deles. Com isso, durante o período de análise, verificou-se uma média de 56,16 (desvio padrão: 13,67) notas de manutenção abertas semanalmente.

3.4 Indicadores

Indisponibilidade de Manutenção e Custo Total de Manutenção eram os indicadores de desempenho adotados pela empresa e sobre os quais o setor de manutenção era cobrado, portanto, mantiveram-se inalterados. Entretanto, os indicadores internos do setor, que auxiliam o funcionamento da manutenção e que até então eram utilizados, foram reavaliados, assim como a inserção de novos indicadores se fez necessária.

A seguir, tem-se uma listagem, pós reformulação, dos indicadores, descrevendo também sua justificativa de existência.

Indisponibilidade de Manutenção: indicador que representa o objetivo principal da Manutenção: a disponibilidade dos equipamentos, sendo a meta máxima, desse indicador, 6%.

ISSN 2446-7618

Custo Total de Manutenção: indica o custo com materiais e serviços terceirizados utilizados pela manutenção, sendo 220 k pontos mensal.

Número de Acidentes com Afastamento: indicador de segurança que impacta na mão de obra disponível para as manutenções. Quanto maior for esse número, menos horas-homem estarão disponíveis. A meta para esse indicador era zero, porém, considerava-se como um todo, não existindo, até então, uma meta exclusiva para Manutenção.

Horas de Manutenção Preventiva: indicador que demonstra o cumprimento do calendário de manutenção preventiva. Quanto maior for esse número, maior será a Indisponibilidade de Manutenção; entretanto, quanto menor for esse número, mais vulnerável a falhas o equipamento estará. A meta para esse indicador era de oito horas mensais por célula, totalizando 120 horas mensais de manutenção preventiva.

% de Cumprimento do Plano Preventivo: indicador que retrata a execução do plano preventivo. Quanto mais próximo da meta de 100%, mais confiável o equipamento estará. Além disso, pode-se realizar sua leitura concomitantemente com o indicador de Horas de Manutenção Preventiva, verificando assim se a mão de obra disponível para manutenção preventiva é suficiente.

TMEF: evidencia a confiabilidade dos equipamentos, indicando quanto tempo os equipamentos funcionam sem a ocorrência de falhas. Quanto maior esse valor, mais confiáveis estão os equipamentos. Esse indicador não era controlado, sendo assim, a inexistência de histórico impossibilitou a fixação de meta.

TMPR: indica a eficácia das manutenções, retratando qual o tempo médio para que uma manutenção seja realizada. Assim como o TMEF, não era controlado, impossibilitando a fixação de meta devido à ausência de histórico.

Número de Notas de Manutenção Abertas: esse indicador evidencia o funcionamento do treinamento em inspeções dos operadores e a ocorrência de falhas potenciais nos equipamentos. Não existe uma meta para esse indicador, sendo apenas um valor informativo de status da carteira de notas de manutenção.

Número de Notas de Manutenção Encerradas: balizado em função do indicador de Número de Notas de Manutenção Abertas, esse indicador verifica se o fluxo de notas de manutenção que entra é suficientemente executado, evitando-se um acumulo da carteira de notas de manutenção.

Horas Extras (Técnicos): quanto maior esse indicador, maior será o custo com mão de obra. Além disso, quando os valores são constantemente superiores à meta fixada de 50 horas mensais, evidencia-se a necessidade de uma revisão do número de técnicos, pois pode-se tratar de uma situação onde a mão de obra está subdimensionada.

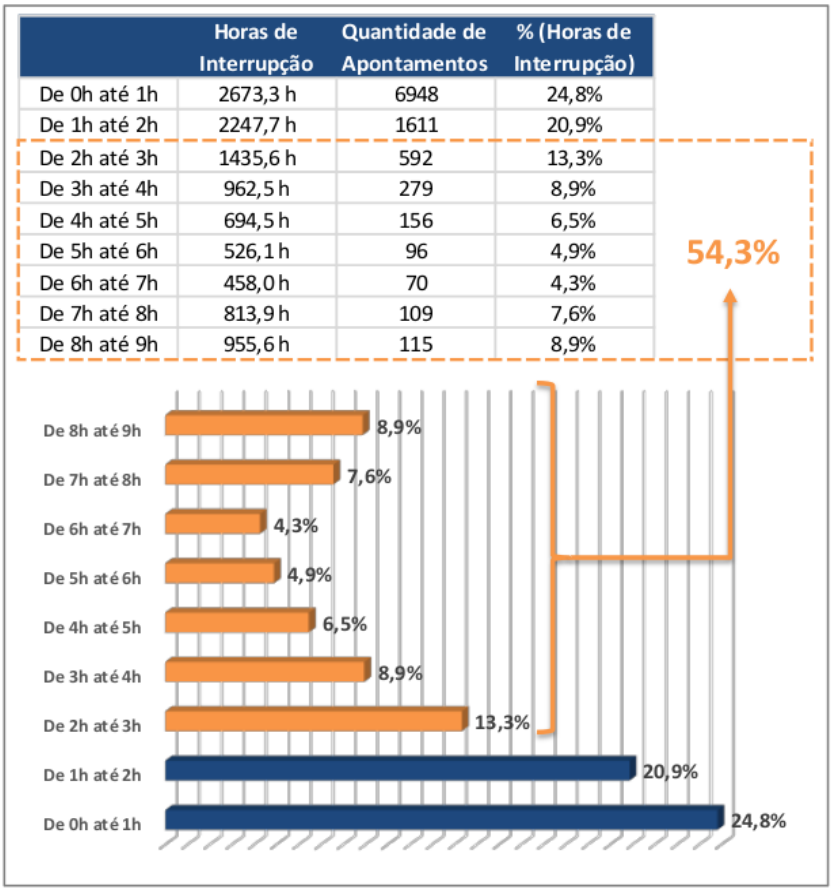
3.5 Sistemática para análise de falhas

É impossível realizar uma análise de falha de qualidade em todas as interrupções por manutenção. A equipe de analistas é enxuta, não existindo tempo suficiente para uma análise efetiva em 100% das falhas. Para que as análises sejam efetivas e os resultados sejam alcançados, é necessário um critério de escolha que defina quais as falhas necessitam ser analisadas, e não simplesmente uma escolha aleatória. O Setor de Produção escolhido dispõe de um sistema informatizado que subdivide as paradas de manutenção em 5 classes: manutenção mecânica; manutenção eletrônica; aguardando manutenção; falta de água, luz ou ar comprimido e manutenção preventiva.

ISSN 2446-7618

Como as manutenções preventivas são paradas planejadas, não existe a necessidade de análise de falha, uma vez que a causa dessa interrupção é conhecida: o planejamento. Em relação aos outros quatro tipos de paradas, o tempo máximo de interrupção de cada uma delas é 8,44 horas, que é o tempo de um turno de trabalho.

Sendo assim, com o intuito de definir um gatilho para criar a exigibilidade de uma análise de falhas, foram divididas em intervalos de uma hora todas as paradas dos 18 meses anteriores ao estudo. No mesmo período, a Indisponibilidade de Manutenção acumulada foi de 8,7%, sendo necessária uma redução de 2,7 p.p. (45%) do respectivo indicador. Paralelamente, verificou-se que 24,8% do tempo total de interrupções por manutenção são em pequenas paradas, o que torna impossível efetuar análises de falhas em uma quantidade tão grande de paradas inferiores a uma hora. Assim, conforme explicitado na Figura 2, tem-se que, se forem analisadas paradas de manutenção acima de duas horas, ocorrerá, teoricamente, uma redução de 54% no indicador de Indisponibilidade de Manutenção, o que faria a meta ser atingida.



	Horas de Interrupção	Quantidade de Apontamentos	% (Horas de Interrupção)
De 0h até 1h	2673,3 h	6948	24,8%
De 1h até 2h	2247,7 h	1611	20,9%
De 2h até 3h	1435,6 h	592	13,3%
De 3h até 4h	962,5 h	279	8,9%
De 4h até 5h	694,5 h	156	6,5%
De 5h até 6h	526,1 h	96	4,9%
De 6h até 7h	458,0 h	70	4,3%
De 7h até 8h	813,9 h	109	7,6%
De 8h até 9h	955,6 h	115	8,9%

Figura 2: Análise do histórico de apontamentos de paradas de manutenção.

Assim, se no período analisado fosse adotado esse critério para exigibilidade de análises de falhas, existiria, teoricamente, uma redução de 54,3% do indicador de Indisponibilidade de Manutenção, passando de 8,7% para 4,0%. Ao total, 1.417 analises de falhas teriam sido realizadas, onde cada analista do Setor de Produção realizaria, em média, 1,3 análises de falhas por dia.

Portanto, todas as paradas por manutenção, exceto as oriundas de manutenção preventiva, acima de duas horas, passaram a ser analisadas. Além

ISSN 2446-7618

disso, o fato de o gatilho para exigibilidade de análise ter sido feito por um viés matemático, permite-se um ajuste dos valores de acordo com a variabilidade do histórico de apontamentos das paradas de manutenção, adaptando tais gatilhos de acordo com o contexto momentâneo.

3.6 Análise de falha

Uma análise de falha efetiva verifica as causas raízes que originaram a parada do equipamento. Para isso, é imprescindível que tal análise siga um roteiro de ações que orientem o analista durante o processo. Assim foi desenvolvido um modelo de análise de falha adequado à realidade do Setor de Produção, que induz o analista a efetuar da melhor maneira possível uma análise de qualidade e eficiente.

O roteiro para análise de falha (Figura 3) integrou as ferramentas Ciclo PDCA, MASP, Diagrama de Ishikawa, Plano de Ação 5W1H e Matriz GUT. Dividido em oito etapas, conforme a metodologia MASP, e ordenadas de forma a formar um Ciclo PDCA. Inicia-se pela identificação e observação do problema, bem como a definição do responsável e a equipe destinada a integrar a análise. A terceira etapa, a qual é referente à análise do problema, é realizada seguindo um Diagrama de Ishikawa. O Plano de Ação 5W1H foi adaptado, uma vez que não era necessário ter tantas informações no referido plano, entretanto, teve inserida a Matriz GUT, de forma a priorizar as ações levantadas.

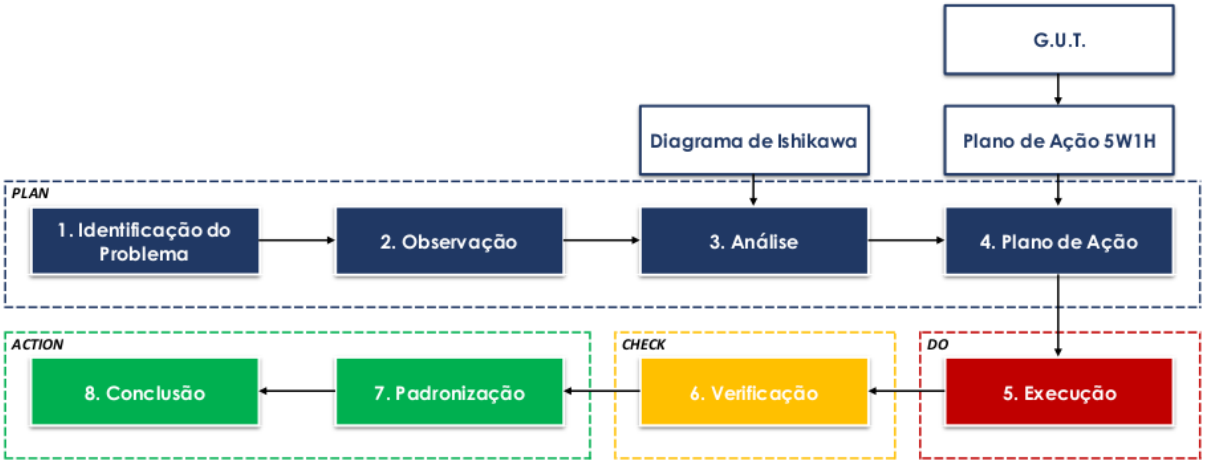


Figura 3: Roteiro para análise de falha.

Para uma efetiva análise, é necessário um acompanhamento das ações realizadas, verificando a reincidência da respectiva falha. Com o objetivo de atender essa premissa, o roteiro da análise de falha só é encerrado após 30 dias, caso não seja verificada a reincidência da respectiva falha. Verificando-se nova ocorrência, o Ciclo PDCA retorna a etapa de planejamento, mantendo-se esse fluxo até que não ocorra mais a respectiva falha, quando então será formalmente encerrada a análise de falha.

3.7 Análise dos Resultados

A principal forma de comprovar a efetividade do sistema de manutenção proposto no trabalho é a análise de indicadores, os quais são definidos como medidas ou dados numéricos estabelecidos sobre os processos a serem controlados, estando as metodologias de gestão cada vez mais baseadas na aplicação das melhores práticas e mensuração de sua aplicação de acordo com os indicadores[7].

Ainda sobre a definição de indicadores, eles dão uma clara ideia de

ISSN 2446-7618

quantificação e acompanhamento de processos, neutralizando a subjetividade e propiciando as correções necessárias. Dessa forma, indicadores são a base para a tomada de decisões, pois eles são dados concretos que revelam o que realmente está ocorrendo em determinado processo(8).

No mesmo sentido, a disponibilidade é a capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, mantenabilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados(11).

Sustentado nas definições citadas e no fato de a empresa em que se deu o estudo ter como um dos indicadores de desempenho a Indisponibilidade de Manutenção, a Figura 4 retrata o comportamento de tal indicador durante os seis meses do estudo e nos 18 meses anteriores ao citado período, onde ocorreu uma redução de 2,9 p.p. (8,7% para 5,8%) entre as médias dos dois períodos, sendo que, durante o estudo, a média da Indisponibilidade de Manutenção atingiu a meta estabelecida de 6%.

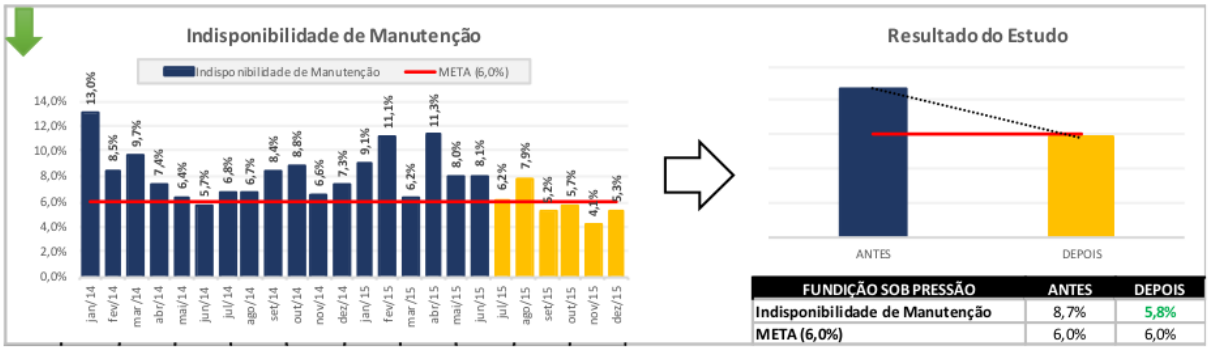


Figura 4: Resultado do indicador de Indisponibilidade de Manutenção.

O indicador de Custo Total de Manutenção também comprova a eficiência do sistema de gestão proposto. A Figura 5 demonstra os valores obtidos nos períodos analisados, apresentando uma redução do custo médio de 84,6 k pontos (310,8 para 226,2 k pontos). Considerando o valor mensal de 220 k pontos como meta máxima, nota-se que a média durante o estudo excedeu esse valor. Entretanto, é evidente uma tendência clara de redução, conforme a consolidação do sistema de gestão ao longo do tempo.

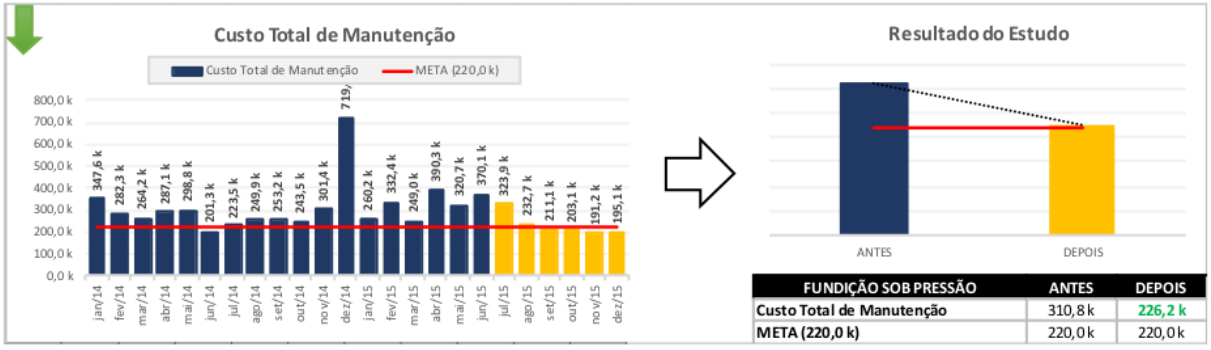


Figura 5: Resultado do indicador de Custo Total de Manutenção.

Os indicadores de Indisponibilidade de Manutenção e Custo Total de Manutenção são os dois indicadores de desempenho considerados pela empresa. Além deles, o sistema de gestão proposto elenca mais oito indicadores de controle, os quais auxiliam na gestão. Entretanto, é preciso ter atenção àqueles indicadores

ISSN 2446-7618

que realmente agregam valor, pois a definição dos indicadores dependerá dos objetivos, da estratégia e do plano de ação adotado. Dessa forma, tais indicadores não são parâmetros que possam balizar o sucesso ou insucesso do sistema de gestão, mas são importantes para o controle do funcionamento do setor[1][8][10].

4 CONCLUSÃO

O Sistema de Gestão de Manutenção desenvolvido para a empresa apresentou resultados altamente satisfatórios durante o período de estudo. A análise dos indicadores evidencia a viabilidade do sistema de gestão proposto e comprova sua eficiência, mostrando uma melhora significativa nos indicadores de desempenho da Manutenção.

Isto pode ser observado pela média da Indisponibilidade de Manutenção que, após a implantação da metodologia, atingiu a meta estabelecida de 6% (o que não ocorria antes) e o indicador de Custo Total de Manutenção apresentou uma redução do custo médio de 84,6 k pontos (310,8 para 226,2 k pontos).

De acordo com as características do processo produtivo escolhido para o estudo, conclui-se também que o modelo apresentado de sistema de gestão satisfaz às necessidades de um processo produtivo seriado, podendo ser aplicado independentemente do segmento, haja vista que o fator preponderante no referido sistema é a forma em que se dá o processo produtivo.

REFERÊNCIAS

1 XENOS, Harilaus Georgius d'Philippos. Gerenciando a Manutenção Produtiva. INDG Tecnologia e Serviços Ltda. Nova Lima, 2004.

2 MISHAWAKA, Victor. Manutenção – Combate aos Custos da Não-Eficácia – A Vez do Brasil. Makron Books do Brasil. São Paulo, 1993.

3 AGUIAR, S. Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma. Editora Desenvolvimento Gerencial. Belo Horizonte, 2002.

4 CÉSAR, Francisco Ignácio Giocondo. Ferramentas Básicas da Qualidade. Biblioteca 24 Horas. São Paulo, 2011.

5 CAMPOS, Vicente Falconi. TQC – Controle da Qualidade Total (No Estilo Japonês). INDG Tecnologia e Serviços Ltda. Nova Lima, 2004.

6 BRAIDOTTI JÚNIOR, José Wagner. A Falha Não é uma Opção. Ciência Moderna. Rio de Janeiro, 2013.

7 PINTO, Alan Kardec. Gestão Estratégica e Confiabilidade. Qualitymark: ABRAMAN. Rio de Janeiro, 2002.

8 VIANA, Hebert Ricardo Garcia. PCM (Planejamento e Controle da Manutenção). Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

9 BRANCO FILHO, Gil. Dicionário de Termos de Manutenção e Confiabilidade – 2a edição. Ciência Moderna. Rio de Janeiro, 2000.

10 PINTO, Alan Kardec. Manutenção: Função Estratégica. Qualitymark. Rio de Janeiro, 2001.

11 Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 5462 - Confiabilidade e Mantenabilidade. Rio de Janeiro, 1994.

ISSN 2446-7618

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE

9º Seminário de Inovação e Tecnologia do IFSul
9th Innovation and Technology Seminar IFSul
10 a 13 de Novembro / November 10th to 13th, 2020
Sapucaia do Sul – RS – Brasil

inovtec
ISSN 2446-7618

SELEÇÃO DE INDICADORES DE MANUTENÇÃO PARA UMA EMPRESA DE TRANSPORTE E MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS

De Barba Jr., D. J.[1]
Bork. C.A.S. [2]
Moura, R.L.[3]

[1] *Doutor, Durval João De Barba Junior, IFSul, debarbajr@sapucaia.ifsul.edu.br.*
[2] *Doutor, Carlos Alberto Schuch Bork, IFSul, bork@sapucaia.ifsul.edu.br.*
[3] *Engenheiro, Renan Leão Moura, IFSul.*

Resumo
O presente trabalho tem por objetivo definir os indicadores de desempenho mais relevantes para gestão do setor de manutenção de uma empresa de movimentação e transporte de cargas. Para atingir este objetivo foi realizada uma revisão de literatura sobre indicadores utilizados na gestão de áreas de manutenção. Essa pesquisa inicial apontou seis indicadores como sendo os mais apropriados, sendo eles: custo por horas trabalhadas, disponibilidade de frota, Tempo Médio Entre Falhas (MTBF), Tempo Médio Para Reparo (MTTR), taxa de falha e taxa de reparo. Esses indicadores são recorrentes na bibliografia consultada. Após a seleção, foram coletados os dados necessários para sua aplicação. Os resultados mostraram que a implementação desses indicadores é fator fundamental para a avaliação do desempenho do setor de manutenção da empresa escolhida e ferramenta para tomada de decisões assertivas.

Palavras-chave: Manutenção; Indicadores de desempenho; Movimentação e transporte de cargas.

SELECTION OF MAINTENANCE INDICATORS FOR A CARGO TRANSPORT AND HANDLING COMPANY

Abstract
This work aims to define the most relevant performance indicators for managing the maintenance sector of a cargo handling and transportation company. To achieve this objective, a literature review was carried out on indicators used in the management of maintenance areas. This initial survey identified six indicators as being the most appropriate, namely: cost per hour worked, fleet availability, Average Time Between Failures (MTBF), Average Time To Repair (MTTR), failure rate and repair rate. These indicators are recurrent in the bibliography consulted. After the selection, the necessary data for its application were collected. The results showed that the implementation of these indicators is a fundamental factor for evaluating the performance of the maintenance sector of the chosen company and a tool for making correct decisions.

Key words: Maintenance; Performance indicators; Cargo handling and transportation.

1 INTRODUÇÃO

ISSN 2446-7618

O controle das operações produtivas é imprescindível para que as organizações façam frente às suas demandas de mercado(1). A receita da indústria e das empresas do ramo da manutenção é oriunda da produtividade dos equipamentos e qualquer perda produtiva prejudica, diretamente, os seus resultados. As frequentes mudanças ocorridas na economia têm levado as empresas a procurarem diferenciadores em seus processos produtivos. Não basta somente produzir a um menor custo, deve-se agregar ao produto qualidade, preço e prazo de entrega(2). Por isso, o negócio exige cada vez mais máquinas e equipamentos de baixo custo, com qualidade e que executem tarefas, cada vez mais complexas, em menor tempo, com segurança e máxima disponibilidade. As atividades de manutenção eram tradicionalmente consideradas um mal necessário e mais recentemente passaram a ser reconhecidas como uma função estratégica dentro das organizações. Essa mudança de conceito provém da necessidade cada vez maior de potencializar os recursos(3).

Por todas essas razões, percebe-se que o mau desempenho do setor de manutenção tem forte impacto na organização. Esse fato é agravado quando os fluxos, metas, ferramentas e procedimentos não são definidos de forma clara. A tarefa de gerir um sistema de manutenção é complexa e tem como meta permitir que a empresa opere em seu estado ótimo, tanto em termos de equipamentos quanto em termos de pessoas(4). Em razão disso, torna-se fundamental a definição de indicadores capazes de mensurar o desempenho do setor de manutenção, pois não é possível gerenciar algo que não se pode medir. É indispensável conhecer o desempenho da companhia, para que metas possam ser traçadas visando evolução nos resultados.

O presente trabalho visa propor indicadores de desempenho para o setor de manutenção de uma empresa frotista específica. Trata-se de um estudo de caso, no qual será definido um padrão para coleta dos dados e montagem desses indicadores. A pesquisa se justifica não apenas pela já citada necessidade imposta pelo mercado de otimizar recursos, mas também porque atualmente a única forma usada pela empresa para mensurar o desempenho da equipe de manutenção é o indicador da disponibilidade de frota. Fazer uso de um único indicador limita a capacidade de evolução da instituição, visto que resultados incompletos impossibilitam o estabelecimento de metas para melhoria dos processos.

Para controlar um processo é preciso ter domínio sobre as suas causas garantindo, assim, a satisfação das pessoas por intermédio de resultados previsíveis e, ao mesmo tempo, a competitividade da organização por meio das melhorias dos resultados(4). Lemos(5) afirma que todo monitoramento e avaliação é baseado em indicadores que auxiliam nas tomadas de decisão, o que permite um melhor desempenho, a formulação de um orçamento mais racional e uma prestação de contas mais clara e objetiva.

Diante disso, os indicadores de manutenção são utilizados para comparar uma situação atual com uma situação anterior, servindo como parâmetro para medir o desempenho em função das metas e padrões estabelecidos(4). Entretanto, é preciso estar sempre atento para avaliar somente aquilo que agrega valor, desprezando o levantamento de dados quando esse é indiferente às necessidades da empresa(6).

Os trabalhos de Cysneiros(7), Basques(8) e Pinto(9) apresentam semelhança

ISSN 2446-7618

quanto à seleção e implementação de indicadores para a gestão de manutenção em empresas frotistas e servem como sustentação para uma definição coerente de quais indicadores de desempenho poderiam ser utilizados neste trabalho.

1.1 1º Estudo de caso: Proposta de indicadores de desempenho para gestão da manutenção em uma empresa metroviária(7)

O trabalho tinha por objetivo principal propor um conjunto de indicadores de desempenho para gestão da manutenção da METROREC (empresa metroviária de transporte de passageiros que atua na região metropolitana de Recife).

O autor fez a seleção dos indicadores com base em algumas recomendações: a) É fundamental que os indicadores realmente comuniquem a intenção dos objetivos; b) Os indicadores devem ser quantificáveis, confiáveis e medidos de maneira contínua; c) Sempre que possível devem ser usados indicadores que mostrem uma relação ou taxa, ao invés de uma grandeza absoluta; d) Deve ser considerada a facilidade de se obter dados comparáveis na escolha do indicador; e) Para selecionar os indicadores do nível estratégico deve-se "decodificar" a estratégia em objetivos para cada uma das perspectivas consideradas e, em seguida, identificar os indicadores; f) Os indicadores dos 2º e 3º níveis podem ser obtidos de cinco tipos de desdobramentos: (i) Desdobramento dos objetivos da organização; (ii) Desdobramento dos objetivos do cliente interno; (iii) Desdobramento de indicador consolidado; (iv) Desdobramento de tática de unidade de negócio; (v) Desdobramento de excelência funcional; g) Não é necessário definir indicadores de processos e indicadores de tendências para todos s setores e processos operacionais em todas as perspectivas. A estratégia da organização contempla todas as perspectivas e não as estratégias funcionais dos setores; h) É importante que exista um alinhamento entre os objetivos dos níveis hierárquicos, dentro de cada perspectiva. O alinhamento entre as perspectivas é mais crítico no nível estratégico(7).

Cysneiros(7) define os seguintes indicadores como sendo os ideais para a METROREC:

A) Os indicadores relacionados à perspectiva financeira (custos): (1) Custo relativo da Coordenadoria de Manutenção em Relação à Companhia; (2) Custo Por Quilômetros Rodados pelos Trens; (3) Custo Por Quilômetro de Via permanente; (4) Custo Por Passageiros Transportados; (5) Custo Relativo de Pessoal; (6) Custo Relativo de Serviços Contratados; (7) Custo Relativo de Material; e (8) Custo Relativo do Departamento em Relação à Coordenadoria.

B) Os indicadores relacionados à perspectiva "Processos Internos e Clientes": (1) Índices de Falhas Operacionais Atribuíveis à Manutenção; (2) Disponibilidade dos Trens no Horário de Pico; (3) Disponibilidade da Frota de Trens; (4) Disponibilidade de Via Permanente; (5) Disponibilidade de Rede Aérea; (6) Quilometragem Média Entre Falhas; (7) Tempo Médio Entre Falhas; (8) Tempo Médio de Liberação; (9) Falhas Pendentes; (10) *Backlog*; (11) Falhas Por Quilômetro de Rede Aérea; e (12) Passageiros por Falhas de Bloqueios.

C) O indicador relacionado à perspectiva "Responsabilidade Social": (1) Conformidade Ambiental.

D) Os indicadores relacionados à perspectiva "Aprendizado e Crescimento": (1) Índice de Clima Organizacional; (2) Número de Sugestões por Funcionário; (3)

ISSN 2446-7618

Índice de Absenteísmo; (4) Percentual de Sugestões Implementadas; (5) Percentual da Força de Trabalho que Necessita ser Reciclada; (6) Índice de Treinamento; (7) Percentual de Rotatividade de Pessoas Chaves (*Turn Over*); (8) Número Total de Empregados da Manutenção Por Milhão de Passageiros Transportados; (9) Número Total de Empregados do Departamento de Material Rodante por carro; (10) Número Total de Empregados do Departamento de Sistemas Fixos e Via Permanente por Quilômetro de Via Mantida; (11) Taxa de Frequência de Acidentes de Trabalho; e (12) Taxa de Gravidade de Acidentes de Trabalho.

O trabalho de Cysneiros[7] limita-se a definição dos indicadores ideais para a METROREC. A implementação propriamente dita não é apresentada. Os dados não são mostrados nem compilados, dessa forma não é possível comparar resultados de forma direta com o presente trabalho. Entretanto a metodologia usada para descrever cada indicador, bem como os critérios usados para definição dos indicadores ideais, foi de grande valia para o andamento deste trabalho.

1.2 2º Estudo de caso: Indicadores de desempenho em empresas de logística de movimentação de cargas e locação de equipamentos[8]

Trata-se de um trabalho que tinha como objetivo potencializar o desempenho de uma empresa de prestação de serviços do setor de logística por meio de um estudo a cerca da configuração dos indicadores. Comparando os indicadores atualmente adotados e propondo uma nova abordagem para estudos futuros[8].

O trabalho de Basques[8] versa sobre indicadores de desempenho para a empresa como um todo, não apenas para gestão da manutenção. No que diz respeito à manutenção propriamente dita, o autor discorre sobre os seguintes indicadores: (1) Tempo Médio Para o Reparo; (2) Tempo Médio Entre Falhas; (3) Níveis Hierárquicos da Manutenção; (4) Qualificação do Pessoal da Manutenção; (5) Turnover anual; (6) Custo Total da Manutenção pelo Faturamento Bruto; (7) Disponibilidade Operacional; (8) Taxa de Falha; (9) Taxa de Reparo; (10) Eficiência Global do Equipamento; (11) Custo da Manutenção Corretiva; (12) Número da Prioridade do Risco; (13) Dependabilidade; e (14) Tempo Médio de Manutenção por Ano.

Basques[8] limita-se a definição desses indicadores como sendo os ideais para o seu estudo de caso, porém não mostra os resultados da implementação desses indicadores. Ainda assim expõe detalhadamente um número considerável de indicadores de desempenho voltados para gestão da manutenção de empresas frotistas.

1.3 3º Estudo de caso: Indicadores de desempenho de frota de empresas agroindustriais canavieiras brasileiras[9]

O trabalho de Pinto[9] teve como objetivo principal propor indicadores de desempenho para empresas frotistas do ramo da agroindústria canavieira. Tais indicadores não se limitam apenas a gestão da manutenção, mas da frota como um todo, sobretudo com relação à produtividade.

No que diz respeito à manutenção, os indicadores propostos pelo autor foram os seguintes: (1) Disponibilidade da Frota; (2) Índice de Indisponibilidade da Frota; (3) Quilometragem Média Entre Falhas; (4) Tempo Médio Parado em Conserto Por Veículo; e (5) Ocorrência Mensal de Acidentes com veículos da empresa[9].

ISSN 2446-7618

Pinto(9) coletou dados de 67 agroindústrias canavieiras durante os anos de 1997 e 1998. A coleta de dados foi feita por meio de questionários enviados para cada unidade. O trabalho ainda apresenta resultados para os indicadores voltados para a produção, infelizmente os dados para montagem dos indicadores de desempenho da manutenção, se existiram, foram suprimidos pelo autor. Contudo o trabalho apresenta indicadores de manutenção que podem ser adaptados para o presente estudo de caso.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Um dos problemas enfrentados pela empresa em avaliação é a falta de indicadores capazes de medir o desempenho do setor de manutenção. Até a realização desse estudo, o único indicador utilizado era o da disponibilidade de frota. O uso de apenas este indicador é insuficiente para determinar o real desempenho da equipe de manutenção.

Como disse Branco(4), não se pode gerenciar algo que não se pode medir. Logo, a falta de parâmetros que analisem o desempenho da célula de manutenção por diferentes perspectivas impossibilita o estabelecimento de metas. Além disso, é inviável propor melhorias sem dados concretos que definam a situação atual.

Para execução deste trabalho foi realizada pesquisa bibliográfica sobre indicadores utilizados na gestão de áreas de manutenção. Posteriormente foi feita uma seleção entre os indicadores estudados. Essa seleção levou em consideração recomendações vistas em outros estudos de caso, a viabilidade de implementação na empresa e, principalmente, quais desses indicadores poderiam ser implantados sem que houvesse a necessidade da criação de novas ferramentas para coleta de dados. A partir disso, foram compilados dados retroativos de dois anos anteriores e montados os indicadores escolhidos.

A pesquisa inicial mostrou que a empresa de movimentação e transporte de carga escolhida utiliza como ferramenta de trabalho o software SAP. Os dados necessários para formar os indicadores foram retirados desse programa e também das ordens de serviço preenchidas pelos técnicos após os atendimentos. A compilação das informações coletadas serviram de parâmetro para montagem dos indicadores selecionados.

O primeiro passo para a definição dos indicadores necessários foi a realização de uma pesquisa bibliográfica. Essa pesquisa teve por objetivo aprofundar os conhecimentos sobre indicadores de desempenho aplicados em células de manutenção dos mais variados setores, sobretudo, em empresas frotistas de ônibus, trens, caminhões e afins.

Com base nesses dados foi feita uma seleção fundamentada, principalmente, na viabilidade de implementação. Também foi levada em consideração a relevância que cada resultado teria na rotina de trabalho da companhia.

Quando se fala em viabilidade de implementação, trata-se da possibilidade real de coleta de dados para montagem do indicador com as ferramentas já usadas pela empresa, ou seja, sem que exista a necessidade da criação de novos controles e/ou processos. Até mesmo porque, um dos intuitos do trabalho era montar um histórico com resultados dos últimos períodos. E isso só é possível com a compilação de dados já existentes.

A Tabela 1 foi criada para auxiliar no processo seletivo dos indicadores de

ISSN 2446-7618

manutenção que foi realizado por meio de uma análise comparativa. Sendo assim, chegou-se nos seguintes indicadores: Custo por hora trabalhada; Disponibilidade de frota; Tempo Médio Entre Falhas (MTBF); Tempo Médio Para Reparo (MTTR); Taxa de falha (λ); e Taxa de Reparo (μ).

Tabela 1: Seleção dos indicadores de manutenção.

Indicadores recomendados pela literatura	Foi visto em outros estudos de caso?	A implementação é viável neste estudo de caso?	Pode ser implementado sem a necessidade de novas ferramentas de controle/coleta de dados?
Tempo médio entre falhas (MTBF)	sim	sim	sim
Tempo médio para reparo (MTTR)	sim	sim	sim
Disponibilidade física de maquinário	sim	sim	sim
Custo de manutenção por faturamento (CMPF)	sim	não	não
Custo de manutenção pelo valor de reposição (CMVR)	sim	não	não
Índice de Retrabalho (IR)	sim	sim	não
Backlog	sim	sim	não
Custo por quilômetro rodado ou custo por hora trabalhada	sim	sim	sim
Custo relativo aos serviços contratados	sim	sim	não
Taxa de falha	sim	sim	sim
Taxa de reparo	sim	sim	sim

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados foram coletados de forma retroativa a partir de informações do software SAP. A seleção dos indicadores e a compilação dos dados foi feita com base na bibliografia estudada e levando em consideração a viabilidade de implementação na empresa.

3.1 Indicador Custo Por Hora Trabalhada

Cysneiros(7) cita o indicador Custo Por Quilômetro Rodado dos trens, assim, para que o resultado desse indicador fosse mais apropriado para ser implementado na empresa, foi alterado para Custo Por Hora Trabalhada.

A coleta de dados para montagem desse indicador geralmente é feita levando em consideração os custos totais de manutenção em um ano. Entraram no cálculo os custos com peças de reposição, materiais de consumo do setor de manutenção, mão de obra interna e serviços terceirizados. O combustível não foi incluído no cálculo por ser definido como um insumo da operação. A Tabela 2 mostra as médias desse indicador no período estudado.

Tabela 2: Médias do indicador Custo Por Hora Trabalhada.

Custo por hora trabalhada (R$/h)	
Média 1º semestre 2015	60,53
Média 2º semestre 2015	56,04
Média anual 2015	58,29
Média 1º semestre 2016	67,78

Devido à particularidade das atividades desempenhadas pela empresa, é

ISSN 2446-7618

impossível estabelecer um parâmetro universal para os resultados desse indicador. Isso deve ser feito pela gestão da manutenção de cada empresa por meio de um acompanhamento a longo prazo, criando, por exemplo, uma linha de tendência e estabelecendo metas para períodos futuros. A partir daí os pontos críticos podem ser percebidos e tratados.

Infelizmente, a empresa onde foi realizado esse estudo de caso, não permitiu acesso aos dados referentes ao faturamento mensal da empresa, o que impossibilitou a compilação do indicador Custo de Manutenção por Faturamento Bruto. Pelo fato desse indicador relacionar diretamente o faturamento bruto da empresa com o valor gasto na manutenção dos equipamentos, fica mais fácil estabelecer quais resultados podem ser considerados positivos ou negativos. Além disso, a ABRAMAN (Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos) disponibiliza periodicamente uma média para esse indicador, com base em uma pesquisa feita por amostragem em empresas de diversos ramos de atuação espalhadas por todo o país.

3.2 Indicador Disponibilidade de frota

Este indicador é comumente encontrado em bibliografias como Disponibilidade física de maquinário. Para este cálculo são levados em conta apenas as intervenções corretivas e preventivas fora do programa de manutenção, sendo descartadas todas as paradas programadas(11).

Este é o único indicador de desempenho do setor de manutenção que era utilizado pela empresa, sendo obtido pela divisão do período de tempo disponível do maquinário pelo período de tempo observado. Para o período de tempo observado levou-se em conta o número total de equipamentos, a carga horária diária e o total de dias úteis no período. A Figura 1 mostra os resultados do indicador Disponibilidade de frota para o ano de 2015 e o primeiro semestre de 2016.

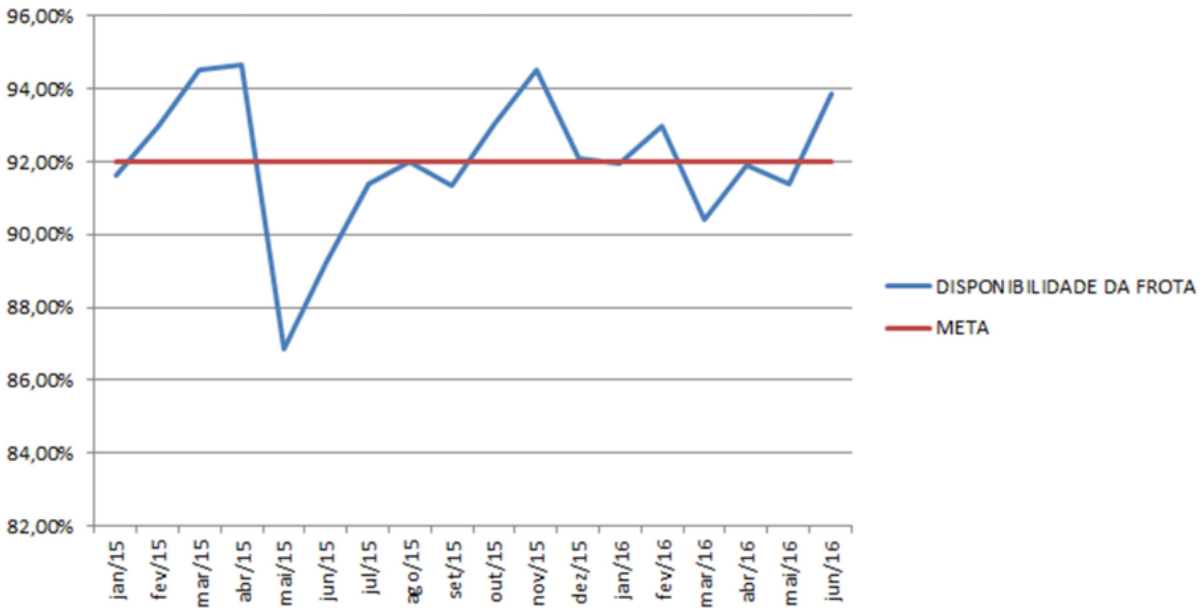


Figura 1: Gráfico meta da empresa X Disponibilidade de frota no período entre janeiro de 2015 e junho de 2016.

Tendo como base os dados expostos na Figura 1, pode-se concluir que os resultados do indicador Disponibilidade de frota estão abaixo do esperado, pois além de não atingir devidamente a meta de 92% estabelecida pela direção da empresa,

ISSN 2446-7618

também fica abaixo da média nacional apresentada em pesquisa pela ABRAMAN.

3.3 Indicador Tempo Médio Entre Falhas (MTBF)

O Tempo Médio Entre Falhas é um dos índices mais difundidos no mundo sendo citado em praticamente todas as bibliografias que tratam de indicadores de desempenho para manutenção. É calculado pela divisão do somatório dos tempos entre falhas no período considerado pelo total de ocorrências. A Tabela 3 Apresenta os resultados do indicador MTBF.

Tabela 3: Médias do indicador Tempo Médio Entre Falhas.

TEMPO MÉDIO ENTRE FALHAS (MTBF)	
Média 1º semestre 2015	240,89 horas
Média 2º semestre 2015	437,37 horas
Média anual 2015	339,13 horas
Média 1º semestre 2016	543,82 horas

O MTBF está relacionado ao conceito de confiabilidade e representa o intervalo entre o fim de uma falha funcional e o início de outra. O termo confiabilidade é definido pela ABNT(11) como a capacidade de um item desempenhar uma função requerida durante um dado intervalo de tempo. Logo, o MTBF funciona como um estimador da confiabilidade do sistema. A gestão da manutenção deve se empenhar para elevar o MTBF, pois ele é inversamente proporcional à quantidade de falhas. Sistemas com baixo MTBF necessitam de melhorias na política de manutenção, como, por exemplo, aumento da frequência de intervenções preventivas.

A definição dos valores aceitáveis para o MTBF deve ser feita pela coordenadoria de manutenção de cada empresa, a partir de análises dos resultados desse indicador à longo prazo.

3.4 indicador Tempo Médio Para Reparo (MTTR)

O Tempo Médio Para Reparo é outro índice largamente visto na literatura sobre indicadores de desempenho para manutenção. Cysneiros(7) aplica esse indicador em seu estudo de caso, porém usa a nomenclatura de Tempo Médio Para Liberação, sendo calculado pelo somatório das horas que os equipamentos ficaram parados para manutenção pelo total de ocorrências no mesmo período. A Tabela 5 mostra as médias semestrais e para o período estudado.

Tabela 4: Médias do indicador Tempo Médio Para Reparo.

TEMPO MÉDIO PARA REPARO (MTTR)	
Média 1º semestre 2015	19,32
Média 2º semestre 2015	36,09
Média anual 2015	27,70
Média 1º semestre 2016	46,46

O MTTR se refere ao tempo gasto para recuperar cada falha. Quanto menor for esse índice, melhor é o desempenho do setor de manutenção. Sistemas de manutenção com MTTR elevado necessitam de melhoria da capacitação e dos recursos da equipe de manutenção. À medida os resultados desse indicador são reduzidos, comumente ocorre uma redução no custo de horas extras.

ISSN 2446-7618

A partir do acompanhamento dos resultados do MTTR poderão ser estabelecidos os níveis aceitáveis desse indicador.

3.5. Indicador Taxa de Falha (λ)

Basques(8) define esse indicador como sendo o inverso do Tempo Médio Entre Falhas. A Tabela 5 apresenta as médias semestrais para esse indicador.

Tabela 5: Médias do indicador Taxa de Falha.

TAXA DE FALHA (λ)	
Média 1º semestre 2015	0,0049
Média 2º semestre 2015	0,0024
Média anual 2015	0,0036
Média 1º semestre 2016	0,0019

Como o inverso do MTBF resulta na taxa de falha, por isso as ações para melhoria desse indicador são as mesmas citadas para o MTBF.

Considerando os parâmetros de Fogliatto e Ribeiro(12), os resultados da Taxa de Falha para a empresa do presente estudo de caso se enquadram na escala 5 (0,0025), que tem a probabilidade de ocorrência definida como Falhas ocasionais.

3.6 Indicador Taxa de Reparo (μ)

Conforme Basques(8), esse indicador consiste no o número de reparos efetuados em um determinado período de tempo. Pode ser calculado pelo inverso do Tempo Médio Para o Reparo. A Tabela 6 mostra as médias semestrais para este indicador.

Tabela 6: Médias do indicador Taxa de Reparo.

TAXA DE REPARO (μ)	
Média 1º semestre 2015	0,0518
Média 2º semestre 2015	0,0300
Média anual 2015	0,0409
Média 1º semestre 2016	0,0220

As formas de controle, bem como as ações para melhoria desse indicador, são as mesmas do indicador Tempo Médio Para o Reparo.

3.7 Análise dos Resultados

Após a seleção dos indicadores e a comprovação de que era possível gerar os resultados sem a necessidade da criação de novas ferramentas ou alterações nos processos da empresa, o próximo passo foi encaminhar essa proposta de indicadores à gestão da empresa, para que fosse possível tornar esses, os indicadores usuais para análise de desempenho do setor de manutenção.

Na prática, algumas considerações podem ser tomadas a partir do acompanhamento dos resultados dos indicadores:

Custo Por Hora Trabalhada: a empresa não possuía nenhum indicador de manutenção que levasse em consideração o custo. A partir de um acompanhamento dos resultados desse indicador será possível estabelecer uma relação entre o custo de manutenção e o número de horas trabalhadas pelos equipamentos em um determinado período. Estratificando esses resultados será possível definir onde

ISSN 2446-7618

estão sendo empregados os maiores valores e, por consequência, poderão ser adotadas estratégias para redução de custo do setor de manutenção.

Disponibilidade de frota: Esse indicador já era utilizado pela empresa antes da realização desse trabalho. Mostra efetivamente o percentual de máquinas disponíveis para trabalho ao longo do período. Um baixo índice de disponibilidade impacta diretamente no faturamento da empresa. Quando algum equipamento para no cliente as horas de máquina parada são descontadas do pagamento. Além disso, algumas negociações deixam de ser concretizadas pela ausência de equipamentos disponíveis para locação;

Tempo Médio Entre Falhas (**MTBF**): apresenta uma ideia de quantas vezes por dia é necessário enviar técnicos para atender equipamentos parados. Os dados desse relatório devem ser estratificados para que sejam atacados os pontos críticos. Ações como o aumento da frequência das manutenções preventivas podem ser tomadas com base nos resultados desse indicador. Além do prejuízo direto do atraso do trabalho junto ao cliente, as falhas geram um desconforto que prejudica a imagem da empresa. A gestão da manutenção deve tomar ações visando eliminar as falhas nos equipamentos.

Tempo Médio Para Reparo (**MTTR**): mostra o desempenho da parte operacional da manutenção na resolução de problemas. A partir da estratificação dos dados desse relatório foi possível encontrar os gargalos da manutenção, se está no suprimentos, na logística etc. Ações como aumento de quadro de funcionários e/ou treinamento para os técnicos podem ser tomadas a partir dos resultados desse indicador.

Taxa de Falha (**λ**) e **Taxa de Reparo** (**μ**): por serem proporcionais ao MTBF e ao MTTR, apresentam os mesmos benefícios, porém podem ser visualizados de forma mais prática. Metas devem ser estabelecidas para esses indicadores e devem acompanhar as metas traçadas para o MTBF e MTTR.

Após a implementação dos indicadores e da análise dos resultados, deve-se definir as metas e níveis aceitáveis para cada indicador. Esses valores não são estáticos e podem ser alterados com o passar do tempo.

Ações para eliminar as falhas de manutenção e reduzir os tempos de cada atendimento devem ser tomadas sempre visando o ponto ótimo para a companhia. O uso de indicadores de desempenho é fundamental para que seja possível rastrear os pontos críticos do setor de manutenção.

4 CONCLUSÃO

O problema que gerou o presente estudo era a falta de indicadores de desempenho para gestão do setor de manutenção em uma empresa de movimentação e transporte de cargas. Visando sanar esse problema foi realizada uma revisão literária, buscando conteúdo para definir os indicadores ideais para essa empresa.

A literatura apresentou um bom conteúdo envolvendo gestão de manutenção e indicadores de desempenho para diversas áreas da engenharia, mas pouco conteúdo voltado para a gestão de manutenção em empresas frotistas e nenhuma bibliografia referente à implementação de indicadores de desempenho em setores de manutenção em empresas de movimentação de cargas.

Mesmo com essas dificuldades, a revisão priorizou trabalhos capazes de mostrar quais os indicadores são usados atualmente em sistemas de gestão de

ISSN 2446-7618

manutenção, sobretudo em empresas frotistas. Os indicadores definidos para este estudo de caso foram: Custo Por Hora Trabalhada; Disponibilidade de frota; Tempo Médio Entre Falhas (MTBF); Tempo Médio Para Reparo (MTTR); Taxa de Falha (λ); e Taxa de Reparo (μ).

Todos indicadores selecionados pelo estudo foram executados, comprovando que é possível coletar os dados para compilação desses indicadores de forma retroativa, sem que exista a necessidade de alterar os processos da empresa. Os dados podem ser retirados do software SAP, que já é uma ferramenta usada pela empresa para gestão do negócio.

A implementação desses indicadores é de fundamental importância para a empresa transportadora de cargas pois norteia a avaliação do desempenho do setor de manutenção da empresa e apresenta-se com uma ferramenta para tomada de decisões assertivas.

REFERÊNCIAS

1 SLACK, N. Vantagem Competitiva em Manufatura: atingindo competitividade nas operações de indústrias. São Paulo: Atlas, 1993.

2 SLACK,N; CHAMBERS,S; JOHNSTON,R. Administração da Produção. 2ed. São Paulo: Atlas, 2002.

3 XENOS, Harilaus Georgius d'Philippos. Gerenciando a Manutenção Produtiva. INDG Tecnologia e Serviços Ltda. Nova Lima, 2004.

4 BRANCO FILHO, Gil. A organização, o planejamento e o controle da manutenção. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2008.

5 LEMOS, M. A. et al. Disponibilidade e Confiabilidade: Aplicação da Gestão da Manutenção na Busca de Maior Competitividade. Revista da Engenharia de Instalações no Mar. 2009. FSMA no 03.

6 VIANA, Hebert Ricardo Garcia. PCM (Planejamento e Controle da Manutenção). Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

7 CYSNEIROS, J. M. G. Proposta de indicadores de desempenho para gestão da manutenção numa empresa metroviária. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, Pernambuco.

8 BASQUES, M. A. Indicadores de desempenho em empresas de logística de movimentação de cargas e locação de equipamentos : Um estudo de caso. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina.

9 PINTO, R. S. A. Indicadores de Desempenho de Frota de Empresas Agroindustriais Canvieiras Brasileiras. 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo. Piracicaba, São Paulo.

10 KARDEC, A. P. ; NASCIF, J. Manutenção : Função estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymatk, 2009.

11 Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 5462 - Confiabilidade e Mantenabilidade. Rio de Janeiro, 1994.

12 FOGLIATTO, F. S. ; RIBEIRO, J. L. D. Confiabilidade e manutenção. São Paulo: Campus – Elsevier, 2009.

ISSN 2446-7618

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE

9º Seminário de Inovação e Tecnologia do IFSul
9th Innovation and Technology Seminar IFSul
10 a 13 de Novembro / November 10th to 13th, 2020
Sapucaia do Sul – RS – Brasil

inovtec
ISSN 2446-7618

IMPLEMENTAÇÃO DA NORMA NBR ISO 55000 NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO – ESTUDO DE CASO

De Barba Jr., D. J.[1]
Bork. C.A.S. [2]
Romano, R.L.[3]

[1] *Doutor, Durval João De Barba Junior, IFSul, debarbajr@sapucaia.ifsul.edu.br.*
[2] *Doutor, Carlos Alberto Schuch Bork, IFSul, bork@sapucaia.ifsul.edu.br.*
[3] *Engenheiro, John Petterson Ferreira Romano, IFSul.*

Resumo

A competitividade de mercado, no recente cenário globalizado para as indústrias, e a crescente evolução tecnológica ligada à automação industrial deixam cada vez mais evidente a importância da gestão da manutenção no cenário atual onde a disponibilidade dos equipamentos e os custos operacionais reduzidos são importantes diferenciais para as empresas. A Gestão de Ativos surgiu com intuito das organizações usufruírem de uma ferramenta essencial para o alcance do equilíbrio dos custos, riscos, oportunidades e desempenho. Ela encaixa-se como uma alternativa para atingir os objetivos estratégicos da empresa, além de melhorar o desempenho financeiro, a reputação da empresa e a sustentabilidade organizacional. O objetivo deste estudo de caso foi, com o foco na manutenção, abordar como as mudanças de comportamento e alterações nos processos promovidas pela norma de Gestão de Ativos, impactaram na manutenção, tendo sua avaliação realizada por meio de indicadores de manutenção. A metodologia utilizada foi o estudo de caso que ocorreu na empresa onde foi implantada a norma 55000 de Gestão de Ativos, por meio de acompanhamento durante a execução das atividades referentes à aplicação dos requisitos da norma, realização de entrevistas com os consultores contratados e os multiplicadores da política do sistema de gestão de ativos. Após a aplicação da norma de Gestão de Ativos os principais indicadores, confiabilidade e disponibilidade da empresa, apresentaram valores melhores em relação aos medidos anteriormente a norma, um passo importante na busca pela excelência operacional.

Palavras-chave: Manutenção; Gestão de Ativos; Indicadores de Manutenção.

SELECTION OF MAINTENANCE INDICATORS FOR A CARGO TRANSPORT AND HANDLING COMPANY

Abstract

Market competitiveness, in the recent globalized scenario for industries, and the growing technological evolution linked to industrial automation make the importance of maintenance management in the current scenario increasingly evident where the availability of equipment and reduced operating costs are important differentials for the companies. Asset Management emerged with the intention of organizations to take advantage of an essential tool to achieve the balance of costs, risks, opportunities and performance. It fits as an alternative to achieve the company's strategic objectives, in addition to improving financial performance, the company's reputation and organizational sustainability. The objective of this case study was, with a focus on maintenance, to address how the behavioral changes and changes in

ISSN 2446-7618

processes promoted by the Asset Management standard, impacted maintenance, having its evaluation performed through maintenance indicators. The methodology used was the case study that took place in the company where the Asset Management standard 55000 was implemented, through monitoring during the execution of activities related to the application of the standard requirements, conducting interviews with the consultants hired and the multipliers of the asset management system policy. After the application of the Asset Management standard, the main indicators, reliability and availability of the company, presented better values in relation to those previously measured, an important step in the search for operational excellence.

Key words: Maintenance; Asset Management; Maintenance Indicators.

1 INTRODUÇÃO

A competitividade de mercado, no recente cenário globalizado para as indústrias, e a crescente evolução tecnológica ligada à automação industrial deixam cada vez mais evidente a importância da gestão da manutenção no cenário atual onde a disponibilidade dos equipamentos e os custos operacionais reduzidos são importantes diferenciais para as empresas. O impacto da gestão da manutenção para a vitalidade de uma empresa é primordial, pois a manutenção industrial cuida dos seus ativos que são os instrumentos de produção usados para fabricar bens de consumo. Nesse contexto, o tópico Gestão de Ativos está emergindo com uma grande expectativa para as organizações competentes. Ele aborda áreas desde a gestão de negócios e a gestão financeira, compreendendo também as áreas técnica, engenharia, operações e gestão da manutenção(1).

A Gestão de Ativos providencia uma análise holística dos processos internos, por forma a avaliar e priorizar os interesses associados à sua gestão. Por sua vez, a especificação PAS 55 e a família de normas NBR ISO 55000 apresentam um conjunto de requisitos que permitem que a estrutura de Gestão de Ativos implementada na empresa obedeça aos princípios base da Gestão de Ativos e proporcione uma plataforma para uma melhoria contínua dos processos internos da empresa.

O objetivo geral deste trabalho é apresentar a diferença dos resultados dos indicadores de manutenção após a implementação da norma 55000 de gestão de ativos em uma empresa.

Ativo é um item, algo ou entidade que tenha valor real ou potencial para uma organização(2).

O controle eficaz e a governança dos ativos pelas organizações são essenciais para obter valor por meio do gerenciamento de riscos e oportunidades, a fim de atingir o equilíbrio desejado entre custo, risco e desempenho. Os ambientes regulatório e legislativo, nos quais as organizações operam, são cada vez mais desafiadores, e os riscos inerentes que muitos ativos apresentam, estão em constante evolução(2).

De acordo com a **PAS 55–1** (IAM, 2008), é possível à classificação dos ativos em cinco tipos: (1) físicos (edifícios, equipamentos, máquinas, entre outros); (2) humanos (conhecimento, competências, responsabilidades, experiência); (3) financeiros (lucro, capital financeiro, ações, fundo de maneio, dividas); (4) intangíveis (reputação, moral, impacto social, imagem, relações externas) e (5) de informação

ISSN 2446-7618

(dados em formato digital, informação empresarial da organização e clientes, informação de desempenho financeiro).

A **Gestão de Ativos** (GA) é a atividade coordenada de uma organização para produzir o valor dos ativos, que envolve equilibrar os benefícios de custos, riscos, oportunidades e desempenhos. O termo "atividade" possui significado abrangente e pode incluir, por exemplo, a abordagem, o planejamento, os planos e suas implantações. Refere-se, ainda, à aplicação dos elementos de um sistema de GA[2].

O **Sistema de Gestão de Ativos** (SGA) é um conjunto de elementos interrelacionados e interativos de uma organização que estabelece políticas e objetivos, bem como o processo necessário para o alcance destes objetivos. O SGA é, portanto, um sistema de gestão aplicado à GA e os elementos do sistema podem ser definidos com um conjunto de ferramentas que inclui políticas, planos, operações, desenvolvimento de competências e sistemas de informações, que são integrados para apoiar a GA[2].

A **norma 55000** nasce de esforço inicial da *Institute of Asset Management* (IAM), da Inglaterra. Em 2004, os ingleses, já preocupados com a gestão de ativos industriais, lançaram o PAS 55, que não se trata de uma norma certificadora, mas sim, uma norma de requisitos que cobre, não somente a gestão de ativos, mas, o Sistema de Gestão de Ativos. Esta regulamentação do IAM é rapidamente englobada pelo *British Standard Institute* (BSI) que é o órgão equivalente a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)[4].

Em virtude disso, a Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN) com ABNT possibilitaram que essa norma fosse traduzida para o português, criando assim, a norma 55000, sendo que essa é composta por uma série de três normas, sendo a própria norma 55000, que apresenta a visão geral dos princípios e terminologias básicas da gestão de ativos, a norma 55001 que trata dos requisitos para certificação das empresas, e a norma 55002 que traz as diretrizes, das linhas de orientações para aplicação da norma 55001, ou melhor, formação de empresas certificadoras, seguindo a mesma estrutura da norma série 9000[4].

A norma apresenta os requisitos para definição, implementação, manutenção e progresso de um sistema de gestão para o gerenciamento dos ativos. A disposição em que os requisitos são expostos não manifesta a sua importância ou acarreta a ordem que necessitam ser implementados[2].

Para a elaboração e implementação do planejamento estratégico com vistas à gestão de ativos é apresentada a metodologia prescrita por Oliveira[5], que apresenta quatro etapas distintas:

Etapa I – Diagnóstico Estratégico: nesta fase, também chamada auditoria de posição, deve-se definir “como se está”. Essa fase é executada por meio de pessoas representativas das várias informações, que consideram e conferem todos os aspectos relacionados à realidade externa e interna da organização.

Etapa II – Missão da Empresa: neste ponto deve ser definido a razão de ser da organização, bem como sua opinião estratégica.

Etapa III – Instrumentos Prescritivos e Quantitativos: Nesta fase, a análise básica é a de “como chegar na situação que se almeja”. Pode-se decompor esta fase em: instrumentos prescritivos, viabilizam o esclarecimento do que deve ser feito pela organização para que se direcione para a obtenção dos propósitos instituídos dentro de sua missão; instrumentos quantitativos refere-se as projeções econômico

ISSN 2446-7618

financeiras do planejamento orçamentário, adequadamente pertinente à estrutura organizacional da Instituição, necessárias a ampliação dos planos de ação, projetos e atividades preestabelecidas.

Etapa IV – Controle e Avaliação: nesta fase avalia-se como a organização está indo para a situação almejada. O controle pode ser decidido, em termos simples, como a atividade necessária para garantir a realização das estratégias, objetivos, desafios, metas e projetos instituídos.

O **custo do ciclo de vida de um ativo** é a soma de todos os capitais despendidos no suporte desse ativo desde a sua concepção, fabricação, operação até o fim de sua vida útil. O tempo de vida útil decorre até à desativação do equipamento, que pode ser diferente do tempo de vida efetivo do ativo, como acontece com os equipamentos com tempo de vida tecnológico[6]. A análise de custo de ciclo de vida é uma metodologia da engenharia de sistemas que tem como objetivo contribuir na avaliação de alternativas de aquisição e/ou desenvolvimento de sistemas técnicos complexos. Essa contribuição torna-se possível por meio da utilização de técnicas e modelos de cálculo e otimização que permitem ao tomador de decisão efetuar a estimativa e análise dos custos referentes a cada fase do ciclo de vida de um sistema[7][8].

Dentro da análise do custo do ciclo de vida, estão compreendidas a especificação, projeto, fabricação, instalação, partida, operação e substituição. A análise do custo do ciclo de vida pode dividir-se em duas grandes categorias, custo de aquisição (projeto/fabricação) e custo de utilização (operação/manutenção) e de maneira geral, a análise pode ser utilizada para: Avaliação da eficiência global do sistema principal; Avaliação e comparação entre tecnologias alternativas no desenvolvimento de sistemas; Avaliação de viabilidade econômica de projetos/produtos; Avaliação de diferentes perfis operacionais de sistemas e cenários de missão; Avaliação de conceitos alternativos de manutenção e apoio logístico; Avaliação de políticas de descarte e reciclagem; Avaliação de alternativas de transporte de componentes, materiais e sobressalentes; Avaliação e seleção de locais geográficos para instalação das unidades de operação e apoio; Avaliação das decisões acerca dos estoques de sobressalentes; Avaliação das decisões acerca da alocação de recursos na estrutura de apoio; e Planejamento financeiro de longo prazo[9].

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo de caso ocorreu na empresa onde foi implantada a norma 55000 de Gestão de Ativos, por meio de acompanhamento durante a execução das atividades referentes à aplicação dos requisitos da norma, realização de entrevistas com os consultores contratados e os multiplicadores da política do sistema de gestão de ativos.

O estudo de caso foi desenvolvido seguindo as seguintes etapas:

• Revisão da estrutura da manutenção e a maneira como se desenvolvem as tarefas da rotina para manter em condição de operação a usina termelétrica.

• Organização dos dados do sistema eletrônico de gerenciamento da manutenção em tabelas (situação anterior a norma 55000).

• Apresentação de quais são as diretrizes para elaboração da nova política da empresa aplicada à manutenção para atendimento de seus interesses estratégicos

ISSN 2446-7618

(durante a implementação da norma 55000).

• Revisão dos planos de manutenção.

• Consulta ao setor de planejamento da empresa para obter as metas.

• Determinação da análise do ciclo de vida do ativo e como foi seu gerenciamento.

• Avaliação dos ganhos proporcionados, por meio da norma 55000, pela análise dos indicadores do setor de manutenção após a implementação da norma.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Diagnóstico da Manutenção antes da norma 55000

As demandas da manutenção são originadas por meio de planos de manutenção que são associados a cada equipamento. Estes possuem uma periodicidade de manutenção específica, definida pelo manual do fabricante ou empiricamente, na observação de equipamentos semelhantes na análise dos históricos de funcionamento. Estes planos formam o conjunto de informações necessárias para a implementação correta da atividade de manutenção preventiva e representam o detalhamento da estratégia de manutenção, assumida por uma empresa. Sua disposição no tempo e espaço e a qualidade das suas instruções, determina o tratamento dado pela manutenção para com sua ação preventiva[10].

Outra maneira de demandar a manutenção é por notas de manutenção no sistema SAP, que são criadas por qualquer pessoa que passe pelo treinamento deste módulo do sistema gestão da manutenção, e adquira este perfil, tornando possível, após a conclusão a abertura deste documento, que serve para logo que um problema for identificado na área industrial, este seja detalhado no sistema e encaminhado para ser tratado pelo setor responsável.

Semanalmente, ocorre uma reunião de manutenção obrigatória para o supervisor e um representante de cada área de trabalho, juntamente na presença do gerente de manutenção e um engenheiro de equipamentos. Nesta reunião são avaliadas as ordens e notas manutenção criadas nos sistemas de gestão da manutenção e, também, qualquer outro assunto relacionado à área de manutenção.

Na avaliação da programação da semana, as tarefas que são delineadas para serem realizadas pela equipe e são executadas de acordo com a disponibilidade de materiais e com a mão de obra disponível para execução e, também, se a situação da planta em operação permite a realização do serviço sem oferecer risco operacional à geração de energia. Nessa reunião são definidas as diretrizes para os técnicos realizarem o planejamento, fazer a divisão do HH (homem-hora), disponível de cada disciplina, com o objetivo de atingir os indicadores de manutenção, principais parâmetros observados pela sede da empresa no Rio de Janeiro/RJ.

Na empresa, está localizado um setor de planejamento e apoio onde são definidos quais são os indicadores de empresas de classe mundial serão utilizados pela manutenção e seus níveis e referência. Estes indicadores devem ser atendidos, pois são cobrados pela direção da empresa e tem como finalidade aumentar a disponibilidade e diminuir os custos operacionais.

Os indicadores são:

• **ICPM - Índice de Cumprimento de Planos de Manutenção**: a Figura 1 representa as manutenções preventivas, o esperado neste tipo de manutenção e que, se realizadas, corrigiram defeitos e evitaram falhas futuras. Assim, evita-se

ISSN 2446-7618

desperdício na manutenção e todas as atividades realizadas são produtivas.

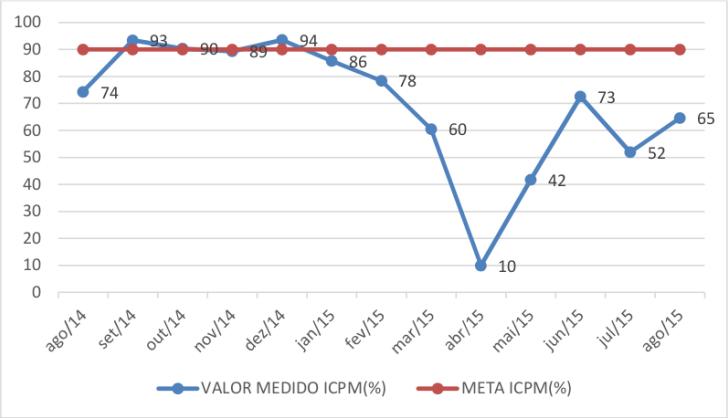


Figura 1: Indicador de manutenções preventivas anterior à implantação do SGA.

O indicador da Figura 1 (ICPM) representa o percentual de HH executadas em ordens de manutenção preventivas oriundas do plano de manutenção. No gráfico, o melhor desempenho do indicador seria medições mais próximas, ou acima, da meta estabelecida, dando ciência de como estão sendo realizadas as ordens preventivas. Fica evidenciado que, na maior parte do período analisado, o indicador não é atendido e que pode ter influência de outras estratégias de manutenção, como exemplo, o número de corretivas que, se estiver alto, influencia para baixo este índice.

• ***BACKLOG***: a Figura 2 indica a quantidade de trabalho de manutenção, aguardado para o próximo período para ser programado em todas as disciplinas (mecânica, elétrica, instrumentação). O aumento deste pode ser indicativo de problemas de origem material, operacional, segurança ou outros.

Um aumento neste indicador também representa o acúmulo de ordens de manutenção de qualquer natureza, sendo um indicativo de uma equipe de manutenção, sem a capacidade de mão de obra, para atender as demandas da manutenção ou excesso de atividades desnecessárias de preventivas. Siqueira(11) diz que o aumento *BACKLOG* pode ser causado por atrasos na execução da manutenção ou por imprevisão do processo de programação.

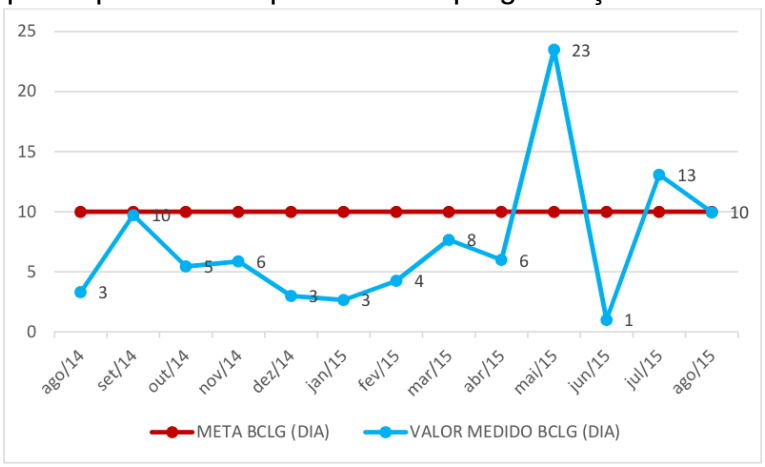


Figura 2: Indicador de *BACKLOG* anterior à implantação do SGA.

A Figura 2 mostra que o indicador *BACKLOG* ficou sob controle até o mês de abril, onde ocorre uma alta abrupta em seu valor, que pode ser influência de

ISSN 2446-7618

diversos fatores por se tratar de uma empresa que não opera constantemente. Nesse período de alta do índice, ocorreu a operação da unidade específica, momento em que a falha dos equipamentos é mais acentuada. Quando entram em operação, ocorre um aumento do número de manutenções corretivas e o plano de manutenção deixa de ser seguido e as ordens pendentes aumentam.

• **PRODM - Produtividade da Manutenção**: representa a relação entre o total de HH apropriado em Ordem de Manutenção e o total de HH disponível para execução de serviços de manutenção compreendendo tanto ordens corretivas como preventivas. O esperado é que este indicador fique acima da meta, pois assim representa que a taxa de ocupação da equipe está alta (Figura 3).

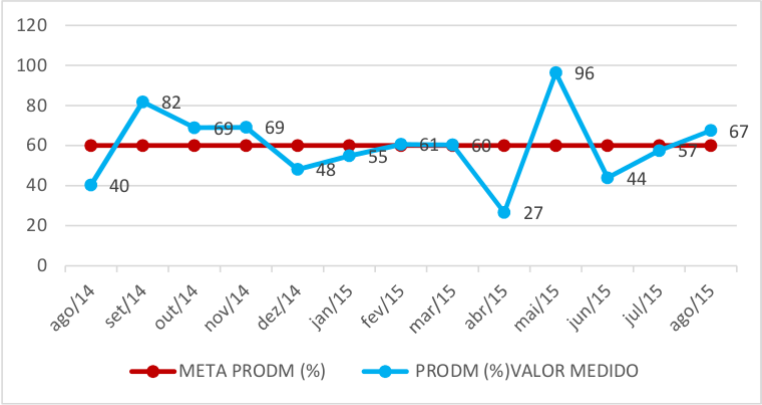


Figura 3: Indicador de produtividade anterior à implantação do SGA.

A Figura 3 apresenta a maioria dos valores próximos a meta o que é desejado para equipe de manutenção, já que isto representa que um maior número de serviços está sendo realizado.

• **PEPMhh - Percentual de Eficácia de Plano de Manutenção**: representa as manutenções ditas reativas, também conhecidas como corretivas. Não é uma estratégia bem vista, pois causa grandes perdas nas empresas. Esta só é aplicada quando o custo da parada do equipamento é inferior ao custo da manutenção preventiva e não existe risco algum para a segurança e meio ambiente (Figura 4).

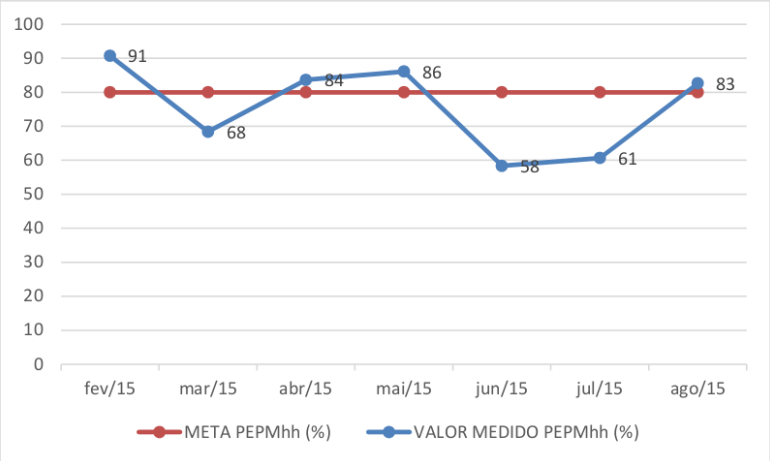


Figura 4: Indicador de manutenção corretiva anterior à implantação do SGA.

A Figura 4 representa a relação entre homem-hora usado em corretivas versus serviços planejados, preventiva, preditiva, visando à determinação da eficácia do plano de manutenção. Para a avaliação, o ideal é que este indicador fique o mais

ISSN 2446-7618

abaixo possível da meta. Se ficar acima, indica uma alta parcela de manutenções corretivas, reflexo de uma ineficiência do plano de manutenção, visto que as tarefas preventivas e preditivas não estão garantindo a disponibilidade dos equipamentos.

A prevenção da manutenção é um conjunto de medidas que evita as ocorrências de manutenção. Sua aplicação é ampla e parecida com o critério de "Prevenção de Acidentes". Diversas outras medidas também afetam este campo, como treinamento de operadores, do pessoal da manutenção, em nível de execução e de gerência. A especificação correta de equipamentos, na compra, é uma medida de prevenção de ocorrência de manutenção(12).

• **Disponibilidade**: a Figura 5 apresenta o indicador de disponibilidade. Esta medição corresponde a disponibilidade da empresa considerando todas as indisponibilidades ocorridas em seus equipamentos no período analisado, sejam elas programadas ou não programadas, influenciado pelos indicadores MTBF e MTTR da empresa.

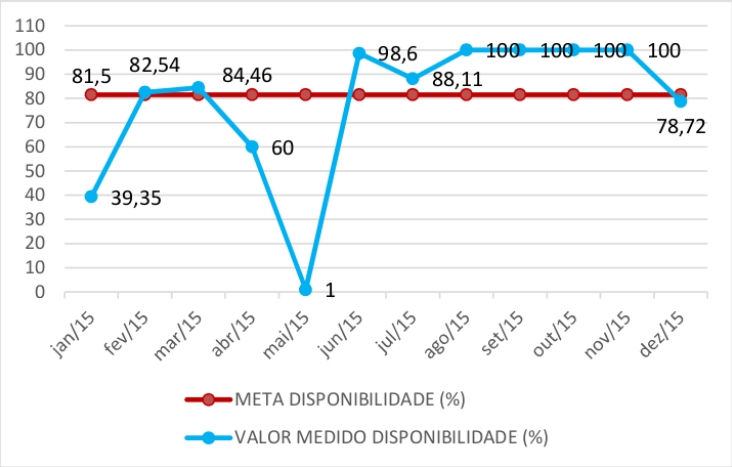


Figura 5: Indicador de disponibilidade de geração da termelétrica anterior à implantação do SGA.

A disponibilidade representa que os recursos (máquinas e equipamentos) estão em condições de executar suas funções básicas, sem apresentar falhas(5). A condição ideal deste indicador é acima da meta. Também está associada aos aspectos econômicos de sua operação, pois quanto maior a disponibilidade, maior é a capacidade de produção e de faturamento para a empresa.

A Figura 5 mostra os valores, em sua maioria, dentro da meta esperada. O desvio de valor apresentado, no mês de janeiro, é proveniente de uma parada não programada da planta durante a operação e o desvio, entre os meses de abril a maio, ocorreu o evento chamado parada específica.

• **Confiabilidade**: a Figura 6 apresenta o indicador confiabilidade que serve para, atingir os resultados, em termos de serviços e produtos mais confiáveis e de maior valor agregado no setor de energia. O setor de manutenção deve estabelecer e sistematizar um programa de gestão da manutenção para possibilitar a aplicação de metodologias de apoio a melhoria da confiabilidade.

Quanto maior o indicador melhor, pois a gestão da empresa procura a busca pela excelência em termos de qualidade, segurança, preservação do meio ambiente e custos, e ter uma planta com um alto índice de confiabilidade facilita o planejamento estratégico futuro, já que o produto final é garantido.

ISSN 2446-7618

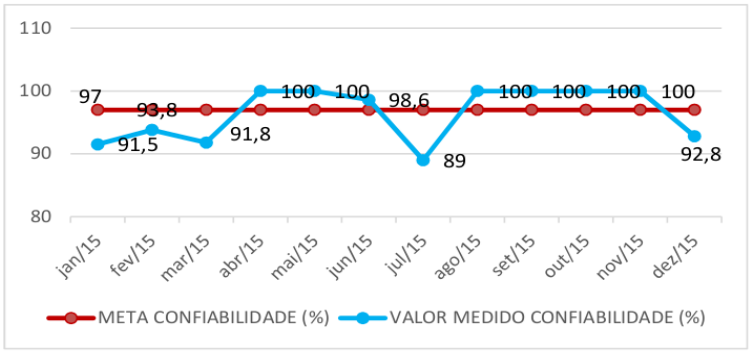


Figura 6: Indicador de confiabilidade da termelétrica anterior à implantação do SGA.

As grandes transformações experimentadas pelo setor tecnológico e industrial, exigiram uma atenção muito mais intensa aos efeitos dos períodos de paralisação da produção. Por exemplo, em face da tendência mundial de se trabalhar com estoques reduzidos (técnicas associadas ao *just-in-time*). Aliado a isso, a complexidade cada vez maior dos equipamentos, com a aceleração da automação, transformou a confiabilidade e a disponibilidade em fatores primordiais para o desempenho operacional, refletidos diretamente nas atividades de manutenção[13].

3.2 Resultado Final dos Indicadores do Sistema de Gestão de Ativos.

Apresenta-se os indicadores que expressam os resultados após a implantação da norma 55000, o período representado foi de fevereiro de 2016 a janeiro de 2017, período em que efetivamente começou a funcionar o Sistema de Gestão de Ativos. Destaca-se que o indiciador PEPEMhh não é mais apresentado para avaliar a manutenção e sim para avaliação da gerência da empresa. Passaram a ser medidos os indicadores IMA, MTBF, MTTR, sendo que com os valores de MTTR e MTBF é possível o cálculo da Disponibilidade, o indicador mais importante da empresa.

• **ICPM – Índice de Cumprimento do Plano de Manutenção**: é muito comum encontrar uma aplicação maior do que o necessário nos recursos da manutenção. Serviços desnecessários consomem boa parte desses recursos e entre esses pode-se citar: excesso de manutenção preventiva, problemas de qualidade de mão de obra que geram repetição de serviços e maior tempo na execução dos serviços, problemas tecnológicos e problemas crônicos, dentre outros (Figura 7).

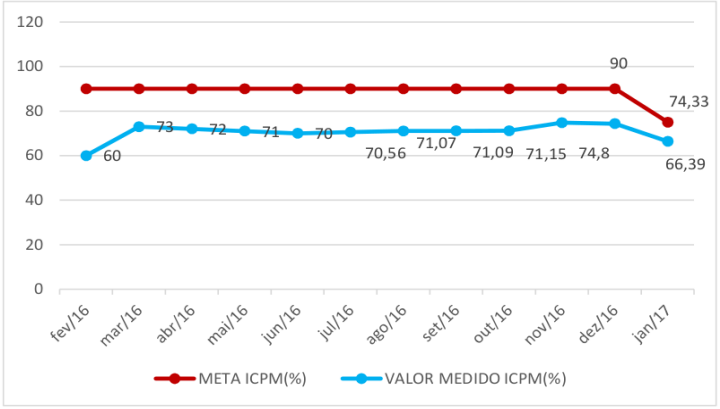


Figura 7: Indicador de preventiva após à implantação do SGA.

A Figura 7 apresenta o índice de preventivas sob controle, fato que tem forte

ISSN 2446-7618

impacto da revisão dos planos de manutenção, trazendo o benefício de executar somente as manutenções necessárias, por meio da análise do quão critico é o item ao processo e também do histórico de falhas dos equipamentos. A alteração na meta no mês de janeiro deve-se ao ajuste, devido à característica apresentada pelos valores medidos ficarem por um longo período abaixo da meta, o que leva o setor de gestão da manutenção reavaliar o valor do indicador.

• ***BACKLOG***: este indicador relaciona a capacidade de atendimento por recurso, geralmente por especialidade, elétrica, mecânica e instrumentação (Figura 8). A partir do mês de setembro, o comportamento do indicador se alterou de forma esperada pelo planejamento, pois neste período começaram a rodar os planos de manutenção dos novos equipamentos provenientes de uma ampliação efetuada no mês de setembro de 2015.

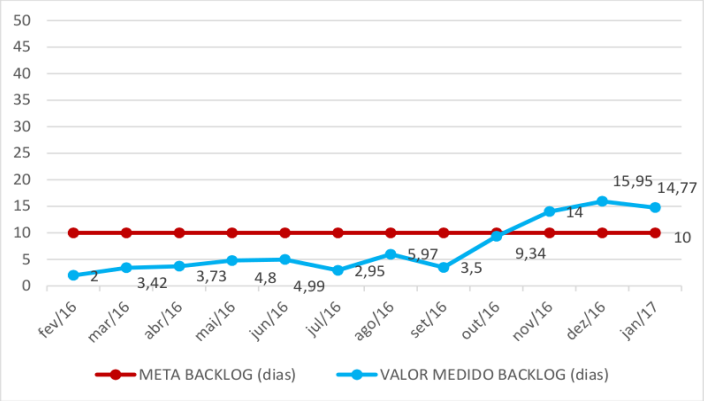


Figura 8: Indicador *BACKLOG* após à implantação do SGA.

A Figura 8 apresenta um indicador nos nove primeiros meses dentro da meta proposta. Em relação às mudanças do SGA, que contribuíram para o controle do indicador, a revisão do plano de manutenção, a revisão dos procedimentos de trabalho e o melhor controle dos itens do almoxarifado, foi importante para o resultado.

• **PRODM – Produtividade da Manutenção**: a medição de indicadores de qualidade e produtividade tem sido apontada como uma questão fundamental para a Gestão da Qualidade (Figura 9). Os indicadores fornecem aos gerentes, informações necessárias ao processo de tomada de decisões e, ações de melhoria da qualidade e produtividade da empresa.

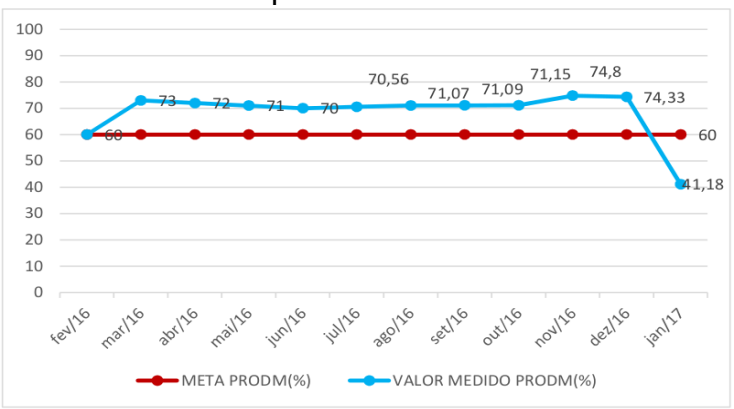


Figura 9: Indicador de produtividade após à implantação do SGA.

A Figura 9 demonstra o desempenho do indicador de produtividade

ISSN 2446-7618

satisfatório pois encontra-se acima da meta, tendo um desvio entre os meses de dezembro a janeiro, devido ao período de férias dos integrantes da equipe de manutenção. A determinação de uma pessoa exclusiva para o planejamento é o fator mais relevante para o alcance desse patamar, pois um técnico trabalhando direto nesta função, tem uma visão melhor dos tempos de cada tarefa e, também, das análises dos recursos empregados nos trabalhos como, andaimes, guindastes ou até mão de obra contratada.

• **MTBF**: o Indicador MTBF (Figura 10) tem dependência de alguns fatores como o modo de operação e variáveis específicas da planta industrial ou do sistema afetam diretamente a vida operacional normal dos equipamentos.

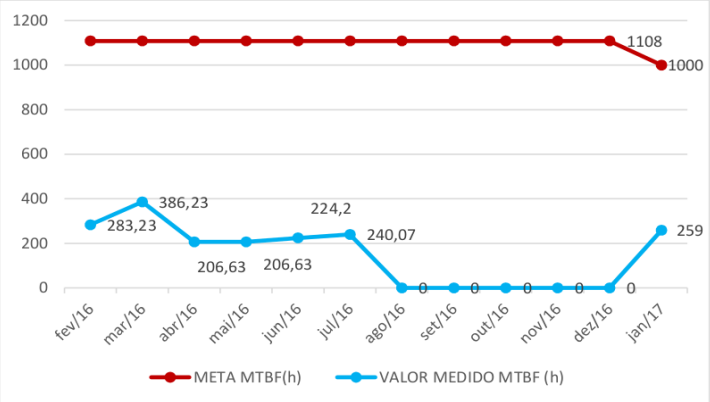


Figura 10: Indicador MTBF após à implantação do SGA.

O resultado normal do uso da estatística de tempo médio entre falhas para programar a manutenção ou é um reparo desnecessário ou uma falha catastrófica. De acordo com as condições operacionais de um determinado equipamento, a manutenção prevista pode ser totalmente desnecessária, desperdiçando mão de obra e material, ou o mesmo pode falhar num intervalo de tempo menor do que o presumido em seu planejamento de manutenção, o que força a utilização de técnicas corretivas para reparo, tornando o procedimento ainda mais caro.

A Figura 10 mostra as falhas no período em que a operação da produção permaneceu disponível, mas sem operar, na primeira metade do tempo do gráfico, e entrou em operação, na segunda metade. Em relação à primeira metade ocorreu uma falha catastrófica entre os meses de julho e agosto, resultando em um desligamento indevido e o indicador permanece muito baixo até que se passou o tempo operando normalmente para melhorar seu valor.

Fica evidenciado que a meta escolhida é inviável para a empresa em questão, pois em nenhuma parte o indicador chega próximo a meta, sendo necessário realizar uma análise crítica para mudar o patamar do MTBF.

• **MTTR**: o tempo médio para reparo é um indicador que aponta o tempo que a equipe de manutenção demanda para reparar e disponibilizar a máquina ou equipamento para o sistema produtivo. Este é medido em horas e engloba todo o período de tempo em que o equipamento está indisponível para utilização.

A Figura 11 mostra um indicador dentro dos limites de controle e que atende o que a “disponibilidade” necessita, pois os reparos foram realizados em um tempo suficiente para não afetar o indicador disponibilidade de forma acentuada. As mudanças relacionadas à revisão de procedimentos, melhoria dos itens de estoque do almoxarifado e treinamento da equipe de manutenção, afetam diretamente o

ISSN 2446-7618

MTTR.

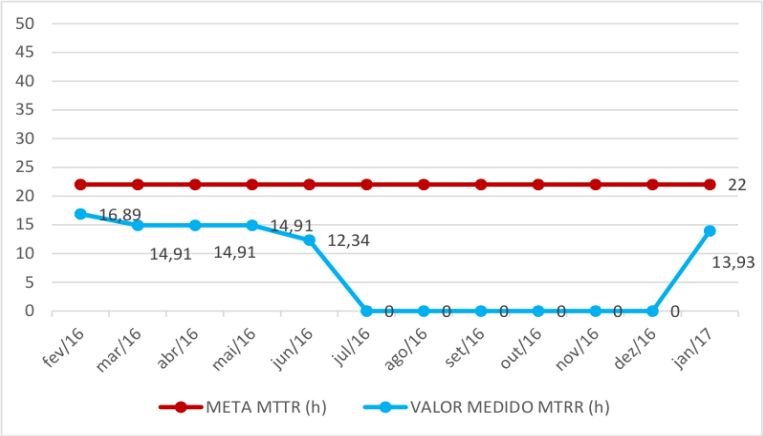


Figura 11: Indicador MTTR após à implantação do SGA.

• **IMA**: o indicador IMA é o volume de óleo (petróleo e derivados, inclusive petroquímicos) e produtos químicos liberados acidentalmente para o meio ambiente (em corpos hídricos e em solo não impermeabilizado), ou contidos, mesmo que tenham sido completamente recuperados. Este é um novo indicador proposto pelo SGA que, quanto mais alto for o seu valor pior é seu desempenho pois representa degradação do meio ambiente e é passível de sanções do órgão ambiental[(1)(2)].

A Figura 12 mostra os vazamentos da planta industrial, tendo no mês de setembro uma ocorrência que influenciou o indicador no resto do ano, pois este é acumulativo e anual. Este índice é importante para a empresa demonstrar sua preocupação com a pilar ambiental da Sustentabilidade.

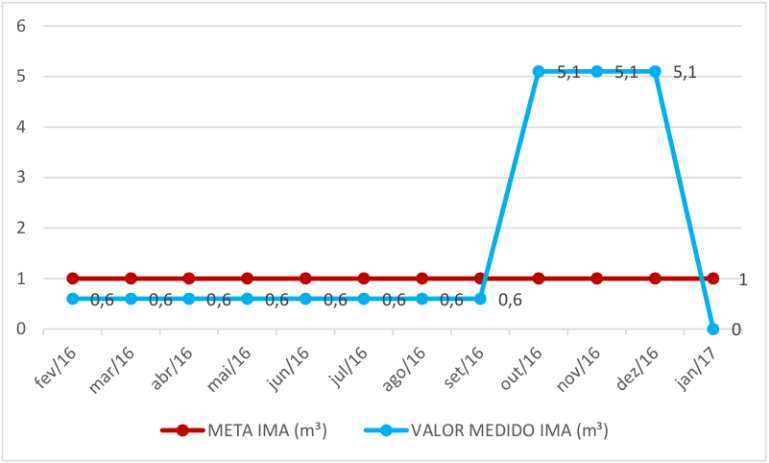


Figura 12: Indicador de vazamentos para meio ambiente.

• **Confiabilidade**: a confiabilidade na manutenção teve origem nas análises de falhas em equipamentos eletrônicos para uso militar, durante a década de 50, nos Estados Unidos. É a probabilidade que um item possa desempenhar sua função requerida, por um intervalo de tempo estabelecido, sob condições específicas de uso (Figura 13)[(14)].

A Figura 13 apresenta os valores após a aplicação do plano de ação da norma 55000 que, comparados com os valores anteriores a norma, apresentam uma expressiva melhora sem desvios relevantes em relação à meta, associadas a cada

ISSN 2446-7618

intervenção corretiva de um componente da turbina.

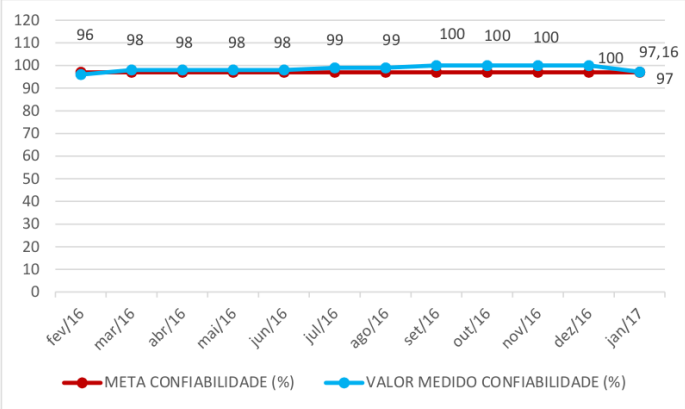


Figura 13: Indicador de confiabilidade após à implantação do SGA.

• **Disponibilidade**: a disponibilidade é uma função da confiabilidade e da mantenabilidade. A manutenção tem a premissa de garantir a disponibilidade da função dos equipamentos, de modo a atender a produção com segurança, preservação do meio ambiente e custo adequado[15]. O suporte logístico ideal para manutenção engloba ter mão de obra de pessoal de manutenção treinado, peças de reposição, equipamentos de suporte e peças de reposição necessárias facilitadas.

O que foi mencionado anteriormente são alguns ganhos oriundos da implantação da norma 55000, mas também, os resultados dos indicadores de tempo médio de falhas e reparos já apresentados são os principais impactantes no resultado final do indicador no período analisado (Figura 14).

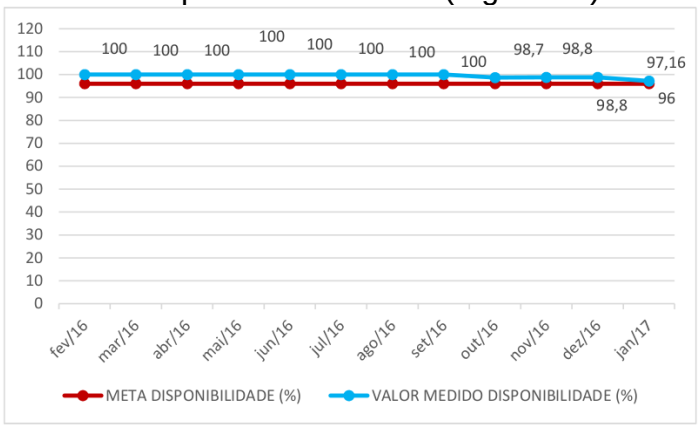


Figura 14: Indicador de disponibilidade após à implantação do SGA.

A disponibilidade de um sistema está relacionada com a confiabilidade dos equipamentos que o compõe, com as políticas de manutenção que não só influenciam no tempo de retorno a operação dos mesmos em caso de falha, mas também podem retardar a degradação da confiabilidade do equipamento, no caso de aplicação de técnicas preventivas ou preditivas[16].

Como os indicadores MTTR e MTTR utilizados após a implementação da norma 55000, foi permitido medir quão eficazes as manutenções realizadas estão sendo e, o aumento da disponibilidade em relação à primeira medição feita na auditoria de diagnóstico, também está relacionado às melhorias no setor de manutenção pela implantação do Sistema de Gestão de Ativo.

ISSN 2446-7618

4 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi apresentado o estudo de caso que procurou apresentar, por meio da análise de indicadores, como a norma 55000 de Gestão de Ativos afetou a gestão da manutenção.

A revisão dos planos de manutenção foi realizada baseada no histórico de ocorrências registrado no sistema eletrônico de gerenciamento da manutenção, onde parâmetros como ocorrência de falha, nível de criticidade ao processo produtivo e facilidade de mantenabilidade foram avaliados para validar ou alterar a periodicidade dos planos, tarefa de extrema importância que garantiu o melhor desempenho dos indicadores ICMP, MTBF e produtividade, tendo em vista que equipamentos críticos tiveram uma maior atenção por parte da manutenção.

Foram abordados e analisados os indicadores de preventiva, *BACKLOG*, produtividade, de vazamento de produto (IMA), tempo médio ente falhas (MTBF), tempo médio para reparos (MTTR), confiabilidade e produtividade. Durante à análise dos indicadores observou-se que estes dependem diretamente do plano de manutenção, indicador de preventiva, *BACKLOG*, produtividade, MTBF, disponibilidade e confiabilidade, o melhor desempenho de seus valores. Entretanto, foi verificado que os indicadores de vazamentos de produto (IMA) e MTTR independem do plano.

A evolução nos indicadores confiabilidade e disponibilidade, a patamares superiores a meta, foram fatores primordiais para o desempenho operacional, refletidos diretamente pelas atividades de manutenção. Os demais indicadores tiveram comportamentos variados, o índice de manutenções preventivas permaneceu abaixo da meta e, sob controle, por todo o período, o *BACKLOG* esteve dentro dos limites na maior parte do período e apresentou um aumento abrupto pela entrada de novos equipamentos, a produtividade na manutenção aumentou, o que é um fator positivo, ficando sob controle e, por fim, o MTBF e MTTR que, apesar de não serem apresentados e cobrados da manutenção anteriormente, pela análise da disponibilidade antes da implantação da norma, eram piores e agora apresentaram melhoras no seu desempenho.

A implantação da norma 55000 proporcionou como vantagens, maior capacitação dos colaboradores, aumento da produtividade, e principalmente aumento da disponibilidade, que é o principal objetivo no setor de geração de energia, promovendo um aumento da motivação da equipe, devido à evolução profissional e à garantia maior de empregabilidade.

REFERÊNCIAS

1 Institute of Asset Management (IAM): PAS 55-1, Part 1, British Standards Institution, 2008.

2 Associação Brasileira De Normas Técnicas (ABNT). ABNT NBR ISO 55000:2014 - Gestão de Ativos - Visão geral, princípios e terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

3 SHAHIDEHPOUR, M., Ferrero, R., (2005),"Time management for assets: chronological strategies for power system asset management," Power and Energy Magazine, IEEE , Volume 3, no.3, pp. 32- 38.

ISSN 2446-7618

4 TAVARES, Alexandre Dias. ISO 55000. The Evolution of asset management. Bisiness and management Review. Niteroi – RJ, 2015.

5 OLIVEIRA, José Carlos Souza. Análise de indicadores de qualidade e produtividade da manutenção nas indústrias brasileiras. Gepros: Gestão da Produção, Operações e Sistemas, v. 8, n. 3, p. 53, 2013.

6 ASSIS, Rui; JULIÃO, Jorge. Gestão e Manutenção de Ativos (Custos ao longo do Ciclo de Vida). Figueira da Foz: Lidel, 2009.

7 BLANCHARD, B. S. - Logistics Engineering and Management. 3o ed: Prentice Hall, Inc. 1986.

8 LANGFORD, J. W. - Logistic Principles and Applications. Logistics Series.Mc-Graw-Hill, Inc. 1995.

9 CARLOTO, Marco. Notas de aula Pós-graduação em Engenharia de Manutenção PUCPR. Curitiba. 2013

10 VIANA, Herberte R. G. Planejamento e Controle da Manutenção. 5a reimpressão. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2013. 167p.

11 SIQUEIRA, Iony Patriota. Indicadores de Eficiência, Eficácia e Efetividade da Manutenção. 2006. Disponível em: <http://www.tecem.com.br/wp-content/uploads/2013/03/indicadores-de-ficiencia-eficacia-e-efetividade-da-manutencao_tecem.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2017.

12 BELTRANO FILHO, G. B. Dicionário de Termos de Manutenção e Confiabilidade. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 1996.

13 NUNES, Enon Laércio et al. Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC): análise da implantação em uma sistemática de manutenção preventiva consolidada. 2001. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/82056/185318.pdf>. Acesso em: 25 out. 2017.

14 PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Julio de Aquino Nascif. Manutenção: Função Estratégica. 4a edição. Rio de Janeiro: Ed. Qualitymark, 2013. 440p.

15 KARDEC, Alan; RIBEIRO, Haroldo, Gestão Estratégica e Manutenção Autônoma, Qualitymark Editora,Rio de Janeiro, 2002.

16 Murcia Neto, Emilio. Contratos por disponibilidade de usinas termelétricas: uma análise dos resultados econômicos de operação. Diss. Universidade de São Paulo. 2016.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE

9º Seminário de Inovação e Tecnologia do IFSul
9th Innovation and Technology Seminar IFSul
10 a 13 de Novembro / November 10th to 13th, 2020
Sapucaia do Sul – RS – Brasil

inovtec
ISSN 2446-7618

PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO: IMPLANTAÇÃO

De Barba Jr., D. J.[1]
Bork. C.A.S. [2]
Lopes, R.[3]

[1] *Doutor, Durval João De Barba Junior, IFSul, debarbajr@sapucaia.ifsul.edu.br.*
[2] *Doutor, Carlos Alberto Schuch Bork, IFSul, bork@sapucaia.ifsul.edu.br.*
[3] *Engenheiro, Rafael Lopes, IFSul.*

Resumo
O Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) vem se destacando como uma das áreas mais importantes no apoio para atingir os objetivos estratégicos da alta gerência. O trabalho busca demonstrar que o setor de manutenção não pode ser visualizado somente como custo, mas como um facilitador para se atingir metas com aumento de eficiência, que se trata de efetuar mais trabalhos com menor custo, buscando diminuir as falhas no processo. A implantação do PCM traz um aumento na eficiência da manutenção realizada de forma preventiva e preditiva, diminuindo as manutenções corretivas que causam paradas de linhas diminuindo a disponibilidade de máquinas. O estudo teve como objetivo analisar os efeitos da implantação do PCM em uma determinada indústria, utilizando-se de pesquisa em sites e livros sobre o assunto manutenção, para determinar os conceitos aplicados no setor de manutenção visando aprimorar o conhecimento para elaboração do trabalho. Ao analisar os indicadores de manutenção, após a implantação do PCM, foi possível comprovar o aumento da eficiência do setor de manutenção, destacando o aumento na disponibilidade (= 98,7%) na empresa.

Palavras-chave: Manutenção; Planejamento e Controle da manutenção; Indicadores.

MAINTENANCE PLANNING AND CONTROL: IMPLEMENTATION

Abstract
Maintenance Planning and Control (PCM) has stood out as one of the most important areas in support to achieve the strategic objectives of top management. The work seeks to demonstrate that the maintenance sector cannot be viewed only as cost, but as a facilitator to achieve goals with increased efficiency, that it is about doing more work at a lower cost, seeking to reduce the failures in the process. The implantation of the PCM brings an increase in the efficiency of the maintenance carried out in a preventive and predictive way, decreasing the corrective maintenance that cause stops of lines decreasing the availability of machines. The study aimed to analyze the effects of PCM implantation in a given industry, using research on websites and books on the subject of maintenance, to determine the concepts applied in the maintenance sector in order to improve the knowledge for the elaboration of the work. When analyzing the maintenance indicators, after the implementation of the PCM, it was possible to prove the increase in the efficiency of the maintenance sector, highlighting the increase in availability (= 98.7%) in the company.

Key words: Maintenance; Maintenance Planning and Control; Indicators.

ISSN 2446-7618

1 INTRODUÇÃO

O Planejamento e Controle de Manutenção (PCM) é um conjunto de ações, de elementos de otimização e aplicação dos recursos disponíveis, que visa preparar, programar, planejar, e verificar resultados alcançados da execução fundamentados nos indicadores preestabelecidos. Desta forma, são feitas as correções necessárias para os desvios, para aumentar a eficiência do setor e conseguir o aumento na disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, a fim de alcançar os objetivos estratégicos da alta gerência[1].

Com a implantação do PCM busca-se minimizar as paradas de manutenção não programadas durante a produção, aumentar a disponibilidade das máquinas, adequar a empresa às normas e certificados internacionais, desenvolver um banco de problemas e soluções, assim, criando um histórico, reduzindo custos de manutenção, definindo processos de segurança e de operações de manutenção, conservando os equipamentos por mais tempo, gerenciando o consumo de peças e materiais nas manutenções, provisionando recursos para manutenções futuras, e auxiliando na programação de melhores datas para produção. Além disso, pode utilizar os recursos de forma sustentável a fim de diminuir o impacto dos resíduos gerado por uma indústria de produção de painéis em madeira.

O Planejamento e Controle de Manutenção tem como atribuições[2]:

- Definir e controlar as metas e os indicadores de manutenção que buscam orientar o fluxo de manutenção para melhorar sua eficiência;
- Definir padrões e procedimentos de trabalho, que visam criar referências de manutenção e que venham a otimizar as tarefas, estes geram um aumento de conhecimento sobre os serviços dentro do grupo de manutenção que evitam retrabalhos em função dos procedimentos adotados;
- Conceber e detalhar os planos de trabalhos que orientem e ajudem a manutenção dos equipamentos para que se possa prever e evitar falhas nos equipamentos;
- Desenvolver uma matriz de criticidades de ativos para determinar os equipamentos mais importantes da fábrica;
- Elaborar a programação diária, semanal e de paradas com calendário anual de 52 semanas, afim de organizar a execução dos serviços;
- Realizar auditoria interna no sistema de planejamento de manutenção para buscar uma melhora constante.

A Matriz de criticidade dos ativos (Critério ABC) tem como objetivo determinar a criticidade do ativo, assim, sendo possível priorizar os serviços a serem realizados pela manutenção. A matriz de criticidade dos ativos é realizada por meio da análise dos seguintes aspectos dos ativos: Segurança e meio ambiente, produção, qualidade e custo de manutenção. Os ativos podem ser criticidade A, caso qualquer um dos aspectos forem classificados como Máximo, de criticidade B, caso tenham algum item com classificação média e após a análise da gerencia, e criticidade C, se todos os itens forem classificados como pequena[2][3].

Após a elaboração do mapa de classificação dos ativos, recomenda-se que o percentual de cada critério seja de Criticidade A, 10% dos ativos; de Criticidade B, 60% dos ativos; e de Criticidade C, 30% dos ativos[2].

ISSN 2446-7618

A solicitação de serviço (SS) é uma entrada no sistema para serviços do dia a dia ou referente às paradas. Trata de um pedido de manutenção para um equipamento, independente de sua origem, que deve ser inserida no sistema. Tem como objetivo proporcionar o controle global sobre as intervenções da manutenção. O PCM recebe as solicitações e deve filtrar a real necessidade do serviço juntamente com a supervisão, para determinar os recursos necessários para executá-lo, de acordo com o grau de criticidade do equipamento, para que, assim, seja programado a execução. Após o procedimento, a solicitação de serviço virá uma ordem de serviço para ser incluída na programação[2][4].

A ordem de serviço (OS) constitui o principal documento para o PCM, pois detalha e define o serviço, estabelece como deve ser executado e informa os recursos necessários para o mesmo. A ordem de serviço, quando retorna ao setor de manutenção, alimenta o sistema de manutenção concebendo um histórico de intervenções do equipamento e os recursos financeiros utilizados da empresa. As ordens de serviços devem ser incluídas nas programações semanais ou de parada, onde podem ser oriundas de solicitações de serviço, planos preventivos e *checklist*[2][4][5].

A programação semanal é a etapa que define as ordens de serviço oriundas de solicitações de serviço ou planos preventivos que serão executados e por quem. É dividida em 52 semanas, sendo elaborada pelo PCM com auxílio do supervisor da área, conforme a criticidade. O processo de programação semanal começa a partir de uma reunião semanal onde são tratadas as solicitações de serviço do sistema, planos preventivos e preditivos. É de responsabilidade do PCM a condução da reunião semanal[1].

A programação de paradas tem os serviços oriundos de solicitações de serviço do sistema que necessitam de máquina parada para sua realização; a data de parada dos equipamentos está no calendário de paradas.

Existem seis indicadores chamados de “Índices de Classe Mundial”, os quais são amplamente utilizados nos setores de manutenção[1].

Disponibilidade: é a capacidade de um componente ou equipamento estar em condições de executar uma certa função durante um intervalo de tempo, sendo adotado como padrões mundiais 95% de disponibilidade[1][6][7].

MTBF (**Tempo Médio Entre Falha**): é definido como a divisão das horas disponíveis do equipamento para operação pelo número de intervenções corretivas neste equipamento no período. Quanto maior for o número desse indicador melhor. De uma maneira geral, uma referência de MTBF seria em torno de 100 horas. Exemplo: Uma intervenção corretiva a cada 100 horas[1][6][7].

MTTR (**Tempo Médio Para Reparo**): é definido como sendo a divisão entre as horas totais do tempo de manutenção, pelo número de intervenções corretivas no período. Nesse caso quanto menor o número, melhor estará o indicador. Normalmente este indicador é expresso em minutos e tem como padrão mundial 60 minutos em média[1][6][7].

Backlog: é definido como a carga de trabalho pendente a ser executada pela manutenção. Este indicador é medido pelo número de horas de trabalho pendentes relacionando com a disponibilidade de mão de obra existente[7].

Custo de manutenção: o custo de manutenção por faturamento acontece na relação entre os gastos totais com manutenção e o faturamento da companhia. Os

ISSN 2446-7618

tipos de custo de manutenção podem ser: Pessoal (despesas com salário e prêmios, encargos sociais, benefícios e treinamento); materiais (custo de reposição dos itens, energia elétrica, água, imobilização, almoxarifado e compras); Serviços de terceiros (contratos com empresas externas para serviços); Depreciação (custos diretos de reposição ou investimento em equipamentos e ferramentas); e Perda de faturamento (Custos da perda de produção e com desperdício de matéria-prima)[1][7].

Taxa de ocupação dos técnicos: é definida como sendo o percentual do tempo, transformado em alguma atividade produtiva pelo técnico de manutenção, em relação as suas horas disponíveis[7].

Este trabalho teve como objetivo analisar os efeitos da implementação do PCM em uma determinada indústria e a sua implantação contribuiu para a redução de perda de mão de obra direta, aumento da eficiência da mão de obra, padronização dos procedimentos de execução de tarefas e análise dos desvios de metas e medidas de correção.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o correto desenvolvimento desse trabalho e o cumprimento do objetivo, fez-se necessário realizar as seguintes etapas:

1. Pesquisar nos sites, Scielo, Science Direct e ABRAMAN, e também, no Periódicos da CAPES, artigos ou teses que possuem, como palavra chave Planejamento e Controle de Manutenção ou sua sigla (PCM). Realizar uma leitura básica dos resumos dos trabalhos encontrados e separá-los;

2. Fazer um levantamento de informações referentes à manutenção, no setor responsável da empresa, buscando dados de disponibilidade e custos de manutenção, para apresentá-los graficamente.

3. Conforme o plano de implementação do PCM, desenvolvido por uma empresa especializada em projetos de melhoria em manutenção, apresentar as etapas e as ferramentas necessárias para o desenvolvimento do programa;

4. Fazer um levantamento de informações referentes à manutenção, no setor responsável da empresa, buscando dados de disponibilidade e custos de manutenção, para apresentá-los graficamente.

5. De posse dos dados de disponibilidade e custos de manutenção, dos dois cenários analisados, mostrar graficamente os dois resultados.

Quanto à viabilidade de execução, a referida pesquisa trata-se de um estudo referente à organização e gestão da manutenção industrial, onde a empresa tem suas atividades voltadas para o ramo moveleiro. O autor trabalha dentro do Setor de Manutenção da empresa e realizou uma pesquisa e levantamento de dados do setor de manutenção e produção, organizando reuniões com os responsáveis e os envolvidos das áreas dentro da empresa. Também fez uso dos seguintes recursos: análise de documentos, fluxos, registros da empresa pertinentes ao processo de planejamento e controle de manutenção industrial e mapeamento do processo atual.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O trabalho aborda a implantação do Planejamento e Controle de Manutenção Industrial em determina empresa. Para comparação dos resultados, utilizou-se dos dados do período de março a novembro de 2014, como situação anterior a implantação do PCM, e do período de março de 2015, com término previsto para

ISSN 2446-7618

abril de 2017, como o período do processo de implantação do PCM. Os meses de dezembro, janeiro e fevereiro foram desconsiderados devido à queda nas vendas e programação de férias dos colaboradores. O trabalho tem como foco apresentar os dados obtidos dos indicadores de manutenção dos dois períodos assim podendo demostrar os resultados alcançados.

3.1 Cenário anterior a implantação do PCM

No mês de março do ano de 2014 a empresa possuía aproximadamente 1.400 funcionários diretos. O setor de manutenção possuía 346 funcionários que atuavam em 3 turnos com jornada de 8 horas e no turno administrativo.

A manutenção da empresa era composta pelos seguintes setores: usinagem, ferramentaria, lubrificação, planejamento e controle de manutenção, engenharia de manutenção, apoio logístico e serviços, oficina de veículos leves e pesados, mecânica de precisão e ajustes, hidráulica, pneumática, utilidades, mecânica industrial, elétrica predial, elétrica industrial, conservação patrimonial e manutenção civil.

Os colaboradores da manutenção representavam aproximadamente 25% do total dos funcionários da empresa. O percentual de colaboradores ideal do setor de manutenção deve ser de 3,6% do efetivo total das empresas[7].

O organograma do setor de manutenção possuía três supervisores de manutenção mecânica, dois supervisores de manutenção elétrica e alguns líderes de turno. Estes últimos respondiam diretamente ao gerente industrial.

Os processos de manutenção não tinham um fluxo definido e padronizado. Ao verificar uma falha, os operadores de produção realizavam o chamado diretamente ao mantenedor de campo via rádio. Este verificava a falha e atuava na sua tratativa. Normalmente não era realizando o registro no sistema, comprometendo o histórico de falhas do equipamento, apontamento de horas ou sobressalentes e demais recursos aplicados.

As inspeções que eram realizadas nas linhas, com os equipamentos em operação, ou as atividades de consertos e testes, em bancadas, não eram registradas no sistema, somente quando necessário retirar um sobressalente do setor de almoxarifado, que para gerar a requisição de sobressalentes deveria se vincular a uma ordem de serviço.

A estratégia de manutenção utilizada era a manutenção corretiva. Por isso se justificava o elevado número de colaboradores no setor de manutenção com oficinas decentralizadas em todos os turnos, devido à necessidade de uma resposta rápida durante a parada de linha em emergência, visto que trata-se de equipamentos robustos, de difícil acesso e manutenção pesada.

As manutenções programadas eram solicitadas diretamente pelo supervisor de manutenção ao coordenador de produção que determinavam uma data para a parada de linha. Esta data normalmente não era cumprida, devido ao não envolvimento de todas as áreas. A partir desta definição, gerava-se uma lista de serviços pelo supervisor de manutenção, e verbalmente passado para sua equipe. Raramente a ordem de serviço era gerada anteriormente e os recursos necessários eram programados para realizar as atividades. Normalmente a programação dos serviços não era bem feita, assim comprometendo a qualidade do serviço e o tempo determinado para a parada de linha.

O Setor de Manutenção era direcionado para dar apoio em campo, durante as

ISSN 2446-7618

manutenções corretivas, comprometido com especificações de peças, localização das mesmas no almoxarifado e locação de equipamentos de apoio.

As Ordens de Serviços (OS) encerradas, contemplando as manutenções corretivas e manutenções programadas, eram poucas, pois nesse período a manutenção era composta por 346 colaboradores, representando, no melhor mês, sete OS por mantenedor. Esse número baixo ocorre devido aos processos de manutenção não estarem bem definidos e os mantenedores não terem bem claro a importância das Ordens de Serviços.

Utilizando o tempo total de operação das linhas de produção e a quantidade de OS corretivas encerradas do período de março a novembro de 2014, foi determinado o Tempo Médio Entre Falhas (MTBF). Verificou-se que o tempo médio entre falhas que apresentou o melhor resultado foi alcançado no mês de março, com 4,78 horas entre falhas. Para que a empresa possa competir em nível mundial deve apresentar uma intervenção corretiva a cada 100 horas[1][6][7]. A empresa apresenta um MTBF muito abaixo do que se espera para padrões de nível mundial, assim, comprometendo a capacidade de competir no mercado.

Extraiu-se, do sistema de manutenção, o somatório de Horas-Homens apontadas, corretivas e programadas, no período de março a novembro de 2014. Este dado apresenta uma variação na quantidade de horas marcadas durante cada mês, no período de março a novembro de 2014, demonstrando que o apontamento e preenchimento das Ordens de Serviços realizadas não foram corretamente descritas, gerando um histórico não confiável sobre as falhas e soluções dos problemas ocorridos. Verifica-se que no melhor mês, cada colaborador apontou 22 horas, muito abaixo das 176 horas disponíveis. Assim, constatou-se que o sistema de manutenção é desorganizado e que utiliza, de forma errada, sua mão de obra.

Foi utilizada a quantidade de Ordens de Serviços corretivas e a quantidade de Homem-Hora apropriadas nelas, para se obter o Tempo Médio Para Reparo (MTTR). Este apresenta com maior valor, no mês de março, 46,8 minutos para reparo e o menor, no mês de junho, de 24 minutos. Pode-se verificar que a manutenção corretiva está bem desenvolvida na empresa, pois apresenta um número de MTTR menor que o padrão mundial que é de 60 minutos em média[1]6][7].

Utilizando os dados obtidos no MTBF e MTTR no período de março a outubro de 2014 obtém-se a “disponibilidade” de manutenção da empresa. A disponibilidade média de manutenção foi de 85,2%; o mês de junho apresentou 89,4%, sendo o melhor mês. Conclui-se, então, que o setor de manutenção necessita de uma organização, devido a não alcançar os 95% de disponibilidade de manutenção conforme padrão mundial[1][6][7].

3.2 Implantação do planejamento e controle de manutenção (PCM)

A implantação do sistema de Planejamento e Controle da Manutenção ocorreu no período de março de 2015 a fevereiro de 2016. A base para o sistema de gestão de manutenção é identificar a manutenção de forma estratégica dentro da organização[2].

A estratégia de manutenção adotada buscou garantir a disponibilidade maior possível dos equipamentos da planta, tendo como foco a otimização dos custos envolvidos, garantindo a qualidade dos serviços e priorizando a segurança e o meio ambiente. Para colocar em prática as técnicas e estabelecer padrões, diante do cenário atual, é um grande desafio, visto que, existe a necessidade na mudança de

ISSN 2446-7618

cultura das pessoas envolvidas que a anos realizam a atividade e agora terão que se adaptar à nova realidade. A mudança tecnológica também se torna um desafio no momento em que as pessoas precisam adotar uma nova conduta para serem absorvidas dentro do novo sistema.

O principal objetivo é planejar as ações, recebendo as informações de campo, processando e gerando os relatórios, analisando e informando a gerência com todas as informações necessárias sobre o cenário da manutenção da planta.

O sistema de gestão de planejamento, controle e organização da manutenção adotada pela empresa está estruturado no macro fluxo Sistema de Gestão Planejamento, Controle e Organização da Manutenção, conforme Figura 1.

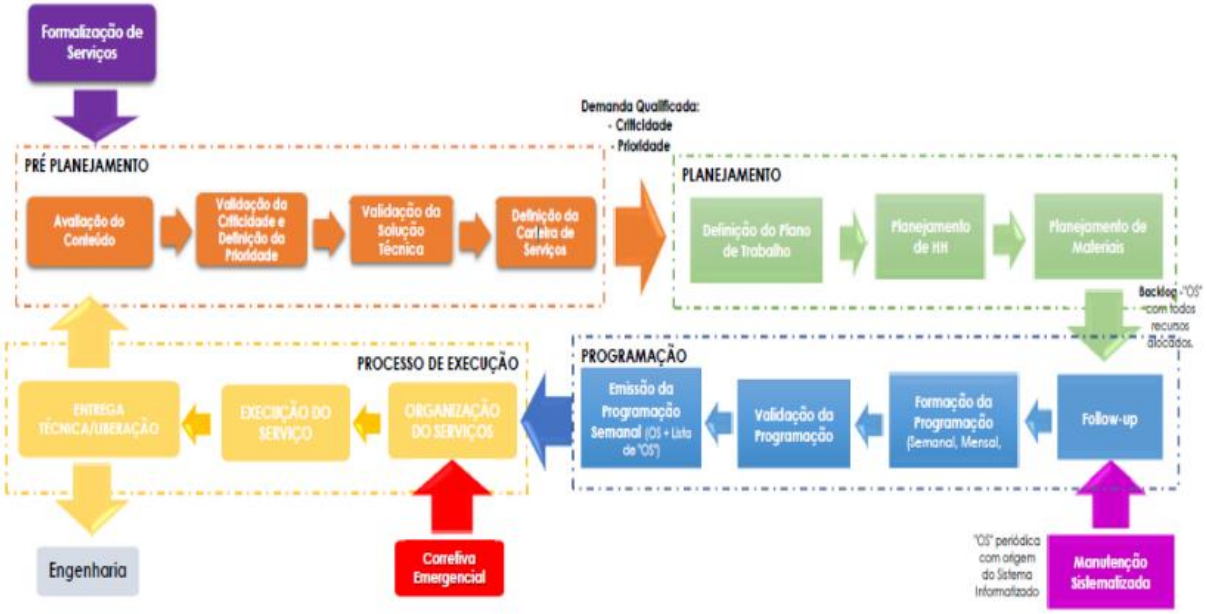


Figura 1: Macro fluxo Sistema de Gestão Planejamento, Controle e Organização da Manutenção.

O macro fluxo do sistema é composto por quatro etapas principais, sendo elas: pré-planejamento, planejamento, programação e processo de execução.

O processo se inicia com a formalização do serviço no sistema, que ocorre com a geração da Solicitação de Serviço, iniciando o processo de pré-planejamento. O setor de Planejamento e Controle de Manutenção, com o supervisor de manutenção da área, avalia a programação diária; se a Solicitação de Serviço foi direcionada para o ativo correto, se a descrição do problema está correta, define a prioridade, insere a quantidade de horas, insumos e sobressalentes necessários e define a carteira de serviço com base na duração para realizar a atividade, podendo ser semanal, mensal ou anual. Após todo processo a Solicitação de Serviço gera-se uma Ordem de Serviço.

Conforme o pré-planejamento é efetuado o planejamento, onde é elaborado o plano de trabalho, detalhando passo a passo as etapas a serem realizadas do serviço, com as ferramentas e equipamentos de apoio de carga, se necessários. Com os dados de horas previstas no pré-planejamento, identifica-se a necessidade de contratar mão de obra terceirizada. Verifica-se se os sobressalentes, para realizar a ordem de serviço, estão disponíveis no almoxarifado; caso contrário, é gerado o processo de compras.

Com os recursos necessários para os serviços disponíveis, conforme o planejamento, as Ordens de Serviços são inseridas na programação semanal,

ISSN 2446-7618

mensal ou anual. A programação é elaborada pelo setor de Planejamento e Controle de Manutenção e validada com o supervisor e coordenador de manutenção da área. Após a validação é divulgada a programação com a lista das Ordens de Serviços para toda equipe de gestão da fábrica.

Com as Ordens de Serviços disponíveis e a programação validada, ocorre o processo de execução onde as atividades são realizadas conforme descrito no plano de trabalho, ficando como responsabilidade da execução relatar nas Ordens de Serviços as observações ou melhorias na execução do trabalho, assim podendo ser modificado o plano para futuras manutenções.

3.2.1 Cadastramento dos equipamentos

Para estruturação de um sistema de manutenção confiável é necessário conhecer todos os equipamentos existentes dentro da empresa. A identificação dos equipamentos é muito importante para que se tenha o histórico de manutenção dos ativos[8]. A identificação deve ser exclusiva para cada equipamento instalado, podendo ter um banco de dados confiável para cada equipamento.

Os equipamentos foram cadastrados por hierarquias e famílias, sendo cadastrados 11.933 ativos e, destes, 1.881 bens como pais e 10.052 bens como filhos.

3.2.2 Criticidade dos equipamentos

Para definir a criticidade de cada equipamento cadastrado, a empresa foi dividida em 3 grandes áreas, onde uma equipe multidisciplinar de cada setor, composta por responsáveis da produção, processo, qualidade, manutenção e segurança do trabalho, utilizou a matriz de criticidade ABC para determinar a criticidade dos mesmos, a matriz de criticidade dos ativos é realizada por meio da análise dos seguintes aspectos dos ativos: Segurança e meio ambiente, produção, qualidade e custo de manutenção[2].

Os critérios adotados para compor a criticidade dos equipamentos foram: Meio Ambiente, Segurança e Saúde Ocupacional (MASSO), Qualidade (Q), Perda de Produção (PP), Custo de Reparação (CR) e Mantenabilidade (M).

Para determinar o valor de cada critério foi mensurado o impacto da falha do equipamento no processo. Esses critérios possuem o valor de 1, 3 ou 5, o que significa 1 para baixo, 3 para médio e 5 para alto, conforme Tabela 1.

Em seguida a aplicação da matriz de criticidade, soma-se os valores correspondentes de MASSO, Q, PP e CR e multiplica-se pelo valor de M. Os equipamentos que possuírem valores entre 4 e 20 são classificados como C, os que possuírem valores entre 30 e 54 são classificados como B e os que possuírem valores entre 60 e 100 são classificados como A.

Após a classificação ABC os ativos de classificação A, totalizando 1.009, sendo 8,5% dos equipamentos da empresa, ficando abaixo dos 10% recomendado[2]. Esses equipamentos são os que ditam o ritmo de produção e sua parada operacional provoca a parada na produção, problemas no produto ou riscos altos para a máquina, processo ou pessoas. Os equipamentos de classificação B, totalizando 4.023, não ditam o ritmo de produção, mas auxiliam diretamente os ativos de classe A. Sua parada operacional causa parada parcial na produção, problemas no produto ou riscos baixos para a máquina, processo ou pessoas. Os de classificação C, totalizando 6.901, não interferem na produção, apenas auxiliam indiretamente a mesma. Sua parada operacional não resulta em parada na

ISSN 2446-7618

produção, problemas no produto ou riscos para a máquina, processo ou pessoas.

Tabela 1: Matriz de Criticidade do Equipamentos.

NÍVEL	A FALHA DO ATIVO PROVOCA? CONSEQUÊNCIA (C)				MANTENABILIDADE (M) *CONFORME NR5462
	MEIO AMBIENTE, SEGURANÇA & SAÚDE OCUPACIONAL (MASSO)	QUALIDADE (Q)	PERDA DE PRODUÇÃO (PP) - * por linha	CUSTOS DE REPARAÇÃO (CR)	
5	Acidente Pessoal e/ou Comprometimento das Instalações e/ou Agressão ao Meio Ambiente.	Consequencias na Qualidade do Produto, ou seja, Não Conformidade Total.	Perda de Produção maior que 24 horas.	Custo de Reparação maior ou igual a R$40.000,00 (por item)	**ALTA** Alto Tempo de Acessibilidade (maior que 8 horas) e/ou Alta Complexidade Técnica e/ou Alto Tempo para Reparo (maior que 12 horas) e/ou Alto Tempo para Reposição de Sobress. (maior que 2 dias)
3	Risco de Acidente Pessoal e/ou Comprometimento das Instalações e/ou Agressão ao Meio Ambiente.	Consequencias na Qualidade do Produto, ou seja, Conformidade Parcial.	Perda de Produção menor ou igual a 24 horas.	Custo de Reparação entre R$40.000,00 e R$20.000,00 (por item)	**MÉDIA** Médio Tempo de Acessibilidade (entre 2 a 8 horas) e/ou Média Complexidade Técnica e/ou Médio Tempo para Reparo (entre 4 a 12 horas) e/ou Médio Tempo para Reposição de Sobress. (entre 1 a 2 dias)
1	Nenhum Risco de Acidente Pessoal e/ou Comprometimento das Instalações e/ou Agressão ao Meio Ambiente.	Nenhuma Consequencia na Qualidade do Produto, ou seja, Não afeta a Qualidade.	Nenhuma Perda de Produção, ou seja, Não afeta a produção.	Custo de Reparação menor ou igual a R$20.000,00	**BAIXA** Baixo Tempo de Acessibilidade (menor que 4 horas) e/ou Baixa Complexidade Técnica e/ou Baixo Tempo para Reparo (menor que 4 horas) e/ou Baixo Tempo para Reposição de Sobress. (menor que 1 dia)

3.2.3 Processo de formalização de demandas de manutenção

O processo de formalização das demandas de manutenção tem como função identificar e direcionar as solicitações de serviços à manutenção para o setor de planejamento e controle de manutenção, a fim de garantir priorização e agilidade nas ações de manutenção, aplicando formalmente o critério de criticidade programável, urgência ou emergência, assim estabelecendo os papéis, responsabilidades e a comunicação formal para o processo.

Estabelecem a regra de formalização para todos os serviços da manutenção, tendo como característica itens fundamentais como a Solicitação de Serviços e a atribuição da criticidade da necessidade. A formalização das demandas considera as seguintes etapas: identificação da necessidade de um serviço, atribuição da criticidade e formalização.

A criticidade classifica as solicitações nas seguintes características: “Emergencial” (a operação está parada ou precisa parar o mais rápido possível, porque existe risco de segurança pessoal ou meio ambiente, está impactando na qualidade do produto ou a operação pode causar danos ao equipamento); “Urgente” (deve ser executada em até sete dias, se monitorada corretamente não para imediatamente a produção, não afeta a segurança pessoal ou meio ambiente, não afeta a qualidade e não causa dano ao equipamento); e “Programável” (possibilita realizar o serviço no ativo ou na linha conforme data de parada programada, não afeta a segurança pessoal, meio ambiente e qualidade e não causa danos ao equipamento).

A prioridade “emergencial” decorre da não execução do serviço que oferecer risco de vida pessoal, ou coloca em risco o patrimônio da empresa, como vazamento de inflamáveis, produtos químicos ou tóxicos. Neste caso, a manutenção tem que ocorrer imediatamente. A “urgente” não apresenta riscos de vidas humanas nem ao patrimônio da empresa, porém, tem que estar claro que, após realizar o atendimento

ISSN 2446-7618

as demandas emergenciais, deve-se atender as demandas de prioridade urgente(1).

As Solicitações de Serviços (SS's), com criticidade emergencial, ocorrem diretamente por contato via rádio aos mecânicos em campo, onde o serviço é realizado e posteriormente é gerada a respectiva Ordem de Serviço. Para as solicitações urgentes todas são realizadas via sistema informatizado. A tratativa é dada pelo setor de PCM e gerada a Ordem de Serviço corretiva planejada com sua execução programada em até sete dias. As solicitações programáveis também são realizadas via sistema informatizado. A tratativa é dada pelo setor de PCM e gerada a ordem de serviço corretiva planejada com sua execução programada para a próxima parada de linha.

Nas demandas emergenciais, o setor de produção, por meio dos supervisores ou coordenadores, tem a responsabilidade de comunicar a manutenção sobre a situação emergencial, o mais rápido possível. Os mantenedores são responsáveis pelo diagnóstico da falha, quando necessário utilizar sobressalentes deve-se gerar a Ordem de Serviço para retirar o material no almoxarifado.

No processo de formalização das demandas de manutenção tem que estar claro a todos os envolvidos suas responsabilidades para que o atendimento seja realizado, conforme os prazos citados, e as expectativas dos solicitantes.

Para as demandas de manutenção, o solicitante tem a responsabilidade de gerar as Solicitações de Serviços por meio do sistema informatizado da manutenção e informar se é urgente ou programável. Checar se já existe alguma notificação para o mesmo serviço, a fim de evitar duplicidade de solicitações.

O setor de Planejamento e Controle de Manutenção avalia a criticidade atribuída as solicitações: urgência ou programável, realiza *feedback* aos solicitantes em relação as solicitações duplicadas e rejeitadas, planeja e programa as entradas sistematizadas pelo sistema informatizado, com o apoio e alinhamento da supervisão, inicia o processo de pré-planejamento com base nas solicitações de serviços e criticidade, e formaliza as ações de monitoramento de condições para as solicitações urgentes, quando necessário.

A execução da manutenção realiza os serviços somente por meio de uma Ordem de Serviços, salvo manutenção emergencial. Para serviços emergenciais, devem-se registrar, no sistema informatizado todas as informações dos serviços executados.

O setor de engenharia e projetos tem a responsabilidade de apoiar na avaliação das solicitações classificadas como instalação, modificação, confecção ou melhoria e participar das reuniões de avaliação das solicitações, onde os trabalhos envolvendo projetos/engenharia, instalação, modificação, confecção ou melhoria são discutidos.

O pré-planejamento é o processo de análise e consolidação técnicas das demandas, com origem nas solicitações de serviços geradas pela produção ou pelo próprio setor de manutenção. O objetivo é validar e detalhar as informações da Solicitação de Serviço, para que a mesma possa ser transformada em Ordem de Serviços e seguir o ciclo de planejamento. A seguir será detalhado o processo de pré-planejamento e as etapas de validação da solução técnica, programação da carteira de serviços e papéis e responsabilidades.

A solução técnica de cada serviço de manutenção é realizada pelo supervisor da área juntamente com o PCM. O supervisor é responsável por descrever a

ISSN 2446-7618

solução técnica, estimar o tempo necessário para a intervenção, a mão de obra, os materiais, apoio de carga e demais necessidades para realizar a atividade. Com base nesses dados o PCM tem condições de definir as carteiras de serviços.

Com os dados fornecidos na solução técnica, o setor de PCM define as carteiras de manutenção conforme o tempo de cada intervenção. Para a programação da carteira semanal considera-se as intervenções com duração de até quatro horas podendo ser com ativo inoperante ou em produção. A carteira mensal somente para realizar com o ativo inoperante, com tempo de intervenção de quatro até quarenta e oito horas. A programação de grandes paradas com tempo de intervenção superior a quarenta e oito horas é somente com o ativo inoperante.

A programação dos trabalhos é colocar as atividades em uma escala de tempo atendendo suas prioridades e necessidades da operação, desta forma, ter a visão de uma macro programação distribuídas no calendário anual[9]. Para realizar a programação deve-se realizar uma reunião com todos envolvidos e após divulgar aos demais setores, com o objetivo de todos estarem comprometidos, somente dessa forma a programação será cumprida.

Após a validação da solução técnica e a definição da carteira de serviço é gerada a devida Ordem de Serviço e inicia-se o processo de planejamento.

O planejamento é um processo tático-estratégico e tem como base o pré planejamento, onde são mensurados todos os recursos necessários. A programação é um processo tático-operacional tem como base o planejamento e estabelece o que é necessário fazer e quando deve ser realizado[1].

O PCM, com base na previsão indicada no pré-planejamento e solução técnica, é alocado no sistema a necessidade de mão de obra baseada nas especialidades (mecânica, elétrica, automação, entre outros).

Com base na indicação de necessidade de materiais, aloca-se os insumos no sistema, por meio do processo de empenho de insumo. O PCM deverá considerar a previsão de datas, conforme a carteira de serviços semanal, caso o material não estiver cadastrado ou não estiver disponível em estoque, o processo de suprimentos deverá garantir os insumos, conforme regras pertinentes.

As Ordens de Serviços corretivas planejadas e manutenção sistematizada com todos os recursos mensurados e disponíveis (mão de obra, materiais, equipamentos de apoio e procedimentos de segurança), tornam-se *backlog* para a programação.

3.3 Cenário posterior a implantação do PCM com comparação ao cenário anterior

Após a implantação do setor de planejamento e controle de manutenção, que ocorreu no período de janeiro a dezembro de 2015, a empresa possuía aproximadamente 700 funcionários diretos. No setor de manutenção foi realizado um ajuste no quadro de manutenção, para adequar o número de funcionários a demanda e reduzir custo de mão de obra direta. A mão de obra reduziu em 38,5%, passando de 346 para 213 colaboradores diretos no setor de manutenção.

Mesmo com a redução do quadro de manutenção é possível verificar, por meio da quantidade de Ordens de Serviços encerradas por mês nos períodos de 2014 com de 2015, que foi obtido um resultado muito significativo, conforme Figura 2. É possível observar que ocorreu um aumento no número de OS encerradas por colaborador no período de 2015 em relação ao de 2014. Isso somente ocorreu

ISSN 2446-7618

devido à implantação e organização realizada na gestão de manutenção, conseguindo aproveitar os recursos disponíveis com maior eficiência. Nos três meses iniciais da fase de implantação, os números continuam parecidos com do ano anterior, pois esse foi o período necessário para mapear os processos de manutenção existentes e conscientizar a todos envolvidos das mudanças necessárias para que o setor de manutenção tivesse uma eficiência melhor.

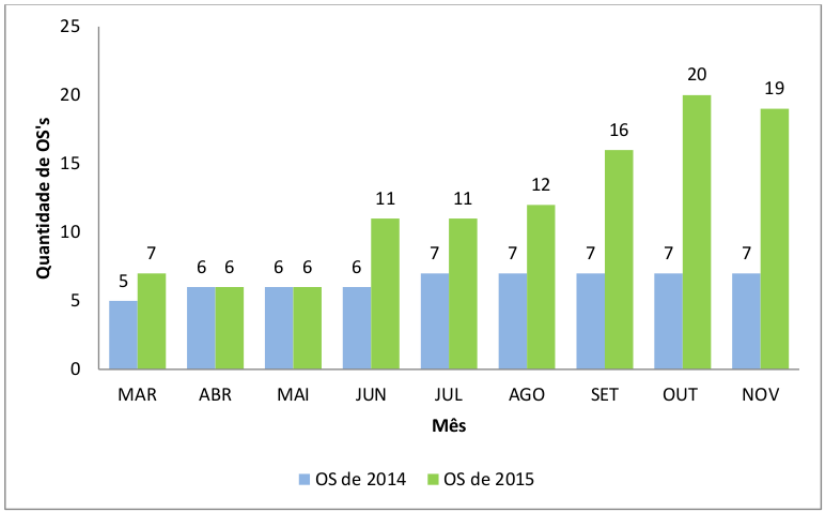


Figura 2: Quantidade de Ordens de Serviços Encerradas 2014 & 2015.

No mês de junho a agosto número de Ordens de Serviços encerradas no sistema aumentou quase o dobro do mesmo período do ano anterior. Nos próximos meses atingiu números satisfatórios, chegando quase o triplo dos serviços realizados no mês de outubro do ano anterior.

Com os dados oriundos das Ordens de Serviços em conjunto com o total de horas disponíveis para produção, consegue-se montar o gráfico do MTBF de 2015, conforme Figura 3.

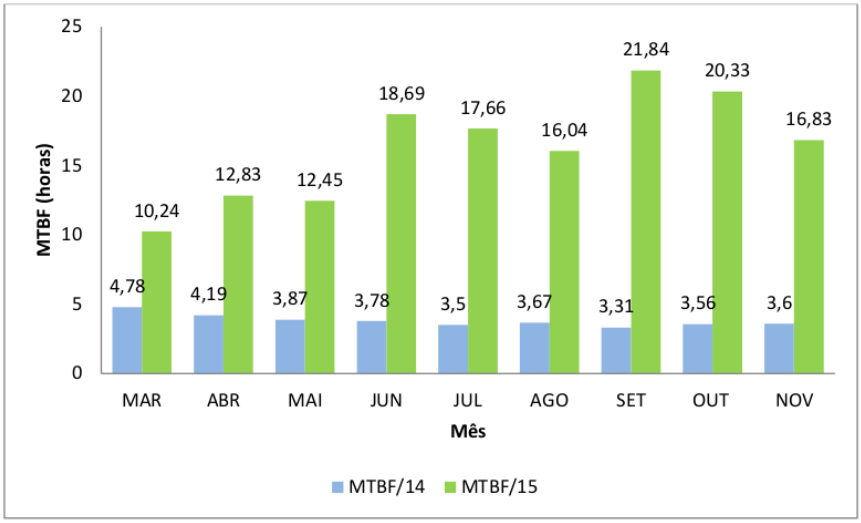


Figura 3: MTBF

2014 x 2015.

A Figura 3 demostra uma melhora no MTBF de 429%, tendo como a média do MTBF de 2014 3,8 horas e em 2015 16,32 horas. Foi possível verificar um grande avanço na diminuição do número de falhas. Com a implantação do PCM ocorreu a organização do setor de manutenção, diminuindo o tempo de atendimento e o tempo

ISSN 2446-7618

necessário para encontrar peças de reposição, assim melhorando a eficiência dos atendimentos.

A Figura 4 representa o tempo médio para reparo (MTTR) dos períodos 2014 e 2015. O valor de MTTR do período 2015 comparado com 2014 teve uma grande redução, isso significa que antes da implantação do setor de Manutenção levava mais tempo para solucionar as falhas ocorridas nos equipamentos, causando a indisponibilidade da linha de produção.

Nos três meses iniciais de análise no período 2015 os números são os maiores do período devido a adaptação do processo de organização da manutenção, após o mês de junho tem uma redução ao período anterior, atingindo em outubro o menor valor, correspondente a 0,09 horas. A empresa atingiu resultados menores que o padrão mundial que é de 1 hora em média(7).

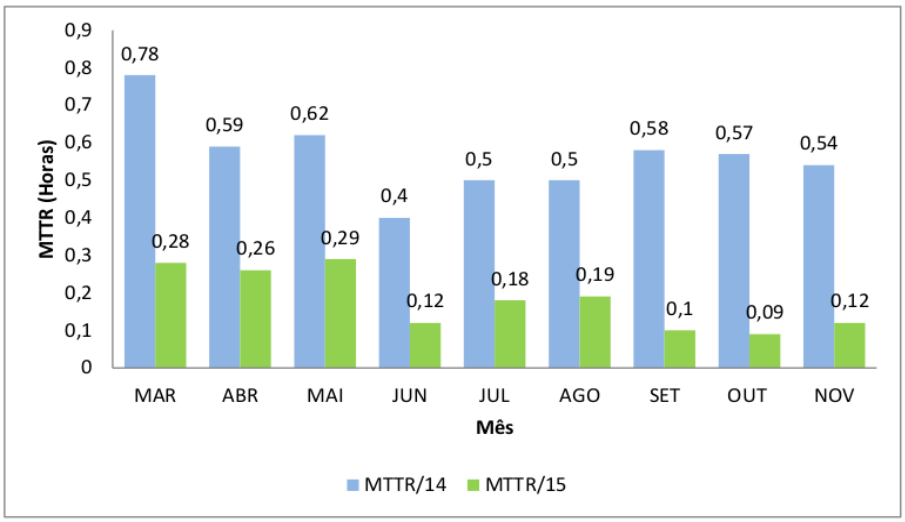
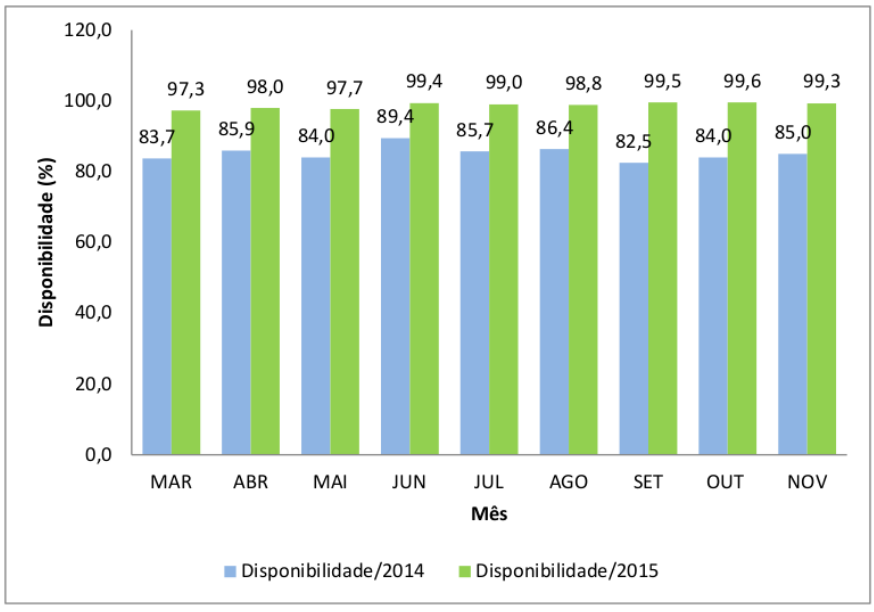


Figura 4:

MTTR 2014 x 2015.

Utilizando os dados obtidos no MTBF e MTTR no período de março a outubro de 2014 e 2015 pode-se calcular a disponibilidade de manutenção da empresa, conforme Figura 5.



ISSN 2446-7618

Figura 5: Disponibilidade 2014 x 2015.

A Figura 5 apresenta um aumento na disponibilidade de manutenção entre o período de 2014 e 2015. Em 2014 a média foi 85,2% e em 2015 atingiu 98,7%, portanto é visível que a implantação do setor de Planejamento e Controle de Manutenção contribuiu para a organização do setor de manutenção, alcançando em todos os meses de 2015 uma disponibilidade de manutenção maior que os 95% que é o padrão mundial[7].

Após a implantação do setor de Planejamento e Controle de Manutenção a empresa obteve uma redução de 25% no custo de manutenção anual, isso foi muito importante para aumentar a competitividade da empresa no cenário nacional.

4 CONCLUSÃO

A implantação do setor de Planejamento e Controle de Manutenção apresentou resultados bem satisfatórios durante o período do estudo. Ao analisar os indicadores de manutenção foi possível comprovar o aumento da eficiência do setor de manutenção destacando os seguintes resultados alcançados:

- A redução do custo fixo de manutenção com mão de obra, devido à redução do quadro de colaboradores do setor de manutenção em 38,5%.
- O aumento das Ordens de Serviços executadas em 86%, demostrando que mesmo com a redução do quadro de colaboradores a organização do setor aumentou a eficiência dos serviços executados.
- A melhora do MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) comparando os períodos de 2014 com o de 2015, onde obteve-se um aumento de 429% nesse indicador, saindo de 3,8 horas entre falhas, em 2014, para 16,32 horas, em 2015.
- A diminuição no MTTR (Tempo Médio Para Reparo) comparando os períodos de 2014 com o de 2015, onde ocorreu uma redução de 311% nesse indicador.
- Aumento da disponibilidade de manutenção, saindo de 85,2% em 2014 para 98,7% em 2015, aumentando o tempo em que as máquinas podem desempenhar suas funções gerando um maior lucro para empresa.

Após todos os indicadores apresentados, pode-se determinar que a implantação do setor de Planejamento e Controle de Manutenção resulta no aumento da eficiência da manutenção determinando maior disponibilidade e uma crescente no lucro para a empresa.

REFERÊNCIAS

1 BRANCO FILHO, Gil. A organização, o planejamento e o controle da manutenção. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2008.

2 NASCIF, J; DORIGO, L.C. Manutenção orientada para resultados. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

3 XENOS, Harilaus Georgius d'Philippos. Gerenciando a Manutenção Produtiva. INDG Tecnologia e Serviços Ltda. Nova Lima, 2004.

4 VIANA, Hebert Ricardo Garcia. PCM (Planejamento e Controle da Manutenção). Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

ISSN 2446-7618

5 PINTO, Alan Kardec. Manutenção: Função Estratégica. Qualitymark. Rio de Janeiro, 2001.

6 Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 5462 - Confiabilidade e Mantenabilidade. Rio de Janeiro, 1994.

7 GÊNESIS ASSESSORIA EMPRESARIAL, Curso formação de gestores em manutenção de excelência, 2015.

8 PALMER, R.D. Maintenance planning and scheduling handbook. New York: McGraw-Hill, 2013.

9 LAFRAYA, J.R., Barusso Manual da Confiabilidade, Mantenabilidade e Disponibilidade. Rio de Janeiro: Qalitmark Petrobrás, 2001. Mestrado (Engenharia Mecânica). Florianópolis : UFSC, 1997.

ISSN 2446-7618

TOMADA DE DECISÃO PARA ESPECIFICAÇÃO DE UMA INJETORA DE TERMOPLÁSTICOS

De Barba Jr., D. J.[1]
Bork. C.A.S. [2]
Rosa, C. C.[3]

[1] *Doutor, Durval João De Barba Junior, IFSul, debarbajr@sapucaia.ifsul.edu.br.*
[2] *Doutor, Carlos Alberto Schuch Bork, IFSul, bork@sapucaia.ifsul.edu.br.*
[3] *Engenheiro, Cristian da Costa Rosa, IFSul.*

Resumo
A combinação de conhecimentos técnicos do processo de injeção de termoplásticos, da utilização de softwares de simulação e de ferramentas de tomada de decisão são de grande importância para garantir a eficiência de trabalho na fase conceitual da escolha de uma máquina injetora. Neste trabalho foram abordadas as características relevantes de máquinas e moldes para seleção de uma injetora que melhor atenda a produção de uma determinada peça técnica. Esse trabalho buscou comprovar a importância do uso de ferramentas para a tomada de decisões na escolha de máquinas injetoras. Por meio de softwares de simulação de injeção e do Método de Apoio Multicritério à Decisão PROMETHEE, especificou-se e classificou-se uma máquina injetora. Este trabalho buscou, assim, comprovar que, com o emprego de um Método de Apoio Multicritério à Decisão corretamente estruturado, é possível classificar máquinas injetoras, fundamentado em critérios técnicos e não subjetivos, não importando o quão complexo podem ser estes critérios para a seleção do equipamento.

Palavras-chave: Método de Apoio Multicritério à Decisão; PROMETHEE; Injeção; Máquina Injetora.

DECISION MAKING FOR SPECIFICATION OF A THERMOPLASTIC INJECTOR

Abstract
The combination of technical knowledge of the thermoplastic injection process, the use of simulation software and decision-making tools are of great importance to guarantee work efficiency in the conceptual phase of choosing an injection machine. In this work, the relevant characteristics of machines and molds were selected for selecting an injector that best meets the production of a specific technical part. This work sought to prove the importance of using tools for decision making when choosing injection molding machines. Using injection simulation software and the PROMETHEE Decision Support Multicriteria Method, an injection machine was specified and classified. This work thus sought to prove that, with the use of a Multicriteria Decision Support Method correctly structured, it is possible to classify injection machines, based on technical and non-subjective criteria, no matter how complex these criteria may be for the selection of equipment.

Key words: Multicriteria Decision Support Method; PROMETHEE; Injection; Injection Machine.

ISSN 2446-7618

1 INTRODUÇÃO

Existem várias técnicas de transformação de polímeros. Basicamente consistem em fundir a resina, por meio de elevadas temperaturas, e transportá-la até um molde ou matriz, a qual proporcionará forma ao produto final. A técnica mais utilizada é a extrusão, um processo de produção contínua de produtos, tais como mangueiras, perfis de esquadrias e janelas, lonas, dentre outros. O segundo método mais utilizado é a injeção, processo que confere detalhes muito específicos aos produtos e que demanda um maior grau de inovação[1][2].

Os catálogos de máquinas injetoras apresentam diversos tipos de informações. Todas as informações devem ser atentamente consideradas para que a máquina selecionada atenda realmente todas as necessidades do transformador. Existem, contudo, algumas características principais, que fornecem dados suficientes para uma primeira seleção que determina o grupo de máquinas que serão, posteriormente, avaliadas com maior profundidade.

Para auxiliar a escolha de uma máquina injetora, existem ferramentas de tomada de decisão. O apelo para o uso de análise de decisão reside no fato dessa prática fornecer uma base sólida para se formar melhores agentes de decisão. A análise de decisão oferece elementos de entendimento comum às pessoas que decidem, incluindo procedimentos facilitadores à implementação desses conceitos de forma lógica, transparente e organizada[3][4].

Justifica-se a especificação de máquinas injetoras de termoplásticos com auxílio de ferramenta de tomada de decisão devido às possibilidades de crescimento do uso de materiais plásticos e do processo de injeção, bem como a ampliação nas opções de aplicação de materiais plásticos nos mais diversos setores, o que torna o mercado de transformados plásticos cada vez mais competitivo.

Desta forma, o objetivo geral desse trabalho foi demonstrar a utilização de um método de apoio multicritério à decisão na especificação de uma máquina injetora, para produzir uma determinada peça plástica, fundamentado em critérios técnicos.

Diariamente, existem vários critérios conflitantes que precisam ser avaliados em uma tomada de decisões. Dentre esses critérios, os principais são, geralmente, custos ou preços. A questão de medidas para a qualidade do produto é outro critério que entra em conflito com o custo. Fora do ambiente profissional, quando se precisa tomar alguma decisão, geralmente pesa-se vários critérios e assume-se as consequências de tais decisões, tomadas com bases intuitivas apenas. Por outro lado, em um ambiente profissional, é importante se estruturar adequadamente o problema e avaliar explicitamente vários critérios[3].

Decisões difíceis ou desafiadoras exigem mais considerações e normalmente envolvem: incerteza (muitos fatos podem ser desconhecidos); complexidade (pode haver muitos fatores inter-relacionados a serem considerados); consequências de alto risco (o impacto da decisão pode ser significativo); alternativas (pode haver várias alternativas, cada uma com seu próprio conjunto de incertezas e consequências); e questões interpessoais (cada pessoa reagirá de forma diferente diante de uma escolha)[3].

O Método de Apoio Multicritério à Decisão é uma ferramenta valiosa que pode ser aplicada em muitas decisões complexas. Essa ferramenta é mais aplicável em resolução de problemas que se caracterizam como uma escolha entre alternativas.

ISSN 2446-7618

O Método de Apoio Multicritério à Decisão está preocupado com a estruturação e solução de problemas de decisão e planejamento envolvendo múltiplos critérios[5].

O objetivo é apoiar os tomadores de decisão que enfrentam tais problemas, como por exemplo, a seleção de máquinas injetoras. Normalmente, não existe uma solução única e perfeita para tais problemas, e é necessário que o responsável em resolver estes problemas estabeleça a importância de cada critério, defina o quão preferível é uma alternativa em relação à outra e que atribua valores comparativos a cada alternativa para que elas sejam consideradas significativas ou não[3].

A definição desses parâmetros mencionados se dá a partir do conhecimento do tomador de decisão sobre a situação em estudo e pode envolver pesquisas, reuniões, discussões, opiniões ou convicções, de modo a estabelecer os valores representativos utilizados no sistema. Todos os Métodos de Apoio Multicritério à Decisão apresentam uma demanda natural por critérios sobre os quais a avaliação[5].

Considera-se que os critérios a serem estabelecidos devem satisfazer as seguintes propriedades: Relevância de valor; Compreensão, que diz respeito ao entendimento comum pelos participantes; Mensurabilidade; Não redundância; Independência de julgamento; Balanceamento entre completude e concisão; Operacionalidade; e Simplicidade versus complexidade[5].

Uma das ferramentas utilizadas para tomada de decisão é o método PROMETHEE (*Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation*). É um método de sobre classificação de valores (*outranking*) ordenando os itens com maior relevância na tomada de decisão. PROMETHEE é usado em problemas onde existe um número conhecido de alternativas que precisam ser ordenadas. Existem duas versões mais utilizadas: o PROMETHEE I e o PROMETHEE II. Enquanto o primeiro fornece uma ordenação parcial das alternativas reconhecendo que algumas alternativas não são comparáveis, o segundo oferece uma pontuação parcial para cada alternativa, podendo assim haver uma ordenação completa de todas estas alternativas[6][7].

Para que possa haver uma comparação entre as alternativas, o tomadorde decisão precisará definir algumas preferências assumindo um valor real entre zero e um. Quando as preferências são definidas, a metodologia PROMETHEE considera os critérios de forma não compensatória, ou seja, um baixo valor em um dos critérios não é compensado por um alto valor em outro critério[8].

As etapas para implementação do método PROMETHEE podem ser representadas como segue[9]:

Fase 1 – Identificação dos atores do processo decisório: definição do tomador de decisão (responsável pela decisão a ser tomada) e do facilitador (responsável pela construção do modelo de decisão de acordo com os pontos de vistas, juízos e valores do tomador de decisão).

Fase 2 – Listagem das alternativas: determinação das alternativas viáveis para a resolução do problema (máquina injetora A, máquina injetora B etc.).

Fase 3 – Definição dos critérios relevantes: determinação das especificações da máquina injetora por meio da literatura pesquisada.

Fase 4 – Determinação da importância relativa dos critérios: determinação dos pesos com o uso de pesquisas, entrevistas e/ou literatura.

Fase 5 – Determinação das soluções satisfatórias: com a utilização do

ISSN 2446-7618

método PROMETHEE.

Fase 6 – Analise de sensibilidade: verificação de como os valores das alternativas são afetados pela mudança de peso dos critérios. Este procedimento consiste em testar até que ponto são sólidos os resultados obtidos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

As etapas da metodologia empregada para a seleção de uma máquina injetora, com a utilização de um método de apoio à tomada de decisão, resume-se no diagrama da Figura 1.

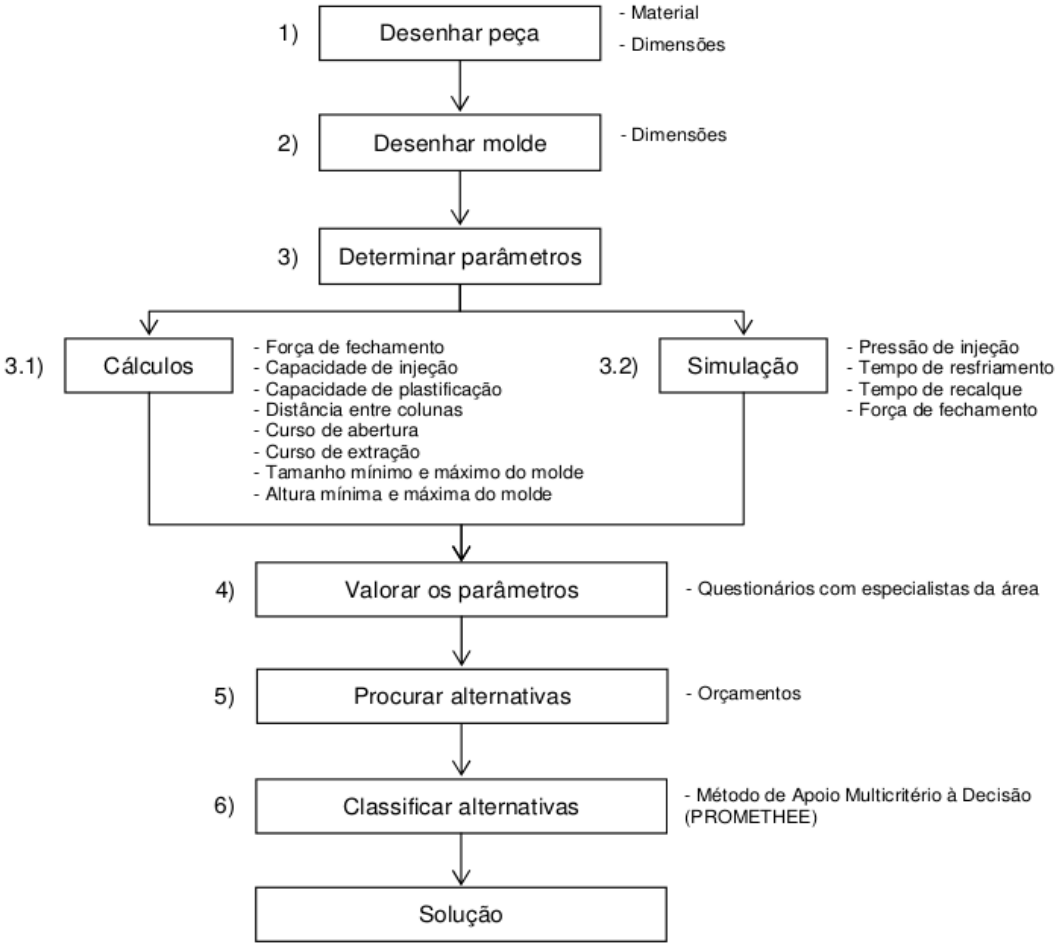


Figura 1: Etapas da metodologia utilizada.

Com o uso de um software de simulação de injeção (CAE), estimou-se alguns parâmetros de injeção da peça escolhida, como por exemplo, a pressão de injeção. Esse parâmetro é importante para a seleção de máquinas injetoras e, sem o auxílio de um software de simulação, torna-se difícil de ser obtido com exatidão, durante a fase de projeto da peça. A força de fechamento, a capacidade de plastificação e a capacidade de injeção são parâmetros que, com auxílio de softwares, tornam a seleção da máquina injetora mais precisa e robusta.

Após a especificação de parâmetros importantes da peça, tais como: força de fechamento, capacidade de injeção, capacidade de plastificação, distância entre colunas, curso de abertura da placa móvel, pressão de injeção, curso de extração, tamanho mínimo e máximo do molde e altura mínima e máxima do molde, executou-

ISSN 2446-7618

se uma pesquisa, em sites de fabricantes de máquinas injetoras, buscando as máquinas que atenderiam aos requisitos para injeção da peça plástica escolhida.

Para avaliar as alternativas e determinar a importância relativa dos critérios, após a busca e a seleção das máquinas injetoras, realizou-se uma pesquisa com professores com conhecimento em injeção, a fim de que esses classificassem, dentre os parâmetros da peça, quais seriam os mais importantes na seleção de uma máquina injetora.

Por fim, utilizou-se o Método de Apoio Multicritério à Decisão PROMETHEE, para determinação da solução satisfatória dentre as alternativas encontradas. O método PROMETHEE foi escolhido por sua simplicidade de operação, frente a outros métodos, e por estar disponível, gratuitamente na internet, para trabalhos acadêmicos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A peça modelo produzida (Figura 2), pelo processo de injeção, apresenta as seguintes características: polipropileno (PP), como matéria prima; parte externa com textura fosca; e parte interna polida.

O molde de injeção apresenta as seguintes características: duas cavidades; sistema de alimentação com bico quente (câmara quente); placas e componentes em aço ABNT 1045; cavidades e/ou machos em aço P20 com tratamento superficial de nitrocarbonetação e sistema de extração mecânica e pneumática.

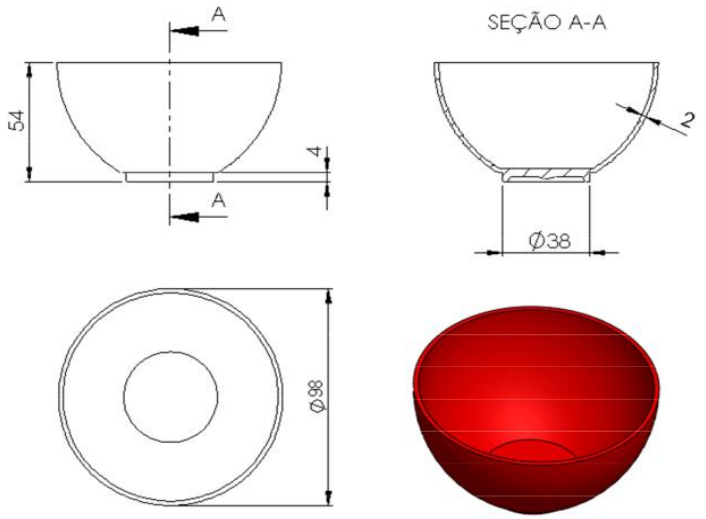


Figura 2: Pote de sobremesa.

3.1 Especificação técnica da peça escolhida

O software de simulação de injeção (CAE), empregado para auxiliar na especificação de dados da peça modelo, pode também ser utilizado para simular a fase de enchimento da peça, dependendo do material e parâmetros de processo atribuídos.

Profissionais com experiência no processo de injeção conseguem, com o auxílio do CAE, identificar a contração e o empenamento da peça. Como resultados importantes, pode-se destacar, também, a perda de pressão (pressão de injeção), tempo de injeção, velocidade de injeção, tempo de resfriamento, temperatura de extração, sendo possível fazer comparações de diferentes condições de

ISSN 2446-7618

processamento e dados obtidos com o uso de fórmulas, sendo essas de fácil consulta, não complexas, sem custos, porém apresentam resultados pouco precisos.

Além da fase de preenchimento, é possível simular sistemas de alimentação, sistemas de aquecimento e resfriamento em moldes de uma cavidade, cavidades múltiplas otimizando os sistemas, de acordo com a característica de cada peça. Também é possível dimensionar o porte de máquina injetora a ser utilizada para produção da peça, bem como decidir a quantidade de cavidades no molde[10].

Para o cálculo da força de fechamento da peça modelo, é preciso calcular a área projetada da peça. Neste caso, a área da peça projetada sobre a placa móvel foi de 75,39cm^2 (Ap = $\pi_x r^2$).

A força de fechamento é utilizada para regular e manter fechadas as partes do molde durante a fase de injeção e compactação, sendo expresso em quilogramas força ou, comumente usado, em toneladas. A força de fechamento pode ser obtida por meio da Equação 1[11].

$$Ff = \frac{Ap \times Pm \times km \times Ncav}{1000}$$

Sendo Ff (Força de fechamento: t); Ap (Área projetada: cm^2); Pm (Pressão média na cavidade: bar); Km (Fator de viscosidade); e Ncav (Número de cavidades do molde).

A pressão média na cavidade (Pm), exercida pelo material na fase de injeção e compactação, depende da razão entre dois fatores: o maior caminho de fluxo (Lf) e a espessura média da peça (s). O maior caminho de fluxo (Lf) (comprimento do percurso do fluxo) é a distância entre o ponto de injeção e o ponto da peça mais distante deste[11][12]. Sendo assim, o molde possui sistema de alimentação com câmara quente, não existindo canal de injeção. A Figura 3 mostra o caminho de fluxo do processo de injeção para a peça modelo.

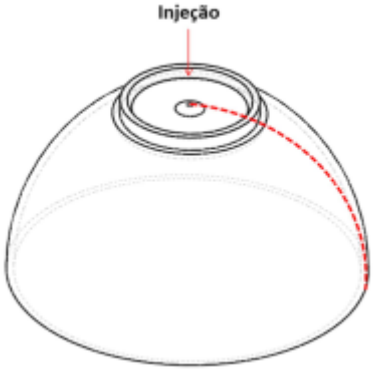


Figura 3: Caminho de fluxo da peça modelo.

O caminho de fluxo para a peça modelo foi de 90 mm, conforme ilustra a linha tracejada na Figura 3. Como a espessura da peça é de 2mm, tem-se então uma relação de fluxo de 45:1. Como no gráfico de pressão na cavidade (Figura 4) não existe uma relação de fluxo de 45:1, utiliza-se uma relação de fluxo de 50:1, pois é a mais próxima encontrada. Com a relação de fluxo determinada e a espessura da peça conhecida, pode-se obter a pressão média na cavidade. Conforme a Figura 4, a pressão média na cavidade para o pote de sobremesa é de 100bar.

O fator de viscosidade (km) do material implica em maior ou menor dificuldade no preenchimento da peça, neste caso, para o polipropileno (PP) este fator é 1,0[11].

ISSN 2446-7618

Com todos os parâmetros determinados, aplica-se a Equação 1 para o cálculo da força de fechamento. Para a peça modelo, a força de fechamento é de 18 toneladas. Inserindo um fator de segurança de 1,4, tem-se a força de fechamento de 25,2 toneladas[14].

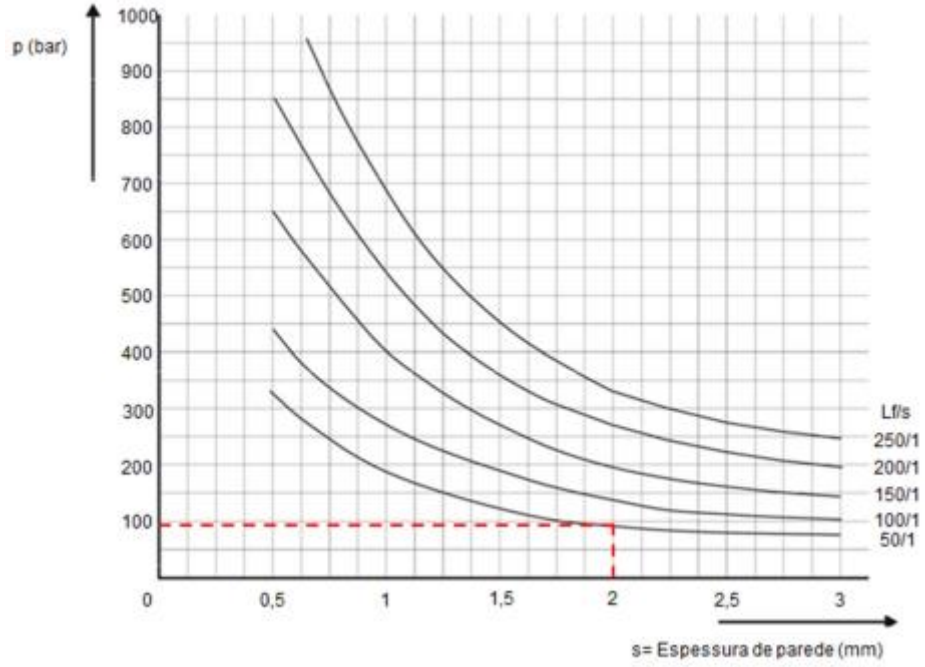


Figura 4: Gráfico de pressão na cavidade para o pote de sobremesa[13].

A capacidade de injeção é a quantidade máxima de material que a máquina injetora é capaz de injetar a cada ciclo, considerando também a massa dos canais de injeção e alimentação. Normalmente, as capacidades de injeção das máquinas injetoras são expressas em gramas de PS. Para outros materiais, utilizar a Equação 2[12].

$$Ci_b = Ci_a \times \frac{\gamma_b}{\gamma_a} \times \frac{f_a}{f_b}$$

Sendo Ci_a a capacidade de injeção para PS (g); γ a densidade (g/cm3) (0,95 para PS e 0,73 para PP)[15] e f o fator volumétrico (1,9 a 2,15 para PS e 1,92 a 1,95 para PP)[15].

Para determinar a capacidade de injeção, para a peça modelo, é necessário conhecer os seguintes dados: volume da peça (33,54cm^3); nº de peças/cavidades (2); e volume total (67,08cm^3).

Com o volume total do conjunto e a densidade média a 20ºC do polipropileno é possível determinar a massa do conjunto pela multiplicação da densidade pelo volume (61g)[15].

Aplicando a Equação 2, encontra-se a capacidade de injeção em PS. Para a peça modelo, a capacidade de injeção é de 76,97g. Para terminar, deve-se aumentar em 20% a capacidade de injeção como margem de segurança, tendo-se uma capacidade de injeção da peça modelo de 92,37g[14].

A capacidade de plastificação é a quantidade de material que a máquina pode elevar à temperatura de moldagem em 1 hora. Para calcular a capacidade de plastificação, precisa-se calcular o tempo de recalque e o tempo de resfriamento da

ISSN 2446-7618

peça[15].

O tempo de resfriamento da peça é o tempo estabelecido no painel da máquina injetora para solidificação e contração da peça dentro da cavidade do molde. A dosagem, descompressão e o desencosto do bico ocorrem dentro desse tempo de resfriamento. O cálculo do tempo de resfriamento para peças com paredes finas (menor ou igual a 3 mm) é feito com o uso da Equação 3[15].

$$t_{resf} = \frac{S^2}{a_{eff} \times \pi^2} \times \ln\left[\left(\frac{4}{\pi}\right) \times \left(\frac{T_m - T_w}{T_e - T_w}\right)\right]$$

onde S é a espessura de parede (2mm); a_{eff} a difusibilidade térmica efetiva (0,067mm^2/s)[15]; T_m a temperatura de fusão (200 a 280ºC)[15]; T_w a temperatura do molde (30 a 50ºC)[15]; e T_e a máxima temperatura de desmoldagem (65ºC)[15]. O tempo de resfriamento para o pote de sobremesa encontrado é de 14s.

O tempo de recalque é o tempo estabelecido no painel da máquina injetora para que a rosca continue mantendo a pressão sobre o material na cavidade, completamente cheia. O cálculo do tempo de recalque é feito pela Equação 4[15].

$$t_{rec} = \frac{S^2}{a_{eff} \times \pi^2} \times \ln\left[\left(\frac{4}{\pi}\right) \times \left(\frac{T_m - T_w}{T_S - T_w}\right)\right]$$

onde T_s é a temperatura de não fluxo (158 a 168ºC)[15]. Para a peça modelo tem-se um tempo de recalque de 4,55s.

O tempo de plastificação será dado pela diferença entre o tempo de resfriamento e o tempo de recalque. Assim como na capacidade de injeção, normalmente a capacidade de plastificação das máquinas injetoras é determinada em gramas de PS[12]. Para a peça modelo, o tempo de plastificação é de 9,45s.

Com os tempos definidos, é possível determinar a capacidade de plastificação pela divisão da massa pelo tempo de plastificação para o PP (23,25kg/h).

Utiliza-se a Equação 5 para o cálculo da capacidade de plastificação em PS para a peça modelo[15].

$$Cp_b = Cp_a \times \frac{q_a}{q_b}$$

onde Cp é capacidade de plastificação (kg/h); q é a quantidade de calor para atingir a temperatura de processamento (120 a 150kcal/kg para PS e 250 a 300kcal/kg para PP)[15]; a é o material de referência do catálogo (PS ou PEAD) e b o material para o qual se quer selecionar a injetora. A capacidade de plastificação deve ser calculada em PS, pois os catálogos de máquinas injetoras utilizam essa matéria-prima como referência para especificação (47,37kg/h)[15].

Para o molde ser instalado em uma máquina, esse precisa ter suas dimensões externas menores que a distância entre colunas da máquina. Essa dimensão é definida conforme o número de cavidades e o *layout* dessas cavidades no molde[14]. Para determinação da distância entre colunas é necessário determinar as dimensões das placas fixa e móvel do molde. Para isso, considera-se o *layout* das peças, conforme a Figura 5. Essa dimensão é importante para definição do espaço entre colunas da máquina injetora.

ISSN 2446-7618

A área ocupada pelas peças é de 260x98mm, ocasionando uma área útil de 264x160mm, para um tamanho do molde, cujas dimensões das placas fixa e móvel 400x300mm. Com as dimensões das placas do molde, é possível determinar a distância mínima entre colunas da máquina para o molde da peça modelo: 300mm.

O curso de abertura do molde deve ser o suficiente para a extração da peça mais o canal da bucha. Deve ser previsto uma tolerância (50 à 100mm) para evitar que a peça, ao ser extraída, fique presa no molde[14]. Para a peça modelo, a altura da peça é de 54mm. O molde possui sistema de alimentação com câmara quente com injeção direta, assim, não existe canal de injeção originando um curso de 208 mm.

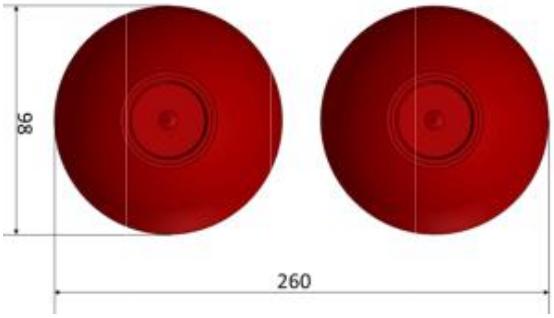


Figura 5: *Layout* das cavidades no molde da peça modelo.

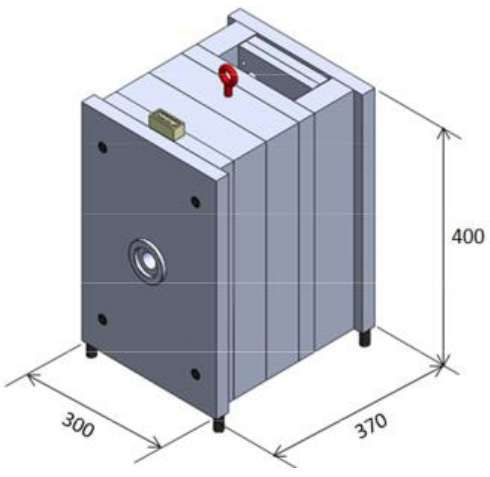
A pressão de injeção é a pressão exercida pelo pistão sobre o polímero durante o preenchimento do molde, ou seja, é a pressão necessária para preencher o molde sem pressurização, não sendo necessária a pressão de comutação, que é a pressão de mudança de pressurização para a pressão de recalque[12]. Durante a escolha da máquina injetora, a pressão de injeção necessária para o preenchimento da peça ainda não é conhecida. Estimativas podem ser feitas com o uso de softwares CAE ou por meio do gráfico de pressão na cavidade[12][14].

Com base nos dados obtidos com o uso do software de simulação (CAE), a pressão de injeção da peça modelo é de 55bar.

O curso de extração deve ser o suficiente para expulsar a(s) peça(s) e o sistema de alimentação (se houver) do molde[10]. O curso de extração mínimo necessário é de 54 mm.

O tamanho mínimo e máximo do molde é definida como sendo as dimensões necessárias para que o molde possa ser fixado na máquina[14]. Por meio da Figura 6, pode-se concluir que o tamanho mínimo e máximo do molde da peça modelo é de 400x300mm, pois essas são as dimensões das placas que compõem o molde.

Outra medida importante do molde, para a seleção de uma máquina injetora, é a altura. A altura do molde da peça modelo é de 370 mm. Essa medida foi obtida pela soma das alturas de todas as placas do molde e também é demonstrada na Figura 6.



ISSN 2446-7618

Figura 6: Dimensões do molde do pote de sobremesa.

3.2 Tomada de decisão: o método PROMETHEE

Fundamentando-se no exposto neste trabalho, o profissional tomador de decisão pode listar as alternativas das máquinas injetoras disponíveis no mercado que atendam aos critérios definidos. Em um caso prático, o tomador de decisão é o gerente de produção ou outro profissional designado para esse fim.

As alternativas de máquinas pesquisadas foram 3 injetoras, denominadas aqui de H, R e S, sendo essas as escolhidas devido à disponibilidade de dados em seus sites e o retorno, em tempo hábil, sobre os preços de seus equipamentos.

Para a avaliação e a determinação da importância dos critérios foi utilizada uma pesquisa com professores especialistas que trabalham com máquinas injetoras. Estes critérios, já ponderados, encontram-se na Tabela 1. É importante ressaltar que o critério preço não foi considerado na pesquisa, pois entende-se que esse é o item de maior importância na seleção de máquinas injetoras e deve ser considerado a parte e posteriormente.

Tabela 1: Valores de entrada para cada critério.

Critérios para seleção de máquinas injetoras	Peso
Preço	0,13
Força de fechamento	0,13
Capacidade de injeção	0,12
Distância entre colunas	0,10
Pressão de injeção	0,10
Capacidade de plastificação	0,09
Curso de abertura da placa móvel	0,09
Altura mínima e máxima do molde	0,08
Tamanho mínimo e máximo do molde	0,08
Curso de extração	0,06

Após a realização da pesquisa com os professores, o software PROMETHEE foi alimentado com os critérios definidos e seus pesos. No Apêndice é possível observar a tela de entrada do software.

A aplicação do método PROMETHEE II, tendo como base os valores de entrada encontrados na Tabela 4, mostra uma preferência pela máquina H, seguida pela máquina R e por último a máquina S (Tabela 2).

Tabela 2: Preferência segundo o método PROMETHEE.

Alternativas	H	R	S
Resultado segundo PROMETHEE	0,4213	0,2297	0,1083

A análise de sensibilidade identifica como os valores das alternativas (injetoras H, R e S) são afetados pela mudança de peso dos critérios. Tem por

ISSN 2446-7618

objetivo identificar quais são os critérios que não podem ser alterados sem mudar a solução encontrada, devendo ser executada para todos os critérios, um por um[4].

A análise de sensibilidade apresenta dois tipos de resultados: dominância absoluta (robustez) e dominância relativa (sensível). Quando o peso do critério analisado poder variar, independente de seu valor, e a solução encontrada não for alterada, diz-se que este critério apresenta uma dominância absoluta.

Com relação aos critérios força de fechamento, capacidade de injeção, capacidade de plastificação, tamanho mínimo e máximo do molde, altura mínima e máxima do molde, preço, existe uma dominância absoluta pela alternativa H em relação às demais, ou seja, independente do peso atribuído ao critério, a alternativa H sempre será preferida frente às demais. Um exemplo de dominância absoluta pode ser observado na Figura 7a.

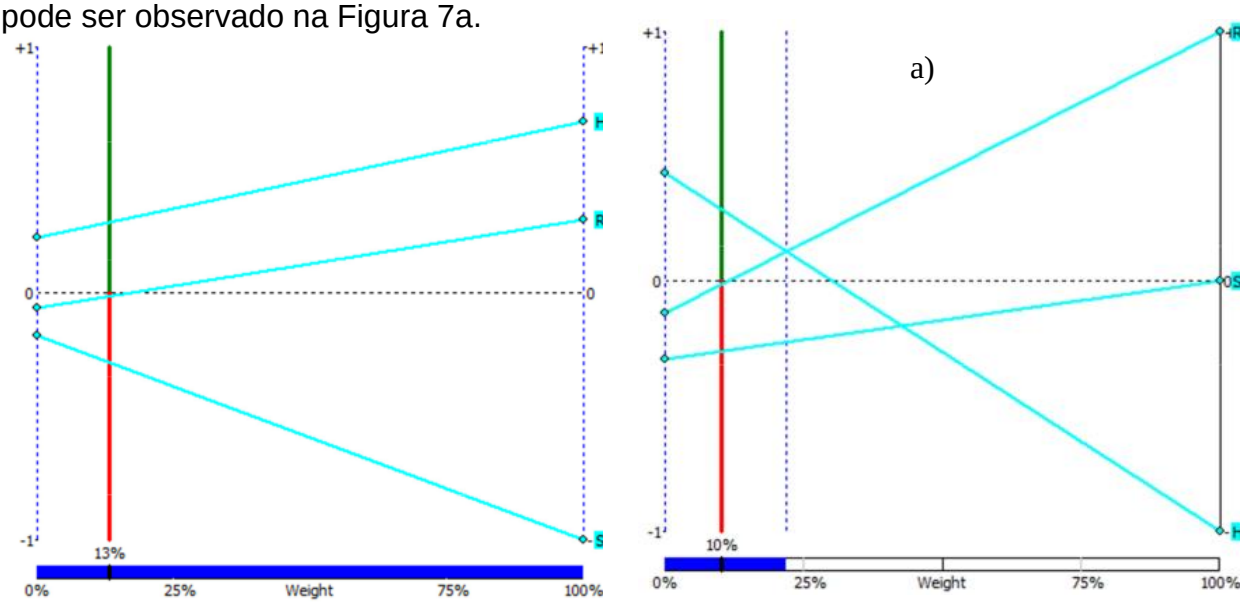


Figura 7: a) Dominância absoluta: força de fechamento; b) Dominância relativa: pressão de injeção.

Quando a solução encontrada não for alterada, desde que o peso do critério permaneça dentro de uma faixa, diz-se que este critério apresenta uma dominância relativa (Figura 7b). Com relação aos critérios distância entre colunas, curso de abertura da placa móvel, pressão de injeção e curso de extração, existe uma dominância relativa da alternativa H frente às outras duas alternativas. A pior situação ocorre no critério pressão de injeção onde o peso definido foi de 10% e, segundo o método PROMETHEE, se fosse atribuído um peso de 21,8%, ocorreria uma mudança de classificação no resultado, onde a alternativa R seria escolhida frente à alternativa H.

4 CONCLUSÃO

Com a utilização de softwares de simulação, foi possível determinar parâmetros importantes da peça modelo, como por exemplo, a pressão de injeção. Ainda, foi possível confirmar dados de tempo de resfriamento, tempo de recalque, força de fechamento, entre outros. Esses dados foram apresentados por meio de equações, pois estão disponíveis nas literaturas e são de fácil acesso, quando comparados ao uso de softwares de simulação.

ISSN 2446-7618

Com a definição desses parâmetros, foi possível delimitar algumas medidas do molde, medidas essas importantes para a seleção de uma máquina injetora, pois a máquina escolhida deve possibilitar a colocação e fixação do molde.

Considerando os critérios de seleção de máquina injetora: preço, força de fechamento, capacidade de injeção, distância entre colunas, pressão de injeção, capacidade de plastificação, curso de abertura da placa móvel, altura mínima e máxima do molde, tamanho mínimo e máximo do molde e curso de extração, foi possível fazer uma pesquisa em sites de fabricantes para verificar quais máquinas atendem a estes critérios.

Foi feita uma análise em três máquinas injetoras: R, H e S. Dentre outras máquinas pesquisadas, essas foram as escolhidas por atenderem aos critérios especificados e também devido à disponibilidade de dados em seus sites.

Por meio do método PROMETHEE, foi possível determinar a máquina injetora H como sendo a melhor opção de escolha para a injeção da peça modelo, frente às outras duas opções.

A utilização de um método de apoio multicritério à decisão, PROMETHEE, na especificação de uma máquina injetora, mostrou-se apropriado. Obviamente que mais critérios podem ser implementados, de acordo com os conhecimentos das pessoas envolvidas na tomada de decisão e de outras informações advindas dos fabricantes de máquinas injetoras.

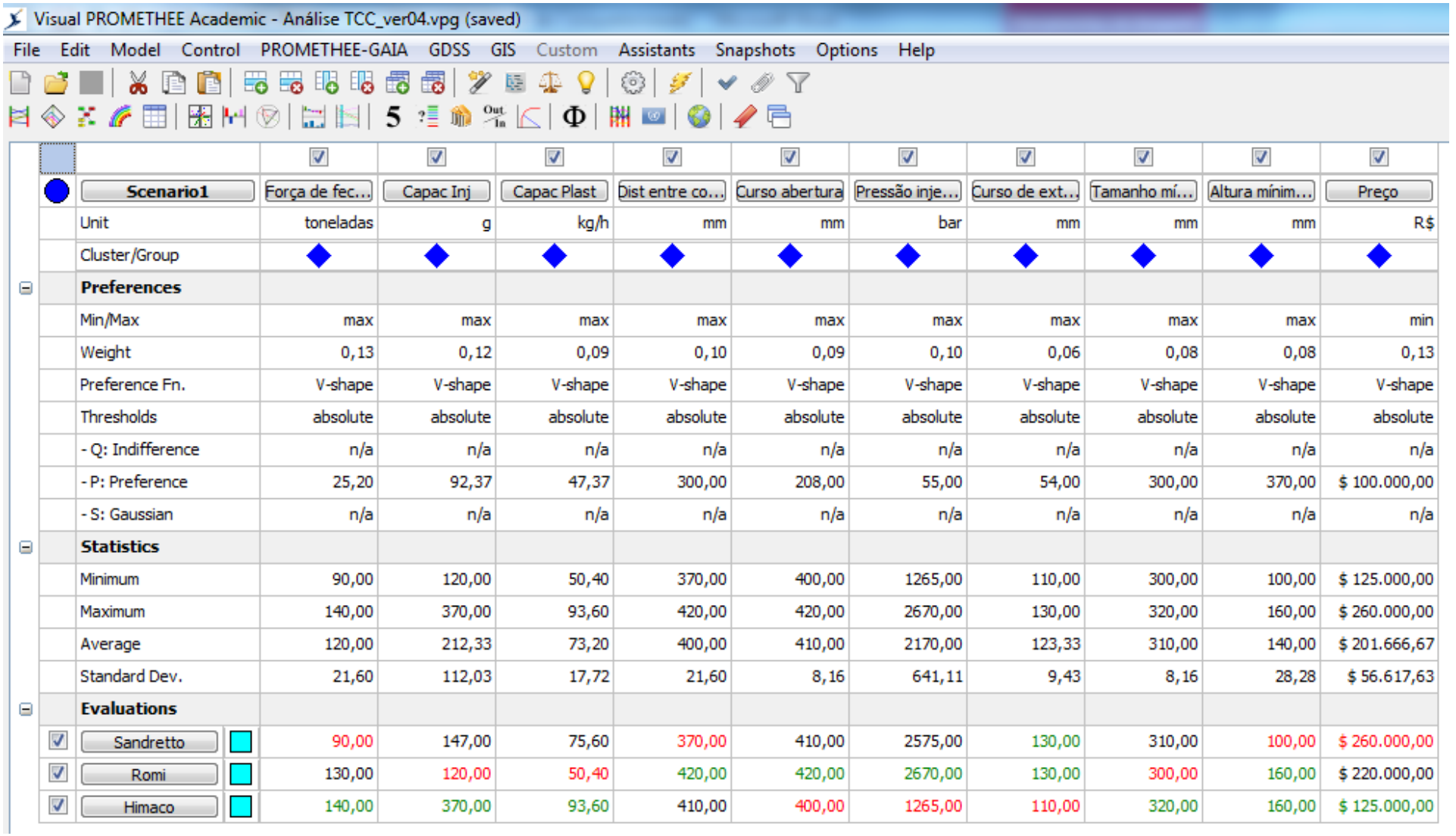
REFERÊNCIAS

1. ROSATO Dominick V.; ROSATO, Donald V.; ROSATO, Marlene G. Injection molding handbook. 3rd ed. Norwell, Massachusetts, USA: Kluwer Academic Publischers, 2000.
2. CHANDA, Manas. ROY, Salil K. Plastics technology handbook. 4rd ed. New York: CRCPress, 2006.
3. ENSSLIN, Leonardo. et al. Apoio à decisão: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas. Florianópolis: Insular, 2001.
4. HILLE-R, F. S., LIEBERMAN, G. J. Introdução à pesquisa operacional. 8 ed. São Paulo:McGraw, 2006.
5. BELTON, V. & STEWART, T.J. Multiple criteria decision analysis: an integrated approach. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 2002.
6. BRANS, J. P; VINCKE, P. H. A preference ranking organization method: the PROMETHEE method for Multiple Criteria Decision Making. Management Science, Catonsville, 31(6), p.647-656, jun. 1985.
7. VINCKE, Philippe. Multicriteria Decision-Aid. Bruxelles: Wiley, 1992.
8. BRANS JP., MARESCHAL B. PROMETHEE Methods. In: Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys. International Series in Operations Research & Management Science, vol 78. New York: Springer, 2005.
9. GOMES, Luiz Flavio Autran Monteiro. Teoria da decisão. São Paulo: Thomson, 2007.
10. FILZ, F. Paul; WEBELHAUS, Karl. Cadmould 3D F fill: User manual. Würselen: 2011.
11. SANDRETTO DO BRASIL. Características das máquinas injetoras. Americana, SP, [2010?]
12. GOODSHIP, Vanessa (Edit.). Arburg practical guide to injection moulding. Cleveland: Rapra Technology, 2004.

ISSN 2446-7618

13. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). Operador de processos de transformação de plástico: ênfase injeção. Porto Alegre: Serviço Nacional da Aprendizagem Industrial (RS), 2011. (Coleção Polímeros v. 2).
14. HARADA, Júlio; UEKI, M. Marcelo. Injeção de termoplásticos: produtividade com qualidade. São Paulo: Artliber, 2012.
15. MANRICH, Silvio. Processamento de termoplásticos: rosca única, extrusão e matrizes para extrusão, injeção e moldes para injeção. 2. ed. São Paulo: Artliber, 2013.

Apêndice: Tela de entrada PROMETHEE.



Visual PROMETHEE Academic - Análise TCC_ver04.vpg (saved)

File Edit Model Control PROMETHEE-GAIA GDSS GIS Custom Assistants Snapshots Options Help

Scenario1	Força de fec...	Capac Inj	Capac Plast	Dist entre co...	Curso abertura	Pressão inje...	Curso de ext...	Tamanho mí...	Altura mínim...	Preço
Unit	toneladas	g	kg/h	mm	mm	bar	mm	mm	mm	R$
Cluster/Group	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Preferences										
Min/Max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	min
Weight	0,13	0,12	0,09	0,10	0,09	0,10	0,06	0,08	0,08	0,13
Preference Fn.	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
- P: Preference	25,20	92,37	47,37	300,00	208,00	55,00	54,00	300,00	370,00	$ 100.000,00
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Statistics										
Minimum	90,00	120,00	50,40	370,00	400,00	1265,00	110,00	300,00	100,00	$ 125.000,00
Maximum	140,00	370,00	93,60	420,00	420,00	2670,00	130,00	320,00	160,00	$ 260.000,00
Average	120,00	212,33	73,20	400,00	410,00	2170,00	123,33	310,00	140,00	$ 201.666,67
Standard Dev.	21,60	112,03	17,72	21,60	8,16	641,11	9,43	8,16	28,28	$ 56.617,63
Evaluations										
Sandretto	90,00	147,00	75,60	370,00	410,00	2575,00	130,00	310,00	100,00	$ 260.000,00
Romi	130,00	120,00	50,40	420,00	420,00	2670,00	130,00	300,00	160,00	$ 220.000,00
Himaco	140,00	370,00	93,60	410,00	400,00	1265,00	110,00	320,00	160,00	$ 125.000,00

ISSN 2446-7618

CIGAR BOX GUITAR: PROJETO E FABRICAÇÃO

De Barba Jr., D. J.[1]
Bork. C.A.S. [2]
Moreira, T. A[3]

[1] *Doutor, Durval João De Barba Junior, IFSul, debarbajr@sapucaia.ifsul.edu.br.*
[2] *Doutor, Carlos Alberto Schuch Bork, IFSul, bork@sapucaia.ifsul.edu.br.*
[3] *Engenheiro, Tiago Afonso Moreira, IFSul, tiagoafonsomv1@hotmail.com*

Resumo
Uma Cigar Box Guitar (CBG) é um instrumento musical de cordas desenvolvido com diversos materiais descartáveis encontrado no cotidiano. Os modelos existentes no mercado são geralmente de profissionais que cobram por isso. Desta forma, justifica a produção de uma Cigar Box Guitar de baixo custo e de fabricações totalmente amadora, sendo o ponto mais interessante da Cigar Box Guitar o poder fazer você mesmo (DIY, Do It Yourself), sem seguir padrões ou regras. O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma Cigar Box Guitar, desde o projeto até a fabricação e montagem. Para isso, fez-se uso de uma metodologia de projeto, além da aquisição de componentes e a fabricação e montagem totalmente manual.

Palavras-chave: Instrumento musical; Faça você mesmo; Cigar Box Guitar.

CIGAR BOX GUITAR: DESIGN AND MANUFACTURE

Abstract
A Cigar Box Guitar (CBG) is a stringed musical instrument developed with various disposable materials found in everyday life. The models on the market are usually made by professionals who charge for it. In this way, it justifies the production of a low cost Cigar Box Guitar and totally amateur manufacture, being the most interesting point of the Cigar Box Guitar being able to do it yourself (DIY, Do It Yourself), without following standards or rules. The aim of this work was to develop a Cigar Box Guitar, from design to manufacture and assembly. For this, a design methodology was used, in addition to the acquisition of components and the manufacture and assembly entirely by hand.

Key words: Musical instrument; Do It Yourself; Cigar Box Guitar.

1 INTRODUÇÃO

Uma *Cigar Box Guitar* (CBG) é um instrumento musical de cordas desenvolvido com diversos materiais descartáveis encontrado no cotidiano, como: partes de máquinas, arames, parafusos, placas de automóveis, latas e caixas de madeira utilizadas como embalagens, sendo estas caixas, inicialmente de charutos, de onde deriva o nome *cigar box* e, ainda, não existindo regras, medidas ou padrões. É fruto da criatividade das pessoas e sua fabricação ocorre, desde fabricações totalmente amadoras, até por profissionais, que cobram por isso, sendo o ponto mais interessante da *Cigar Box Guitar* é poder fazer você mesmo a sua sem seguir padrões ou regras.

A construção de uma *Cigar Box Guitar (CBG)* está relacionada com a preservação da memória por meio de um instrumento musical histórico, que faz parte

ISSN 2446-7618

de uma cultura que se originou na época da Guerra Civil Americana (EUA), e se popularizou na crise de 1930, tendo um excelente resultado sonoro e custo baixo, comparado a um instrumento convencional. Um objeto que une tradição e contemporaneidade quando associado ao "faça você mesmo" e aos materiais reutilizáveis.

O objetivo deste trabalho foi apresentar o desenvolvimento, a fabricação e a montagem de uma *Cigar Box Guitar*, abordando principalmente a etapa de projeto.

A cultura do faça você mesmo (*DIY - Do It Yourself*) teve origem nos anos de 1950, no pós-guerra. Neste período as pessoas realizavam projetos e reparos caseiros utilizando os materiais e ferramentas que tinham à disposição, bem como a confecção de objetos de uso pessoal e instrumentos musicais(1).

Nas décadas seguintes, o movimento foi associado à cultura punk, assim como à produção musical e de mídias independentes. Entretanto, nos anos 2000, o movimento "faça você mesmo" obteve mais força e foi inspirada a partir dos aspectos do dia a dia: na confecção de roupas, sapatos, móveis, e até mesmo produtos consumíveis como cerveja e queijos, dentre outros(1).

A ideia principal do *DIY* continua a mesma; a ideia de que as pessoas possam construir, consertar e, até mesmo, modificar suas coisas sozinhos, sem precisar recorrer a meios industriais ou de valor financeiro muito elevado(1).

George McKay, professor de Estudos Culturais da Universidade de Salford (Inglaterra), explica como foi a origem do *DIY*, assim como sua filosofia: "Isso tem a ver, em parte, com uma reação contra a cultura de massa, a mídia do espetáculo e das celebridades e a disseminação do consumo tecnológico, mesmo que tenha-se de admitir que os defensores do *DIY* também usam esses mesmos meios para se comunicar e organizar sua cultura". Ele fala ainda sobre a popularização deste movimento(1).

Na atualidade, as crises econômicas e os problemas ambientais estão em proporções muito grandes e, com isso, torna-se necessário criar novos caminhos para o desenvolvimento sustentável, ação essa que resultaria em melhores condições gerais na sociedade(2).

A *Cigar Box Guitar*, ou guitarra de caixa de charutos em inglês, é um instrumento musical de cordas, que por meio da sua vibração, transmite o som, assemelhando-se a um violão convencional. É confeccionada de diferentes formas e modelos, como por exemplo: caixas de madeira semelhantes as caixas de charutos, madeira maciça usinada ou entalhada, pás, panelas, entre outras(3).

Como são construídas de maneira artesanal e, na maioria das vezes, com materiais reutilizados, as *Cigar Box Guitar* não possuem dimensões, número de cordas e som padrão. Geralmente são compostas de uma a seis cordas e podem ser totalmente acústica, elétrica e eletroacústica(3). Na Figura 1 pode-se ver uma *Cigar Box Guitar* fabricada a partir de uma caixa de charutos.

Para a montagem das *Cigar Box Guitar* usa-se partes de objetos descartados, como: arame, isqueiros e caixas de charutos, que na época eram de caixas de madeira(4).

O corpo da *Cigar Box Guitar* é a parte principal do instrumento por que, além de sua grande importância para o som final, é nele que se fixa o braço, o captador, a ponte, o potenciômetro e *jack*, e pode ser construído com madeira sólida, caixa de madeira, lata de óleo de motor, placa de carro, pá etc., sendo determinante para o

ISSN 2446-7618

timbre da guitarra[5][6].

Figura 1: *Cigar Box Guitar* fabricada com caixa de charutos[7].

O braço é a segunda parte principal e não menos importante que o corpo, apesar de ser fixado nele, pois além de sua grande influência sonora para guitarra, ele é responsável por fixar: trastes, *headstock* e escala; esses dois últimos em algumas vezes praticamente fazem parte dele, sendo o braço responsável como elemento estrutural para tencionar as cordas, pode ser construído em vários ângulos, mas o retangular é o mais convencional[5].

As escalas são como casas no braço do instrumento, formada pela marcação de onde são aplicados os trastes. Possui comprimento variável e é confeccionada em uma peça fina de madeira. Os trastes são filetes metálicos que formam pequenas divisões, marcam as notas, são fixadas nas escalas. Podem ser finos, grossos, altos ou baixos, tudo dependendo do resultado sonoro que se almeja[5].

A Pestana determina o início da escala (encontra-se entre a escala e a *headstock*) e muitas vezes é feita do corpo de um parafuso[5].

O *headstock*, ou mão, é onde ficam as tarraxas para afinação e a pestana que determina o início da escala. Também é onde vão as informações do instrumento, como: marca, modelo e o número de série[5][6].

As tarraxas são fixadas no topo do braço da *Cigar Box Guitar* no *headstock*, em linha ou divididas entre os dois lados do *headstock*. Tem a função de esticar ou afrouxar as cordas com precisão, para afinação das notas almejadas[5].

A ponte é a parte fixada direto no corpo do instrumento e prende as cordas que são esticadas pelas tarraxas. Pontes normalmente são reguláveis para entonação e tem como função de manter as cordas á uma altura correta dos braços e captadores do instrumento e também á uma distância certa entre elas próprias[6].

As cordas têm a função de vibração, quando tocadas, e são medidas pelo diâmetro, e para guitarra e violão, variam entre 0,08 até 0,56 milímetros de diâmetro. São feitas de aço, nylon, metal ou seda, e algumas possuem enrolamento de níquel ou cobre. Possuem uma pequena esfera na extremidade para travamento da corda na ponte[6].

O Captador é uma bobina comum que fica sob as cordas da CBG, quando as cordas, que são feitas de aço, vibram e geram uma oscilação no campo magnético do captador e esse, por sua vez, gera um pulso elétrico de mesma frequência da onda de vibração da corda. Este pulso elétrico é transmitido por um cabo até uma caixa de som com alto-falantes que o recebe e o transforma, novamente, em uma onda mecânica, só que amplificada. Existe dois tipos de captadores com uma bobina

ISSN 2446-7618

(*single-coil*) (Figura 2), com um som mais agudo e estalado, podendo ter até um pouco de ruído, ou com duas bobinas (*humbucker*), ligadas de forma invertidas entre elas, para poder filtrar o ruído da outra e produzir um som mais definido sem interferências[5][6].

Figura 2: Captador *single-coil* de apenas uma bobina[7].

O Potenciômetro de volume tem como função criar uma limitação para o fluxo de corrente elétrica que passa por ele, e essa limitação pode ser ajustada manualmente, podendo ser aumentada ou diminuída. Em sua maioria, possuem três terminais e um eixo giratório, para ajuste da sua resistência[8].

O *Jack* é a saída para o conector TRS (cabo) e sua função é a passagem dos sinais elétricos pegos pelos captadores até um amplificador. O *jack* também permite a fixação do cabo[5].

2 MATERIAL E MÉTODOS

Na Figura 3, pode-se ver as fases de desenvolvimento de um projeto, segundo Rozenfeld et al.[9].

Figura 3: Metodologia de projeto (adaptado[9]).

O Projeto Informacional tem como meta coletar e analisar certo conjunto de informações para detalhar o produto, definindo o objetivo do mesmo, ciclo de vida, necessidade e requisitos dos clientes, evidenciando as metas e finalizando com a Especificação-Meta que é o conjunto de requisitos e restrições necessários para o produto[9].

O Projeto Conceitual é a fase de projeto onde acontece a ideia do produto, através da busca, criação, representação e escolha de soluções para o problema do projeto. Ainda de acordo com o referido autor, em um primeiro momento, define-se a função geral e total do produto, após, é dividida em várias estruturas de funções do produto, até que haja a seleção de uma, que define o modelo funcional do produto. Esta etapa termina com os desenhos das principais peças do produto[9].

O Projeto Detalhado dá continuidade à fase anterior e tem como objetivo desenvolver e finalizar todas as especificações como tolerâncias e detalhes do produto como desenhos e documentos, após, são encaminhados à manufatura e às outras fases do desenvolvimento[9].

A Preparação da Produção é a fase onde é feito o preparo para o início da produção onde é englobada pelo lote piloto, a definição dos processos de produção e

ISSN 2446-7618

manutenção. Trata de todas as atividades internas necessárias para se ter a obtenção do produto. Essa fase tem como objetivo garantir que a empresa consiga produzir produtos planejados no volume definido na declaração do projeto, com as mesmas qualidades do protótipo e que também atendam aos requisitos dos clientes durante o ciclo de vida do produto[9].

Este capítulo foi fundamentado na metodologia de projeto de Rozenfeld et al.[9], e as etapas, com as ferramentas utilizadas e as ações realizadas, podem ser observadas na Figura 4.

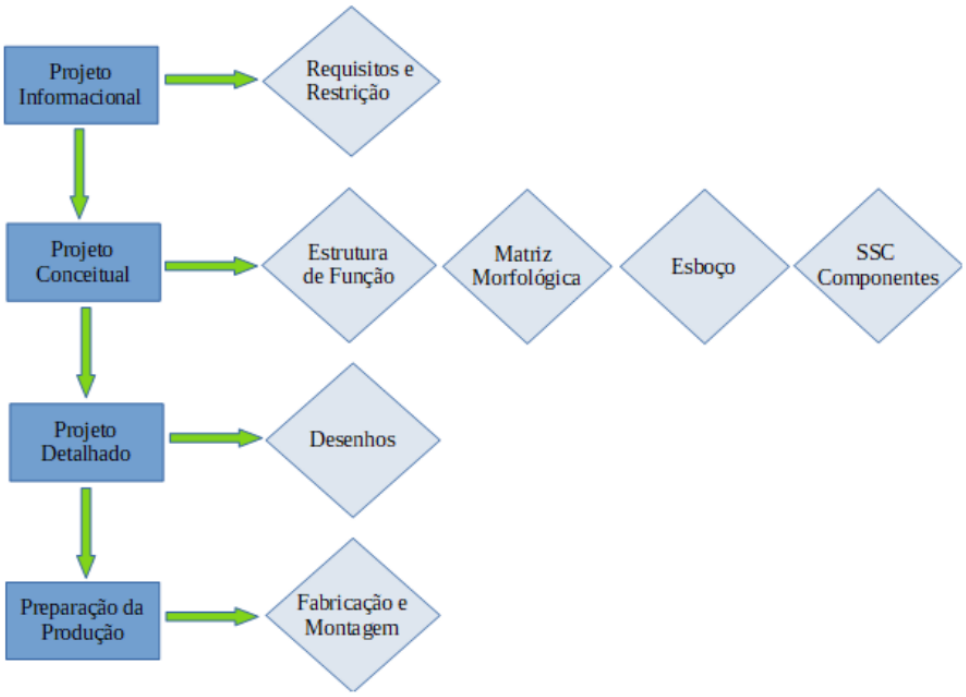


Figura 4: Diagrama de blocos das etapas da metodologia utilizada.

Primeira Etapa - Projeto Informacional: Nesta etapa apresentou-se as especificações-meta do produto, executada por meio dos requisitos necessários para a guitarra:

(1) Tipo de corpo: caixa de charutos
(2) Números de cordas: três
(3) Tipo de captação: guitarra, *single-coil* (um captador)
(4) Controle de volume: sim
(5) Cabo: com trastes e tamanho de escala 559mm (aproximadamente 22”).

Segunda Etapa - Projeto Conceitual: Nesta etapa utilizou-se das ferramentas: estrutura de função, matriz morfológica, esboço e os componentes principais. Partindo das especificações-meta do produto, determinou-se as funções do produto (estrutura de função), juntamente com possíveis soluções dessas funções (matriz morfológica). Após executou-se o esboço para se ter uma noção de tamanhos, distâncias, formatos e a distribuição dos componentes principais.

Terceira Etapa - Projeto Detalhado: Nesta etapa desenvolveu-se todos os desenhos para fabricação e as especificações para compra dos componentes.

Quarta Etapa - Preparação da Produção: Nesta etapa realizou-se a fabricação do braço e seus componentes, a adaptação da caixa com o braço e da caixa com seus

ISSN 2446-7618

componentes e a aquisição dos demais componentes. Depois, montou-se os componentes comprados e os fabricados, finalizando o produto.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Projeto Conceitual

Apresenta-se aqui os resultados encontrados pela utilização das ferramentas estrutura de função, matriz morfológica, esboço e os componentes principais.

3.1.1 Estrutura de Funções

A Figura 5 mostra a Estrutura de Funções desenvolvida para a *Cigar Box Guitar*, baseada em Rozenfeld et al.[9] e Pahl e Beitz[10].

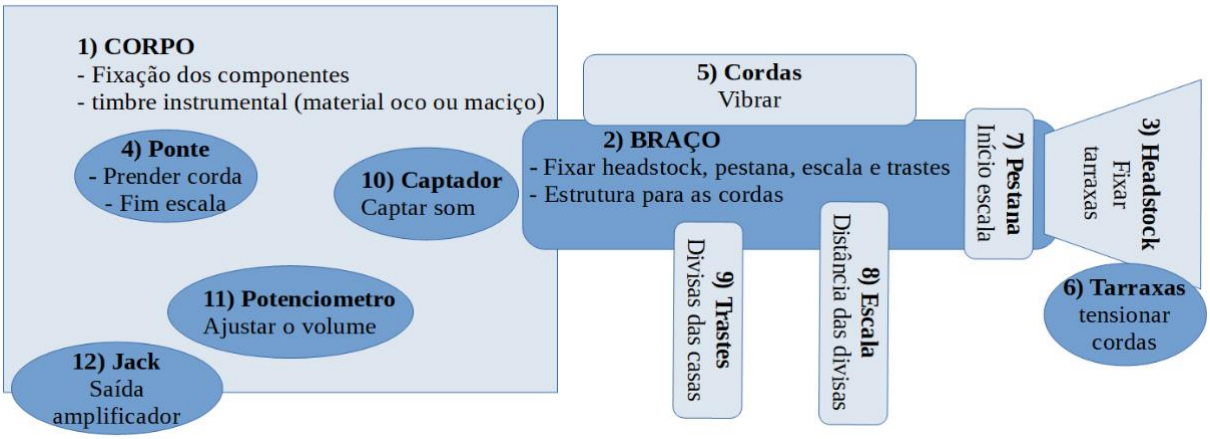


Figura 5: Estrutura de funções da CBG.

O fluxograma da Figura 5 apresenta uma ordem numérica, conforme o grau de prioridade, das funções do instrumento, acompanhado das partes da CBG. Para cada parte (componente), atrelou-se uma função ou mais.

5.1.2 Matriz Morfológica

A Tabela 1 apresenta a matriz morfológica com as partes de uma *Cigar Box Guitar* e as possíveis opções de soluções para cada função desenvolvida na Estrutura de Funções (ver Figura 5). Na cor verde estão as alternativas escolhidas para o projeto. A matriz morfológica também foi desenvolvida com base em Rozenfeld et al.[9] e Pahl e Beitz[10].

Tabela 1: Matriz morfológica com diversas soluções e destacado em verde as escolhidas.

PARTES	FUNÇÕES	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Corpo	Fixar componentes	**caixa de madeira**	madeira maciça	lata de metal
Braço	Fixar componentes	colada no corpo	**fixar dentro do corpo**	atravessa o corpo
Headstock	Fixar tarraxas	**inclinado único**	plano ao braço	inclinado corte
Ponte	Fixar cordas	comercial	parafuso	**chapa de metal**
Cordas	Vibrar espessura	**3 cordas**	4 cordas	6 cordas
Tarraxas	Tensionar cordas	**comercial**	parafuso c/ borboleta	parafuso c/ anel
Pestana	Início escala	osso	plástico	**parafuso**
Escala	Distância das divisas	colada no braço	**feita no braço**	sem escala
Trastes	Divisas das casas	**pregos**	sem trastes	comercial
Captador	Captar vibração	sem captador	**single coil**	humbucker
Potenciômetro	Ajustar frequência	sem potenciômetro	com um potenciômetro	**com dois potenciômetros**
Jack	Saída amplificador	**jack p10**	sem jack	

No corpo, optou-se por uma legítima caixa de charutos, por toda a história que a *Cigar Box Guitar* carrega, além de se também poder obter um som acústico.

ISSN 2446-7618

O braço com fixação dentro do corpo foi preterido por ficar a parte de união, com o corpo escondido.

O *headstock* inclinado gera maior pressão nas cordas o que modifica o timbre e, sendo único, apresenta-se com um melhor aspecto do que em corte.

A ponte foi criada a partir de uma chapa de metal dobrada a 90º, sendo escolhida pela sua fácil fixação.

As cordas foram escolhidas com uma quantidade de três, primeiramente pelo som diferenciado e pela facilidade de aprender a tocar, comparada as demais.

As tarraxas comerciais foram escolhidas para um acabamento diferenciado em relação às de parafuso e uma melhor facilidade de afinação do instrumento.

A pestana foi selecionada a de parafuso, pelo baixo custo e facilidade de encontrar em qualquer ferragem.

A escala foi necessário demarcar as casas e tocar as notas e, quando feita no próprio braço, evita um possível defeito na colagem dessa escala no braço, como falta de união entre as partes ou ser colado torto.

Os trastes foram fixados na demarcação da escala e contribuem para formação das casas e para tocabilidade das notas, sendo escolhidos os de pregos.

O captador é responsável por transformar a vibração das cordas em sinal elétrico. Sem um captador, o instrumento seria totalmente acústico, sendo selecionado um *single-coil* por ser o mais barato.

Além disso, optou-se por apenas um potenciômetro para o volume, também para diminuir custos e um *jack* que é necessário para ligar o circuito elétrico do instrumento.

5.1.3 Esboço

O esboço, Figura 6, é a projeção idealizada da *Cigar Box Guitar*. Foi desenhado a ideia inicial, sendo relacionadas às dimensões e os componentes principais, juntamente com seus formatos e posicionamentos.

ISSN 2446-7618

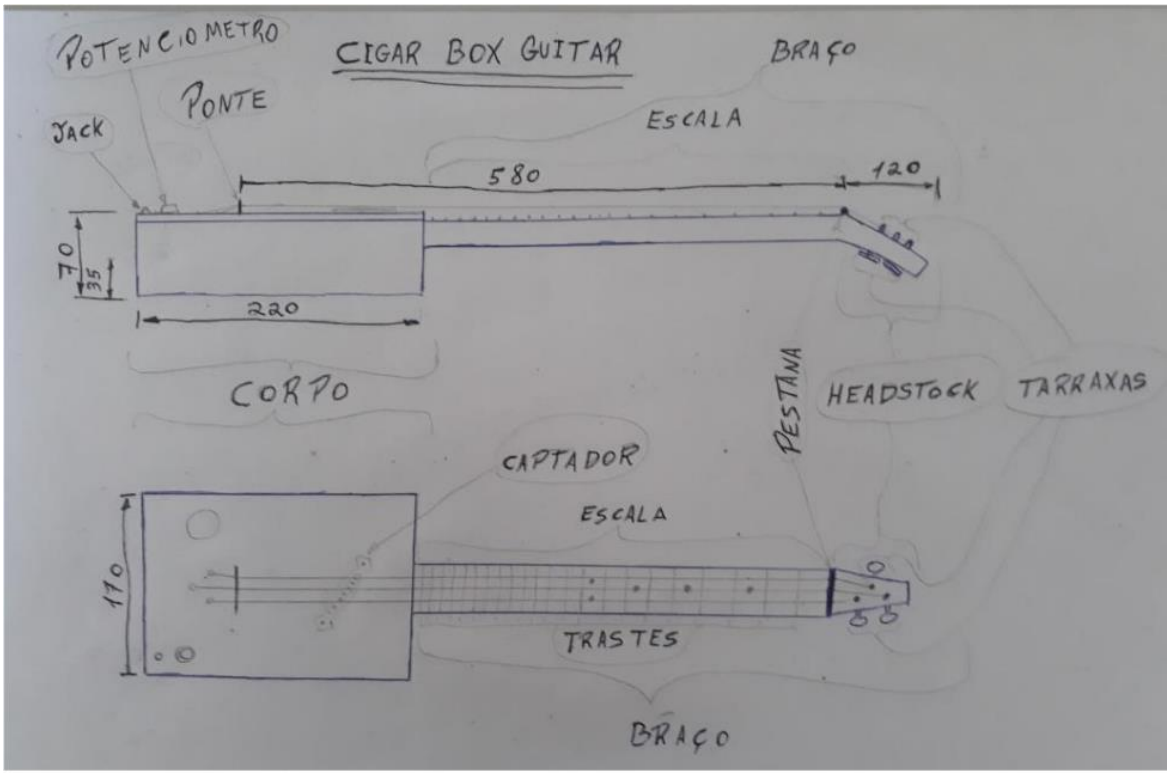


Figura 6: Esboço inicial da CBG.

3.2 Projeto Detalhado

Nesta etapa, foram executados todos os desenhos para fabricação e as especificações para compra dos componentes.

3.2.1 Desenho em CAD

A Figura 7 representa o desenho técnico do braço da CBG, detalhado para fabricação.

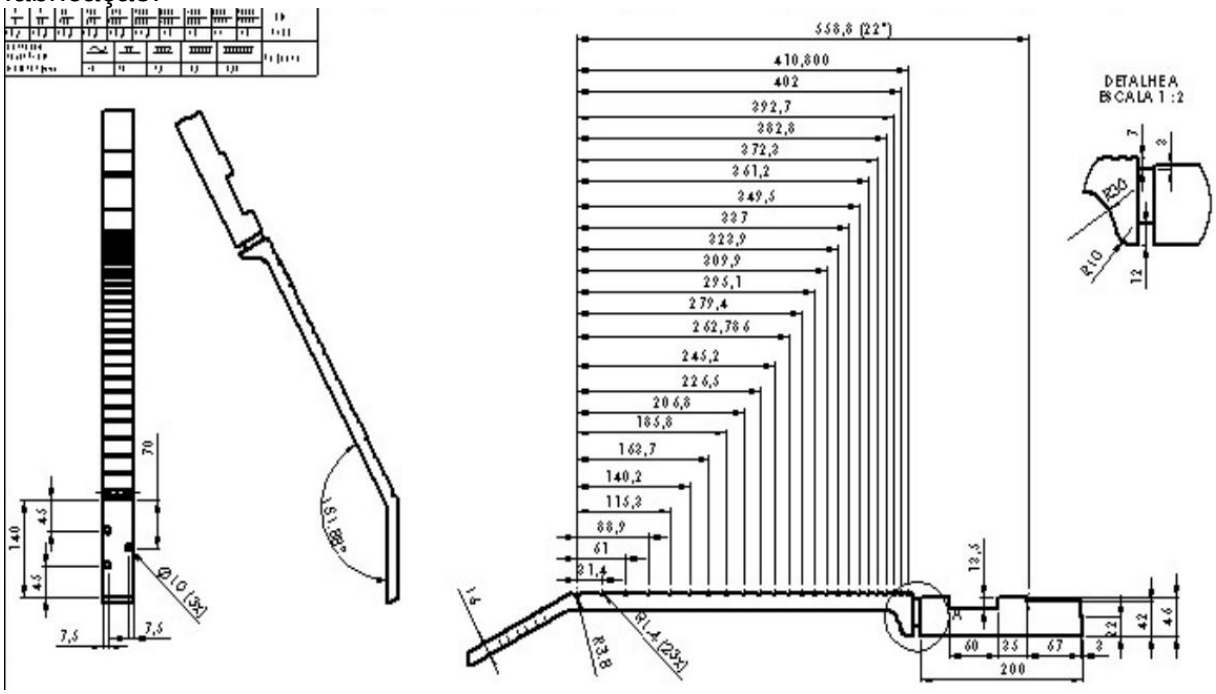


Figura 7: Desenho de fabricação do braço da CBG.

O desenho (ver Figura 7) foi detalhado para a fabricação do braço e do

ISSN 2446-7618

headstock, sendo relacionadas as dimensões, aos formatos e aos posicionamentos, assim como, junto ao braço, tem-se a escala, os posicionamentos dos trastes e da pestana.

A Figura 8 representa uma parte do desenho técnico da *Cigar Box Guitar* montada com os seus componentes.

3.3 Preparação da Produção

Inicialmente foram realizadas as aquisições dos componentes.

Para a transformação de Reais para Dólar, utilizou-se a relação de 5 para 1.

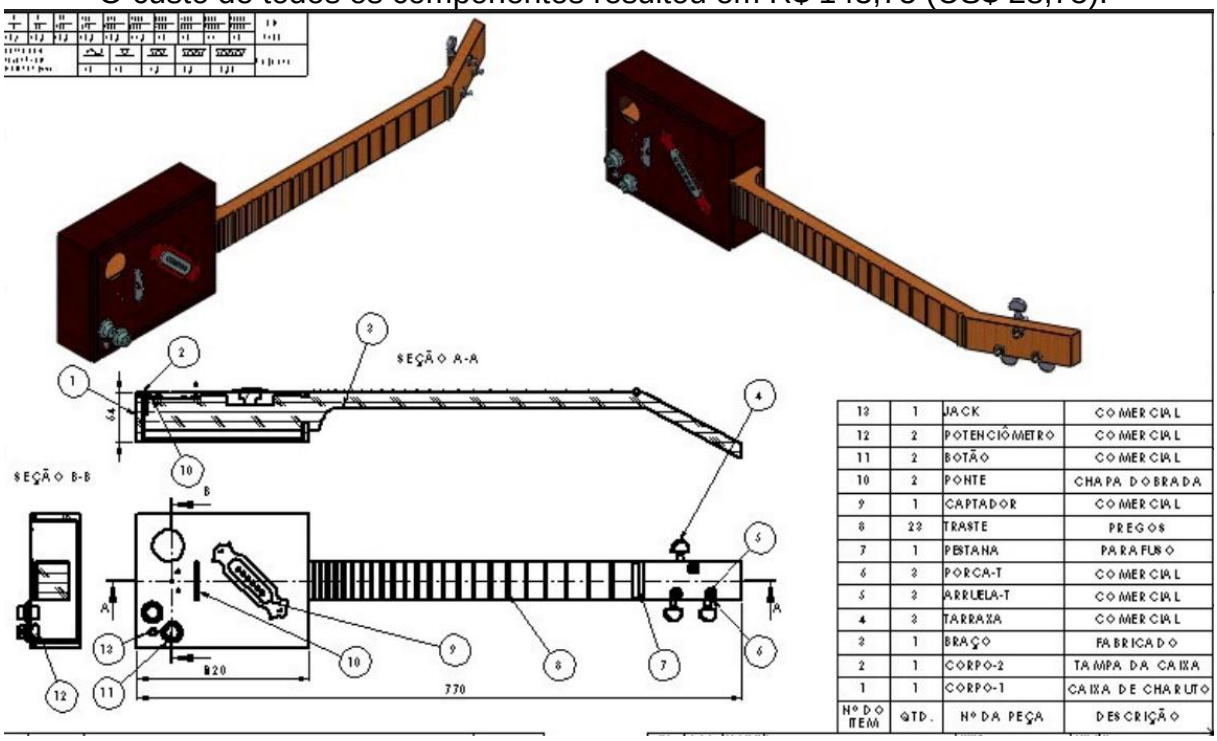
A caixa de charutos para o corpo foi adquirida por R$ 25,00 (US$ 5,00) num site de compra e venda.

O braço foi fabricado a partir de um pedaço de caibro, juntamente com o *headstock* inclinado (sobra de uma construção), não apresentando custo.

A chapa de metal dobrada, para a ponte, foi comprada em uma ferragem por R$ 3,75 (US$ 0,75).

As tarraxas comerciais tiveram um custo de R$ 75,00 (US$ 15,00) por 6 unidades, servindo para construir duas CBG, ficando R$ 37,50 (US$ 7,50) pelas 3 unidades utilizadas. O parafuso para a pestana foi comprado em uma ferragem por R$ 2,50 (US$ 0,50). Na aquisição do captador, também pelo site “olx”, este veio com dois potenciômetros e um *jack*. Estes componentes vieram previamente soldados, diminuindo uma etapa de montagem e saíram por R$ 75,00 (US$ 15,00). Sendo assim, um dos potenciômetros foi utilizado para o volume e o outro para o tone.

O custo de todos os componentes resultou em R$ 143,75 (US$ 28,75).



Nº DO ITEM	QTD.	Nº DA PEÇA	DESCRIÇÃO
13	1	JACK	COMERCIAL
12	2	POTENCIÔMETRO	COMERCIAL
11	2	BOTÃO	COMERCIAL
10	2	PONTE	CHAPA DOBRADA
9	1	CAPTADOR	COMERCIAL
8	22	TRASTE	PREGOS
7	1	PESTANA	PARAFUSO
6	3	PORCA-T	COMERCIAL
5	3	ARRUELA-T	COMERCIAL
4	3	TARRAXA	COMERCIAL
3	1	BRAÇO	FABRICADO
2	1	CORPO-2	TAMPA DA CAIXA
1	1	CORPO-1	CAIXA DE CHARUTO

Figura 8: Desenho de montagem da CBG com uma lista dos componentes e seus balões identificando suas posições no conjunto.

Após todos componentes comprados, executou-se a fabricação e montagem dos demais componentes.

ISSN 2446-7618

A fabricação do braço foi executada com uma serra tico-tico, grosa e lixas de diversas granulometria, juntamente com o *headstock* e, mais a posterior, a marcação da escala e o corte com o serrote para o posicionamento dos trastes. Estes foram colados com cola super bond e foram feitos de corpos de pregos (retirando as cabeças e as pontas).

Após, executou-se os encaixes do braço e da caixa para a montagem dos dois conjuntos.

A montagem foi dividida em três etapas: a montagem no corpo (braço, potenciômetros e *jack*), a montagem dos componentes no braço (pestana, trastes, tarraxas, captador e ponte) e, por último, a montagem das cordas que fixam na ponte, passam pela pestana e são ajustadas nas tarraxas.

A Figura 9 mostra como ficou a *Cigar Box Guitar* finalizada.

Figura 9: *Cigar Box Guitar* finalizada.

4 CONCLUSÃO

O objetivo principal deste trabalho era desenvolver, fabricar e montar uma CBG, a construção de uma *Cigar Box Guitar* de baixo custo com sua produção caseira para qualquer pessoa e não apenas para profissionais da área. Para atingir este objetivo foram apontadas algumas etapas intermediarias a serem cumpridas.

Os requisitos e restrições iniciais para a *Cigar Box Guitar* apontados neste trabalho são: uma caixa de charutos como corpo, três cordas, escala de 559mm (22”) com trastes, captação de guitarra *single coil* com controle de volume e tone.

O projeto é necessário para planejar e prever futuros problemas de fabricação e montagem. Por isso, este se divide em duas informações dentro de um ou mais desenhos: informação em desenho para fabricação dos componentes e informação em desenho para as montagens dos componentes em forma de conjunto de uma CBG.

A fabricação do instrumento foi realizada com base em seu desenho técnico do braço e a adaptação do corpo.

A montagem foi dividida em três etapas: a montagem no corpo (braço, potenciômetros e *jack*), a montagem dos componentes no braço (pestana, trastes, tarraxas, captador e ponte) e, por último, a montagem das cordas que fixam na ponte, passam pela pestana e são ajustadas nas tarraxas.

A ideia difundida pelo *DIY* (faça você mesmo), vem se espalhando rapidamente em diversos grupos sociais. Seja pela realização pessoal de construir algo com suas próprias mãos ou mesmo pela economia e sustentabilidade alcançadas quando se usa materiais que seriam descartados, crescendo a cada dia o número de pessoas que aderem ao mesmo. Outro fator que pode ser apontado como resultado positivo na execução de projetos a partir da filosofia do *DIY*, é a valorização dos pequenos fornecedores de peças e materiais usados, gerando além de uma economia direta nos

ISSN 2446-7618

custos, um direcionamento renda para comerciantes pequenos, e aquilo que não teria mais utilização para alguém e possivelmente seria jogado fora gerando mais lixo vai ser reusado para um propósito totalmente novo, como no caso da caixa de charutos, e obter o resultado esperado.

O custo total dessa *Cigar Box Guitar* foi de R$ 143,75 (US$ 28,75 - dólar em R$ 5,00), baseado no exposto conclui-se que o trabalho desenvolvido atingiu plenamente os objetivos propostos, provando-se viável a produção de uma *Cigar Box Guitar* de baixo custo em casa.

Este trabalho apresentou melhorias limitadas especificamente a um determinado tipo e modelo de *Cigar Box Guitar*. Todavia, diversas outras CBG similares podem ser beneficiadas pela aplicação deste trabalho, desde que sejam feitos os devidos ajustes necessários a cada caso.

REFERÊNCIAS

1 PRADO, Ana.A volta da cultura do “faça você mesmo”. Revista Super Interessante, Cultura [Online]. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://super.abril.com.br/cultura/a-volta-da-cultura-do-faca-voce-mesmo/>. Acesso em: set. 2020.

2 NUNES, Rui Felipe Vieira da Cruz. Uma nova estratégia de Design de produto virada para o “Faça você mesmo”: fundamentos, aplicabilidade e consequências num futuro social sustentável. 2010. 180 f. Dissertação (Mestrado em Design de Produto) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, dez. 2010.

3 GITTY, C.B. Everything Cigar Box Guitar – How to Build, How to Play, News & More. [Online]. 2014. Disponível em: <https://www.cigarboxguitar.com/>. Acesso em: set. 2020.

4 OLIVEIRA, Carlos. Pequenina, mas cumpridora. Estadão, Sonoridades: Partituras sem contratempos. [Online]. 2014. Disponível em: <https://cultura.estadao.com.br/blogs/sonoridades/cigar-box-guitar/. Acesso em: set. 2020.

5 WARREN, Denis. Aprendendo Guitarra (Parte 1): As partes da guitarra. [Online]. 2013. Disponível em:<http://www.guitarbattle.com.br/licoes/2684-aprendendo-guitarra-parte-1-as-partes-da-guitarra.html >. Acesso em: set. 2020.

6 CAMPOS, Rogério. Conhecendo as partes da guitarra. [Online]. 2015. Disponível em: <https://www.escolavirtualdemusica.com.br/conhecendo-as-partes-da-guitarra/>. Acesso em: set. 2020.

7 JS CIGAR BOX. Este JS Cigar Box Ukulele personalizaso ya esta en Madrid. [Online]. 2015. Disponível em:<http://www.jscigarboxguitars.com/2015/04/este-js-cigar-box-ukelele-personalizado.html>. Acesso em: set. 2020.

8 LUTHERIA BRASIL. Peças para guitarra. [Online]. 2019. Disponível em:<http://www.luthieriabrasil.com.br>. Acesso em: set. 2020.

9 ROZENFELD Henrique; FORCELLINI, Fernando A.; AMARAL, Daniel C.; TOLEDO, José C.; SILVA, Sérgio L.; ALLIPRANDINI, Dário H.; SCALICE, Régis K. Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006. 542p.

10 PAHL gerhard; BEITZ wolfgang; FELDHUSEN jörg; GROTE, karl h. Projeto na Engenharia. 6a ed.São Paulo: Edgar Blücher, 2005. 412p.

ISSN 2446-7618

LEAN OFFICE: UMA APLICAÇÃO PRÁTICA EM UMA REPARTIÇÃO ADMINISTRATIVA MILITAR

Batista, J. P.[1]
De Barba Jr., D. J. [2]
Bork, C. A. S.[3]

[1] *Engenheiro, Jocimar de Paula Batista,IFSul, depaula_batista@hotmail.com*
[2] *Doutor, Durval J. De Barba Jr., IFSul, debarbajr@sapucaia.ifsul.edu.br*
[3] *Doutor, Carlos Alberto Schuch Bork, IFSul, bork@sapucaia.ifsul.edu.br*

Resumo
Para a melhoria contínua dos processos administrativos, o conceito *Lean Office* contempla o pensamento enxuto com foco na redução de desperdício na área administrativa. Neste contexto, o presente estudo propôs melhorias visando minimizar o tempo de espera dos clientes num determinado processo administrativo. Por meio de entrevistas não estruturadas, observações participantes e grupo focal, o trabalho realizou um mapeamento do fluxo de valor do *Lean Office* com base nas etapas sugeridas por Tapping e Shuker(1), em uma repartição administrativa. O processo escolhido foi a inserção de novos dependentes em plano de saúde. Os resultados demonstraram que o *Lead Time* para a inclusão de novo dependente neste plano chegava a 216 horas, com um *Process Time* perto de 2 horas. No entanto, as ações propostas diminuíram o *Lead Time* para 36 horas. Assim, o principal resultado do trabalho foi a redução significativa no tempo de espera (83%) dos clientes para utilizar o plano de saúde com seus dependentes, além da ação proposta servir de incentivo a outras melhorias na unidade militar.

Palavras-chave: *Lean Office*; Melhoria Contínua; Fluxo de Valor.

LEAN OFFICE: A PRACTICAL APPLICATION IN A MILITARY ADMINISTRATIVE BREAKDOWN

Abstract
To continuous improvement administrative processes, the Lean Office concept includes lean thinking with a focus on reducing waste in the administrative area. In this context, the present study proposed improvements aimed at minimizing the waiting time for customers in a given administrative process. Through unstructured interviews, participant observations and a focus group, the work carried out a mapping of the Lean Office value flow based on the steps suggested by Tapping and Shuker(1), in an administrative division. The chosen process was the insertion of new dependents in health insurance. The results showed that the Lead Time for the inclusion of a new dependent in this plan reached 216 hours, with a Process Time close to 2 hours. However, the proposed actions decreased the Lead Time to 36 hours. Thus, the main result of the work was a significant reduction in the waiting time (83%) of customers to use the health plan with their dependents, in addition to the proposed action to encourage other improvements in the military unit.

Key words: *Lean Office*; Continuous Improvement; Value Stream.

1 INTRODUÇÃO

ISSN 2446-7618

Frente ao mercado consumidor cada vez mais exigente, as empresas se vêem forçadas a buscar um aumento constante de produtividade e de qualidade em seus produtos e serviços. Independente do ramo de atuação, as organizações têm percebido a expressiva importância da aplicação de conceitos consagrados de gestão da qualidade, para sobreviver e até mesmo se desenvolver neste ambiente altamente competitivo. O conceito de pensamento enxuto ou *Lean Thinking*, proveniente do Sistema Toyota de Produção Enxuta é uma ferramenta que serve para este fim.

Apesar de sua aplicação inicial estar voltada ao ambiente de produção e serviços, o conceito *Lean Thinking* (pensamento enxuto) foi sendo gradativamente utilizado em processos administrativos, buscando a redução de desperdícios no cenário administrativo com base na filosofia da Produção Enxuta. Assim, nasce o conceito *Lean Office*[2].

O conceito de Produção Enxuta em áreas administrativas tem trazido importantes contribuições às empresas, com reduções de custos de até 80% entre determinados processos administrativos. As ferramentas do *Lean Office* auxiliam na identificação dos problemas e dos desperdícios e na eliminação destes, sem afetar a atividade produtiva[2][3].

No entanto, implantar o *Lean Office* implica em mudanças na cultura da organização e na mentalidade de seus funcionários, tendo em vista que esse conceito trabalha continuamente para reduzir desperdício e melhorar a atividade produtiva. Ou seja, é preciso criar um ambiente propício para o sucesso do *Lean Office*, que consiste na minimização de custos e dos problemas da empresa, eliminação de atividades que não contribuem ao desempenho da atividade produtiva, otimizando a eficiência dos processos administrativos, melhorando utilização do espaço, aumentando a produtividade e qualidade etc.[4].

É justamente neste contexto que este estudo busca analisar os processos administrativos de uma repartição (setor), a partir da aplicação do *Lean Office*. Não existem muitas publicações de aplicação dos conceitos *Lean Office* na repartição objeto de estudo. Apesar de se tratar de uma repartição militar, acredita-se que a aplicação de *Lean Office* pode servir de facilitador ao trabalho dos servidores deste setor, bem como às pessoas que dependem dos serviços prestados pela referida repartição, uma vez que esse conceito se caracteriza por agilizar e garantir uma melhor qualidade dos serviços oferecidos.

Desta forma, o objetivo deste trabalho é de propor a implantação de melhorias em processos de inserção de novos dependentes no plano de saúde de uma repartição militar utilizando ferramentas *Lean*.

A filosofia *Lean* foi originalmente aplicada no sistema de produção da empresa, mas, em função de seus bons resultados em termos de redução de custos e melhoria na qualidade e produtividade, os princípios do *Lean* passaram a serem aplicados também na administrativa empresarial, com a denominação de *Lean Office*. O *Lean Office* permite tornar o fluxo de trabalho e as informações mais visíveis, o que possibilita uma gestão da informação e de materiais mais apropriados à identificação do fluxo de valor e à eliminação de desperdícios, com maior produtividade e redução de custos[5].

A essência da *Lean Office* é a eliminação de desperdícios. Desperdício pode ser visto como qualquer atividade humana que consome recursos, adicionando

ISSN 2446-7618

custos e que não geram valor ao produto desejado pelo cliente. É possível mencionar sete tipos gerais de desperdícios que devem ser eliminados: superprodução; espera; transporte; retrabalho; inventário; movimento; e defeitos. Existem autores que defendem a existência de outro desperdício: a subutilização das competências (habilidades e conhecimentos) dos profissionais envolvidos em um determinado processo provoca perdas para a organização(6).

Ao analisar os sete desperdícios do *Lean Office,* especificamente na área administrativa, a (1) **superprodução** está relacionada ao excesso de papeis em informações, que tornam o processo demasiadamente burocrático, sendo que a (2) **espera** diz respeito ao tempo que se aguarda para coletar uma assinatura de um superior, por exemplo. O (3) o **transporte** consiste no deslocamento excessivo de arquivos, papeis, informações ou até mesmo de pessoas. O (4) **retrabalho** pode ser visto como as revisões em excesso das atividades realizadas e, o (5) **inventário**, **ou estoque**, relaciona-se, essencialmente, a materiais, arquivos e cópias desnecessárias no setor ou na empresa. O desperdício de (6) **movimento** está ligado a toda a movimentação excessiva, que não agrega valor ao cliente, como um layout inapropriado, por exemplo. E os desperdícios por (7) **defeitos** dizem respeito a toda a atividade administrativa que precisa ser corrigida, gerando retrabalhos em função de informações incorretas ou errôneas(7).

Vale destacar que a filosofia *Lean*, aplicada ao setor público, tem trazido diversos benefícios. Ao aplicar o *Lean Office*, áreas públicas conseguiram melhorias decorrentes da eliminação de desperdícios, o que tornou os processos mais ágeis. Os serviços públicos, assim como as organizações privadas, devem buscar a cada dia gerar valor a seus clientes, *stakeholders* e sociedade como um todo(6).

E diante das dificuldades do sistema *Lean* na área administrativa das empresas, criou-se uma abordagem metodológica para facilitar a implementação do *Lean Office*, constituída de oito passos: comprometer-se com o *Lean*; escolher o fluxo de valor; aprender sobre o *Lean*; mapear o estado atual; identificar as métricas; mapear o estado futuro; criar e implementar os planos(8).

Sob outra ótica, a implantação de *Lean Office* em ambiente administrativo dever seguir três fases distintas. A primeira é a (a) **fase da demanda** do cliente na qual a empresa precisa atender às necessidades reais dos clientes, estabelecendo como essas necessidades serão atendidas. A seguir, (b) na **fase do fluxo contínuo**, é preciso fixar um fluxo contínuo a ser seguido pela empresa ou setor, para que o cliente (interno ou externo) receba os serviços e/ou produtos certos, na quantidade e no momento correto. Por fim, deve ocorrer a (c) **fase de nivelamento**, ou seja, depois de determinar como ocorrerá o fluxo contínuo e a demanda do cliente, é preciso distribuir equilibradamente o trabalho e os fatores de produção no setor e/ou na empresa(1).

Neste contexto, a filosofia ***Lean*** permite a aplicação de inúmeras ferramentas que buscam criar valor para o cliente. Dentre os métodos e ferramentas aplicadas no pensamento enxuto, destacam-se o Método PDCA, o Kaizen, os Cinco Sensos (5S) e o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)(8).

O Mapeamento de Fluxo de Valor consiste em uma ferramenta que possibilita revelar oportunidades de melhorias no local de aplicação. O MFV trabalha com o mapeamento da situação atual e da situação ideal ou estado futuro do caso em análise. Desse modo, é possível visualizar melhor as interlocuções indesejadas na empresa ou setor e eliminá-las, de forma que o produto ou serviço seja entregue

ISSN 2446-7618

com mais qualidade e valor agregado ao cliente[5].

Ainda, o Mapeamento do Fluxo de Valor pode ser descrito como uma ferramenta *Lean* para a visualização de fluxos, produtos e informações no processo produtivo. No setor administrativo, o MFV relaciona-se a informações e conhecimentos, podendo se estruturar por meio do mapeamento das diversas atividades executadas na realização de determinado serviço ou produto[9].

A realização prática do mapeamento do fluxo de valor engloba a descrição do caminho percorrido desde o fechamento do pedido pelo cliente na empresa, até a entrega ao consumidor. As principais vantagens do mapeamento do fluxo de valor são: o pleno entendimento da relação entre o fluxo de informações de fluxo de materiais; a obtenção de uma visão ampla do fluxo; a identificação das perdas; o estímulo a decisões mais assertivas; a fixação de um roteiro efetivo para ações de melhorias contínuas; a criação de uma forma simplificada de ilustrar e entender os processos e vantagens provenientes da mescla de conceitos e técnicas ***Lean***, evitando a análise e a utilização isoladas da filosofia[10].

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Instituição alvo do estudo

A instituição alvo do estudo foi uma unidade do Exército Brasileiro. Além disso, o presente estudo focou na inserção da filosofia *Lean Office* no Setor de Pessoal da instituição alvo, especificamente no processo de implantação de novos dependentes no plano de saúde da referida instituição militar: Plano de assistência hospital e ambulatorial do Fundo de Saúde do Exército (FUSEX).

2.2 Caracterização da área estudada

O Setor de Pessoal, foco da área estudada, é uma unidade militar que atende um importante volume de pessoas da instituição, recebendo diariamente uma quantidade expressiva de documentação. O referido setor compartilha sua instalação física com outro departamento da unidade militar, aumentando ainda mais a quantidade de profissionais neste ambiente, seja de pessoas trabalhando e se comunicando na área, seja de pessoas solicitantes de serviços dessas duas repartições. O Setor de Pessoal possui uma demanda significativa das mais diversas solicitações, uma vez que o mesmo trata de todo assunto relacionado ao quadro de pessoal interno.

2.3 Coleta dos dados

A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas não estruturadas, observações participantes e grupo focal. As entrevistas não estruturadas seguem um tema específico, sem a necessidade de uma estruturação fixa de questões, sendo que a observação participante ocorre quando o próprio pesquisador observa, participa e conversa com os outros funcionários de um setor ou da organização[11]. Grupo focal é uma espécie de entrevista com um pequeno grupo de pessoas, para avaliar conceitos e identificar problemas, mediado por um moderador que administre e estimule a troca de ideia e opiniões sobre determinado assunto[12].

As observações foram realizadas em todas as etapas relacionadas ao Setor de Pessoal, especificamente, no que diz respeito ao processo de implantação de novos dependentes no plano de saúde da instituição militar. Do mesmo modo, realizaram-se entrevistas não estruturadas com pessoas do alto comando da instituição, buscando identificar possibilidades reais de implantar ou não uma

ISSN 2446-7618

modificação do processo de inclusão de novos dependentes no plano de saúde da unidade. Junto disso, foram realizadas reuniões focais com pessoal operacional e tático do Setor de Pessoal, para levantar dados e informações pertinentes ao atual processo de inclusão de dependentes no plano de saúde, bem como se discutiu a possibilidade de otimização desse processo, por meio do uso da filosofia do *Lean Office*.

2.4 Análise dos dados

A análise dos dados ocorreu de forma interpretativa[13], por meio da utilização do mapeamento de fluxo de valor (MFV).

Para análise dos dados e implantação do *Lean Office* na instituição militar, utilizaram-se como base as oito etapas do mapeamento do fluxo de valor sugeridas por Tapping e Shuker[1], como mostra a Figura 1.

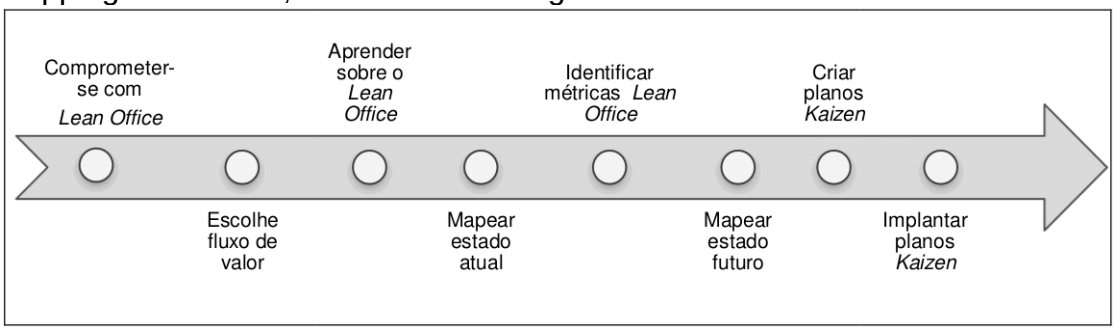


Figura 1: Oito etapas do mapeamento do fluxo de valor (com base em TAPPING e SHUKER[1]).

A primeira etapa consiste em desenvolver ações capazes de criar um comprometimento com o *Lean Office*, envolvendo desde a alta direção até os níveis operacionais mais elementares trabalhando com treinamento que ressaltem a relevância da aplicação da filosofia. A seguir, escolhe-se um fluxo de valor relevante a ser trabalhado, criando-se um espírito de urgência para atuar com o *Lean Office* enquanto pensamento enxuto. A terceira etapa consiste em treinar todo o quadro de pessoal para que o mesmo entenda e aplique adequadamente as ferramentas do *Lean Office*, visando o sucesso da prática na organização[1].

A quarta etapa é a mais sensível a ser feita porque envolve uma análise criteriosa do estado atual do fluxo de valor escolhido, descrevendo-o de tal forma que todos os detalhes sejam devidamente observados e registrados. Na quinta etapa, identificam-se as métricas pelas quais se mensuram as etapas do antes e depois da implantação das ferramentas *Lean Office*. Na sequência, realiza-se o mapeamento do estudo futuro do fluxo de valor analisado. Nesta etapa, expõe-se como ocorrerá o novo fluxo de valor, incorporando e destacando-se as melhorias em cada uma das atividades do processo mapeado. A partir disso, cria-se o planejamento (planos) do Kaizen sobre as melhorias elencadas no estado futuro do fluxo de valor. Por fim, realiza-se a implantação dos referidos planos do Kaizen, monitorando constantemente os resultados das melhorias aplicadas[1].

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Ações para criar comprometimento com o *Lean Office*

Em reunião com o Comando do Batalhão, foram explicados os objetivos do estudo e como seria a coleta e análise dos dados, o mecanismo e a implantação da filosofia do *Lean Office* em um processo a ser escolhido da unidade militar. Logo

ISSN 2446-7618

após, ocorreu outra reunião com o Comando do Batalhão e o responsável do Setor de Pessoal, solicitando apoio da liderança e criando-se um ambiente favorável à melhoria no referido processo administrativo do setor. Neste sentido, houve total receptividade dos líderes e do comando na unidade militar, visto que é essencial que se desenvolva um ambiente propício ao sucesso da implantação da filosofia *Lean* na empresa, envolvendo os níveis estratégico, tático e operacional(8).

3.2 Escolha do fluxo de valor

Diante das possibilidades analisadas e da relevância ao contexto, escolheu-se analisar o processo de inserção de novos dependentes do plano de saúde da unidade militar (Plano de assistência hospital e ambulatorial do Fundo de Saúde do Exército, FUSEX).

3.3 Explanação sobre o *Lean Office*

Um treinamento foi realizado com todas as pessoas que estavam ligadas ao fluxo de valor escolhido, abordando conceitos do *Lean Office* e seu mecanismo de funcionamento, de implantação, resultados pretendidos e como cada integrante poderia afetar o sucesso da implantação dessa ferramenta no setor. Entender plenamente o *Lean Office* é uma premissa básica para a ferramenta trazer os resultados esperados(8).

3.4 Mapeamento do estado atual

As principais etapas relacionadas à inserção de novos dependentes no plano de saúde da unidade militar estão representadas pela Figura 2.

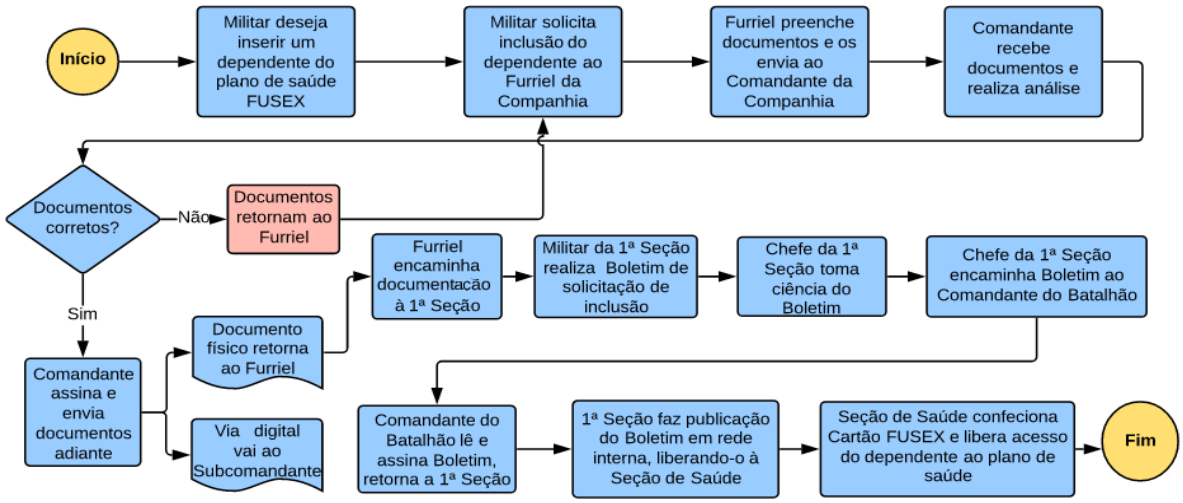


Figura 2: Fluxograma das etapas da inclusão de novos dependentes no FUSEX (Antes da aplicação do *Lean Office*).

Inicialmente, o Furriel (profissional que realiza o trabalho Administrativo e também de assuntos financeiros) preenche a documentação e a envia para o Comandante da companhia aprovar ou não. Quando correta, o Comandante assina e envia (digital) ao subcomandante. Quando houver algum problema, a documentação volta ao Furriel para arrumar. Na sequência, o Furriel encaminha a documentação ao protocolo da 1ª Seção na qual se realiza o Boletim com a solicitação da inclusão do novo dependente no FUSEX, onde o Chefe da 1ª Seção repasse o referido boletim ao Comandante do Batalhão. Após publicar na rede interna da unidade, a solicitação é enviada ao Setor de Saúde, para providenciar o cartão FUSEX e as respectivas liberações.

Para verificar em quais pontos é possível eliminar desperdícios de tempo e/ou

ISSN 2446-7618

papeis, foi realizado o mapeamento do fluxo de valor do estado atual, do processo de inserção de novos dependentes do plano de saúde da unidade militar, ilustrado na Figura 3. Como demonstrado na Figura 3, em todas as atividades relacionadas ao processo de inserção de um novo dependente no plano de saúde da unidade, o *Takt Time* é de 1/6 hora (10 minutos), sendo que há uma variação do tempo de ciclo (TC) entre as atividades. O TC da realização da documentação inicial é de 10 minutos, enquanto o TC das ações do Comandante da Companhia é de 5 minutos.

ISSN 2446-7618

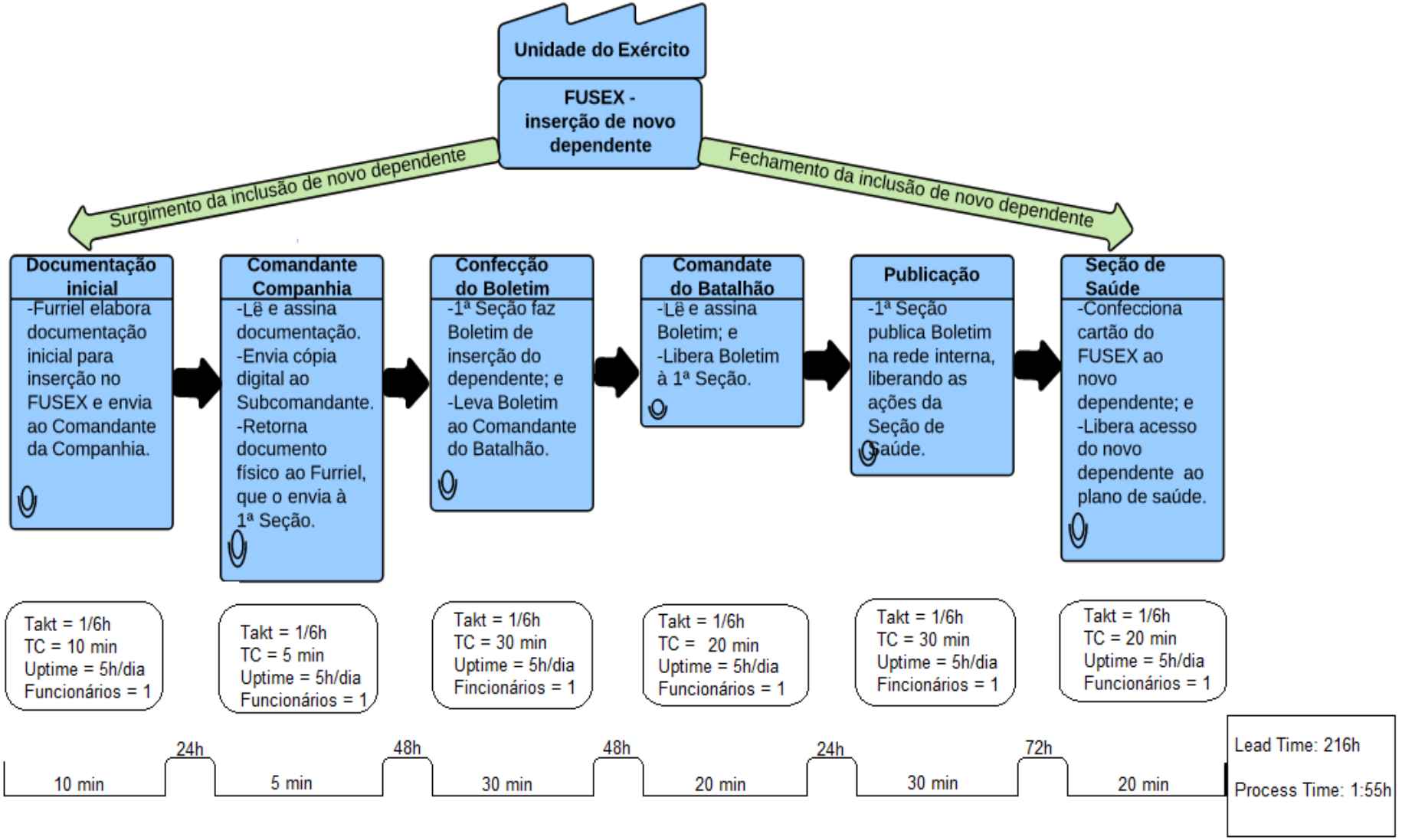


Figura 3: Mapeamento do fluxo do valor atual da inserção de novo dependente ao FUSEX.

ISSN 2446-7618

Na confecção do Boletim da solicitação (Figura 3), tem-se um tempo de ciclo de 30 minutos e Comandante do Batalhão possui um TC de 20 minutos. Já as etapas de divulgação interna do Boletim possuem um TC de 30 minutos, mas a confecção do cartão FUSEX e o acesso ao plano de saúde registrou um TC de 20 minutos.

O total do *Lead Time* foi de 216 horas (Figura 3), o que corresponde a 9 dias. No entanto, três atividades apenas são responsáveis por 77,7% (168 horas) do *Lead Time*: as relacionadas às ações do Comandante da Companhia; confecção do Boletim; e publicação do Boletim pela 1ª Seção. Com um *Process Time* baixo e um *Lead Time* mais elevado, o maior tempo para inserção do novo dependente está relacionado à espera entre uma atividade e outra, com um menor grau de prioridade sobre outras atividades da corporação. Além disso, o processo de inserção é praticamente todo manual, exceto quando o Comandante envia digitalmente os documentos ao Subcomandante. Este aspecto pode estar influenciando no *Lead Time* de 9 dias da inclusão de um dependente no plano de saúde da unidade.

Existem situações nas quais dependentes de militares necessitam de atendimento médico/hospitalar urgente e nem sempre estão cadastrados do plano de saúde. Os militares se veem obrigados a utilizar serviços médicos particulares, implicando em custos adicionais aos profissionais. Além disso, o titular (militar solicitante da inclusão de dependente) precisa "monitorar/acompanhar" seguidamente para que seu dependente seja incluso no referido plano.

3.5 Métricas *Lean* utilizadas

As métricas usadas para o mapeamento do fluxo de valor do processo de inserção de novo dependente no plano de saúde FUSEX, foram: *Takt Time* (tempo mínimo para realizar uma atividade), tempo de ciclo (TC), *Uptime* (tempo disponível no setor para realizar a atividade), *Process Time* (tempo de processo - PT), *Lead Time* (tempo entre início e fim da atividade) e quantidade de funcionários. Foram usados 10 minutos de *Takt Time*, 5 horas/dia de Tempo de Ciclo no estudo[14]. No estudo, como o *Lead Time* foi o mais expressivo, essa foi a métrica principal na proposição de melhorias ao cenário. Assim, propôs-se um realinhamento na sequência de atividades capaz de reduzir o *Lead Time* e o período de espera dos militares pela inserção de dependentes do plano de saúde.

3.6 Mapeamento do estado futuro

Após analisar as etapas da inserção de novo dependente ao FUSEX e dialogar com os militares envolvidos diretamente com o processo (Setor de Pessoal Comandante da Companhia e do Batalhão; outros profissionais), estruturou-se o fluxo de valor do estado futuro do processo, como demonstrado na Figura 4.

Projetou-se (Figura 4) um *Lead Time* de 36 horas e um *Process Time* de 1 hora e 30 minutos. O fluxo de valor atual demonstrou um *Lead Time* de 216 horas, mas, com as melhorias no processo de inserção de novo dependente ao FUSEX, ocorreu uma redução desse tempo em 180 horas (83,3% menor).

Mesmo ocorrendo uma baixa (21,7%) no *Process Time* de 1,92h para 1,5h, o maior ganho foi com redução do tempo de espera (*Lead Time)*. Para isso, foram realizadas algumas mudanças: designação de um militar específico para a inclusão de novo dependente; aglutinação das atividades de execução e de liberação e/ou assinatura; utilização de recursos digitais; priorização à inclusão de novo dependente; e maior agilidade nas atividades do processo. Inicialmente, a documentação era realizada quando o Furriel preenchia os documentos e os

ISSN 2446-7618

enviava ao Comandante e quanto o Comandante lia e assinava os documentos, enviando cópia digital ao Subcomandante.

Com a nova proposta, todas essas atividades serão feitas pelo Furriel, ele preenche a documentação necessária e colhe a assinatura do Comandante da Companhia, entregando os referidos documentos à 1ª Seção, no máximo em 12 horas. Isso foi acordado entre os militares do Setor de Pessoal e Comandante da Companhia. Além disso, designou-se um militar específico para tratar de assuntos de inclusão de novos dependentes no FUSEX. Na ausência deste, existe um segundo profissional responsável.

Mesmo ocorrendo uma baixa (21,7%) no *Process Time* de 1,92h para 1,5h (Figura 4), o maior ganho foi com redução do tempo de espera (*Lead Time)*. Para isso, foram realizadas algumas mudanças: designação de um militar específico para a inclusão de novo dependente; aglutinação das atividades de execução e de liberação e/ou assinatura; utilização de recursos digitais; priorização à inclusão de novo dependente; e maior agilidade nas atividades do processo. Inicialmente, a documentação era realizada quando o Furriel preenchia os documentos e os enviava ao Comandante e quanto o Comandante lia e assinava os documentos, enviando cópia digital ao Subcomandante.

Com a nova proposta (Figura 4), todas essas atividades serão feitas pelo Furriel, onde preenche a documentação necessária e colhe a assinatura do Comandante da Companhia, entregando os referidos documentos à 1ª Seção, no máximo em 12 horas. Isso foi acordado entre os militares do Setor de Pessoal e Comandante da Companhia. Além disso, designou-se um militar específico para tratar de assuntos de inclusão de novos dependentes no FUSEX. Na ausência deste, existe um segundo profissional responsável. Para Tapping e Shuker[1], o sucesso da aplicação do *Lean Office* está em realizar pequenos ajustes que trazem importantes melhorias e/ou reduções de desperdícios no processo.

A seguir, a 1ª Seção faz o preenchimento do Boletim de solicitação de inclusão e colhe, no mesmo dia, a assinatura do Comandante do Batalhão. Depois disso, a 1ª Seção realiza a publicação em rede interna e envia Boletim digitalmente à Seção da Saúde. Isso foi necessário para reduzir o tempo entre preencher o Boletim, enviar e aguardar o Comandante do Batalhão assinar/liberar Boletim para, posteriormente, publicar em rede interna e liberar à Seção da Saúde. Essa modificação no processo também foi acertada entre a 1ª Seção, o Comandante do Batalhão e a Seção da Saúde. Turati[15] aponta que etapas administrativas podem ser aperfeiçoadas pelo maior uso dos recursos tecnológicos atuais.

Outra alteração foi que, logo após a publicação do Boletim na rede interna, a 1ª Seção envia Boletim digitalmente à Seção da Saúde. Isso reduz expressivamente o tempo de liberação da inclusão do novo dependente ao FUSEX. Inclusive, ao receber o Boletim (digital), a Seção de Saúde imediatamente faz a liberação para que o dependente possa usufruir do FUSEX, providenciando a confecção do Cartão FUSEX no momento posterior. O dependente pode realizar procedimentos ambulatorial/hospitalar por meio do seu número de CPF ou Identidade Militar.

O processo de inclusão de novos dependentes no FUSEX foi priorizado sobre as demais atividades administrativas, salvo exceções. Sempre que existirem solicitações desta natureza, tanto o Furriel designado, o Comandante da Companhia e do Batalhão, quanto a 1ª Seção e a Seção de Saúde, possui a obrigatoriedade de dar prioridade no processo de inclusão de dependente no plano de saúde da unidade militar. Isso foi fixado como procedimento padrão. Para que um processo seja eficiente e eficaz, é fundamental que a empresa determine quais as suas prioridades[16].

ISSN 2446-7618

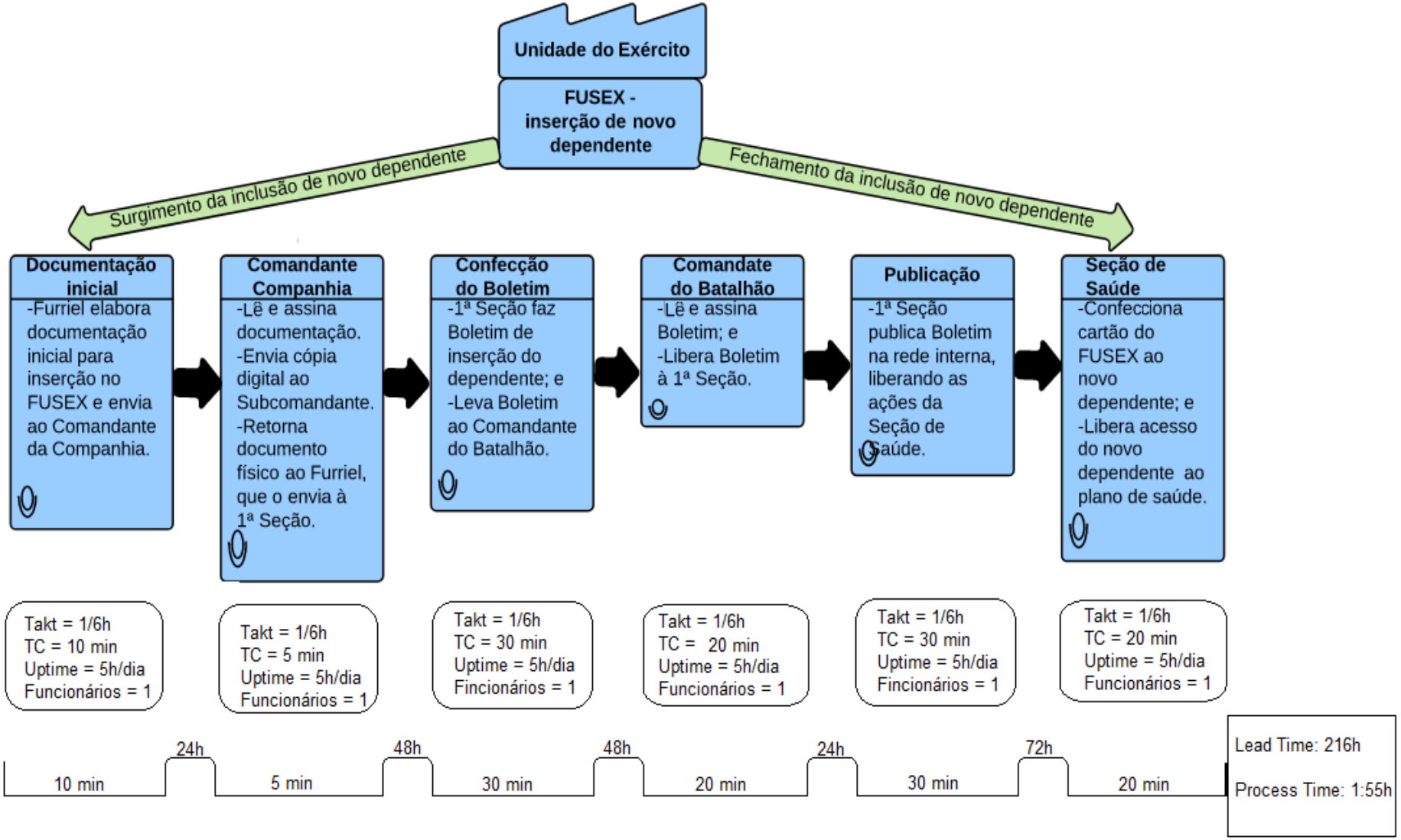


Figura 4: Fluxo de valor do estado futuro da inserção de novos dependentes ao FUSEX.

ISSN 2446-7618

3.7 Proposta de melhorias

Levando em conta que o *Kaizen* trabalha na promoção da melhoria contínua e é necessário que todos os envolvidos estejam comprometidos com o sucesso da ferramenta[5], a criação e implantação dos planos *Kaizen* seguiu as seis regras sugeridas por Rossiti[9], como se demonstra na Tabela 1.

Tabela 1: Regras para implantação de planos *Kaizen*[9].

Regras	Abordagens/Realizações na unidade militar
Aceitação das mudanças	Importância das mudanças nas etapas/processos administrativos; minimizar resistências inserção de novo dependente no FUSEX.
Todos expressar suas opiniões	Todos os envolvidos expressar opiniões.
Não responsabilizar só uma pessoa	Conscientização para não responsabilizar apenas uma pessoa quando ocorrer alguma falha no processo.
Respeito entre funcionários	Importância do respeito entre militares para o sucesso de qualquer melhoria de processo da unidade militar.
Liberdade para expressar ideias	Priorizou-se a liberdade para expressar qualquer ideia que possa ajudar de algum modo na melhoria do processo.
Visão clara dos processos	Importância do mapeamento do fluxo de valor e visão clara do processo a ser melhorado.

As regras (Tabela 1) para a implantação dos planos de *Kaizen* foram trabalhadas em reuniões com as pessoas envolvidas no processo de inclusão de novos dependentes ao FUSEX e também individualmente, em certos momentos. Discorreu-se sobre a relevância de fazer certas mudanças em tarefas administrativas, para que houvesse ampla colaboração na coleta e análise dos dados e informações, bem como para identificar e combinar como as ações de melhorias contínuas seriam devidamente implantadas, servindo de incentivo para o uso do conceito de melhoria contínua na corporação. Apesar de ações de melhorias propostas serem algo inovador na instituição, buscou-se transmitir a essência do pensamento *Lean* para que outros processos pudessem ser alvo de melhorias. Além disso, salientou-se que as melhorias realizadas no processo de inserção de novos dependentes não são fechadas e estanques, mas estão abertas a novas melhorias com base no conceito do *Kaizen*.

Após determinar as metas (ações de melhorias propostas), descreveu-se como cada uma delas deveria ser concretizada (treinando e conscientizando os militares das áreas envolvidas) e realizou-se o controle e acompanhamento (pelo militar designado ao processo de inserção de novos dependentes no FUSEX), fixando-se uma forma padrão de realizar as atividades no referido processo. Inclusive, incentivou-se a busca pela melhoria contínua no próprio processo de inserção de novos dependentes no FUSEX.

Como destacada, a sequência de atividades proposta no fluxo de valor do estado futuro contempla: a designação de um militar específico para a inclusão de novo dependente no FUSEX; a otimização do tempo entre tarefas operacionais e de comando da unidade; o uso do envio de documentação digital; a priorização das atividades ligadas à inclusão de novo dependente no FUSEX; e a maior agilidade entre e nas atividades do processo. Estas mudanças foram aplicadas para reduzir desperdícios de tempo e papeis, seguindo as etapas descritas a seguir:

Militar designado à inclusão de novos dependentes no FUSEX: Em pleno acordo com o Comandante do Batalhão, o Setor de Pessoal definiu um único profissional para realizar as atividades de inclusão de novos dependentes no FUSEX. Mesmo realizando outras tarefas na corporação, este militar possui como responsabilidade

ISSN 2446-7618

central realizar a documentação pertinente e acompanhar para que o processo ocorra no máximo em dois dias. O militar designado possui autonomia funcional para "cobrar" quaisquer etapas que não estejam sendo cumpridas a contento, reportando-as ao Comandante da Companhia e/ou ao Comandante do Batalhão, quando necessário. Estabeleceu-se que o acompanhamento e o controle sejam realizados por meio de um registro da evolução das atividades da inserção do novo dependente no FUSEX na rede interna, que fica disponível a todos os envolvidos no processo.

Otimização entre tarefas operacionais e de comando da unidade: A otimização ocorreu por meio de alterações nas rotinas de envio e assinatura do Comandante da Companhia e do Comandante do Batalhão. O militar designado leva a documentação inicial e colhe a assinatura do Comandante no primeiro dia, além de enviar a cópia digital ao Subcomandante e encaminha a documentação física à 1ª Seção. O mesmo ocorre quando a 1ª Seção preenche o Boletim de solicitação de inclusão de dependente e colhe, no mesmo dia, a assinatura do Comandante do Batalhão. Essa mudança nas atividades se tornou uma constante da unidade militar. Isso influenciou expressivamente na redução do tempo do processo entre as etapas de comando e do próprio nível operacional.

Envio de documentação digital: O Comandante envia digitalmente os documentos inserção de novo dependente no FUSEX ao Subcomandante, que, a partir de agora, passou a ser realizado pelo militar designado. A mesma mudança foi adotada para o envio do Boletim de solicitação à Seção da Saúde. Ou seja, após colher a assinatura do Comandante do Batalhão, a 1ª Seção envia digitalmente o Boletim à Seção da Saúde, para que a mesma tenha ciência e libere rapidamente o acesso do dependente ao FUSEX. Este procedimento agilizou o envio da documentação necessária para que os setores envolvidos possam realizar suas atividades em um período menor de tempo.

Priorização das atividades de inclusão de novo dependente ao FUSEX: Juntamente com a 1ª Seção, Seção de Pessoal, Seção da Saúde, Comandante da Companhia, Comandante do Batalhão e militar designado, que toda a atividade ligada ao processo de inserção de novo dependente possui prioridade sobre as demais tarefas dos profissionais em cada área. Cada área deverá realizar as suas tarefas assim que receber a documentação digital ou física do processo de inserção. Sempre que existir um imprevisto, a área deverá informar imediatamente ao militar designado a acompanhar e controlar o processo, para que este tome as medidas necessárias.

Maior agilidade entre e nas atividades do processo: Como o *Process Time* final do fluxo de valor futuro foi de 1 hora e 30 minutos, todos os militares envolvidos, direta ou indiretamente, na inserção de novo dependente no FUSEX, foram conscientizados para realizar as atividades relacionadas tão logo quanto possível. O *Lead Time* de 36 horas, para o término do processo, deverá ser fielmente seguido, reportando constantemente o *status* de cada atividade ao militar designado.

4 CONCLUSÃO

A partir de conceitos relacionados ao pensamento *Lean*, realizou-se um mapeamento do fluxo de valor do processo de inserção de novos dependentes no plano de saúde, FUSEX, de uma unidade militar.

Ao aplicar o mapeamento do fluxo de valor atual do processo de inserção de novos dependente no FUSEX, percebeu-se um tempo de espera de 216 horas,

ISSN 2446-7618

considerado um período expressivamente demorado para que um dependente pudesse usar dos serviços médicos e hospitalares quando necessário. Em função disso, notou-se que muitos militares viam-se obrigados a utilizar médicos e procedimentos particulares em determinados momentos. No mesmo mapeamento, percebeu um *Process Time* de 1 hora e 55 minutos, espelhando a realidade pesquisada.

No entanto, ao analisar criticamente o processo e propor algumas ações de melhorias na inserção de novo dependente ao FUSEX, foi possível estabelecer um *Lead Time* de 36 horas (3 dias, redução de 83,3%), por meio do mapeamento de valor do fluxo do estado futuro. O *Process Time* ficou em 1 hora 30 minutos (redução de 21,7%). As melhorias propostas contemplaram o direcionamento de um militar específico para tratar do processo de inclusão de novo dependente no FUSEX, aglutinação de ações entre atividades de execução e de liberação e/ou assinatura; utilização de recursos digitais; priorização das atividades ligadas à inclusão de novo dependente no FUSEX; e maior agilidade nas atividades do processo.

Os resultados da implantação das melhorias no processo de inserção de novos dependentes ao FUSEX trouxeram contribuições importantes tanto à unidade militar quanto ao seu quadro de pessoal. As ações enxugaram as atividades realizadas internamente em cada área envolvida, utilizando a ferramenta *Lean* e melhorando o tempo de espera dos militares para a inclusão de um novo dependente no FUSEX. E isso pode ser usado como exemplo para a realização de outras melhorias na instituição como um todo.

Vale destacar que o presente estudo teve algumas limitações quanto às possibilidades, ou não, de mudanças de processo na unidade militar analisada. Isso se deve ao fato de a corporação seguir regulamentações legais e nem sempre é possível realizar modificações mais profundas em um curto período de tempo. Mesmo assim, o Comando da corporação disponibilizou algumas opções passíveis de mudanças e mostrou-se inclinado a fazer uso do conceito de *Lean Office* em suas instalações, diante do resultado positivo desta proposta.

REFERÊNCIAS

1. TAPPING, D.; SHUKER, T**.** ***Lean Office:*** Gerenciamento do fluxo de valor para áreas administrativas - 8 passos para planejar, mapear e sustentar melhorias *Lean* nas áreas administrativas. São Paulo: Leopardo ed., 2010.

2. OLIVEIRA, J. D. Escritório enxuto (*Lean Office*). ***Lean Institute* Brasil, 2007.** Disponível em: <http://dqsperb.files.wordpress.com/2009/05/escritorio-enxuto-leanoffice.pdf>. Acesso em: 21 set. 2020.

3. LIMA JÚNIOR, Hamilton Éverton. **Aplicação do *Lean Office* na gestão do tempo no processo de licitação de obra públicas na Universidade de Brasília**. Brasília, 2017. 71f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília.

4. EVANGELISTA, C. S.; GROSSI, F. M.; BAGNO, R. B. Lean Office – escritório enxuto: estudo da aplicabilidade do conceito em uma empresa de transportes. **Revista Eletrônica Produção & Engenharia,** v. 5, n. 1, p. 462-471, jan./jun. 2013.

5. CAVAGLIERI, M.; JULIANI, J. P. Lean Archives: O emprego do Lean Office na gestão de arquivos. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 21, n. 4, p. 180-201, out./dez. 2016.

6. CARNEIRO, Camilla Jacquelinne Medeiros; COSTA, Ricardo Sarmento; JARDIM, Leandro Schoemer; VIANA, Álefe Lopes; SANTOS, Roberta Monique da Silva. Proposta de

ISSN 2446-7618

uso do Lean Office na redução do tempo de atendimento na analise de projetos das indústrias do polo industrial de Manaus. **Revista Espacios,** Manaus, v. 38, n. 19, p.9-24, nov. 2017.

7. SIQUEIRA, Ricardo Milanez de; PARANHOS, Uile; RODRIGUES, Roger Antônio Ethel; SILVA, Cristina Chiari da. *Lean office:* estudo de caso no setor público do Estado de São Paulo/*Lean office: a case study in the public sector of the State of* São Paulo. ***Brazilian Journal of Development*****,** v. 4, n. 5, p. 2150-2162, 2018.

8. CARDOSO, Grasiele Oliveira Alves; ALVES, João Murta. Análise crítica da implementação do Lean Office: um estudo de casos múltiplos. Gepros. **Gestão da Produção,** Operações e Sistemas, Fortaleza, v. 8, n. 1, p.23-35, 2013.

9. ROSSITI, Ivan Sanchez Malo. **Análise dos Impactos da Aplicação do *Lean Office* na Unidade de Suprimentos de uma Empresa Construtora**. São Carlos, 2015. 145 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil). Curso de Pós Graduação em Estruturas e Construção Civil, Gestão, Tecnologia e Sustentabilidade na Construção Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

10. OLIVEIRA, André Luiz Gazoli de; OLIVEIRA, João Pedro Diniz de; PERERIA, David; SANTOS, William; JÚNIOR, Carlos R. Beleti. *Lean Office*: mapeamento do fluxo de valor em um processo de orçamento de pedidos. **Simpósio de Engenharia de Produção 2019**. Campo Mourão - PR, Brasil, 02 a 6 de setembro de 2019.

11. ROESCH, Sylvia. Maria Azevedo. **Projetos de Estágio e de Pesquisa em Administração:** Guia para Estágios, Trabalhos de Conclusão, Dissertações e Estudos de Caso. 3. ed. 8 reimpr. São Paulo: Atlas, 2013.

12. FANTINELO, Marcelo. **Métodos de Pesquisa (2015).** PPgSI – EACH – USP. Disponível em:< https://www5.usp.br/>. Acesso em: 21 set. 2020.

13. FLICK, Uwe. **Introdução à metodologia de pesquisa**: um guia para iniciantes. Porto Alegre: Penso, 2013.

14. CORREA, Carlos Alberto; CORRÊA; Henrique Luiz. **Administração de produção e operações - manufatura e serviços:** uma abordagem estratégica. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

15. TURATI, R. C. **Aplicação do Lean Office no Setor Administrativo Público**. São Carlos, 2007. 108f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

16. MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2015.

ISSN 2446-7618

INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS DE USINAGEM NA RUGOSIDADE SUPERFICIAL E NO PERFIL DE DUREZA DO AÇO AISI 316L SUBMETIDO A PROCESSO DE TORNEAMENTO

Hoffmann, P. R.[1]
Marques, F. M.[2]
Rocha, A. da S.[3]

[1] *Mestrando, Paulo Roberto Hoffmann, Instituto Federal de Santa Catarina, paulo.hoffmann@ifsc.edu.br.*
[2] *Mestre, Fernando Michelon Marques, Instituto Federal de Santa Catarina, fernando.marques@ifsc.edu.br.*
[3] *Doutor, Alexandre da Silva Rocha, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, alexandre.rocha@ufrgs.br.*

(Todas as informações contidas neste artigo são de responsabilidade dos autores)

Resumo
A utilização de materiais resistentes a corrosão, e em substituição a materiais agredidos por agentes corrosivos, vem tomando proporções mundiais no setor industrial, alimentício e offshore, desde que estes possuam as mesmas características mecânicas dos materiais substituídos. O objetivo deste trabalho é abordar as relações existentes entre parâmetros de usinagem, geometria de ferramentas com a integridade superficial do aço inoxidável AISI 316L no processo de torneamento. Os testes foram realizados em torno CNC usando variações nos parâmetros de velocidade de corte e avanço da ferramenta. Enquanto no que diz respeito as ferramentas, foram variadas as dimensões dos raios de ponta dos insertos intercambiáveis, bem como a ausência de qualquer agente lubrirrefrigerante. Onde, para cada condição foi realizada a medição da rugosidade média e a dureza do núcleo da amostra usinada e sua superfície, fazendo, posteriormente o comparativo dos testes. Foi verificado que o raio de ponta da ferramenta e o avanço tem uma maior influência na rugosidade superficial, enquanto a velocidade de corte não apresentou uma influência significativa. Os resultados também indicam que há uma variação de dureza da superfície usinada em relação ao núcleo das amostras, entretanto, cada condição indica diferentes valores de dureza, o que demostra que a variação dos parâmetros de corte também altera a integridade superficial de peças submetidas ao processo de usinagem.

Palavras-chave: Parâmetros de usinagem; Torneamento; Rugosidade; Aço AISI 316L.

ISSN 2446-7618

INFLUENCE OF MACHINING PARAMETERS ON THE SURFACE ROUGHNESS AND THE HARDNESS PROFILE OF AISI 316L STEEL SUBMITED TO THE TURNING PROCESS

Abstract
The use of materials resistant to corrosion, and in substitution of materials attacked by corrosive agentes, has been taking on worldwide proportions in the industrial, food and offshore sectors, as long as these have the same mechanical characteristics as the replaced materials. The aim of this pape ris to address the existing relations between machining parameters, tool geometry and the surface integrity of AISI 316L stainless steel in the turning process. The tests performed on the CNC lathe using variations in the cutting speed and tool feed parameters. While with regard to the tools, the dimensions of the tip radius of the interchangeable inserts were varied, as well as the absence of any lubricant coolant. Where, for each condition, the measurement of the average roughness of the core of the machined sample and its surface was performed, subsequently making the comparison of the tests. It was verified that the tool tip radius and the feed have a greater influence on the surface roughness, while the cutting speed did not have a significant influence. The results also indicate that there is a variation in the hardness of the machined surface in relation to the core of the samples, however, each condition indicates diferente values of hardness, which shows that the variation in cutting parameters also changes the surface integrity of parts submitted to the machining process.

Key words: Machining parameters; Turning; Roughness; AISI 316L steel.

1 INTRODUÇÃO

Desde que os aços começaram a ser fabricados e empregados em equipamentos, inúmeros meios de impedir ou retardar a corrosão têm sido amplamente empregados. Métodos como pintura ou cobertura com outros materiais têm ajudado na inibição da corrosão em ambientes a que estes materiais estão sujeitos, entretanto, estas soluções possuem um tempo de vida reduzido[(1)]. A combinação de elementos de liga ao aço transformou-se então numa escolha assertiva ao processo de prevenção da corrosão, pois possibilita proteção não só na camada externa, como também em toda a seção do aço[(2)]. Aços que apresentam resistência à corrosão e à oxidação são denominados de aços inoxidáveis. Na literatura, há divergências quanto aos teores mínimos de cromo (Cr) para considerá-lo aço inoxidável, variando de 10% p a 12% p[(3–5)].

Conforme a aplicação, são imprescindíveis outras propriedades além da resistência à corrosão, tal como, propriedades mecânicas a temperaturas elevadas e tenacidade. Nestes casos, outros elementos de liga, além do Cr, são adicionados para satisfazerem as necessidades específicas da aplicação. Um exemplo de adição de elementos de liga para os aços inoxidáveis é o caso do níquel (Ni),

ISSN 2446-7618

agregado a liga quando ela demanda resistência a corrosão em altas temperaturas[5].

As ligas contendo Fe-Cr-Ni são denominadas de aços inoxidáveis austeníticos, pois são paramagnéticas e não endurecem por tratamento térmico de têmpera. Na classe dos aços inoxidáveis austeníticos, aços com as melhores propriedades de resistência à corrosão entre as famílias de aços inoxidáveis, é justificável o uso do aço AISI 316L por sua apreciável resistência à corrosão em diferentes meios. Essa característica deve-se também ao fato de contar com molibdênio em sua composição, que combinado ao cromo estabiliza o filme passivo na presença de cloretos aumentando a resistência à corrosão intergranular e corrosão por pites[6].

Na escala industrial, o aço inoxidável austenítico é abundantemente utilizado em equipamentos com superfícies expostas à atmosfera, imersão em água salinizada, além de ser utilizada em equipamentos da indústria alimentícia tendo seu uso restrito a meios que levam a quebra da película passiva[7]. Durante a fabricação destes equipamentos, os componentes são submetidos a diversos tipos de processos de fabricação, sendo o torneamento o processo de fabricação predominante na manufatura desse tipo de aço.

De acordo com Ferraresi[8] o torneamento é um processo mecânico de usinagem destinado a obtenção de superfícies de revolução com auxílio de uma ou mais ferramentas monocortantes. Dessa forma, o processo de torneamento possui vasta aplicação na indústria metal mecânica. Há uma diversidade de operações possíveis de se executar em um torno mecânico, entre elas torneamento cilíndrico interno e externo, torneamento cônico interno e externo, faceamento, perfilamento, sangramento, recartilhamento[8,9].

Gerar uma boa superfície em componentes torneados tornou-se uma demanda para operações de semiacabamento e até mesmo de desbaste[10]. O acabamento da peça usinada é usualmente um parâmetro de interesse do processo. A textura superficial tem papel importante no atrito, o qual afeta muitas variáveis (incluindo as condições de trabalho, calor gerado e formação de detritos) de materiais em contato entre si sob condições de deslizamento.

Em relação à qualidade de produtos usinados, esta é diretamente relacionada à superfície final da peça trabalhada, portanto a sua rugosidade. Dependendo da aplicação de determinados componentes e suas características de montagem serão necessárias à aplicação de processos de acabamento posteriores como retificação e polimento. No processo de torneamento a rugosidade é diretamente influenciada pelo raio de ponta da ferramenta e pelo avanço da mesma, dentre outros parâmetros. Sendo assim, os parâmetros e ferramentas de corte devem ser escolhidos adequadamente para minimizar a ocorrência de defeitos nas peças e consequente perdas econômicas. A rugosidade também pode ser relacionada com vários fatores como: precisão e tolerância dimensional, resistência à corrosão, resistência a fadiga, escoamento de fluidos, transferência de calor e lubrificação.

Dessa forma, busca-se reduzir ao máximo a rugosidade da peça, mas essa diminuição costuma implicar em aumento dos custos de fabricação. Sendo assim, a seleção adequada dos parâmetros de corte

ISSN 2446-7618

(velocidade de corte, avanço e raio de ponta da ferramenta) busca conciliar baixo custo com acabamento almejado([11]). Dentre eles, o avanço é o mais influente, pois a amplitude da rugosidade tende a aumentar na proporção quadrática deste[(9)].

A condição superficial final de uma peça é o resultado de um processo que envolve deformações plásticas, rupturas, recuperação elástica, geração de calor, vibrações, tensões residuais e, às vezes, reações químicas[(9)]. Existem muitas maneiras de se avaliar uma superfície, a partir de ensaios adicionais de fadiga, tensões residuais, corrosão, entre outros. Essas técnicas podem ser destrutivas ou não, de fácil execução e ter alto custo, já que dependem dos requisitos que a peça exige.

Devido aos problemas econômicos, ambientais e ocupacionais associados ao uso de fluidos lubrirefrigerantes, buscou-se neste trabalho uma usinagem amigavelmente ecológica, sem uso de qualquer tipo de fluido. [(12)]

Diante deste contexto, foram analisados os parâmetros de rugosidades (R_a) e (R_z) e o perfil de dureza resultante em função da variação de velocidade de corte (v_c), do avanço da ferramenta (f_n) e do raio de ponta da ferramenta (r_ε) no processo de torneamento cilíndrico externo do material AISI 316L.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Corpos de Prova (CP)

No presente trabalho, o material estudado foi o aço inoxidável austenítico AISI 316L em formato de barra cilíndrica maciça, com diâmetro de 25,4 mm e 200 mm de comprimento. A composição química do material é apresentada na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1. Composição química do aço AISI 316L.

AISI 316L	Cr	Ni	Mo	C	Mn	P	S	Si
Norma	16,00 - 18,00	10,00 - 14,00	2,00 - 3,00	máx. 0,03	máx. 2,00	máx. 0,045	máx. 0,030	máx. 0,75
Amostras	16,97	10,66	2,19	0,017	1,46	0,03	0,026	0,34

Fonte: Dados da pesquisa

Em cada barra de 200 mm, foram usinados 3 corpos de prova com 50 mm de comprimento cada, utilizando os mesmos parâmetros, efetuando apenas a troca da ponta do inserto, para garantir uma confiabilidade aos testes, garantindo-se desta maneira as mesmas condições para ambos os corpos de prova.

2.2 Ferramentas

Os insertos empregados para esta análise são classificados para aplicações de acabamento e desbaste em materiais considerados aços inoxidáveis. Insertos de

ISSN 2446-7618

geometria triangular (TNMG), possuindo quebra-cavacos com ângulo de saída positivo e cobertura PVD (do inglês *Phisical Vapor Deposition*) de TiAlN+TiN. A Tabela 2 exibe as especificações indicadas pelo fabricante para os insertos empregados, necessárias para estipular os parâmetros aplicados no experimento.

Tabela 2. Especificações das ferramentas utilizadas.

Especificação do inserto ISO	**Parâmetros de corte**		
	v_c [m/min]	f_n [mm/volta]	a_p [mm]
TNMG 16 04 04R-K 2035	170 (145 - 195)	0,22 (0,14 - 0,30)	2,5 (0,7 - 5,0)
TNMG 16 04 08R-K 2035	145 (110 - 195)	0,30 (0,14 - 0,50)	3,0 (0,8 - 5,0)

Fonte: Dados da pesquisa

2.3 Parâmetros Utilizados

Foram adotados como parâmetros para o ensaio de usinabilidade os valores de avanço e velocidade de corte sugeridos pelo fabricante das ferramentas, sendo que os valores empregados estão dentro da faixa de variação admitida para cada uma delas. A Tabela 3 indica os valores aplicados de velocidade de corte, avanço da ferramenta e raio de ponta da ferramenta utilizados (v_c, f_n *e* r_ε, respectivamente). A profundidade de corte (a_p), foi mantida constante (1 mm) em todas as situações, pois a influência deste parâmetro não era objetivo deste estudo, assim como também não foi empregado nenhum tipo de fluido ou solução lubrirrefrigerante, obtendo assim uma usinagem amigavelmente ecológica.

Tabela 3. Parâmetros de corte utilizados em cada amostra.

Condição	**v_c [m/min]**	**f_n [mm/volta]**	**r_ε [mm]**
A 01	145	0,15	0,4
A 02	145	0,30	0,4
A 03	195	0,15	0,4
A 04	195	0,30	0,4
A 05	145	0,15	0,8
A 06	145	0,30	0,8
A 07	195	0,15	0,8
A 08	195	0,30	0,8

Fonte: Autoria própria

2.4 Análise Superficial e Microestrutural

Para realizar a medição dos parâmetros de rugosidade (R_a) e (R_z), foi utilizado um rugosímetro digital portátil marca Time modelo TR-210. Para executar as medições, os corpos de prova após usinados em torno CNC da marca Romi modelo

ISSN 2446-7618

GL 240, foram fixados em uma base magnética, na qual foram submetidos a medições em três planos defasados a 120° nos três corpos de prova contidos em cada barra. O rugosímetro foi ajustado para trabalhar com um comprimento de amostragem (*cut-off*) de 0,8 mm e comprimento de medição L = 4 mm (L = 0,8 x 5).

Após a medição da rugosidade, foi dado início a produção das análises metalográficas dos corpos de prova, sendo retiradas amostras no sentido transversal das barras para análise do tamanho dos grãos e microestrutura. A sequência de lixas aplicadas na preparação foi 80, 120, 160, 220, 320, 400, 600, 800, 1200 e 2000, seguido de polimento com alumina com grãos de tamanho de 3 μm e posteriormente submetidas ao ataque eletroquímico em solução contendo 60% HNO_3 e 40% H_2O, por um tempo de 120 segundos com passagem de corrente e tensão.

Na Figura 1 é apresentada a microestrutura do material, de acordo com a qual, realizando procedimento de contagem de grãos, verifica-se que o tamanho de grão do material utilizado é TG 7, confirmando estar dentro dos padrões estabelecidos em norma[13].

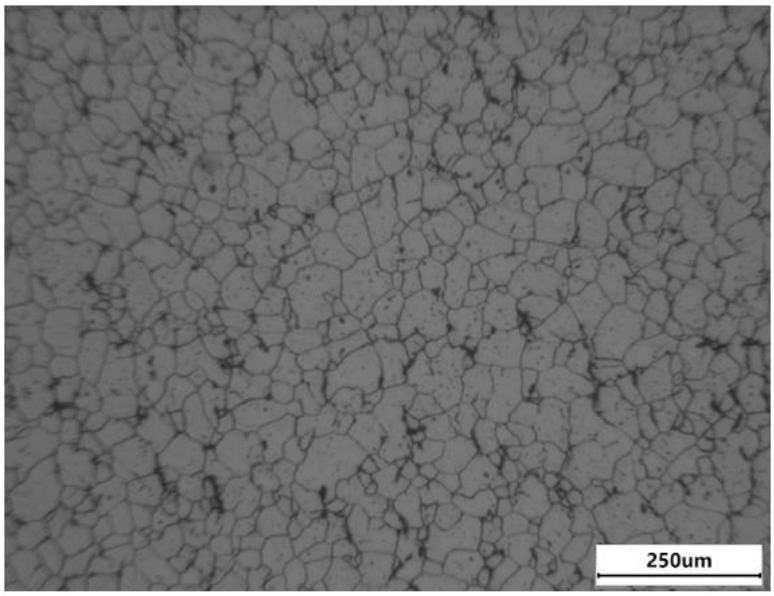


Figura 1. Análise metalográfica preliminar (400X)

Para verificar o perfil de dureza das amostras, foi utilizado o ensaio Vickers (HV), com o emprego de um durômetro digital da marca Future-Tech modelo FM-800, pertencente ao laboratório de Materiais do Instituto Federal de Santa Catarina, campus Araranguá, aplicando uma carga de 10 gf em um tempo de impressão de 10 segundos. A análise constituiu-se de 20 medições na secção transversal de cada amostra com espaçamento de 20 μm, iniciando com a primeira indentação a uma distância de 20 μm da superfície usinada, até atingir a profundidade total de 0,4 mm.

ISSN 2446-7618

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Cálculo da rugosidade no processo de torneamento

No processo de torneamento é possível ter uma estimativa teórica do parâmetro de rugosidade média R_a através do cálculo utilizando para tal a fórmula representada pela Equação (1). Os valores reais podem ter variações, já que estarão acrescidos de outros fatores diversos.

$$Ra = 41{,}66.\left(\frac{f^2}{r}\right) \quad (1)$$

Os valores teóricos encontrados para R_a nas condições analisadas, juntamente com os valores reais encontrados nas amostras com as diferentes condições de velocidade de corte, avanço e raio de ponta da ferramenta são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Valores da rugosidade média R_a teórico e real das amostras.

Condição	v_c [m/min]	f_n [mm/volta]	r_ε [mm]	R_a teórico [µm]	R_a real [µm]
A 01	145	0,15	0,4	2,34	2,02
A 02	145	0,30	0,4	9,37	9,51
A 03	195	0,15	0,4	2,34	2,27
A 04	195	0,30	0,4	9,37	9,27
A 05	145	0,15	0,8	1,17	1,56
A 06	145	0,30	0,8	4,68	4,69
A 07	195	0,15	0,8	1,17	1,33
A 08	195	0,30	0,8	4,68	4,58

Fonte: Autoria própria

Podemos verificar através dos dados demonstrados na Tabela 4, que o valor teórico obtido através da Equação (1) pode servir como base para estabelecer parâmetros de usinagem com a finalidade de obter uma determinada rugosidade média R_a, pois os valores obtidos são muito semelhantes com os encontrados nas amostras usinadas, sendo que na maioria dos casos, estes ficaram ligeiramente abaixo dos valores teóricos calculados.

3.2 Análise dos Gráficos de Rugosidade

O gráfico da Figura 2 exibe os valores reais do parâmetro de rugosidade R_a determinados através do cálculo da média aritmética das três medições realizadas em cada amostra. As barras de erros correspondem a incerteza em função do desvio padrão das três medições.

Pode-se observar que mesmo utilizando uma ferramenta com raio de ponta pequeno (r_ε = 0,4 mm) com avanço relativamente baixo (f_n = 0,15 mm/volta), os

ISSN 2446-7618

valores da rugosidade média R_a ficaram em torno de 2,0 µm (amostras A 01 e A 03). No entanto, quando se utiliza este mesmo raio de ponta da ferramenta, combinado a um valor de avanço duas vezes maior (f_n = 0,30 mm/volta), obtém-se valores de rugosidade média R_a próximo de 10 µm (amostras A 02 e A 04).

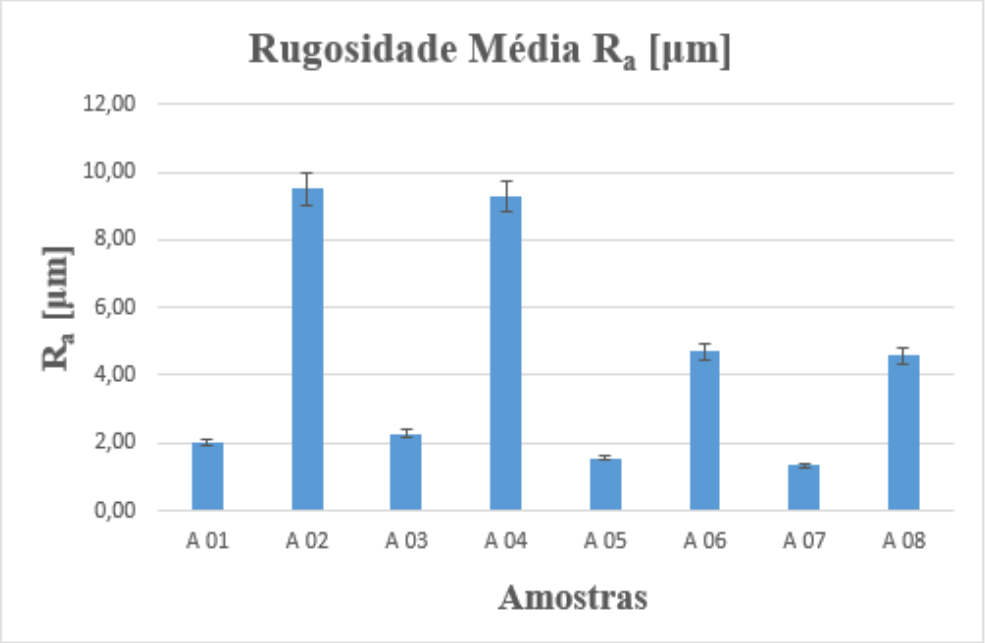


Figura 2. Gráfico da rugosidade média "R_a" após usinagem do AISI 316L.

Também é possível visualizar que quando se utiliza uma ferramenta com raio de ponta maior (r_ε = 0,8 mm) combinado com avanço baixo (f_n = 0,15 mm/volta), os valores de rugosidade média R_a tiveram uma leve redução (amostras A 05 e A 07) se comparadas com as amostras A 01 e A 03, apresentando valores de R_a próximos de 1,5 µm e 1,3 µm respectivamente. Entretanto, quando se utiliza um avanço mais elevado (f_n = 0,30 mm/volta), com pastilha de raio 0,8 mm, obteve-se rugosidades médias na faixa de 4,7 µm, o que representa aproximadamente a metade da rugosidade média das amostras A 02 e A 04.

O gráfico da Figura 3 exibe os valores do parâmetro de rugosidade R_z determinados através do cálculo da média aritmética das três medições realizadas em cada amostra. As barras de erros correspondem a incerteza em função do desvio padrão das três medições.

Constata-se que para a ferramenta com raio de ponta r_ε = 0,4 mm combinada com pequeno avanço (f_n = 0,15 mm/volta), os valores da rugosidade R_z ficaram abaixo de 10 µm (amostras A 01 e A 03). No entanto, pode-se observar maiores amplitudes e maiores dispersões dos valores obtidos para o parâmetro de rugosidade R_z, quando se utiliza um avanço maior (f_n = 0,30 mm/volta), combinado com pequeno raio de ponta da ferramenta (r_ε = 0,4 mm), isso ocorreu com as amostras "A 02 e A 04", nas quais o valor de R_z ultrapassou os 37 µm.

ISSN 2446-7618

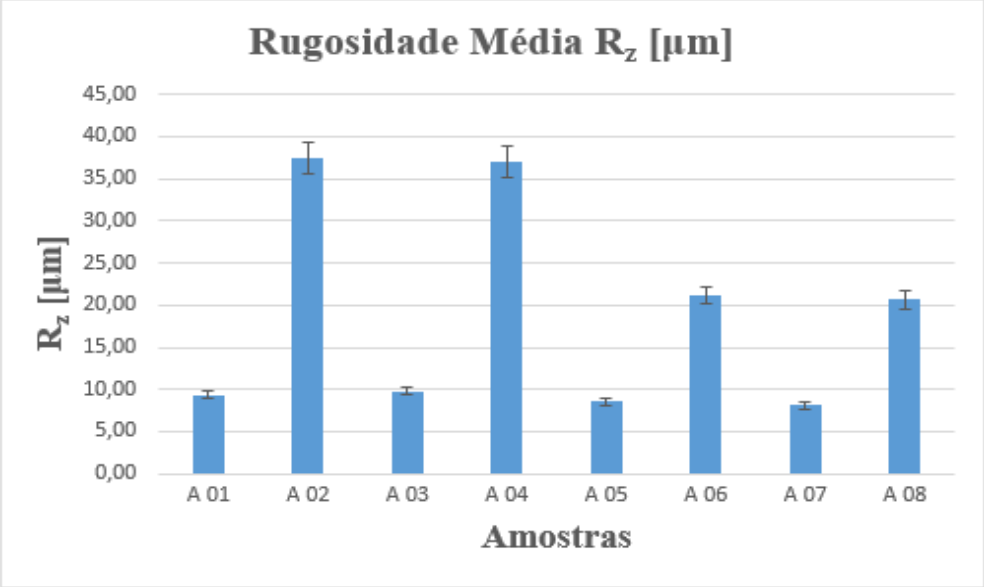


Figura 3. Gráfico da rugosidade média "R_z" após usinagem do AISI 316L.

Verifica-se também neste gráfico que a utilização de ferramenta com raio de ponta maior (r_ε = 0,8 mm) combinado com avanço baixo (f_n = 0,15 mm/volta) não revela grandes mudanças na rugosidade média R_z (amostras A 05 e A 07) se comparado a ferramenta com raio de ponta (r_ε = 0,4 mm). Nestas amostra a rugosidade média R_z também ficou ligeiramente abaixo dos 10 µm. Entretanto, uma maior diferença pode ser observada quando se utiliza a ferramenta de (r_ε = 0,8 mm) combinado com um maior avanço (f_n = 0,30 mm/volta), situação na qual se consegue obter uma rugosidade média R_z em torno de 20 µm (amostras A 06 e A 08).

Assim como acontece com a rugosidade média R_a, os resultados mais insatisfatórios da rugosidade média R_z (amostras A 02 e A 04) também foram encontrados quando se utiliza a ferramenta com o menor raio de ponta (r_ε = 0,4 mm) e o maior avanço (f_n = 0,30 mm/volta), sendo que estas mesmas amostras, também apresentam as maiores dispersões.

3.3 Influência da Velocidade de Corte na Rugosidade

Nos gráficos apresentados na Figura 4 à seguir, podemos analisar a variação da rugosidade em função da alteração da velocidade de corte. Os gráficos foram construídos com as amostras usinadas utilizando os mesmos parâmetros de usinagem, variando apenas a velocidade de corte.

Podemos observar que em três das quatro condições de usinagem analisadas houve uma mínima redução das rugosidades com o aumento da velocidade de corte. Apenas nas condições de (f_n = 0,15 mm/volta e r_ε = 0,4 mm) é que houve um pequeno aumento nas rugosidades R_a e R_z mesmo com o aumento da velocidade de corte. Uma possível explicação para este aumento da rugosidade nestas condições pode ser a vibração gerada na ação de corte, em função de estar utilizando a velocidade de corte (v_c) no limite máximo recomendado pelo fabricante e o avanço (f_n) no limite mínimo.

ISSN 2446-7618

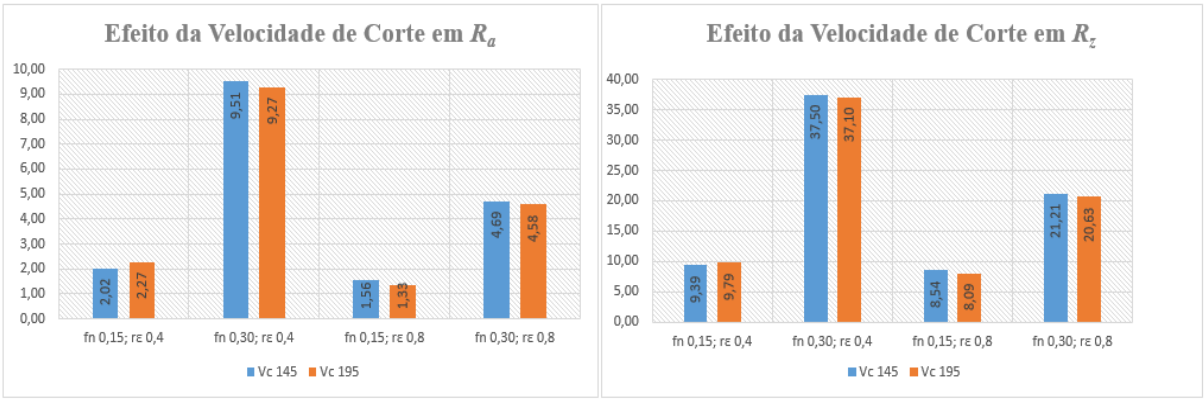


Figura 4. Gráficos da rugosidade média "R_a e R_z" variando a v_c.

No entanto, estas variações causadas pela variação da velocidade de corte, são muito pequenas, na maioria dos casos menor que 10%, ou seja, tendo suas variações dentro do desvio padrão indicado nos gráficos das Figuras 2 e 3.

3.4 Influência do Raio de Ponta da Ferramenta na Rugosidade

Podemos observar nos gráficos da Figura 5 que o raio de ponta da ferramenta (r_ε) é o fator que mais influenciou na melhoria do acabamento superficial, quando comparado aos demais fatores analisados neste trabalho. Pode-se notar, que ao variar o raio de ponta da ferramenta, a variação da rugosidade é menos impactante quando o avanço utilizado é pequeno (f_n = 0,15 mm/volta).

Observa-se que ocorreu uma maior variação da rugosidade ao variar o raio de ponta da ferramenta nas amostras usinadas utilizando o maior avanço (f_n = 0,30 mm/volta). Nestas condições, pode-se observar uma diminuição de 50% na rugosidade média R_a quando se utiliza uma ferramenta com raio de ponta r_ε = 0,8 mm se comparado a ferramenta com raio de ponta de r_ε = 0,4 mm, e uma variação de aproximadamente 44% para o valor da rugosidade média R_z.

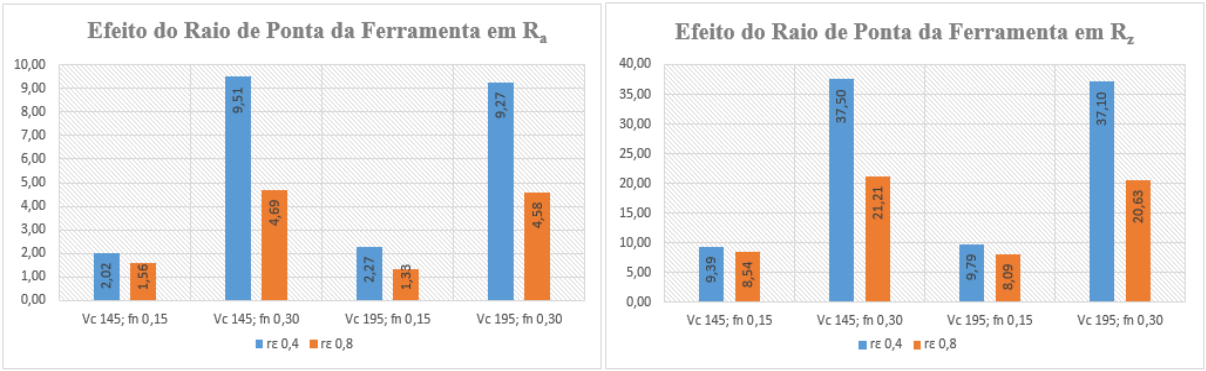


Figura 5. Gráficos da rugosidade média "R_a e R_z" variando o r_ε.

Desta forma, pode-se dizer que as alterações no raio de ponta da ferramenta (r_ε) serão mais perceptíveis no acabamento superficial quando os avanços utilizados são maiores, sendo que quanto menor o avanço utilizado, menores são os efeitos da variação do raio de ponta da ferramenta.

ISSN 2446-7618

3.5 Influência do Avanço da ferramenta na Rugosidade

Os gráficos exibidos na Figura 6 nos mostram a variação dos parâmetros de rugosidade R_a e R_z em função da variação do avanço da ferramenta (f_n). Constata-se que ao aumentar o avanço ocorre um aumento significativo nos valores das rugosidades, tanto para o parâmetro de R_a quanto para R_z. Pode-se reparar nos gráficos, que o aumento do avanço (f_n = 0,15 mm/volta para f_n = 0,30 mm/volta) ocasionou um aumento de 350% para o parâmetro R_a quando se utilizou pastilha com raio de ponta (r_ε = 0,4 mm) e um aumento de 275% para o parâmetro R_z.

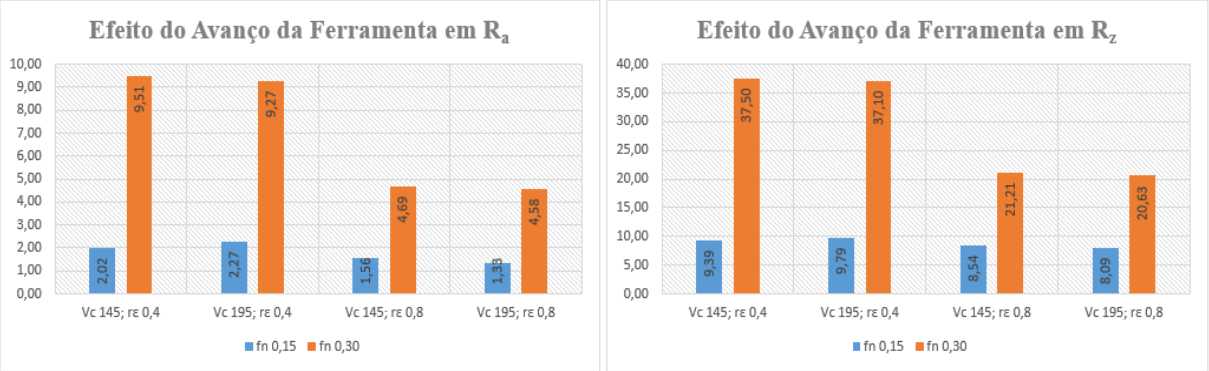


Figura 6. Gráficos da rugosidade média "R_a e R_z" variando o f_n.

Observa-se que ocorreu uma maior variação da rugosidade ao variar o raio de ponta da ferramenta nas amostras usinadas utilizando o maior avanço (f_n = 0,30 mm/volta). Nestas condições, pode-se observar uma diminuição de 50% na rugosidade média R_a quando se utiliza uma ferramenta com raio de ponta de r_ε = 0,8 mm se comparado a ferramenta com raio de ponta de r_ε = 0,4 mm, e uma variação de até 44% para o valor do parâmetro de rugosidade R_z.

No entanto, ao aumentarmos o avanço (f_n) utilizando uma ferramenta com raio de ponta (r_ε = 0,8 mm), a diferença nos parâmetros de rugosidade R_a e R_z teve uma intensidade menor que para a ferramenta com raio de ponta (r_ε = 0,4 mm). O parâmetro de R_a teve um aumento de 200% ao dobrar o valor do avanço, enquanto o parâmetro de R_z teve um aumento de 150% em comparação ao menor avanço analisado.

Ao analisar os dados contidos nestes gráficos (Figura 6), podemos constatar que os resultados são coerentes com a teoria, pois a influência do avanço da ferramenta já foi demonstrada por outros autores[14–16]. Machado et al.[9] afirma que a rugosidade média R_a é diretamente proporcional ao quadrado do avanço, para valores de avanço maiores que $^1/_2$ do raio de arredondamento da ferramenta.

3.6 Perfis de Dureza Vickers obtidos com as amostras

Nas Figuras 7 e 8 exibidas a seguir, estão representados os perfis de microdureza Vickers obtidos com a aplicação da carga de 10gf (0,1 N) nas amostras obtidas de acordo com as condições de corte estabelecidas e apresentadas na Tabela 3.

ISSN 2446-7618

Conforme a Figura 7, pode-se observar que os valores de dureza encontrados se mantiveram acima de 250 HV até a profundidade de 0,10 mm, sendo que após este ponto ocorreu a atenuação da queda de dureza, para as amostras usinadas com ferramenta de raio de ponta r_ε = 0,4 mm, com exceção da amostra 03, que atingiu o valor de 250 HV de dureza a uma profundidade de 0,06 mm. Esta exceção pode ser explicada em função desta amostra (03) ter sido usinada com a maior velocidade de corte e o menor avanço por volta, gerando assim uma menor deformação na camada sub-superficial desta amostra.

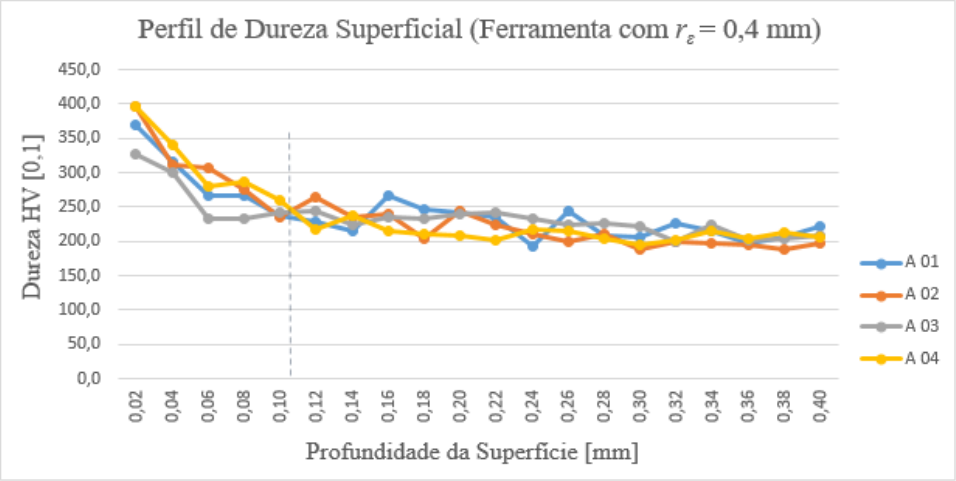


Figura 7. Perfil de microdureza variando os parâmetros de v_c e f_n.

Podemos observar também que as duas amostras (A 02 e A 04) que foram usinadas com maior avanço da ferramenta (f_n = 0,30 mm/volta), apresentaram maiores valores de dureza próximos à superfície (0,02 mm), atingindo aproximadamente 400 HV, valores levemente superiores às amostras usinadas com menor avanço (f_n = 0,15 mm/volta).

Ao ser efetuada a mudança no raio de ponta da ferramenta, aumentando o mesmo de r_ε = 0,4 mm para r_ε = 0,8 mm, temos as condições apresentadas na Figura 8, no qual os valores de dureza próximo a superfície (0,02 mm) também ficaram na faixa de 350 a 400 HV, ocorrendo variação em relação a profundidade que os valores de dureza se atenuaram.

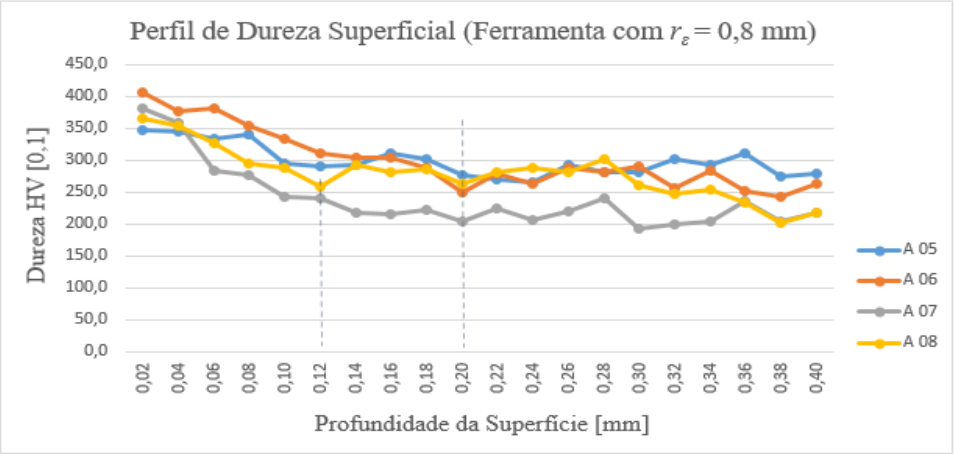


Figura 8. Perfil de microdureza variando os parâmetros de v_c e f_n.

ISSN 2446-7618

Podemos observar também que as duas amostras (A 07 e A 08) as quais foram usinadas com maior velocidade de corte (v_c=195) se aproximam da faixa de dureza de 250 HV a uma profundidade de 0,12 mm. Entretanto, as amostras (A 05 e A 06), mantém os valores de dureza acima de 250 HV até a profundidade de 0,2 mm, estas duas amostras citadas foram usinadas com menor velocidade de corte (v_c=145) que em conjunto com o maior raio de ponta da ferramenta (r_ε = 0,8 mm) provocando assim uma maior deformação na microestrutura do material.

4 CONCLUSÃO

Devido à importância e demanda do aço inoxidável AISI 316L, ter conhecimento sobre as influências dos parâmetros de usinagem no torneamento desta liga se torna de fundamental importância e relevância para as indústrias. Sendo assim, utilizando como resposta a rugosidade e o perfil de dureza, as principais conclusões obtidas foram:

- A partir da variação do avanço, significantes alterações na rugosidade foram notadas, sendo os menores valores de rugosidade nos parâmetros de R_a e R_z proporcionados pelos menores valores de avanço.
- A velocidade de corte mostrou ser um parâmetro de pouca influência sobre a rugosidade, tanto para os parâmetros de R_a e R_z.
- A utilização de um maior raio de ponta da ferramenta apresenta menores valores para os parâmetros de rugosidade R_a e R_z no entanto, esta situação gera alterações nos valores de dureza em maiores profundidades.
- A variação da velocidade de corte mostrou variações no perfil de dureza, sendo que maiores velocidades causam alteração de dureza em menores profundidades.

Agradecimentos

Os autores agradecem a UFRGS e ao IFSC, campus Araranguá e Chapecó, pela estrutura utilizada na condução desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Souza AJ. Processos de Fabricação por Usinagem. 2016.
2. ASM (AMERICAN SOCIETY OF METALS). Heat Treater's Guide: Practices and Procedures for Irons and Steels. ASM International; 1995.
3. Silva ALV da C e, Mei PR. Aços e Ligas Especiais. 3ª. São Paulo: Editora Blucher; 2010. 646 p.

ISSN 2446-7618

4. Shackelford JF. Ciência dos materiais. Tradução de Daniel Vieira. 6th ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall; 2008. 556 p.
5. Souza SA de. Composição Química dos Aços. São Paulo: Edgard Blucher; 2001.
6. ASM (AMERICAN SOCIETY OF METALS). Corrosion: materials. Ohio: Materials Park; 2005. 654 p.
7. Nunes L de P. Fundamentos de resistência à corrosão. 1st ed. Rio de Janeiro: Interciência; 2007. 300 p.
8. Ferraresi D. Fundamentos da Usinagem dos Metais. São Paulo: Editora Edgard Blucher; 2003. 751 p.
9. Machado ÁR, Coelho RT, Abrão AM, Silva MB. Teoria da Usinagem dos Materiais. 3ª. São Paulo: Editora Blucher; 2015. 400 p.
10. Sandvik Coromant. Manual Técnico de Usinagem, Parte A: Torneamento Geral. In São Paulo: Sandvik Coromant; 2012. p. 156 p.
11. Panda MR, Biswal SK, Sharma YK. Experimental analysis on the effect of process parameters during CNC turning on Nylon-6/6 using tungsten carbide tool. Int J Eng Sci Res Technol. 2016;5(4):79–84.
12. Dixit US, Sarma DK, Davim JP. Environmentally Friendly Machining. New York: Springer; 2012.
13. 1323 AN. Determinação do tamanho de grão em materiais metálicos. In 1990.
14. Marques FM, Rocha AS, Costa RC, Bernardino FW, Hoffmann PR, Bonfante MM. Influência do processo de usinagem na integridade superficial e propriedades da liga de aço inox austenítico F138 e AISI 316L. 9° Congr Latino-Americano Órgãos Artif e Biomateriais (9° Colaob). 2016;24-27 ago(Foz do Iguaçu, Paraná).
15. Revel P, Jouini N, Thoquenne G, Lefebvre F. High precision hard turning of AISI 52100 bearing steel. Precis Eng. 2016;43:24–33.
16. Ribeiro Filho SLM, Lauro CH, Bueno AHS, Brandão LC. Influence cutting parameters on the surface quality and corrosion behavior of Ti-6Al-4V alloy in synthetic body environment (SBF) using Response Surface Method. Measurement. 2016;88:223–37.

ISSN 2446-7618

MÓDULO DIDÁTICO DE MEDIÇÃO DE DEFLEXÃO: VALIDAÇÃO DO PROJETO

da Rosa, W. C. [1]
de Souza, T. F. [2]

[1] *Engenheiro Mecânico, Waldo Cruz da Rosa, waldodarosa@gmail.com.*
[2] *Dr. Eng. Tomaz Fantin de Souza, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense, IFSUL, tomazsouza@sapucaia.ifsul.edu.br.*

Resumo
Neste trabalho foi realizado um ensaio de flexão de três pontos com o uso de um equipamento didático com o propósito de validar seu projeto. No ensaio, seis corpos de prova de aço ASTM A-36 foram submetidos à aplicação de três cargas de maneira progressiva, de 3000 N, 4000 N e 5000 N. A deflexão dos corpos de prova em cada uma das cargas foi medida com relógio comparador de 0,01 mm de resolução. Os resultados obtidos nas cargas de 4000 N e 5000 N apresentaram coeficiente de determinação, R^2, de 0,7714 e 0,6171, respectivamente, enquanto os resultados da carga de 3000 N forneceram o coeficiente de 0,005. Em virtude do sistema de aplicação de carga ser manual, entendeu-se que intervalos menores de força (1000 N nas maiores cargas) tendem a fornecer melhores resultados por possibilitarem um controle mais sensível ao operador do equipamento. Comparados aos valores teóricos determinados por cálculo, a partir método da superposição, e por simulação computacional pelo método dos elementos finitos, os resultados do ensaio para as cargas de 4000 N e 5000 N apresentaram variação inferior a 3%. Além disso, o módulo de elasticidade médio calculado a partir dos resultados do ensaio para as três cargas foi de 193,565 GPa, variando 3,22% em relação ao valor teórico de 200 GPa observado na literatura. Diante desses resultados, e observando o contexto da proposta, de se desenvolver uma ferramenta didática, concluiu-se que o projeto é válido e que o equipamento pode ser empregado para o fim especificado.

Palavras-chave: Deflexão; Ensaio de flexão; Simulação computacional.

DIDACTIC MODULE OF DEFLECTION MEASUREMENT: PROJECT VALIDATION

Abstract
In this work, a three-point flexion test was performed with the use of didactic equipment for the purpose of project validation. In the test, six ASTM A-36 steel specimens were subjected to the application of three loads in a progressive manner, of 3000 N, 4000 N and 5000 N. The deflection of the specimens in each of the loads was measured with a comparator watch 0.01 mm resolution. The results obtained on the 4000 N and 5000 N loads showed a coefficient of determination, R^2, of 0.7714 and 0.6171, respectively, while the results of the 3000 N load provided the coefficient of 0.005. Because the load application system is manual, it was understood that shorter intervals of force (1000 N in the highest loads) tend to provide better results because enable more sensitive control to the equipment operator. Compared to the theoretical values determined by calculation, using the superposition method, and by computer simulation using the finite element method, the test results for the 4000 N and 5000 N loads showed a variation of less than 3%. In addition, the average elastic modulus calculated from the test results for the three loads was 193.565 GPa,

ISSN 2446-7618

varying 3.22% in relation to the theoretical value of 200 GPa observed in the literature. Given these results, and observing the context of the proposal, to develop a didactic tool, it was concluded that the project is valid and that the equipment can be used for the specified purpose.

Key words: Deflection; Bending test; Computer simulation.

1 INTRODUÇÃO

A partir da construção de um equipamento didático destinado a promover e medir a deflexão em uma viga em virtude da aplicação de uma força conhecida, foi conduzido um ensaio de flexão não-destrutivo com o aparelho. Os resultados medidos de deflexão dos corpos de prova foram comparados com valores estimados por cálculo e por simulação computacional pelo método dos elementos finitos, a fim de validar o projeto.

As vigas são peças estruturais submetidas a forças e momentos com vetores perpendiculares ao eixo da barra. Quando as cargas agem no mesmo plano, e se todos os deslocamentos ocorrerem nele, as vigas são ditas estruturas planas e o referido plano é denominado plano de flexão.(1)

A curva de deflexão de uma viga pode ser calculada a partir da curvatura oriunda da flexão. Através do equacionamento da curva da deflexão, é possível calcular as deflexões, *v* (Figura 1), em pontos específicos da viga, que são de grande importância no projeto estrutural, devendo ser analisados se seus valores encontram-se dentro de limites toleráveis.(1)(2)

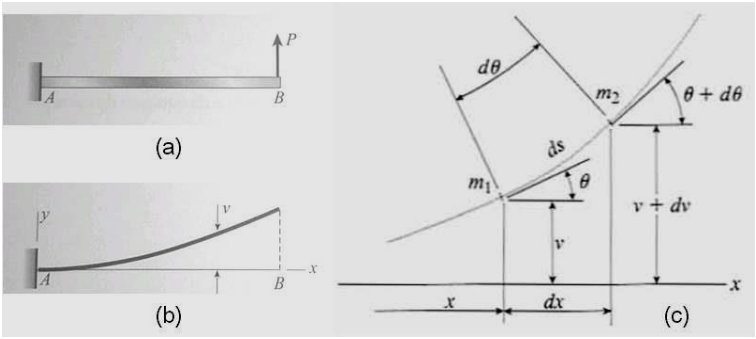


Figura 1. Curva de deflexão de uma viga engastada: (a) Aplicação da carga; (b) Curva de deflexão; (c) Relação da deflexão com a curvatura. Adaptado.(1)

O ensaio de flexão está inserido na categoria de ensaios estáticos, os quais ocorrem com aplicação de carga suficientemente lenta, induzindo a uma sucessão de estados de equilíbrio. Além disso os ensaios podem ser destrutivos, com inutilização total ou parcial do elemento ensaiado; ou não destrutivos, nos quais a integridade do elemento é preservada.(3)

Na engenharia, muitos fenômenos podem ser descritos em termos de equações diferenciais parciais. Entretanto, a solução analítica dessas equações para geometrias complexas torna-se quase impossível. O Método dos Elementos Finitos, MEF, é uma aproximação numérica destinada a resolver essas equações diferenciais parciais de modo aproximado e pode ser empregado, entre outras aplicações, para prever o comportamento estrutural, térmico, elétrico e químico de sistemas, tanto no projeto como na análise de desempenho.(4)

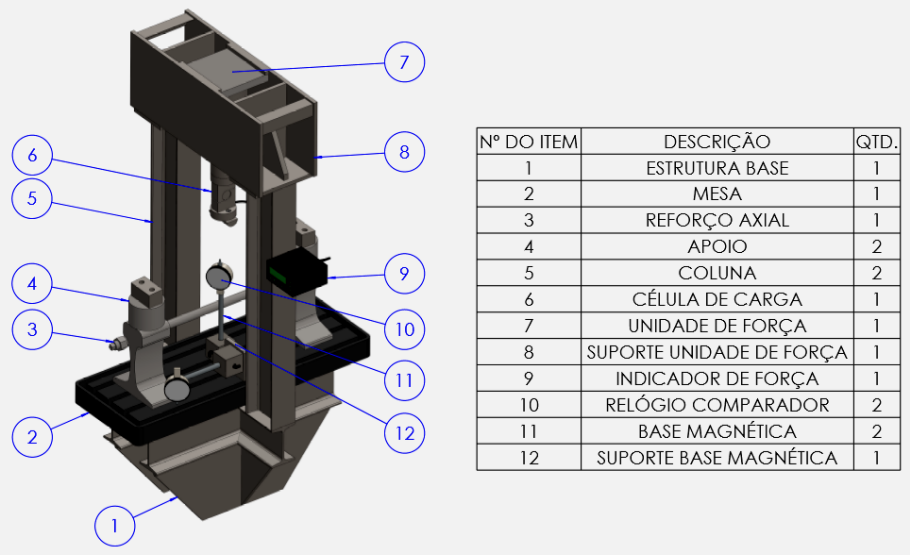
ISSN 2446-7618

A aplicação do método começa pela determinação de um sistema discreto, no qual uma estrutura, inicialmente um sistema contínuo, é dividida em partes separadas distintas, conectadas entre si nos pontos discretos (nós). Com a subdivisão do sistema em um número finito de elementos, a estrutura inteira é modelada por um agregado de estruturas simplificadas.(5)

Ferramentas de *projeto auxiliado por computador* (CAD) e *engenharia auxiliada por computador* (CAE) representam, hoje, um aparato fundamental para a viabilidade econômica dos projetos, já que é cada vez maior a complexidade e simultaneamente menor o tempo para sua elaboração.(3)(6)

1.1 Equipamento

O equipamento em estudo é constituído por uma estrutura, uma unidade de aplicação de força, um sistema de medição de força e um sistema de medição de deslocamento. A Figura 2 mostra o desenho de conjunto e lista de peças, enquanto o Quadro 1 detalha a composição dos sistemas.



Nº DO ITEM	DESCRIÇÃO	QTD.
1	ESTRUTURA BASE	1
2	MESA	1
3	REFORÇO AXIAL	1
4	APOIO	2
5	COLUNA	2
6	CÉLULA DE CARGA	1
7	UNIDADE DE FORÇA	1
8	SUPORTE UNIDADE DE FORÇA	1
9	INDICADOR DE FORÇA	1
10	RELÓGIO COMPARADOR	2
11	BASE MAGNÉTICA	2
12	SUPORTE BASE MAGNÉTICA	1

Figura 2 – Vista de conjunto do equipamento

Sistema	Componentes	Material ou Descrição
Estrutura	1, 8, 5	Chapas ASTM A-36 Viga tipo I 4”
Sist. de aplicação de força	7	Bomba hidráulica manual 10 TON
Sist. de medição de força	6, 9	Célula de carga tipo Z – cap. 1000 kgf Indicador digital de carga (220 V)
Sist. de medição de deslocamento	10, 11, 12	Resolução de 0,01 mm
Sist. de apoio	2, 3, 4	Aço ASTM A-36 / SAE 1045

Quadro 1. Dimensões do corpo de prova

O item número 3, reforço axial, é um componente destinado a restringir os movimentos dos apoios no sentido longitudinal do corpo de prova, e foi inserido no equipamento para adequá-lo ao requisito de projeto referente aos deslocamentos máximos admissíveis.

ISSN 2446-7618

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para alcançar os objetivos do trabalho completo, foi proposta uma metodologia dividida em cinco etapas, como mostrado na Figura 3. Neste artigo foram abordadas as etapas finais, 4 e 5.

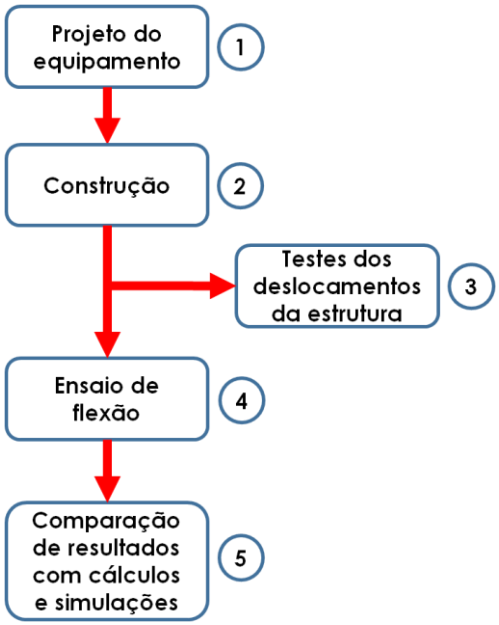


Figura 3. Diagrama de blocos da metodologia da pesquisa completa

2.1 Ensaio de flexão

2.1.2 Preparação do corpo de prova

Conforme sugerido pela norma ASTM E-855-90 (2000)[7], foram preparados seis corpos de prova, que foram cortados em uma serra circular com disco de aço e rebarbados por esmerilhadeira com disco abrasivo. As dimensões estão indicadas no Quadro 2 e na Figura 4.

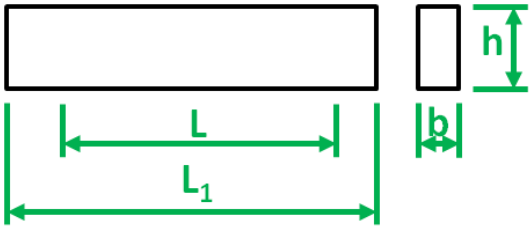


Figura 4. Ilustração do corpo de prova

Cota	Dimensão (mm)
L	400
L1	500
b	12,7
h	38,1

Quadro 2. Dimensões do corpo de prova

ISSN 2446-7618

Os corpos de prova, confeccionados a partir de uma barra de aço ASTM A-36, foram numerados de 1 a 6 e foram marcadas as posições de início e fim do comprimento L (locais dos apoios), bem como no centro (posicionamento do relógio) (Figura 5).

Figura 5. Corpos de prova

2.1.2 Procedimento

Os corpos de prova foram colocados, um por vez, sobre os apoios e os dois relógios comparadores foram posicionados (Figura 6). O primeiro relógio foi colocado com a ponta de contato na parte inferior do corpo de prova, ao centro, e com a base magnética no centro da mesa. O segundo relógio teve a base magnética presa em um suporte fixado no centro da mesa, sendo a ponta de contato posicionada sobre a mesa em um ponto alinhado à face interna do apoio, de modo a medir o deslocamento da mesa durante o ensaio.

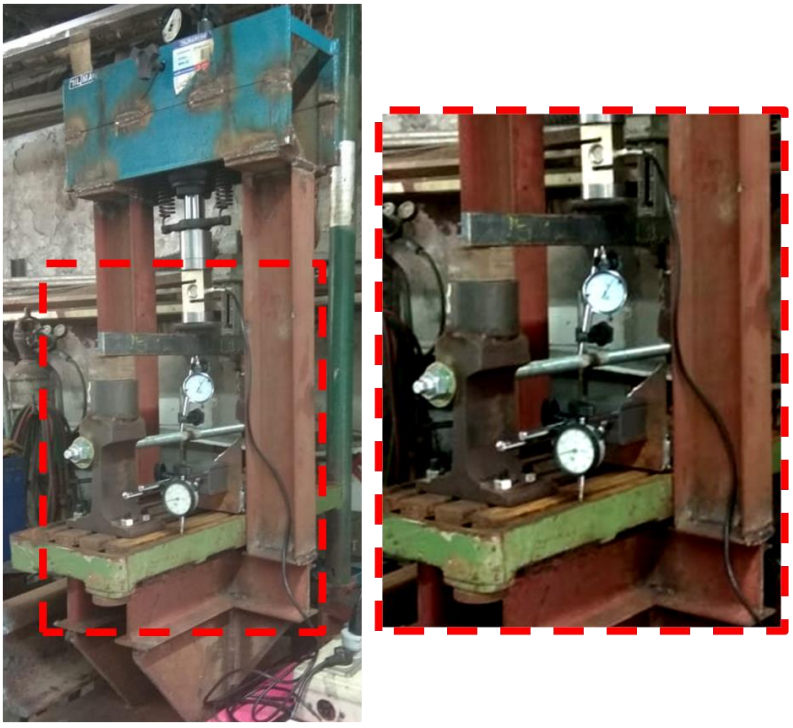


Figura 6. Posicionamento dos corpos de prova e dos relógios comparadores no ensaio

ISSN 2446-7618

Para cada ensaio, foi aplicada uma pré-carga de 20% da carga máxima do ensaio, como sugerido pela norma ASTM E-855-90 (2000)[7], e então os relógios e o indicador de força foram ajustados para posição zero (0 mm / 0 N). A seguir, foram aplicadas três cargas de maneira progressiva com os valores indicados no Quadro 3. A taxa de carregamento foi de aproximadamente 25 N/s.

Carga	Valor (N)
C_1	3000
C_2	4000
C_3	5000

Quadro 3. Cargas aplicadas no ensaio

Os resultados obtidos no ensaio foram comparados com valores teóricos das deflexões, estimados por cálculo, através do método da superposição, e por simulação computacional pelo método dos elementos finitos com o *software* SolidWorks®, através de uma análise estática.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Ensaio de flexão

O ensaio conduzido no módulo retornou os valores presentes no Quadro 4, no qual as colunas identificadas como “CP” exibem os valores medidos de deflexão dos corpos de prova, enquanto que as colunas “Apoio” mostram os deslocamentos dos apoios no sentido de aplicação da carga. Já a colunas denominadas “Final” exibem o resultado da subtração entre as deflexões e os deslocamentos. Todos os valores em milímetros.

Na Figura 7, é apresentado um gráfico com a dispersão e os coeficientes de determinação, R^2, dos resultados.

	Carga 1: 3000 N			Carga 2: 4000 N			Carga 3: 5000 N		
Amostra	CP	Apoio	Final	CP	Apoio	Final	CP	Apoio	Final
1	0,36	0,01	0,35	0,48	0,01	0,47	0,60	0,01	0,59
2	0,37	0,00	0,37	0,49	0,01	0,48	0,60	0,01	0,59
3	0,36	0,00	0,36	0,48	0,01	0,47	0,60	0,01	0,59
4	0,36	0,00	0,36	0,47	0,01	0,46	0,59	0,01	0,58
5	0,35	0,00	0,35	0,47	0,01	0,46	0,59	0,01	0,58
6	0,36	0,00	0,36	0,47	0,01	0,46	0,59	0,01	0,58
		Média	0,358		Média	0,467		Média	0,585

Quadro 4. Resultados do ensaio de flexão (mm)

ISSN 2446-7618

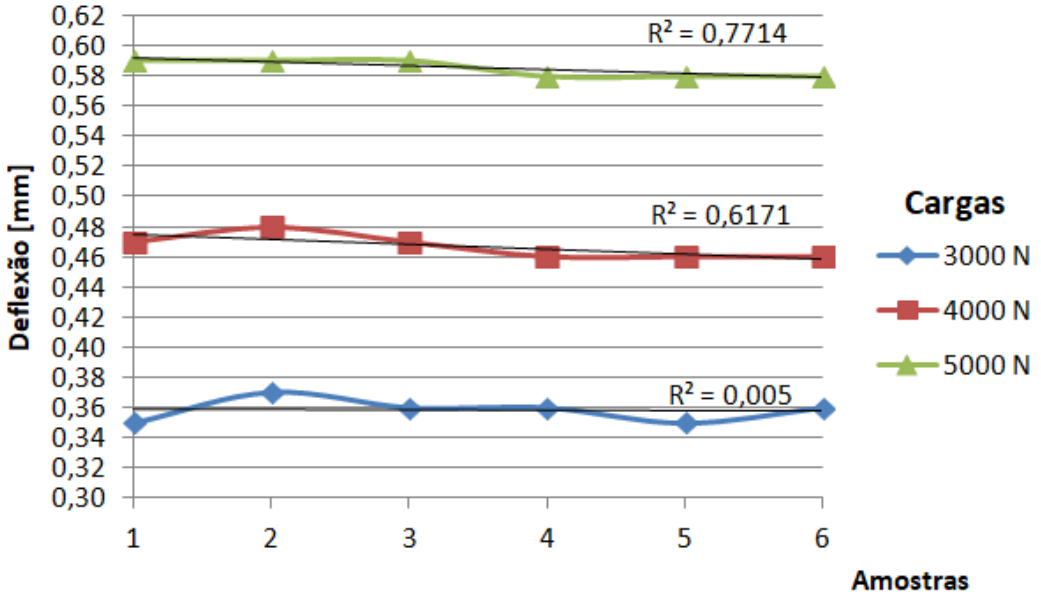


Figura 7. Gráfico de dispersão dos resultados do ensaio de flexão

Como observado no gráfico, os resultados obtidos com as cargas de 4000 N e 5000 N oferecem maior confiabilidade, pois apresentam coeficiente de determinação mais próximos da unidade, enquanto que para a carga de 3000 N o coeficiente se aproxima de zero.

Tendo em vista que a operação de aplicação de carga é manual, entende-se que os desvios observados na carga de 3000 N podem estar diretamente ligados a esta condição, uma vez que o intervalo de força é maior que nas outras duas faixas.

3.2 Estimativa de valores teóricos de deflexão

A deflexão do corpo de prova pode ser calculada a partir do método da superposição para o caso de uma viga biapoiada com um pino e um rolete que pode ser modelada pela Equação (1)[2].

$$v = \frac{P * L^3}{48 * E * I} \quad (1)$$

Onde:

v = Deflexão [mm]
P = Força aplicada [N]
L = Distância entre apoios [mm]
E = Módulo de elasticidade [GPa]
I = Momento de inércia da seção [mm^4]

Para as dimensões já determinadas dos corpos de prova, e considerando o valor de 200 GPa para o módulo de elasticidade do aço ASTM A-36 conforme a literatura[2], chega-se às deflexões estimadas para cada carga como indicado no Quadro 5.

ISSN 2446-7618

Carga	Deflexão estimada (mm)
3000 N	0,342
4000 N	0,456
5000 N	0,569

Quadro 5. Valores calculados de deflexão pelo método da superposição

Através de simulação computacional pelo método dos elementos finitos, efetuada com o *software* SolidWorks®, obteve-se os resultados ilustrados na Figura 8. Observa-se que os valores simulados vão ao encontro dos resultados calculados através da equação teórica, o que valida o modelo.

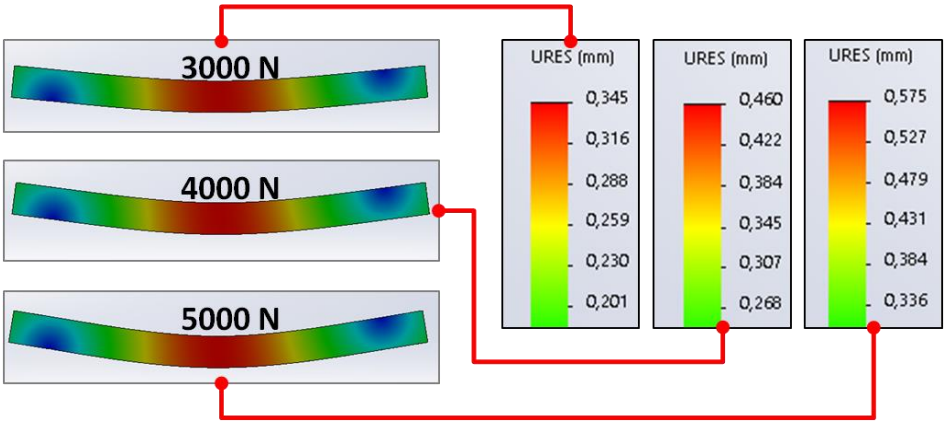


Figura 8. Estimativa de valores de deflexão por simulação computacional

3.3 Comparação dos resultados do ensaio com os valores teóricos

De acordo com o gráfico da Figura 9, é possível observar que os dados obtidos no ensaio foram ligeiramente maiores em relação aos resultados teóricos dos cálculos e das simulações. No Quadro 6 são apresentados os percentuais destas variações.

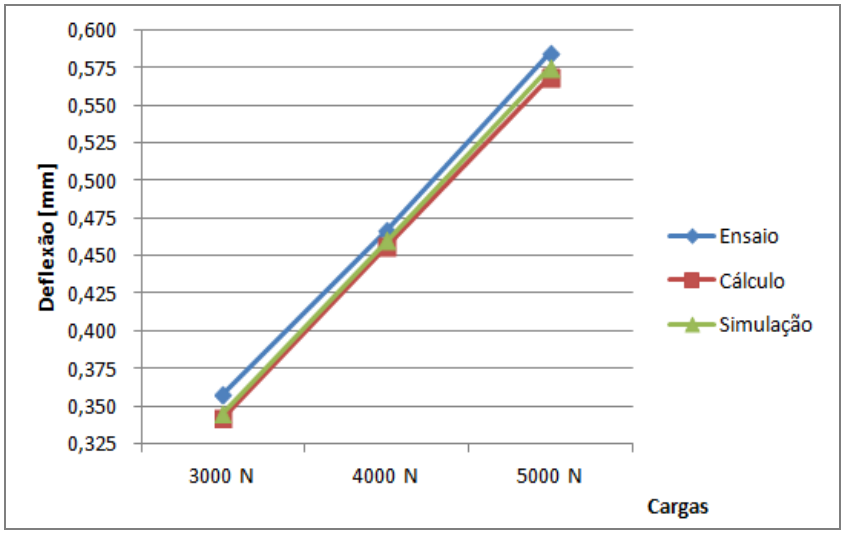


Figura 9. Gráfico comparativo entre os resultados teóricos e do ensaio

ISSN 2446-7618

	3000 N	4000 N	5000 N
Ensaio	0,358 mm	0,467 mm	0,585 mm
Cálculo	4,68%	2,41%	2,81%
Simulação computacional	3,77%	1,52%	1,74%

Quadro 6. Variação dos resultados do ensaio em relação aos valores teóricos

Como pode ser visto, os resultados para as cargas de 4000 N e 5000 N apresentaram menor variação em relação à simulação computacional e ao cálculo em comparação à carga de 3000 N.

A partir dos resultados do ensaio, e rearranjando a Equação (1), é possível calcular o módulo de elasticidade do material dos corpos de prova. Empregando as dimensões conhecidas dos corpos de prova e os valores médios de deflexão presentes no Quadro 3, chegou-se ao módulo de elasticidade médio de 193,565 GPa.

Este valor varia 3,22% em relação ao módulo elástico teórico do aço ASTM A-36, presente na literatura. O limite de escoamento informado no certificado de qualidade do material dos corpos de prova, por exemplo, varia cerca de 27% em relação ao valor teórico de 250 MPa presente na literatura, o que torna o resultado obtido no ensaio plenamente aceitável. Entende-se como validado o projeto.

4 CONCLUSÃO

A partir do ensaio de flexão conduzido no módulo, constatou-se que os resultados obtidos nas cargas de 4000 N e 5000 N foram mais confiáveis por apresentarem coeficiente de determinação, R^2, de 0,7714 e 0,6171, respectivamente, enquanto que os resultados da carga de 3000 N forneceram o coeficiente de 0,005. Haja vista que o sistema de aplicação de carga é manual, entende-se que intervalos menores de força tendem a fornecer melhores resultados por possibilitarem um controle mais sensível ao operador do equipamento. Uma vez que a aplicação da carga é progressiva, o elevado intervalo da primeira carga (0-3000 N) pode fazer com que haja flutuações maiores em relação à taxa de aplicação, sendo possível até mesmo a ocorrência de efeitos dinâmicos por eventuais saltos de força.

Comparados aos valores teóricos determinados pelo cálculo, a partir método da superposição, os resultados do ensaio para as cargas de 4000 N e 5000 N apresentaram variação inferior a 3%. Na comparação com a simulação computacional, a variação foi inferior a 2% para as duas cargas.

Calculando o módulo de elasticidade, a partir dos resultados do ensaio para as três cargas, se obteve o valor médio de 193,565 GPa. Nesse caso, a variação é de 3,22% em ralação ao valor teórico de 200 GPa encontrado na literatura. No certificado de qualidade do material dos corpos de prova, a tensão de escoamento informada, por exemplo, varia cerca de 27% em relação ao valor teórico disponível na literatura.

Diante desses resultados, e observando o contexto da proposta, de se desenvolver uma ferramenta didática, conclui-se que o projeto é válido e que o equipamento pode ser empregado para o fim especificado.

ISSN 2446-7618

REFERÊNCIAS

1 GERE, J. M.; GOODNO, B. J. Mecânica dos Materiais. Tradução de Luis Fernando de Castro Paiva. 7ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

2 HIBBELER, R. C. Resistência dos Materiais. Tradução de Arlete Similille. 7ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

3 GARCIA, A.; SPIM, J. A.; SANTOS, C. A. Ensaios dos Materiais. 2ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

4 FISH, J.; BELYTSCHKO, T. Um Primeiro Curso em Elementos Finitos. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

5 ALVES FILHO, A. Elementos Finitos: A Base da Tecnologia CAE. São Paulo: Érica, 2000.

6 SHIGLEY, J. E.; MISCHKE, C. R.; BUDYNAS, R. G. Projeto de Engenharia Mecânica. Tradução de João Batista de Aguiar, José Manoel de Aguiar. 7ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

7 ASTM International. ASTM E855 – 90(2000): Standard Test Methods for Bend Testing of Metallic Flat Materials for Spring Applications Involving Static Loading. West Conshohocken, 2000.

ISSN 2446-7618

ANÁLISE DA FORMAÇÃO DE DROSSES EM PEÇA DE FERRO FUNDIDO NODULAR QUE APRESENTOU FRATURA PREMATURA

Rodrigues, F.[1]
Amaral. R. F.[2]
Karlinski, V. B.[3]

[1] *Mestrando do PPGE3M-UFRGS, Fabricio Rodrigues, (AGCO)* fabricio.rodrigues@agcocorp.com
[2] *MSc. Eng. Metalúrgico, Régis Fabiano Amaral, (LAFUN-PPGE3M-UFRGS)* regis.amaral@urfgs.br
[3] *Prof. Dr. Vinicius Karlinski de Barcellos, (LAFUN-PPGE3M-UFRGS)* vinicius.karlinski@ufrgs.br

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo a análise e estudo dos fatores de influência para a formação de filmes de óxidos (*drosses*) em peças de ferro fundido nodular fabricado via processo de microfusão, defeito gerador de falha catastrófica do item em serviço. Desta forma, a partir da análise e estudo das causas do modo de falha foram realizadas ações de melhoria no processo de fundição, através da análise de itens fraturados em campo e via processo de simulação computacional. A partir disto, foi possível estabelecer melhorias no projeto de alimentação da peça no molde, com consequente redução da turbulência no fluxo do metal no processo de vazamento, com foco no controle do processo para evitar re-oxidação, responsável pela formação dos *drosses*. Finalmente, o trabalho apresenta um sistema de canais e de alimentação que consegue estabelecer um preenchimento de baixa turbulência elevando a eficiência da alimentação, consequentemente mitigando a ocorrência dos *drosses*.

Palavras-chave: Drosses, ferro fundido nodular, simulação numérica, sistema de canais.

ISSN 2446-7618

DROSSES FORMATION ANALYSIS IN DUCTILE CAST IRON PART WITH PREMATURE FRACTURE

Abstract

This paper aims to analyze and study the influencing factors for the drosses formation in a nodular cast iron item manufactured by investment casting process, the defect is the failure mode responsible to provide the catastrophic effect of the item in service. In this way, analysis and studies of the causes of the failure mode was proceed and improvement actions in the casting process were considered and validated through the analysis of the broken part in the field and by the computer simulation process. Based on this, was possible to establish improvements in the feeding project of part, with a consequent reduction in the turbulence in the metal flow in the casting process, with focus on the re-oxidation process control that is responsible for the oxide films formation (Drosses). Finally, the paper present us a system of channels and feeding that manages to establish a low turbulence filling, increasing the feeding efficiency, consequently mitigating the occurrence of oxide films formation (Drosses).

Key words: Drosses, Ductile Cast Iron, numerical simulation, feeding system.

1 INTRODUÇÃO

O mercado cada vez mais competitivo com equipamentos de alta capacidade e produtividade, demanda por itens com alto padrão de qualidade e alta estabilidade do processo de fundição, desta forma tornando defeitos de fundição e suas respectivas falhas extremamente relevantes, ao mesmo tempo que o mercado consumidor de itens fundidos exige que as empresas de fundição trabalhem com custos de produção cada vez mais reduzidos, demandando por preços mais baixos em vista da alta competitividade, o que tem obrigado as fundições a melhorarem seus processos internos para aumentar a produtividade e reduzir os índices de refugo.

Neste contexto o defeito de drosses que é causado pelo processo de re-oxidação ou inclusão de óxidos com a formação de filmes de óxidos, e é responsável por ocorrências de falhas catastróficas de peças em serviço, provocando a fratura do item e consequentemente deixando a máquina indisponível para utilização, trazendo grande prejuízo e aborrecimento ao cliente, bem como prejuízo para a empresa com relação a sua imagem.

Este defeito geralmente é formado pelo contato do metal líquido com o ar durante o vazamento dos moldes de forma turbulenta, durante a passagem do metal líquido através dos sistemas de canais e durante o preenchimento da cavidade da peça, assim resultando na oxidação de elementos da liga fundida e posterior inclusões na peça [(2)]. O defeito de *drosses* em peças de ferro fundido nodular é definido pela presença de inclusões de óxido e sulfetos complexos que contém magnésio. No tratamento de nodularização de ferros fundidos efetua-se a adição de elementos que promovem o crescimento esferoidal da grafita durante a solidificação,

ISSN 2446-7618

sendo o magnésio o mais utilizado industrialmente. A perda de magnésio da superfície da peça para o oxigênio da atmosfera traz como consequência a formação de uma camada superficial pobre em magnésio [(1), (2), (3)].

Fuoco [(2)], escreve o seguinte: "[…] De uma forma geral, as ligas metálicas utilizadas em fundição são oxidáveis, ou seja, em contato com o ar produzem óxidos de elevado ponto de fusão (partículas sólidas) que podem ficar retidas nas peças fundidas […]". Uma das causas potenciais mais comuns é relacionada a falha no projeto dos canais ou sistema de alimentação com consequente turbulência na alimentação da peça, desta forma causando o processo de re-oxidação com a consequente formação de filmes de óxidos, mais comumente chamado de Drosses [(2), (3)].

Ainda de acordo com Fuoco [(2)], todos os tipos de inclusões de re-oxidação decorrem de vazamentos turbulentos, ou seja, da utilização de processos de vazamento e de sistemas de canais que promovam o intenso contato do metal líquido com o ar. De acordo com o mesmo, as principais recomendações para minimizar estes tipos de problemas são:

- Diminuir as alturas de vazamento entre panela e molde;
- Utilizar canal de descida cônico;
- Vazar de modo a manter o canal de descida cheio;
- Evitar pontos de aspiração de ar dentro do sistema de canais;
- Evitar sistemas de canais pressurizados;
- Preencher as cavidades das peças por baixo (sem quedas/cascatas);
- Promover o uso de filtros cerâmicos.

Desta forma, foram analisadas peças de aplicação em equipamento agrícola brutas de fusão em ferro fundido nodular, que apresentavam o defeito de *drosses* com o objetivo de buscar a causa e origem do defeito. A rastreabilidade foi realizada em peças da linha de produção, produzidas a cada corrida do processo, peças em estoque e em peças quebradas retornadas de campo. Foram realizadas análises de microestrutura, composição química e de propriedades mecânicas em peças, além de análises de simulação computacional de forma a entender as causas potenciais para a formação do defeito de *drosses*, gerador de falha catastrófico do item em serviço.

.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O item objeto do presente trabalho é fabricado conforme especificações do cliente na classe de material D360 conforme norma GMS0010002[(9)] ferro fundido nodular bruto de fusão, a partir disto foram realizadas análises para cada corrida avaliando os aspectos metalúrgicos e de propriedades mecânicas.

Abaixo seguem especificações referentes ao ferro fundido nodular D360 conforme norma GMS0010002, considerando os requisitos relacionados a propriedades mecânicas descrevendo os valores mínimos para resistência a tração, tensão de escoamento e alongamento de acordo com a espessura de parede da região de ensaio, para composição química com a definição de restrição máxima de conteúdo por percentual de peso para os elementos Mn, P e S e de microestrutura definindo os requisitos relacionados a matriz, diâmetro máximo da grafita, percentual mínimo de nodularização e percentual máximo de carboneto aceitável por volume, conforme tabelas 1, 2 e 3 respectivamente[(9)].

ISSN 2446-7618

Tabela 1. Requisitos de Propriedades Mecânicas de acordo com a norma GMS0010002[9].

Grade	Casting Surface Hardness, HBW	Description	Wall Thickness, mm (in)	Tensile Strength, MPa (KSI)	Yield Strength, MPa, (KSI)	Elongation, Percent
D250 DX250	130-180	Ferritic	≤20 (≤0.8)	390 (57)	250 (36)	15
			>20 - ≤40 (>0.8 - ≤1.6)	365(53)	235(34)	
			>40 – ≤60 (>1.6 - ≤2.4)	350(51)	225(33)	
D300 DX300	156-217	Ferritic-Pearlitic	≤20 (≤0.8)	450 (65)	300 (44)	10
			>20 - ≤40 (>0.8 - ≤1.6)	435(63)	290(42)	
			>40 – ≤60 (>1.6 - ≤2.4)	420(61)	280(41)	
D360 DX360	187-255	Ferritic-Pearlitic	≤20 (≤0.8)	550 (80)	360 (52)	5
			>20 - ≤40 (>0.8 - ≤1.6)	525(76)	345(50)	
			>40 – ≤60 (>1.6 - ≤2.4)	500(73)	330(48)	

Tabela 2. Requisitos de Composição Química (Elementos com restrição máxima por percentual de peso), de acordo com a norma GMS0010002[9].

Element	Grade D250 / DX250	Grade D300 / DX300	Grade D360 / DX360	Grade D420 / DX420	Grade D480 / DX480
Manganese	0.75 Maximum				
Phosphorus	0.05 Maximum				
Sulfur	0.035 Maximum				

Tabela 3. Requisitos de Microestrutura, de acordo com a norma GMS0010002[9].

Characteristic	Grade D250 / DX250	Grade D300 / DX300	Grade D360 / DX360	Grade D420 / DX420	Grade D480 / DX480
Matrix	Ferritic, ≤ 25 % Pearlite	Ferritic-Pearlitic, ≤ 40 % Pearlite	Ferritic-Pearlitic, 30-70% Pearlite	70% Minimum Pearlite	Pearlitic or Martensitic
Graphite Size, Diameter Maximum	0.09 mm (0.0036 in)			0.06 mm (0.0024 in)	0.09 mm (0.0036 in)
Nodularity	85% minimum round shapes and shapes with length to width ratios less than 1.5				
Carbides	Less than 2% by Volume				

A partir das especificações e requisitos devidamente descriminados, escolheu-se a última peça de cada corrida para a análise metalúrgica, de propriedades mecânicas e aprovação do processo do ferro fundido nodular. As amostras foram submetidas à análise química via espectrômetro de emissão óptica, equipamento SpectroMaxx, com a realização de três queimas em cada ordem para gerar a média de composição química dos materiais, para os ensaios de propriedades mecânicas realizados para a liberação do material foi utilizada máquina universal EMIC e as metalografias foram realizadas com ataque químico com reagente Nital 3% e analisadas em microscópio óptico com aumento de 100x.

A figura 1a mostra o local onde a peça de espessura de 6mm foi cortada para retirar os corpos de prova para análise metalografica, a figura 1b mostra os locais de onde foram analisadas as amostras. A figura 1c mostra a região da peça de onde foram retirados os dois corpos de prova para ensaio de tração e a figura 1d mostra

ISSN 2446-7618

os corpos de prova de tração conforme DIN EN 1563, nas dimensões de 10mm de diâmetro da estricção e 60mm de comprimento útil.

Figura 1: (a) Peça cortada para Metalografia, (b) Regiões para Metalografia, (c) Região de retirada do corpo de prova de tração na peça e (d) Corpos de Prova de Tração conforme DIN EN 1563.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Peça quebrada em campo com microestrutura com presença de drosses

Na figura 2 é possível evidenciar a peça fraturada durante operação em serviço. Os resultados das análises de propriedades mecânicas estão apresentados na Tabela 4. Os resultados da análise de composição química estão na Tabela 5, e as análises metalográficas podem ser observadas nas figuras 3 e 4.

Figura 2 – Peça fraturada durante operação.

Tabela 4 – Propriedades mecânicas da peça fraturada.

ISSN 2446-7618

Especificado / Specified	Verificado / Found	
Material:		
Ferro fundido Nodular GR D360 Conforme GMS 0010002	Ferro fundido Nodular GR D360	
Dureza:		
187 a 255 HB	192 - 197 HB	
Propriedades Mecânicas:	CP 1	CP 2
Resistência Tração 550Mpa	654	532
Resistencia Escoamento 360Mpa	447	424
Alongamento 5%	10	6

Tabela 5 – Análise de composição química do item fraturado.

	C	Si	Mn	P	S	Cr
	%	%	%	%	%	%
ext Max int Max						
	3,48	2,75	0,550	0,0380	0,0160	0,0100
int Min ext Min						
	Ni	**Mo**	**Al**	**Cu**	**Co**	**Ti**
	%	%	%	%	%	%
ext Max int Max						
	0,00720	0,00480	0,00910	0,680	0,00290	0,0110
int Min ext Min						
	Nb	**V**	**W**	**Pb**	**Mg**	**B**
	%	%	%	%	%	%
ext Max int Max						
	<0,00100	0,00420	<0,00700	0,00650	0,0470	0,00170
int Min ext Min						
	Sb	**Sn**	**Zn**	**As**	**Bi**	**Ce**
	%	%	%	%	%	%
ext Max int Max						
	<0,00100	0,00300	<0,00100	0,0140	0,00980	0,0130
int Min ext Min						
	Zr	**La**	**Se**	**N**	**Fe**	
	%	%	%	%	%	
ext Max int Max						
	0,0300	0,00500	0,0390	<0,00200	92,3	

Figura 3 – Micrografia na região da superfície próximo da fratura, aumento 100x sem ataque químico

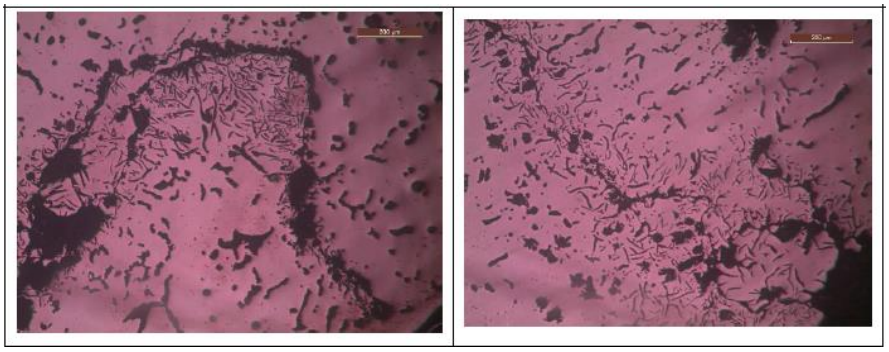
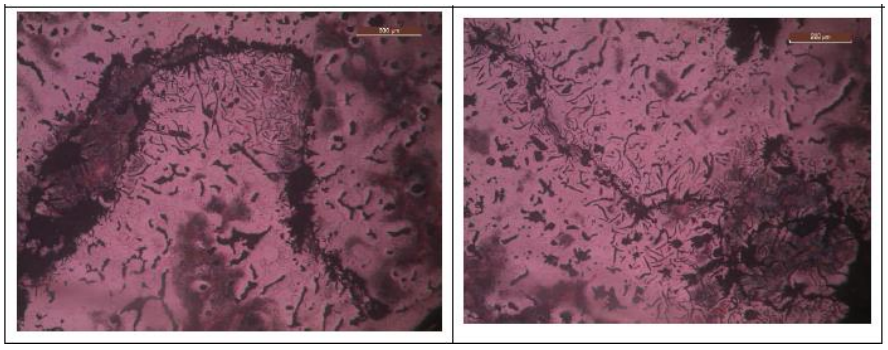


Figura 4 – Micrografia na região da superfície próximo da fratura, aumento 100x ataque NITAL 3%



ISSN 2446-7618

A partir das imagens metalográficas foi possível identificar a formação de filme de óxido na microestrutura do item, configurando assim o modo de falha causado pelos *drosses*, onde foi possível identificar e determinar que esse foi o mecanismo responsável pela nucleação da falha e consequentemente o causador da fratura do item, uma vez que o item apresentou resultados de análise de propriedades mecânicas e composição química dentro das especificações de projeto, conforme pode ser observado e evidenciado nos resultados mostrados nas tabelas 4 e 5.

3.2 Análise de simulação computacional com projeto original de alimentação

A partir da análise de simulação computacional evidenciada na figura 5 representando o projeto de alimentação original do item com vazamento da peça no sentido horizontal, é possível identificar um processo de alimentação com fluxo de metal turbulento, desta forma contribuindo de forma significativa para o processo de re-oxidação e para a consequente formação de filmes de óxidos (drosses).

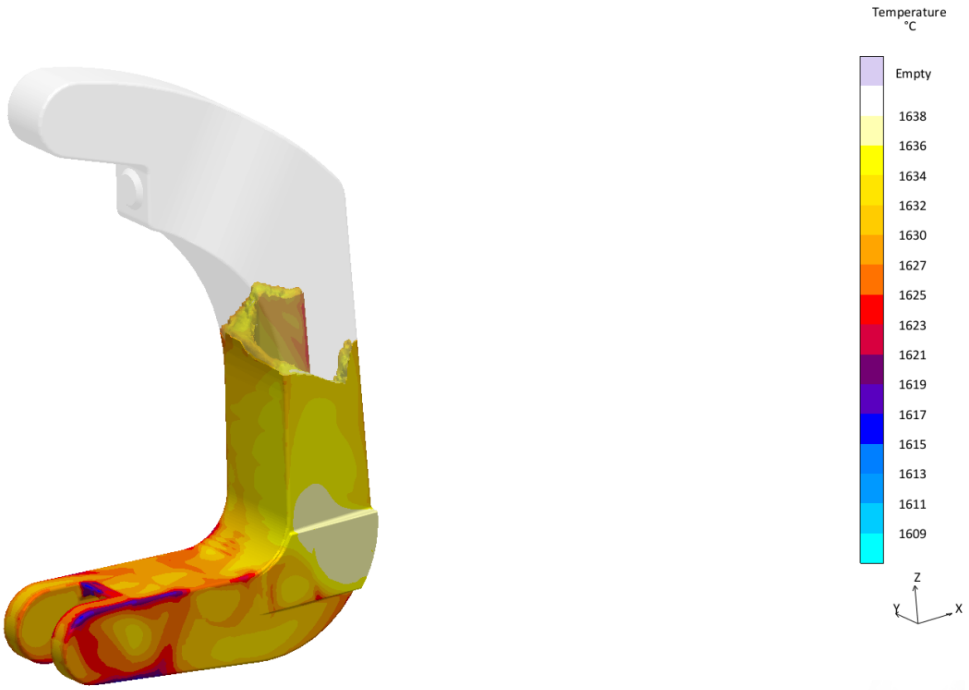
Figura 5 – Simulação com o projeto original de alimentação da peça.

3.3 Análise de simulação computacional com novo projeto de alimentação

A partir da análise dos resultados de simulação apresentados com o vazamento da peça no sentido horizontal, foi avaliado e validado um novo sistema de alimentação com vazamento da peça por baixo e no sentido vertical, desta forma foi redimensionando e alterado o canal de descida com consequente redução na velocidade do jato de metal, bem como com a alimentação da peça por baixo reduzindo de forma significativa a turbulência no processo de alimentação da peça, conforme pode ser observado na figura 6

Figura 6 – Simulação com o projeto de novo sistema de alimentação

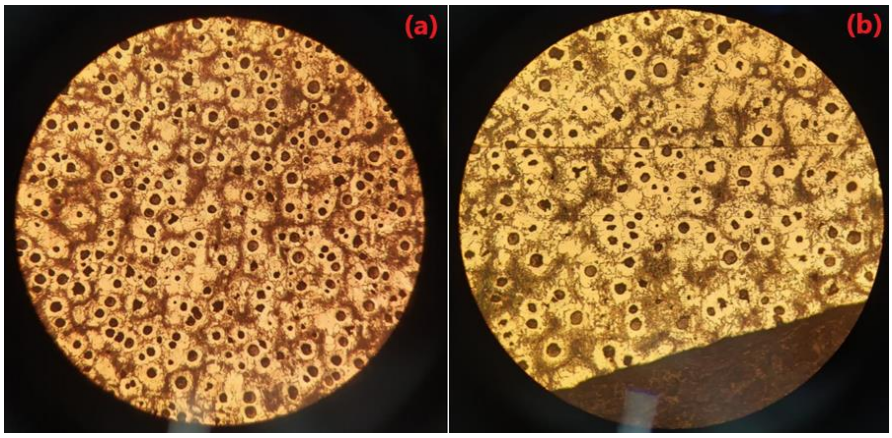
ISSN 2446-7618



3.4 Resultados de Metalografia com sistema de alimentação de menor turbulência

Na figura 7(a) e 7(b) é possível identificar a microestrutura do item após implementação do novo sistema de alimentação e vazamento na vertical com menor turbulência, para a qual foi coletado corpo de prova da última peça vazada de forma a ser validada a melhoria a partir da pior condição relacionando tempo x degeneração da microestrutura.

Figura 7: (a) Microestrutura com ataque Nital 3% e aumento 100x do item obtida em região central da seção (b) Microestrutura com ataque Nital 3% e aumento 100x demonstrando região próxima à superfície.



Desta forma foi possível evidenciar melhora significativa na microestrutura do item, sem evidência de presença de filme de óxidos na microestrutura e principalmente na região próxima à superfície, a qual era formada em virtude da turbulência gerada durante o processo de vazamento e alimentação da peça.

ISSN 2446-7618

Em virtude dos resultados obtidos nas análises de simulação do projeto de alimentação original do item, onde foi possível identificar através de simulação computacional um sistema de alimentação que proporcionava considerável turbulência no vazamento do metal, foram desconsiderados do presente estudo causas potenciais relacionadas a composição química, a qual foi devidamente validada conforme análises evidenciadas no item 3.1, no entanto seguem sendo monitoradas através de avaliação sistemática da última peça vazada de cada corrida.

Nos trabalhos desenvolvidos por Fuoco [3], o mesmo afirma que se uma peça for fundida com um sistema de canais eficiente, o fluxo de metal será entregue na cavidade do molde a baixas velocidades e se não houver novas quedas do metal dentro da cavidade, o preenchimento ocorrerá sem turbulência. Entretanto, se o sistema de canais entregar o metal com velocidades acima da velocidade limite (V>0,5 m/s) ou se houver queda do metal entre o canal de ataque e o fundo da cavidade, o preenchimento decorrerá turbulento. As principais consequências desta turbulência são: as inclusões de re-oxidação e as bolhas de ar preso.

Desta forma, o presente trabalho estabeleceu melhorias e ajustes no sistema de canais e vazamento da peça a partir dos resultados apresentados via simulação computacional, alterando o sentido de vazamento da peça com consequente redução da altura de vazamento entre panela e molde, alterando o canal de descida com o seu redimensionamento com consequente redução na velocidade do fluxo do metal e passando o preenchimento da cavidade da peça por baixo, desta forma reduzindo drasticamente a turbulência do fluxo de metal durante o vazamento e consequentemente mitigando a formação do processo de re-oxidação e assim evitando a formação de drosses (filmes de óxidos).

4 CONCLUSÃO

Neste trabalho os fatores de influência para a formação de drosses em item de ferro fundido nodular fabricado via processo de microfusão foram investigados.

A partir da análise do item fraturado retornado de campo, foi possível realizar análise de propriedades mecânicas, análise de composição química e análise metalográfica, onde foi possível identificar a formação de filme de óxido na microestrutura do item, configurando assim o modo de falha Drosses, onde foi possível identificar e determinar o mecanismo responsável pela nucleação da falha e consequentemente o causador da quebra do item. A partir desta constatação, foi realizada análise de simulação computacional do sistema de alimentação original e identificou-se um processo de alimentação com fluxo de metal turbulento, então ajustes no sistema de canais e vazamento da peça foram realizados com a devida validação via simulação computacional, desta forma trazendo estabilidade ao processo de alimentação e vazamento da peça através de um fluxo de alimentação com menor velocidade do fluxo do metal, consequentemente mitigando a ocorrência da formação de re-oxidação e formação de filmes de óxidos(drosses).

Agradecimentos

Este trabalho contou com o apoio da instituição UFRGS, da CAPES, e dos Metalurgistas Gilson Pedroso de Souza e Matheus Coser Westphal.

ISSN 2446-7618

REFERÊNCIAS

1 SOUZA SANTOS, A. B. de., DROSSES EM FERRO FUNDIDO NODULAR – XLIII Congresso Anual da ABM – Rio de Janeiro, RJ – 25 a 28 de julho de 1993.

2 Fuoco, R., Efeito do sistema de canais na geração de defeitos de fundição, 17º Congresso de Fundição – CONAF 2017 organizado pela ABIFA em São Paulo, 26 a 29 de setembro de 2017.

3 Fuoco, R., Inclusões de re-oxidação e bolhas de ar preso formadas durante o preenchimento turbulento de peças fundidas – CONAF 2019 organizado pela ABIFA em São Paulo, 17 a 20 de setembro de 2019.

4 Fuoco, R. – Efeito do projeto de sistemas de canais na formação de turbulência em peças fundidas, apresentado no CONAF 2011 organizado pela ABIFA em São Paulo, de 04 a 07 de outubro de 2011.

5 Campbell, J. - Castings - Butterworth Heinemann, 1991, p. 288.

6 Campbell, J. - Castings Practice – The 10 rules of castings, Elsevier Butterworth Heinemann, 2004, p. 205

7 Campbell, J., Complete Casting Handbook, Metal Casting Processes, Metallurgy, Technics and Design, Elsevier Limited, First Edition 2011.

8 Martin Gagné, Marie-Pierre Paquin and Pierre-Marie Cabanne Rio Tinto Iron and Titanium, Dross in Ductile Iron: Source, Formation and Explanation, January 2008.

9 Global Ductile Cast Iron Standard, GMS0010002, June 2006.

ISSN 2446-7618

MAPEAMENTO DO NÍVEL DE MATURIDADE PARA INDÚSTRIA 4.0 EM EMPRESA DE PARAFUSOS

Helfer. D. G..[1]
Alff. L. A. [2]
Kipper. L. M..[3]

[1] *Autor, Dantom Guilherme Helfer, UNISC, dantomh@gmail.com..*
[2] *Autor, Luciano André Alff, UNISC, lucianoalff@mx2.unisc.br.*
[3] *Orientadora, Liane Mählmann kipper, UNISC, liane@unisc.br.*

(Todas as informações contidas neste artigo são de responsabilidade dos autores)

Resumo
O surgimento de práticas para maximizar os processos vem mudando constantemente com as chamadas revoluções industrias. A Indústria 4.0 nasce na Alemanha com intuito de alavancar a manufatura voltada para customização em grande escala. A lucratividade é um dos pontos que mais ganham destaque através da evolução dos processos bem como a gigante quantidade de informações geradas. Estudos alertam que as empresas brasileiras estão atrasadas, migrando os processos da segunda para a terceira revolução industrial, por consequência haverá perda de competitividade em determinados mercados por não estarem preparadas para a nova exigência dos clientes. Este trabalho foi realizado em uma empresa de parafusos, com o objetivo de medir o nível de maturidade para a Indústria 4.0 que ela apresenta. Para a realização de tal proposta, foi aplicada uma pesquisa, de forma remota, para medir maturidade para a Indústria 4.0 na visão de seis gestores da empresa. O método de análise ocorreu por meio da avaliação de três áreas: Gestão, Pessoas e Tecnologia. Dos resultados encontrados observou-se que as áreas de Gestão e de Pessoas apresentam nível de maturidade superior a área de Tecnologia. O nível médio de maturidade encontrado, em uma escala de 0 a 5, foi 3 mas com projeções de elevar para o nível 4 em um futuro próximo. Essa avaliação traz o entendimento que a empresa está em busca das vantagens do novo cenário tecnológico bem como de Gestão e de Pessoas alinhadas com tal propósito.

Palavras-chave: Pesquisa de Maturidade; Indústria 4.0; Empresa de Parafusos; Competitividade.

MAPPING THE MATURITY LEVEL FOR INDUSTRY 4.0 IN A SCREW COMPANY

Abstract
The emergence of practices to maximize processes has been constantly changing with the so-called industrial revolutions. Industry 4.0 was born in Germany in order to leverage manufacturing geared towards large-scale customization. Profitability is one of the points that stand out the most through the evolution of processes as well as the huge amount of information generated. Studies warn that Brazilian companies are lagging behind, migrating processes from the second to the third industrial revolution, as a result of which there will be a loss of competitiveness in certain markets because they are not prepared for the new demands of customers. This work was carried out in a screw company, with the objective of measuring the level of

ISSN 2446-7618

maturity for Industry 4.0 that it presents. To carry out this proposal, a survey was applied, remotely, to measure maturity for Industry 4.0 in the view of six managers of the company. The analysis method occurred through the assessment of three areas: Management, People and Technology. From the results found, it was observed that the Management and People areas have a higher level of maturity than the Technology area. The average level of maturity found, on a scale of 0 to 5, was 3 but with projections of rising to level 4 in the near future. This assessment brings the understanding that the company is looking for the advantages of the new technological scenario as well as of Management and People aligned with such purpose.

Key words: Maturity Research; Industry 4.0; Screw Company; Competitiveness.

1 INTRODUÇÃO

A quarta revolução industrial ou Indústria 4.0 é a denominação para combinação de vários fatores procedentes e em ascensão tecnológica [(1)]. Ela transforma o processo horizontal, havendo interação entre as maquinas que compõem o processo, conectando a cadeia de valor, flexibilidade dos produtos, projetos, produção, pós-venda além de customização de produtos, e também facilidade em tomada de decisão para máquinas e humanos [(2)].

Segundo especialistas, grande parte das empresas encontram-se em evolução da segunda para terceira revolução industrial, diferentemente do setor automotivo que está bem adiantado, muito em conta da qualificação constante dos colaboradores [(3)]. Com isso a disparidade de competitividade com países mais desenvolvidos traz um grande problema para as empresas brasileiras.

As empresas apresentam dificuldades com as tecnologias da Quarta Revolução Industrial [(4)]. Tais entraves advém da carência do conhecimento sobre o nível organizacional e tecnológico, além de estratégias adequadas para desenvolvê-las.

Para as empresas brasileiras, a Indústria 4.0 vem a ser a solução de vários problemas, porem a falta de conhecimento do nível de maturidade que possuem afeta principalmente onde direcionar seus esforços [(5)].

Sendo assim, o objetivo desse artigo foi medir o nível de maturidade para a Indústria 4.0 de uma empresa de parafusos localizada no estado do Rio Grande do Sul. O trabalho está divido em Introdução, apresentando a problemática bem como o referencial teórico, materiais e métodos, resultados e discussões, com a apresentação das respostas dos Gestores, e por fim a conclusão seguida pelas referencias e o apêndice.

1.1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1.1 Indústria 4.0

O conceito da nova revolução industrial denominada indústria 4.0 foi cunhado na Alemanha, em 2011, por meio de um trabalho desenvolvido em parceria de empresas, governo e universidades privadas, com a intenção de elevar o patamar

ISSN 2446-7618

dos sistemas de produção com foco em maior produtividade e eficiências das indústrias [6].

Os avanços promovidos por esta revolução trazem a inovação estratégica da indústria através da união de pessoas, tecnologia e informação, sendo produtividade, qualidade, entrega e flexibilidade, os maiores ganhos proporcionados pela revolução. Inovações voltadas para Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) destacam-se, tais como IoT (*Internet of Things*), CPS (*Cyber-Physical Systems*), *Cloud*, etc. [7].

A interatividade dos sistemas e inovações é comentada na revisão sistemática de literatura realizada por Kipper *et al.* [8]. Os autores comentam que o CPS interliga o mundo físico com o virtual, já a IoT é usada para conectar dispositivos, processos, sistemas, maquinário e pessoas, e a Big Data entra como facilitador das análises dos dados bem como auxílio na tomada de decisão [8].

Outras tecnologias que fazem parte da Indústria 4.0 são: robôs autônomos, simulação, sistemas de integração vertical e horizontal, segurança cibernética, nuvem, manufatura aditiva ou impressão 3D e realidade aumentada [9].

1.1.2 Nível de maturidade para a Indústria 4.0

A existência de vários modelos para medir o nível de maturidade nas empresas, sendo elas por questionários padronizados [10]. Eles fornecem como resultado uma avaliação do estágio atual e um conjunto de recomendações gerais de melhoria [10].

Outro modelo é citado por [4] aonde o governo alemão listou 9 dimensões (produtos, clientes, operações, tecnologia, estratégia, governança, liderança, cultura e pessoas) e 62 itens para avaliação de nível de maturidade da empresa.

O estudo realizado por [11] revisou os vários modelos de maturidade para a Indústria 4.0 já publicados. Desses modelos, estão direcionados a diferentes tipos de casos, podendo citar a identificação de oportunidades de negócio, definir quais tecnologias devem ser adotadas, propor melhorias para a organização ingressar na era da Indústria 4.0 e identificar o nível de maturidade da organização. O autor criou dois questionários para medir o nível de maturidade em três linhas: assuntos de maneiras isoladas, assuntos em temas específicos e previsões para o futuro.

Os níveis de maturidade usados por **[11]** são adaptados do modelo *ACATECH* mencionados no trabalho de [12]. Os autores sugerem uma escala para os níveis de maturidade, que vai de zero a cinco:

- Nível 0 – Inexistente: As práticas de aspectos básicos são parcialmente alcançadas ou ainda não há implementação. Concentrada em operações fundamentais, exemplo de análise de requisitos, aquisição, produção e vendas [11].

- Nível 1 – Informatização: diferentes tecnologias de informação são usadas isoladamente umas das outras dentro da empresa. A informatização está bem avançada e é usada principalmente para executar tarefas repetitivas com mais eficiência, mas não é possível encontrar muitas máquinas sem a interface digital [11].

ISSN 2446-7618

- Nível 2 – Conectividade: A implementação da tecnologia da informação é substituída por componentes conectados. Os aplicativos de negócios são amplamente usados estão todos conectados entre si e refletem os principais processos de negócios da empresa. Conectividade é, uma vez criado um projeto em engenharia, seus dados podem ser enviados para a produção, de modo que as etapas de produção possam ser executadas de acordo como pré-determinados pela engenharia. Finalizada a fabricação, a confirmação pode ser fornecida automaticamente e em tempo real para um sistema de produção, por exemplo [11].

- Nível 3 – Visibilidade: Sensores ajudam na coleta de dados nos vários pontos da produção. Assim se tem dados vindos de todos os lados da empresa em tempo real [11].

- Nível 4 – Transparência: Neste estágio a empresa tem as primeiras melhorias advindas da indústria 4.0. Aqui começam a ser usadas tecnologias que permitem análise de dados heterogêneos para que sejam processados e combinados. Junto com esses aplicativos, são implementados sistemas como ERP e MES [11].

- Nível 5 – Adaptabilidade: Aqui a empresa consegue simular cenários e aderir melhor probabilidades. Assim, conseguem planejar o futuro com tomadas de decisão e implementação de medidas apropriadas [11].

O questionário usado por [11] consiste em uma lista de 34 perguntas, sendo três de informações sobre a empresa (ramo, n° de funcionários e faturamento), vinte e cinco sobre critérios de dimensões, três relacionadas ao nível geral de maturidade de cada aspecto segundo o entrevistado e três questões sobre projeções em cinco anos do nível de maturidade. Para a elaboração desse modelo, [11] utilizou os trabalhos de [13], [14], [15] e [16].

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em uma empresa de parafusos, localizada no estado do Rio Grande do Sul. A empresa possui um portfólio de mais de trinta mil itens em estoque, que são comercializadas principalmente para os setores automotivo e agrícola.

Classificado como estudo de caso, exploratório-descritivo, que usou procedimentos técnicos, a entrevista. Para [17] o estudo de caso permite um pesquisador a examinar dados dentro de um contexto específico de maneira real, através da análise dos eventos que o cercam, contemplado por [18] que diz que o estudo de caso é um modo exclusivo de observar algo existente em um conjunto de dados. Exploratório, para entendimento do problema através de estudos e

ISSN 2446-7618

entrevistas com levantamento de dados e descritivo, levando em conta opiniões de pessoas ligadas ao processo e observação além de coleta de informações [19].

No trabalho realizado por [11], a pesquisa foi realizada com indústrias de vários segmentos, das trinta e quatro perguntas. Para este estudo o questionário de [11], foi adaptado, e as três primeiras questões foram substituídas por apenas uma, que foi qual é o setor da empresa em que o entrevistado atua, uma vez que a mudança é necessária já que a pesquisa foi realizada em apenas uma empresa. Então, a pesquisa realizada na empresa contou com trinta e duas perguntas, conforme APÊNDICE A. Cada questão deve ser respondida através da escala de 0 (baixo) a 5 (alto). A pesquisa foi encaminha por e-mail para seis gestores dos setores, Comercial, TI, Produção e Diretoria, a ser respondida via *Google Forms*. A pesquisa foi realizada em janeiro de 2020.

Com a utilização da ferramenta Excel, foram organizadas as respostas em tabelas, gerando a organização dos resultados de médias e desvio padrão, que foram analisados tendo como base os estudos teóricos descritos neste texto.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As respostas das perguntas do modelo de maturidade feito por **[11]** que foram encaminhadas pelos gestores foram transcritas para o Excel, e estão apresentadas no Quadro 1. A coluna Questão, é o número da pergunta respondida, a coluna R significa o respondente bem como a resposta para tal pergunta (classificar de 0 a 5). A média representa a média das respostas das colunas R (R1, R2..., R6) de cada pergunta, o desvio padrão das respostas das colunas R, a coluna Des. P. + Média é o somatório da Coluna Média mais o Desvio Padrão, por fim a coluna Nível é o arredondamento da coluna Des. P. + Média.

ISSN 2446-7618

	Questão	R1	R2	R3	R4	R5	R6	Média	Desvio Padrão	Des. P. + Média	Nível
ORGANIZAÇÃO	1	3	3	3	3	3	4	3,167	0,372677996	3,539	4
	2	4	4	4	3	4	3	3,667	0,471404521	4,138	4
	3	3	4	4	3	3	3	3,333	0,471404521	3,805	4
	4	4	4	4	4	3	4	3,833	0,372677996	4,206	4
	5	2	3	3	3	2	3	2,667	0,471404521	3,138	3
	6	3	3	3	2	2	2	2,500	0,5	3,000	3
	7	4	4	4	4	3	3	3,667	0,471404521	4,138	4
	8	1	2	3	3	2	2	2,167	0,687184271	2,854	3
	9	2	3	3	3	2	2	2,500	0,5	3,000	3
	10	3	3	3	3	2	2	2,667	0,471404521	3,138	3
	11	2	3	2	3	2	2	2,333	0,471404521	2,805	3
	12	2	4	4	4	2	3	3,167	0,897527468	4,064	4
TECNOLOGIA	13	2	2	3	3	3	2	2,500	0,5	3,000	3
	14	4	4	4	4	4	3	3,833	0,372677996	4,206	4
	15	2	3	2	2	2	2	2,167	0,372677996	2,539	3
	16	2	3	2	3	2	2	2,333	0,471404521	2,805	3
	17	1	2	2	2	1	1	1,500	0,5	2,000	2
	18	2	2	2	2	2	1	1,833	0,372677996	2,206	2
	19	3	3	3	3	2	3	2,833	0,372677996	3,206	3
	20	2	2	3	3	2	2	2,333	0,471404521	2,805	3
	21	4	3	4	4	3	3	3,500	0,5	4,000	4
	22	4	4	4	4	4	3	3,833	0,372677996	4,206	4
	23	2	3	3	3	2	2	2,500	0,5	3,000	3
	24	2	3	3	3	2	2	2,500	0,5	3,000	3
	25	1	2	2	3	2	2	2,000	0,577350269	2,577	3
PESSOAS	26	2	3	3	4	3	3	3,000	0,577350269	3,577	4
	27	3	4	4	4	3	3	3,500	0,5	4,000	4
	28	3	4	4	5	3	3	3,667	0,745355992	4,412	4
	29	4	4	4	4	4	4	4,000	0	4,000	4
	30	4	4	4	4	3	4	3,833	0,372677996	4,206	4
	31	3	1	3	4	3	2	2,667	0,942809042	3,609	4

Quadro 1. Pesquisa de Maturidade.

Observando os resultados apresentados no Quadro 1, na percepção dos gestores a área Pessoas possui o maior desenvolvimento na empresa para a implementação da indústria 4.0, obtendo uma média final de Nível 4. Tecnologia e Organização vem logo a seguir com subtemas variando entre o Nível 3 e o Nível 4, o que mostra que a empresa tem demostrado caminhos para a evolução para a nova revolução industrial.

As perguntas 2, 14 e 27 tem foco na visão futura, já as perguntas 1, 13 e 26 referem-se a uma percepção geral. Separadas assim, pode-se desenvolver o Quadro 2.

	Média Geral	Média Futura	Média Específica
Organização	4	4	3
Tecnologia	3	4	3
Pessoas	4	4	4

Quadro 2. Resultado por área e perspectivas.

O Quadro 2 apresenta o resultado final das pesquisas de acordo com cada área e perspectivas. A coluna Média Geral vem das respostas das questões 1, 13, 26. A coluna Média Futura vem das respostas das perguntas 2, 14 e 27. A coluna

ISSN 2446-7618

Média Específica vem das médias das respostas do Quadro 1, separadas por tema, desconsiderando as perguntas 1, 2, 13, 14, 26 e 27 que foram usados na Média Futura e Média Geral.

Um mapa radar que é representado na Figura 1, foi criado utilizando as médias para melhor visualização.

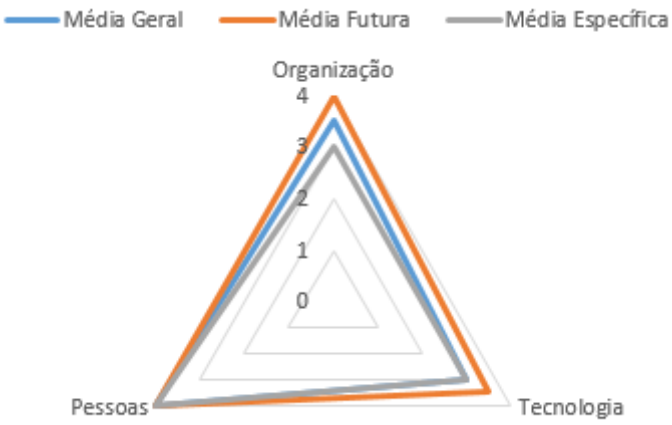


Figura 1. Apresentação dos resultados da pesquisa sobre nível de maturidade para a indústria 4.0.

A Figura 1 apresenta os resultados da pesquisa sobre nível de maturidade para a indústria 4.0. Pessoas atingiu o nível 4, o que mostra que a empresa já comporta colaboradores qualificados para uma evolução de tecnologias tendo entendimento sobre o tema. No tema Organização o nível constatado foi 4, demonstrando que o assunto está presente na gestão, essa parte é fundamental, uma vez que a Gestão toma as decisões que nortearão os caminhos a serem seguidos pela empresa. Por fim, o item Tecnologia tem nível 3, mas também com projeção de melhoras para o futuro, a empresa já está em fase de implementação da tecnologia MES e sensoriamento em algumas máquinas, conforme comentários do Gestor de TI.

Por fim, a empresa está no nível de maturidade 3, classificado como Visibilidade, aonde [11] classifica que a implantação de sensores ajuda na coleta de dados nos vários pontos da produção, assim se tem dados recebidos de todos os campos da empresa em tempo real.

4 CONCLUSÃO

As revoluções industriais mudaram a forma de como as empresas funcionam, transformando a adesão das mesmas em vantagens competitivas em mercados acirrados e com nível de exigência cada vez maior.

O trabalho teve como objetivo medir o nível de maturidade de uma empresa de parafusos, localizada no estado do Rio Grande do Sul, através de um modelo criado por [11] sendo respondido por seis gestores da empresa.

O resultado apresentou o Nível 3 de maturidade, aonde sensores já estão sendo implantados e começam a trazer informações da manufatura. Vale ressaltar que a empesa está com a ideia de inovação dos processos enraizada na Gestão e nas Pessoas, porém, ainda não usa tecnologia em seus processos que comporta tal revolução. Em conversa com o Gestor de TI, constatou-se que a existem planos de implementação das tecnologias para tal, sendo que estudos de viabilidade estão em

ISSN 2446-7618

andamento bem como testes com alguns *softwares* de supervisório e sensores, confirmada pelo levantamento da Média Futura, que resultou em nível 4 de todos os temas, no item Tecnologia, uma elevação do nível de maturidade.

Para trabalhos futuros, sugerimos um levantamento de alguma ferramenta advinda do *Lean* (Mapa de Fluxo de Valor) nos processos para uma melhor avaliação das carências que apresentam.

Agradecimentos

Este trabalho foi apoiado pela Universidade de Santa Cruz do Sul, Brasil e financiado em parte pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil (sob o processo 303934 / 2019-0).

REFERÊNCIAS

1 GORDON, Seamus; RYAN, Alan; LOUGHLIN, Shane. Meeting The Needs of Industry in Smart Manufacture–The Definition of a New Profession and a Case Study in Providing the Required Skillset. Procedia Manufacturing, v. 17, p. 262-269, 2018.Z.Y. Liua, N.H. Loha, S.B. Tora, K.A. Khora, Y. Murakoshib, R. Maedab, T. Shimizub Micro-powder injection molding, Journal of Materials Processing Technology 127 (2002) 165-168.

2 CNI. Confederação Nacional da Indústria. Oportunidades para a indústria 4.0: Aspectos da demanda e oferta. CNI publicações. Fevereiro, 2018.

3 FIRJAN – Panorama da Inovação: Indústria 4.0. Disponível em: < https://www.firjan.com.br/publicacao/industria-4-0.htm >. Acesso em: 20 set. 2020.

4 SCHUMACHER, Andreas; EROL, Selim; SIHN, Wilfried. A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. Procedia Cirp, v. 52, p. 161-166, 2016.

5 DOCE, Lucas Callefi; DE OLIVEIRA GOMES, Pedro Fernandes. AVALIAÇÃO DO NIVEL DE MATURIDADE DE UMA INDÚSTRIA METAL MECANICA DO NOROESTE DO PARANA COM BASE NOS CONCEITOS DA INDÚSTRIA 4.0. Trabalhos de Conclusão de Curso do DEP, v. 13, n. 1, 2018.

6 KAGERMANN, Henning et al. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0 Working Group. Forschungsunion, 2013.

7 KANG, Hyoung Seok et al. Smart manufacturing: Past research, present findings, and future directions. International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology, v. 3, n. 1, p. 111-128, 2016.

8 KIPPER, Liane Mahlmann, et al. Scopus scientific mapping production in industry 4.0 (2011–2018): a bibliometric analysis. International Journal of Production Research, 2020, 1-24.

9 RÜßMANN, Michael et al. Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. Boston Consulting Group, v. 9, n. 1, p. 54-89, 2015.

10 COLLI, Michele *et al*. A maturity assessment approach for conceiving context-specific roadmaps in the Industry 4.0 era. Annual Reviews in Control, 2019.

ISSN 2446-7618

11 JÚNIOR, Oliveira *et al*. Modelo de maturidade para a indústria 4.0 para PME's brasileiras: um estudo de caso em uma indústria de ração animal. 2018. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
12 SCHUH, Günther *et al*. (Ed.). Industrie 4.0 maturity index: Managing the digital transformation of companies. Utz, Herbert, 2017.
13 SCHRAUF, Stefan; BERTTRAM, Philipp. Industry 4.0: How digitization makes the supply chain more efficient, agile, and customer-focused. Strategy&. 2016.
14 LEYH, Christian et al. Assessing the IT and software landscapes of Industry 4.0-Enterprises: the maturity model SIMMI 4.0. In: Information technology for management: New ideas and real solutions. Springer, Cham, p. 103-119, 2016.
15 LICHTBLAU, K. et al. Industrie 4.0 Readiness. IMPULS-Stiftung for mechanical engineering, plant engineering, and information technology. 2015.
16 AUTOMATION, Rockwell. The connected enterprise maturity model. Rockwell Automation, v. 12, 2014.
17 ZAINAL, Zaidah. Case study as a research method. Jurnal Kemanusiaan, v. 5, n. 1, 2007.
18 YIN, Robert et al. case study research. Beverly Hills. 1984.
19 GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 3 ed. São Paulo: Atlas,1991.

ISSN 2446-7618

APÊNDICE A

PESQUISA DO NIVÉL DE MATURIDADE DA EMPRESA VISANDO A IMPLEMENTAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0

O presente estudo é de cunho acadêmico para um trabalho de conclusão de curso. As informações fornecidas serão tratadas como sigilosas.

Qual o setor que você atua na empresa?

Resposta:

ORGANIZAÇÃO

A indústria 4.0 é mais do que apenas melhorar produtos e processos existentes através do uso de tecnologias digitais – ela realmente oferece a oportunidade de desenvolver modelos de negócios inteiramente novos. Por isso, sua implementação é de grande importância estratégica.

01. Como você considera o alinhamento das estratégias e cultura organizacional de sua empresa para a indústria 4.0?

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “inexistente”, ou seja, não há estratégias voltadas para a indústria 4.0 ou a opção 5 para “completo”, ou seja, o tema indústria 4.0 é bastante difundido e todas as estratégias são voltadas para atender as suas demandas.

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

02. Em qual estágio você acredita que a empresa estará, do ponto de vista estratégico e cultural, nos próximos 5 anos?

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “inexistente”, ou seja, não haverá ainda estratégias voltadas para a indústria 4.0 ou opção 5 para “completo”, ou seja, o tema indústria 4.0 é bastante difundido e todas as estratégias estão voltadas para atender ás suas demandas.

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

03. Até que ponto os seus clientes podem individualizar os produtos que adquirem?

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “de forma alguma”, ou seja, os produtos não permitem nenhuma individualização (por exemplo, utilizamos produção em massa padronizada) ou opção 5 para “completamente”, onde os produtos podem ser completamente definidos pelos clientes (por exemplo, através de ferramenta de configuração para clientes, tamanho de lote, etc.)

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

04. Quão dinâmico e personalizável para o cliente é o seu sistema de preços (consideração da “forma de pagamento” para cliente)?

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “preços fixos”, ou seja, os preços de todos os produtos e serviços são fixos (por exemplo, catálogos de preços baseados em pesquisa de mercado tradicional) ou opção 5 para “preços dinâmicos” nos quais os sistemas automatizados calculam os preços, descontos, etc. dinamicamente em tempo real (por exemplo, preços individuais com base no potencial do cliente, histórico, relevância do pedido, etc.)

ISSN 2446-7618

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

05. Até que ponto a sua empresa considera as práticas da indústria 4.0 no processo de planejamento? Desde o planejamento de previsão de vendas, como de produção e logística?

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “de forma alguma”, ou seja, a empresa não considera nada relacionada a indústria 4.0 em seu planejamento ou a opção 5 para “completamente”, pois a empresa considera as suas práticas em tudo que é planejado.

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

06. Até que ponto sua arquitetura de TI atende aos requisitos gerais da digitalização e da indústria 4.0?

Utilize como parâmetros: Opção 0 para “de forma alguma”, ou seja, a arquitetura atual não atende diretamente aos requisitos da indústria 4.0 (IoT, análise de dados de produção, etc.) nem é facilmente adaptável para os novos requisitos, ou 5 para “completamente”, que neste caso, significa que todos os requisitos relevantes são explicitamente considerados na arquitetura TI, o roteiro reflete aprimoramentos para atender as necessidades futuras.

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

07. Como você classificaria os investimentos em inovação e tecnologia dos últimos dois anos?

Utilize como parâmetros: Opção 0 significa “nenhum” investimento feito em inovação tecnológica (novas tecnologias, novos processos, novos produtos, etc.) nos últimos 2 anos ou opção 5 para que os investimentos são “frequentes” e já fazem parte da estratégia organizacional.

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

08. Até que ponto você analisa os dados do cliente para aumentar a percepção do cliente (por exemplo, ofertas personalizadas para clientes com base em sua situação pessoal, preferencias, localização, pontuação de crédito, etc.)?

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “uso trivial”, ou seja, as informações são mantidas de forma descentralizada e não sistemática por unidades individuais e não analisadas (por exemplo, pedidos de vendas em planilhas de Excel) ou opção 5 para “uso substancial”, ou seja, coleta-se extensivamente os dados em todos os pontos que são alimentados em sistemas integrados para monitorar, revisar e otimizar produtos, vendas e experiência do cliente.

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

09. Qual é a importância do uso e análise de dados (dados do cliente, produto ou dados gerados por máquina) para o seu modelo de negócio?

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “insignificante”, ou seja, nenhuma análise de dados é aproveitada no modelo de negócios ou opção 5 para “crucial” onde os dados são o principal valor do modelo de negócios (por exemplo, dados sobre a utilização da capacidade da máquina são usados para a tomada de decisão).

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

10. Como você avaliaria sua capacidade de criar valor a partir de dados?

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “Limitado”, ou seja, grandes quantidades de dados são coletados, mas as utilizações dos dados para os modelos de negócios são limitadas ou opção 5 para “maduro”, ou seja, as abordagens sistemáticas para alavancar dados para a otimização de operações e o fomento de novos modelos de negócio estão em vigor (por exemplo, equipe de análise central, cientistas de dados, etc.)

ISSN 2446-7618

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

11. Como você avalia as práticas de desenvolvimento continuo disponibilizadas pela sua empresa para seus colaboradores?

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “limitado”, ou seja, a empresa oferece treinamento inicial básico para as operações diárias ou a opção 5 para “maduro”, ou seja, são efetuados seminários e treinamentos frequentemente para garantir o desenvolvimento pessoal de seus colaborados.

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

12. Como você avalia a capacidade de adaptar-se as mudanças na empresa?

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “limitado”, ou seja, a empresa normalmente demora para reagir ou adaptar-se as mudanças ou opção 5 para “maduro”, ou seja, os processos da empresa são maduros, então ela consegue reagir e adaptar-se rapidamente.

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

TECNOLOGIA

Uma fábrica inteligente é um ambiente de produção em que os sistemas de produção e os sistemas logísticos se organizam amplamente sem intervenção humana. A fábrica inteligente conta com sistemas que conectam os mundos físico e virtual comunicando-se através de uma infraestrutura de TI, a Internet das Coisas (IoT).

A indústria 4.0 também envolve modelagem digital por meio da coleta inteligente, armazenamento e processamento de dados. Dessa forma, o conceito de fábrica inteligente garante que as informações sejam entregues e que os recursos sejam usados com mais eficiência. Isso requer a colaboração entre empresas em tempo real entre sistemas de produção, sistemas de informação e pessoas.

13. Como você considera o alinhamento das tecnologias (sistemas, IoT, integração de sensores, ferramentas de análise de dados) da empresa para a indústria 4.0?

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “inexistente”, ou seja, não há nenhuma tecnologia disponível para a indústria 4.0 ou a opção 5 para “completa”, ou seja, a infraestrutura tecnológica da empresa está totalmente adaptada a indústria 4.0.

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

14. Em qual estágio você acredita que a sua empresa estará, do ponto de vista tecnológico, nos próximos 5 anos?

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “inexistente”, ou seja, não haverá ainda tecnologias voltadas para a indústria 4.0 ou opção 5 para “completo”, ou seja, o tema “indústria 4.0” é bastante difundido e todas as tecnologias estarão implementadas para atender as suas demandas.

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

15. Até que ponto o MES – Sistema de Execução de Manufatura (sistemas de controles de fábrica) ou similar para controlar seu processo de manufatura?

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “de forma alguma”, ou seja, o planejamento de produção é feito manualmente sem o suporte de um sistema de informação ou opção 5 para “extensivamente”, ou seja, é utilizado um sistema (MES) para planejamento de curto prazo (capacidade, utilização, cronogramas, etc.), o sistema é altamente integrado com o ERP e sistema de chão de fábrica para permitir a integração vertical.

ISSN 2446-7618

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

16. Até que ponto o processo produtivo é digitalizado (por exemplo, RFID para identificação, sensores, conexão IoT, produtos inteligentes, etc.)?

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “de forma alguma”, ou seja, o processo produtivo é focado em produtos puramente físicos (por exemplo, máquinas mecânicas sem recurso digital ou conexões de rede, etc.) ou opção 5 para “completamente”, ou seja, os serviços digitais estão no centro do processo produtivo, existe tecnologia RFDI para identificação do produto dentro da fábrica, todos controlados por processos automáticos e autônomos.

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

17. Até que ponto as fases do ciclo de vida de seus produtos são digitalizados (digitalização e integração de projeto, planejamento, engenharia, produção, serviços e reciclagem, desenvolvimento de produtos através de prototipagem virtual)?

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “baixo nível”, ou seja, existe um baixo nível de digitalização e integração, pois o uso de tecnologia ocorre de forma isolada (por exemplo, sem integração entre a engenharia e a produção) ou a opção 5 para “altíssimo nível”, ou seja, todas as fases do ciclo de vida do produto são completamente digitalizadas (por exemplo, a capacidade de produção pode ser testada diretamente durante o desenvolvimento do produto através de prototipagem visual).

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

18. Quão avançada é a digitalização dos equipamentos de produção de sua empresa (sensores, conexão IoT, monitoramento digital, controle, otimização e automação)?

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “fábrica física”, ou seja, os equipamentos de produção são totalmente desconectados dos sistemas de TI e nenhuma informação em tempo real pode ser coletada ou opção 5 para “fábrica digital”, onde os equipamentos de produção interconectados permitem o acesso de TI e informações são alimentadas em uma representação virtual da fábrica.

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

19. Como você avalia o uso que sua empresa faz de do cloud computing – computação em nuvem (uso de armazenamento de arquivos, ambientes virtualizados e uso de sistemas em nuvem, etc.)?

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “limitado”, ou seja, a empresa não faz o uso de computação em nuvem ou a opção 5 para “maduro”, ou seja, toda a infraestrutura de TI (sistemas na nuvem, arquivos hospedados em nuvem, ambiente de virtualização de serviços, etc.) é disponibilizada em nuvem.

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

20. Como você avalia o grau de integração de sua cadeia de valor vertical (integração de informações entre setores e produção)?

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “inexistente”, ou seja, não existe troca automática de informações ao longo da cadeia de valor vertical (por exemplo, programação manual de produção com base em planos de papel) ou a opção 5 para “completo”, ou seja, fluxo de dados contínuo ao longo da cadeia de valor vertical (por exemplo, controle direto de máquinas via integração de ERP e MES).

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

21. Como você avalia o grau de integração de sua cadeia de valor horizontal (solicitações de compras ao fornecedor, pedidos de venda dos cientes)?

ISSN 2446-7618

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “inexistente”, ou seja, não existe troca automática de informações ao longo da cadeia de valor horizontal (por exemplo, não há nenhuma integração de TI com o fornecedor) ou opção 5 para “completo”, ou seja, fluxo de dados contínuo ao longo da cadeia de valor horizontal (por exemplo, fornecedores recebem solicitação de compras integrados com o sistema de ERP ou o cliente pode solicitar um pedido que também é integrado com o ERP).

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

22. Até que ponto os processos da empresa podem ser considerados seguros do ponto de vista da segurança da informação (disponibilidade de dados, integridade das informações e confidencialidade)?

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “inexistente”, ou seja, não existe qualquer preocupação da empresa com relação à segurança da informação ou opção 5 para “completo”, ou seja, todo planejamento de infraestrutura de TI preocupa-se em garantir a implementação de segurança para que os serviços de TI estejam sempre disponíveis.

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

23. Até que ponto seus arquivos estão armazenados na nuvem?

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “inexistente”, ou seja, os arquivos são armazenados nas estações de trabalho e não é possível acessá-lo de nenhum outro local ou a opção 5 para “completo”, ou seja, todos os arquivos manipulados pela empresa ficam armazenados na nuvem e é possível acessá-los de qualquer lugar e a qualquer momento.

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

24. De que forma você classifica o uso de ferramentas para a tomada de decisão baseadas em dados (como por exemplo, uso da ferramenta de BI - *Business Intelligence*)?

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “inexistente”, ou seja, não existe nenhuma ferramenta de análise de dados dentro da organização e para tal é utilizado a compilação de vários relatórios ou a opção 5 para “completo”, ou seja, todas as pessoas que precisam têm acesso à ferramentas de análises de dados que mostram informações integradas de vários sistemas de informação.

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

25. Até que ponto você tem uma visão em tempo real de sua produção e pode reagir dinamicamente ás mudanças na demanda?

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “de forma alguma”, ou seja, a produção ocorre em cima de um planejamento prévio o qual não permite reagir de forma flexível às mudanças na demanda ou a opção 5 para “fábrica virtual”, ou seja, visualização em tempo real da produção com recursos para alterar dinamicamente os cronogramas.

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

PESSOAS

As pessoas ajudam as empresas a realizar a sua transformação digital e são as mais afetadas pelas mudanças no ambiente de trabalho digital. Seu ambiente de trabalho direto é alterado, exigindo que eles adquiram novas habilidades e qualificações. Isso faz com que as empresas precisem preparar seus funcionários para essas mudanças por meio de treinamento adequado e educação contínua.

26. Como você considera a preparação das pessoas (resistência às mudanças, abertura à inovação e desenvolvimento de competências) de sua empresa para a indústria 4.0?

ISSN 2446-7618

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “inexistente”, ou seja, as pessoas não estão preparadas para trabalhar com as tecnologias da indústria 4.0 ou a opção 5 para “completo”, ou seja, as pessoas que trabalham na empresa estão totalmente adaptadas à indústria 4.0.

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

27. Em qual estágio você acredita que a sua empresa estará, do ponto de vista das pessoas, nos próximos 5 anos?

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “inexistente”, ou seja, as pessoas ainda não estarão preparadas para a indústria 4.0 ou a opção 5 para “completo”, ou seja, o tema “indústria 4.0” será bastante difundido e todas as pessoas estarão familiarizadas com o tema e as suas demandas.

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

28. Qual a importância das novas tecnologias, como automação de tarefas repetitivas, mobilidades, análise de dados e computação em nuvem, para possibilitar operações de negócios?

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “insignificante”, ou seja, existem apenas pequenos investimentos em novas tecnologias que estão vagamente ligadas à estratégia de negócios ou a opção 5 para “crucial”, ou seja, o tema indústria 4.0 será bastante difundido e todas as pessoas estarão familiarizadas com o tema e suas demandas.

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

29. Como você avalia a sua capacidade de adaptar-se às mudanças?

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “limitado”, ou seja, normalmente você não se sente à vontade quando há mudanças ou a opção 5 para “maduro”, ou seja, você se adapta rapidamente às mudanças e consegue reagir rapidamente.

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

30. Como você avalia as suas habilidades quando se trata dos requisitos futuros da indústria 4.0?

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “inexistente”, ou seja, não possuo qualquer habilidade tecnológica ou qualificação para adaptar-me aos requisitos da indústria 4.0 ou a opção 5 para completo, “ou seja”, você está adaptado as exigências que a indústria 4.0 exige.

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

31. Até que ponto a sua organização institucionaliza a colaboração em tópicos da indústria 4.0 junto com parceiros externos como faculdades, universidades, indústria, fornecedores ou cliente?

Utilize como parâmetros: Opção 0 é “sem colaboração”, ou seja, os tópicos da indústria 4.0 são investigados internamente e os resultados são excluídos de organizações externas ou a opção 5 para “completo”, ou seja, a inovação da indústria 4.0 é promovida dentro de plataformas abertas projetadas para pesquisa inter-setorial (por exemplo, ambientes de “Fábrica Inteligente”, laboratórios aberto para clientes).

( )0 ( )1 ( )2 ( )3 ( )4 ( )5

ISSN 2446-7618

REEE PÓS CONSUMO: LOGÍSTICA REVERSA, IDENTIFICAÇÃO E RECICLABILIDADE EM COOPERATIVAS DE RECICLAGEM NA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE - RS

Barrozo, A.S .[1]
Maciel, J. P.[2]
Moraes, C. A. M.[3]

[1] *Andressa Soares Barrozo, Engenheira Ambiental (UNISINOS), andressa.soaresb@gmail.com.*
[2] *Joice Pinho Maciel, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil/PPGEC (UNISINOS), joicemaciel14@gmail.com*
[3] *Ph.D. Carlos Alberto Mendes Moraes, Programas de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Engenharia Mecânica (UNISINOS), cmoraes@unisinos.brl.*

Resumo

O aumento da geração de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) se dá pelo avanço tecnológico e obsolescência programada desses produtos. Neste contexto, a Lei Federal nº 12.305 / 2010, Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil estabelece princípios importantes para permitir o avanço necessário ao País no enfrentamento dos principais problemas ambientais. Diante disso, o presente estudo realizou primeiramente uma análise do Acordo Setorial de Logística Reversa de Eletroeletrônicos no Brasil firmado em 2019. Posteriormente, buscou-se identificar as Cooperativas envolvidas na cadeia de REEE na região metropolitana de Porto Alegre - RS. Utilizou-se como método de coleta de dados um questionário estruturado enviado a cada representante das cooperativas participantes do estudo, que respondeu aos questionamentos, tanto de gestão, quanto se o material é comercializado, se existe alguma restrição para a comercialização ou mesmo se o material não é comercializado e/ou encaminhado como rejeito. A maior parte dos REEE são comercializados com mínimas restrições. Para as cooperativas poderem atuar no gerenciamento desse resíduo, é necessário um volume mínimo periódico que viabilize economicamente a atividade, bem como um sistema de gestão interno bem estruturado para atender a futura demanda que será encaminhada por conta do estabelecimento do Acordo Setorial.

Palavras-chave: REEE; Logística Reversar; Reciclagem.

POST CONSUMPTION WEEE: REVERSE LOGISTICS, IDENTIFICATION AND RECYCLABILITY IN RECYCLING COOPERATIVES IN THE METROPOLITAN REGION OF PORTO ALEGRE – RS

Abstract

The increase in the generation of waste from electrical and electronic equipment (WEEE) is due to the technological advance and programmed obsolescence of these products. In this context, Federal Law No. 12,305 / 2010, National Policy on Solid Waste (PNRS) in Brazil establishes important principles to allow the necessary progress for the country in facing the main environmental problems. In view of this, the present study first performed an analysis of the Sectoral Agreement for Reverse

ISSN 2446-7618

Logistics of Electronics in Brazil signed in 2019. Subsequently, we sought to identify the Cooperatives involved in the WEEE chain in the metropolitan region of Porto Alegre - RS. A structured questionnaire sent to each representative of the cooperatives participating in the study was used as the method of data collection, which answered the questions, both in terms of management, as well as whether the material is commercialized, whether there are any restrictions for commercialization or even if the material it is not sold and / or sent as waste. Most WEEE is marketed with minimal restrictions. For cooperatives to be able to act in the management of this waste, a minimum periodic volume is necessary to make the activity economically viable, as well as a well-structured internal management system to meet the future demand that will be forwarded due to the establishment of the Sectorial Agreement.

Key words: WEEE; Reverse Logistics; Recycling.

1 INTRODUÇÃO

O cenário atual exibe um ambiente competitivo em que as empresas se deparam na busca incessante por inovação tecnológica visando a sobrevivência no mercado garantindo as melhores taxas de lucro. Nessa perspectiva, o desenvolvimento tecnológico acelerado introduzido na geração de novos produtos, incluindo com o desejo, muitas vezes induzido pela mídia, de os consumidores adquirirem produtos recém-lançados, está elevando o problema ambiental causado por esta geração, cada vez maior, de resíduos e seu descarte inadequado.(1)

Como o crescimento de bens de alta tecnologia é preponderante quando se considera o setor da indústria eletrônica, este ilustra claramente essa dinâmica de produção, consumo e geração de resíduos. Isso se dá por consequência, principalmente, na redução do ciclo de vida de produtos, por exemplo, no caso de Equipamentos Elétricos Eletrônicos (EEE), dentro da ótica linear da sociedade de consumo e economia, com a preferência negativa pela obsolescência programada. O resíduo de equipamento eletroeletrônico (REEE) é um termo utilizado para abranger diversos equipamentos elétricos e eletrônicos que não possuem mais valor funcional para seus proprietários. (2)

De acordo com a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI.(3), os equipamentos eletroeletrônicos são todos aqueles produtos cujo funcionamento depende do uso de corrente elétrica ou de campos eletromagnéticos. Eles podem ser divididos em quatro categorias amplas, dentre eles foram escolhidos os seguintes materiais:

- Linha Branca: refrigeradores e congeladores, fogões, lavadoras de roupa, secadoras, condicionadores de ar;
- Linha Marrom: monitores e televisores de tubo, plasma, LCD e LED, aparelhos de DVD e VHS, máquina fotográfica digital.
- Linha Azul: batedeiras, liquidificadores, ferros elétricos, furadeiras, secadores de cabelo, espremedores de frutas, aspiradores de pó e cafeteiras;
- Linha Verde: computadores desktop, noteboks, tablets, telefones celulares, cabos.
- Linhas Órfão: produtos sem origem legal.

A questão do aumento dos Resíduos de Equipamento Eletroeletrônico (REEE) é global, atingindo a todos os países mesmo que em diferentes dimensões. Li et al.(4) comentaram que os países desenvolvidos lideram o caminho no estabelecimento de

ISSN 2446-7618

sistemas formais para o tratamento de REEE desde o início dos anos 90. Gao et al.[5] relatam que a União Europeia (UE) gera quatro vezes mais REEE do que outros resíduos sólidos urbanos (RSU). Nos Estados Unidos da América (EUA) esse resíduo já alcança 8 % do resíduo sólido municipal. Foelster et al.[6] afirmam que o Brasil é o segundo maior gerador de REEE dentre os países em desenvolvimento e emergentes.

Segundo El Faro et. al.[7], há uma comparação do crescimento do resíduo comum com o REEE, no qual, o segundo se destaca crescendo três vezes mais rápido que o primeiro. Tal expansão se apresenta como um alerta em escala mundial, com efeitos prognósticos negativos para a natureza. Estudos mais recentes mostram que em 2016 foram gerados 44,7 milhões de toneladas de resíduo de equipamento eletroeletrônico no mundo.[7] Conforme pode ser visualizado resumidamente na Figura 1.

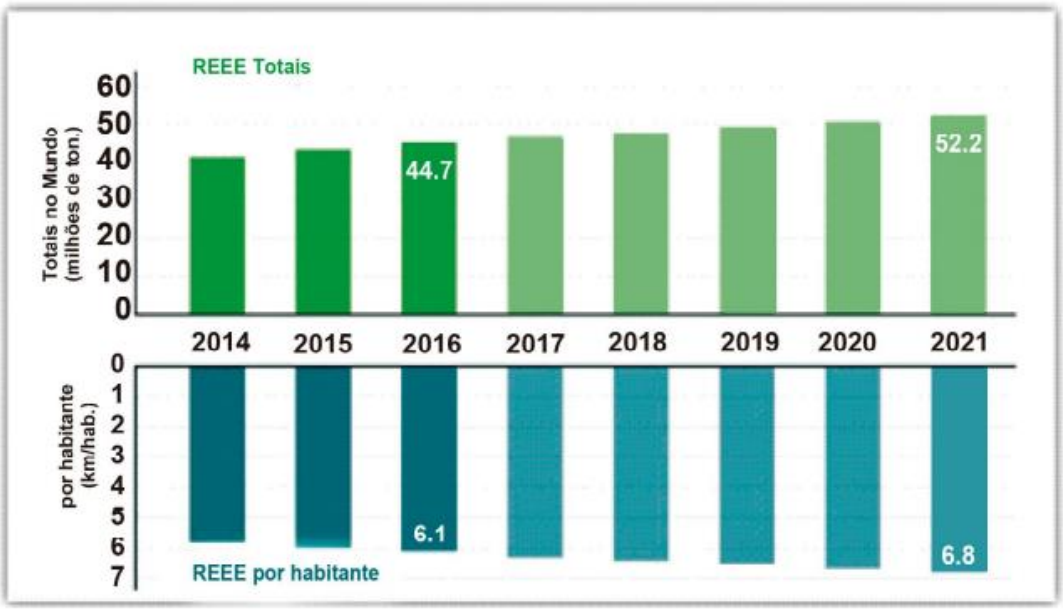


Figura 1. Estimativa Global até 2021 de REEEE (Baldé et al., 2017).

O crescente volume de geração desses resíduos, combinado à sua composição de alto risco, devido, em grande parte, aos metais pesados (como mercúrio, cádmio e chumbo) exigidos em sua fabricação, até agora, implicam em dificuldades em seu descarte adequado e tratamento.[9] A grande preocupação frente a esse assunto é a forma de descarte desses equipamentos e os impactos que possivelmente podem causar ao meio ambiente, consequentemente, aos seres humanos. O consumidor final, por vezes, desconhece tais perigos ao gerar, reter e descartar os REEE de forma inadequada.

Devido à composição diversificada, o gerenciamento da cadeia de reciclagem de REEE se torna complexo, por exemplo, as atividades de coleta e tratamento de REEE são caras e exigem um bom planejamento. Assim, tornou-se importante formular e implementar legislação específica para equiparar a logística necessária à reciclagem, que envolve a coleta, triagem, transporte e descarte ambientalmente seguros. Por exemplo, é usada a extensão da responsabilidade de empresas produtoras e / ou comerciantes pelo descarte de produtos fabricados e / ou comercializados.[1]

ISSN 2446-7618

A Lei Federal nº 12.305 / 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) [10] no Brasil estabelece princípios importantes para permitir o avanço necessário ao País no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. A PNRS aborda acordos setoriais de Logística Reversa, no qual são atos de natureza contratual, firmados entre o Poder Público e os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, e consumidor visando a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

No Brasil, o Acordo Setorial de Logística Reversa de Eletroeletrônicos [11] foi firmado somente em outubro de 2019, destacando-se como marco histórico. O acordo prevê duas fases, sendo a primeira dedicada à estruturação do sistema e a segunda relacionada à sua implementação e operacionalização, com metas anuais e crescentes, prazos e ações concretas. São previstas também ações de comunicação e campanhas de conscientização da população quanto ao descarte adequado.

Pode-se afirmar que a falta de informações em relação a educação ambiental e os canais de reciclagem, contribuem para o descarte inadequado da grande maioria dos resíduos.[1] Exige uma necessidade urgente de estabelecer um sistema de gerenciamento de resíduos que utilize processos de logística reversa baseado nos princípios da economia circular, no qual, possibilitaria que os resíduos sólidos fossem renovados, redistribuídos, remanufaturados, reciclados, potencializando o seu uso como matéria-prima e fomentando o seu retorno à cadeia produtiva da reciclagem. [12]

Assim, o presente artigo visa abordar o panorama do Acordo Setorial de Logística Reversa de Eletroeletrônicos e identificar os resíduos que chegam nas cooperativas de catadores no segmento dos REEE, no município de Porto Alegre e Canoas/RS, região metropolitana.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para estruturação desse estudo, foi realizado no primeiro momento, uma análise do Acordo Setorial de Logística Reversa de Eletroeletrônicos no Brasil. Posteriormente, buscou-se a identificação de Cooperativas envolvidas na cadeia de REEE na região metropolitana do Rio Grande do Sul e logo, foi realizado uma pesquisa exploratória com duas Cooperativa REEE, sendo uma de Porto Alegre/RS e a outra de Canoas/RS - região metropolitana.

Para a pesquisa exploratória foi listado os tipos de REEE pós-consumo recebidos nas duas cooperativas. Essa relação foi enviada a cada representante das cooperativas, que respondeu se o material é comercializado, se existe alguma restrição para a comercialização ou mesmo se o material não é comercializado ou encaminhado como rejeito para destinação adequada.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram divididos em dois tópicos: primeiramente serão apresentados o panorama geral do Acordo Setorial de Logística Reversa de Eletroeletrônicos no Brasil identificando ações a serem desenvolvidas. Posteriormente, a análise da pesquisa exploratória de REEE recebidos pelas cooperativas e identificar os materiais triados e comercializados pelas cooperativas.

3. 1 Acordo Setorial de Logística Reversa de Eletroeletrônicos no Brasil

ISSN 2446-7618

A Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)[10], prevê a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos (aquilo que tem valor econômico e pode ser reciclado ou reaproveitado) e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (aquilo que não pode ser reciclado ou reutilizado).

A PNRS indica a necessidade de construção de acordos setoriais de Logística Reversa, os quais são atos de natureza contratual, firmados entre o Poder Público e os fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, e consumidor visando a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. A PNRS também aponta para a obrigação dos consumidores de disponibilizarem adequadamente seus resíduos sólidos para coleta e retorno, sempre que houver um sistema municipal de coleta seletiva, consequentemente um sistema de Logística Reversa estabelecido. **(3)**

O Acordo Setorial de Logística Reversa de REEE foi firmado em outubro de 2019. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, as entidades representativas do setor que estavam presentes para firmar o acordo foram: ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica, ABRADISTI - Associação Brasileira da Distribuição de Produtos e Serviços de Tecnologia da Informação, ASSESPRO NACIONAL - Federação das Associações das Empresas Brasileiras de Tecnologia da Informação e GREEN ELETRON - Gestora para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Nacional.

O acordo prevê duas fases, sendo a primeira dedicada à estruturação do sistema e a segunda relacionada à sua implementação e operacionalização, com metas anuais. Esse acordo define o papel de cada um dentro da logística reversa e oferece segurança caso algum órgão ambiental venha fazer questionamentos ou cobranças. Metas do Acordo Setorial prevê que as empresas geradoras devem, já em 2021, coletar e destinar corretamente 1%, em peso, do que colocaram no mercado em 2018, ano definido como base. Nos anos seguintes, as metas sobem para 3%, 6%, 12%, e chega a 17% em 2025.

Outra meta, é o aumento de pontos de coleta, no qual, todas as cidades com mais de 80 mil pessoas, aproximadamente 400 municípios, devem ter Pontos de Entregas Voluntárias instalados em locais de fácil acesso aos consumidores, como lojas do varejo, instituições de ensino, praças municipais, entre outros até 2025. No total, serão mais de 5 mil coletores que vão atender aproximadamente 65% da população brasileira. Até o fim de 2021, o objetivo é chegar a 60 cidades em 13 Estados, com 600 pontos de coleta. Para isso acontecer, o varejo deve se apressar para formar parcerias com sistemas de gestão da logística reversa de eletroeletrônicos e instalar os coletores em lojas estratégicas. São previstas também ações de comunicação e campanhas de conscientização da população quanto ao descarte adequado.

Os sistemas emergentes em países em desenvolvimento, como o Brasil, enfrentam problemas como brechas na legislação, falta de incentivos econômicos, baixa conscientização do consumidor, produtos sem origem legal (às vezes chamados de EEE órfão ou mercado cinza) e coletores de materiais recicláveis que coletam e as quantidades crescentes de REEE com pouca preparação para lidar com os riscos à saúde, segurança e proteção ambiental.[13]

ISSN 2446-7618

Fazer com que os REEE voltem à cadeia produtiva da reciclagem está diretamente relacionado aos princípios da economia circular, em que se propõe preservar e aprimorar o capital natural controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis. Considerando que a economia convencional apresenta conflitos ecológicos e muitas perdas econômicas monetárias, alternativas de introdução do modelo da economia circular, apresenta-se como um novo cenário para inovação, adaptação e gestão para os novos negócios em diversos segmentos, principalmente o de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos.

3. 2 Pesquisa exploratória sobre a reciclabilidade de REEE

Esta pesquisa foi realizada com a Cooperativa de Trabalho de Reciclagem Técnológica - COOPERTEC, unidade localizada em Canoas/RS tendo sete (7) cooperados e com a Cooperativa Socioambiental Paulo Freire localizada em Porto Alegre/RS com cinco (5) cooperados.

Foi encaminhado um questionário com uma listagem de materiais de equipamentos eletroeletrônicos para identificação dos materiais comercializados após triagem dos REEE pelas cooperativas. As cooperativas marcaram com “X” para os materiais que são comercializados completamente, para os materiais com restrição por conter componentes que não são reciclados e para os materiais que chegam e são considerados rejeitos e posteriormente encaminhados para destinação adequada. Essas informações podem ser vistas na tabela 1.

Tabela 1. Tipos de REEE pós – consumo que chegam nas cooperativas de eletroeletrônicos, e sua venda pós triagem.

Linha	Material	Comercializados completamente	Materiais com restrição por conter componentes que não são reciclados	Materiais que chegam e são rejeito
Linha verde	Impressora	x		
	Scanner	x		
	CPU	x		
	Mouse	x		
	Teclado	x		
	Pen Drive	x		
	Fones	x		
	Aparelhos celulares	x		
	Notebooks	x		
	Tablet	x		
	Centrais telefônicas	x		
	Sistema de alarmes	x		
	Tablet	x		
	Centrais telefônicas	x		

ISSN 2446-7618

	Sistema de alarmes	x		
Linha marrom	Monitor	x		
	Microfone		x	
	Webcam	x		
	Caixa de som		x	
	TVs (todos os tipos)	x		
	Lâmpadas LED	x		
Linha azul	Microondas	x		
	Forno elétrico	x		
	Cafeteira	x		
	Liquidificador	x		
	Baterias de celulares	x		
Linha Branca	Refrigerador	x		
	Freezer	x		
	Máquina de lavar	x		
Cabos e Fios	Cabos de rede	x		
	Cabos de conexões	x		
	Fios	x		
	Carregador de celulares	x		
	Cabos de USB	x		
Rejeito	Lâmpadas Fluorescentes			x
	Pilhas			x

Fonte: elaborado pelos autores.

As cooperativas possuem a mesma comercialização dos materiais. Em ambas é possível observar que somente dois (2) materiais da tabela não são reciclados completamente, pois possuem madeira e tecido na sua composição e não tem mercado de venda para isso, que é o caso do microfone e caixa de som. Os demais materiais são completamente aproveitados e vendidos.

As duas cooperativas apresentam a mesma problemática em relação às lâmpadas fluorescentes e pilhas. Apesar de não aceitarem, esses materiais chegam nas cooperativas misturados com os REEE ou dentro de diferentes dispositivos como controle remoto, que é o caso das pilhas. No momento do recebimento, ambas fazem uma conferência e caso encontrem pilhas ou lâmpadas fluorescentes, imediatamente são devolvidos ao gerador. Isso pode estar ligado a falta de informações para a sociedade quanto a separação desses resíduos.

A Coopertec faz controle de entrada e saída de seus materiais através de pesagem. Na entrada os materiais são separados e pesados por: linha verde, linha marrom, linha branca, linha azul, linha órfão, cabos e fios. Na saída os materiais são pesados e comercializados como: placas, plásticos de eletrônicos, plásticos comuns, sucata metálica, outros metais, papel/papelão e rejeito. Isso facilita a quantificação dos materiais comercializados comparando com o que chega na unidade de triagem.

ISSN 2446-7618

Entretanto, em relação aos rejeitos estão pilhas e lâmpadas fluorescentes que são encaminhadas para empresas de logística reversa e madeira e tecido que são descartados na coleta urbana. A figura 2 representa a entrada e saída dos REEE.

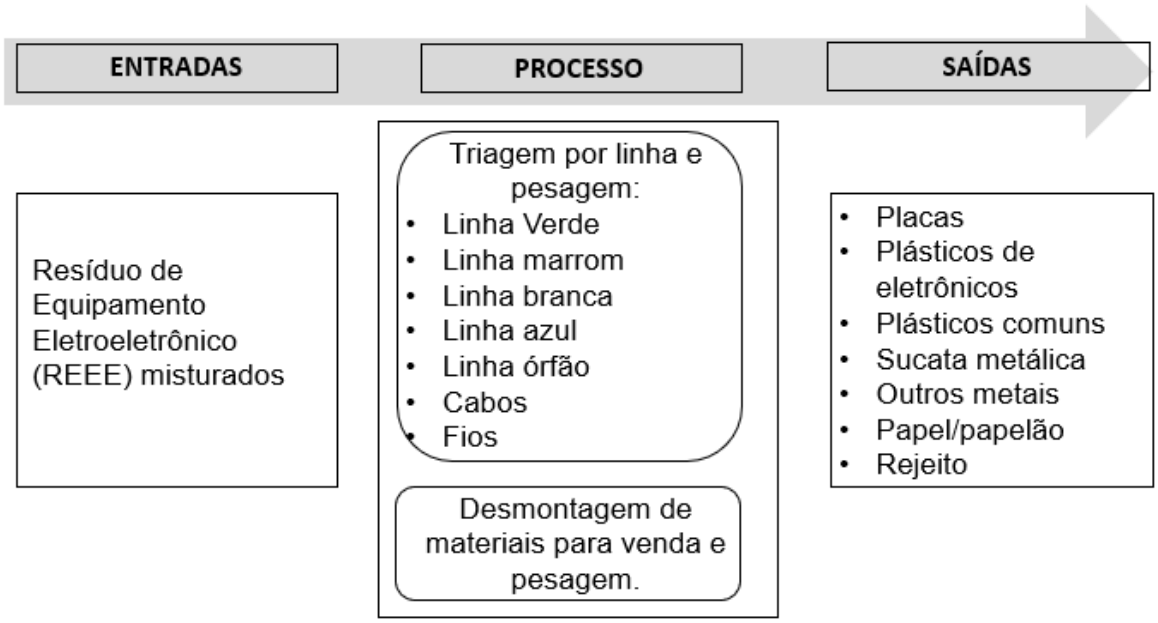


Figura 2. Entradas e Saídas Coopertec.

A Cooperativa Paulo Freire apresenta gestão diferenciada para os REEE. Nessa cooperativa, os REEE são separados para a comercialização da seguinte forma: sucata de plástico, sucata de ferro, sucata de alumínio, placas eletrônicas, fios e cobre. A cooperativa apresenta uma problemática em relação a quantififar seu aproveitamento por não fazer pesagem de entrada dos seu materiais, a cooperativa realiza a pesagem apenas dos materiais a serem comercializados. A figura 3 representa a entrada e saída dos materiais para futura comercialização.

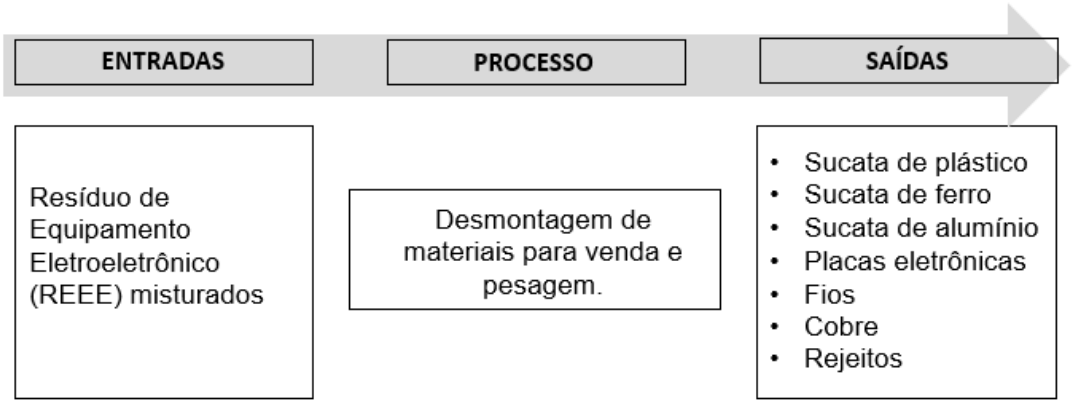


Figura 3. Entradas e Saídas Cooperativa Paulo Freire.

O questionário enviado para as cooperativas também perguntou se as cooperativas possuem contrato com o município que estão inseridas e ambas não

ISSN 2446-7618

apresentam contrato para esse serviço prestado. Segundo a PNRS[10], não cabe aos governos municipais a realização de atividades de logística reversa definidas por acordo setorial, Logo, a função das prefeituras será de monitorar a implantação e o cumprimento da legislação. Porém a PNRS prevê a relação de cooperativas com governos municipais, no qual incentiva estas parcerias para promover a inclusão social e geração de empregos, com consequente fortalecimento destas instituições.

O questionário abordou quanto a chegada dos REEE, ambas destacaram ações de recolhimento e agendamento de coleta como a forma de recebimento dos REEE, o que significa presumir que dificulta em relação ao volume mínimo que deve chegar nas cooperativas para viabilizar economicamente o processo. Além, de muitas vezes, chegar até as cooperativas os rejeitos como as pilhas e lâmpadas fluorescentes, que se dá devido à falta de informativos educacionais para a conscientização da população. O Acordo Setorial[11] prevê ações de conscientização e o aumento de pontos de coleta que virá agregar no aumento de REEE para as cooperativas comercializar.

4 CONCLUSÃO

Para as cooperativas poderem atuar no gerenciamento desse resíduo, é necessário um volume mínimo periódico que viabilize economicamente a atividade, o que tende a aumentar com a implementação das metas do Acordo Setorial de Logística Reversa de REEE. Além disso, as cooperativas devem se preparar, tanto tecnicamente, quanto em termos de recursos humanos e de infraestrutura para esse aumento previsto na demanda a elas encaminhada por conta do estabelecimento do Acordo Setorial.

Diante do levantamento, os Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) que chegam em ambas as cooperativas, a maioria apresentado na listagem, apresentam comercialização pós-triagem. Isto significa que há mercado para a comercialização desses materiais.

Porém, as cooperativas apresentam dificuldades na implementação de um sistema de logística reversa de REEE, devido a diversos motivos, como a demora do acordo setorial e limitação dos responsáveis. Entretanto, as cooperativas representam uma possibilidade de facilitar este processo no município.

Levanta-se a hipótese, que o acordo com os municípios proporcionaria além das mudanças nos processos, um local maior para a cooperativa, novos veículos para realização da coleta, ferramentas de controle para o armazenamento, divulgação ampliada das rotas realizadas nos bairros e o descarte facilitado para o consumidor.

A relação de cooperativas com governos municipais está prevista na PNRS, que incentiva estas parcerias para promover a inclusão social e geração de empregos, com consequente fortalecimento destas instituições.

Agradecimentos
Agradecemos a Cooperativa de Trabalho de Reciclagem Técnológica - COOPERTEC e a Cooperativa Socioambiental Paulo Freire, por disponibilizar essas informações.

ISSN 2446-7618

REFERÊNCIAS

1 PESSANHA, L. P. M., & MORALES, G. (2020). Consumer behavior in the disposal of Information Technology Equipment: characterization of the household flow. Gestão & Produção, 27(3), e4313. https://doi.org/10.1590/0104-530X4313-20

2 SILVA, M. B. O. (2012). Programmed obsolescence and theory of decline versus the right to development and consumption (sustainable). Veredas do Direito, 9(17), 181-196.

3 ABDI, Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos Análise de Viabilidade Técnica e Econômica, 2013. Disponível em: http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1416934886.pdf Acesso em: out/2020.

4 Li, J., Liu, L., Ren, J., Duan, H., & Zheng, L. (2012). Behavior of urban residents toward the discarding of waste electrical and electronic equipment: a case study in Baoding, China. Waste Management & Research, 30(11), 1187-1197.

5 GAO, X.; LI, Q.; QIU J. (2018). Hydrothermal modification and recycling of nonmetallic particles from waste print circuit boards. Waste Management, 74, 427.

6 FOELSTER, A. S.; ANDREW, S.; KROEGER, L.; BOHR, P.; DETTMER T.; BOEHME, S.; HERRMANN, C. (2016). Electronics recycling as an energy efficiency measure e a Life Cycle Assessment (LCA) study on refrigerator recycling in Brazil. Journal of Cleaner Production, 129, 30.

7 EL FARO, O.; CALIA, R. C.; PAVAN, V. H. G. A logística reversa do lixo tecnológico: um estudo sobre a coleta do e -lixo em uma importante universidade brasileira. Revista de Gestão Social e Ambiental - RGSA, São Paulo, v. 6, n. 3, set/dez, 2013.

8 BALDÉ, C.P., FORTI V., GRAY, V., KUEHR, R., STEGMANN, P. The Global E-waste Monitor – 2017: Quantities, Flows, and Resources. United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/ Vienna, 2017.

9 ECHEGARAY, F., & HANSSTEIN, F. V. (2017). Assessing the intention-behavior gap in electronic waste recycling: the case of Brazil. Journal of Cleaner Production, 142, 180-190.

10 BRASIL. Lei federal n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: jul/2020.

11 BRASIL. Acordo Setorial para a Implementação de Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos de uso Domésticos e seus Componentes. 10 de outubro de 2019. Disponível em: < http://consultaspublicas.mma.gov.br/eletroeletronicos/wp-content/uploads/2019/07/Consulta_PublicaEEE2030.07.2019.pdf> Acesso em: jul/2020.

12 CE100 BRASIL. Uma Economia Circular no Brasil: uma aborgadem exploratória. 2017. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/Uma-Economia-Circular-no-Brasil_ Uma-Exploracao-Inicial.pdf >. Acesso em: jul/2020.

13 DEMAJOROVIC, J., AUGUSTO, E. E. F., & SOUZA, M. T. S. (2016). Reverse logistics of WEEE in developing countries: challenges and perspectives for the Brazilian model. Ambiente & Sociedade, 19(2), 117-138.

ISSN 2446-7618

INFLUÊNCIA DO TEOR DE ÁCIDO CÍTRICO NA VISCOSIDADE E INTUMESCIMENTO DE HIDROGÉIS À BASE DE POLI (ÁLCOOL VINÍLICO)

Kieffer, V. Z.[1]
Pittol, L. C.[2]
Santana. R, M. C.[3]

[1] *Graduanda em Engenharia de Materiais, Vanessa Zimmer Kieffer, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), vanessa.kieffer@ufrgs.br.*
[2] *Mestranda em Engenharia de Materiais, Letícia Capalonga Pittol, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), leticia.pittol@ufrgs.br.*
[3] *Profª, Dra. Ruth Marlene Campomanes Santana, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), ruth.santana@ufrgs.br.*

Resumo
Hidrogéis são estruturas poliméricas altamente reticuladas e hidrofílicas que, em presença de grandes quantidades de água ou outros fluidos, podem intumescer, absorvendo-os. Estes materiais podem ser aplicados em diversos campos, desde a biomedicina à agricultura. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é determinar a influência de diferentes concentrações de ácido cítrico (AC), utilizado como agente reticulante, em hidrogéis de poli (álcool vinílico) (PVA). Os hidrogéis foram sintetizados através da adição do agente reticulante em diferentes concentrações (0,4; 1,2; 2,0; 2,8 e 3,6wt%) à solução de PVA, utilizando ácido clorídrico (HCl) como catalisador. Após a síntese, alíquotas das soluções foram separadas para o ensaio de viscosidade e o restante foi vertido em placas de poliestireno para obtenção de filmes via *casting*. Estes filmes foram submetidos à testes de intumescimento e suas massas foram monitoradas em 6 intervalos de tempo. Resultados mostraram que, para a amostra com menor teor de AC obteve-se os maiores valores de intumescimento (498%). Em contrapartida, para a amostra com maior teor de AC se obteve o menor intumescimento (122%), demonstrando que, com o aumento da concentração do AC ocorre uma diminuição no grau de intumescimento devido a sua maior reticulação. Este efeito pode ser associado aos resultados obtidos no ensaio de viscosidade, que verificou um decréscimo no perfil à medida que se aumenta o teor de agente reticulante. Isto pode ser atribuído à redução no número de ligações de hidrogênio, apresentando um menor volume hidrodinâmico.

Palavras-chave: Hidrogéis; Ácido Cítrico; PVA; Intumescimento; Viscosidade.

INFLUENCE OF THE CITRIC ACID CONTENT ON THE VISCOSITY AND INTUMESCENCE OF HYDROGELS BASED ON POLY (VINYL ALCOHOL)

Abstract
Hydrogels are highly cross-linked and hydrophilic polymeric structures that, in the presence of large amounts of water or other fluids, can swell, absorbing them. These materials can be applied in several fields, from biomedicine to agriculture. Thus, the objective of this work is to determine the influence of different concentrations of citric acid (AC), used as a crosslinking agent, in poly (vinyl alcohol) (PVA) hydrogels. The hydrogels were synthesized by adding the crosslinking agent in different

ISSN 2446-7618

concentrations (0.4; 1.2; 2.0; 2.8 and 3.6wt%) to the PVA solution, using hydrochloric acid (HCl) 1M as catalyst. After synthesis, aliquots of the solutions were separated for the viscosity test and the remaining was poured into polystyrene plates to obtain films via casting. These films were subjected to swelling tests and their masses were monitored at 6 time intervals. Results showed that, for the sample with lower content AC, the highest values of swelling were obtained (498%). In counterpart, for the sample with higher content AC, the least swelling was obtained (122%), demonstrating that, with the increase in the concentration of AC, there is a decrease in the degree of swelling due to its greater cross-linking. This fact can be associated with the results obtained in the viscosity test, which verified a decrease in the profile as the crosslinking agent content increases. This can be attributed to the reduction in the number of hydrogen bonds, presenting a smaller hydrodynamic volume.

Key words: Hydrogels; Citric acid; PVA; Swelling; Viscosity.

1 INTRODUÇÃO

Hidrogéis são materiais poliméricos que, através de ligações cruzadas, formam uma rede tridimensional hidrofílica de cadeias poliméricas. Estes materiais possuem como característica principal a capacidade de absorver e reter água em sua estrutura, sem ocorrer a dissolução do mesmo.(1) Estes polímeros são capazes de reter entre 20-100% de água em relação ao peso total. A absorção e a difusão de solutos através da rede polimérica do hidrogel é determinada pelo intumescimento apresentado pelo mesmo.(2)

O mecanismo de absorção de água pelo hidrogel seco começa com a hidratação dos grupos polares e hidrofílicos. Quando os grupos polares são hidratados, a rede se expande e expõem os grupos hidrofóbicos, que também podem interagir, através de forças de Van der Waals, com as moléculas de água. Após os sítios hidrofílicos e hidrofóbicos interagirem com as moléculas de água, a rede polimérica absorve uma quantidade de água adicional devido a uma força osmótica realizada pela rede em direção à diluição infinita. Esta expansão adicional é limitada pelas ligações cruzadas covalentes, levando assim a uma força de retenção elástica na cadeia. Com isso, o hidrogel atingirá o equilíbrio de expansão.(3)

O poli (álcool vinílico) (PVA) é uma resina sintética e solúvel em água, amplamente utilizada em todo o mundo. Entretanto, pelo baixo teor de reticulação, suas propriedades mecânicas não são elevadas. Dessa forma, a criação de ligações covalentes entre as cadeias de PVA se faz imprescindível para melhorar a estabilidade dos filmes. A adição de ácido cítrico ao PVA envolve ataque nucleofílico nas moléculas do polímero, provocando a formação de ligações covalentes adicionais, e essa reação pode ser acelerada com o emprego de um catalisador ácido.(4)

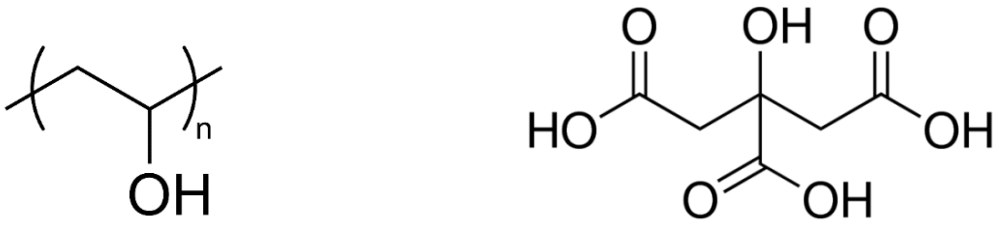
Para este trabalho foram produzidos hidrogéis à base de PVA e diferentes teores de ácido cítrico (AC), utilizado como agente reticulante, com o objetivo de avaliar a influência do nível de reticulação no grau de intumescimento correlacionando com as viscosidades das soluções de hidrogéis antes da obtenção dos filmes.

ISSN 2446-7618

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 MATERIAIS

Para a produção dos filmes de hidrogéis via *casting*, foram utilizados poli (álcool vinílico) (PVA) com grau de hidrólise 87-89%mol e massa molar de 104500 g/mol e ácido cítrico anidro (AC) com massa molar de 192,12 g/mol, ambos fornecidos pela NEON Comercial, solução de ácido clorídrico 1M e água deionizada. Para os ensaios de intumescimento foi utilizada água deionizada em temperatura ambiente. Na Figura 1 são mostradas as estruturas químicas do mero repetitivo do PVA e do AC.



(a) (b)

Figura 1. Estrutura Molecular do: (a) Poli (álcool vinílico); (b) Ácido cítrico anidro.

2.2 MÉTODOS

2.2.1 SÍNTESE DOS HIDROGÉIS DE PVA

Primeiramente, foi preparada a solução de PVA pela dissolução do polímero em água deionizada, conforme apresentado esquematicamente na Figura 2. Para o preparo sob agitação magnética, o PVA foi adicionado lentamente em um Erlenmeyer contendo água deionizada, à temperatura ambiente. Após a dispersão completa do polímero, o sistema foi levado ao aquecimento, utilizando uma chapa IKA C – MAG HS7, sendo mantida à 85 ± 5ºC sob agitação constante até dissolução completa do PVA. Depois de resfriada, foi adicionada água deionizada na solução para realizar a compensação do solvente evaporado.

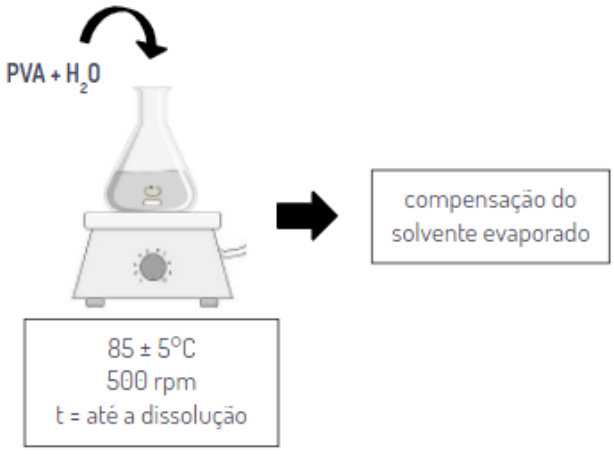


Figura 2. Representação esquemática do preparo da solução de PVA.

ISSN 2446-7618

Posteriormente, os filmes de hidrogéis foram preparados incorporando-se diferentes teores de AC previamente dissolvidos em água deionizada à solução de PVA, sob aquecimento e agitação constantes, utilizando uma chapa IKA C – MAG HS7. Quando atingida a temperatura de 85 ± 5ºC, foi adicionado o catalisador (1 mL HCl 1M para cada 50g de solução) e a síntese mantida por 20 minutos. Alíquotas das soluções foram retiradas para os ensaios de viscosidade e o restante vertido em placas de Petri de poliestireno (PS) para a obtenção dos filmes via *casting,* com secagem em estufa, à 60 ± 5ºC por 16h, conforme apresentado esquematicamente na Figura 3.

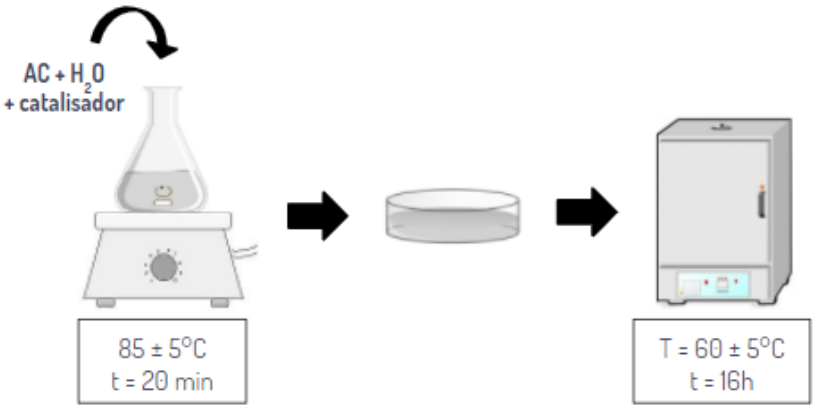


Figura 3. Representação esquemática do preparo das soluções de PVA + ácido cítrico para a obtenção de filmes de hidrogel.

A Tabela 1 apresenta as formulações preparadas com teores do ácido cítrico em porcentagem mássica (wt%) e do agente catalisador, HCl, em volume (mL).

Tabela 1. Formulações das amostras com variados teores de ácido cítrico anidro.

Amostras	PVA (wt%)	H_2O (wt%)	Ácido Cítrico (wt%)	HCl 1M (mL/50g de solução)
PVA puro	80	20,0	-	-
AC0.4	80	19,6	0,4	1
AC1.2	80	18,8	1,2	1
AC2.0	80	18,0	2,0	1
AC2.8	80	17,2	2,8	1
AC3.6	80	16,4	3,6	1

Após formados, os filmes foram lavados com água deionizada para a remoção de ácidos remanescentes na superfície, secos por mais 1 hora na estufa, à 60 ± 5ºC, e posteriormente acondicionados em dessecadores.

2.2.2 CARACTERIZAÇÃO DOS HIDROGÉIS

A viscosidade das soluções foi avaliada utilizando um viscosímetro Brookfield HB, modelo DV-II, com 4 rotações (10, 20, 50 e 100 RPM) com Spindle S51. Para realizar o ensaio, pequenas alíquotas retiradas das soluções dos hidrogéis foram colocadas no cone de análise do equipamento (Spindle S51). O viscosímetro foi mantido em repouso, por 10 minutos antes da análise para estabilizar a temperatura à 25 ± 1ºC. Em seguida, foi selecionado o elemento rotacional mais adequado à

ISSN 2446-7618

faixa de viscosidade da solução e realizada a leitura na escala correspondente para cada uma das 6 formulações de solução (solução de PVA, AC0.4, AC1.2, AC2.0, AC2.8 e AC3.6).

Para realizar o ensaio de intumescimento, após o processo de *casting* cinco corpos de prova foram obtidos dos filmes de cada formulação, aproximadamente nas dimensões de 1,5 x 1,5 cm, e submersas em água deionizada. As variações de massa foram monitoradas em intervalos de 0,5, 1, 2, 4, 6 e 24 horas. O grau de intumescimento (%GI) de cada amostra foi calculado utilizando a Equação 1.

$$\%\ Intumescimento = \left(\frac{mf - mi}{mi}\right) * 100$$

Equação 1. Equação para cálculo do grau de intumescimento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 VISCOSIDADE DAS SOLUÇÕES

A viscosidade é uma medida da resistência do fluido escoar sob à tensão de cisalhamento aplicada, ou seja, é a resistência que o fluido impõe ao seu próprio movimento. A fluidez de uma solução polimérica é afetada por qualquer condição que controle as dimensões das cadeias poliméricas, como a massa molar, a rigidez das cadeias, a concentração, a temperatura, a interação entre o polímero e o solvente, entre outros. (5)

Os valores de torque e de viscosidade das soluções, analisados em 4 velocidades, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores obtidos no ensaio de viscosidade tipo Brookfield HB.

ω (RPM)	PVA		AC0.4		AC1.2		AC2.0		AC2.8		AC3.6	
	% T	cP	% T	cP	% T	cP	% T	cP	% T	cP	% T	cP
10	40,6	16630	10,0	4096	7,3	2990	7,1	2908	-1,8	--	-4,8	--
20	42,0	8602	19,7	4035	14,3	2929	8,6	1761	-0,8	--	-4,6	--
50	48,9	4006	20,4	1671	20,1	1647	19,2	1573	0,2	16,4	-1,3	--
100	53,6	2195	22,5	921,6	21,8	892,9	21,2	868,4	1,7	86	-1,0	--

ω: velocidade angular
%T: Torque
cP: centiPoise (viscosidade)

Pode-se verificar que os maiores valores de viscosidade foram encontrados na solução de PVA puro para as diferentes velocidades testadas. Para as soluções de hidrogéis com diferentes teores de ácido cítrico, houve um decréscimo no percentual do torque à medida que o teor de ácido aumentou. A partir dos dados, foi gerado um perfil de viscosidade das soluções, apresentado na Figura 4.

ISSN 2446-7618

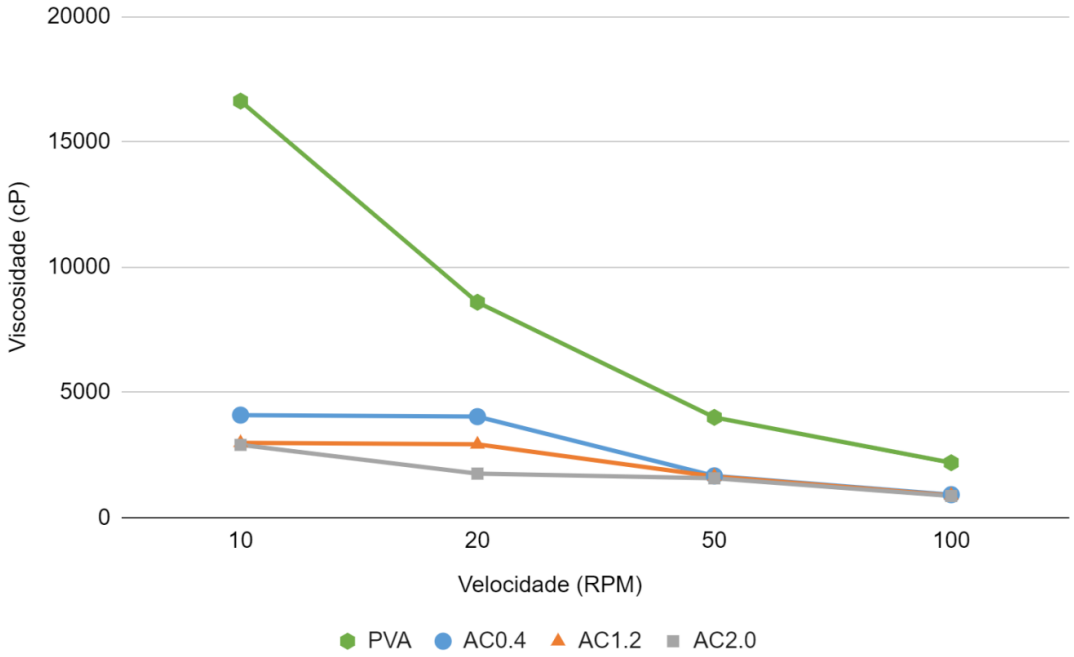


Figura 4. Perfil de viscosidade da solução de PVA e de soluções de hidrogéis com diferentes teores de ácido cítrico.

Estes resultados estão de acordo com estudos de propriedades reológicas de uma série de soluções aquosas de PVA[6], onde foi relatado que a viscosidade das soluções de PVA está diretamente relacionada com as ligações de hidrogênio entre as cadeias do polímero e as moléculas de água e das ligações de hidrogênio inter e intra cadeias, formadas entre os grupos hidroxilas das moléculas de PVA.

Já o decréscimo no perfil de viscosidade (Figura 4), à medida que se aumenta o teor de ácido cítrico à solução de PVA, pode ser atribuído à redução no número de ligações de hidrogênio inter e intra moleculares, resultando em um menor volume hidrodinâmico na amostra com maior teor de agente reticulante. Cabe ressaltar que a baixas velocidades (baixas taxas de cisalhamento) a diferença de viscosidade entre a solução de PVA e os hidrogéis é maior, porém a altas velocidades essa diferença diminui, influenciada pelo alto cisalhamento.

O ensaio foi realizado utilizando um viscosímetro Brookfield HB, com Spindle S51. No entanto, é importante ressaltar que o equipamento poderia ser substituído por um Brookfield LV. Pois, este é mais indicado para ensaios em materiais de baixa viscosidade, podendo medir materiais mais finos. Outro fator que pode ter gerados erros experimentais, é o fato do Spindle utilizado não servir especificamente para a medição dessas amostras (torque < 10%).

3.2 GRAU DE INTUMESCIMENTO

O intumescimento dos hidrogéis em água é justificado pela presença dos grupos hidrofílicos, que apresentam elevada capacidade de reter as moléculas de água devido às ligações de hidrogênio entre as redes tridimensionais.[7]

A Figura 5 apresenta as curvas de intumescimento das amostras, obtidas através do cálculo de grau de intumescimento.

ISSN 2446-7618

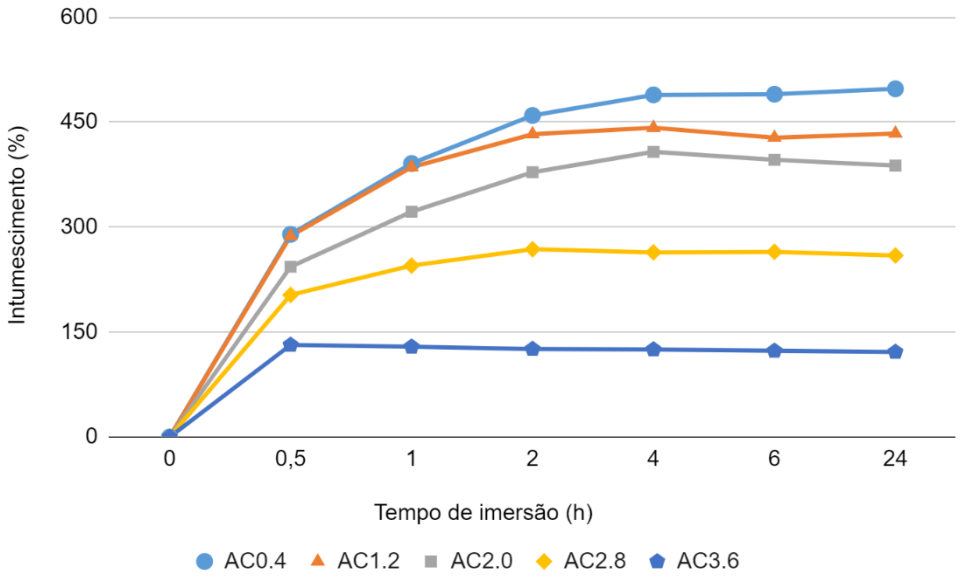


Figura 5. Curvas de intumescimento de filmes de hidrogéis com diferentes teores de ácido cítrico.

Pode-se observar que, na primeira 0,5h o grau de intumescimento de todas formulações foi crescente e praticamente linear, passando a incrementos menores ao passar do tempo. É importante ressaltar que à medida que se aumenta o teor de ácido, a inclinação da reta é menor. Indicando que a cinética de intumescimento é mais lenta com o passar do tempo, devido a restrição das ligações cruzadas para a passagem das moléculas de água.

Verifica-se também, que as amostras com teores de AC de 0,4; 1,2 e 2% atingiram um patamar em 4h, a amostra AC2.8 atingiu seu patamar em aproximadamente 2h, e a amostra e AC3.6 em 0,5h, sugerindo que atingiram seu máximo de absorção de água. Isso deve-se ao fato dos polímeros hidrogéis possuírem reticulações, resultando em uma resposta elástica compressiva, que entra em equilíbrio quando se alcança o intumescimento máximo.[8]

Conforme o aumento no teor de agente reticulante, menor foi o intumescimento, demonstrando que o aumento na reticulação da rede diminui o espaço para retenção de fluidos. De acordo com a literatura, isto ocorre devido à formação de uma estrutura tridimensional mais fechada e rígida, conforme aumenta o número de ligações cruzadas.[9]

As amostras de PVA puro dissolveram-se completamente após 1 hora de imersão, o que já era esperado por seu caráter hidrofílico e solúvel em água. Deste modo, confirma-se a importância da reticulação do PVA para sua estabilidade e aumento da gama de aplicações.

Após o ensaio foi realizado uma comparação da área inicial das amostras ainda secas (1,5 x 1,5 cm) e após 0,5, 2 e 24 horas de imersão em água. O resultado pode ser observado na Figura 6.

ISSN 2446-7618

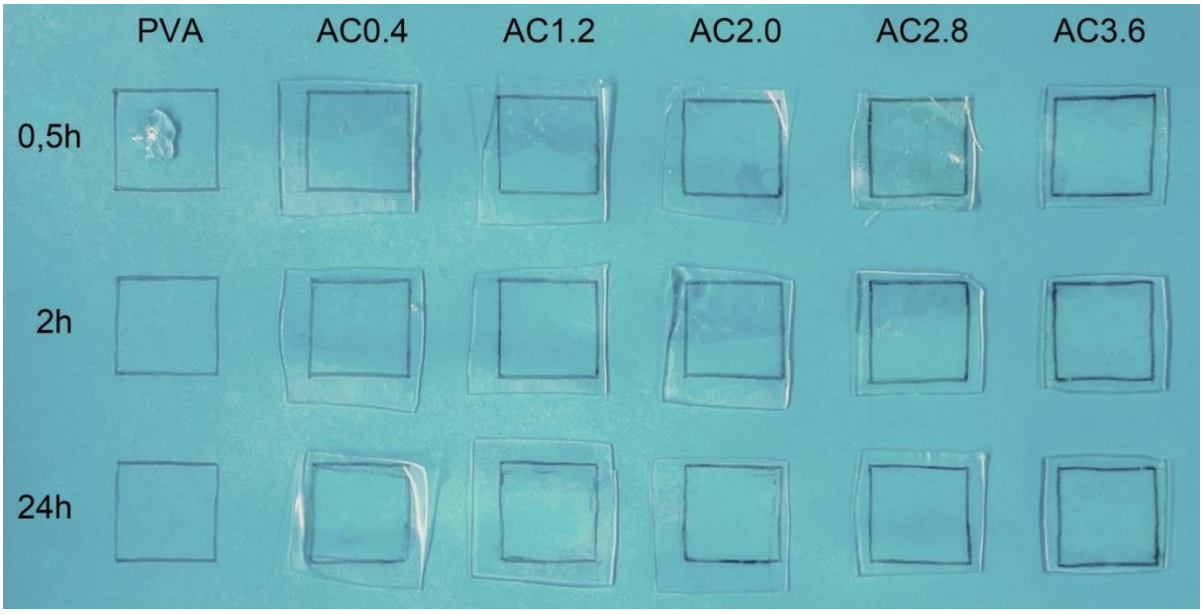


Figura 6. Expansão da área superficial de hidrogéis com diferentes teores de ácido cítrico após intumescimento.

Fica nítido que houve uma maior expansão na área superficial da amostra com menor teor de ácido cítrico, em comparação às demais formulações, confirmando os resultados obtidos através da Equação 1. Outro fator interessante é que entre o intervalo de 2 a 24h, as amostras apresentam pouca variação na área superficial, sugerindo assim que, depois de um determinado tempo, os filmes de hidrogel atingem estabilidade de absorção de água.

4 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo mostraram que é possível obter filmes homogêneos e flexíveis via *casting* de hidrogéis através de soluções de PVA com ácido cítrico como agente reticulante. A influência do aumento do teor de ácido cítrico no grau de reticulação no PVA foi verificada indiretamente pelas mudanças drásticas nas viscosidades das soluções dos hidrogéis assim como no grau de intumescimento dos filmes. O filme com menor teor de AC atingiu 489% de intumescimento em 4 horas, tendo variações não expressivas no decorrer do ensaio, sugerindo ser este seu limite de absorção de fluidos. Já a amostra com o maior teor, atingiu 131% de intumescimento na primeira 0,5h de ensaio, sendo este seu máximo. Através desta análise, sugere-se que maiores teores de AC fornecem maior grau de reticulação.
Através das análises realizadas neste trabalho, pode-se inferir que o ácido cítrico é um agente eficaz para reticulação do PVA, pois as amostras obtidas se mostraram fisicamente estáveis, alterando a característica de solubilidade da matriz do polímero à água.

Agradecimentos

Agradecemos ao Programa de Iniciação Científica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (BIC/UFRGS) e ao Laboratório de Materiais Poliméricos (LAPOL), por todo o apoio à elaboração desta pesquisa.

ISSN 2446-7618

REFERÊNCIAS

1 AMINABHAVI, T. M.; VIJAYA KUMAR NAIDU, B.; SUBHA, M. C. S.; SAIRAM, M.; KRISHNA RAO, V. S. K. Novel chitosan-based pH-sensitive interpenetrating network microgels for the controlled release of cefadroxil. Carbohydrate Polymers, 66, (2006), 333-344.

2 BLANCO, M. D.; REGO, J. M.; HUGLIN, M. B. Drug release with simultaneous dimensional changes from a new copolymeric hydrogel. Polymer, 35, 16, (1994), 3487-3491.

3 ROSIAK, J. M.; YOSHII, F. Hydrogels and their medical applications. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, 151, (1999), 56-64.

4 OLIVEIRA, M. J. A.; ALMEIDA, M. F.; AMATO, V. S.; PARRA, D. F.; LUGÃO, A. B. Obtenção e caracterização de membranas de hidrogéis de PVAL/PVP/Ácido Cítrico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS, 10, 2009, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu-PR, outubro 2009.

5 SONG, S. I.; KIM, B. C. Characteristic rheological features of PVA solutions in water-containing solvents with different hydration states, 45, (2004), 2381-2386.

6 BRISCOE, B.; LUCKHAM, P.; ZHU, S. The effects of hydrogen bonding upon the viscosity of aqueous poly(vinyl alcohol) solutions. Polymer, 41, (2000), 3851-3860.

7 POURJAVADI, A.; MAHDAVINI, G. R.; HOSSEINZADEH, H.; ZOHURIAAN, M. J.; Modified chitosan 4. Superabsorbent hydrogels from poly(acrylic acid-co-acrylamide) grafted chitosan with salt-and pH-responsiveness properties. European Polymer Journal, 40, (2004), 1399-1407.

8 SEEFELDT, A. T. Síntese e Caracterização de Hidrogéis Híbrido Termo e pH Sensíveis, baseados em Acrilamida, APMA e NIPAM. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Materiais) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

9 GINANI, M. F.; NAVARRO, M. V.; NASCIMENTO, E. G. do; OLIVEIRA, U. O. B. Estudo da influência da natureza de reticulantes e aditivos orgânicos sobre o comportamento de géis de quitosana. Quím. Nova, São Paulo, 22, 6, (1999), 801-804.

ISSN 2446-7618

DETERMINAÇÃO DIRETA DE ARGILA EM SOLOS UTILIZANDO ANÁLISE DE IMAGENS DIGITAIS

Tadday, J. F.[1]
Hermes, T.[2]
Brandt, P. N.[3]
Cruz, G. M.[4]
Christmann, I. F.[5]
Soares, J.[6]
Teichmann, A.[7]
Helfer, G. A.[8]
Costa, A. B. [9]

[1] *IC, João F. Tadday, Universidade de Santa Cruz do Sul, jftadday@mx2.unisc.br.*
[2] *IC, Thauana Hermes, Universidade de Santa Cruz do Sul, thauanahermes@hotmail.com*
[3] *IC, Patrícia N. Brandt, Universidade de Santa Cruz do Sul, patricianb@mx2.unisc.br*
[4] *IC, Gabrielly M. Cruz, Universidade de Santa Cruz do Sul, gabriellycruz@mx2.unisc.br*
[5] *Ms., Ismael F. Christmann, Universidade de Santa Cruz do Sul, ichristmann@mx2.unisc.br*
[6] *Ms., Jocelene Soares, Universidade de Santa Cruz do Sul, jocelenesoares@unisc.br*
[7] *Dr., Aline Teichmann, Universidade de Santa Cruz do Sul, alinet@mx2.unisc.br*
[8] *Ms., Gilson Augusto Helfer, Universidade de Santa Cruz do Sul, ghelfer@unisc.br*
[9] *Dr., Adilson Ben da Costa, Universidade de Santa Cruz do Sul, adilson@unisc.br*

Resumo

O objetivo do trabalho foi desenvolver um método analítico para a determinação direta de argila em amostras de solo, utilizando imagens digitais adquiridas através de uma câmera endoscópica conectada a um *smartphone*. Para isso, o aplicativo PhotoMetrix UVC foi utilizado para a análise de 49 amostras de solo, previamente secas e moídas, fornecidas pela Central Analítica da Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC com valores de argila entre 7 e 80% m/m. Utilizando um método de aprendizado de máquina chamado mínimos quadrados parciais (PLS), foram correlacionados os valores de argila com 768 variáveis do histograma de cores. Os resultados obtidos indicaram um R^2cal de 0,9317, com erro de calibração (RMSEC) de 4,8% m/m e erro de validação cruzada de 15,5% m/m, utilizando 8 fatores. O modelo desenvolvido apresentou resultados promissores, visando o desenvolvimento de uma metodologia analítica, para a determinação de argila em amostras de solo, sem a utilização de reagentes e consequentemente livre da geração de resíduos. Contudo há necessidade ainda de um aprimoramento dos modelos de calibração para a minimização de erros de previsão.

Palavras-chave: Argila; Imagens digitais; PhotoMetrix.

DETERMINATION OF CLAY CONTENT IN SOIL USING DIGITAL IMAGES

Abstract

ISSN 2446-7618

The main purpose of this work was to develop an analytical method for the direct determination of clay in soil samples, using digital images acquired by an endoscopic camera connected to a smartphone. Thus, the PhotoMetrix UVC application was applied for the analysis of 49 previously dried and ground soil samples provided by the Central Analytical University of Santa Cruz do Sul - UNISC with clay values between 7 and 80% m/m. Using a machine learning method called partial least squares (PLS), clay values were correlated with 768 color histogram variables. The results obtained indicated an R^2cal of 0.9317, with a calibration error (RMSEC) of 4.8% m/m and cross validation error of 15.5% m/m, using 8 factors. The developed model presented promising results, aiming the development of an analytical methodology, for the determination of clay in soil samples, without the use of reagents and consequently free from the waste generation. However, there is still a need to improve the calibration models to minimize forecast errors.

Key words: Clay; Digital images; PhotoMetrix.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de tecnologias de precisão na agricultura tem se mostrado uma excelente estratégia para o aumento da produtividade, permitindo o uso racional de insumos e reduzindo os impactos ambientais causados pelas práticas agrícolas. Atualmente, os insumos são aplicados de forma variável, visando atender às necessidades específicas de cada local, otimizando assim o processo de produção. Contudo, é indispensável a caracterização da variabilidade espacial dos atributos químicos e físicos do solo por meio de uma amostragem representativa de tais variações.

Considerando a importância do serviço de análise de solos nesta cadeia produtiva, é fundamental que os laboratórios consigam atender esta demanda, com qualidade e rapidez, de forma que a informação produzida possa ser utilizada de imediato pelo produtor, e que estes resultados representem corretamente a situação atual da área em estudo. Assim, cabe aos laboratórios acompanharem esta evolução, aprimorando continuamente as metodologias analíticas utilizadas.

De fato, as tecnologias utilizadas na análise de solos têm evoluído significativamente nos últimos anos. Há pouco mais de cinco anos atrás, a maioria dos laboratórios utilizavam, exclusivamente, espectrômetros de absorção atômica, instrumentos que permitiam a determinação de um elemento químico por vez. Atualmente, a utilização de espectrômetro óptico de emissão atômica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES) permite a determinação simultânea de macro e micronutrientes, tais como fósforo, potássio, sódio, cálcio, magnésio, enxofre, cobre, ferro, manganês, zinco, boro e molibdênio.

Apesar disto, nas determinações de argila, um parâmetro essencial para o diagnóstico de fertilidade do solo, ainda é utilizada uma metodologia clássica. Esta, dispende muito tempo de análise, e apresenta elevado consumo de reagentes, mão de obra e, energia, liberando quantidades expressivas de resíduos químicos perigosos de oneroso tratamento.

Na determinação de argila, o tempo de análise é da ordem de 21 horas, para um lote de até 1.000 amostras (desconsiderando o tempo de secagem e cominuição das amostras). Além disto, essa capacidade analítica só é possível em grandes

ISSN 2446-7618

laboratórios, com níveis elevados de mecanização/automação de processos e de recursos humanos. Para lotes menores, não há uma redução significativa no tempo de análise. Para cada amostra de solo, são utilizados 15 mL de solução de Hidróxido de sódio 0,6 mol L^{-1} (DONAGEMA et al., 2011; TEDESCO et al., 1995).

Tão importante quanto os custos com reagentes e energia, são os custos tangíveis e intangíveis associados ao gerenciamento dos resíduos gerados, que dada a periculosidade devem ser dispostos em aterros de Classe I (CONAMA, 1996), constituindo um preocupante passivo ambiental.

Assim, o desenvolvimento de novas metodologias analíticas para a determinação de argila, de forma mais rápida, com menor custo, e com menor geração de resíduos, é estratégico para garantir o atendimento à demanda atual e futura de forma sustentável, compatível com as demandas do setor agrícola e sem comprometer a qualidade ambiental.

Desta forma, o objetivo principal deste estudo foi avaliar a utilização do aplicativo PhotoMetrix UVC (Costa et al., 2020) na determinação direta de argila em amostras de solo, utilizando imagens digitais associadas com modelos multivariados de calibração.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Origem e preparo das amostras

Para o desenvolvimento desta metodologia analítica, foi utilizado um conjunto de 47 amostras, fornecidas pela Central Analítica da UNISC.

As amostras de solo foram acondicionadas em caixas de papelão de 300 cm^3 agrupadas em bandejas e, secas em estufa modelo MA 037 (Marconi) com circulação de ar, por um período de no mínimo 24 horas, a uma temperatura de 45 a 60 ºC. Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho de martelo, modelo N1040 (Marconi), com peneira de 2 mm e, armazenadas (novamente) nas respectivas caixas de papelão (DONAGEMA et al., 2011; TEDESCO et al., 1995).

Determinação de argila pelo método referência

A determinação de argila foi fundamentada na sedimentação das partículas que compõem o solo e, após a adição de um dispersante químico, a determinação da densidade da suspensão que corresponderá à concentração total de argila (DONAGEMA et al., 2011; TEDESCO et al., 1995).

Neste procedimento, 10 mL de amostra foram transferidos para frascos de vidro com tampa de polietileno, nos quais foi adicionado 15 mL de solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,16 mol L^{-1} e 50 mL de água deionizada. Os frascos serão agitados em agitador horizontal por 6 horas, no mínimo, com 100 a 120 oscilações por minuto. A concentração de argila será determinada em função da densidade da solução da amostra ($d_{amostra}$) e a de uma amostra de branco (d_{branco}), conforme a equação abaixo:

$$\textbf{Argila (\%)} = (d_{amostra} + d_{branco}) \times 20$$

ISSN 2446-7618

Importante destacar que todos os resíduos gerados nesta etapa do projeto, serão segregados, identificados e encaminhados para a Central de Resíduos da UNISC, conforme orientações deste setor.

Aquisição das imagens digitais

As imagens foram adquiridas diretamente pelo aplicativo PhotoMetrix UVC (Costa et al., 2020), instalado em um *smartphone* Motorola (Moto G5 plus, sistema Androide 8.1, 2 Gb) conectado a uma câmera endoscópica (*SmartCam, model Intelligent Endoscope*, 7 mm, CMOS, 640 x 480 pixels) (Figure 1).

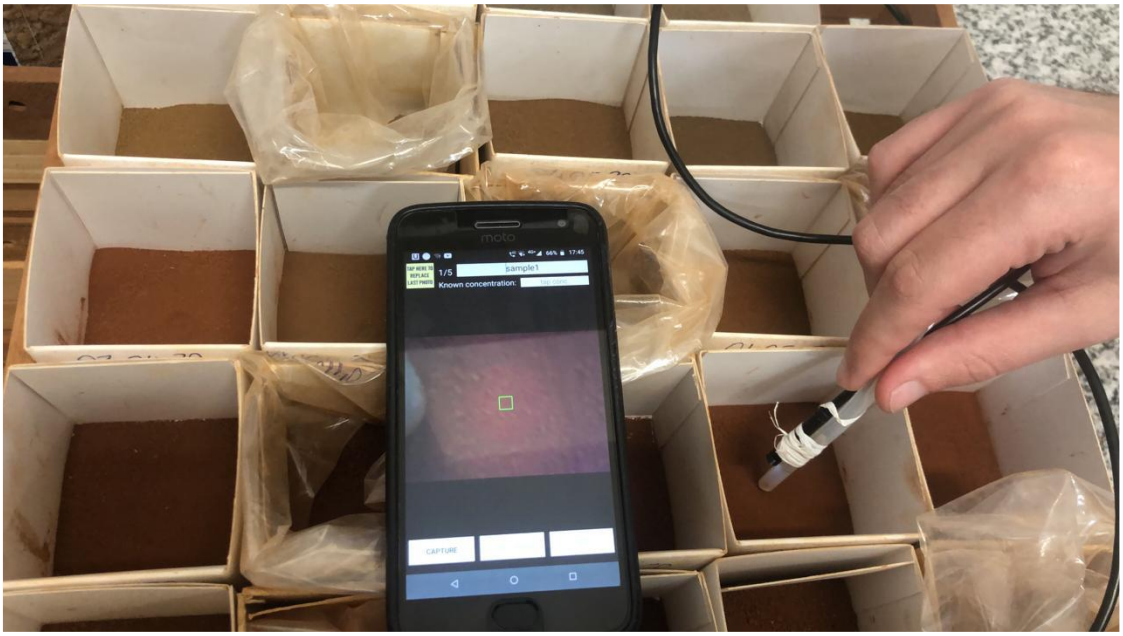


Figura 1. Ilustração do procedimento de aquisição de imagens digitais utilizando o aplicativo PhotoMetrix UVC.

A região de interesse (ROI, *region of interest*), foi de 64 x 64 pixels, e os modelos de calibração multivariada por regressão por mínimos quadrados parciais (PLS, *partial least square*) foram desenvolvidos utilizando o histograma de cores RGB, com os dados centrados na média.

Para assegurar que as imagens fossem adquiridas na mesma distância, um tubo de silicone de 20 mm foi fixado na extremidade da câmera para auxiliar a aquisição das imagens.

O processamento das imagens foi desenvolvido diretamente no ambiente de análises do PhotoMetrix UVC, e também, com o *software* ChemoStat V2 (Costa e Helfer, 2017).

O melhor modelo de predição foi selecionado em função dos menores valores de raiz quadrada do erro médio de validação cruzada (RMSECV, do inglês *root mean square error of cross validation*), bem como, da raiz quadrada do erro médio de calibração (RMSEC, do inglês *root mean square error of calibration*) e do coeficiente de determinação de cada modelo (R^2cal).

ISSN 2446-7618

Para a comparação dos resultados obtidos pela metodologia proposta com os apresentados pela metodologia de referência, foi aplicado o teste t pareado de *Students,* utilizando o software InStat ® (GraphPad Software, Versão 3.00, 32 bits).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As 49 amostras de solo analisadas apresentaram uma concentração de argila entre 7 e 80 % m/m, apresentando uma distribuição normal (P > 0.10) comparado com a média (49,7% m/m).

A Figura 2 exemplifica as características das imagens adquiridas em relação aos valores de concentração de argila, determinados pelo método de referência.

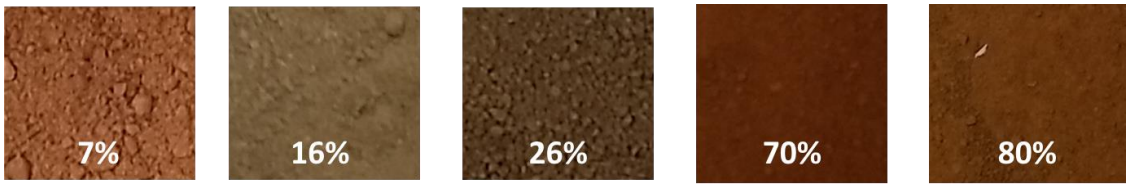


Figura 2. Exemplo das imagens de solo adquiridas em função da concentração de argila (%, m/m).

A Figura 3 apresenta a influência do número de fatores selecionados nos modelos desenvolvidos, sobre os valores de erro (RMSEC e RMSECV), e do mesmo modo, sobre os valores de coeficiente de determinação.

Como pode ser observado, os valores de RMSEC reduzem significativamente à medida que um maior número de fatores é selecionado para o desenvolvimento dos modelos. Contudo, não há uma redução significativa dos valores de RMSECV. Assim, para minimizar problemas de sobreajuste do modelo, e obter um modelo com melhor coeficiente de determinação, foi selecionado o modelo desenvolvido com 8 fatores.

Desta forma, o modelo selecionado apresentou valores de R^2cal de 0,9317, RMSEC de 4,8 % m/m, e RMSECV de 15,5% m/m, como pode ser observado na Figura 4.

ISSN 2446-7618

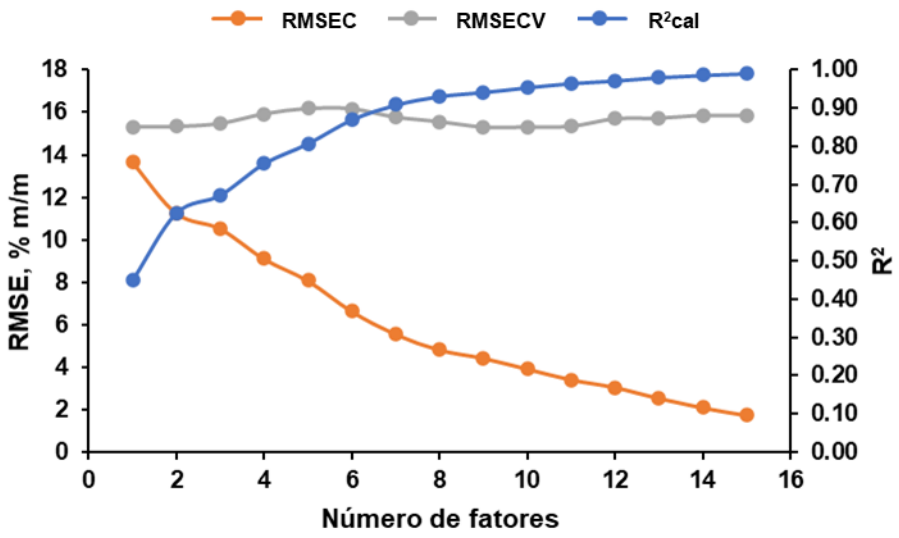


Figura 3. Correlação entre o número de fatores dos modelos e os valores de RMSEC, RMSECV e R^2cal.

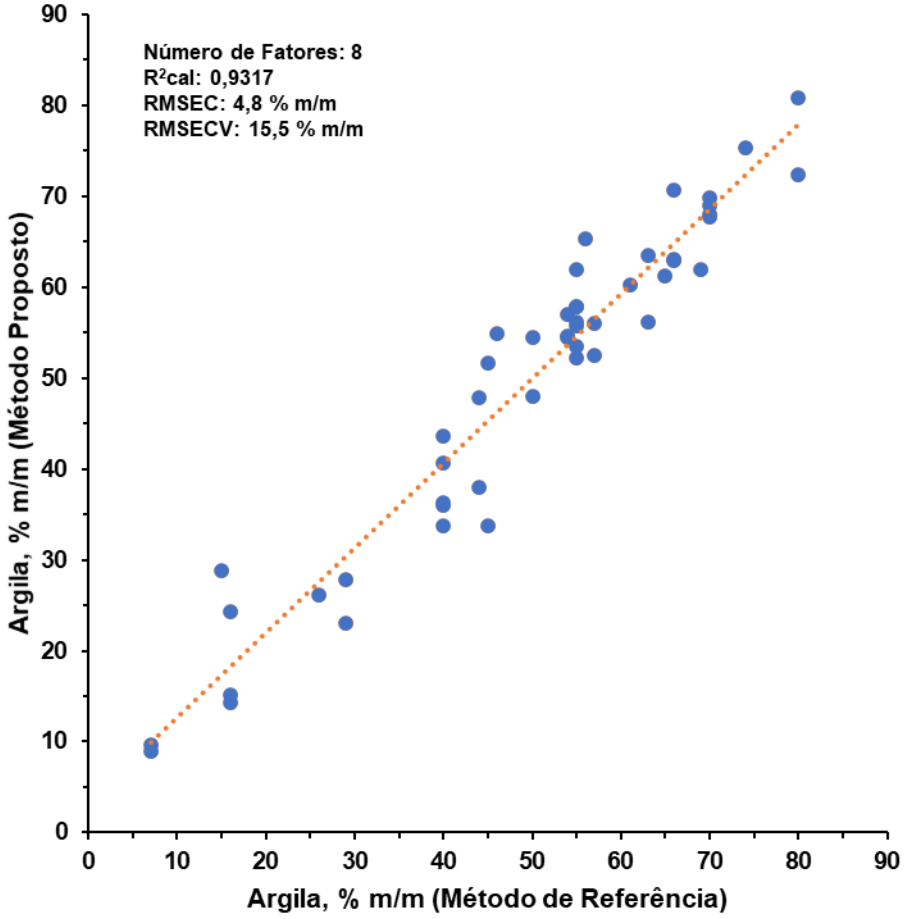


Figura 4. Correlação entre os valores de argila medidos pelo método de referência e previstos pela metodologia proposta neste este estudo.

ISSN 2446-7618

Não foram identificadas diferenças significativas entre os resultados obtidos pelo modelo proposto e os apresentados pela metodologia de referência (p>0,05).

O modelo de predição desenvolvido apresentou resultados promissores, visando o desenvolvimento de uma metodologia analítica, para a determinação de argila em amostras de solo, sem a utilização de reagentes e livre da geração de resíduos. Além disto, a metodologia proposta está em consonância com outros princípios da química analítica verde (Galuszka et al., 2013), permitindo a determinação direta de argila em amostras de solo, utilizando uma mínima quantidade de amostra, permitindo determinações *in situ* e menor uso de energia.

Contudo, os valores ainda elevados de RMSECV (15,5 % m/m) revelam a necessidade de continuidade nestes estudos com o propósito de melhorar o modelo de predição, tornando mais robusto e aplicável a solos de diferentes características.

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos na utilização de imagens digitais adquiridas por dispositivos móveis para a determinação de argila em amostra de solo foram promissores. Contudo há necessidade de um aprimoramento dos modelos de calibração para a minimização de erros de previsão. Neste sentido, a implantação de outras ferramentas matemáticas de pré-processamento das imagens adquiridas, tais como, a correção de sinal ortogonal (OSC, *orthogonal signal correction*) e a geração de imagens médias e mediadas da superfície do solo são hipóteses que vem a ser consideradas para melhorar a capacidade preditiva dos modelos.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a CAPES, CNPq, FAPERGS e a Central Analítica da UNISC pelo apoio recebido no desenvolvimento deste estudo.

REFERÊNCIAS

1 CONAMA, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE -. Resolução CONAMA nº 23. Disponível em < http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=222>. Acesso em: 26/10/2020.

2 Costa, A. B. d. & Helfer, G. A. Chemostat V2. Ed. I. -I. N. d. P. Industrial. Brasil, 2017.

3 Costa, A. B. d. Helfer, G. A. Barbosa, J. L. V. Teixeira, I. D. Santos, R. O. Santos, R. B. Voss, M. Schlessner, S. K. Barin, J. K. PhotoMetrix UVC: A New Smartphone-Based Device for Digital Image Colorimetric Analysis Using PLS Regression, Jornal of the Brazilian Chemical Society, 2020. Vol. 00, nº 00, p. 1-9.

4 DONAGEMA, GUILHERME KANGUSSÚ et al. Manual de métodos de análise de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: 2011. 230

5 Galuszka, A. Zdzislaw, M. Jacek, N. The 12 principles of green analytical chemistry and the SIGNIFICANCE mnemonic of green analytical practices, 2013. Vol. 50, p. 78-84.

6 TEDESCO, MARINO JOSÉ et al. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174

ISSN 2446-7618

EFEITO DA VELOCIDADE DO VENTO NA ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Haeberle, F.[1]
Dias, J. B. [2]
Abe. C. F.[3]

[1] *Eng. Fernanda Haeberle, UNISINOS, fernandahaeberle@gmail.com.*
[2] *Prof. Dr., João Batista Dias, UNISINOS, joaobd@unisinos.br.*
[3] *Me. Eng. Caio Felippe Abe, UNISINOS, abe.caio@gmail.com.*

Resumo
As estimativas de produção de energia elétrica de sistemas fotovoltaicos (FV), de todos os portes energéticos, são geralmente fundamentadas em modelos matemáticos simples e usuais que utilizam parâmetros médios de dados climáticos de irradiância solar e temperatura, que nem sempre são aplicáveis ao local de instalação ou tipo de montagem. Essa prática leva a uma superestimação ou subestimação da produção de energia, impactando no retorno financeiro e energético. Dessa forma, o objetivo deste artigo é apresentar uma avaliação da energia elétrica produzida por um módulo FV que é subestimada quando o efeito do vento é negligenciado no cálculo de temperatura. Dados meteorológicos de duas cidades com perfis climáticos distintos do sul do Brasil foram coletados e quatro diferentes modelos de temperatura, disponíveis na literatura, foram utilizados para o cálculo de energia elétrica produzida por um módulo FV específico, tendo três dessas modelagens a velocidade do vento como dado de entrada. Um ganho médio anual na energia elétrica estimada do gerador de até 4% foi obtido para uma velocidade de vento média anual de 5 m/s e um incremento de até 1,9% para uma velocidade de vento média anual de 1,5 m/s, em comparação a energia elétrica média anual obtida por meio da modelagem com velocidade de vento constante de 1 m/s.

Palavras-chave: Sistemas FV; Temperatura do módulo FV; Velocidade do vento; Energia elétrica FV.

WIND SPEED EFFECT ON THE PHOTOVOLTAIC MODULES ELECTRICITY PRODUCTION ESTIMATION

Abstract
Estimation of the electricity produced by photovoltaic (PV) systems, considering all sizes, is generally based on simple and usual mathematical models using mean climate parameters of irradiance and temperature, which are not always suitable to the installation site or type of assembly. This practice leads to an overestimation or underestimation of electricity production, impacting on financial and energy predictions. Thus, the objective of this paper is to present an evaluation of the PV module electricity production that is underestimated when the wind effect is neglected in the module temperature calculation. Meteorological data referring to two cities with different climate profiles from southern Brazil were collected. Four different temperature models, available in the literature, were used to calculate the electricity produced by a specific PV module, having three of these models the wind speed as an input parameter. A mean annual gain of up to 4% in generator estimated electricity

ISSN 2446-7618

production was obtained for a mean annual wind speed of 5 m/s. In comparison with the annual mean electric energy value obtained from the modeling with constant wind speed of 1 m/s, a gain of about 1.9% was obtained for an annual mean wind speed of 1.5 m/s.

Key words: PV systems; Module temperature; Wind speed; PV electricity.

1 INTRODUÇÃO

As condições climáticas afetam diretamente a temperatura de operação das células fotovoltaicas (FV), que é um dos parâmetros mais importantes para prever o desempenho de módulos FV a longo prazo e estimar a quantidade de energia elétrica gerada. (COSKUN *et al*., 2017 [(1)]). O aumento da temperatura do módulo FV impacta negativamente na potência elétrica produzida e na eficiência de conversão, o que ocasiona a diminuição da geração de energia, principalmente quando trata-se de tecnologias de silício cristalino. Conforme demostram Aazou e Assaid (2011) [(2)], considerando-se uma irradiância estável sobre a célula, há um decréscimo na tensão conforme aumenta sua temperatura, enquanto a corrente praticamente não varia. Como resultado final, a potência elétrica de saída do módulo sofre uma redução em função do aumento da temperatura. Esta temperatura tem a influência de muitos parâmetros, tais como propriedades térmicas dos materiais utilizados para encapsulamento dos módulos FV; tipos de tecnologias das células; configuração da instalação dos arranjos e; principalmente, das condições climáticas e geográficas do local da instalação. (BALOCH *et al*., 2020 [(3)]; HAN *et al*., 2019 [(4)]; TAHRI; TAHRI; OOZEKI, 2018 [(5)]; XU *et al*., 2020 [(6)]).

Tratando-se de parâmetros meteorológicos, temperatura do ar ambiente mais baixa e radiação solar e velocidade do vento mais altas são as melhores condições para alto desempenho do sistema. O efeito da velocidade do vento na temperatura do módulo desempenha um papel significativo na medida em que o fluxo de ar ao redor de um gerador FV influencia positivamente nas perdas térmicas dos módulos. (MAGARE *et al*., 2018 [(7)]). Magare *et al*. (2018) [(7)] realizaram estudos que revelaram os efeitos da velocidade do vento na eficiência de módulos FV de diferentes tecnologias. Os autores observaram que o efeito do fluxo de vento na eficiência foi maior para módulos de tecnologia de silício multicristalino e menor para os de tecnologia de silício amorfo, o que está em consonância com os coeficientes de temperatura típicos dessas tecnologias. Schwingshackl *et al*. (2013) [(8)] verificaram que a influência da incidência de vento nos módulos FV em baixos níveis de irradiância não é significativa. Kaldellis, Kapsali e Kavadias (2014) [(9)] verificaram que a eficiência dos módulos FV foi maior para um fluxo de vento paralelo à sua orientação, quando comparado ao fluxo de vento perpendicular. O aumento da temperatura de um módulo FV é extramemente sensível à velocidade do vento e menos sensível à direção do vento.

Ter um conhecimento preciso da temperatura de operação de módulos FV é fundamental para alcançar uma previsão mais exata da produção da instalação, que é um requisito essencial para determinar a sua lucratividade. (MARTÍNEZ-MORENO; CARRILLO; LORENZO, 2015 [(10)]). Prever a temperatura operacional dos módulos também é importante para estimar o desgaste térmico dos materiais e, assim, poder quantificar a degradação dos módulos, o que é necessário para prever a vida útil do sistema de geração em uma instalação FV. (KOEHL *et al*., 2011 [(11)]). Além disso, intervenções de operação e manutenção são necessárias para a otimização da

ISSN 2446-7618

produção de energia e por isso, parâmetros que afetam o desempenho do sistema precisam ser monitorados para uma quantificação de perdas.

Devido às dificuldades práticas para a medição da temperatura das células FV, em razão do encapsulamento na montagem dos módulos FV, por conveniência, é comum adotar a temperatura da superfície posterior como a mesma da célula. (SANTIAGO *et al*., 2018 [12]). Para determinar a temperatura na superfície posterior de geradores FV, o modelo de temperatura nominal de operação da célula (NOCT) é frequentemente empregado em modelagens de sistemas FV. Os parâmetros de NOCT são obtidos em condições de Ambiente Terrestre Nominal (NTE) (temperatura ambiente de 20 °C, velocidade do vento de 1 m/s na parte frontal e posterior do módulo FV e irradiância de 800 W/m²), em um módulo em circuito aberto, instalado em rack aberto e posicionado inclinado perpendicularmente ao meio dia solar. (KOEHL *et al*., 2011 [11]). No entanto, em alguns casos, a precisão da equação NOCT é questionável, especialmente quando as condições são muito diferentes daquelas assumidas no modelo. Muitos estudos vêm sendo feitos para melhor adequar os modelos de temperatura sob outras condições de operação, mais próximas das reais condições de funcionamento. Alguns métodos foram propostos para estimar a temperatura do módulo FV a partir de medições elétricas dos geradores, evitando o uso de onerosos instrumentos de medição. Por exemplo, Da Costa *et al*. (2014) [13] estimaram a irradiância e a temperatura da célula utilizando parâmetros obtidos apenas a partir das curvas I-V, como medições de corrente de curto-circuito e tensão de circuito aberto. No entanto, tal método requer que a condição de operação do painel FV seja deslocada, sendo necessário que tal painel seja desconectado do inversor, o que impacta negativamente na produção de energia elétrica. Por outro lado, Abe *et al*. (2020) [14] propuseram um método simples para estimar a irradiância e seis diferentes abordagens para calcular a temperatura da célula a partir das medições de máxima potência e do coeficiente térmico de potência. Tal método permite que o sistema opere, simultaneamente, em sua condição de máxima potência.

No que se refere à previsão da temperatura de operação de módulos FV para obter-se uma estimativa da produção de energia de um sistema para determinada localidade, uma modelagem que leve em conta medições elétricas do sistema não é uma alternativa passível de aplicação. Modelos que permitem calcular a temperatura do módulo em função da temperatura ambiente, irradiância global e velocidade do vento facilitam o uso de séries temporais de dados meteorológicos de uma dada região de interesse, os quais são facilmente obtidos por confiáveis plataformas de dados climáticos. Na literatura são propostos diversos modelos de determinação da temperatura da célula FV, no entanto muitos deles não levam em consideração o valor da velocidade do vento e, portanto, o efeito de arrefecimento. Não considerar tal parâmetro significa superestimar a temperatura obtida por esses modelos e, consequerntemente as perdas térmicas. No que se refere à previsão da energia gerada pelo sistema, o valor da produção de eletricidade acaba sendo subestimado, pois considerar a velocidade do vento significa obter uma menor temperatura da célula FV na modelagem do sistema. Em seu estudo, Mattei *et al*. (2006) [15] compararam valores de temperatura da célula FV obtidos experimentalmente com valores estimados por dois modelos, um dependente e outro independente da velocidade do vento. Os autores observaram que o modelo sem o parâmetro da velocidade do vento divergiu do valor experimental, de forma que eles consideraram que a influência dessa varável na modelagem de temperatura não deve ser negligenciada. Mais recentemente, Correa-Betanzo, Calleja e De León-Aldaco (2018) [16] avaliaram o impacto de quatro diferentes modelos de temperatura do módulo FV no rendimento

ISSN 2446-7618

energético de um sistema FV. O estudo foi conduzido para nove localidades com velocidade do vento média anual superior a 5 m/s, sendo o efeito de redução na temperatura mais notório em regiões onde atingiu-se valores de velocidade do vento superiores. Ainda, os autores concluíram que modelos mais conservadores como o modelo proposto por Faiman (2008) [17] e o proposto por Skoplaki, Boudouvis e Palyvos (2008) [18] podem ser aplicados em locais onde a velocidade do vento não excede 6 m/s, enquanto os modelos de Sandia (KING; BOYSON; KRATOCHVIL, 2004 [19]) e o modelo apresentado em Muzathik (2014) [20] melhor se aplicam em regiões com taxas de vento mais elevadas.

Nesse cenário, o presente estudo tem como principal objetivo determinar o percentual de energia produzida por geradores fotovoltaicos que pode ser subestimada quando o efeito da velocidade do vento é negligenciado em uma análise preliminar de uma instalação fotovoltaica. Para isso, foram escolhidas duas cidades localizadas na região sul do Brasil com diferentes perfis meteorológicos. A temperatura da célula FV, a produção de energia e a eficiência de um módulo FV foram avaliadas para quatro modelos de temperatura disponíveis na literatura, tendo três dessas modelagens a velocidade do vento como parâmetro.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Características Meteorológicas

Os locais arbitrados para a análise foram as cidades de Porto Alegre (30° 1′ 58″ S, 51° 13′ 48″ W) e Santa Vitória do Palmar (33° 31′ 8″ S, 53° 22′ 4″ W), ambas situadas no estado do Rio Grande do Sul, Brasil, conforme a Figura 1. Foram coletados dados meteorológicos simultâneos referentes a um ano de medições (julho de 2019 a julho de 2020) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os arquivos climáticos contêm dados médios horários de temperatura do ar, velocidade do vento e irradiância global horizontal, medidos por estações automáticas locais. A velocidade do vento é medida em uma altura meteorológica de 10 metros.

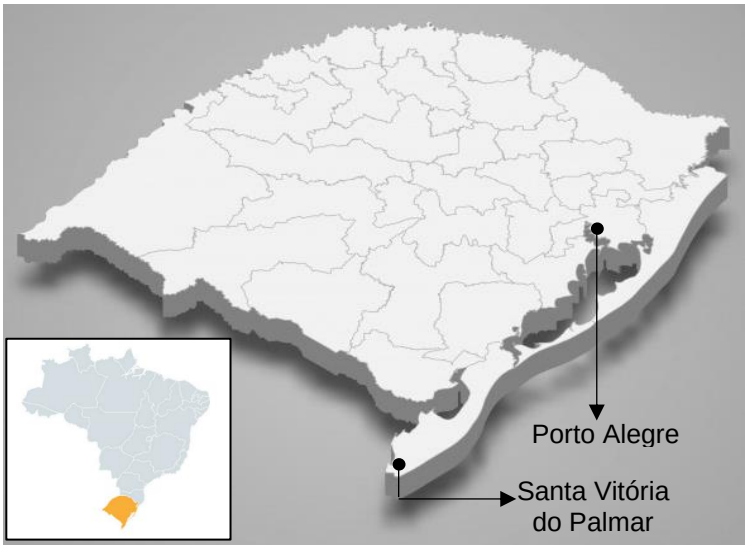


Figura 1. Localização geográfica das cidades analisadas.

A Tabela 1 apresenta as médias anuais dos dados meteorológicos coletados. Pode-se observar que a velocidade média do vento não excede 5 m/s para ambas

ISSN 2446-7618

cidades, valor considerado baixo para uma observação do efeito de resfriamento a partir do vento. A temperatura média anual do ar para a cidade de Santa Vitória do Palmar foi menor do que a obtida para Porto Alegre, o que provavelmente pode estar relacionado às taxas de vento superiores e aos menores índices de irradiância observados para a região localizada no extremo sul. Vale ressaltar que não foram considerados os valores nulos noturnos para o cálculo da média da irradiância global.

Tabela 1. Médias anuais dos parâmetros meteorológicos para cada cidade.

Cidade	Temperatura do ar (°C)	Velocidade do vento (m/s)	Irradiância global (W/m²)
Porto Alegre	20,2	1,5	366
Santa Vitória do Palmar	17,1	5,0	359

Os dados também foram organizados por estações do ano: outono (de 20/03 a 20/06); inverno (de 21/06 a 22/09); primavera (de 23/09 a 21/12); e verão (de 22/12 a 19/03). A variação da velocidade média do vento entre as estações para cada cidade é apresentada na Tabela 2. As maiores médias são observadas no verão, sendo de 5,3 m/s para a cidade de Santa Vitória do Palmar e de 1,7 m/s para Porto Alegre. Para todas as estações, as médias de Porto Alegre foram inferiores às de Santa Vitória do Palmar, porém, permaneceram relativamente constantes ao longo do ano para cada cidade individualmente.

Tabela 2. Variação da velocidade do vento entre as estações do ano.

Estações do ano	Velocidade do vento (m/s)	
	Porto Alegre	Santa Vitória do Palmar
Outono	1,4	5,0
Inverno	1,4	4,7
Primavera	1,6	5,1
Verão	1,7	5,3

Na Figura 2 são apresentadas as médias horárias dos parâmetros climáticos para os meses de verão, estação do ano em que foram observados os maiores índices desses parâmetros para as duas cidades. As curvas de irradiância apresentam perfis bastante semelhantes, enquanto que as médias horárias de temperatura do ar são superiores para Porto Alegre e as de velocidade do vento são maiores para Santa Vitória do Palmar. Pode-se observar que no começo da tarde a irradiância global em Santa Vitória do Palmar é ligeiramente superior, ao contrário da temperatura do ar. Entretanto, os valores médios de velocidade do vento são significativamente superiores. Tal comportamento climático sugere que para um mesmo arranjo hipotético, a capacidade de geração em Santa Vitória do Palmar é maior do que em Porto Alegre.

ISSN 2446-7618

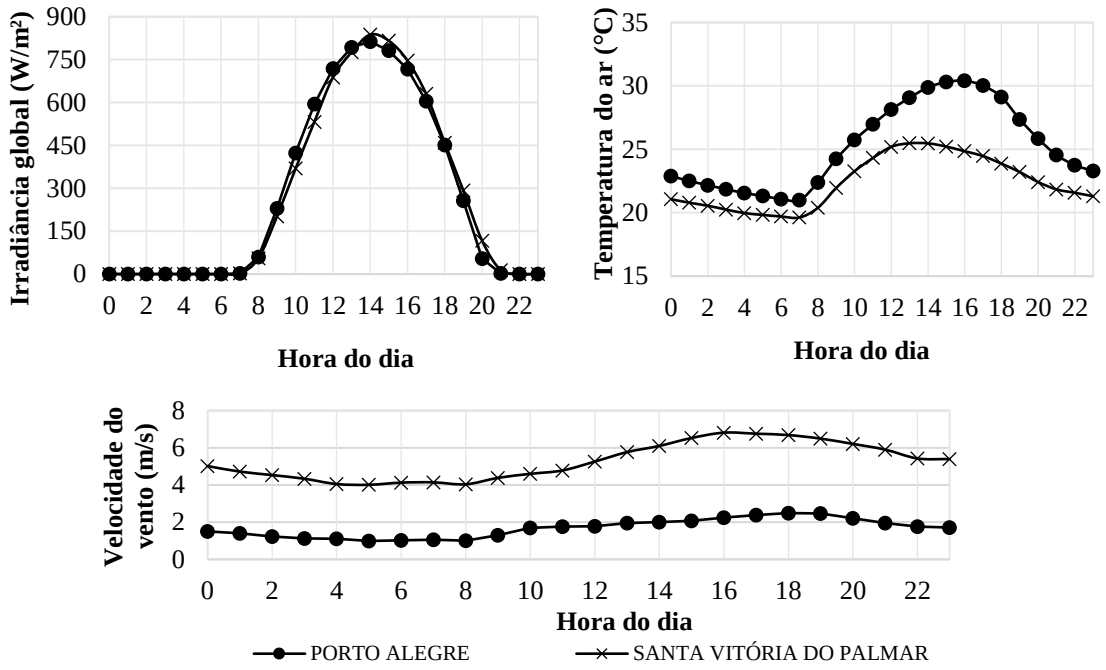


Figura 2. Perfil diário de irradiância global horizontal, temperatura e velocidade do vento para os meses de verão.

2.2 Eficiência, Potência e Energia em Função da Temperatura do Módulo FV

O aumento da temperatura da célula ou do módulo fotovoltaico tem um efeito negativo na eficiência elétrica de conversão, η_{FV}, a qual é definida como o percentual de conversão da energia solar em energia elétrica em corrente contínua e que pode ser definida conforme a Equação (1)

$$\eta_{FV} = \eta_{STC}\left(1 - \frac{\delta}{100}(T_{mod} - T_{STC})\right) \quad (1)$$

onde η_{STC} e T_{STC} são a eficiência e temperatura do módulo na condição padrão de teste (STC) (irradiância de 1000 W/m², temperatura do módulo de 25 °C e massa de ar AM1,5), respectivamente, δ é coeficiente de temperatura da potência em %/°C e T_{mod} é a temperatura do módulo. Os parâmetros η_{STC} e δ são fornecidos pelo fabricante dos módulos FV.

Embora outras expressões estejam disponíveis na literatura, uma das mais comumente utilizadas para a determinação da potência elétrica produzida pelo módulo FV, P_{FV} , é dada pela Equação (2)

$$P_{FV} = NG\frac{P_{STC}}{G_{STC}}\left(1 - \frac{\delta}{100}(T_{mod} - T_{STC})\right) \quad (2)$$

onde N é o número de módulos do sistema, P_{STC} é a potência elétrica na condição STC, especificada pelo fabricante do módulo FV e G_{STC} é a irradiância na condição padrão de 1000 W/m². Já a energia produzida pelo módulo FV é obtida pela integração de P_{FV} ao longo de um período de tempo t, conforme a Equação (3).

ISSN 2446-7618

$$E_{FV} = \sum_{t=0}^{t=período} (P_{FV}) \quad (3)$$

2.3 Modelos Selecionados de Temperatura do Módulo FV

É conhecido que a eficiência de conversão de células e/ou módulos fotovoltaicos é reduzida à medida que a temperatura de operação aumenta. Frequentemente, a temperatura destes dispositivos é estimada a partir de parâmetros em NOCT, que é a temperatura de uma célula ou módulo em ambiente de referência padrão em circuito aberto. A Equação (4) mostra o modelo matemático que utiliza as condições de NOCT como referência

$$T_{mod} = T_a + \frac{T_{NOCT} - 20}{800} G \quad (4)$$

onde T_a é a temperatura do ar ambiente e T_{NOCT} é a temperatura na condição NOCT normalmente fornecida nas especificações do módulo pelo fabricante e fortemente dependente do tipo de encapsulamento utilizado. Esse método é funcional para os módulos FV com boa circulação de ventilação natural, não funcionando bem para módulos integrados às edificações. (ALONSO GARCÍA; BALENZATEGUI, 2004 [21]).

Como em aplicações de campo as condições normais de operação, temperatura ambiente e velocidade do vento não permanecem constantes, modelos que consideram esses parâmetros como variáveis podem ser usados para uma melhor aproximação da temperatura real de um módulo fotovoltaico. O primeiro modelo considerado é o modelo Sandia (KING; BOYSON; KRATOCHVIL, 2004 [19]), Equação (5). Esse modelo foi formulado empiricamente a partir de uma modelagem em regime estacionário e inclui parâmetros constantes empíricos relacionados às características construtivas de módulos fotovoltaicos e tipo de montagem

$$T_{mod} = T_a + G(e^{a+bV_{vento}}) \quad (5)$$

onde V_{vento} é a velocidade do vento em fluxo livre medida a 10 m do solo e a e b correspondem, respectivamente, a -3,56 e -0,075 m/s para um módulo convencional composto de vidro/célula/polímero e com montagem aberta. O parâmetro a descreve a influência da radiação solar na temperatura do módulo e representa o limite superior da temperatura do módulo para altos níveis de irradiância e baixa velocidade do vento. Já o coeficiente b descreve a influência da velocidade do vento na temperatura do módulo e representa a velocidade com que diminui a temperatura do módulo conforme aumenta a velocidade do vento.

O segundo modelo é o Faiman (FAIMAN, 2008) [17], representado na Equação (6). Neste modelo não são consideradas diferenças entre a temperatura do módulo e a temperatura da célula. Conforme Santiago *et al*. (2018) [12], tal expressão é derivada de uma modificação da equação de Hottel-Whillier-Bliss utilizada para determinar o balanço de energia em coletores solares térmicos planos

$$T_{mod} = T_a + \frac{G}{U_0 + U_1 V_{vento}} \quad (6)$$

ISSN 2446-7618

onde os coeficientes experimentais U_0 e U_1 são, respectivamente, 25 W/m²K e 6,84 W/m³K. O efeito da radiação solar na temperatura do módulo é representado na expressão pelo parâmetro U_0, enquanto o coeficiente U_1 descreve o efeito de arrefecimento do módulo em função da velocidade do vento.

A Equação (7) representa o modelo Skoplaki, que corresponde à proposta de Skoplaki, Boudouvis e Palyvos (2008) [18] para o cálculo da temperatura do módulo em função de T_a, G e de V_{vento} em fluxo livre. Essa é uma modelagem simples, obtida empiricamente, considerada para módulos de silício multicristalino. De acordo com os autores, esse modelo atinge resultados mais precisos para valores de V_{vento} em torno de 3 m/s.

$$T_{mod} = T_a + \frac{0{,}32}{8{,}91 + 2V_{vento}} G \qquad (7)$$

2.4 Procedimentos para Análise

O desempenho de sistemas fotovoltaicos é avaliado com base no conhecimento da energia elétrica gerada diária, mensal ou anual. No entanto, muitas vezes, pode ser interessante também uma avaliação sazonal desses sistemas. Na Figura 3, está ilustrado um fluxograma com as principais etapas da metodologia seguida.

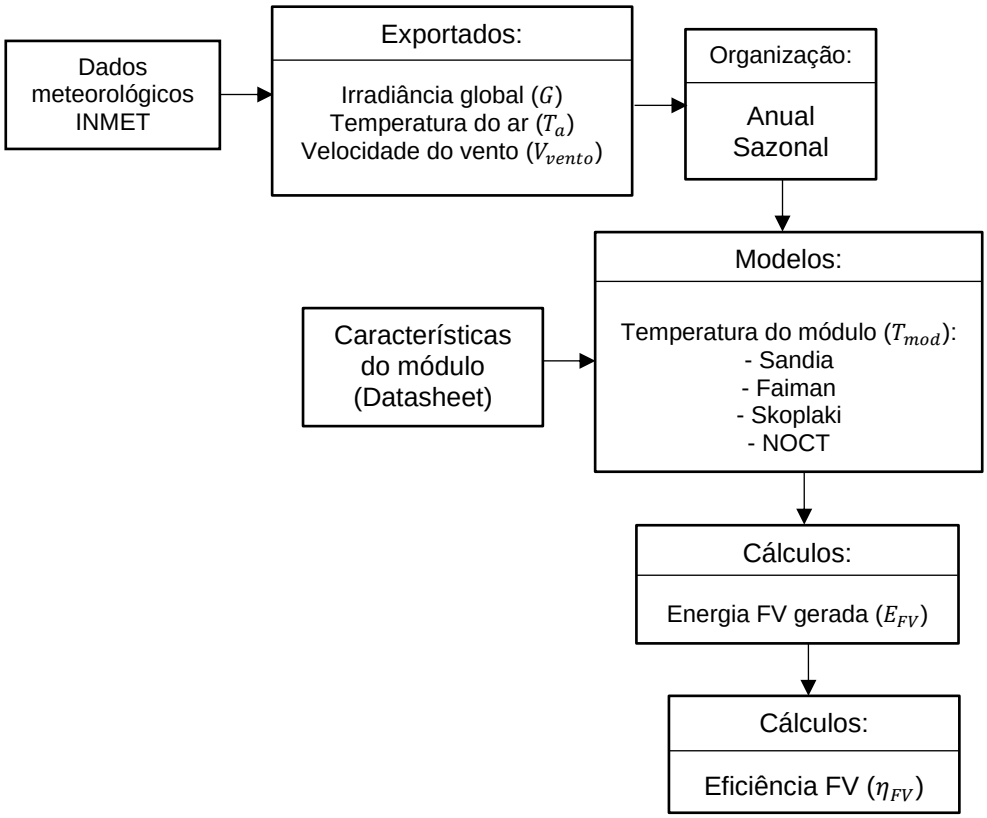


Figura 3. Diagrama das etapas de análise.

Dados meteorológicos completos referentes a um ano de medições foram coletados para as cidades de Porto Alegre e Santa Vitória do Palmar. Foram selecionados e tratados no Excel os dados de irradiância solar, temperatura do ar e

ISSN 2446-7618

velocidade do vento. Para cada cidade, os dados anuais foram organizados de acordo com os respectivos períodos sazonais e uma análise climática foi realizada.

Dentre os variados tipos de tecnologias de células fotovoltaicas disponíveis no mercado, optou-se por considerar no estudo células solares de silício multicristalino com característica construtiva vidro/célula FV/polímero e montagem aberta, por ser a tecnologia comercial e tipo de montagem mais utilizadas. Além disso, tais características são as adotadas experimentalmente em praticamente todas as modelagens empíricas selecionadas para a análise. É importante salientar que neste estudo foi utilizado um dos módulos fotovoltaicos instalados no Laboratório de Energia Solar Fotovoltaica da Unisinos, Figura 4. A análise foi considerada como se o módulo estivesse no plano horizontal para as duas cidades citadas. Os dados mostram as principais informações utilizadas do modelo do módulo.

Modelo	SE-P265NPB-A4
Potência máxima de pico (P_{STC})	265 W pico
Tensão de circuito aberto (V_{OC})	37,81 V
Corrente de curto-circuito (I_{SC})	9,24 A
Tensão no Ponto de Máxima Potência (V_{PMP})	30,71 V
Corrente no Ponto de Máxima Potência (I_{PMP})	8,63 A
Eficiência do módulo (η_{STC})	16,2 %
Coeficiente térmico de potência (δ)	-0,42 %/°C
Temperatura nominal de operação da célula (NOCT)	45 ± 2 °C

Figura 4. Características do módulo FV.

A partir dos diferentes modelos de temperatura escolhidos para o estudo e considerando as características do módulo fotovoltaico e dados climáticos, a temperatura do módulo foi calculada para cada cidade e para cada dado horário. Em seguida, a potência elétrica gerada foi obtida para o cálculo da eficiência fotovoltaica. Foi considerado um sistema de geração simples de um único módulo fotovoltaico, ou seja, *N*=1 (Equação 2) e todas as análises ficaram restritas a produção de energia em corrente contínua. Com a potência calculada para cada instante de tempo, foi possível obter a energia média anual produzida pelo módulo para cada um dos modelos de temperatura.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura do módulo foi calculada para cada um dos quatro modelos matemáticos apresentados: Sandia, Faiman, Skoplaki e NOCT. A Figura 5 mostra os resultados do perfil diário de temperatura obtidos através das médias horárias para cada modelo em comparação com a temperatura do ar ambiente, considerando um ano de medições. Com base nesses resultados, a Figura 6 apresenta o perfil das médias de potência fotovoltaica horária gerada pelo módulo ao longo do dia.

Observa-se que a cidade de Santa Vitória do Palmar apresentou menores médias horárias de temperatura para todos os modelos analisados em comparação

ISSN 2446-7618

com Porto Alegre. Isso devido a menor temperatura do ar ambiente dessa região, parâmetro este que possui maior influência na temperatura do módulo, já que, conforme visto na Figura 2, a irradiância solar média disponível é praticamente equivalente para ambas as regiões, 366 W/m² e 359 W/m². Além disso, comparando as quatro curvas, pode-se notar o efeito negativo da temperatura no cálculo da potência gerada. O modelo NOCT, o qual previu as maiores temperaturas, resultou em curvas de potência com menor área. Esse comportamento também é observado na comparação entre as duas cidades, pois Porto Alegre, que apresentou as maiores temperaturas médias em todos os modelos, também apresentou resultados de potência ligeiramente inferiores.

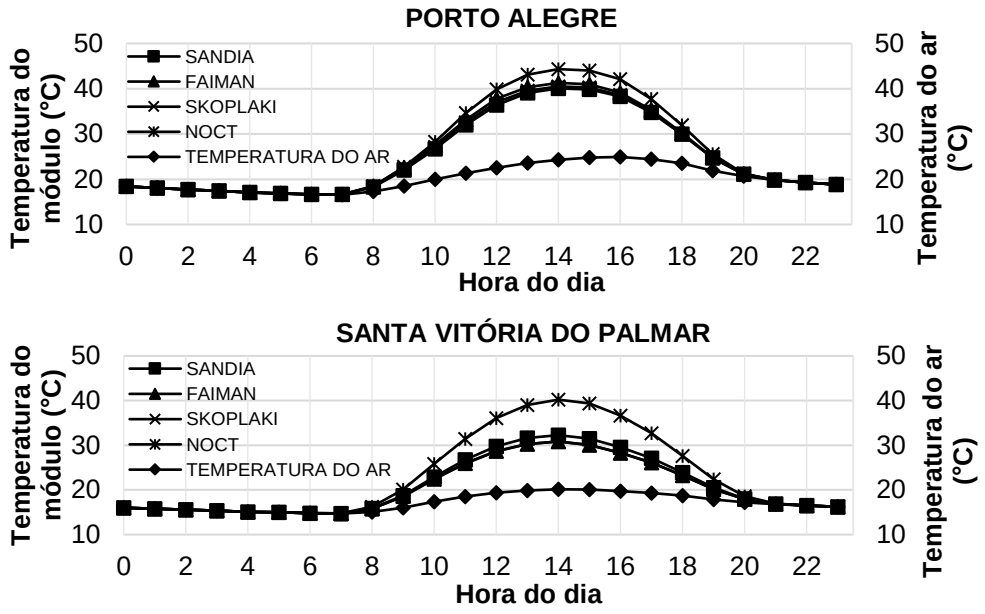


Figura 5. Temperatura do módulo e temperatura do ar ambiente para as cidades de Porto Alegre e Santa Vitória do Palmar, conforme os modelos Sandia, Faiman, Skoplaki e NOCT.

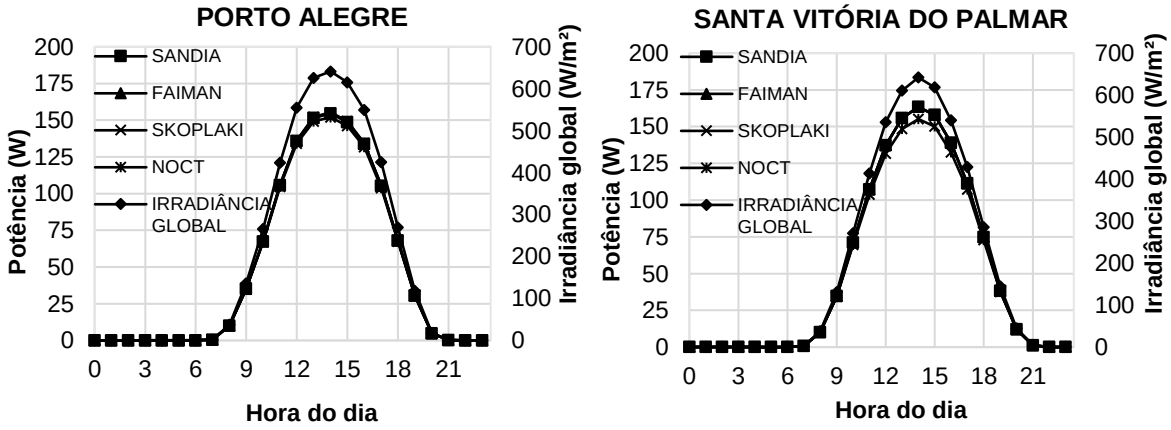


Figura 6. Irradiância global horizontal e potência fotovoltaica para as cidades de Porto Alegre e Santa Vitória do Palmar, conforme os modelos Sandia, Faiman, Skoplaki e NOCT.

A Tabela 3 mostra o incremento na eficiência elétrica média do gerador fotovoltaico, em percentual, para cada um dos modelos de temperatura com velocidade do vento como parâmetro de entrada. Para cada estação do ano, o

ISSN 2446-7618

percentual de aumento na eficiência foi calculado a partir da eficiência total usando o modelo NOCT. A temperatura NOCT foi utilizada como referência para o comparativo entre os modelos.

Tabela 3. Incremento (%) da eficiência elétrica em relação a NOCT.

Estação do ano	Porto Alegre				Santa Vitória do Palmar			
	NOCT	Sandia	Faiman	Skoplaki	NOCT	Sandia	Faiman	Skoplaki
Outono	16,27	+0,10	+0,07	+0,09	16,43	+0,15	+0,17	+0,17
Inverno	16,56	+0,09	+0,07	+0,08	16,82	+0,13	+0,14	+0,15
Primavera	15,92	+0,17	+0,14	+0,15	16,13	+0,27	+0,30	+0,30
Verão	15,64	+0,19	+0,16	+0,18	15,82	+0,29	+0,33	+0,33

Os dados mostram que a utilização dos modelos de temperatura que consideram a velocidade do vento resultou em um pequeno ganho na eficiência calculada. Esse incremento foi superior para os meses de verão e para a cidade de Santa Vitória do Palmar, período e região com as maiores médias anuais de velocidade de vento.

A Figura 7 exibe a energia elétrica média anual produzida pelo módulo fotovoltaico nas duas cidades analisadas para os diferentes modelos de temperatura e estações do ano.

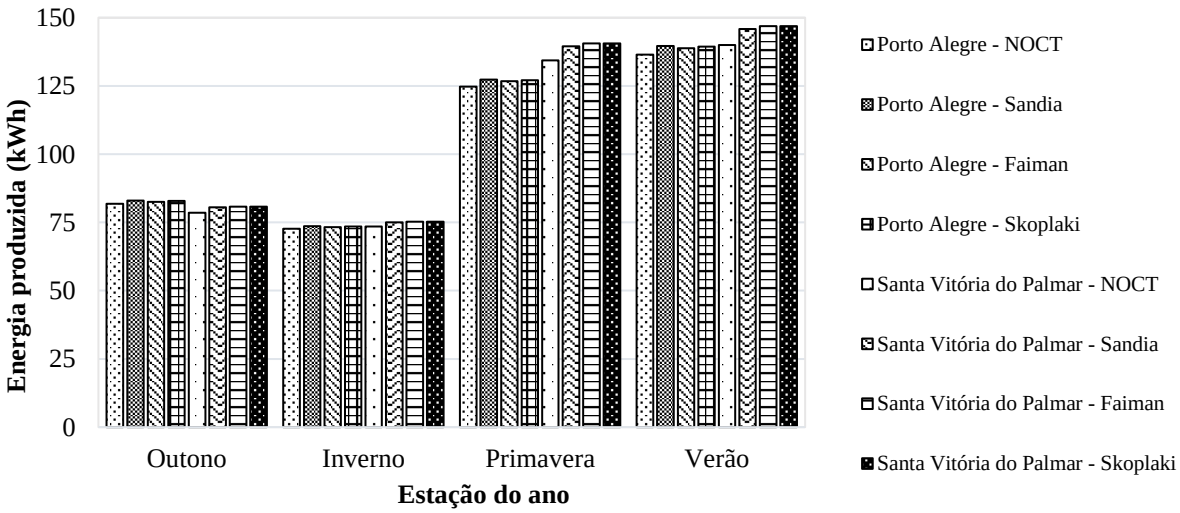


Figura 7. Energia elétrica média produzida para as quatro estações do ano.

Mesmo apresentando maiores temperaturas, mais energia elétrica é produzida na primavera e no verão, já que o aporte solar nessas estações é bastante superior em relação ao outono e inverno e a irradiância incidente é o parâmetro que mais influencia na geração de energia desses sistemas. Também, pode-se notar que a energia produzida na cidade de Santa Vitória do Palmar foi superior em relação a Porto Alegre quando a velocidade do vento foi considerada no cálculo, como nos modelos de Sandia, Faiman e Skoplaki. Tanto nas estações frias, quanto nas estações mais quentes, para ambas as cidades, a modelagem NOCT resultou em uma menor energia elétrica gerada pelo módulo.

A Tabela 4 mostra a energia total anual do módulo para o modelo NOCT e o aumento percentual da energia elétrica calculada para os modelos de Sandia, Faiman e Skoplaki a partir da energia total produzida utilizando como referência o modelo

ISSN 2446-7618

NOCT, o qual considera a velocidade do vento constante de 1 m/s. A energia total anual foi de 423,6 kWh e de 415,8 kWh para Santa Vitória do Palmar e Porto Alegre, respectivamente. Devido às maiores médias de velocidade do vento presentes na região, o incremento na energia, para todos os modelos com velocidade do vento, foi mais expressivo para Santa Vitória do Palmar, sendo obtido um aumento de 4% nos modelos de Faiman e Skoplaki. Já para Porto Alegre, o modelo Sandia resultou em um maior incremento, de 1,9 %.

Tabela 4. Incremento de energia elétrica FV em relação a NOCT.

Cidade	Total anual (NOCT) (kWh)	Sandia (%)	Faiman (%)	Skoplaki (%)
Porto Alegre	415,8	+1,9	+1,4	+1,7
Santa Vitória do Palmar	423,6	+3,4	+4,0	+4,0

Considerando que a análise foi realizada para um único módulo FV, o ganho percentual de utilizar os modelos de temperatura com velocidade do vento é pequeno frente a capacidade anual de produção do módulo. Entretanto, tratando-se de um sistema mais robusto, como aplicações de usinas solares FV, essa diferença pode ser bastante significativa. Por exemplo, se o módulo FV desse estudo fosse utilizado para compor uma matriz FV de 100 MW na cidade de Santa Vitória do Palmar, esse incremento de 4% representaria cerca de 4 MW de energia elétrica negligenciada em uma análise de produtividade do sistema.

4 CONCLUSÃO

Uma análise do impacto da utilização de diferentes modelagens de temperatura do módulo fotovoltaico focada na produção de energia e eficiência do gerador é apresentada nesse trabalho. O estudo foi realizado a partir de dados meteorológicos de duas cidades do sul do Brasil com diferentes perfis climáticos. Os dados coletados incluíram um ano de medições horárias de temperatura do ar, velocidade do vento e irradiância global horizontal.

Em uma análise dos perfis meteorológicos, verificou-se que as médias de velocidade de vento para Santa Vitória do Palmar foram superiores em relação às observadas na cidade de Porto Alegre e as médias de temperatura do ar inferiores para todas as estações climáticas do ano. Isso contribuiu para que os resultados das temperaturas do módulo fossem inferiores para a cidade de Santa Vitória do Palmar, em todas as modelagens aplicadas.

Os três modelos de temperatura do módulo que consideram a velocidade do vento, Sandia; Faiman; e Skoplaki, previram comportamentos semelhantes devido às baixas velocidades do vento presentes nas localidades estudadas. Entretanto, o modelo NOCT, que não considera a variação de tal parâmetro, previu temperaturas de módulo superiores em ambas as regiões. Com isso, também se observou uma melhor estimativa da potência elétrica produzida quando incluídos os efeitos de resfriamento pelo vento na modelagem matemática. Tendo em conta a constância de parâmetros como potência nominal instalada e irradiância incidente, ao considerar a velocidade do vento na modelagem, a produção estimada de energia elétrica foi superior para Santa Vitória do Palmar, região com as maiores médias de velocidade do vento. Como as localidades apresentaram perfil médio de irradiância bastante semelhante, verificou-se que a temperatura do ar e a velocidade do vento

ISSN 2446-7618

influenciaram essencialmente na temperatura do módulo e, consequentemente, na produção de energia.

Ainda, pôde-se observar que para todos os modelos com velocidade do vento, o aumento percentual na estimação da energia elétrica produzida foi superior para Santa Vitória do Palmar, de 4% para os modelos Faiman e Skoplaki e 3,4% para o modelo Sandia. Já para Porto Alegre, a modelo Sandia resultou em maior incremento de energia, 1,9%, e os modelos Faiman e Skoplaki, respectivamente, 1,4% e 1,7%. Como esses modelos que levam em conta coeficientes globais de transferência de calor são fortemente afetados pelos fenômenos de convecção, é compreensível que o parâmetro da velocidade do vento desempenhe maior influência no cálculo de temperatura, ao contrário do modelo Sandia, que é baseado em características construtivas e de instalação do arranjo.

A utilização de uma metodologia de cálculo da temperatura de geradores fotovoltaicos que considera a variabilidade das condições climáticas do local da instalação garante uma melhor estimativa da eletricidade gerada, favorecendo a utilização desses sistemas. Isso permite um arranjo otimizado sem excessos no dimensionamento e, consequentemente, redução de custo no investimento inicial. Tal conhecimento é útil para potenciais usuários destes sistemas tomarem decisões mais precisas quanto ao investimento inicial necessário, podendo tornar a implementação do sistema mais atrativa para o consumidor final. Mesmo o estudo tendo sido desenvolvido sobre um único modulo FV, é importante salientar que a metodologia de análise apresentada neste trabalho pode ser facilmente expandida para sistemas mais robustos ao usar o fator de multiplicidade *N* na Equação 2, que considera todos os módulos de um arranjo ou painel.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

1 COSKUN, Can; TOYGAR, Ugurtan; SARPDAG, Ozgur; OKTAY, Zuhal. Sensitivity analysis of implicit correlations for photovoltaic module temperature: A review. Journal of Cleaner Production, *[S. l.]*, v. 164, p. 1474–1485, 2017. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.07.080.

2 AAZOU, Safae; ASSAID, Mahdi El. Model physical parameters effects on real solar cell characteristics and power curve. Global Journal of Physical Chemistry, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 61–67, 2011. Disponível em: http://orbi.ulg.ac.be/handle/2268/92068.

3 BALOCH, Ahmer A. B.; HAMMAT, Said; FIGGIS, Benjamin; ALHARBI, Fahhad H.; TABET, Nouar. In-field characterization of key performance parameters for bifacial photovoltaic installation in a desert climate. Renewable Energy, *[S. l.]*, v. 159, p. 50–63, 2020. DOI: 10.1016/j.renene.2020.05.174.

ISSN 2446-7618

4 HAN, Huili et al. Analysis of the degradation of encapsulant materials used in photovoltaic modules exposed to different climates in China. Solar Energy, *[S. l.]*, v. 194, p. 177–188, 2019. DOI: 10.1016/j.solener.2019.10.014.

5 TAHRI, Fatima; TAHRI, Ali; OOZEKI, Takashi. Performance evaluation of grid-connected photovoltaic systems based on two photovoltaic module technologies under tropical climate conditions. Energy Conversion and Management, *[S. l.]*, v. 165, p. 244–252, 2018. DOI: 10.1016/j.enconman.2018.03.065.

6 XU, Luyao; LI, Shiyuan; JIANG, Junmei; LIU, Tiansheng; WU, Haozhe; WANG, Juan; LI, Xingcai. The influence of dust deposition on the temperature of soiling photovoltaic glass under lighting and windy conditions. Solar Energy, *[S. l.]*, v. 199, p. 491–496, 2020. DOI: 10.1016/j.solener.2020.02.036.

7 MAGARE, Dhiraj; SASTRY, Oruganti; GUPTA, Rajesh; BORA, Birinchi; SINGH, Yogesh; MOHAMMED, Humaid. Wind Effect Modeling and Analysis for Estimation of Photovoltaic Module Temperature. Journal of Solar Energy Engineering, *[S. l.]*, 2018. DOI: 10.1115/1.4038590.

8 SCHWINGSHACKL, C.; PETITTA, M.; WAGNER, J. E.; BELLUARDO, G.; MOSER, D.; CASTELLI, M.; ZEBISCH, M.; TETZLAFF, A. Wind effect on PV module temperature: Analysis of different techniques for an accurate estimation. Energy Procedia, *[S. l.]*, v. 40, p. 77–86, 2013. DOI: 10.1016/j.egypro.2013.08.010.

9 KALDELLIS, John K.; KAPSALI, Marina; KAVADIAS, Kosmas A. Temperature and wind speed impact on the efficiency of PV installations. Experience obtained from outdoor measurements in Greece. Renewable Energy, *[S. l.]*, v. 66, p. 612–624, 2014. DOI: 10.1016/j.renene.2013.12.041.

10 MARTÍNEZ-MORENO, F.; CARRILLO, J. ..; LORENZO, E. OUTDOORS MEASUREMENTS OF PV MODULE EFFICIENCY AND TEMPERATURE COEFFICIENTS. *In*: 31ST EUROPEAN PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY CONFERENCE AND EXHIBITION 2015, Anais [...]. [s.l: s.n.] p. 2043–2048. Disponível em: https://core.ac.uk/reader/148682287.

11 KOEHL, Michael; HECK, Markus; WIESMEIER, Stefan; WIRTH, Jochen. Modeling of the nominal operating cell temperature based on outdoor weathering. Solar Energy Materials and Solar Cells, *[S. l.]*, v. 95, n. 7, p. 1638–1646, 2011. DOI: 10.1016/j.solmat.2011.01.020.

12 SANTIAGO, I.; TRILLO-MONTERO, D.; MORENO-GARCIA, I. M.; PALLARÉS-LÓPEZ, V.; LUNA-RODRÍGUEZ, J. J. Modeling of photovoltaic cell temperature losses: A review and a practice case in South Spain. Renewable and Sustainable Energy Reviews, *[S. l.]*, v. 90, p. 70–89, 2018. DOI: 10.1016/j.rser.2018.03.054.

13 DA COSTA, Wagner Teixeira; FARDIN, Jussara Farias; MACHADO NETO, Lauro de Vilhena B.; SIMONETTI, Domingos Sávio Lyrio. Estimation of irradiance and temperature using photovoltaic modules. Solar Energy, *[S. l.]*, v. 110, p. 132–138, 2014. DOI: 10.1016/j.solener.2014.08.040.

14 ABE, Caio Felippe; DIAS, João Batista; NOTTON, Gilles; POGGI, Philippe. Computing Solar Irradiance and Average Temperature of Photovoltaic Modules from the Maximum Power Point Coordinates. IEEE Journal of Photovoltaics, *[S. l.]*, v. 10, n. 2, p. 655–663, 2020. DOI: 10.1109/JPHOTOV.2020.2966362.

ISSN 2446-7618

15 MATTEI, M.; NOTTON, G.; CRISTOFARI, C.; MUSELLI, M.; POGGI, P. Calculation of the polycrystalline PV module temperature using a simple method of energy balance. Renewable Energy, *[S. l.]*, v. 31, n. 4, p. 553–567, 2006. DOI: 10.1016/j.renene.2005.03.010.

16 CORREA-BETANZO, Carlos; CALLEJA, Hugo; DE LEÓN-ALDACO, Susana. Module temperature models assessment of photovoltaic seasonal energy yield. Sustainable Energy Technologies and Assessments, *[S. l.]*, v. 27, p. 9–16, 2018. DOI: 10.1016/j.seta.2018.03.005.

17 FAIMAN, David. Assessing the Outdoor Operating Temperature of Photovoltaic Modules. Progress in Photovoltaics: Research and Applications, *[S. l.]*, v. 16, n. 4, p. 307–315, 2008. DOI: 10.1002/pip.

18 SKOPLAKI, E.; BOUDOUVIS, A. G.; PALYVOS, J. A. A simple correlation for the operating temperature of photovoltaic modules of arbitrary mounting. Solar Energy Materials and Solar Cells, *[S. l.]*, v. 92, n. 11, p. 1393–1402, 2008. DOI: 10.1016/j.solmat.2008.05.016.

19 KING, David L.; BOYSON, William E.; KRATOCHVIL, Jay A. Photovoltaic array performance model. Sandia Report No. 2004-3535, *[S. l.]*, v. 8, p. 1–19, 2004. DOI: 10.2172/919131.

20 MUZATHIK, A. M. Photovoltaic Modules Operating Temperature Estimation Using a Simple Correlation. International Journal of Energy engineering, *[S. l.]*, v. 4, n. 4, p. 151–158, 2014.

21 ALONSO GARCÍA, M. C.; BALENZATEGUI, J. L. Estimation of photovoltaic module yearly temperature and performance based on Nominal Operation Cell Temperature calculations. Renewable Energy, *[S. l.]*, v. 29, n. 12, p. 1997–2010, 2004. DOI: 10.1016/j.renene.2004.03.010.

ISSN 2446-7618

APROVEITAMENTO DE CALOR DA ÁGUA DRENADA DE CHILLERS DE RESFRIAMENTO DE FRANGO: SISTEMA DE RECUPERADOR DE CALOR DO TIPO BAUDELOT

Marzocchella, D. [1]

[1] *Ténico em Refrigeração Industrial, graduando em Engenharia Mecânica, Daniel Marzocchella Pinho, IFSUL-Sapucaia do Sul, danielmarzocchella@hotmail.com*

(Todas as informações contidas neste artigo são de responsabilidade dos autores)

Resumo

O objetivo deste trabalho é a apresentação de um sistema de aproveitamento de energia da água drenada de chillers de resfriamento de frango. Esta energia normalmente não é utilizada nos abatedouros. Por normas do Serviço de Inspeção Federal (SIF), é necessário renovar a água dos chillers de resfriamento das carcaças de frango à temperatura de ±2°C. Ao mesmo tempo desta renovação deve ser descartada a mesma quantidade pelos drenos. A água que está sendo descartada e está à baixa temperatura entorno ±7°C. Para que a água de renovação seja injetada nos chillers abaixa temperatura é necessário resfriá-la de ±26°C para ±2°C. Devido à alta carga térmica os compressores despem muita energia, pois os volumes de água a resfriar são bastante elevados. Com a aplicação de recuperadores de calor se obtém grande benefício que é o pré-resfriamento da água de entrada dos trocadores de calor. Com a diminuição da temperatura de entrada nos trocadores, há diminuição na carga térmica requeria aos compressores, com isto diminuindo a demanda. O sistema é baseado em um tocador “tipo baudelot” que é instalado na tubulação de dreno dos chillers. A metodologia utilizada nesta análise foi à coleta de dados de uma instalação existente, com medições das temperaturas, vazões e consumo de energia dos compressores. Para vazão de 40m³/h de água, que entraria no trocador de calor há ±26°C se reduziu para ±16°C. Com está redução se obteve uma redução de carga térmica e demanda energética 40%.

Palavras-chave: Recuperadores, resfriamento, baudelot, trocador.

ISSN 2446-7618

UTILIZATION DRAINED WATER HEAT OF CHICKEN COOLING CHILLERS: BAUDELOT TYPE HEAT RECOVERY SYSTEM

Abstract

The objective of this work is to present a system for harnessing energy from water drained from chicken cooling chillers. This energy is not normally used in slaughterhouses. According to the Federal Inspection Service (SIF) standards, it is necessary to renew the water in the chicken chillers' chillers at a temperature of ± 2 ° C. At the same time, the same amount must be discharged through the drains. The water that is being discharged and is at a low temperature around ± 6 ° C. For the renewal water to be injected into the chillers at a low temperature, it must be cooled from ± 26 ° C to ± 2 ° C. Due to the high thermal load, the compressors expend a lot of energy, since the volumes of water to be cooled are quite high. With the application of heat recovery units, a great benefit is obtained, which is the pre-cooling of the water entering the heat exchangers. With the decrease of the inlet temperature in the exchangers, there is a decrease in the thermal load required by the compressors, thus decreasing the demand. The system is based on a changer “baudelot-type” that is installed in the chillers drain piping. The methodology used in this analysis was to collect data from an existing installation, with measurements of temperatures, flow rates and energy consumption of the compressors. For a flow of 40m³ / h of water, which would have entered the heat exchanger for ± 26 ° C, it was reduced to ± 16 ° C. This reduction resulted in a 40% reduction in thermal load and energy demand.

Key words: Recuperators, cooling, baudelot, exchanger.

ISSN 2446-7618

1 INTRODUÇÃO

Devido à busca cada vez maior pela redução no custo com o consumo energético pelas indústrias alimentícias, busca-se o desenvolvimento de formas para renovação e ou aproveitamento de energias já existentes nos processos industriais.

Para indústrias do ramo alimentício mais especificamente abatedouros de frango utilizam grandes volumes de água que devem ser geladas para fazer o resfriamento, esta água é gelada através de um sistema de refrigeração. Devido ao grande volume de água o sistema demanda um alto consumo de energia, que é altamente custoso para as empresas.

Segundo BORTOLO (2019, p. 149, apud INCROPERA, 2014, p. 494) a transferência de calor:

> [...] é a troca de energia térmica devido a uma diferença de temperaturas no meio. Ou seja, sempre que houver diferença de temperatura entre dois ou mais meios, haverá a transferência de calor do meio mais quente ao menos quente, se aplicado de forma natural, sem ações externas.

Este trabalho terá como foco a apresentação de um sistema de aproveitamento de energia da água que é drenada dos chillers de resfriamento de frango, pois é uma água que está “suja” porém a baixa temperatura. Está energia será utilizada para fazer o pré-resfriamento de água que deve ser gelada e posteriormente injetada nos chillers como renovação. Esta renovação segundo as normas do SIF a cada ave que ingressa nos chillers deve ter renovação de 1,5 l/h no primeiro estágio e 1,0 l/h no segundo estágio e a temperatura deve ser de 2°C. Com isto o objetivo deste sistema é viabilizar sua utilização e buscar redução de consumo energético do sistema de refrigeração e consequentemente a diminuição dos gastos financeiros com energia elétrica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A seguir, serão demonstradas as diretrizes metodológicas, materiais que foram utilizadas para a realização do presente artigo e descrevendo como foram realizados os experimentos e analisados os dados.

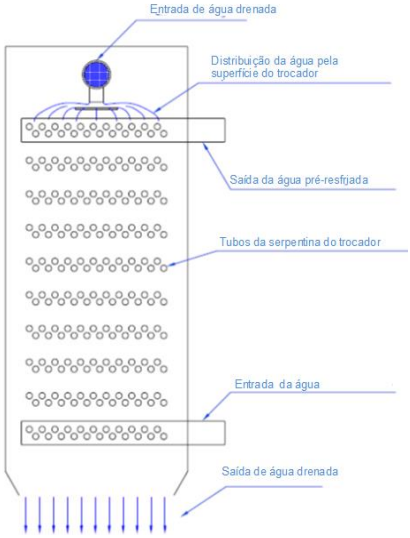
2.1 MATERIAL

O equipamento escolhido para ser demonstrado neste artigo é um trocador de calor tipo tubular, porém diferentemente de um trocador casco-e-tubo ou duplo-tubo, este trocador consiste de apenas uma serpentina sem aletas. Dentro da serpentina passa o fluido quente (água potável), e acima um sistema de distribuição que espalha o fluido frio (água drenada dos Chillers) sobre a serpentina. Conforme é possível observar-se na figura 1, a água drenada dos chillers que passa pelo distribuidor é igualmente espalhada na face superior da serpentina, e as gotas caem por gravidade em cascata por sobre os tubos, formando um filme fino sobre a superfície externa dos tubos. A pequena espessura do filme aumenta significativamente o coeficiente de convecção térmica.

ISSN 2446-7618

Este tipo de trocador é comumente conhecido no mercado de refrigeração como “Resfriador Baudelot”. O nome “Baudelot” se deve ao autor da patente deste trocador, Jean Louis Baudelot, que em Novembro de 1859 submeteu uma patente com o primeiro projeto de um resfriador de líquidos deste tipo (Google Patents, 1859). Este trocador é aplicado para resfriamento dos mais diversos produtos líquidos da indústria alimentícia, como cerveja, leite, vinho e água. Também há registros de utilização desta mesma concepção de trocador para fabricação de gelo para finalidades de armazenagem térmica. Porém nesta aplicação especifica iremos utilizar água como os dois fluidos, tanto na parte interna quanto na externa como explicitado acima.

Figura 1 - Vista em corte do trocador Baudelot.



O equipamento demonstrado na figura 2 foi o utilizado neste estudo o mesmo é constituído de duas serpentinas que são dotadas de um distribuidor de água cada serpentina, as mesma são executadas em tubos de aço inox 304L. Sua carenagem externa é feita por chapas de aço inox para evitar a projeções de respingos e direcionar água até seu tanque de deposito. O equipamento também possui acesso ao seu interior para limpeza mais pesada. Como a água utilizada é de drenagem dos chillers logo esta apresenta uma grande sujidade. Devido a isto é acoplado junto ao trocador “Baudelot” um sistema de filtragem robusto conforme demonstrado na figura 3. O qual é constituído de uma peneira rotativa com sistema de Cleaning in Place (CIP). Somente após passar pela peneira a água será bombeada para o distribuidor. Posterior a isto água é direcionada para tratamento de efluentes.

ISSN 2446-7618

Figura 2 - Aspecto externo de um recuperador do calor

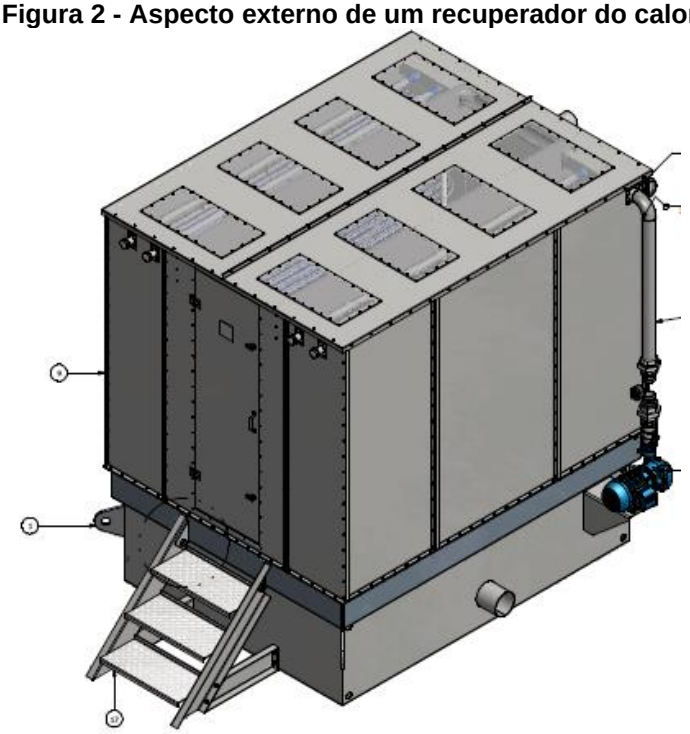
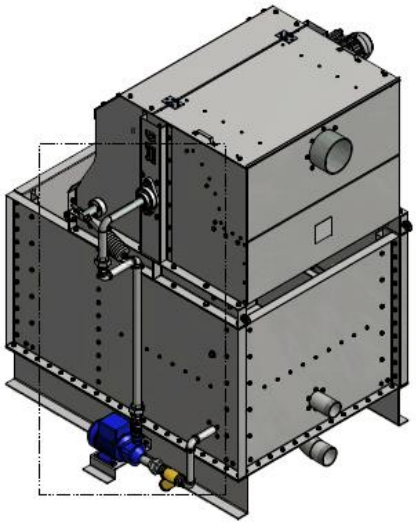


Figura 3 - Aspecto externo filtro com peneira rotativa



2.2 MÉTODOS

O método utilizado foi à coleta de dados para uma análise quantitativa dos ganhos energéticos e financeiros da instalação com a colocação do sistema recuperador de calor. Foram medidas as temperaturas da água de entrada e saída do recuperador que consequentemente a temperatura de saída do recuperador será a de entrada no trocador que faz o resfriamento da água que posteriormente irá fazer a renovação dos chillers. A vazão da água utilizada foi conforme a legislação do SIF, nesta aplicação é uma instalação projetada para abate de 12.000 aves/hora com isto são necessários ao todo de 30.000 litros de água/hora a ser injetada nos chillers a 2°C, consequentemente 30.000 litros deverão ser drenados. Como é necessário fazer o resfriamento dos miúdos em outros processos o sistema foi projetado para resfriar 40.000 litros/h de água.

ISSN 2446-7618

Com isto o sistema de recuperação de calor foi projetado para pré-resfriar 40.000l/h, com 30.000 l/h de água dos drenos como fonte fria. Á água quente e limpa ingressa no recuperador a 26°C e foi estipulada sua saída seja de 16°C, que representa um ganho de 10°C. Com isto os compressores deixarão de ter que resfriar 10°C e tendo que resfriar de 16°C para 2°C. A fonte fria que é a água drenada verificou-se que em média é de 7°C.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico serão abordados ganhos técnico, econômicos e elaboração do projeto para instalação do recuperador de calor a uma instalação frigorifica.

3.1 DIMENCIONAMENTO

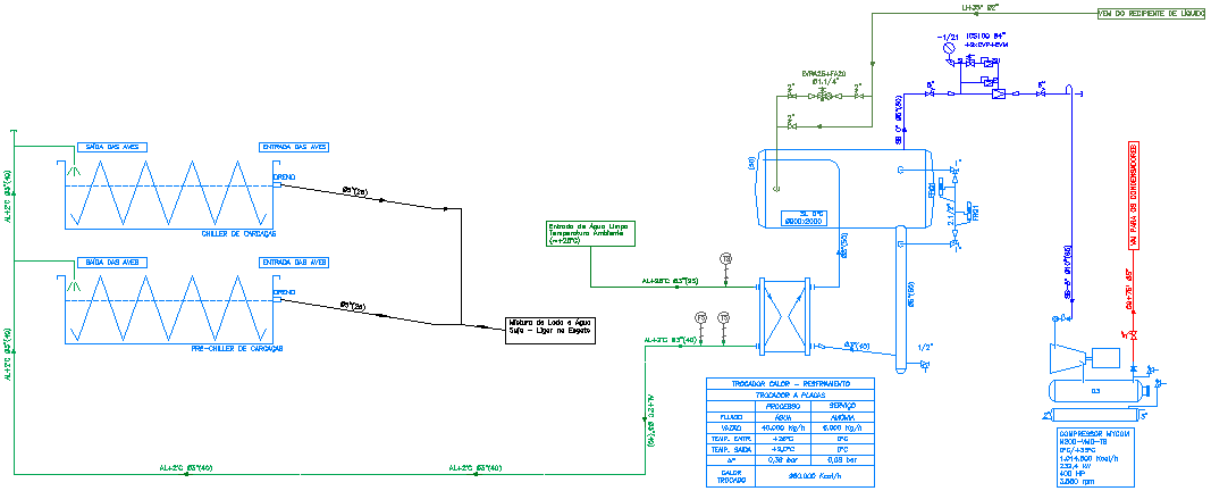
Os sistemas de refrigeração projetados para aplicações de resfriamento de água são normalmente dotados de compressor, vasos de pressão e um trocador de calor a placas. Os compressores são os equipamentos que mais consomem energia elétrica em um sistema de refrigeração, com isto é o componente de maior gasto financeiro com eletricidade. Conforme mencionado a cima o objetivo deste artigo é demonstrar o quanto é viável a implantação do sistema de recuperador de calor. Porém para isto iremos demonstrar como é feito o projeto sem o recuperador de calor, que seria a forma “tradicional” e com o projeto com o sistema de recuperador de calor.

3.1.1 DIMENCIONAMENTO SEM SISTEMA DE RECUPERADOR DE CALOR

Nesta etapa iremos dimensionar o sistema de refrigeração para resfriamento de água da forma mais comum. Para a seleção de um compressor é necessário a carga térmica requerida para o resfriamento. Como já definido anteriormente a vazão de água é de 40.000 litros/hora com a temperatura de entrada de 26°C e saída de 2°C. O trocador de calor que será utilizado será o de placas e dimensionado para atender a vazão e delta de temperatura, citados. Este rebaixamento de temperatura irá demandar uma carga térmica de 960.000 kcal/h, este cálculo foi feito conforme formula da calorimetria $Q=m.c.\Delta t$. Na figura 4 é demonstrado o projeto da instalação padrão sem o recuperador de calor. O compressor foi selecionado através do software MYCOMW2020ep_ver.1, e o mesmo terá capacidade de 1.014.000 kcal/h, portando atendendo a demanda. Este compressor terá consumo energético de 232,4 kw e COP de 5,08.

ISSN 2446-7618

Figura 4 – Instalação para resfriamento de água sem recuperador



3.1.2 DIMENCIONAMENTO COM SISTEMA DE RECUPERADOR DE CALOR

Nesta segunda etapa iremos dimensionar o sistema de refrigeração para resfriamento de água utilizando o sistema de recuperador de calor. Para este sistema primeiramente iremos fazer o cálculo térmico, segundo Incropera (2002), um trocador de calor pode ser calculado utilizando-se o balanço de energia na forma de taxa, que resulta na equação geral dos trocadores abaixo, definida em termos de ΔTm, que é a diferença de temperatura média logarítmica entre as correntes fria e quente $\dot{q} = U \cdot A \cdot \Delta T_m$. Devido ao caráter iterativo do dimensionamento de um trocador por este método e ao fato de não se definir ao certo a temperatura de saída do fluido quente, neste caso se preferiu utilizar o método da Efetividade-NUT, que ainda de acordo com Incropera (2002), define a taxa de calor trocada como, $\dot{q} = \varepsilon \cdot C_{min} \cdot (T_{qe} - T_{fe})$. Está equação define que um trocador pode ser definido pela sua efetividade em trocar calor em relação à máxima quantidade de calor que pode ser trocada (ε). Esta efetividade, por sua vez, é definida por Incropera (2002) como uma função do adimensional “Número de Unidades de Troca” (NUT) e da relação C_min/C_max. O método ε-NUT permite calcular qual o desempenho de um trocador qualquer que foi especificado nas condições de entrada informadas.

Para determinar o coeficiente global do trocador, utiliza-se a definição abaixo, para trocadores de calor tubulares (Incropera, 2002). A equação descrita abaixo já está particularizada para o caso onde a área de troca considerada é igual a área externa dos tubos (A=A_e).

$$U_{limpo} = \left(\frac{d_e}{d_i \cdot h_i} + \frac{d_e \cdot ln(d_e/d_i)}{2 \cdot k_t} + \frac{1}{h_e}\right)^{-1}$$

Abaixo iremos explicitara todos os cálculos de dimensionamento do recuperador utilizando as formulas acima.

ISSN 2446-7618

Tabela 1 – Resultados de cálculo do recuperador de calor Baudelot deste projeto.

DIMENSIONAMENTO RECUPERADOR DE CALOR BEAUDELOT	
1. Dados do Fluido	
1.1. Fluido Quente:	
Lado de Circulação:	Serpentina
Fluido:	Água Limpa
Regime de Escoamento:	Escoamento Simples
Temperatura de Entrada (t_{qe}):	26,0 ºC
Vazão Mássica ($\dot{m}_q$):	40.000,0 Kg/h
Densidade (ρ_q):	996 Kg/m³
Condutividade Térmica (k_q):	0,612 W/m.K
Viscosidade Abs. (μ_q):	8,51E-04 Ns/m²
Viscosidade Cinem. (v_q):	8,54E-07 m²/s
Nº Prandtl (Pr_q):	5,85
Calor Específico (Cp_q):	4211,11 J/Kg.K
1.2. Fluido Frio:	
Lado de Circulação:	Chuveiro
Fluido:	Água Suja
Regime de Escoamento:	Escoamento Simples
Temperatura de Entrada no recuperador (t_{fe}):	7,6 ºC
Vazão Mássica ($\dot{m}_f$):	30.000,0 Kg/h
Vazão Mássica Pré-chiller($\dot{m}_f$):	18.000,0 Kg/h
Vazão Mássica Chiller($\dot{m}_f$):	12.000,0 Kg/h
Temperatura de Pré-chiller (t_{fe}):	10,0 ºC
Temperatura de Chiller (t_{fe}):	4,0 ºC
Densidade (ρ_f):	1000 Kg/m³
Condutividade Térmica (k_f):	0,583 W/m.K
Viscosidade Abs. (μ_f):	1,37E-03 Ns/m²
Viscosidade Cinem. (v_f):	1,37E-06 m²/s
Nº Prandtl (Pr_f):	9,70
Calor Específico (Cp_f):	4127,48 J/Kg.K
2. Dados do Beaudelot	
2.1. Geometria:	
Diâmetro Externo Tubo (d_e):	22,22 mm
Diâmetro Interno Tubo (d_i):	20,82 mm
Comprimento dos Tubos (C):	2000 mm
Nº Tubos na Altura (n_h):	14 tb
Nº Tubos na Largura (n_l):	32 tb
Nº Circuitos (n_c):	32 circuitos
Espaçamento Tubos Altura (p_h):	120 mm
Espaçamento Tubos Largura (p_l):	30 mm
Altura do Pacote (H):	1680 mm
Largura do Pacote (L):	960 mm
Área do Chuveiro (A_c):	1,9 m²
Superfície de Troca Térmica (S_t):	**62,5 m²**
2.2. Material:	
Material da Serpentina:	Aço Inox AISI304
Condutividade Térmica Tubo (k_t):	16,20 W/m.K

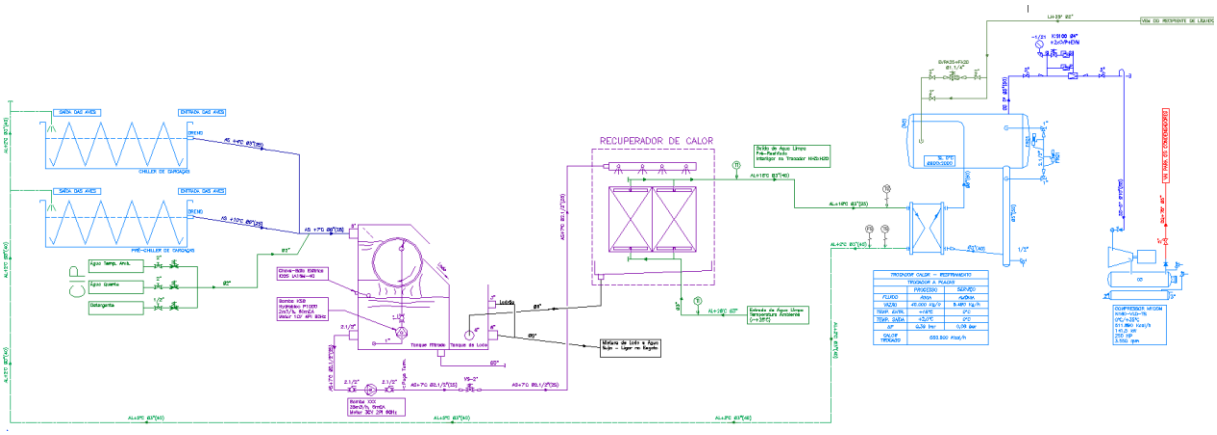
ISSN 2446-7618

3. Coeficientes de Película:		
3.1. Lado Interno:		
Vazão Volumétrica do Fluido Q_i:	40,14 m³/h	
Velocidade do Fluido (U_i):	1,02 m/s	
Número de Reynolds (Re_i):	24.959	
Fator de Atrito (f):	2,47E-02	
Número de Nusselt (Nu_i):	163,3	
Coef. Película Interno (h_i):	**4.801,3 W/m².K**	
3.2. Lado Externo:		
Vazão Volumétrica do Fluido Q_e:	30,01 m³/h	
Velocidade do Fluido (U_e):	4,34 mm/s	
Diâmetro Hidráulico (D_H):	1,30 m	
Número de Reynolds (Re_e):	4107	
Número de Nusselt (Nu_e):	70,4	
Coef. Película Interno (h_e):	**1.971,4 W/m².K**	
4. Coeficientes Globais do Trocador		
4.1. Limpo:		
Coeficiente Global (U):	**1.291,7 W/m².K**	
5. ε-NTU e Calor Trocado Real		
5.1. Calor Trocado Máximo:		
Calor Esp. Massa Quente (C_q):	46,79 kW/K	
Calor Esp. Massa Fria (C_f):	34,40 kW/K	
Calor Esp. Mínimo (C_{min}):	34,40 kW/K	
Calor Trocado Máximo (Q_{max}):	**632,88 kW**	
Relação c_p (C):	0,735	
5.2. Efetividade do Trocador:		
NTU do Trocador:	2,35	
Efetividade Trocador (ε):	0,713	
Calor Trocado (Q):	**451,38 kW**	**388.191 Kcal/h**
Temp. Saída Fluido Quente (t_{qs}):	16,4 ºC	
Temp. Saída Fluido Frio (t_{fs}):	20,7 ºC	
DTML:	6,9 ºC	
Coef. Global Final (U_F):	*1.051 W/m².K*	*904 Kcal/h.m².K*
U_{FL}*DTML:	*7.217 W/m²*	*6.206 Kcal/h.m²*

Baseado nos cálculos acima foi demonstrado que a água irá sair a 16,4°C, no cálculo foi denominado fluido quente, o fluído frio se refere a água drenada. Igualmente como na etapa anterior iremos dimensionar a instalação frigorifica, porém com as novas condições de contorno que será a água entrando no trocador a placa a 16,4°C os mesmos 40.000 litros/h. Ainda utilizando a formula da calorimetria Q=m.c.Δt agora termos uma carga térmica de 560.000 kcal/h. Na figura 5 é demonstrado o projeto da instalação com o recuperador de calor. O compressor foi selecionado através do software MYCOMW2020ep_ver.1, e o mesmo terá capacidade de 611.890 kcal/h, portando atendendo a demanda. Este compressor terá consumo energético de 141,5 kw COP de 5,03.

ISSN 2446-7618

Figura 5 – Instalação para resfriamento de água com sistema de recuperador de calor



3.1.2 COMPARATIVO DE INSTALAÇÕES E RETORNO DE INVESTIMENTO

Após os cálculos térmicos e o dimensionamento das duas instalações frigorificas, sendo uma com recuperador e outra sem. Nesta etapa será demonstrado o comparativo entre as instalações demonstrando os ganhos energéticos e o retorno de investimento com a aplicação do recuperador de calor.

Tabela 2 – Resultados do cálculo comparativo entre as instalações.

1. Dados gerais

Tempo de produção / resfriamento de água	[hs/dia]:	16,0
Tempo de sala de maquinas	[horas]:	16,0
Funcionamento mensal	[dias/mês]:	26,0
Valor médio da energia elétrica	[BRL/kW]:	0,36
Resfrimaneto de água diário de água	[m³/h]:	40,0
Resfriamento mensal de água	[ton/mês]:	1.040,0

2. Comparativo

Cenários	:	Instalação sem recuperador	Instalação com recuperador	*Diferença*	*Percentual de redução*
Vazão de água de reposição	[m³/h]:	40,0	40,0	-	-
Vazão de água drenada	[m³/h]:	-	30,0	-	-
Tempo de operação	[horas/dia]:	16,0	16,0	-	-
Temperatura entrada da água	[ºC]:	26,0	16,0	10,0	-38,5%
Temperatura saída da água	[ºC]:	2,0	2,0	-	-
Carga térmica requerida	[Kcal/h]:	960.000	560.000	400.000,0	-41,7%
Potência consumida de compressores	[bkW]:	232,4	141,5	90,9	-39,1%

3. Índices

Cenários	:	*Instalação sem recuperador*	*Instalação com recuperador*	*Diferença*	*Percentual de redução*
Gasto mensal c/ energia de compressores	[BRL/mês]:	34.804	21.191	13.613	-39,1%
Gasto anual c/ energia de compressores	[BRL/ano]:	417.651	254.292	163.358	-39,1%

ISSN 2446-7618

Gráfico 1 – Comparativo entre instalação.

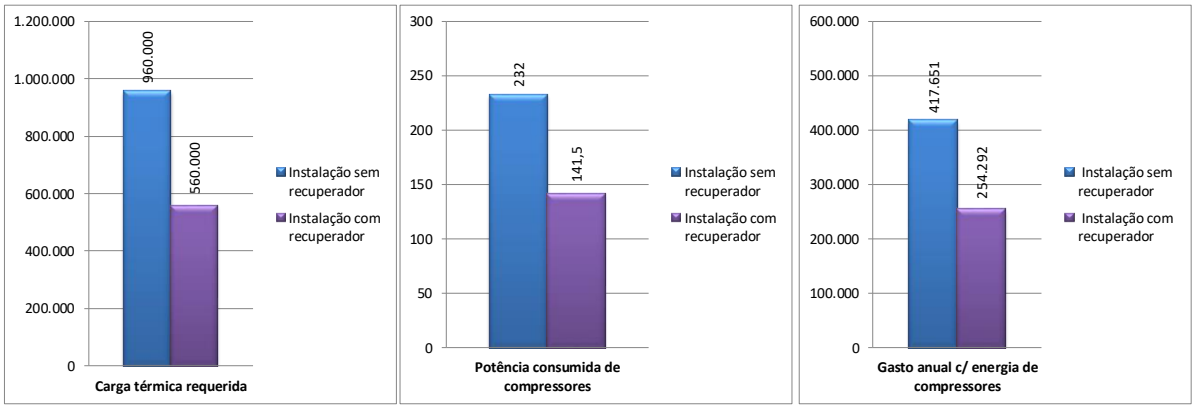


Tabela 3 – Custo e retorno de investimento da instalação do recuperador.

5. Custo investimento inicial

		Instalação com recuperador
Recuperador de calor	[BRL]:	150.000
Válvulas de água	[BRL]:	15.000
Conjunto de tubulações	[BRL]:	25.000
Medidor de vazão de água	[BRL]:	10.000
Mão de obra	[BRL]:	40.000
Total	**[BRL]:**	**240.000**

6. Pay-back

		Aquecimento por vapor de NH3
Pay-back	[ano]:	1,5

4 CONCLUSÃO

O estudo para implementação do sistema de recuperador de calor, com tocador do tipo baudelot em uma indústria de abates de frango mostrou-se viável. Pois com sua aplicação é possível aproveitar a baixa temperatura da água que deve ser drenada dos chillers de resfriamento de frango. Com o recuperador foi possível baixar a temperatura da entrada da água que entra nos resfriadores em 10°C, pois normalmente temos a condição da água entrando a 26°C. Esta redução representou uma redução de carga térmica necessária para os compressores de 58,3%.

Com a redução de carga térmica foi possível fazer um novo selecionamento de compressor. Este compressor selecionado para as novas condições apresentou uma redução de 60,9% de consumo energético. Esta redução de consumo energético representou uma economia anual na conta de energia elétrica de R$ 163.358,00, com isto comprovando a viabilidade do recuperador. Em média o custo de instalação do recuperador é de R$ 240.000,00, este investimento se paga com a redução do custo energético em 1,5 anos.

ISSN 2446-7618

REFERÊNCIAS

1 BORTOLO, Otávio Perini. RIBEIRO, Michel. Estudo e desenvolvimento de um trocador de calor para fins didáticos. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 08, Vol. 02, pp. 149-180. Agosto de 2019. ISSN: 2448- 0959

2 INCROPERA, F. P.; BERGMAN, T. L.; LAVINE, A. S.; DEWITT, D.P. Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

3 Incropera, F. P., & DeWitt, D. P. (2002). Fundamentals of Heat Transfer. John Wiley & Sons Australia.

4 Google Patents. (1859). Patents - Apparatus for cooling liquids. Acesso em 04 de Maio de 2020, disponível em Google Patents: http://www.google.com/patents/US25992

5 MYCOM. Software Licenciado – MYCOMW2019ep_ver.1. Disponível em: <https://mycomw.software.informer.com/5.0/>. Acesso em: 01° outubro 2020.

6 ÇENGEL, Y. A.; GHAJAR, A. J. Transferência de calor e massa. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill/Artmed, 2009.

ISSN 2446-7618

ANÁLISE DA LAVAGEM DE RESÍDUO PÓS-CONSUMO (RPC) DE FILMES MULTICAMADA POLIMÉRICOS APLICADOS NA INDÚSTRIA *PET-FOOD*

Bernardes, D. P.[1]
Santana, R. M. C.[2]

[1] *Aluno de Mestrado, Dillan Passos Bernardes, UFRGS e dillanbernardes@gmail.com*
[2] *Professora Doutora, Ruth Marlene Campomanes Santana, UFRGS e ruth.santana@ufrgs.br*

(Todas as informações contidas neste artigo são de responsabilidade dos autores)

Resumo

As embalagens de filmes poliméricos possuem muitas vantagens e benefícios quando comparadas às embalagens de outros materiais, porém estas embalagens tornam-se um problema ambiental quando descartadas, o problema torna-se ainda maior quando estas embalagens possuem mais de um polímero na forma de embalagens multicamada poliméricas. Com mais de uma camada o processo de reciclagem torna-se ainda mais complicado, e nele, a etapa de lavagem é essencial, principalmente quando o resíduo esteve em contato com alimentos, que usualmente carregam muita gordura. Este trabalho busca avaliar a eficiência de diferentes condições de lavagem de resíduo pós-consumo de embalagens multicamadas poliméricas aplicadas na indústria *Pet-food*, indústria na qual as embalagens multicamadas poliméricas são responsáveis pelo armazenamento e conservação dos alimentos, esta indústria cresce a cada ano e mostra-se com números a sua importância. A turbidez do efluente das condições de lavagem foi analisado, encontrando-se as condições mais eficientes. Além disso, comprovou-se também com os resultados de turbidez do efluente que independente da concentração de *Flakes* de material na solução de aquosa de lavagem, a condição de lavagem mais eficiente manteve-se a mesma. Também, analisou-se o ângulo de contato na superfícies dos filmes limpos, com o objetivo de verificar a ocorrência de algum tipo de interferência na superfície do filme.

Palavras-chave: lavagem; resíduo pós-consumo; filme multicamada polimérico; indústria Pet-food.

ISSN 2446-7618

ANALYSIS OF WASHING POST-CONSUMER WASTE (PRW) OF MULTILAYER POLYMERIC FILMS APPLIED IN THE PET-FOOD INDUSTRY

Abstract

Polymeric film packaging has many advantages and benefits when compared to packaging of other materials, however these packaging become an environmental problem when discarded, the problem becomes even greater when these packages have more than one polymer in the form of multilayer packaging polymeric. With more than one layer, the recycling process becomes even more complicated, and in it, the washing step is essential, especially when the residue was in contact with food, which usually carries a lot of fat. This work seeks to evaluate the efficiency of different washing conditions for post-consumer waste of polymeric multilayer packaging applied in the Pet-food industry, an industry in which polymeric multilayer packaging is responsible for the storage and conservation of food, this industry grows every year and its importance is shown with numbers. The turbidity of the effluent from the washing conditions was analyzed, finding the most efficient conditions. In addition, it was also verified with the turbidity results of the effluent that regardless of the concentration of Flakes material in the aqueous washing solution, the most efficient washing condition remained the same. Also, the contact angle on the surfaces of the cleaned films was analyzed, in order to verify the occurrence of any type of interference on the surface of the film.

Key words: washing; post-consumer waste; polymeric multilayer film; Pet-food industry.

ISSN 2446-7618

1 INTRODUÇÃO

O avanço da indústria trouxe novos desafios aos pesquisadores e desenvolvedores de materiais e produtos poliméricos. Estes são hoje competitivos economicamente e possuem uma grande variedade de processos de conformação desenvolvidos e aplicados para a indústria, sendo o setor de embalagens um dos principais ramos de aplicação dos materiais poliméricos. O ministério brasileiro do meio-ambiente estima que atualmente um terço do lixo doméstico é composto por embalagens, sendo que deste terço 80% são de embalagens que foram utilizadas apenas uma vez [(1)].

As embalagens de filmes multicamadas poliméricas são utilizadas devido a sua possibilidade de fornecer performance reduzindo a quantidade de material quando comparado aos filmes de uma camada. Embalagens multicamadas poliméricas são aquelas que possuem um sistema com no mínimo duas camadas em que pelo menos uma é polimérica. Com isso as embalagens tornam-se mais eficientes quando utilizadas como proteção para alimentos, fornecendo ao alimento maior tempo de prateleira [(2)]. Os filmes multicamadas fornecem uma variedade de propriedades que não podem ser obtidas com filmes monocamadas [(3)]. Polipropileno (alta e baixa densidade), poliestireno e poliamida são exemplos dos principais materiais utilizados no ramo de filmes multicamadas para a indústria alimentícia. Com a possibilidade de produção de filmes multicamadas através da co-extrusão, muitas vezes faz-se necessário a inserção de um adesivo especial para evitar a delaminação entre camadas. Existem várias possibilidades de combinação entre camadas, um exemplo é a seguinte: Polipropileno / Adesivo / Poliamida / Adesivo / Poliamida / Adesivo / Polietileno de baixa densidade [(4)].

Dentro das possíveis aplicações para embalagens de filmes poliméricos multicamadas, uma delas cresce junto com o mercado: a embalagem *Pet-food*, ou seja, embalagens alimentícias dedicadas aos animais do tipo Pet. No Brasil o mercado Pet é um dos maiores do mundo, sendo o segundo maior mercado do segmento com uma fração de 5,2% do faturamento global, somente atrás dos EUA (40,2%) [(5)]. O segmento movimentou aproximadamente no ano 2018 U$ 124 bilhões, um crescimento de 4,2% em relação ao ano anterior. Ao considerar somente valores do mercado brasileiro interno, foram mais de R$ 20,3 milhões de faturamento do mercado Pet, sendo o segmento *Pet-food* responsável por 73,9%. Além disso, foram mais de 2,7 milhões de toneladas de *Pet-food* comercializados somente em 2018 [(6)]. Estes números comprovam o crescimento do segmento pet não só no Brasil, mas também no mundo, com isso, o aumento do resíduo e do descarte incorreto dessas embalagens cresce na mesma proporção.

O reprocessamento de resíduos poliméricos pós-consumido (Rpc) é denominado como um processo de reciclagem secundária, no qual o produto após ter tido seu uso na aplicação prevista, é transformado novamente em matéria prima polimérica [(7)]. Porém reciclagem de filmes multicamadas aplicados na indústria das embalagens ainda é um importante problema o qual não possui solução em escala industrial, devido a diversas razões como: grande variedade de materiais utilizados para cada camada, diferentes processos de produção utilizados, falta de sistemas de identificação das camadas dos filmes, falta de sistemas economicamente viáveis de segregação dos materiais, entre outras [(8)].

ISSN 2446-7618

Os resíduos pós-consumo de filmes poliméricos geralmente estão contaminados com o próprio produto, isso é o maior problema para o processo de reciclagem de embalagens do ramo alimentício. Ainda é necessário levar em conta que a solução de lavagem torna-se um efluente, logo é necessário atenção com o tipo de produto utilizado, pois este pode apresentar uma carga poluidora significativa [9,10].

Por tudo isso, fica clara a necessidade da realização de um estudo que avalie a lavagem das embalagens de filmes poliméricos multicamadas aplicadas na indústria *Pet-food*. São necessárias mais informações e dados quanto ao processo de lavagem das embalagens multicamadas poliméricas da indústria *Pet-food*. Dados estes que permitirão um avanço tecnológico que poderá beneficiar tanto o produtor de filmes multicamadas quanto os recicladores.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Materiais

2.1.1. Resíduo pós-consumo

Foram coletadas para o estudo de eficiência de lavagem, embalagens multicamadas poliméricas pós-consumo aplicadas na indústria *Pet-food*. Para este estudo foi selecionada uma embalagem da marca Golden Premier™, apresentada na Figura 1-a abaixo, a qual armazena 10,1kg de alimento para cães. Neste estudo não foram consideradas embalagens multicamadas que possuíssem camadas metalizadas, apenas embalagens 100% poliméricas e na Figura 1-b é apresentada a parte interna da embalagem.

(a) **(b)**

Figura 1: Embalagem multicamada polimérica aplicada na indústria *Pet-Food. (a) parte externa e (b) parte interna*

ISSN 2446-7618

2.1.2. Solução de Lavagem

Para o processo de lavagem foram analisadas neste estudo 5 diferentes métodos de lavagem em duas concentrações diferentes de material por solução de lavagem. Uma Solução Detergente (SD) foi produzida para os experimentos através da diluição 1:1 de detergente concentrado para lavagem de louças e água destilada. Na Tabela 1 são apresentadas as diferentes formulações das soluções de lavagem, assim como a concentração de material utilizado. As formulações e concentrações foram baseadas em estudos preliminares referentes aos processos de lavagem de resíduo pós-consumo [(11)].

Tabela 1: Condições de lavagem das amostra avaliadas

Amostra	Concentração de *Flakes* na solução (g/L)	Água (%)	SD em água (%)	NaOH em água (%)
1_A	8	100	-	-
1_B	8	-	0,1	-
1_C	8	-	0,5	-
1_D	8	-		0,1
1_E	8	-	0,1	0,1
2_A	17,6	100	-	-
2_B	17,6	-	0,1	-
2_C	17,6	-	0,5	-
2_D	17,6	-	-	0,1
2_E	17,6	-	0,1	0,1

2.2 Método

2.2.1. Processo de Lavagem

As amostras das embalagens multicamada poliméricas foram cortadas com auxílio de uma tesoura em pedaços de no máximo 3cmx3cm como apresentado na Figura 2-a. Após pesagem as amostras foram inseridas em um béquer com a solução de lavagem. Na Figura 2-b é apresentado o sistema de lavagem com agitação magnética. O processo de lavagem teve duração de 3 minutos baseado na metodologia proposta por estudos anteriores[(11)] e foi realizado em temperatura ambiente de 25ºC. Após, o efluente da lavagem de cada uma das condições testadas foi coletado para a análise de turbidez.

ISSN 2446-7618

(a) **(b)**

Figura 2: Imagens de (a) Amostras fragmentadas (b) sistema de lavagem com agitação magnética.

2.2.2. Análise de Turbidez

Com o objetivo de verificar a eficiência da remoção de impurezas (resquícios de gorduras da ração) de cada uma das condições de lavagem, as soluções foram analisadas com o uso de um Turbidímetro modelo Plus Multiprocessado da marca Alfakit. Foram realizadas 5 leituras para cada uma das amostras com calibração previa para cada amostra com água ultrapura.

2.2.3. Ângulo de Contato

A análise de ângulo de contato é um ensaio para avaliar a hidrofobicidade ou hidrofilicidade da superfície de um substrato, através do espalhamento da gota do liquido usado, geralmente água. Este ensaio baseia-se na goniometria, observação de uma gota do líquido teste em um substrato sólido [11]. Os ensaios foram realizados a temperatura ambiente com a aquisição de imagens através de um microscópio óptico digital e os cálculos do ângulo de contato foram realizados com o software SURFTENS. Como referência utilizou-se a ASTM D7334 e água destilada como líquido teste. Neste trabalho foram realizadas 10 medidas do ângulo de contato para cada uma das amostras, sendo que cada amostra teve seu ângulo de contato medido com 0 minutos de exposição à gota e também após 3 minutos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizou-se neste trabalho a análise de turbidez para avaliar a eficiência das diversas condições de lavagens testadas, para isto considerou-se o princípio de que quanto maior a turbidez da solução de lavagem após o processo de lavagem, mais eficiente ela foi, visto que a turbidez da solução dá-se pela quantidade de partículas de sujeira removidas da superfície do filme multicamada polimérico.

ISSN 2446-7618

3.1. Análise de Turbidez

Após a análise da turbidez das soluções de lavagem, notou-se que para ambas as concentrações de *Flakes* de filmes na solução, 8 g/L (Amostras 1) e 17,6 g/L (Amostras 2), o efluente de lavagem mais eficiente foi a solução da condição C (0,5% de SD) por apresentar o maior valor de turbidez como mostrado na Figura 3. Ainda verificou-se que a diferença eficiência da solução de lavagem C em relação às outras soluções de lavagem é maior quando a concentração de material (*Flakes*) é menor. Em concentrações menores a solução C teve na sua turbidez um valor 106% maior que a segunda melhor condição (Amostra 1_E) e 192% que a solução de lavagem menos eficiente (Amostra 1_D), enquanto na condição de alta concentração de material por litro de solução a diferença da solução C foi de apenas 3,2% para a segunda melhor condição (Amostra 2_B) e 69,1% que a solução de lavagem menos eficiente (Amostra 2_E).

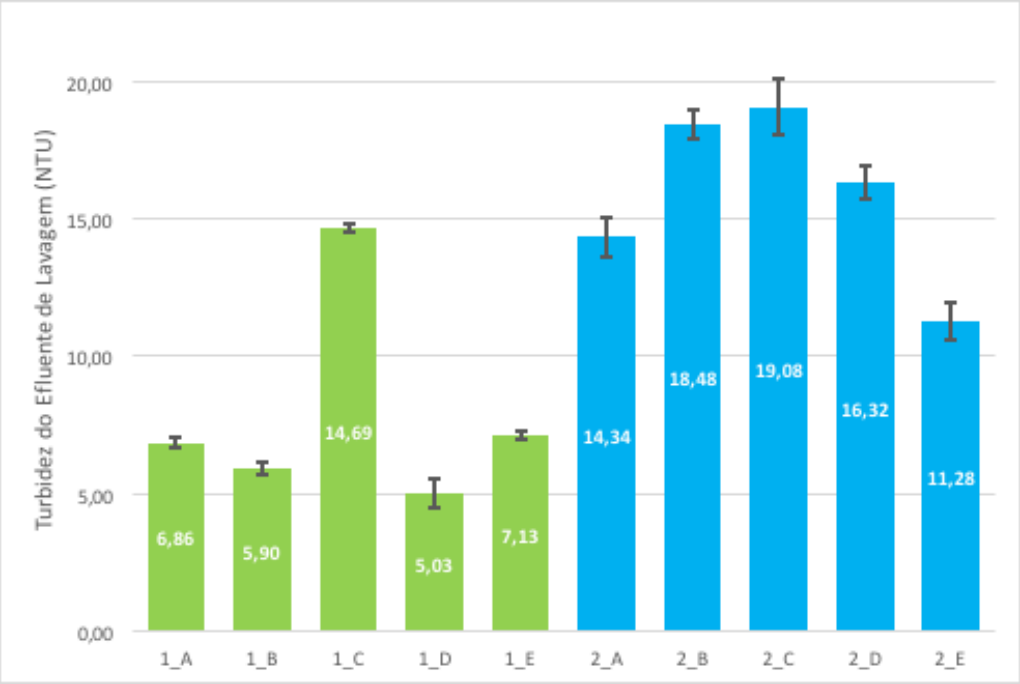


Figura 3: Análise de turbidez dos efluentes das diferentes condições de lavagem.

Ressalta-se ainda que os valores de turbidez da amostra 1_C quando comparados aos valores de turbidez da amostra 2_C são menores, o que já era esperado já que a quantidade de material a ser limpa na bateria de amostras 1 é aproximadamente a metade do que da bateria de amostras 2. Na Figura 4 é apresentada a comparação de dois *Flakes* antes da lavagem e após a lavagem com na condição 2_C, a mais eficiente de acordo com a análise de turbidez do efluente. Nota-se visualmente a redução significativa de partículas de sujeira com esta condição de lavagem.

ISSN 2446-7618

Figura 4: Rpc da indústria Pet-food antes (esquerda) e depois (direita) do processo de lavagem na condição 2_C.

3.2. Ângulo de contato

Foi realizada a análise de ângulo de contato da superfície dos filmes poliméricos com o objetivo de verificar se o processo de lavagem gerou algum grupo funcional na superfície do filme. Os resultados da análise de ângulo de contato são apresentados na Figura 5. Nota-se que os valores para as amostras são similares, ainda mais quando considera-se a margem de erro com o desvio padrão. Ainda assim, é possível concluir que a solução de limpeza mais eficiente (Amostra 2_C) resultou no menor valor de ângulo de contato. A Figura 6 apresenta a imagem da gota de água destilada na superfície do filme polimérico após as lavagens nas condições 2_C (Figura 6-a) cujo ângulo de contato foi igual de 87,6º e 2_E cujo ângulo de contato foi de 95,7º (Figura 6-b).

ISSN 2446-7618

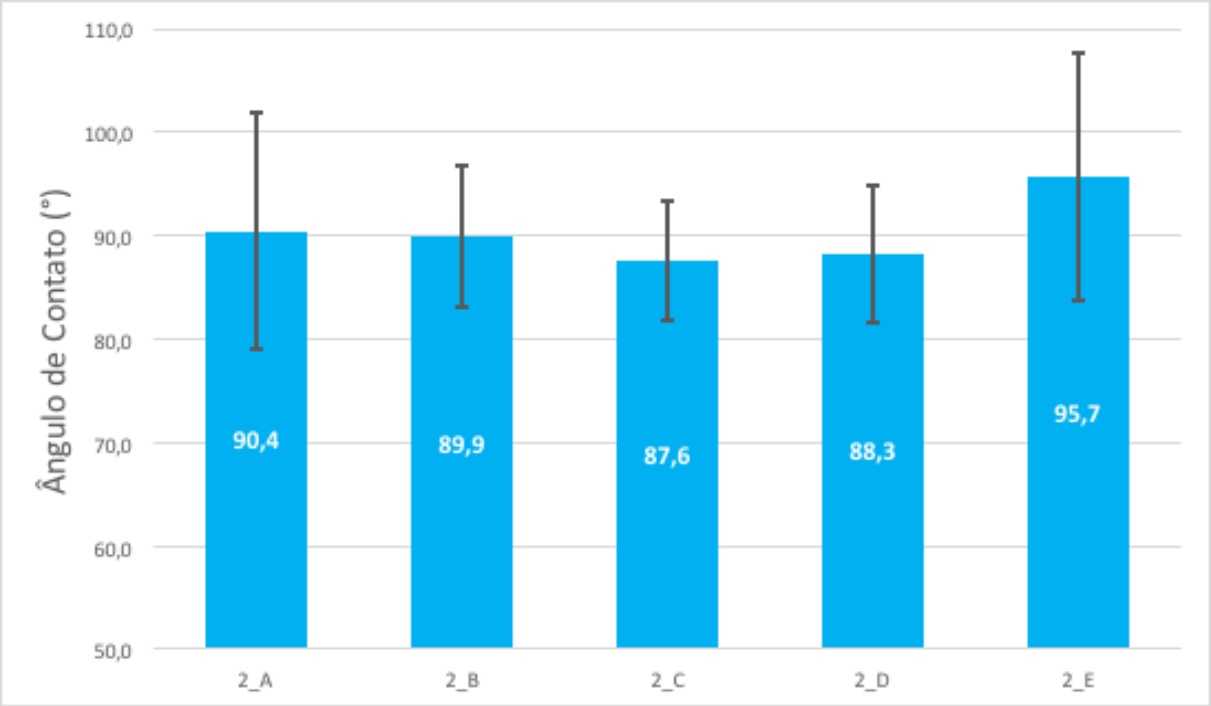
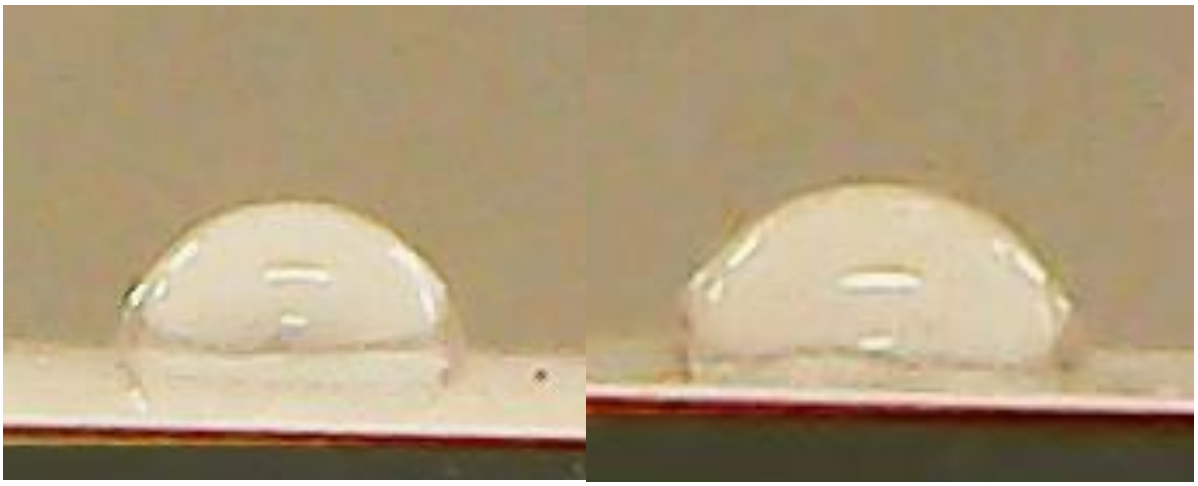


Figura 5: Ângulos de contato após deposição de uma gota de água destilada na superfície da amostra



(a) **(b)**

Figura 6: Imagens das amostras 2_C (a) e 2_E (b) na análise de ângulo de contato.

4 CONCLUSÃO

A eficiência do processo de lavagem de resíduos pós-consumo de embalagens multicamada poliméricas aplicadas na indústria *Pet-food* foi maior na condição de lavagem na qual a solução de lavagem levou um teor de 0,5% de uma solução detergente (SD) em relação à massa de água. Além disso, a eficiência ganha maior destaque quando comparada às outras condições testadas quando as

ISSN 2446-7618

concentrações de *Flakes* de material na solução de lavagem é menor. Nenhuma das condições de lavagem testadas neste estudo resultou em uma influência grande na molhabilidade do filme multicamada polimérico. Esse estudo pode servir como base para estudos de reprocessamento e reciclagem de materiais poliméricos, pois sempre é necessário uma etapa de lavagem do resíduo. É possível em trabalhos futuros avaliar se é possível manter a solução de lavagem para mais de uma bateria de lavagem, assim sendo possível reduzir consideravelmente a quantidade de efluentes gerados.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Núcleo de Sustentabilidade da UFRGS, ao LAPOL, ao LACOR, ao PPGE3M, à UFRGS e ao Bolsista de Iniciação Científica Lorenzo Ferreira.

REFERÊNCIAS

1 MINISTÉRIO DA SAÚDE. Qual é o impacto das embalagens no meio ambiente? Disponível em: < https://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/producao-e-consumo-sustentavel/consumo-consciente-deembalagem/impacto-das-embalagens-no-meio-ambiente.html>. Acesso em: 03/11/2020;

2 K. KAISER, M. SCHMID, M. SCHLUMMER. Recycling of Polymer-Based Multilayer Packaging: A Review. MDPI - Recycling, v. 3 n. 1 (2018) p. 1-26. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2313-4321/3/1/1>. Acesso em: 03/11/2020.

3 P. CINELLI, M. SCHMID, E. BUGNICOURT, B. COLTELLI, A. LAZZERI. Recyclability of PET/WPI/PE Multilayer Films by Removal of Whey Protein Isolate-Based Coatings with Enzymatic Detergents. MDPI – Materials (Basel), v. 9 n. 6 (2016) p. 473. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5456749/>. Acesso em: 03/11/2020.

4 A. THOMÉ, M. R. C. NOGUEIRA. Características de filmes multicamadas para acondicionamento de salsichas resfriadas segundo a qualidade microbiológica. ACET Artigos v1 (2016). Disponível em: < https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/apeuv/article/view/10780 >. Acesso em: 03/11/2020;

5 D. GERALDES. Editora Stilo. Brasil fecha 2018 como segundo maior mercado pet do mundo (2019). Disponível em <https://www.editorastilo.com.br/brasil-fecha-2018-como-segundo-maior-mercado-pet-do-mundo/> Acesso em: 03/11/2020;

6 Associação Brasileira da Indústria do PET (ABIPET). Benefícios das Garrafas e Frascos de PET. Disponível em: <http://www.abipet.org.br/index.html?method=mostrarInstitucional&id=48>. Acesso em: 03/11/2020;

ISSN 2446-7618

7 V. A. F. PESSÔA. Reciclagem e reutilização de materiais poliméricos plásticos. 2018. 50 f. Dissertação (Graduação em Engenharia de Materiais) – Programa de Graduação em Engenharia de Materiais, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: < http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10024679.pdf>. Acesso em: 03/11/2020;

8 Z. TARTAKOWSKI. Recycling of packaging multilayer films: New materials for technical products. Resources, Conservation and Recycling, v. 55 n. 2 (2010), p. 167-170. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/artible/abs/pii /S0921344910002053> Acesso em: 03/11/2020;

9 M. V. P. Remédio, M. Zanin, B. A. N. Teixeira. Caracterização do Efluente de Lavagem de Filmes Plásticos Pós-Consumo e Determinação das Propriedades Reológicas do Material Reciclado, Polímeros: Ciência e Tecnologia vol.9 no.4 (1999) 177-183. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S01 04-14281999000400029>. Acesso em: 03/11/2020;

10 R. M. C. Santana, G. Gondim. Influence of cleaning conditions on the degradation of recycled HDPE, Journal of Applied Polymer Science, Vol. 112 (2009) 1454–1460. Disponível em: <https://onlinelibrary. wiley.com/doi/abs/10.1002/app.29479>. Acesso em: 03/11/2020;

11 A. BETTANIN. Influência da incorporação de Aditivos na Performance de Filmes Multicamadas Pós-Consumo Reciclados Mecanicamente. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Materiais) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/213512>. Acesso em: 03/11/2020;

ISSN2446-7618

AVALIAÇÃO POR IMPEDÂNCIA ELETROQUÍMICA DA RESISTÊNCIA AOTRANSPORTE DE ÍONS SULFATO EM ARGAMASSAS ARMADAS CONTENDO RESÍDUOS DA GERAÇÃO TERMELÉTRICA

Lopes, D. F.[1]
Rodrigues, L. M.[2]
da Silva, S. N.[3]

[1] *Mestranda, Daniele Ferreira Lopes, Programa de Pós graduação em Ciência e Engenharia de Materiais – PPCEM, Universidade Federal do Pampa, danielelopes.aluno@unipampa.edu.br*
[2] *Dra. Luciana Machado Rodrigues, Engenharia Química, Especialização em Gestão de Processos Industriais Químicos – GESQUIM, Universidade Federal do Pampa, luciana.rodrigues@unipampa.edu.br*
[3] *Dra. Sabrina Neves da Silva, Engenharia de Energia, Programa de Pós graduação em Ciência e Engenharia de Materiais – PPCEM, Universidade Federal do Pampa, sabrinasilva@unipampa.edu.br*

Resumo
A Espectroscopia de Impedância Eletroquímica (EIE) é amplamente utilizada para determinação da contribuição de processos individuais de eletrodo ou eletrólito em sistemas eletroquímicos. Para os sistemas aço/argamassa, a partir dos resultados de EIE, é possível obter informações sobre parâmetros como a presença de filmes superficiais, características microestruturais, corrosão e fenômenos de transporte iônico. Neste trabalho, determinou-se a influência das adições de resíduos da geração termoelétrica, em argamassa armada, na resistência ao transporte de íons sulfato por EIE. A morfologia da corrosão foi analisada por microscopia. Os ensaios foram realizados durante 90 dias e foram comparados com uma argamassa de referência (sem aditivo). Foi demonstrado que o corpo de prova contendo cinza volante apresentou maior resistência ao transporte iônico, indicando ser este um aditivo adequado para prolongar a vida útil de estruturas de argamassa armada em atmosferas agressivas.

Palavras-chave: Corrosão; Argamassa armada; Espectroscopia de impedância eletroquímica; Resíduos.

EVALUATION BY ELECTROCHEMICAL IMPEDANCE OF RESISTANCE TO THE TRANSPORT OF SULFATE IONS IN CEMENTED MORTARS CONTAINING RESIDUES OF THERMOELECTRIC GENERATION

Abstract
Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS) is widely used to determine the contribution of individual electrode or electrolyte processes in electrochemical systems. For the steel/mortar system, based on the EIS results, it is possible to obtain information about parameters such as the presence of surface films, microstructural characteristics, corrosion process and ionic transport. In this work were evaluated, by EIS, the sulfate ion transport resistance in mortars containing thermoelectric generation residues as additives. The corrosion morphology was analyzed by microscopy. The tests were performed during 90 days and the results were compared with reference specimen (without additive). It was demonstrated that

ISSN2446-7618

the mortar with fly ash as additive showed greater resistance to ionic transport, indicating that this is an appropriate additive to prolong the useful life of reinforced mortar structures in aggressive atmospheres.

Key words: Corrosion; Reinforced mortar; Electrochemical impedance Spectroscopy; Residues.

1 INTRODUÇÃO

Entende-se como argamassa armada o material de construção resultante da união da argamassa simples e de barras de aço, envolvidas por esta, com aderência entre os dois materiais, de tal maneira que resistam ambos aos esforços a que forem submetidos [1].

Em atmosferas urbanas e industriais, as armaduras de argamassa ficam expostas ao efeito conjunto de agentes ambientais agressivos (deletérios) como a umidade relativa do ar, gases nocivos e íons dissolvidos. Essa informação é confirmada ao se analisar o número elevado de reconstruções e/ou reparos nas construções decorrentes de falhas prematuras. A diminuição na durabilidade de uma estrutura gera outro problema ambiental devido ao desperdício de matérias-primas, ao aumento de resíduos gerados e o maior consumo de energia e recursos naturais [2].

A corrosão das armaduras é a forma mais frequente de deterioração de estruturas de argamassa armada comprometendo-as tanto do ponto de vista estético quanto do ponto de vista da segurança. Trata-se de um processo eletroquímico, causado pelas diferenças nas concentrações de íons dissolvidos, tais como cloretos e sulfatos, fazendo com que haja perda de volume do material, gerando produtos de corrosão, e consequentemente, redução de capacidade de suportar cargas [3,4].

Os produtos de corrosão geram um campo de tensões interno, localizados na interface entre o aço e a argamassa que, em função da sua magnitude, leva a formação de fissuras que se propagam em direção às faces de argamassa expostas à atmosfera [5].

Nesse contexto, propor alternativas que prolonguem a vida útil das estruturas e minimizem o impacto ambiental gerado por sua cadeia produtiva é, um desafio para os pesquisadores e alvo de pesquisas relacionadas ao setor da construção civil [6,7].

Aditivos adicionados a argamassas cimentícias, em geral, conferem melhorias significativas nas propriedades mecânicas e resistência à corrosão. Em pesquisas preliminares por nós desenvolvidas na Universidade Federal do Pampa - Campus Bagé foi demonstrado que os resíduos da geração termoelétrica como as cinzas leves (CV) e o subproduto da FGD (SP),materiais em geral estocados a céu aberto, podem ser reutilizados como aditivos a argamassa para melhorar as propriedades mecânicas e aumentar a resistência à corrosão [8,9].

Os aditivos minimizam as taxas de corrosão pela formação de uma barreira ou filme na superfície metálica e pelo aumento do caminho de difusão dos agentes agressivos devido à diminuição da porosidade conferida pelo aditivo [10,11].

A Espectroscopia de Impedância Eletroquímica (EIE) é amplamente utilizada para determinação da contribuição de processos individuais de eletrodo ou eletrólito em sistemas eletroquímicos. Para o sistema aço/argamassa, a partir dos resultados de EIE, é possível obter informações sobre parâmetros como a presença de filmes

ISSN2446-7618

superficiais, características microestruturais da argamassa, corrosão e fenômenos de transporte iônico [12].

Em síntese, a EIE parte do pressuposto que um circuito elétrico pode representar o comportamento do aço embutido na argamassa. Um espectro de impedância pode ser analisado com base em um diagrama Nyquist o qual consiste em uma série de pontos, cada um representando a grandeza e a direção do vetor de impedância para uma frequência em particular. O diagrama é um plano complexo (real *versus* imaginário) de coordenadas cartesianas, em que se tem na abscissa a parte real (termos resistivos) e na ordenada a parte imaginária (termos capacitivos ou indutivos) [13].

Com base no exposto acima, pode-se relacionar a condutividade efetiva das amostras (σ_{ef}) com a resistência ao transporte iônico no volume de material (R_{bulk}). A R_{bulk} obtém-se da interseção da curva de impedância com a abcissa do diagrama de Nyquist. A equação 1 mostra a relação entre R_{bulk} e a σ_{ef} [14].

$$\sigma_{ef} = \frac{L}{Rbulk.A} \quad (1)$$

Onde, L = comprimento da amostra (m);
R_{bulk} = Resistência de bulk (Ω) ;
A = área transversal do corpo de prova (m²).

Assim, neste trabalho avaliou-se, a resistência ao transporte de íons sulfato em argamassas armadas com e sem adições de CV e SP e determinou-se a condutividade efetiva em diferentes tempos de imersão. A morfologia da corrosão foi analisada por microscopia.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização química e morfológica dos resíduos, preparo dos corpos de prova e ensaios mecânicos

A metodologia da caracterização morfológica e química dos resíduos utilizados neste estudo bem como a metodologia de preparo dos corpos de prova e o resultado dos ensaios mecânicos estão detalhadamente descritos em [15].

Preparo dos Corpos de Prova para os Ensaios Eletroquímicos

Os corpos de prova foram confeccionados utilizando cimento Portland CP IV-32 RS, agregado miúdo de areia quartzos a, obtida no mercado local da cidade e resíduos da geração termelétrica que foram incorporados à massa do cimento. O traço utilizado foi 1:3:0,48 (cimento; agregado miúdo; relação água/cimento) de acordo com a ABNT NBR:7215 [15].

Os corpos de prova foram moldados na forma cilíndrica de 50x100mm e foram armados com barra de 8 mm de aço CA-50. As barras de aço foram pintadas com tinta epóxi para evitar a corrosão entre a interface exposta e embutida ficando uma área de 15,60 cm² sem ser pintada. A Figura 1 apresenta o desenho esquemático do corpo de prova com a barra metálica (1a) e os corpos de prova nos moldes (1b).

ISSN2446-7618

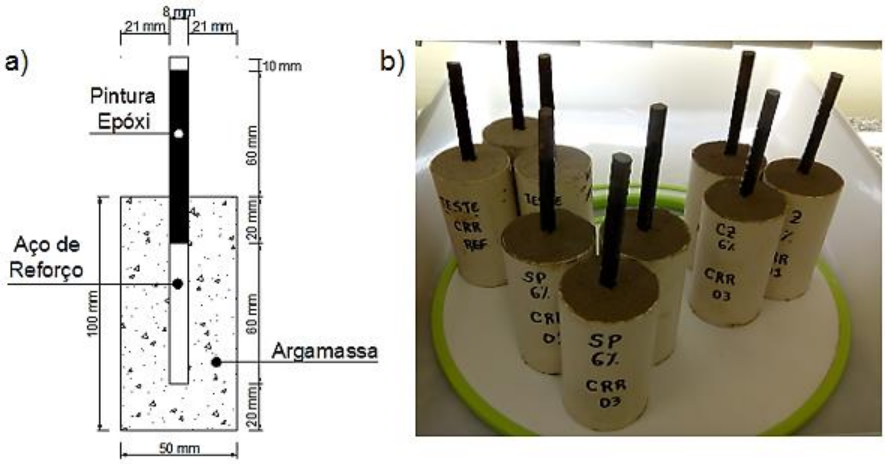


Figura 1. a) Desenho esquemático do corpo de prova com barra metálica. b) corpos de prova nos moldes.

Na montagem da célula eletroquímica, optou-se por utilizar como contra-eletrodo e eletrodo de referência o aço inox 304 em forma de tela. Conectou-se o aço embutido na argamassa ao terminal do eletrodo de trabalho enquanto que o aço inox 304 foi ligado em curto-circuito aos terminais do contra eletrodo e eletrodo de referência do potenciostato conforme mostra a Figura 2.

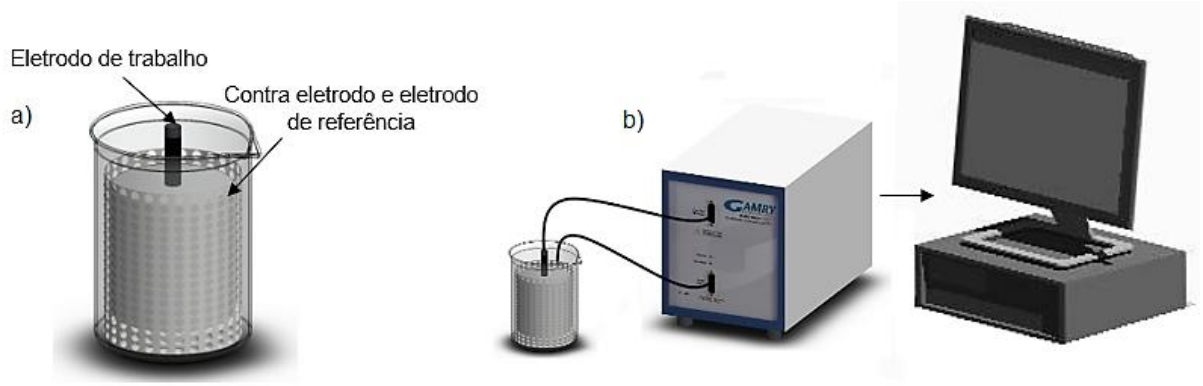


Figura 2. a) Célula eletroquímica; b) Esquema de montagem do experimento

Aplicou-se uma amplitude de 10 mV na faixa de frequência de 10^6 Hz até 10^{-3} Hz medido no potencial de corrosão. O equipamento utilizado foi o Potenciostato/Galvanostato da marca Gamry Reference 3000.

Visando simular uma atmosfera industrial de região carbonífera optou-se por realizar as medidas em solução contendo 5% em massa de sulfato de sódio (Na_2SO_4). Os corpos permaneceram imersos na solução e, a cada 30 dias, a solução foi substituída.

Os ensaios foram realizados a 25ºC em condições aeradas e em triplicata.

Análise Microscópica e da Variação Diametral

A análise morfológica foi realizada em Microscópio Estereoscópico da marca Motic modelo binocular, conforme mostrado na Figura 3, em diferentes magnificações.

ISSN2446-7618

Figura 3. Microscópio Estereoscópico

A medição da variação do diâmetro das barras foi realizada em 3 pontos distintos em que se observou formação de incrustação ou perda de espessura utilizando-se um paquímetro universal 12".

3 RESULTADOSE DISCUSSÃO

Sabe-se que mineralogicamente, a CV contém mulita, sílica (principalmente) e hematita e foi caracterizada como material amorfo (71%) com diâmetro médio de 42,19 µm.O SP é 63% amorfo, rico em sulfato de cálcio com diâmetro médio de 17,8µm. Na CV foram observadas partículas esféricas com diâmetro micrométrico enquanto que no SP observou-se partículas aglomeradas com morfologia variada. Os resultados mostraram que as incorporações de 6 % em massa (m/m) de CV e SP melhoram o desempenho das argamassas quanto a resistência à compressão axial. A absorção de água por capilaridade diminuiu nas argamassas com adição de 6% (m/m) de CV. Todos os resultados foram comparados com uma argamassa cimentícia de referência [15].

Para as medidas de EIE, utilizou-se o circuito elétrico equivalente mostrado na Figura 4 baseado no modelo proposto por [16]. Os elementos do circuito consistem em três resistências e dois elementos capacitivos sendo R_s a resistência da solução contida nos poros da argamassa, R_{con} a resistência do concreto e R_{tc} a resistência a transferência de cargas. C_{dc} e C_{con} representam a capacitância da dupla camada e do concreto, respectivamente.

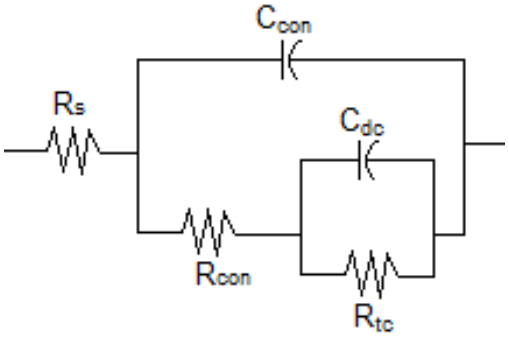


Figura 4. Circuito elétrico equivalente proposto R(C(R(CR)))

ISSN2446-7618

A Figura 5 apresenta os Diagramas de Nyquist em diferentes tempos. A área destacada em azul está em *zoom* como *insert* em cada diagrama. Para cada condição, indicou-se R_{bulk}. Os resultados são mostrados na Tabela 1.

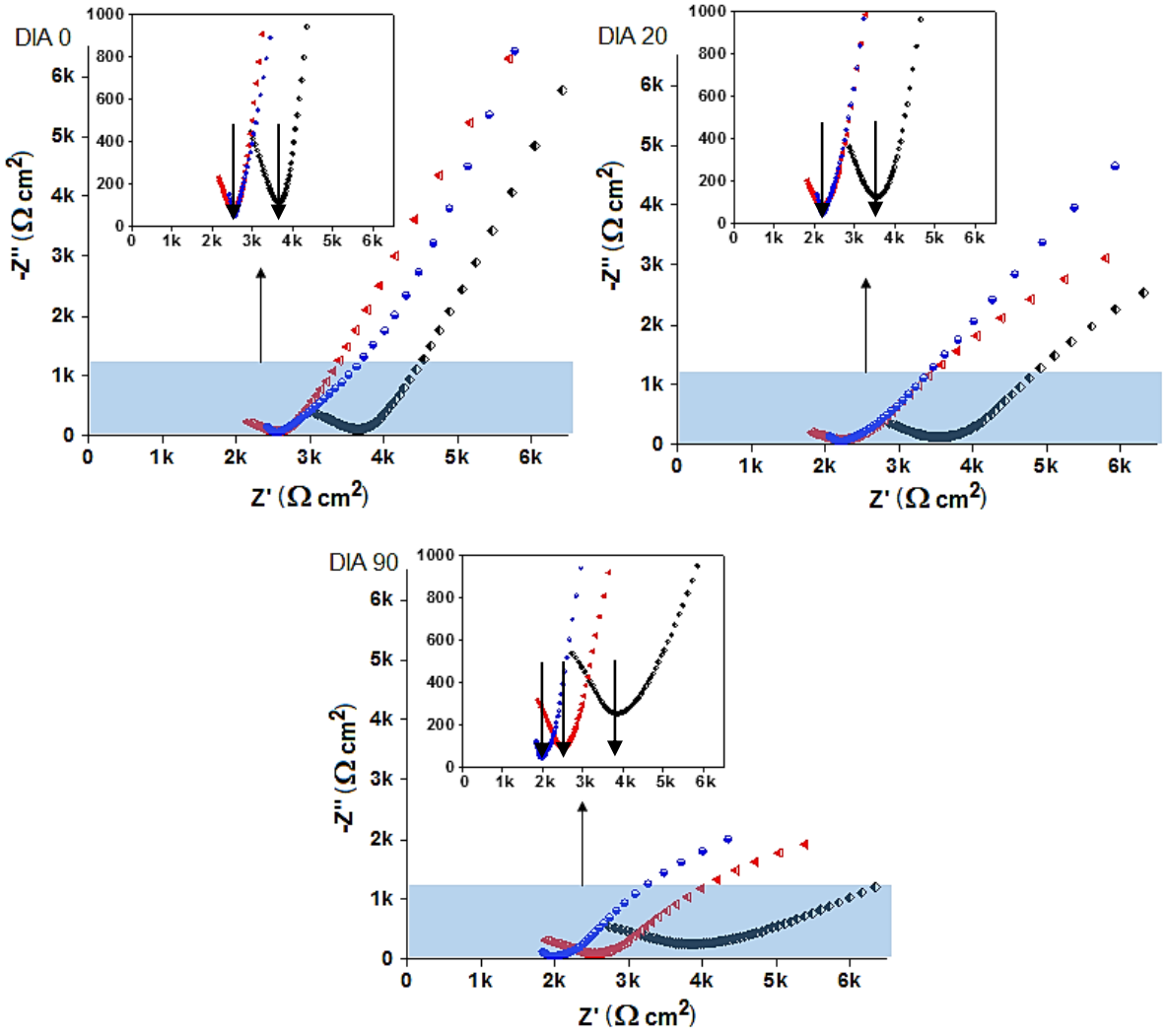


Figura 5. Diagrama de Nyquist onde REF(◒), CZ (⬖) e SP (◀) medidos nos tempos de 0, 20 e 90 dias em solução 5% Na_2SO_4 a 25°C. As setas indicam os pontos de R_{bulk}.

Tabela 1. Valores de R_{bulk} obtidos a partir dos Diagramas de Nyquist.

R_{bulk} (Ohm)			
Tempo	**REF**	**CZ**	**SP**
0	163,49	233,80	157,47
20	146,08	226,40	141,20
90	127,10	248,31	160,50

Na Tabela 2 são mostrados os valores da σ_{ef} calculadas pela Equação 1.

ISSN2446-7618

Tabela 2. Valores de σ_{ef} calculados a partir de R_{bulk}

σ_{ef} (S/m)			
Tempo	**REF**	**CZ**	**SP**
0	0,312	0,218	0,313
20	0,348	0,225	0,361
90	0,401	0,205	0,317

Verificou-se que nas argamassas contendo os aditivos a σ_{ef} diminuiu após 90 dias de imersão em solução 5% de Na_2SO_4 quando comparadas com a amostra de referência. A diminuição foi mais significativa nas amostras contendo CV. Isso se deve, possivelmente, à diminuição da porosidade que faz com que haja uma redução de caminhos de difusão e da tortuosidade dificultando o transporte iônico e da água até o material metálico embutido na argamassa [17]. Por outro lado, o sulfato de cálcio contido no SP, pode migrar por meio da rede de poros da argamassa até a armadura com mais facilidade, aumentando a condutividade e, consequentemente, aceleração do processo corrosivo, desencadeando uma ação deletéria [18].

A seguir, na Figura 6, são mostradas as imagens dos corpos de prova rompidos (6a) e (6b) somente das barras. Para todas as condições, destacam-se os pontos (1) apresentando corrosão por aeração diferencial na barra na interface exposta/embutida e (2) corrosão na extensão da barra. Pode-se observar a formação de produtos de corrosão marrom-alaranjados na armadura de aço. Além disso, houve perda de espessura na seção transversal resultando na perda de aderência entre o aço e a argamassa.

ISSN2446-7618

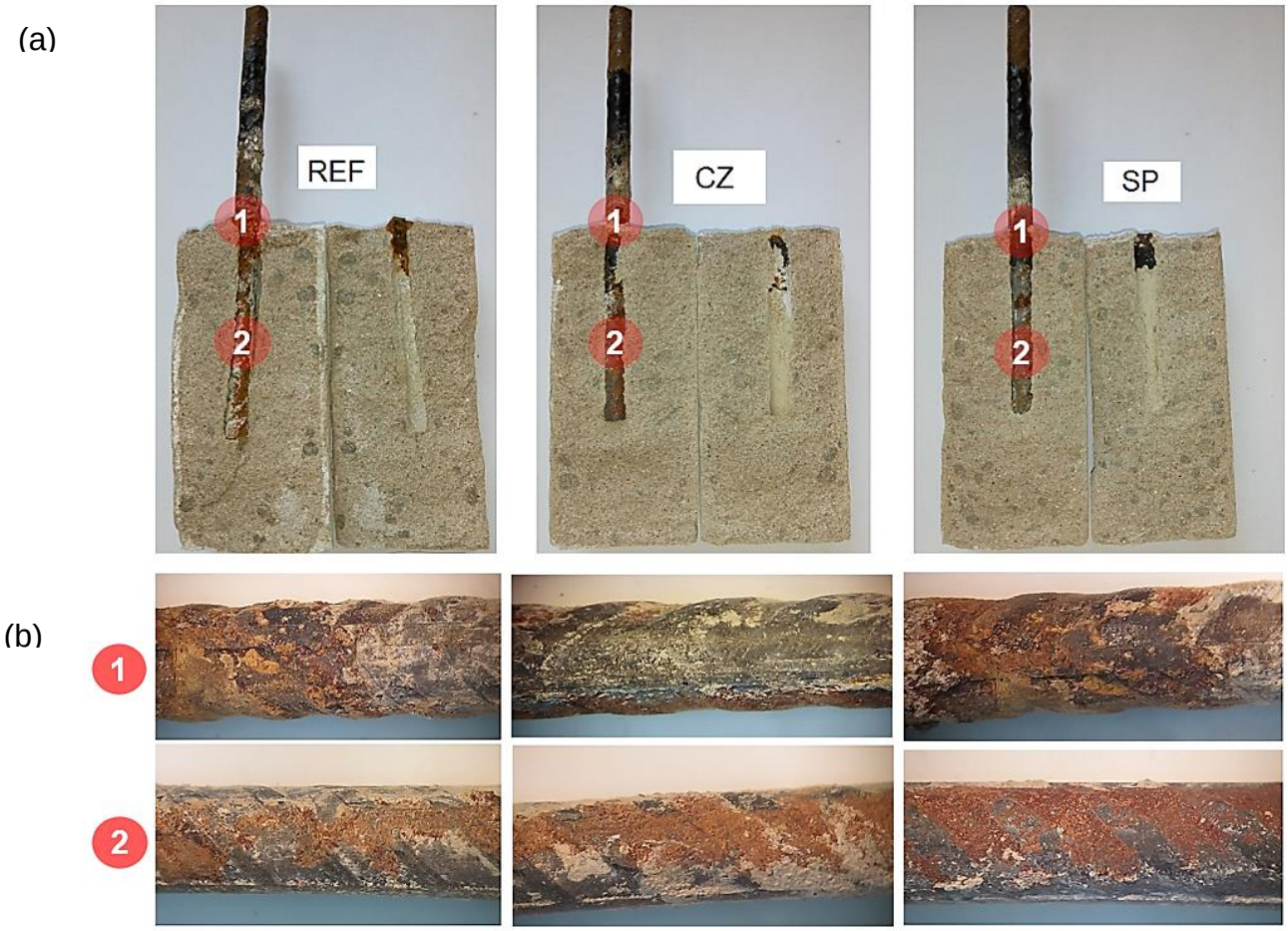


Figura6. Imagens de lupa estereoscópica a) das argamassas e b) das barras. Destacam-se os pontos (1) da interface exposta/embutida e (2) corrosão na extensão da barra.

A Figura 7 destaca as variações do diâmetro das barras de aço em seções com perda de espessura e com incrustação sendo (7a) REF; (7b) CZ e (7c) SP.

ISSN2446-7618

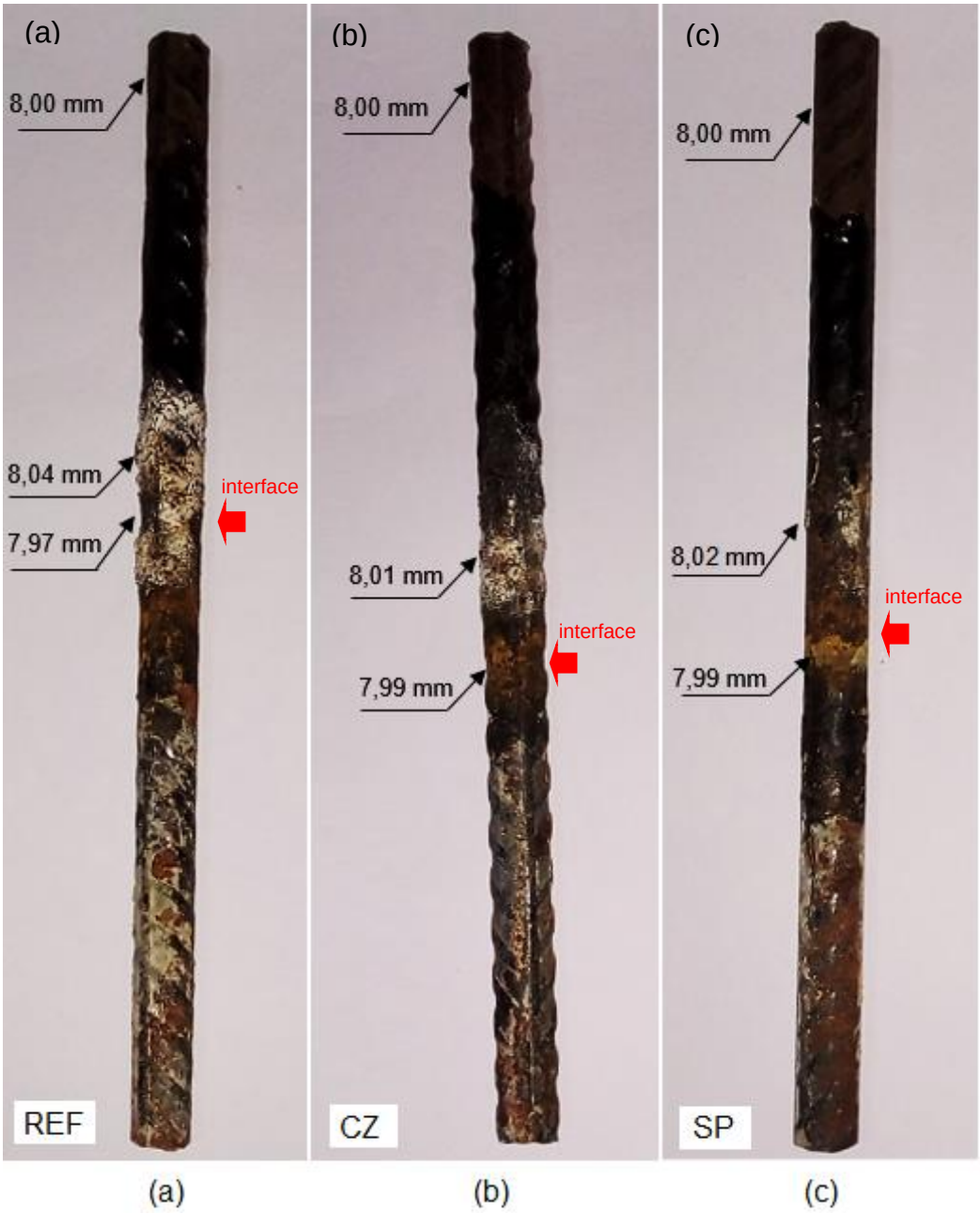


Figura 7. Variações do diâmetro das barras de aços embutidas nas a) REF; b) CZ e c) SP.

Observa-se que tanto a incrustação quanto a perda de espessura diametral foi mais significativa na argamassa de referência e acontecem na interface exposta/embutida.

Concordando com os resultados de condutividade, observa-se que o processo corrosivo foi mais acentuado na barra embutida na argamassa de referência.

Dessa forma, pode-se estabelecer que a natureza da estrutura dos poros, modificada pelos aditivos, influencia na durabilidade das argamassas, isto é, os dois aditivos podem aumentar a vida útil de estruturas de concreto armado sendo que com CV os resultados são mais evidentes.

ISSN2446-7618

4 CONCLUSÃO

Este artigo apresentou um estudo sobre a resistência ao transporte de íons sulfato em argamassas armadas contendo resíduos da geração termoelétrica a partir dos resultados de EIE. Foi demonstrado que há influência da estrutura dos poros nas propriedades de durabilidade das argamassas. Observou-se que os aditivos diminuem a condutividade efetiva das argamassas e que nessas condições o processo corrosivo é mais lento, contribuindo para o aumento da vida útil das estruturas. Comparando-se os aditivos, destaca-se a CV como mais adequado.

Agradecimentos

Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA

REFERÊNCIAS

[1] BASTOS, P. S. S. Fundamentos do concreto armado. UNESP - Campus de Bauru-SP, 2019.

[2] MEYER, C. “The greening of the concrete industry”. Cement & Concrete Composites v. 31, pp 601-605, 2009.

[3] KARI, O. P., PUTTONEN, J., SKANTZ. Reactive transport modelling of long-term carbonation. Cement and Concrete Composites. Materials Characterization, 59, pp. 290-300, 2014.

[4] MEIRA, G. R.; FERREIRA, P.R. R. Revisão sobre ensaios acelerados para indução da corrosão desencadeada por cloretos em concreto armado. Ambiente Construído, v. 19, n. 4, p. 223-248, 2019.

[5] NGUYEN, T. T. H., BARY, B., De LARRARD, T. Coupled carbonation-rust formation damage modeling and simulation of steel corrosion in 3D mesoscale reinforced concrete.2015. Cement and Concrete Research. 74:95-107.

[6] ARAÚJO, J. P. A. Propriedades do concreto na influência da durabilidade e estimativa da vida útil em estruturas de concreto armado, UNISINOS 2017.

[7] PASSOS, M. D. J. Procedimentos de manutenção em superestruturas de concreto armado para atender a vida útil mínima exigida pela NBR 15575: 2017

[8] RODRIGUES, L. M.; da SILVA, S. N.; BRANDÃO, M. C; ANTUNES, B. C.; LOPES, D. F.; Práticas de corrosão [recurso digital]. Belém: Rfb Editora, 1. ed. Belém, Pará, Brasil, 2020. ISBN: DOI: 10.46898/rfb. cap. 1, p. 11-19.

[9] DA SILVA, S. N.; LOPES, D. F.; Engenharia no Século XXI – v. 17/ Organização Editora Poisson – Belo Horizonte – MG: Poisson, 2020 1 ed. Cap. 12. p. 127-135.

ISSN2446-7618

[10] BECK, S. M. Efeitos nas Propriedades Mecânicas, Elásticas e de Deformação em Concretos com Altos Teores de Escória e Cinza Volante.141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Centro de Tecnologia. Santa Maria. 2009.

[11] RODRIGUES, L. M.; da SILVA, S. N.; BRANDÃO, PRADO, J. M.; ANTUNES, B. C.; LOPES, D. F. Práticas de corrosão [recurso digital]. Belém: Rfb Editora, 1. ed. Belém, Pará, Brasil, 2020. ISBN: DOI: 10.46898/rfb. cap. 2, p. 19-28.

[12] RAVIKUMAR, D.; NEITHALATH, N. An electrical impedance investigation into the chloride ion transport resistance of alkali silicate powder activated slag concretes. Cement and Concrete Composites, v. 44, p. 58-68, 2013.

[13] PADMA, R. S.; RAGHAVENDRA, R.; SUBBARANGAIAH, K. A simple technique for ac. conductivity measurements. Department of Physics and Electronics, Sri Krishna de Varaya University, Anantapur 515 003, India, 2002.

[14] HU, X.; SHI, C.; DE SCHUTTER, G. A review on microstructure characterization of cement-based materials subjected to chloride by AC Impedance. In: 4th Int. Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies (SCMT4). 2016. p. 1-11.

[15] LOPES, D. F. Avaliação das propriedades de argamassas armadas com adição de resíduos da geração termelétrica. Qualificação de Mestrado – Programa de Pós graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Pampa, Bagé - RS

[16] GERENGI, H. et al. Electrochemical investigations on the corrosion behaviour of reinforcing steel in diatomite-and zeolite-containing concrete exposed to sulphuric acid. Construction and Building Materials, v. 49, p. 471-477, 2013.

[17] GINEYS N., AOUAD G., DAMIDOT D. Managing trace elements in Portland cement – Part I: Interactions between cement paste and heavy metals added during mixing as soluble salts. Cement & Concrete Composites. Vol. 32. 563-570, 2010.

[18] SHI C., ZHENG K. A review on the use of waste glasses in the production of cement and concrete. Resources, Conservation and Recycling. Volume 52, Ed. 2, pg. 234-247, 2007.

[19] SANTOS, M. R. G. Deterioração das estruturas de concreto armado – Estudo de caso. 2012. 122 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, UFMG, Belo Horizonte, 2012.

ISSN 2446-7618

USOS DO ÓLEO DE EUCALIPTO PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Modkovski, B. L..[1]
da Silva, S. N. [2]

[1] *Discente, Bruna Luiza Modkovski, UNIPAMPA-Campus Bagé, brunamodkovski.aluno@unipampa.edu.br..*
[2] *Docente, Sabrina Neves da Silva, UNIPAMPA-Campus Bagé, sabrinasilva@unipampa.edu.br.*

Resumo
A dependência dos derivados de petróleo para transporte de pessoas e mercadorias no Brasil levanta preocupações relativas à emissão de poluentes, e incentiva a pesquisa por novos combustíveis. Assim sendo, o óleo de eucalipto surge como alternativa para produção de biocombustíveis, uma vez que é um cultivo de fácil adaptação à diversos ambientes, e tem rápido crescimento. Este trabalho usou a metodologia de revisão sistemática da literatura a respeito dos diversos usos do óleo de eucalipto para produção de biodiesel. Para isso, foram selecionados e analisados 10 artigos publicados em revistas científicas da área. Segundo os autores, o óleo de eucalipto pode ser utilizado puro ou misturado a outros óleos vegetais para produção de biodiesel por transesterificação e utilização em motores à combustão. Seu uso, contribui consideravelmente para a redução das emissões de poluentes e fumaça, mas pode aumentar a emissão de óxidos de nitrogênio (NOx) mas isso pode ser minimizado com o uso de aditivos antioxidantes. Além disso, o biodiesel de óleo de eucalipto pode ser adicionado ao diesel de petróleo resultando na redução significativa de emissões de poluentes. Foi demonstrado que nos testes em motores a diesel não houve necessidade de adaptação mecânica.

Palavras-chave: Biodiesel; Eucalipto; Óleo diesel.

USES OF EUCALYPTUS OIL FOR BIODIESEL PRODUCTION: A SYSTEMATIC REVIEW OF THE LITERATURE

Abstract

The dependence on oil products to transport people and substances in Brazil raises concerns about the emission of pollutants, and encourages research into new packages. Therefore, eucalyptus oil appears as an alternative for the production of biofuels, since it is a crop that is easy to adapt to different environments and has rapid growth. This work will work on the methodology of systematic literature review regarding the different uses of eucalyptus oil for biodiesel production. For this, 10 articles published in scientific journals in the area were selected and selected. According to the authors, eucalyptus oil can be used pure or mixed with other vegetable plants to produce biodiesel by transesterification and use in combustion engines. Its use contributes considerably to the reduction of pollutant and smoke bases, but it can increase the emission of nitrogen oxides (NOx) but this can be

ISSN 2446-7618

minimized with the use of antioxidant additives. In addition, eucalyptus oil biodiesel can be added to petroleum diesel produced to reduce pollutant derivation. It was pure that in tests on engines
diesel engine there was no need for mechanical adaptation

Key words: Versão para o inglês das palavras-chave.

1 INTRODUÇÃO

Em maio de 2018, o Brasil vivenciou as consequências da greve dos caminhoneiros. Objetivados pelo aumento do preço do óleo diesel, a categoria paralisou as atividades por 10 dias, o que surtiu efeitos no país inteiro com supermercados e postos de combustíveis desabastecidos, escolas e universidades sem aulas pela falta de transporte público, e população assustada fazendo estoques exorbitantes de comida (BBC Brasil, 2018). Essa paralisação da categoria mostrou a dependência do modal rodoviário para o transporte brasileiro, bem como os efeitos que o preço do óleo diesel causa no preço dos serviços e mercadorias, logo, buscar alternativas para esse combustível se torna primordial, uma vez que 60% do valor final das mercadorias se dá no transporte (Prestex, 2019).

O biodiesel é um combustível originário da reação de transesterificação de óleos vegetais ou gordura animal com um álcool, resultando em glicerol e éster. No Brasil, a principal matéria prima para a produção de biodiesel é a soja (BiodieselBR, 2019). Entretanto, por ser uma oleaginosa comestível, há riscos de, futuramente, haver competição com a produção de alimentos para a produção de combustível. Logo, o óleo de eucalipto surge como uma alternativa, pois a árvore é de fácil adaptação à diversos ambientes e tem crescimento rápido (Painel florestal, 2017).

Neste trabalho será apresentado uma revisão sistemática da literatura a respeito dos usos do óleo de eucalipto para a produção de biodiesel. Para isso, foram selecionados 10 artigos a partir de uma seleção criteriosa, e seus resultados foram analisados a fim de identificar soluções e problemas do uso dessa matéria prima para fins energéticos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram empregados na busca do portal da Capes os termos “*Eucalyptus biodiesel*”, e em seguida, foram acrescentados novos filtros como “artigos”, “*engeneering*”, e ano de publicação entre 2015 e 2020. Essa busca resultou em 317 artigos, dos quais foram excluídos os artigos que tratavam o eucalipto como outras fontes de combustíveis que não fossem biodiesel, os que tratavam da conversão de outros óleos vegetais que não fossem de eucalipto, os que citavam o eucalipto apenas no referencial teórico, e artigos que tratavam o eucalipto como aditivo para outros combustíveis provenientes de biomassa. Sendo assim, restaram 10 artigos, os quais estão listados abaixo:

- Batistti et. al., 2017 - *Comparação das características físico-químicas do biodiesel de citronela e eucalipto com o biodiesel de soja;*

ISSN 2446-7618

- Verma, Sharma e Dwivedi, 2015 - *Potencial use of Eucalyptus biodiesel in compressed ignition engine;*
- Hariram et. al., 2018 - *Data set on optimized biodiesel production and formulation of emulsified Eucalyptus tereticornisis biodiesel for usage in compression ignition engine;*
- Rahman et. al., 2018 - *Biodiesel synthesis from eucalyptus oil by utilising waste egg shell derived calcium based metal catalyst;*
- Senthil Silambarasan e Pranesh, 2016 - *Exhaust emissions reduction from diesel engine using combined Anona-Eucalyptus oil blends and antioxidant additive.*
- Singh, Chauhan e Goel, 2018 - *Assessment of diesel engine combustion, performance and emission characteristics fueled with dual fuel blends;*
- Ashrafur Rhaman et. al., 2018 - *Fuel propreties and emission characteristics of essential oil blends in compression ignition engine;*
- Senthur e Ravikumar, 2018 - *Effects of various biodiesel blends on LHR engine;*
- Senthil, Sivakumar e Silambarasan, 2015 - *Effect of di ethyl ether on the performance and emission characteristics of a diesel engine using biodiesel-eucalyptus oil blends;*
- Masimalai e Subramaniyan, 2019 - *A complete assessment on the impact of in-cylinder and external blending of eucalyptus oil on engine's behavior of a biofuel-based dual fuel engine.*

Após a seleção dos artigos, cada trabalho foi analisado e comparado, na medida do possível, com os demais.

No trabalho de Batistti et. al. (2017), foi realizada uma comparação entre os biodiesels fabricados pelos autores de citronela e eucalipto, e os resultados foram comparados com o biodiesel de soja, a qual é a principal matéria prima atualmente. Na reação de transesterificação foi utilizado 50g de óleo, aquecidos em banho maria a 60 ºC, e em seguida foi acrescentado 0,25 g de hidróxido de sódio e 13,65 mL de metanol, mantendo agitação por 50 minutos. Terminada a reação e separado o glicerol do éster, a solução foi lavada com água destilada a 10% e parâmetros como densidade, viscosidade, pH, índice de acidez, porcentagem de biodiesel e de glicerol, foram comparados com o biodiesel de soja. Foi verificado que os combustíveis produzidos pelos autores tiveram melhor conversão que a soja, e os parâmetros foram semelhantes ao combustível de soja, exceto pela viscosidade, o que, segundo os autores, teve essa diferença pelo óleo de eucalipto e citronela serem mais voláteis, o que os torna menos viscosos.

Verma, Sharma e Dwivedi (2015) realizaram a preparação de duas amostras de biodiesel (A e B), a partir do óleo de eucalipto extraído de sementes de árvores diferentes por prensagem, e em seguida realizaram misturas dessas amostras com óleo diesel. A reação de transesterificação ocorreu com 500 mL de cada amostra de óleo e metóxido de potássio, aquecidas a 50 ºC com 60 minutos de agitação. As amostras foram misturadas ao óleo diesel em porções de 10%, 30%, 50% e 100%, sendo nomeadas respectivamente de B10, B30, B50 e B100, e testadas em um motor à diesel monocilíndrico de injeção direta de 5kVA. Foi calculado o consumo de combustível específico do freio (Brake Specific Fuel Consumption - BSFC), a eficiência térmica de freio (Brake Thermal Efficiency - BTE), e por fim, foi avaliada as características da fumaça dos combustíveis. Com isso, foi verificado que quanto maior a taxa que biodiesel, menor será o BSFC e maior será o BTE, tendo a amostra do

ISSN 2446-7618

combustível A melhor desempenho nos testes). Já em relação à fumaça, o teste foi realizado apenas comparando o diesel puro, e as misturas B10 das amostras A e B, e foi verificado uma redução considerável nas amostras de B10.

Hariram et. al., (2018) realizaram a reação de transesterificação a partir das folhas da mesma árvore, entretanto, uma amostra com folhas novas, e outra com folhas maduras. Foram realizados testes variando os parâmetros a fim de encontrar a melhor produtividade, sendo essa (74,19%) dada com tempo de reação de 80 min, concentrado de catalisador a 1,8 g/L, 70ºC de temperatura de reação, e razão molar 8:1 M. Algumas misturas diesel-biodiesel também foram feitas, sendo o emulsificado de 85:20 de mistura. o que manteve sua estabilidade por maior tempo (21 dias).

Rahman et. al. (2018) buscaram obter óxido de cálcio (CaO) a partir de cascas de ovo para a utilização em catálise heterogênea, visto que, apesar da catálise homogênea ser mais rentável, ela não pode ser reutilizada e gera muitas águas residuais. Assim, os pesquisadores procuraram realizar a catálise heterogênea a partir do CaO obtido juntamente com outro metal, para potencializar o efeito catalítico. O CaO foi obtido a partir do processo de aquecimento, inicialmente em forno de 110 a 130ºC por 24h, em seguida o material foi triturado e posto em forno mufla à 900ºC por 4 horas, e após, o material foi posto em dessecador. Para impregnar o CaO obtido com metal, foi preparada uma solução aquosa contendo 5g de metais de zinco e cobre dissolvidos em 30 mL de água destilada. Em seguida, 3% e 5% da mistura aquosa de metais foi adicionado à solução, a qual foi filtrada e deixada em forno à 120 ºC por 4 horas para secar. Para a realização da reação de transesterificação, o óleo de eucalipto foi adicionado à cada catalisador previamente dissolvido em metanol, à 65ºC por 2 minutos. Foram variados parâmetros como tempo de reação, quantidade de reagente e temperatura de reação. Sendo assim, o melhor rendimento (93,5%) deu-se à 65ºC, utilizando catalisador de Zn-CaO, com porção molar de 6:1 de metanol e óleo, tempo de reação de 1h30 min. O catalisador foi utilizado outra sete vezes, mas após a 6ª vez, obteve-se rendimento de menos de 85% de produção.

Senthil, Silambarasan, Pranesh (2016) realizaram a análise de performance em um motor monocilíndrico de compressão à diesel utilizando biodiesel de óleo de annona, conhecida popularmente como fruta do conde (A) e eucalipto (Eu). Os autores optaram por misturar o óleo de annona ao eucalipto pois o óleo de eucalipto é muito volátil, assim, essa propriedade é melhorada. Foram realizadas misturas de combustíveis e testadas no motor em questão, assim, verificou-se que a mistura A50-Eu50, a qual continha 50% de óleo de Annona e 50% de óleo de eucalipto, teve menor BSFC, maior BTE, menor EGT (temperatura de emissão de gases), e menores emissões de monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC) e de fumaça. Foi verificado que as emissões de NOx aumentaram, o que segundo os autores ocorre devido ao baixo número de cetanos do óleo de eucalipto. Entretanto, foi verificado que aditivos antioxidantes são capazes de reduzir essa emissão. No estudo foi utilizado 100 mg de A-tocoferol acetato, e houve uma redução de 21% nas emissões de NOx.

Singh, Chauhan e Goel (2018) realizam a produção de biodiesel a partir do óleo de Amla (AB) em conjunto com óleo de eucalipto (EU), e visam analisar os resultados de performance em um motor à diesel. Os autores realizaram misturas com diferentes quantidades de cada óleo, executaram a reação de transesterificação utilizando metóxido de potássio como catalisador e metanol, e em seguida analisaram as características de performance de cada mistura combustível no motor. Logo, os autores concluíram que a mistura AB70EU30, contendo 70% de óleo de amla e 30% de óleo de eucalipto, obteve resultados melhores de performance e menores

ISSN 2446-7618

emissões que o diesel, podendo substituí-lo sem necessidade de alterações mecânicas.

Ashrafur Rhaman et. al. (2018) realizaram misturas de óleos essenciais com óleo diesel para avaliar as características e performance dos combustíveis criados em comparação ao diesel de petróleo puro. Para isso, foi utilizado os óleos essenciais de melaleuca, eucalipto e laranja, e em seguida foram misturados com 5% e 10% de óleo diesel, e testados em motor à diesel. Os resultados mostraram que houve considerável redução de emissão de CO de todas as misturas em relação ao diesel puro, que houve maior emissão de NOx que o diesel nas misturas de óleo de laranja 10% e 90% diesel, e 5% de óleo de melaleuca e 95% de diesel, o que segundo os autores ocorre pela oxidação do nitrogênio à baixas temperaturas. Foi verificado que a emissão de partículas, para todas as amostras, foi menor quando o motor operou com 50% de carga devido à disponibilidade de oxigênio para a combustão completa, mas depois a emissão foi maior nas amostras com os óleos essenciais, devido ao baixo número de cetanos, o que leva à atrasos na ignição e baixa permanência em temperaturas elevadas, resultando e maior quantidade de material particulado.

Senthur e Ravikumar (2018) realizam a mistura de 20% óleo de eucalipto e água em óleo diesel, e comparam com a mistura de água e óleo diesel, pois a mistura com água diminui as emissões de NOx. Dessa forma, foram realizadas misturas variando a quantidade de diesel e água, e as amostras foram testadas em um motor a diesel. No geral, a mistura EWM3, contendo 65% de diesel, 20% de eucalipto e 15% de água apresentou melhores resultados de eficiência térmica de freio, emissão de hidrocarbonetos, emissão de CO e NOx, opacidade de fumaça, temperatura de gases de exaustão, mas apresentou maior consumo de combustível. Mesmo assim, os autores concluíram que essa mistura foi a que apresentou melhor performance.

Senthil, Sivakumar e Silambarasan (2015) realizaram a mistura de biodiesel de pongamina pinnata (B) e óleo de eucalipto (EU) com aditivo dietil éter (DEE), utilizado como melhorador de cetano e obtido a partir do etanol, para comparar a performance em um motor à diesel. Foram avaliados parâmetros como consumo específico de energia de freio, BSFC, eficiência térmica de freio, temperatura de exaustão de gases, emissões de CO, HC e NOx, e emissão de fumaça. A mistura que teve melhor resultado em todos os parâmetros acima descritos foi a B20EU70DEE10, a qual continha 20% de pongamia, 30% de eucalipto e 10% de DDE.

Masimalai e Subramaniyan (2019) realizaram testes utilizando um motor de injeção eletrônica e um motor com carburação para verificar a eficiência de dois óleos vegetais, sendo eles madhuca lignofolia como combustível principal, e óleo de eucalipto, para melhorar a viscosidade e o número de cetanos do combustível resultante desses óleos. Os autores argumentam que o conteúdo energético e número de cetanos do óleo de eucalipto é maior que que dos álcoois, tendo assim melhor rendimento. Também argumentam que na carburação a emissão de fumaça é maior devido à umidade presente na câmara de carburação, logo, a injeção eletrônica dos combustíveis torna-se eficiente em controlar emissões e melhorar a performance do motor. Na primeira fase foi utilizado um carburador com quantidades variadas de ar juntamente com os combustíveis primários. Na segunda fase, óleo de eucalipto foi injetado no coletor de admissão a partir de um sistema de injeção eletrônica. Na terceira fase, foi misturado óleo de eucalipto com madhuca lignofolia à diferentes proporções externamente e testado. Observando os resultados dos testes, percebeu-se que o óleo de eucalipto melhora os índices de BTE, reduz os níveis de opacidade da fumaça, reduz as emissões de CO na injeção eletrônica e aumenta na carburação, e aumenta o atraso na ignição.

ISSN 2446-7618

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Infere-se conforme os trabalhos analisados, que as pesquisas a respeito dos usos do óleo de eucalipto se deram das seguintes maneiras:

- Na utilização como biodiesel puro a partir da reação de transesterificação, como mostrado em Battisti et. al. (2017) e Verma et. al (2015);
- Na produção de biodiesel de eucalipto, focando o tipo de catalisador utilizado, como apresentado por Rahman et. al. (2018);
- Na mistura com outros óleos vegetais ou aditivos e posterior utilização como biodiesel, como apresentado em Hariram et. al. (2018), Senthil et. al. (2015), Singh et. al. (2018), Ashrafur Rahman et. al. (2018), Senthur e Ravikumar (2018), R.Senthil et. al. (2015), e Masimalai e Subramaniyan (2019);
- E na ponderação das emissões e/ou performance em motores à diesel, como apresentado por Hariram et. al. (2018), Senthil et. al. (2015), Singh et. al. (2018), Ashrafur Rahman et. al. (2018), Senthur e Ravikumar (2018), R.Senthil et. al. (2015), e Masimalai e Subramaniyan (2019).

Sendo assim, percebe-se que os usos do óleo de eucalipto não ficam limitados apenas à produção de biodiesel, mas podem ser utilizados como aditivos para produção de biodiesel de outros óleos vegetais, bem como aditivo ao óleo diesel para reduzir as emissões de CO, HC, NOx e fumaça. Analisando os resultados dos trabalhos dos autores, é notável que a maior volatilidade e viscosidade, e o baixo número de cetanos do óleo de eucalipto são fatores que prejudicam o desempenho em motores à diesel, mas a mistura com outros óleos vegetais que sejam menos voláteis e tenham maior número de cetanos melhora consideravelmente o desempenho.

Os artigos que realizaram a reação de transesterificação dos óleos vegetais utilizaram predominantemente a catálise homogênea, exceto Rahman et. al. (2018) que executou uma catálise heterogênea, a fim da mesma ser reutilizada posteriormente. Como catalisadores da catálise homogênea, os autores utilizaram NaOH (Hariram et. al., (2018) e Senthur e Ravikumar (2018)), e KOH (Verma, Sharma e Dwivedi (2015) e Singh, Chauhan e Goel (2018)). Os tempos reação e quantidade de reagentes também variaram entre os trabalhos apresentados.

Os autores argumentam que o maior número de oxigênios presente no óleo de eucalipto pode acarretar em maior emissão de NOx, mas em contrapartida, a maior presença de oxigênios leva à combustão completa do combustível, o que reduz a emissão e opacidade de fumaça.

Dos trabalhos que realizaram testes em motores a diesel, não houve necessidade de alterações mecânicas, podendo utilizar os combustíveis gerados a partir de óleo vegetal em substituição ao óleo diesel, sem acarretar em danos ao motor.

4 CONCLUSÃO

Com base nos objetivos propostos, pode-se concluir, a partir dessa revisão sistemática da literatura, que o óleo de eucalipto oferece alternativas ao óleo diesel

ISSN 2446-7618

de petróleo. Nota-se que o desempenho é melhor quando misturado a outros óleos vegetais que acabam por equilibrar a volatilidade e viscosidade altas e o baixo número de cetanos, e assim, a mistura pode ser utilizada em motores a diesel sem necessidade de alterações mecânicas.

Alguns dos óleos vegetais utilizados nos trabalhos estudados são nativos da Índia, país de origem desses autores. Entretanto, analisando as propriedades físico-químicas desses óleos, é possível comparar com as propriedades de outros óleos vegetais provenientes do Brasil, e assim repetir o estudo para avaliar o desempenho do combustível.

Não foram apresentados valores de produção dos combustíveis elaborados pelos autores. Logo, é necessário que se faça um estudo econômico para avaliar melhor a produção desses combustíveis em escala comercial, e assim reduzir a dependência dos derivados de petróleo.

REFERÊNCIAS

1 Greve dos caminhoneiros: a cronologia dos 10 dias que pararam o Brasil. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-44302137>. Acesso em: 20/04/2020.

2 Conheça os 5 principais modais de transporte. Disponível em: <https://www.prestex.com.br/blog/modais-de-transporte-de-carga-no-brasil-conheca-os-5-principais/>. Acesso em: 20/04/2020.

3 O que é biodiesel? Disponível em:<https://www.biodieselbr.com/biodiesel/definicao/o-que-e-biodiesel>. Acesso em: 18/04/2020.

4 A História do Eucalipto no Brasil. Disponível em: <http://www.painelflorestal.com.br/arquivo/a-historia-do-eucalipto-no-brasil-32498350c9c49312b8b1c8329ee68acc>. Acesso em: 14/11/2017.

5 VERMA , Puneet; SHARMA , Mahendra Pal; DWIVEDI, Gaurav. Potencial use of eucalyptus biodiesel in compressed ignition engine. Egyptian Journal of Petroleum , [*S. l.*], p. 91-95, 9 dez. 2015.

6 BATTISTI, Giordani *et al*. Comparação das características físico-químicas do biodiesel de Citronela e Eucalipto com o biodiesel da soja. Acta Iguazu , II Seminário de Engenharia de Energia na Agricultura, v. 6, n. 5, p. 173-180, 2017.

7 SENTHIL, R.; SILAMBARASAN, R.; PRANESH, G. Exhaust emissions reduction from diesel engine using combined Annona–Eucalyptus oil blends and antioxidant additive. Springer, Alemanha, n. 53, p. 1105-1112, 29 jul. 2016.

8 SINGH, Paramvir; CHAUHAN, S.R.; GOEL, Varun. Assessment of diesel engine combustion, performance and emission characteristics fuelled with dual fuel blends. Renewable Energy, [*s. l.*], n. 125, p. 501-510, 22 fev. 2018.

9 ASHRAFUR RAHMAN, S.M. *et al*. Fuel properties and emission characteristics of essential oil blends in a compression ignition engine. Fuel, Austrália, n. 238, p. 440-453, 3 nov. 2018.

10 SENTHUR, N.S.; RAVIKUMAR , T.S. Effects of various biodiesel blends on LHR engine. World Journal of Engineering, Índia, n. 16/1, p. 94-102, 6 jun. 2018.

ISSN 2446-7618

11 SENTHIL, R.; SIVAKUMAR, E. S; SILAMBARASAN, R. Effect of di ethyl ether on the performance and emission characteristics of a diesel engine using biodiesel–eucalyptus oil blends. *In*: RSC Advances. Índia, 2015. Disponível em: https://pubs-rsc-org.ez96.periodicos.capes.gov.br/en/content/articlelanding/2015/RA/C5RA08414H#!divAbstract. Acesso em: 9 abr. 2020.

12 MASIMALAI, Senthilkumar; SUBRAMANIYAN, Arulselvan. A complete assessment on the impact of in-cylinder and external blending of eucalyptus oil on engine's behavior of a biofuel-based dual fuel engine. Springer, Alemanha, n. 26, p. 7938–7953, 25 jan. 2019.

ISSN2446-7618

ESTUDO DA CORROSÃO DO Fe, AÇO CARBONO E AÇO INOXIDÁVEL EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Tholozan, L. V.[1]
Rodrigues, L. M.[2]

[1] *Graduanda, Luana Vaz Tholozan, Engenharia Química, Universidade Federal do Pampa, luanatholozan.aluno@unipampa.edu.br*
[2] *Dra. Luciana Machado Rodrigues, Engenharia Química, Especialização em Gestão de Processos Industriais Químicos – GESQUIM, Universidade Federal do Pampa, luciana.rodrigues@unipampa.edu.br*

Resumo
A corrosão é um processo espontâneo de degradação que deve ser analisado, pois afeta os metais de modo que sua durabilidade e desempenho reduzam, além de envolver custos e perigos à sociedade. Os processos corrosivos têm sido responsáveis por elevados custos para reposição de estruturas e equipamentos degradados pela ação do meio. Este trabalho objetiva a investigação da corrosão do Fe, do aço carbono, e do aço inoxidável em águas subterrâneas, de poço artesiano. Para a realização deste trabalho as amostras metálicas foram preparadas por polimento em lixas de carbeto de silício até uma granulometria de #2000. Os ensaios de corrosão foram realizados por exposição direta do metal em água subterrânea (Aceguá-RS), durante 30 dias. Após exposição a morfologia do ataque aos metais foi caracterizada por microscopia óptica e a variação de peso foi monitorada por gravimetria. A taxa de corrosão e a classificação qualitativa da corrosão foram determinadas segundo normas técnicas. Os resultados demonstraram que as amostras metálicas de Fe e aço carbono foram rapidamente atacadas por corrosão uniforme pela água de poço, sobre toda a extensão da superfície metálica. Foi observada a formação de espessa camada de produtos de corrosão alaranjados, prováveis óxidos e hidróxidos de Fe, sobre os metais. O aço inoxidável praticamente não foi atacado pela água, no período. A classificação da corrosão sobre o Fe foi alta, no aço carbono moderada, e em aço inoxidável, baixa. Concluiu-se que a água subterrânea, proveniente de poço artesiano, pode apresentar potencial corrosivo, principalmente sobre Fe e aço carbono.

Palavras-chave: Corrosão; Água; Poço artesiano; Aço.

STUDY OF Fe, CARBON STEEL AND STAINLESS STEEL CORROSION IN UNDERGROUND WATERS

Abstract
Corrosion is a spontaneous degradation process that must be analyzed, as it affects metals so that their durability and performance are reduced, in addition to involving costs and hazards to society. Corrosive processes have been responsible for high costs for the replacement of structures and equipment degraded by the action of the environment. This work aims to investigate the corrosion of Fe, carbon steel, and stainless steel in groundwater, from artesian wells. To carry out this work, the metal samples were prepared by polishing silicon carbide sandpaper to a particle size of # 2000. The corrosion tests were performed by direct exposure of the metal in groundwater (Aceguá-RS), for 30 days. After exposure to the morphology of the attack on metals, it was characterized by optical microscopy and weight variation was

ISSN2446-7618

monitored by gravimetry. The corrosion rate and the qualitative corrosion classification were determined according to technical standards. The results showed that the metallic samples of Fe and carbon steel were quickly attacked by uniform corrosion by well water, over the entire length of the metallic surface. The formation of a thick layer of orange corrosion products, probable Fe oxides and hydroxides, was observed on the metals. Stainless steel was practically not attacked by water in the period. The corrosion rating on Fe was high, on carbon steel was moderate, and on stainless steel, low. It was concluded that groundwater, from an artesian well, may have a corrosive potential, mainly on Fe and carbon steel.

Key words: Corrosion; Water; Artesian well; Steel.

1 INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos subterrâneos, como os provenientes de poços, são uma importante fonte de abastecimento de água, sendo fundamental a sua conservação e preservação. O conhecimento das características das águas é importante para sua correta utilização e determinação da sua qualidade [(1)]. Áreas rurais e urbanas podem ser abastecidas com este tipo de fonte de águas, para diferentes usos, inclusive para consumo humano.

A gestão e a autorização para o uso de águas subterrâneas, inclusive para a perfuração de poços, são competências dos estados. O trabalho da Agência Nacional de Águas (ANA), em relação às águas subterrâneas, é elaborar estudos que forneçam informações para incentivar a gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos [(2)].

O poço tubular, conhecido popularmente como poço artesiano (Figura 1), é uma obra de engenharia destinada à captação subterrânea nos diversos aqüíferos [(3)]. Os poços tubulares são classificados em freáticos, artesianos jorrantes e artesianos não jorrantes. Essa classificação envolve a maior parte dos poços existentes utilizados para a captação de águas subterrâneas [(4)].

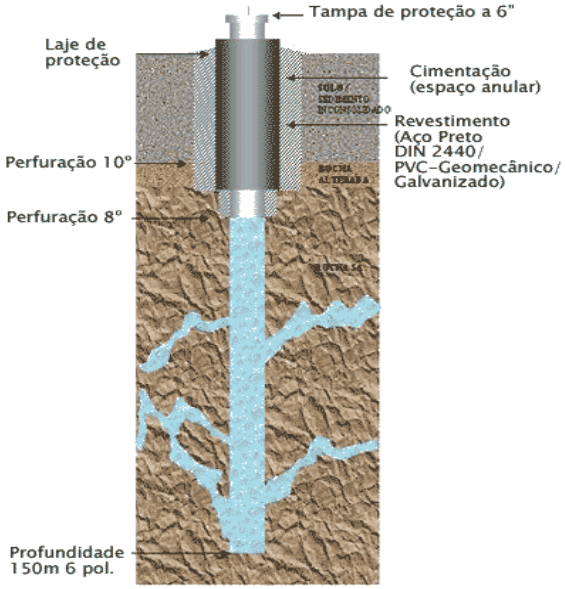


Figura 1. Poço tubular [(3)].

ISSN2446-7618

A corrosão pode ser definida como a reação eletroquímica do metal com os elementos do meio, na qual o metal perde suas qualidades essencias, como resistência mecânica [5]. Na corrosão ocorre a transferência de elétrons de um componente químico para o outro. A reação de oxidação é a corrosão que ocorre de diversas formas em materiais metálicos [6].

Os processos corrosivos têm sido responsáveis por elevados custos para repor estruturas e equipamentos degradados pela ação do meio, bem como ocasionam acidentes graves, devido à falha estrutural que pode ocasionar [7].

Materiais metálicos, quando entram em contato com água, estão sujeitos a sofrer corrosão. Os fatores que mais contribuem para a corrosão metálica em águas são pH, temperatura, sais dissolvidos, gases dissolvidos, matéria orgânica, materiais sólidos suspensos e microorganismos. As águas naturais podem apresentar fatores agravantes da sua ação corrosiva, como poluentes, agrotóxicos, efluentes residenciais e industriais, além da sua agitação natural [8].

A ação corrosiva das águas não se restringe à ação dos sais, e sim da ação conjunta de diferentes parâmetros e o tipo de metal [7]. As formas de corrosão mais comuns em águas são localizada (por pite) e uniforme (generalizada), exemplificadas na Figura 2.

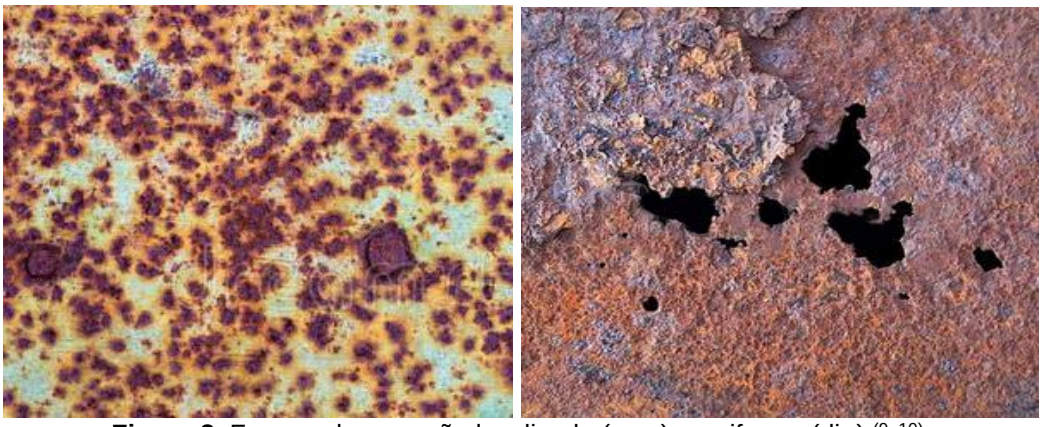


Figura 2. Formas de corrosão localizada (esq.) e uniforme (dir.) [9, 10].

Para águas salinas estagnadas a taxa de corrosão para aços carbono está em cerca de 70 mm/ano, para períodos de imersão entre 5 e 10 anos. Para águas salinas fluindo em baixa velocidade a taxa de corrosão para aços carbono é de cerca de 95 mm/ano [11].

Águas doces incluem todas as águas naturais não salinas, poluídas ou não, encontradas em córregos, rios, lagos e lagoas. Nessa categoria também são incluídas águas oriundas de precipitações como chuva e neve, água de poços, nascentes e águas tratadas. Trabalhos apontam que as águas doces também apresentam ação corrosiva sobre estruturas metálicas submersas [12]. Existe pouca diferença na taxa de corrosão de aços em água doce com valores de pH entre 4,5 e 9,5 [7].

A corrosividade da água subterrânea e a sua capacidade de formar incrustações em tubulações e motores não é muito investigada, podendo ocorrer perdas de investimento devido ao rompimento da tubulação ou a diminuição de sua vazão devido às incrustações [13]. Incrustação é a formação de depósitos de sais insolúveis na superfície dos metais em contato com águas duras (Figura 3), contendo elevado teor de sulfatos e carbonatos de cálcio e magnésio [7].

ISSN2446-7618

Figura 3. Incrustação no interior de tubulação metálica [14].

O aço carbono é composto por uma liga de ferro e carbono, onde o percentual de carbono pode variar entre 0,008% e 2,11% [15]. A presença do carbono torna o aço mais resistente, rígido e ideal para diversas atividades industriais. Existem vários tipos de aço carbono, com pequena, média e alta concentração de carbono. Aços carbono, quando em contato com o oxigênio, formam uma camada porosa de óxidos de ferro. Esta camada permite uma contínua corrosão do metal, popularmente conhecida como ferrugem. O custo e o processamento do aço carbono é bem menor em comparação ao aço inoxidável, sendo, portanto, utilizado em maior escala pelo mercado.

O aço inoxidável é composto por uma liga de ferro, carbono e cromo, sendo este último em um percentual mínimo de 10% [15]. Outros elementos como o níquel, o manganês, o molibdênio e o titânio podem compor a liga, porém, o cromo é o mais importante, justamente por conferir ao aço uma elevada resistência à corrosão. O cromo, quando em contato com o oxigênio presente no ar, forma uma camada de óxidos que protege o material contra a corrosão, esta é chamada de camada passiva. É importante haver uma completa homogeneização na distribuição do cromo em toda a peça de aço inoxidável para assim, a peça ter uma boa e uniforme resistência à corrosão.

O aço inoxidável é muito utilizado quando deseja-se evitar a corrosão do metal e para fins de acabamento sofisticado e de alta qualidade. Porém, devido às suas propriedades, o aço inoxidável possui custo mais elevado, se comparado com o aço carbono [10].

As principais características superficiais do aço carbono e aço inoxidável são apresentadas na Figura 4.

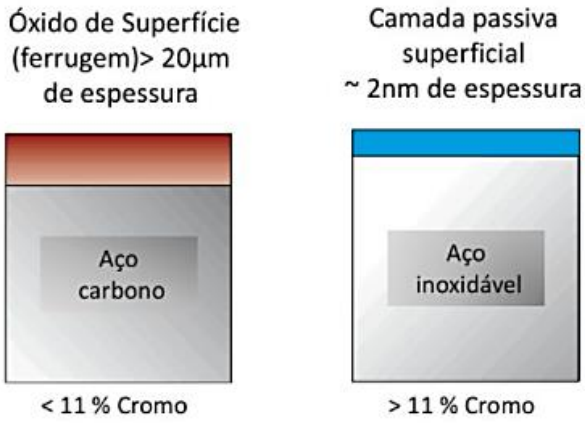


Figura 4. Aço carbono e aço inoxidável [10].

ISSN2446-7618

Neste trabalho é investigada a corrosão dos materiais metálicos Fe, aço carbono e aço inoxidável expostos a águas subterrâneas oriundas de poço artesiano em zona rural.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As amostragens foram realizadas no ponto mais próximo da boca do poço. Para armazenamento das amostras foram utilizados frascos de polietileno transparente, preliminarmente higienizado, os quais foram preenchidos até a borda. A amostra de água para este estudo foi água de poço artesiano, de uma propriedade rural do município de Aceguá-RS. A amostra coletada é apresentada na Figura 5.

A caracterização da amostra de água foi realizada em laboratório empregando equipamentos portáteis, digitais, com leitura de valores via sonda de detecção. Os equipamentos foram (da esquerda para a direita na Figura 5): medidor multiparâmetros (condutividade elétrica e teor de sólidos totais dissolvidos), oxímetro, medidor de índice de turbidez e medidor de pH.

Figura 5. Amostra de água coletada e equipamentos empregados.

As amostras metálicas empregadas foram Fe, aço carbono API 5L grau B, utilizado em tubulações enterradas, e aço inoxidável AISI 410, para tubulações industriais. As amostras metálicas tinham área de 2 cm^2 e foram lixadas com lixas d´água de carbeto de silício com granulometrias de #400 a #2000, para padronizar e remover defeitos das superfícies das amostras. Os metais foram caracterizados antes e após ensaios de corrosão por microscopia óptica, empregando estereomicroscópio e microscópio metalúrgico com sistema acoplado para aquisição de dados (Figura 6).

Figura 6. Estereomicroscópio e microscópio metalúrgico.

Os ensaios de corrosão foram realizados por exposição direta das amostras metálicas na água coletada, durante 30 dias. Cada sistema metal/meio foi mantido em

ISSN2446-7618

um recipiente fechado. A morfologia do ataque às amostras metálicas foi monitorada por microscopia após 5, 10, 15, 20, e 30 dias. A variação da massa das amostras metálicas foi monitorada em balança analítica.

O cálculo da taxa de corrosão das amostras metálicas, após a exposição de 30 dias, foi procedido com a limpeza dos produtos de corrosão depositados no metal, através do processo de decapagem química, na qual as amostras metálicas são imersas, à temperatura ambiente, em solução de Clarke (1 L de ácido clorídrico, 20 g de trióxido de antimônio e 50 g de cloreto estanoso II) até a remoção dos resíduos aderidos, de acordo com a norma técnica ASTM G1-90 (AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS, 1999) "*Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens*" [16]. As amostras foram pesadas previamente e após os ensaios e limpeza dos produtos de corrosão. A perda de massa em função do tempo de exposição do aço carbono no meio pode ser transformada em taxa de corrosão uniforme (TC).

O cálculo da taxa de corrosão uniforme (mm/ano) é realizado pela Equação 1:

$$TC = (K \times W)/(A \times t \times d) \quad (1)$$

na qual K = constante para ajuste de unidades ($8{,}76 \times 10^4$); W = perda de massa em g; A = área da amostra em cm^2; t = tempo em h; d = densidade do metal em g/cm^3.

A técnica de perda de massa das amostras metálicas é muito empregada na indústria de óleo e gás para se obter de maneira simples as taxas de corrosão em tubulações e equipamentos [17]. De acordo com o valor obtido para a taxa, o processo corrosivo pode ser classificado qualitativamente como baixo, moderado, alto ou severo, conforme a norma técnica NACE SP 0775 (NATIONAL ASSOCIATION CORROSION ENGINEERS, 2018) "*Preparation, Installation, Analysis, and Interpretation of Corrosion Coupons in Oilfield Operations*" [18] (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação qualitativa da corrosão uniforme [18].

Corrosão	Taxa de Corrosão (mm/ano)
Baixa	< 0,025
Moderada	0,025 a 0,12
Alta	0,13 a 0,25
Severa	> 0,25

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra de água foi caracterizada por parâmetros físico-químicos apresentados na Tabela 2. Os valores obtidos foram comparados com a legislação ambiental, sendo os valores máximos permitidos em águas de boa qualidade, considerando sua potabilidade, segundo Ministérios do Meio Ambiente e Saúde [19, 20].

Tabela 2. Caracterização da amostra de água.

Água	pH	CE (mS/cm)	O_2 (mg/L)	Turbidez (NTU)	STD (ppm)	Cl^- (mg/L)
Poço artesiano	7,8	274	9,8	0,5	134	5
VMP*	6 a 9	100	Mín.5	5	1000	250

Legenda: VMP* - Valores Máximos Permitidos

ISSN2446-7618

Somente o parâmetro de condutividade elétrica da amostra de água não esteve enquadrado na legislação para água potável, ou seja, indicando a presença de alguma substância condutora elétrica, como partículas metálicas ou alguma contaminação por efluentes industriais ou residenciais. Para verificar o tipo de contaminação presente, outras análises seriam necessárias.

A morfologia das amostras metálicas lixadas, observada em microscópio óptico metalúrgico, antes da exposição à água, é apresentada na Figura 7. Antes da exposição é visualizado somente o sentido do polimento, sem apresentar ataques corrosivos ou defeitos na superfície das amostras preparadas.

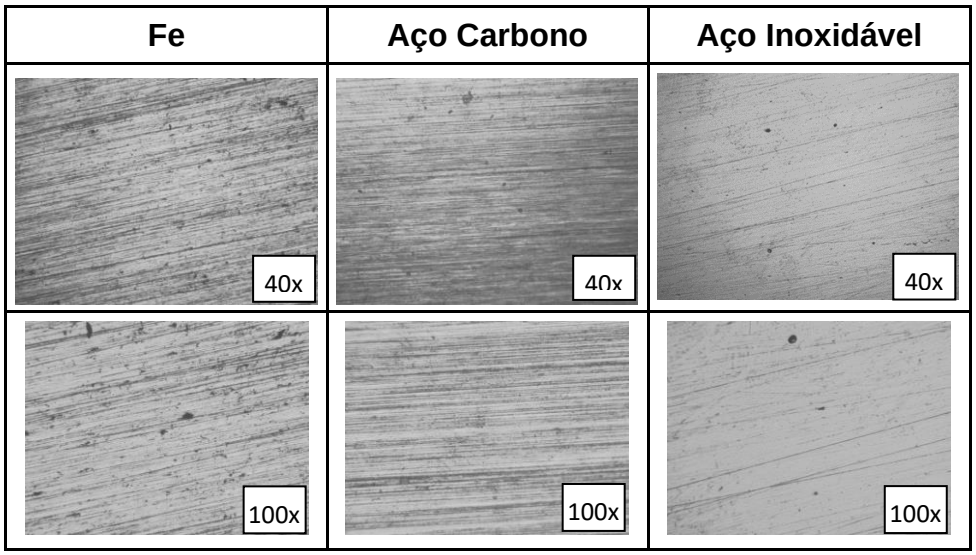


Figura 7. Morfologia das amostras metálicas antes da exposição, por microscópio metalúrgico.

A morfologia das amostras metálicas, observada em estereomicroscópico, antes da exposição à água, é apresentada na Figura 8.

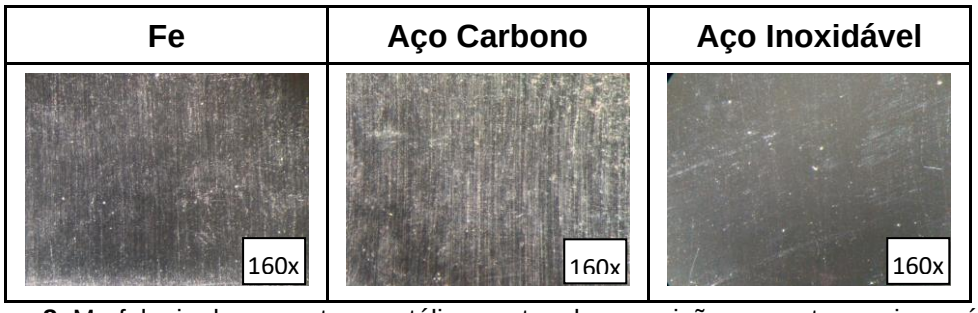


Figura 8. Morfologia das amostras metálicas antes da exposição, por estereomicroscópio.

As imagens obtidas por estereomicroscópio revelam diferenças na morfologia das amostras metálicas observadas por microscópio metalúrgico, sendo de menor resolução e não empregando filtros para a aquisição de imagens.

A morfologia das amostra metálicas, observadas por estereomicroscópio, depois da exposição à água, foi monitorada a 5, 10, 15, 20 e 30 dias, sendo apresentada na Figura 9.

ISSN2446-7618

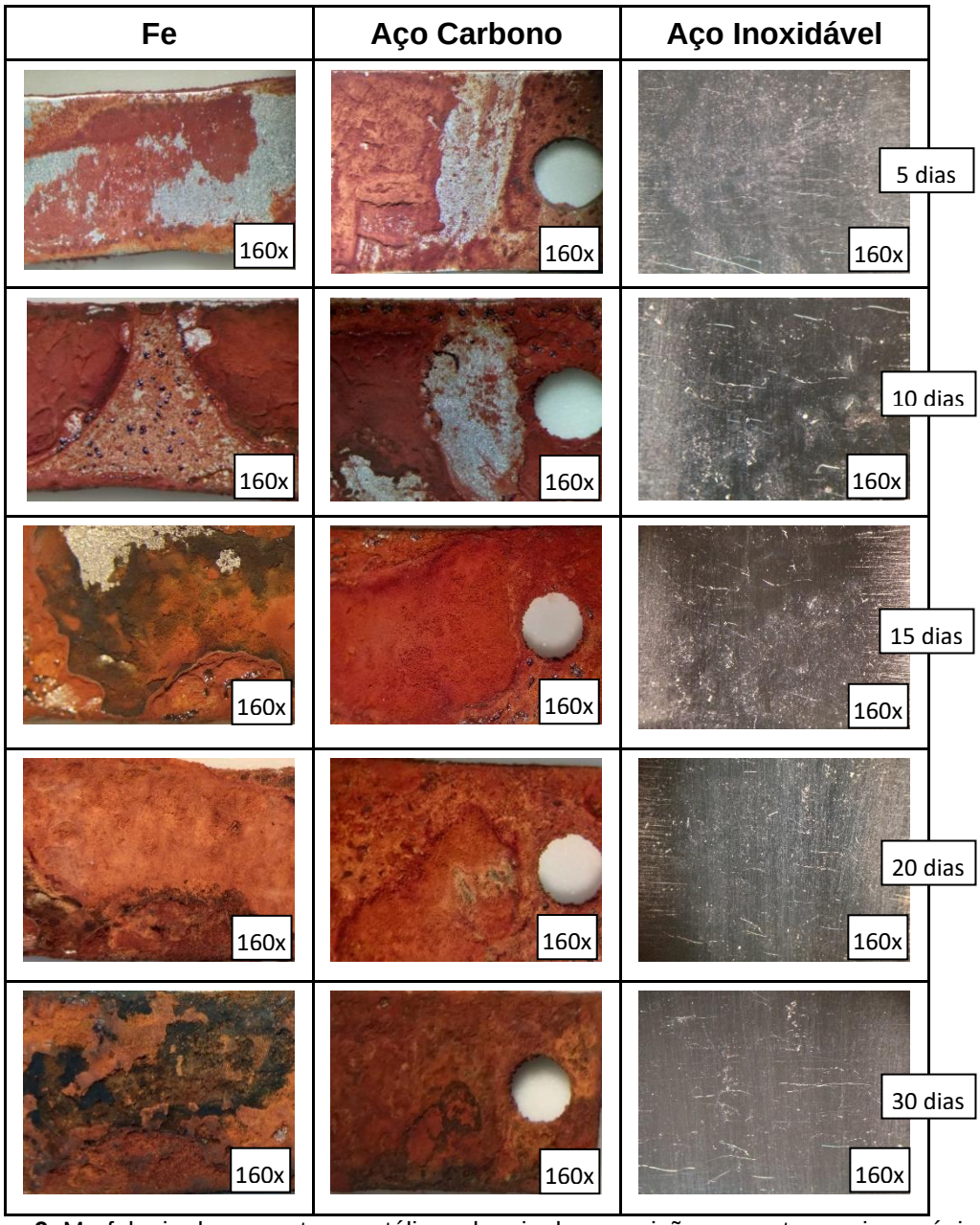


Figura 9. Morfologia das amostras metálicas depois da exposição, por estereomicroscópio.

As amostras de Fe e aço carbono foram fortemente atacadas pela água subterrânea, observando-se a formação de camada de produtos de corrosão alaranjados, típicos de óxidos de Fe. A partir de 5 dias de exposição já é possível visualizar o ataque corrosivo, tipo uniforme. A amostra de aço inoxidável, não sofreu corrosão em 30 dias de exposição à água de poço. Este tipo de metal é considerado mais nobre, devido à sua composição química, sendo mais resistente à oxidação do que o Fe e aço carbono [10].

A variação de massa metálica foi registrada a cada 5 dias de exposição em água do mar. Após 30 dias de exposição a amostra de Fe apresentou uma redução de massa de 0,0207 g, o aço carbono de 0,0138 g, e o aço inoxidável de 0,002 g.

Os resultados da taxa de corrosão e a respectiva classificação do ataque corrosivo ocorrido são apresentados na Tabela 3.

ISSN2446-7618

Tabela 3. Taxa de corrosão e sua classificação.

Amostra	Taxa de Corrosão (mm/ano)	Corrosão
Ferro	0,160	Alta
Aço Carbono	0,107	Moderada
Aço Inoxidável	0,015	Baixa

Conforme observado por microscopia, a taxa de corrosão confirma que o Fe foi a amostra metálica mais corroída neste meio, seguida pelo aço carbono. O aço inoxidável foi muito menos atacado. Isto está refletido na classificação qualitativa do processo corrosivo instaurado, alto para o Fe, moderado para o aço carbono e baixo para o aço inoxidável.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que os metais Fe e aço carbono sofreram rápido ataque corrosivo por águas subterrâneas provindas de poço artesiano, em menos de 5 dias de exposição, enquanto o aço inoxidável praticamente não sofreu ataque em até 30 dias.

Os valores determinados para a taxa de corrosão em 30 dias indicam que o Fe apresentou alto nível de corrosão, o aço carbono nível moderado, e o aço inoxidável apresentou baixo índice de corrosão.

É muito importante empregar algum tipo de proteção aos metais expostos a águas subterrâneas, principalmente Fe e aço carbono, para reduzir o ataque corrosivo e aumentar seu tempo de vida útil.

Agradecimentos

À Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA pela infraestrutura disponibilizada para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

1 ALVES, M. G. *et al*. Qualidade das águas de poços rasos provenientes de áreas urbanas e rurais de Campos dos Goytacazes (RJ). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 16, São Paulo, 2010. Águas Subterrâneas: suplemento. 2010. Online. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22944>. Acesso em: 23/09/2020.

2 AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Poços e águas subterrâneas. 2018. Online. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/aguas-no-brasil/saiba-quem-regula/aguas-subterraneas>. Acesso em: 23/09/2020.

3 INSTITUTO ÁGUA E TERRA. Poço tubular. 2018. Disponível em: <http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Poco-Tubular>. Acesso em: 30/10/2020.

4 VASCONCELOS, M. B. Poços para captação de águas subterrâneas: revisão de conceitos e proposta de nomenclatura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 18, Belo Horizonte, 2014. Online. Disponível em:

ISSN2446-7618

<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/28288/18401>. Acesso em: 23/09/2020.

5 RAMANATHAN, L. V. Corrosão e seu Controle. São Paulo: Hemus, 1988.

6 FONTANA, G. M. Corrosion Engineering. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1987.

7 GENTIL, V. Corrosão. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

8 PANOSSIAN, Z. Corrosão e proteção contra corrosão em equipamentos e estruturas metálicas. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1993.

9 LOSINOX. Corrosão. 2016. Online. Disponível em: <http://blog.losinox.com.br/category/corrosao/>. Acesso em: 23/09/2020.

10 ARINOX. Conheça a 5 tipos de corrosão nos aços inoxidáveis. 2015. Online. Disponível em: <http://www.arinox.com.br/blog/corrosao-nos-acos-inoxidaveis/>. Acesso em: 23/09/2020.

11 SILVA, A. L. Aços e ligas especiais. São Paulo: Blucher, 2010.

12 PETERS, S. R. et al. Corrosão de aço carbono para dutos em águas naturais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA - 2015. Anais [...]. São Paulo: FAPESP, 2015.

13 CAVAZZANA, G. H. *et al*. Análise de agressividade e incrustação das águas subterrâneas na região urbana de Campo Grande–MS. Águas Subterrâneas, 26, 1, (2012), p. 83-97.

14 MONGELLI, L. T. Incrustações em tubulações e equipamentos. 2019. Foto duto. Disponível em: <https://betaeq.com.br/index.php/2019/08/01/incrustacoes-em-tubulacoes-e-equipamentos/>. Acesso em: 23/09/2020.

15 MONFERRATO. Conheça as diferenças entre aço carbono e aço inox. 2019. Disponível em: <https://monferrato.com.br/conheca-as-diferencas-entre-aco-carbono-e-aco-inox/#:~:text=O%20a%C3%A7o%20carbono%20%C3%A9%20composto,metal%2C%20popularmente%20conhecida%20como%20ferrugem>. Acesso em: 31/10/2020.

16 AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS. ASTM G1-90. Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens. 1999.

17 NUNES, L. P. Fundamentos de resistência à corrosão. Rio de Janeiro: Interciência, 2007.

18 NATIONAL ASSOCIATION CORROSION ENGINEERS. NACE SP 0775. Preparation, Installation, Analysis, and Interpretation of Corrosion Coupons in Oilfield Operations. 2018.

ISSN2446-7618

19 BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Conama n°. 357 - Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, e condições e padrões de lançamento de efluentes. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/CONAMA, 2005.

20 BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação n°. 5 - Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.

ISSN 2446-7618

INOVAÇÃO NA INDUSTRIA 4.0: UM OLHAR SOBRE PATENTES E TECNOLOGIAS 4.0

Grunevald, I.[1]
Kipper, L. M. [2]
Moraes, J. A. R[3]

[1] *Doutoranda, Isabel Grunevald, Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC, isabelgru@hotmail.com.*
[2] *Doutora, Liane Mahlmann Kipper, Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, liane@unisc.br*
[3] *Doutor, Jorge André Ribas Moraes, Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, jorge@unisc.br*

Resumo
Segundo o Escritório Europeu de Patentes que em 2025 cerca de 30 bilhões de dispositivos estarão equipados com sensores, processadores e software embarcado e conectados à Internet das Coisas. Neste contexto, verificar o cenário das invenções parece fundamental. Assim, apresentamos no presente trabalho uma análise documental sobre inovação na indústria 4.0. Esta análise foi realizada sobre os estudos de pedidos de patentes realizados e publicados pela Confederação Nacional da Industria (CNI, 2020) e pelo Escritório Europeu de Patentes (EPO, 2017). Dos principais resultados encontrados destacam-se os dados do volume de pedidos, os grupos (Tecnologias centrais, Tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, e Setores de aplicação) e os subgrupos, assim como os principais depositantes de patentes considerando as tecnologias da indústria 4.0.

Palavras-chave: Inovação; Indústria 4.0; Patentes.

INNOVATION IN INDUSTRY 4.0: A LOOK AT PATENTS AND TECHNOLOGIES 4.0

Abstract
According to the European Patent Office, in 2025 about 30 billion devices will be equipped with sensors, processors and embedded software and connected to the Internet of Things. In this context, checking the scenario of inventions seems fundamental. Thus, we present in the present work a documentary analysis on innovation in industry 4.0. This analysis was carried out on the patent application studies carried out and published by the National Confederation of Industry (NCI, 2020) and by the European Patent Office (EPO, 2017). Of the main results found, data on order volume, groups (Central Technologies, Enabling Technologies of Industry 4.0, and Application Sectors) and subgroups, as well as the main patent applicants considering the technologies of Industry 4.0, stand out.

Key words: Innovation; Industry 4.0; Patents.

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho apresenta uma análise documental sobre os temas inovação na indústria 4.0, seguindo da apresentação de dados referente a patentes

ISSN 2446-7618

como resultado deste cenário. A análise documental tem como objetivo apresentar uma primeira aproximação sobre os dados de relatórios de patentes realizados pela Confederação Nacional da Industria (CNI, 2020) (1) no que se refere ao Brasil, a partir de dados do Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI, e pelo Escritório Europeu de Patentes (EPO, 2017) (2) a partir da base Espacenet, no que refere a Europa.

Inovação e indústria 4.0 têm sido termos corriqueiros nos últimos anos, em especial sob o ponto de vista comercial, quando empresas se utilizam deles com o intuito de vincularem-se a processos mais atualizados ou modernos. Porém, observa-se que em muitos casos essa aplicação ocorre de forma equivocada, motivo pelo qual merecem ser revisitados.

O termo inovação é citado no Manual de Oslo (3) prevendo que a inovação pode ser implementada através de um novo ou significativamente melhorado produto, seja ele bem ou serviço, através de um processo, ou ainda, novos métodos de marketing ou organizacional, para a organização em si ou seus atores externos.

Assim, pode-se dizer que a inovação é a implementação de um novo produto, processo ou serviço, que ao ser implementada e/ou introduzida deve atingir como efeito uma parcela da sociedade, gerando retorno, que pode ser econômico, social, ambiental ou outro. Prefere-se dizer que sob o ponto de vista empresarial, o retorno, via de regra, deve gerar resultados econômicos. (4)

Já a Lei brasileira de Inovação (5) comenta que inovação é a “introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo ou social que resulte em novos produtos, processos ou serviços”, ou seja, inovar inicia nas boas conexões de ideias, interações e colaborações com vistas a solucionar demandas inerentes às pessoas e locais para onde a inovação será destinada.

Destaca-se nesse contexto que a inovação é permanente nas revoluções industriais. Uma breve revisão histórica, apresentada pela ABDI (6), indica que a primeira revolução industrial, ocorrida em 1780, implementou a processos mecânicos que permitiu a produção em massa. A segunda revolução, em 1870, introduz as linhas de montagem, através de processos elétricos, e por fim, a terceira revolução industrial, em 1969, caracteriza-se pela introdução da automação dos processos.

A quarta revolução industrial, por sua vez, introduziu o termo indústria 4.0, que possui como principal base a introdução do uso ou aplicação de tecnologias de internet na indústria, ou ainda, definida como uma nova era resultado da transformação digital. Iniciada a partir dos anos 2000, a indústria 4.0 se caracteriza como um conjunto de tecnologias que integração de aspectos físicos, digitais e biológicos. (7; 2; 6)

A integração de tecnologias físicas e virtuais, integrando ainda a digitalização a atividade industrial, através de tecnologias como big data, impressão 3D, computação em nuvem, inteligência artificial, sensores, entre outros, apresenta-se como uma das características principais da indústria 4.0.(8)

Hermann, Pentek e Otto(9) acrescentam ainda que a Indústria 4.0 é a ligação das tecnologias de produção, informação e comunicação e é um assunto de grande repercussão na comunidade academia. A fascinação por este assunto se deve principalmente por dois fatores:

i. Pela primeira vez a revolução industrial é de certa forma planejada e não simplesmente definida em um ponto de avanço tecnológico, isso dá a oportunidade a pesquisadores e empresas de moldar o futuro e;

ISSN 2446-7618

ii. O impacto econômico deste avanço tecnológico deve ser enorme, pois promete a melhoria dos processos industriais permitindo a criação de novos modelos de negócio, serviços, produtos e profissões. (9)

Considerando o impacto econômico advindo das inovações tecnológicas, as patentes são uma forma de proteção deste tipo de conhecimento. No Brasil, as patentes estão regulamentadas pela Lei da Propriedade Industrial (10), sendo divididas entre patentes de invenção e modelo de utilidade. As patentes de invenção referem-se a um novo produto ou processo tecnológico, enquanto o modelo de utilidade refere-se a uma modificação ou melhoria a ser implementada a um novo produto, objeto. A referida lei apresenta ainda os requisitos para que uma patente seja concedida, ou quais sejam:

- Novidade: o conteúdo objeto da patente não pode ser conhecido no estado da técnica;
- Atividade inventiva ou Ato inventivo: é necessário o desenvolvimento de uma tecnologia, a partir do pressuposto que a sua criação não decorra de maneira óbvia para um técnico no assunto;
- Aplicação industrial: o invento objeto da proteção deve ser passível de reprodução.

As patentes são direitos exclusivos concedidos por um determinado período de tempo, permitindo aos seus proprietários a exploração econômica da tecnologia. Em contrapartida a exploração exclusive o titular deve divulgar detalhes da invenção, as quais ficam disponíveis nos bancos de patentes dos escritórios de propriedade industrial nacionais ou regionais.

Assim, de acordo com Mueller e Perucchi (11), tem-se que as patentes apresentam descrições de conceitos científicos e técnicos, bem como o detalhamento de processos e produtos, suficientemente claros para que técnicos no assunto consigam reproduzir a tecnologia contida no documento, uma vez que tal característica é um dos requisitos para que a mesma seja concedida.

Para Amparo, Ribeiro e Guarieiro (12) o uso das patentes como fonte de informação tecnológica permite identificar tecnologias desenvolvidas nas mais diversas áreas, identifica ainda rotas tecnológicas e diversos outros dados relevantes para os atores do processo de inovação.

Destaca-se que não há necessariamente uma relação direta entre a invenção, objeto da patente, e a inovação. A invenção aplica-se a qualquer tecnologia que atender os requisitos anteriormente mencionados, mas para que ela se torne uma inovação, é necessário que haja sua aplicação. Deste modo, utilizar as bases de patentes para realizar estudos sobre as tecnologias aplicadas a indústria 4.0, torna-se uma excelente ferramenta para avaliar as tendências e comportamentos tecnológicos.

.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada uma análise documental utilizando-se de fontes de tipo técnico, uma vez que tratam-se de dois relatórios: o primeiro deles trata-se de um estudo paisagístico do Escritório Europeu de Patentes (EPO) publicado em 2017, o qual relaciona as patentes e tecnologias da indústria 4.0, através de seu próprio banco de patentes denominado Espacenet; o segundo, elaborado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) e publicado em 2020, a partir da base de patentes do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) do Brasil, segue a mesma metodologia do

ISSN 2446-7618

estudo europeu, ajustando-se para aplicação na base do INPI ao que se refere a classificação internacional de patentes.

De acordo com Lüdke e André [13], a análise documental é uma importante ferramenta para ocupar-se da retratação de dados qualitativos, buscando identificar informações pontuais nos documentos analisados, a partir de um objetivo específico. A análise de tais dados exige criatividade e rigor em sua execução, sendo necessária sistematização e coerência ao planejamento definido.

A análise documental realizada buscou identificar em ambos documentos pontos semelhantes que apresentam um importante cenário das tendências sobre inovação na indústria 4.0. Também foram definidos períodos próximos para que se pudesse realizar uma comparação em alguns pontos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em 2017 o Escritório Europeu de Patentes (EPO) publicou o relatório "*Patents and the Fourth Industrial Revolution: The inventions behind digital transformation*", apresentando um importante estudo sobre o cenário das patentes relacionadas a indústria 4.0 na Europa. A base utilizada para realizar o estudo foi a Espacenet, pertencente ao próprio escritório e conhecida por fornecer acesso a mais de 100 milhões de documentos de patentes, contendo dados de invenções e avanços tecnológicos em todo o mundo. O período contemplado no referido relatório trouxe dados de 1978 até o ano de 2016, mas que neste artigo serão observados no período 2011-2016, onde concentram-se muitas analises realizadas no estudo indicado.

Inspirados no relatório europeu, uma recente pesquisa foi publicada pela Confederação Nacional da Industria – CNI (2020), onde apresentou um levantamento quantitativo das patentes depositadas no país. Para tanto, foi utilizada a base de patentes brasileira, disponibilizada pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), autarquia federal responsável pelos processos de patentes no país. Neste documento foi considerando o período entre os anos de 2008 e 2017. Para esta pesquisa, a metodologia europeia foi replicada.

A busca europeia balizou-se no sistema de Classificação Cooperativa de Patentes (CPC), enquanto a brasileira na Classificação Internacional de Patentes (IPC). A CPC é utilizada somente na base Espacenet, sendo necessário, portanto, a sua substituição para realização da pesquisa no INPI. Assim, ambos relatórios foram elaborados a partir dos seguintes grupos e subgrupos tecnológicos da indústria 4.0, indicados no Quadro 1.

1º GRUPO - Tecnologias centrais
Aquelas que permitem transformar um produto em um dispositivo inteligente conectado à internet.
Hardware: tecnologias básicas de hardware. Exemplos: sensores, memórias, processadores.
Software: tecnologias básicas de software. Exemplos: armazenamento em nuvem, estruturas computacionais, sistemas operacionais.
Conectividade: sistemas básicos de conectividade. Exemplos: protocolos de rede para dispositivos conectados, sistemas de dados sem fio.
2º GRUPO - Tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0
São tecnologias construídas sobre e complementares às tecnologias centrais.
Análise de dados: sistemas que possibilitam a interpretação de informações. Exemplo: sistemas de

ISSN 2446-7618

diagnóstico para grandes quantidades de dados.
Interface com o usuário: tecnologias que possibilitam a apresentação e inserção de informações. Exemplo: realidade virtual, visores de informações em óculos.
Tecnologias 3D: tecnologias que possibilitam a realização de sistemas 3D físicos ou simulados. Exemplos: impressoras 3D e scanners para fabricação de partes, design 3D e simulações automatizadas.
Inteligência artificial: sistemas que possibilitam tomadas de decisões autônomas por máquinas e equipamentos. Exemplo: redes neurais.
Sistemas de Localização: tecnologias que possibilitam a determinação da posição de objetos. Exemplos: sistemas de GPS avançados, posicionamento relativo e absoluto de dispositivo a dispositivo.
Sistemas de Energia: tecnologias que possibilitam a administração inteligente de energia. Exemplo: sistemas de carregamento situacionais.
Sistemas de Segurança: tecnologias que possibilitam a segurança de dados ou objetos físicos. Exemplos: sistemas de segurança adaptáveis, sistemas à prova de inteligência.
3º GRUPO - Setores de aplicação
Abrangem tecnologias da indústria 4.0 destinadas aos usuários finais.
Artigos Pessoais: aplicações destinadas ao indivíduo. Exemplos: dispositivos de monitoramento da saúde pessoal, dispositivos de entretenimento.
Residencial: aplicações destinadas para o ambiente residencial. Exemplos: casas inteligentes, sistemas de alarme, iluminação e aquecimento inteligentes.
Automóveis: aplicações para veículos. Exemplos: direção autônoma, aparatos de navegação de frotas de veículos. Empresas não industriais: aplicações para empresas e negócios. Exemplos: sistemas inteligentes de varejo, sistemas autônomos para escritórios, escritórios inteligentes.
Indústria: aplicações nas indústrias. Exemplo: fábricas inteligentes, robótica inteligente, sistemas integração máquina à máquina.
Cidades: aplicações para infraestrutura das cidades. Exemplos: redes inteligentes de transporte, sistemas inteligentes de iluminação.

Quadro 1: Descrição dos grupos e subgrupos. Fonte: Adaptado de CNI(1); EPO(2).

A pesquisa realizada pela CNI(1), a partir dos grupos acima elencados, apresentou 35.196 pedidos de patentes publicados (entre 2008-2017), sendo que o período de maior crescimento ocorre a partir de 2015. O incremento de pedidos da indústria 4.0 fica evidente a medida em que o tema se torna mais presente no desenvolvimento industrial, observa-se que em 2008 as tecnologias destes grupos representavam 5% do total de pedidos depositados naquele ano, enquanto em 2017 representavam 57% do total.

De acordo com CNI(1) ainda, os dados do relatório, os grupos das tecnologias centrais são as de maior representatividade, responsáveis por 40% do total dos pedidos. Ao tempo em que as tecnologias de conectividade e de software representam 31% e 26%, respectivamente.

O grupo de tecnologias habilitadoras da indústria 4.0 tem como subgrupos mais destacados aqueles relacionados a análise de dados, com 49% dos pedidos, seguido por sistema de segurança, 22% e sistemas de localização, 11%. O crescimento mais expressivo é encontrado no subgrupo inteligência artificial, ocorrendo nos últimos três anos, mas em especial no ano de 2017.(1)

O grupo setores de aplicação segundo indica a pesquisa da CNI (1) é o mais heterogêneo, porém, pode ter contemplado pedidos que podem não ter conexão com a indústria 4.0, mas sim com empresas. Neste grupo, tem-se os subgrupos “artigos pessoais (27%); empresa não industrial (22%); indústria (16%); automóveis (16%); residencial (10%); e, cidades (8%)”. (1)

ISSN 2446-7618

Assim como no Brasil, observa-se através do relatório do EPO [2] que na Europa o número de pedidos de patentes teve um expressivo crescimento nos últimos anos, enquanto em 1991 o número de pedidos foi menor do que 200, em 2016 foram cerca de 5.250 pedidos. Considerando o período total, desde 1978, o relatório europeu identificou 48.069 pedidos até 2016, ressalvado que nas primeiras décadas contempladas praticamente não houveram resultados. Ou seja, o número total representa basicamente o período final.

O relatório europeu indica que um pouco mais da metade destes pedidos está relacionado com o grupo de tecnologias centrais, representando 51,6% dos pedidos. Neste contexto, as tecnologias habilitadoras da indústria 4.0 representam 34,5%, enquanto o grupo de setores de aplicação indica 13,9% da totalidade da amostra. [2]

Por fim, apresenta-se no quadro 2 os dez principais titulares dos pedidos de patentes depositados no período:

	Brasil (INPI) 2008-2017	**Europa (EPO) 2011-2016**
1º	Microsoft	Samsung
2º	Qualcomm	LG
3º	Sony	Sony
4º	General Electric	Nokia
5º	Technicolor	Huawei
6º	Toyota Motor	Qualcomm
7º	Philips	Blackberry
8º	Nokia	Koninklijke Philips
9º	Intel	Intel
10º	Siemens	Panasonic

Quadro 2: Os dez principais depositantes no Brasil e Europa. Fonte: Adaptado do CNI, 2020 e EPO, 2017.

Considerando as 25 maiores depositantes, observa-se que no Brasil as nacionalidades das empresas são europeias, japonesas, estadunidenses, coreanas e chinesas. Enquanto na Europa, as nacionalidades são europeias, estadunidenses e japonesas como os líderes estabelecidos, seguidos de chineses e coreanos, responsáveis por 48% do total de pedidos de patente [1;2].

4 CONCLUSÃO

A pesquisa realizada pela CNI, cujos dados foram aqui apresentados, mostra-se extremamente relevantes para apresentar o cenário dos pedidos de patentes de invenção no Brasil. Observa-se, no entanto, que não é possível de ser reproduzida tal qual é apresentada, pois como os códigos de classificação não são apresentados, podem haver variações nos resultados. Os códigos CPC são apresentados pelo EPO, mas seria necessário realizar uma mesma leitura para que sejam equivalentes aos utilizados pela CNI, uma vez que o CPC possui cerca de 250.000 itens de classificação enquanto o IPC 70.000 itens.

Outro fator a ser observado é que apesar das pesquisas utilizadas apresentarem o mesmo objeto de estudo, a apresentação das informações ocorre de forma diversa, dificultando algumas comparações. No entanto, a partir das

ISSN 2446-7618

informações expostas, é possível observar que os cenários brasileiro e europeu se assemelham em número de pedidos de patentes e nas áreas com mais solicitações.

No que se referem aos depositantes dos pedidos de patentes, observa-se que diversas empresas se repetem em posições idênticas ou muito próximas, o que indica a importância das tecnologias da indústria 4.0 na sua atuação no mercado internacional.

Por fim, é preciso mencionar que os pedidos de patente, ou mesmo aquelas patentes já concedidas não representam necessariamente uma inovação. Tratam-se de invenções que podem ser vistas como tendências de inovação. Ainda, de acordo com o comportamento das invenções identificadas nos relatórios, é possível observar que seguimos na linha de crescimento dos pedidos relacionados com a indústria 4.0. Assim, a indústria 4.0 deve apresentar muitos avanços nos próximos anos.

Agradecimentos

Este trabalho foi apoiado pela Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), Brasil. Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental da UNISC, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal em Nível Superior – CAPES, e também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil (sob o processo 303934 / 2019-0).

REFERÊNCIAS

1 CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDUSTRIA. As invenções da 4ª revolução industrial: Uma análise dos dados de patentes no Brasil. Indústria 4.0, n.1, 2020. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2020/1/invencoes-da-4-revolucao-industrial-uma-analise-dos-dados-de-patentes-no-brasil/>. Acesso em: 25/10/2020.

2 EUROPEAN PATENT OFFICE. Patents and the Fourth Industrial Revolution: The inventions behind digital transformation. Munique: EPO, 2017. Disponível em: <epo.org/4IR>.

3 ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3. ed. Rio de Janeiro: FINEP, 2005.

4 Tunes, R. Geografia da inovação: o debate contemporâneo sobre a relação entre território e inovação. Espaço e Economia [Online] (2016), ano 5, 9.

5 BRASIL. Lei de Inovação Tecnológica Nº. 10.973, de 02 de dezembro de 2004. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.973.htm>.

6 ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Indústria 4.0. Disponível em: <http://www.industria40.gov.br/>. Acesso em 01/11/20.

7 DRATH, Rainer; HORCH, Alexander. 2014. Industrie 4.0: Hit or Hype? IEEE Industrial Electronics Magazine 8 (2014) 56–58.

ISSN 2446-7618

8 CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDUSTRIA. Oportunidades para a indústria 4.0: aspectos da demanda e oferta no Brasil. Brasília: CNI, 2017.

9 HERMANN, Mario; PENTEK, Tobias; OTTO, Boris. Design principles for industrie 4.0 scenarios. In: 2016 49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS). IEEE, 2016. p. 3928-3937.

10 BRASIL. Lei da Propriedade Industrial Nº. 9.279, de 14 de maio de 1996. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9279.htm>.

11 MUELLER, Suzana Pinheiro Machado; PERUCCHI, Valmira. Universidades e a produção de patentes: tópicos de interesse para o estudioso da informação tecnológica. *Perspectivas em Ciência da Informação [online].* 2014, abr./jun., vol. 19, n. 2, p. 15-36. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1981-5344/1828. Acesso em: 29 jun. 2020.

12 AMPARO, Keize Katiane dos Santos; RIBEIRO, Maria do Carmo Oliveira; GUARIEIRO, Lílian Lefol Nani. Estudo de caso utilizando mapeamento de prospecção tecnológica como principal ferramenta de busca científica. *Perspectivas em ciência da informação [online]*. 2012, vol. 17, n. 4, p. 195-209. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/S1413-99362012000400012. Acesso em: 29 jun. 2020.

13 LÜDKE, Mega; ANDRÉ, Marli E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

ISSN 2446-7618

INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES DE SÍNTESE DO PLA VIA MICROONDAS NA MASSA MOLAR VISCOSIMÉTRICA

Silvestrini, R.[1]
Santana , R.M.C. [2]

[1] *Especialista, Rafael Silvestrini, Universidade Federal do Rio Grande do Sul(UFRGS) e Universidade Luterana do Brasil(ULBRA), rafael.silvestrini@ulbra.br*
[2] *Doutora, Ruth Marlene Campomanes Santana, Universidade Federa do Rio Grande do Sul(UFRGS),ruth.santana@ufrgs.br*

(Todas as informações contidas neste artigo são de responsabilidade dos autores)

Resumo

O Poliácido lático(PLA) é um polímero interessante devido as suas propriedades mecânicas, térmicas e brilho, além de ter uma boa aplicabilidade na área médica, por ser um polímero atóxico e bioabsorvivel, tradicionalmente a síntese deste polímero é feita por aquecimento condutivo , a síntese por micro-ondas é uma alternativa interessante a este método, a massa molar é um parâmetro que está diretamente relacionado as propriedades do material, como tempo de absorção pelo organismo, tempo de degradação, e propriedades mecânicas, um dos métodos para se mensurar a massa molar de um polímero é através de viscosimetria, que é um método simples rápido e de baixo custo, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a massa molar viscosimétrica de PLA sintetizado via micro-ondas. Para o estudo utilizou-se 4 condições de síntese, na primeira e segunda condição utilizou-se como tempo de reação 4 horas e faixa de temperatura na faixa de 150ºC a 160ºC, variando-se o método de limpeza do condensador, na terceira condição verificou-se o comportamento de condições de temperatura da ordem de 230ºC à 240ºC com tempo de reação de 2 horas, a quarta condição foi conduzida na faixa de temperatura de 160ºC á 170ºC, entre todas as condições avaliadas a condição 1 foi a que apresentou a maior massa molar, o que se pode concluir que o aumento de temperatura do processo pode contribuir para a degradação térmica do material e a eficiência na retirada de água é um cuidado que deve se ter durante a reação de polimerização.

Palavras-chave: Poli-ácido lático; sintese; microondas; viscosimetria

DETERMINATION OF VISCOSIMETRIC MOLAR MASS OF LACTIC POLY-ACID (PLA) SYNTHETIZED THROUGH MICROWAVE

Abstract

Polyacid Lactic (PLA) is an interesting polymer due to its mechanical, thermal and gloss properties, besides having a good applicability in the medical field, as it is a non-toxic and bioabsorbable polymer, traditionally the synthesis of this polymer is done by conductive heating, microwave synthesis is an interesting alternative to this method, the molar mass is a parameter that is directly related to the material's properties, such as time of absorption by the organism, time of degradation, and mechanical properties, one of the methods to measure the molar mass of a polymer is through viscosimetry, which is a simple, fast and low cost method. The present work aims to evaluate the

ISSN 2446-7618

viscosimetric molar mass of PLA synthesized by microwave. For the study, 4 synthesis conditions were used, in the first and second condition, the reaction time was 4 hours and the temperature range was in the range of 150ºC to 160ºC, varying the condenser cleaning method, in the third condition it was verified if the behavior of temperature conditions on the order of 230ºC to 240ºC with a reaction time of 2 hours, the fourth condition was conducted in the temperature range of 160ºC to 170ºC, among all the conditions evaluated condition 1 was the one that presented the highest molar mass, which can be concluded that the increase in temperature of the process can contribute to the thermal degradation of the material and the efficiency in the removal of water is a precaution that must be taken during the polymerization reaction.

Key words: Poly-lactic acid; synthesis; microwave; viscosimetry

1 INTRODUÇÃO

Os polímeros sintéticos são de grande importância para a sociedade, pois devido a sua versatilidade podem substituir diversos materiais como: papel vidro e madeira, estes materiais são empregados em diversas áreas como na indústria, agricultura e medicina devido principalmente a suas características onde pode-se citar o seu baixo custo, à facilidade com que podem ser moldados, sua durabilidade e atoxidade. Entretanto devido a sua resistência a degradação estes materiais acabam gerando grandes problemas ambientais(1) .

Visando minimizar os impactos ambientais causados pelo descarte inadequado de produtos plásticos, uma das alternativas é a produção e a utilização de biopolimeros, polímeros biodegradáveis e polímeros verdes.

Biopolimeros são polímeros ou copolímeros produzidos à partir de matérias primas oriundas de fontes renováveis como: milho, cana-de-açúcar, celulose e quitina e apresentam um crescente interesse pois evitam os impactos causados pela extração e refino do petróleo, utilizados em polímeros sintéticos(2) . Entre os biopolímeros tem-se destacado o poliácido lático (PLA).

O PLA é um biopolimero de grande interesse devido à suas características desejáveis, como boa resistência mecânica, resistência térmica e brilho(3). O PLA é um dos biopolimeros mais promissores devido à sua excelente biocompatibilidade, propriedades mecânicas, baixa toxidade além de ser um polímero bioabsorvivel o que o torna um bom material para aplicações médicas(4).

Tradicionalmente a síntese química é alcançada através do aquecimento condutivo. Na condutividade térmica a temperatura do recipiente deve ser tão alta quanto a temperatura da reação devido ao equilíbrio térmico, sendo que este processo pode levar muito tempo. Por outro lado, surgiram outras técnicas, entre elas a de síntese por micro-ondas, onde estas agem diretamente nas moléculas presentes na mistura de reação levando a um rápido aumento da temperatura, pois este processo não depende da condutividade térmica do material do recipiente(5).

A massa molar de um polímero é um fator importante, pois está diretamente relacionado a suas propriedades, polímeros com massa molar entre 10.000 g/mol e 50.000g/mol podem ser utilizados como materiais estruturais e por terem uma massa molar relativamente baixa, são de fácil processamento(6). PLA com baixas massa molares da ordem de 2.500 g/mol possuem aplicabilidades como a liberação controlada de fármacos no organismo(7,8)

ISSN 2446-7618

Uma das maneiras de determinação da massa molar de um polímero é através de viscosimetria, a técnica de viscosimetria é uma das primeiras técnicas para a identificação de tamanhos de moléculas. O método correlaciona a viscosidade com a massa molecular e é uma ferramenta valiosa na caracterização de polímeros e em comparação com outras técnicas a viscosimetria possui vantagens pois é um método simples, rápido e de baixo custo e pode ser aplicado a uma vasta faixa de massas molares([9,10)

Nesse sentido, no presente estudo foi avaliado a influência das condições de síntese na massa molar viscosimétrica do PLA produzido via microondas

1.1 BIOPOLIMEROS E POLIMEROS BIODEGRADÁVEIS

Biopolimeros são polímeros ou copolímeros produzidos à partir de fontes renováveis como milho, cana de açúcar e a quintina[(11)] . Os biopolimeros mais importantes são o polilactato (PLA), polihidroxialcanoato (PHA), polímeros de amido (PA) e xantana (Xan). Sendo o PLA é um poliéster produzidos por síntese química a partir de ácido láctico obtido por fermentação bacteriana de glicose extraído do milho([(12)]

A figura 1 ilustra a classificação dos polímeros biodegradáveis de acordo com a sua fonte de obtenção.

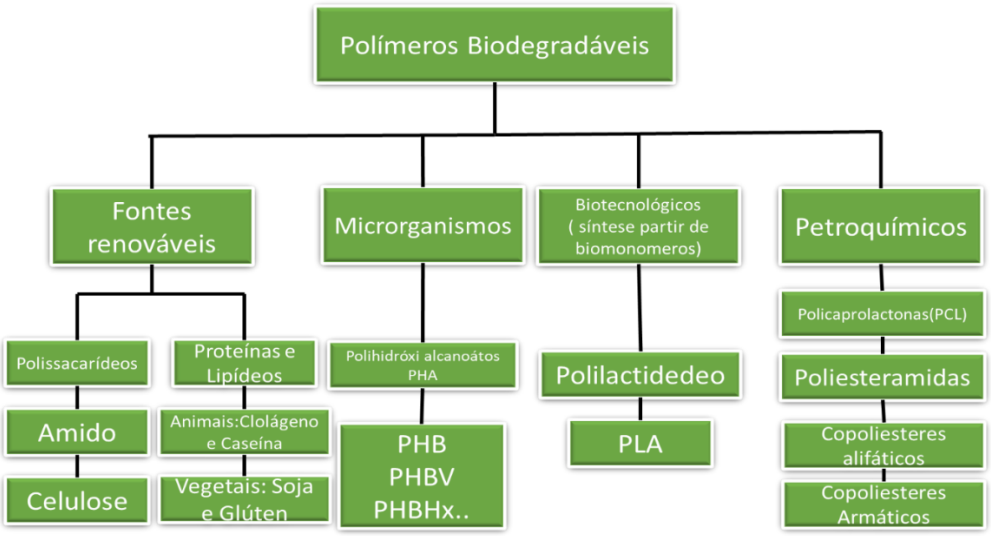


Figura 1- Classificação de alguns polímeros biodegradáveis de acordo com sua fonte de obtenção. Adptado [(2)]

1.2 SÍNTESE QUÍMICA UTILIZANDO MICRO-ONDAS

Tradicionalmente, a síntese química é alcançada através de aquecimento condutivo, com uma fonte de calor externo, por outro lado, as micro-ondas agem diretamente nas moléculas presentes na mistura de reação levando a um rápido aumento da temperatura A irradiação por micro-ondas é rápida com todo o material sendo aquecido simultaneamente enquanto o aquecimento convencional é lento e induzido na amostra a partir da superfície[(5,13)] conforme ilustrado na figura 2

ISSN 2446-7618

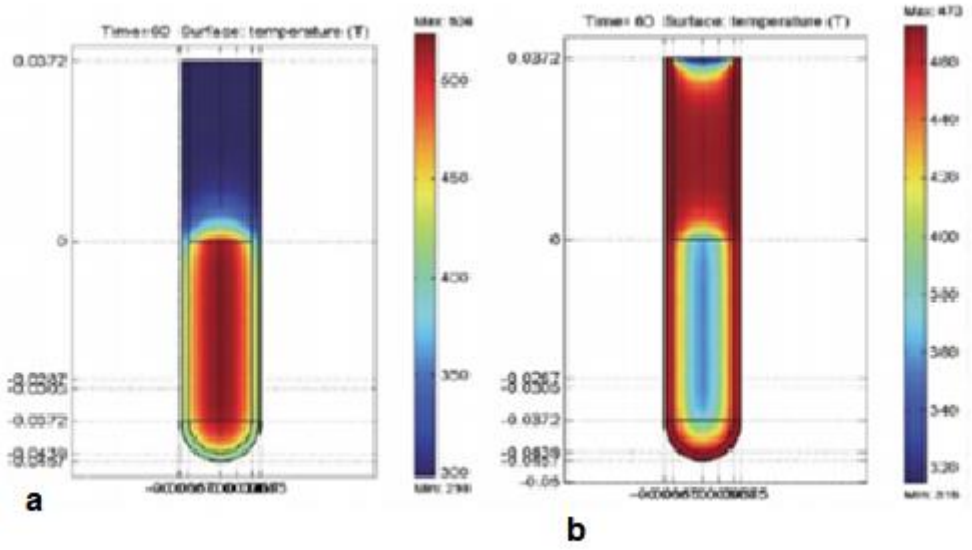


Figura 2 Perfil de aquecimento em K, usando radiação de micro-ondas (a) e aquecimento convencional(b) [13]

Muitos estudos utilizam a radiação micro-ondas. Na área de polímeros, Hirayana e Saron [14] adaptaram um forno de micro-ondas domestico conforme figura 3, para realizar a desvulcanização da borracha estireno butadieno(SBR)

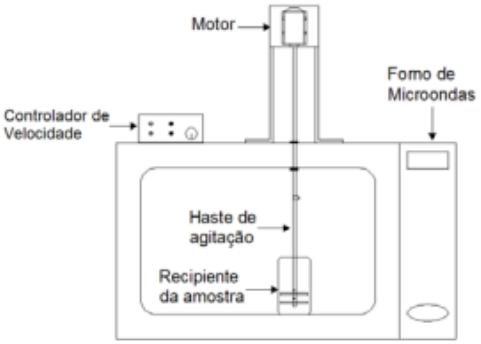


Figura 3- Desenho esquemático do sistema de desvulcanização em batelada em micro-ondas[14]

1.3 POLI(ÁCIDO LÁTICO) PLA

O Poli(ácido lático) (PLA), é um poliéster alifático produzido por síntese química à partir do ácido lático sendo um polímero termoplástico, semi-cristalino ou amorfo, biocompativel e biodegradável[15]

Existem três métodos para a produção de PLA de alta massa molar conforme ilustrado na figura 4: a condensação direta, a desidratação azeotrópica e a polimerização através da formação de lactídeo. O processo de polimerização requer um monômero de alta pureza, pois as impurezas impedem a reação e reduzem a qualidade do polímero[16].

ISSN 2446-7618

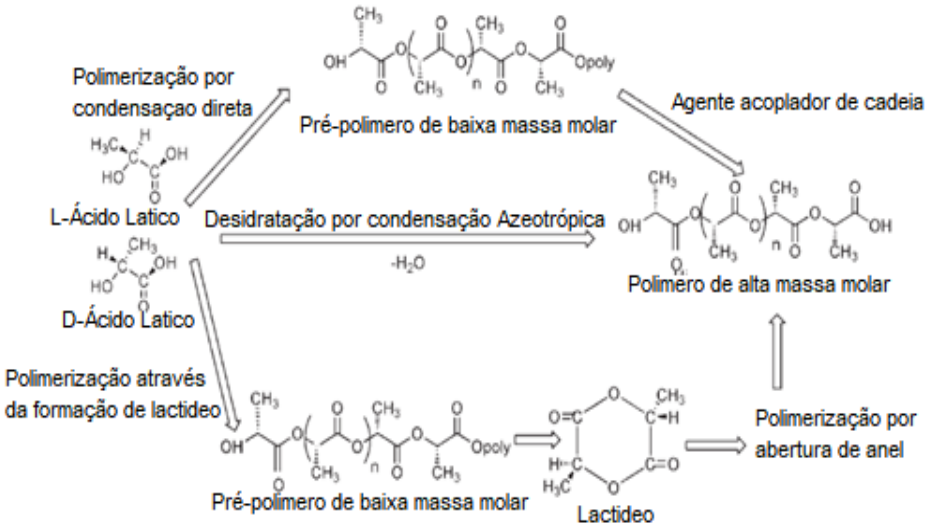


Figura 4- Rotas de obtenção do PLA de alta massa molar. Adaptado[16]

Para Lipsa et al.[17], o ácido lático é normalmente polimerizado por condensação, com ou sem catalisador aumentando-se o vácuo e a temperatura gradativamente para se obter um polímero vítreo de baixa massa molar e quebradiço que deve ser modificado posteriormente com agentes de extensão de cadeia para aumentar a sua massa molar.

O PLA foi usado com sucesso em papeis revestidos, recipientes rígidos, garrafas e filmes. A introdução de plastificantes na matriz de PLA melhora a fragilidade. No geral, plastificantes visam reduzir a Tg (temperatura de transição vítrea) e aumentar a resiliência e plasticidade dos PLAs. Na figura 5 é apresentado um comparativo entre as propriedades de Tg e Tm (temperatura de fusão) para vários polímeros[18].

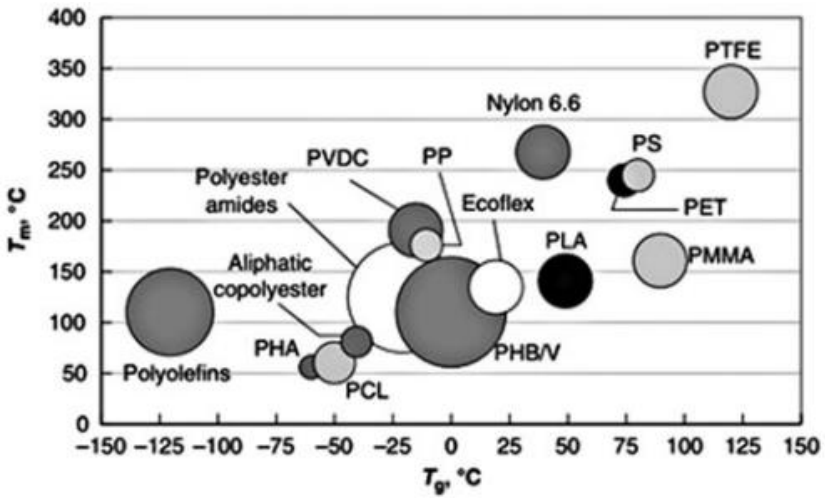


Figura 5- Comparação de Tg e Tm do PLA com outros termoplásticos [18]

ISSN 2446-7618

2 MATERIAIS E MÉTODOS

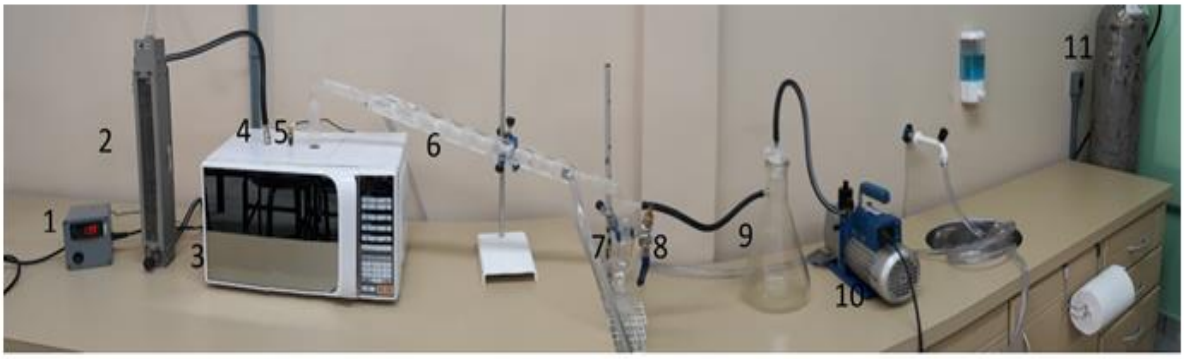
No quadro 1 são apresentados os reagentes utilizados para a síntese do PLA para o ensaio viscosimétrico

Reagente	**Fabricante**
Ácido L-lático	Synth
Cloreto de Estanho	Dinamica
Ácido Fosfórico	Dinamica
Clorofórmio	Synth
Nitrogênio	Air Liquide

Quadro 1. Relação de reagentes usados neste trabalho

2.1 SINTESE DO PLA

Para a realização da síntese do PLA se utilizou um forno de micro-ondas doméstico que foi adaptado conforme a figura 6



1-Controlador de Temperatura
2-Medidor e Controlador de Vazão de Gás Inerte
3-Forno de Micro-ondas
4-Entrada de Gás Inerte
5-Entrada Termopar
6-Condensador
7-Balão 2 Bocas
8-Válvula Reguladora de Pressão
9-Trape
10-Bomba de Vácuo
11-Cilindro de Gás Inerte

. Figura 6- Sistema para a síntese de PLA

Foram testadas diversas condições de temperatura e tempo de reação, as reações foram conduzidas em atmosfera inerte e baixa pressão. Devido a natureza do aquecimento por micro-ondas as temperaturas estão separadas em faixas pois manter a temperatura em um único ponto é de difícil controle. foi utilizado 200 mL de ácido lático e 1% m/v de catalizadores $SnCl_2/H_3PO_4$, Silvestrini et.al[19] . Para o presente estudo, foram estudadas 4 condições conforme quadro 2

ISSN 2446-7618

Condição	Tempo de Reação (h)	Faixa de Temperatura (ºC)	Observações
1	4	150-160	-
2	4	150-160	Nesta condição não foi feito a limpeza do condensador durante o processo
3	2	230-240	-
4	4	160-170	-

Quadro 2. Condições de síntese estudadas

2.2 VISCOSIMETRIA

Para o ensaio utilizou um viscosímetro capilar do tipo Cannon-Fenske número 100 e para o controle da temperatura foi utilizado o equipamento de banho para viscosímetro SOLAB-SL 159 conforme figura 7.

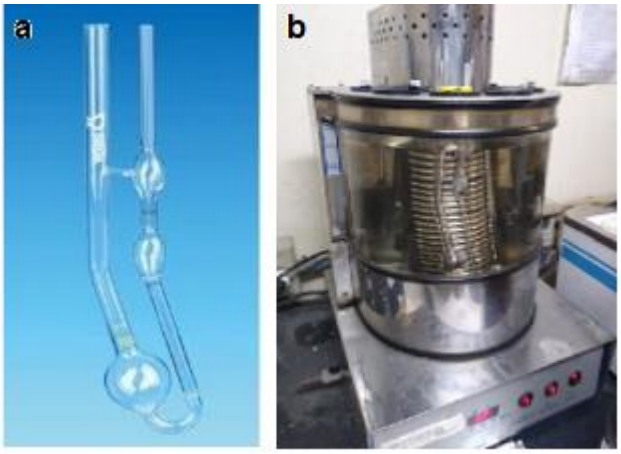


Figura 7- a)- viscosímetro capilar do tipo Cannon-Fenske b- Banho para viscosímetro SOLAB-SL 159

A viscosidade intrínseca está relacionado com a massa molecular através da equação (1) conhecida como equação de Mark-Kuhn-Houwink-Sakurada, descrita a seguir[20] :

$$[\eta] = KMv^{a} \qquad (1)$$

São plotados a viscosidade reduzida vs a concentração do polímero e por meio de extrapolação gráfica é determinado a viscosidade intrínseca.

Para o ensaio é necessário que o banho esteja na temperatura determinada pela literatura , mergulha-se o viscosímetro no banho espera-se em torno de 5 minutos para se atingir o equilíbrio térmico e mede-se o tempo em que o solvente leva para escoar entre os meniscos do viscosímetro determinando o t0, cada medição foi feita 5 vezes e determinado a média.

ISSN 2446-7618

Logo em seguida o procedimento é repedido em diversas soluções de polímeros, para o estudo foi utilizado as concentrações de 1,0; 0,6; 0,4 e 0,2 g/dL.

Determinado os tempos e calculado a viscosidade relativa conforme equação 2 [9,20,21]

$$\eta_{rel} = \frac{t_0}{t} \qquad (2)$$

Em seguida se encontra a viscosidade inerente através da equação 3[9,20,21]

$$\eta_{Iner} = \frac{\ln(\eta_{rel})}{C} \qquad (3)$$

Por fim determina-se a viscosidade intrínseca extrapolando a reta do gráfico de viscosidade inerente vs a concentração conforme equação 4 [9,20,21]

$$[\eta] = \lim_{C \to 0} \frac{ln(\eta_{rel})}{C} \qquad (4)$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentados os tempos médios de fluxo do solvente e da solução polimérica e os valores calculados da viscosidade relativa e inerente encontrados para a amostra 1.

Tabela 1-tempos de escoamento e viscosidades relativa e inerente da amostra 1

C(g/dL)	t(s)	η relativo	η Inerente dL/g
0	23,09	-	-
0,2	24,08	1,042	0,2086
0,4	24,58	1,064	0,1556
0,6	25,20	1,091	0,1453
1	26,70	1,156	0,1450

Plotando-se viscosidade inerente vs concentração conforme figura 8 extrapolando-se encontra o valor da viscosidade inerente que será utilizada para a determinação da massa molar

ISSN 2446-7618

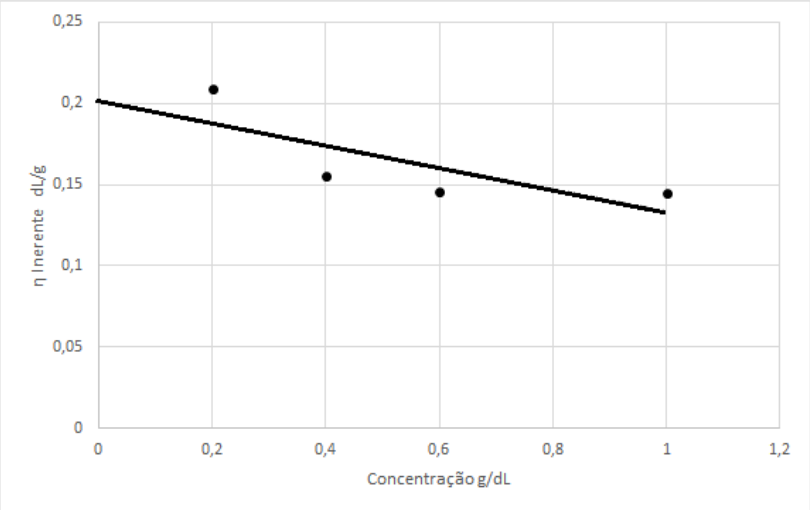


Figura 8- viscosidade inerente x Concentração

Na tabela 2 são apresentados os tempos médios de fluxo do solvente e da solução polimérica e os valores calculados da viscosidade relativa e inerente para a amostra 2.

Tabela 2-tempos de escoamento e viscosidades inerente e relativa amostra 2

C(g/dL)	t(s)	η relativo	η Inerente dL/g
0	23,09	-	-
0,2	24,08	1,042	0,1503
0,4	24,58	1,064	0,1491
0,6	25,20	1,091	0,1162
1	26,70	1,156	0,0832

Na figura 9 temos o gráfico da amostra 2

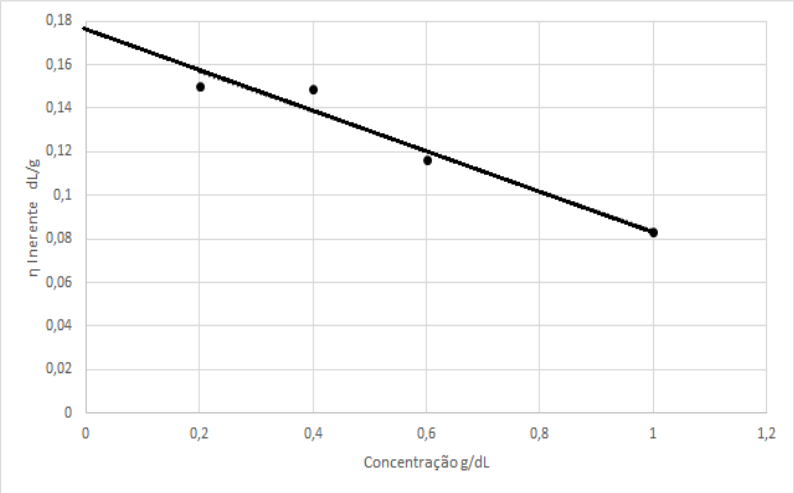


Figura 9- viscosidade inerente x Concentração amostra 2

ISSN 2446-7618

Na tabela 3 são apresentados os tempos médios de fluxo do solvente e da solução polimérica e os valores calculados da viscosidade relativa e inerente para a amostra 3

.

Tabela 3-tempos de escoamento e viscosidades inerente e relativa amostra 3

C(g/dL)	t(s)	η relativo	η Inerente dL/g
0	23,09	-	-
0,2	24,08	1,042	0,1168
0,4	24,58	1,064	0,1144
0,6	25,20	1,091	0,0926
1	26,70	1,156	0,0868

Na figura 10 temos o gráfico referente a amostra 3

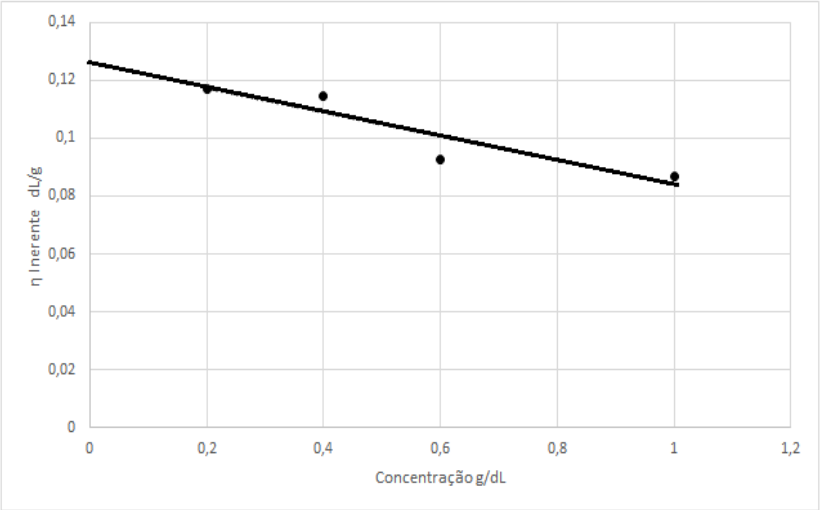


Figura 10- viscosidade inerente x Concentração amostra 3

Na tabela 4 são apresentados os tempos médios de fluxo do solvente e da solução polimérica e os valores calculados da viscosidade relativa e inerente encontrados para a amostra 4.

Tabela 4-tempos de escoamento e viscosidades inerente e relativa amostra 4

C(g/dL)	t(s)	η relativo	η Inerente dL/g
0	23,09	-	-
0,2	24,08	1,042	0,2033
0,4	24,58	1,064	0,1252
0,6	25,20	1,091	0,1232
1	26,70	1,156	0,1273

ISSN 2446-7618

Na figura 11 temos o gráfico referente a amostra 4

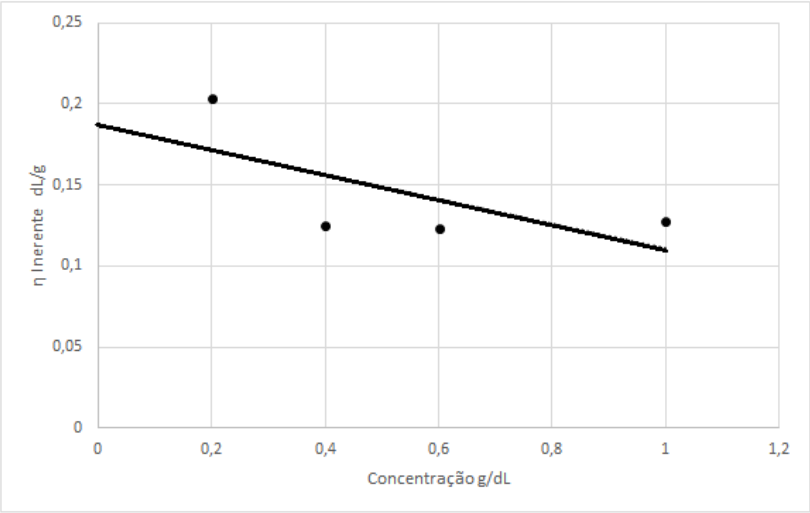


Figura 11- viscosidade inerente x Concentração amostra 4

Para a determinação da massa molar viscosimétrica utilizou-se o valor das constantes **K** de 2,21x10^{-4} dl/g e **a** de 0,77 [22] para 25ºC e na tabela 5 é apresentado os valores das viscosidades intrínsecas encontradas e os valores das massas molares.

Tabela 5-Viscosidade intrínseca e Massa molar viscosimétrica das amostras 1 à 4

Amostra	[η] dl/g	Mv, g/mol
1	0,201	6964
2	0,174	5771
3	0,126	3756
4	0,1864	6311

A condição 1 foi a que apresentou a maior massa molar, na condição 2, embora tenha sido utilizado a mesma condição de temperatura e tempo de reação apresentou um menor massa molar, durante o processo verificou-se um acumulo de material no condensador devido ao arraste de material durante o processo conforme figura 12, o que pode ter influenciado na eficiência do reator na retirada de água do processo. segundo AURAS (2010) a reação de polimerização é reversível, ou seja, a água formada nos produtos reage novamente voltando para os reagentes, quando esta água não é retirada do meio reacional

Figura 12- Condensador com acúmulo de material na condição 2

ISSN 2446-7618

Na condição 3 foi elevou-se a temperatura de reação e reduziu-se o tempo, para se verificar o comportamento e se verificou que o polímero produzido teve a menor massa molar dentre as condições verificadas, a condição 4 foi aumentado em 10º C a faixa de temperatura em relação a condição 1, verificando que o polímero formado teve uma massa molar um pouco menor do que na condição 1, o que pode indicar que está havendo o inicio de degradação térmica do material, de acordo com LIM et al[24] o PLA quando exposto a temperaturas elevadas é conhecido por sofrer degradação térmica, levando a formação de monômeros de lactideo. a condição 1 foi a que apresentou a maior massa molar viscosimétrica. Jhano[25] utilizando aquecimento convencional com 4 horas de reação à 160º obteve um pré-polimero com Mw de 1798 g/mol mensurada por cromatografia de permeação em gel, e em outro ensaio conduzindo em CO_2 supercrítico durante 4 horas obteve Mw de 1281 g/mol, ou seja, comparando com mesmo tempo de reação comparando ao processo conduzido via micro-ondas e ainda considerando que a massa molar medida Mw mensurada por cromatografia é sempre maior que as massas molares medidas por viscosimetria[20], pode-se verificar uma produção de um polímero de maior massa molar via microondas.

Oliveira et al [6] conduzindo a reação em um reator de mircroondas marca CEM Corporation, modelo Discorver Reflux, utilizando cloreto de estanho com ácido fosfórico como iniciadores obteve uma massa molar de 8372 g/mol medido através de viscosimetria.

4 CONCLUSÃO

A síntese de PLA via micro-ondas é uma ótima alternativa ao sistema convencional de obtenção do polímeros, e pode-se constatar que mesmo em um aparelho doméstico é possível ter um material com potenciais aplicabilidades e a metodologia de medição da massa molar por viscosimetria é interessante para estudos na área de polímeros, embora devido a natureza do ensaio pode-se apresentar erros referentes aos métodos de medição, em estudos comparativos como o apresentado neste artigo pode ser um bom indicativo. Conforme verificado ao longo do texto para uma síntese de PLA é importante respeitar alguns parâmetros, como temperatura de processo pois quando em demasia pode contribuir para a degradação do material, e na reação verificada, por se tratar de uma reação reversível é imprescindível que o sistema para a retirada de água do processo seja eficiente.

Agradecimentos

Ao laboratório de polímeros (LAPOL), da universidade Federal do Rio Grande do Sul(UFRGS), a Universidade Luterana do Brasil (ULBRA)

REFERÊNCIAS

ISSN 2446-7618

1 FARIA A.U.; FRANCHETI S.M.M.; Biodegradação de filmes de polipropileno (PP), poli(3-hidroxibutirato) (PHB) e blenda de PP/PHB por microrganismos das águas do Rio Atibaia. Polímeros , 2010

2 BRITO G. F. ; AGRAWAL P.; ARAÚJO E. M.; . MÉLO T. J. A. Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v.6.2 p. 127-139, 2011

3 RODRIGUES G. A. Produção de ácido lático a partir do bagaço da cana de açúcar Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, 2012.

4 PUAUX, J. P., BANU, I., NAGY, I. BOZGA, G. A Study of L-Lactide Ring-Opening Polymerization Kinetics, Macromolecular Symposia, v.259, n.1, p.318–326, 2007

5 HAYES B.L. Microwave synthesis, chemistry at the speed of light; CEM Publishing: Mathews, NC, 2002.

6 OLIVEIRA A.C.S. et al; anais 14º Congresso Brasileiro de Polímeros, Águas de Lindóia,2017, 1428

7 JANHO V.D.; Síntese e caracterização do poli(l-ácido lático) para uso como biomaterial; Dissertação de Mestrado. UFRGS, 2005

8 ROGERS M.E.; TIMOTHY E. L. Synthetic methods in step-growth polymers ed. Wiley, 2003

9 Da SILVA L.;GOMES T.; MADEIRA A.C.;MELLER F.G.; BENAVIDES R.; FIORI M.A.; PAULA M.M. Determinação de peso molecular e efeito polieletrolítico por viscosimetria. Anais 10º Congresso brasileiro de Polimeros. Foz do Iguaçu, 2009

10 Da SILVA G.H. Desenvolvimento de sistemas poliméricos nanoparticulados de ps-b-paa com superfície modificada com derivados de quitosana para a encapsulação de minoxidil. Dissertação de Mestrado Universidade Federal de Santa Catarina, 2015

11 Norma ABNT NBR 15448-1. Embalagens plásticas degradáveis e/ou de fontes renováveis Parte 1: Terminologia

12 Biopolímeros e Intermediários Químicos. Disponivel em. < www.anbio. org.br/pdf/2/tr06_biopolimeros.pdf> Acesso em: 02/11/2020

13 HOZ A.; DIAZ-ORTIZ A.; MORENO A.; Microwaves in organic synthesis. Thermal and non-thermal microwave effects. Chemical Society Reviews v.34, p.164-178,2005

14 HIRAYAMA D. ; SARON C.; Moagem e desvulcanização por micro-ondas da borracha estireno-butadieno (SBR). Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v.7.1 p.34 – 38, 2012

15 BRITO, G.; AGRAWALD P,;ARAÚJO M. E.; MELO T.M.A. Tenacificação do Poli(Ácido Lático) pela Adição do Terpolímero (Etileno/Acrilato de Metila/Metacrilato de Glicidila). Polímeros, vol. 22, n. 2, p. 164-169, 2012

ISSN 2446-7618

16 AURAS R. et al. An Overview of Polylactides as Packing Materials. Macromolecular Bioscience. Vol 4 p.835-864, 2004

17 LIPSA R.; TUDORACHI N. ; VASILE C. Poly(α-hydroxyacids) in biomedical applications: synthesis and properties of lactic acid polymers. e-Polymers , n. 087, 2010

18 BASU A.;NAZARKVOSKY M.; GHAD R.;KHAN W.; DOMB A.J.; Poly(lactic acid)-based nanocomposites Polym. Adv. Technol. (2016)

19 SILVESTRINI R.; SANTANA R.M.C; Influência do catalisador ,tempo de reação e temperatura na sintese de poli(ácido lático) (pla) via micro-ondas anais 15º Congresso Brasileiro de Polímeros, Bento Gonsalves,2019

20 LUCAS, E.F., Soares, B.G. & Monteiro, E. Caracterização de Polímeros: Determinação do Peso Molecular e Análise Térmica. 1ª. ed., e-papers. Rio de Janeiro, 2011.

21 NASCIMENTO FILHO W.B; MELO FILHO A.A; Estudo Reológico da Pectina Extraída da Casca de Maracujás Revista Virtual Química Vol. 8 p.838-855,2016

22 GARLOTTA D. A Literature Review of Poly(Lactic Acid), Journal of Polymers and the Environment, V.9 N.2, 2001

23 AURAS R. et al.Poly(Lactc Acid) Syntheses, structures, properties, processing, and application. Ed. Wiley,2010

24 LIM L.T.;AURAS R;; RUBINO M.; Processing technologies for poly(lactic acid) Progress in Polymer Science V.33 p. 820–852, 2008

25 JANHO V.D.; Síntese e caracterização do poli(l-ácido lático) para uso como biomaterial; Dissertação de Mestrado. UFRGS, 2005

ISSN 2446-7618

CARACTERIZAÇÃO DO BAGAÇO DE MALTE PROVENIENTE DE PRODUÇÃO DE CERVEJAS PARA UTILIZAÇÃO COMO FIBRA PARA REFORÇO

Fernandes, M. S. [1]
Francisquetti, E. L. [2]
Santana, R. M. C. [3]

[1] *Aluna de Graduação, Marcela Santos de Fernandes, UFRGS, marcela.fernandes@ufrgs.br*
[2] *Professor Doutor, Edson Luiz Francisquetti, IFRS, edson.francisquetti@farroupilha.ifrs.edu.br*
Professora Doutora, Ruth Marlene Campomanes Santana, UFRGS, ruth.santana@ufrgs.br

(Todas as informações contidas neste artigo são de responsabilidade dos autores)

Resumo

A produção de cervejas, tanto artesanais como industriais, cresce a cada ano no Brasil, sendo o país o terceiro maior produtor no mundo dessa bebida atualmente. A cerveja tradicional apresenta quatro ingredientes básicos: água, lúpulo, malte e fermento. O bagaço do malte é o coproduto obtido juntamente ao mosto cervejeiro na primeira etapa de produção da cerveja – a mosturação – que consiste na extração dos açúcares do malte moído em água à, aproximadamente, 68ºC. O bagaço de malte é um resíduo com diversas destinações, como alimentação de gado e utilização na culinária devido ao seu poder nutritivo, porém devido aos grandes volumes gerados é necessário encontrar outras alternativas de destinação e reutilização. Dessa maneira, estudou-se sua composição química através da técnica de FTIR – Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier, propriedades térmicas através de DSC – Calorimetria Exploratória Diferencial e TGA – Análise Termogravimétrica, e características físicas por separação granulométrica, densidade por Picnometria e o teor de umidade. Os resultados demonstram que o bagaço de malte apresenta densidade compatível com valores apresentados por fibras, assim como o teor de umidade alta (73,61%). O tamanho de partícula é majoritariamente maior que 1 mm. Através da análise de FTIR, observou-se a presença de grupos funcionais hidroxila e carbonila correspondente a celulosa, hemicelulose e lignina. Na TGA, identificou-se quatro eventos de perda de massa característicos de uma fibra vegetal, mas também se verificou alto teor de cinzas; e na análise de DSC foi confirmado que ainda continha umidade na amostra identificado pela presença de evento endotérmico.

Palavras-chave: bagaço de malte, cerveja, fibra vegetal, propriedades.

ISSN 2446-7618

CHARACTERIZATION OF MALT BAGASSE FROM BEER PRODUCTION FOR USE AS VEGETABLE REINFORCE

Abstract

The production of beers, whether artisanal or industrial, grows every year in Brazil, making it today the third largest producer of this beverage appreciated worldwide. Traditional beer has four basic ingredients: water, hops, malt and yeast. Malt bagasse is the co-product obtained together with the brewing must in the first stage of beer production - mashing - which consists of extracting the malt sugars ground in water at approximately 68ºC. Malt bagasse is a waste with several destinations, such as cattle feed and use in cooking due to its nutritional power, however due to the large volumes generated, it is necessary to find other alternatives for destination and reuse. In this way, its chemical composition was studied using the FTIR technique - Fourier Transform Infrared Spectroscopy, physical properties through Pycnometry and DSC - Differential Scanning Calorimetry, thermal behavior through TGA - Thermogravimetric Analysis, physical characteristics by granulometric separation and moisture content. The results demonstrate that the malt bagasse has a density compatible with values presented by fibers, as well as the moisture content. The granulometric separation is mostly greater than 1 mm. Through FTIR analysis, the presence of hydroxyl and carbonyl functional groups corresponding to cellulose, hemicellulose and lignin was observed. In TGA, four mass loss events characteristic of a vegetable fiber were identified, but there was also a high ash content; and in the DSC analysis it was confirmed that it still contained moisture in the sample identified by the presence of an endothermic event.

Key words: malt bagasse, beer, vegetal fiber, properties.

ISSN 2446-7618

1. INTRODUÇÃO

A produção de cervejas vem crescendo, não só no Brasil, mas mundialmente. Segundo a CERVBRASIL, no ano de 2019, foram 320 novas cervejarias registradas no Brasil, atingindo a marca de 1209 estabelecimentos regulamentado. Além disso, os dados levantados no ano passado mostram que o estado do Rio Grande do Sul é o segundo maior produtor de cerveja, ficando somente atrás de São Paulo. [1]

O malte é o produto da germinação artificial controlada e dessecação dos cereais, podendo ser cevada, milho, trigo, entre outros; sendo o primeiro mais utilizado para a produção de cerveja. O cereal da cevada após ser maltada é responsável por conferir sabor, odor e corpo característico à cerveja. Na figura 1, tem-se exemplificação dos tipos de cevada utilizados para a produção de cerveja.

Figura 1. Tipos de Cevada: a) dística b) hexástica (Grover, 2014)

O cereal é umedecido e germinado com o objetivo de produzir enzimas, que serão utilizados para se obter o mosto cervejeiro. Antes da etapa de mosturação, ou seja, o processo de transformar os ingredientes principais na cerveja propriamente dita, é necessário fazer a moagem do malte. [2] Essa moagem é muito importante, pois influencia diretamente na rapidez das transformações físico-químicas, no rendimento, na clarificação e na qualidade da bebida. [3] A moagem do malte consiste em triturar o grão, que tem a sua casca rasgada longitudinalmente, deixando exposto o endosperma amiláceo, facilitando a ação enzimática durante a mosturação. Essa moagem deve, ainda, produzir uma quantidade mínima de farinha com granulometria muito fina. [2]

No processo de mosturação, o malte moído é misturado com água em um tanque chamado mosturador, permanecendo em repouso a 40ºC por 2 horas, para que ocorra a ativação das enzimas do malte. Ao final da primeira hora, um terço da mistura é enviada para uma caldeira, onde será fervida por 30 minutos. O material

ISSN 2446-7618

fervido retorna ao mosturador elevando a temperatura da mistura para 52-54ºC, ótima para a atividade das enzimas proteolíticas. Após um breve período nessa temperatura, repete-se a operação por mais duas vezes, fazendo a temperatura da mistura atingir 65ºC, ótima para a atividade das amilases, e 73-76ºC, ótima para a filtração do mosto. [2] Após a filtração do mostro, tem-se o bagaço de malte.

Uma das adversidades relacionadas a uma alta produção é a geração de resíduos sólidos e líquidos. No caso da produção de cerveja, o resíduo gerado em maior volume é o bagaço de malte e corresponde a 85% dos resíduos. [3] Para exemplificar, na fabricação de 100 litros de cerveja, são gerados 20 kg de bagaço de malte. [5] A destinação mais comum para esse resíduo é a utilização desse bagaço, que é rico em nutrientes e com poder calórico, como alimento para animais bovinos, suínos e outros. No entanto, devido ao volume de geração desse resíduo, surge a necessidade de se encontrar outras possibilidades de aproveitamento e reutilização.

A composição do bagaço de malte varia de acordo com os cereais utilizados e depende diretamente do tipo comercial da cerveja e do processo fabricação adotado. No entanto, sua composição geral apresenta: 16-20% celulose, 18-28% hemiceluloses, 9-27% lignina, 15-26% proteínas, 5-6% extrativos e 2-4% cinzas. [6]

Além de sua composição, fatores como suas características físicas, teor de umidade, propriedades físicas, químicas e térmicas são de grande interesse para a análise de viabilidade da utilização desse resíduo como fibra vegetal, sendo esse o tema de estudo do trabalho.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

O bagaço de malte utilizado no estudo foi fornecido pela cervejaria Cerveja Faraó, localizada no município de Picada Café – RS. Segundo os fornecedores o malte utilizado para a produção da cerveja e que gerou o resíduo foi fabricado pela Cooperativa Agrária Malte, localizada no município de Guarapuava-PR, e era constituído de cevada do tipo dística.

2.2 Preparação do material

O bagaço de malte foi seco em estufa a 60ºC por 48h e após a secagem foi armazenado em temperatura ambiente.

2.3 Caracterização

2.3.1 Teor de Umidade

O teor de umidade do material foi analisado através da pesagem de três amostras antes do mesmo ser colocado na estufa a 60ºC para secagem. Após 48h, retirou-se as amostras da estufa e efetuou-se novamente as pesagens para analisar a perda de água, obtendo-se assim a umidade do bagaço de malte.

2.3.2 Separação Granulométrica

ISSN 2446-7618

A separação granulométrica das amostras do bagaço de malte foi feita utilizando um sistema de separação vibratória e conjunto de peneiras do tipo mesh da marca Bertel com aberturas de 250 µm, 500 µm, 710 µm e 1 mm.

2.3.3 Massa Específica

Para a determinação da massa específica do bagaço de malte utilizou-se a norma ABNT NBR 6508 e o fluído utilizado foi álcool 70%. Os materiais utilizados foram: um picnômetro de 50 mL, álcool 70% e uma balança de quatro casas decimais da marca Marte modelo AY220, além do bagaço de malte seco.

Figura 2. Picnômetro de 50 mL com Álcool 70% e Bagaço de Malte

2.3.4 Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier - FTIR

Para análise da composição química do bagaço de malte foi utilizada a técnica de FTIR – Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier. Os espectros foram obtidos utilizando um sensor de refletância total atenuada (ATR) em espectrofotômetro FTIR Perkins Elmer Spectrum. As leituras foram realizadas por transmitância na faixa de 4000 a 600 cm^{-1}, sendo 20 varreduras.

2.3.5 Análises Térmicas

Para análise das propriedades térmicas do bagaço de malte foram utilizadas as técnicas de TGA – Análise Termogravimétrica para avaliação da estabilidade térmica e composição, e a técnica de DSC – Calorimetria Exploratória Diferencial, para identificar eventos endotérmicos ou exotérmicos da amostra.

A análise de TGA foi realizado em termobalança PerkinElmer Precisely, modelo TGA 4000. Aplicou-se taxa de aquecimento de 20 ºC/min sob atmosfera de N2 com fluxo de gás de 20mL/min e com rampa de aquecimento de 25 ºC até 900 ºC.

A análise de DSC foi realizado em calorímetro PerkinElmer Precisely, modelo DSC 6000. Os ensaios respeitaram a norma ASTM D 3417, adotando taxa de aquecimento de 20 ºC/min sob atmosfera de N2, com fluxo de gás de 20mL/min, com aquecimento de 25ºC até 200ºC.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

ISSN 2446-7618

O teor de umidade presente no bagaço de malte foi analisado e conclui-se que as amostras contêm um teor médio de 73,61% de umidade. Segundo Kunze [5], o teor de umidade do bagaço de malte encontra-se no intervalo de 70 - 80%. Dessa maneira, o teor de umidade obtido é factível com as características do material analisado. Na tabela 1 são apresentados a descrição das massas e resultado da umidade do bagaço de malte.

Tabela 1. Valores de Massa das Amostrar para Análise do Teor de Umidade

Amostra	Massa Inicial (g)	Massa Seca (g)	Massa Evaporada (g)	Umidade (%)
1	41,6011	10,8240	30,7771	73,98
2	42,8724	11,5347	31,3377	73,10
3	54,6913	14,3546	40,3367	73,75

Na figura 3 são mostradas as fotografias do bagaço de malte antes e após a secagem, onde é possível verificar na imagem da esquerda, os grãos inchados e após a secagem, uma grande diminuição do volume dos grãos em formato de fibras aglomeradas na imagem da direita.

Figura 3. Bagaço de Malte antes (a) e após secagem (b).

A partir das amostras de bagaço seco, avaliou-se o tamanho granulométrico da amostra de acordo com seu percentual de massa. Na Figura 4, podemos observar os diferentes tamanhos que o material apresenta.

Figura 4. Tamanhos de partículas apresentado no Bagaço de Malte: (a) <250μm (b) <250 μm (c) >500 μm (d) >710 μm e (e) >1mm.

Segundo a análise da separação granulométrica mostrado na Figura 5, foi possível verificar o perfil majoritário da fibra acima de 1 mm. Desta maneira, se faz

ISSN 2446-7618

necessária uma nova separação granulométrica utilizando peneiras com abertura maior que 1 mm para que se possa afirmar qual é o tamanho médio da fibra de maior proporção mássica.

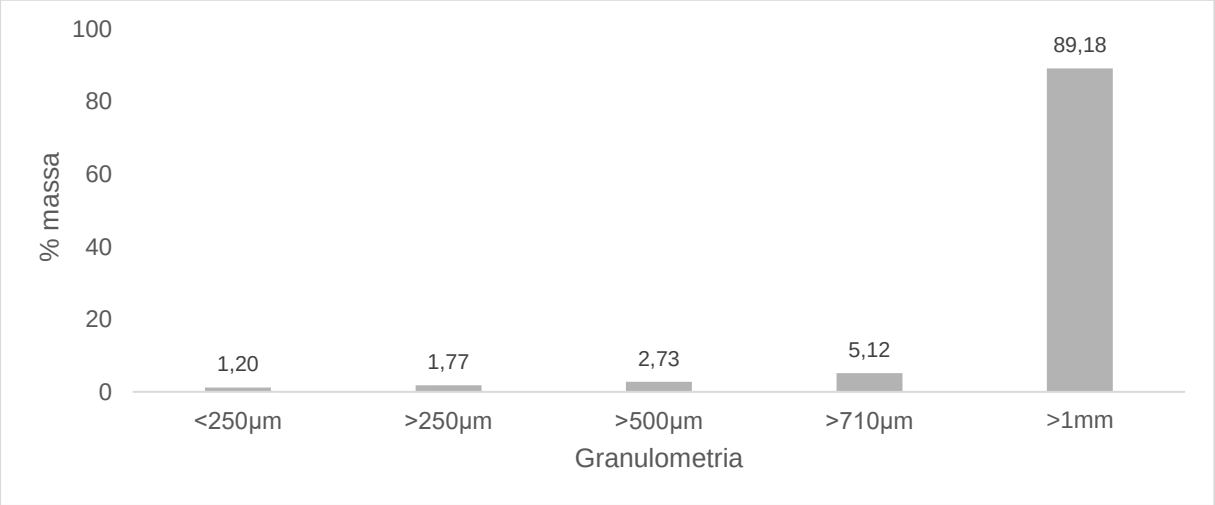


Figura 4. Distribuição granulométrica do Bagaço de Malte

Dessa maneira, é possível concluir que para aplicações onde é necessária uma granulometria menor ou mais homogênea, seria necessário fazer a moagem desse material.

A massa específica foi determinada por picnometria através da norma ABNT NBR 6508 o valor obtido foi de 0,9891 g/cm^3. Esse valor é compatível com valores característicos de fibras vegetais.

A técnica de espectroscopia no infravermelho por refletância total atenuada (FTIR-ATR) foi utilizada para identificar os grupos funcionais presentes no bagaço de malte. A figura 5 mostra a análise de FTIR da amostra.

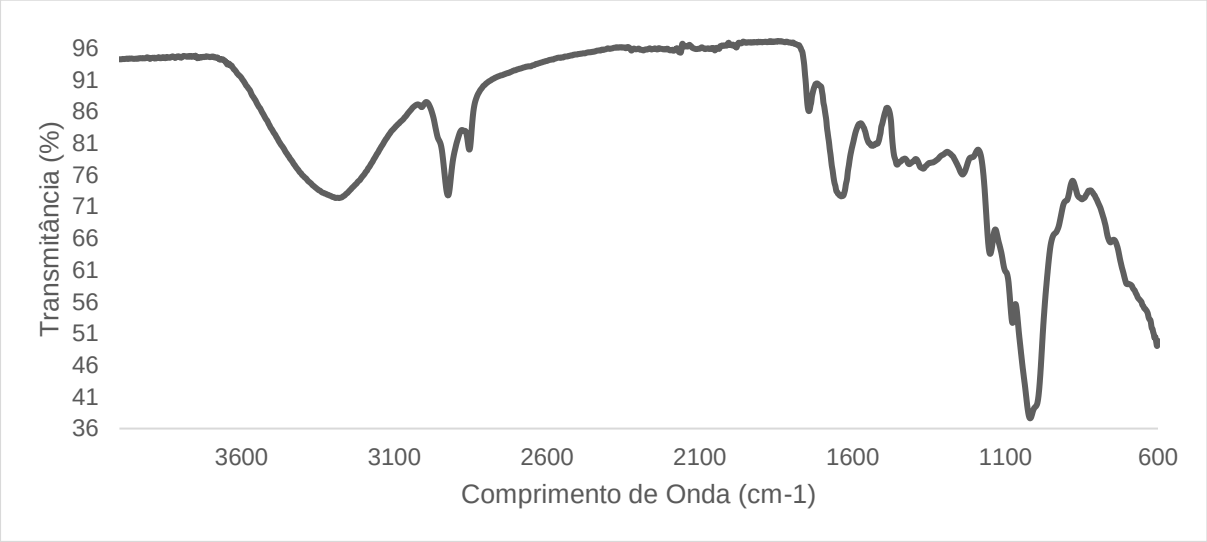


Figura 5. Espectro de FTIR do bagaço de malte seco

ISSN 2446-7618

No espectro de FTIR da fibra do bagaço de malte é possível analisar que na banda 1100 cm-1 pode-se ter grupo éter C-O-C com estiramento simétrico, enquanto na banda de 1600 cm-1, possivelmente, compostos oxigenados de grupo carbonila C=O. Já na banda de 3000 cm-1 identifica-se a presença de alcanos e na banda de 3300 cm-1 de grupos OH da umidade, como da celulose que apresentam ligações de H.

A técnica de TGA foi utilizada para obter-se a estabilidade térmica do material e sua composição. Na figura 6 é mostrado as curvas térmicas TG e DTG da amostra de bagaço de malte, onde é possível observar 4 eventos de perda de massa. O primeiro evento entre 50 a 190ºC, com pico máximo em 122ºC relacionado a evaporação de água e extrativo de menor massa molar. O segundo e terceiro evento correspondem a decomposição da hemicelulose e celulose com pico em 338 e 385ºC, e o quinto evento corresponde a decomposição da lignina com pico máximo em 445ºC.

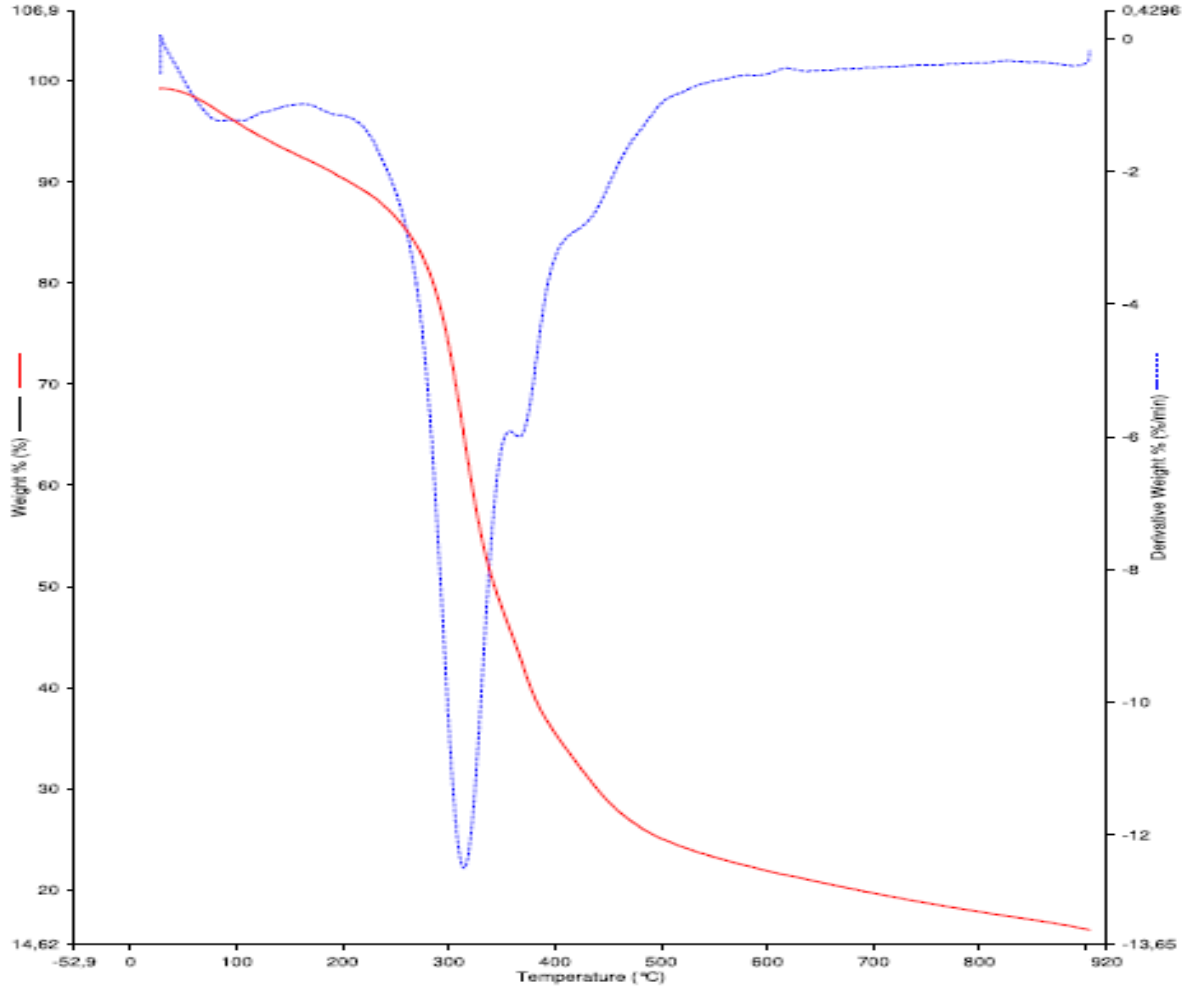


Figura 6. Curvas térmicas de TGA/DTG do bagaço de malte.

Também foi possível observar que na temperatura em torno de 920ºC ainda há material, ou seja, evidencia a existência de um alto o teor de resíduo (11%), considerados como cinzas. Segundo Klock, os vegetais apresentam em sua composição constituintes minerais que são compostos inorgânicos retirados do solo

ISSN 2446-7618

e são essenciais ao crescimento das plantas. Os principais cátions constituintes são potássio e cálcio, representando até 50% nas cinzas [6]. Na tabela 2, são apresentadas as perdas de massa em cada evento de decomposição assim como suas respectivas temperaturas do pico de DTG e o teor de cinzas.

Tabela 2. Temperatura nas quais ocorrem os eventos de perda mássica na TGA

Evento	Temperatura do pico da DTG (ºC)	Perda Massa (%)
1	122	7,00
2	338	47,00
3	385	18,00
4	445	17,00
Cinzas	900	11,00

A análise de DSC foi utilizada para identificar os eventos primários e/ou secundários que ocorrem com o material quando submetido a aquecimento. A figura 7 apresenta a curva de DSC da amostra de bagaço de malte.

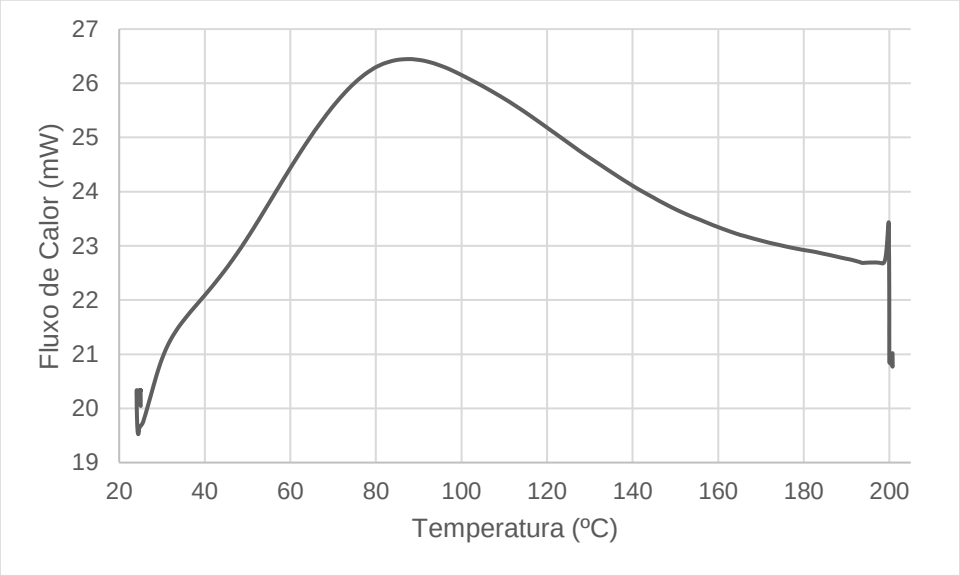


Figura 7. Curva de DSC da amostra de bagaço de malte

Na análise de DSC, é possível observar que com o aquecimento ocorreu um evento endotérmico que pode ser associado com a evaporação de água que ainda presente na amostra, bem como a degradação das fibras vegetais por calor.

4. CONCLUSÃO

Os resultados demonstraram que o bagaço de malte apresenta características e comportamentos coerentes com fibras vegetais em todos os parâmetros analisados: composição química (hemicelulose, celulose e lignina) com elevado teor de cinzas (41,2%), alto teor de umidade (73,6%), massa específica (0,99 g/cm^3), granulometria, estabilidade térmica. Dessa forma, é possível fornecer-lhe tratamento

ISSN 2446-7618

e aplicações compatíveis com esse tipo de fibra. Assim, mais estudos serão realizados, como a incorporação do bagaço de malte como carga ou reforço em compósito termoplástico com matriz de polipropileno reciclado.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao LAPOL, à UFRGS, ao IFRS – Farroupilha e à Cervejaria Faraó.

REFERÊNCIAS

[1] CERVBRASIL. **Anuário da Cerveja no Brasil - 2019.** Disponível em: <http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/wp-content/uploads/2020/03/anuario-cerveja-WEB.pdf>. Acesso em: 29 out. 2020.

[2] ALMEIDA E SILVA, J.B. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W.G. (Coord.) Tecnologia de bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado. São Paulo: Edgard Blücher, 2005, cap. 15, p. 347-382.

[3] REINOLD, M.R. Manual prático de cervejaria. São Paulo: Aden, 1997. 214p.

[4] KUNZE, W. Technology Brewing and Malting. 5. ed Berlin: VLB Berlin, 2014.

[5] MUSSATO, S. I.; DRAGONE, G.; ROBERTO, I. C. Brewers' spent grain: Generation, characteristics and potencial applications. **Journal of Cereal Science, v. 43, n. 1, p. 1-14, 2006.**

[6] KLOCK, U.; ANDRADE, A. S. de. Química da madeira. 4ª edição revisada. 87p. Curitiba, 2013.

ISSN 2446-7618

AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DA EQUAÇÃO DE HOLLOMON COMO MODELO MATEMÁTICO PARA CURVAS DE ESCOAMENTO ATRAVÉS DE ENSAIOS DE TRAÇÃO E COMPRESSÃO

Mafia, T. R. [1]
Ercolani, J. B. [2]
Rocha, A. da S. [3]

[1] *Eng. Thairo Rangel Mafia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Thairo.mafia@ufrgs.br*
[2] *MSc. Eng. Juliano Boeira Ercolani, Universidade Federal do Rio Grande do Sul Juliano.ercolani@ufrgs.br*
[3] *Prof. Dr. Alexandre da Silva Rocha, Universidade Federal do Rio Grande do Sul Alexandre.rocha@ufrgs.br*

Resumo
Conhecer o comportamento e as propriedades mecânicas dos materiais é de fundamental importância para a conformação mecânica. As informações adquiridas por meio de ensaios servem de alimento para softwares de elementos finitos cada vez mais comuns no nosso cotidiano. A curva de escoamento é, por sua vez, um diagrama importante que descreve o comportamento do material durante a deformação plástica em termos de tensão verdadeira por deformação verdadeira. As curvas de escoamento podem ser adquiridas por ensaios de materiais normatizados e de estado uniaxial de tensões, como os ensaios de tração e compressão. Devido à baixa aplicabilidade de uma tabela (tensão x deformação), faz-se necessário criar uma equação que descreva esta curva. Então, a equação de Hollomon surge como um modelo matemático simples e, de certo modo, eficiente para modelar a curva de escoamento. Contudo, este trabalho objetiva avaliar tanto a modelagem das curvas adquiridas com os ensaios de compressão e tração utilizando a equação de Hollomon, como também, avaliar os intervalos de melhor ajuste e propor intervalos de ajustes para se obter um melhor desempenho.

Palavras-chave: Curva de escoamento; Hollomon; Tração; Compressão

EVALUATION OF THE APPLICABILITY OF HOLLOMON'S EQUATION AS A MATHEMATICAL MODEL FOR FLOW CURVES THROUGH TENSILE AND COMPRESSIVE TESTS

Abstract
Knowing materials behavior and mechanical properties is of fundamental importance in the solution of metal forming problems. The information acquired through tests feed finite element softwares that are increasingly common nowadays. The flow curve is an important diagram that describes the material behavior during plastic deformation in terms of true stress by true deformation. Flow curves can be acquired by standardized testing materials that applies uniaxial stress states, such as tensile and compression tests. Due to low applicability of a table (stress x strain), it is necessary to create an equation that describes this curve. So, Hollomon's equation emerges as a simple and

ISSN 2446-7618

somewhat efficient mathematical model for flow curve shaping. This work aims to evaluate both the curves modeling acquired with the compression and tensile tests using the Hollomon equation, as well to evaluate the best fit intervals and adjustments proportions to obtain a better performance.

Key words: Flow curve; Hollomon; Tensile; Compression

1 INTRODUÇÃO

Conhecer o comportamento e as propriedades mecânicas dos materiais é de fundamental importância para a conformação mecânica. As informações adquiridas por meio de ensaios servem de alimento para softwares de elementos finitos, cada vez mais comum no nosso cotidiano. Utilizamos desses meios para obter maior precisão geométrica no desenvolvimento de produtos, com características predeterminadas e, também, melhora no desenvolvimento dos processos [(1)].

A curva de escoamento, por sua vez, é um diagrama que descreve o comportamento do material durante a deformação plástica em termos de tensão verdadeira (K_f) por deformação verdadeira (φ) para determinada temperatura e taxa de deformação em um estado uniaxial de tensões. Cada ponto gerado no diagrama determina a tensão necessária para o material escoar. Esta curva pode ser desenvolvida a partir de ensaios mecânicos normatizados que visam uma aplicação de tensão uniaxial em um corpo de prova, como ocorre em ensaios de tração e compressão. O ensaio de compressão proporciona curvas de escoamento muito grandes e, com isso, podemos obter mais informações do material. Por outro lado, em ensaios de tração, as curvas de escoamento são limitadas pela estricção do corpo de prova. Apesar de limitado, o ensaio de tração é mais preciso e útil quando se deseja conhecer o comportamento do material para pequenas deformações, uma vez que o ensaio não é influenciado pelo atrito[(2)].

Para uma melhor aplicabilidade da curva de escoamento, equações matemáticas foram criadas ao longo dos anos com o intuito de adquirir o mesmo formato da curva. O modelo matemático em estudo foi desenvolvido primeiramente por Ludvik (1909) e, posteriormente, adaptado por Hollomon (1945). É amplamente utilizada para equacionar a curva de escoamento por sua simplicidade e por alcançar bons resultados, principalmente em ensaios a frio. Hollomon adotou constantes de ajuste denominadas de expoente de encruamento (n) e coeficiente de resistência (C)[(3)]. Segundo Hertelé[(4)], a equação é muito simplista para descrever todo o comportamento do material, uma vez que possui apenas dois parâmetros. Apesar disso, possui boa aproximação em intervalos de maior deformação plástica.

Este trabalho objetiva avaliar tanto a modelagem das curvas adquiridas com os ensaios de compressão e tração utilizando a equação de Hollomon, como também, avaliar os intervalos de melhor ajuste e propor intervalos de ajustes para se obter um melhor desempenho.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para fins de avaliação dos ensaios em seus intervalos de aplicação utilizando a equação de Hollomon, o estudo foi conduzido com a liga de alumínio AA6351. Também, as curvas de escoamento foram adquiridas a partir dos ensaios de tração e compressão.

ISSN 2446-7618

2.1 Ensaio de tração

O ensaio foi realizado de acordo com a norma ASTM E8/E8M – 15a[5] em uma máquina universal de ensaios (EMIC) presente no laboratório de transformação mecânica (LdTM) da UFRGS. O material foi ensaiado em temperatura ambiente (20ºC) e a velocidade do ensaio foi de 10mm/min. O corpo de prova foi usinado a partir de uma barra de alumínio AA6351 e o diâmetro na região central possuía 12,80mm.

A célula de carga com capacidade de 600kN, instalada na máquina, é responsável por adquirir os dados da força enquanto que o alongamento é medido pelo transdutor de deslocamento. O computador auxiliar captou os dados da célula de carga e do transdutor de deslocamento e, com isso, gerou um diagrama Força x Deslocamento.

A curva de escoamento da liga de alumínio AA6351 foi então desenvolvida a partir do diagrama Força x Deslocamento, utilizando o conceito da constância de volume. Foi adotada a tensão de escoamento inicial (K_{f0}) como sendo igual ao limite de escoamento.

2.2 Ensaio de compressão

Já o ensaio foi realizado de acordo com a norma ASTM E9 – 09[6] em uma prensa hidráulica com capacidade de 40ton (EKA) presente no laboratório de transformação mecânica (LdTM) da UFRGS. A célula de carga e o LVDT (*Linear Variable Differential Transformer*) foram responsáveis por captar os dados de força e deslocamento, respectivamente.

Para a realização do ensaio, foi checado o paralelismo entre as faces do material ensaiado e as matrizes, o *billet* foi devidamente centralizado e, também, foi utilizado o lubrificante *atan f5* para minimizar ao máximo o efeito do atrito. O corpo de prova também foi ensaiado em temperatura ambiente (20ºC) e a velocidade do ensaio registrada foi de 20mm/s.

O corpo de prova, inicialmente, possuía altura = 25mm e diâmetro = 12,85mm e após o ensaio, obtivemos a altura final = 15,40mm. A redução relativa de altura foi de 38,4%.

Assim como no ensaio de tração, a curva de escoamento também foi desenvolvida a partir do diagrama Força x Deslocamento utilizando o conceito da constância de volume. A tensão de escoamento inicial (K_{f0}) foi adotada como sendo igual ao limite de escoamento.

2.3 Equação de Hollomon

O modelo matemático de Hollomon é muito utilizado, principalmente em ensaios a frio, suas principais vantagens são: simplicidade e bom desempenho para modelagens computacionais[7]. Por outro lado, é importante salientar que para regiões de pequena deformação, a fórmula não se ajusta muito bem. Para isso, resultados de K_f menores que o K_{f0} são substituídos pelo próprio K_{f0} e, como isso, a falha é corrigida. A fórmula é apresentada pela equação (1):

$$(1) \qquad Kf = C\,\varphi^n$$

Ao passar a equação 1 para a base logarítmica, a equação (2) passa a se assemelhar com uma reta.

ISSN 2446-7618

$$(2) \qquad log(Kf) = log(C) + n.log(\varphi)$$

Os parâmetros de C e n são adquiridos a partir do diagrama log(K_f) por log(φ). Após plotar a curva de escoamento no diagrama logaritmo, foi aplicado uma linha de tendência para os intervalos da curva de escoamento selecionados. A inclinação desta reta se torna o expoente de encruamento (n) e o coeficiente de resistência (C) adquire o valor da tensão interceptada pela reta em φ = 1.

As análises foram realizadas comparando as equações adquiridas por ensaios e por intervalos das curvas de escoamento. A primeira parte relaciona os ensaios; (i)ensaio de tração, (ii)ensaio de compressão. A segunda parte relaciona, para o ensaio de compressão; (iii) região de maior deformação, (iv)região de baixa deformação

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Comparação entre os ensaios

Primeiramente, obtivemos as curvas Força x Deslocamento conforme mostrado na figura 1 através dos dois ensaios e, a partir daí, estas curvas foram transformada em tensão verdadeira por deformação verdadeira utilizando a lei da constância de volume.

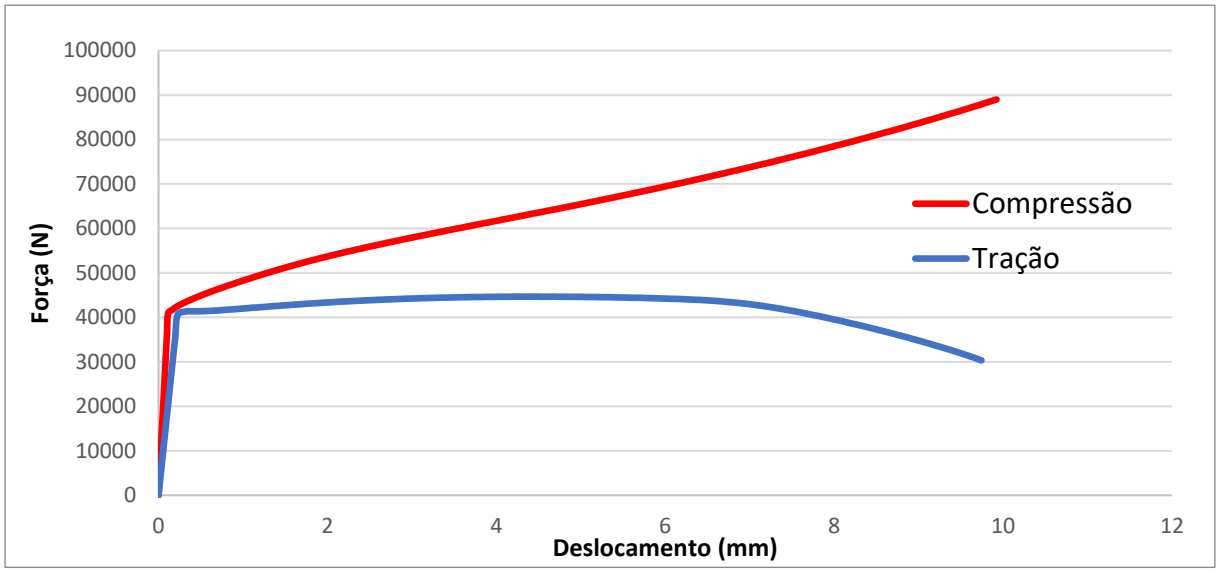


Figura 1. Curvas Força x Deslocamento para os ensaios de tração e compressão do AA6351

As curvas de escoamento foram plotadas em um gráfico K_f x φ com os devidos ajustes a partir dos gráficos força x deslocamento. Fica evidente na figura 2. que as curvas ficaram bem próximas, indicando que os ensaios foram bem realizados. As tensões de escoamento iniciais foram de 324MPa e 325MPa para o ensaio de compressão e tração, respectivamente. A estricção do corpo de prova tracionado ocorreu com φ = 0,111.

ISSN 2446-7618

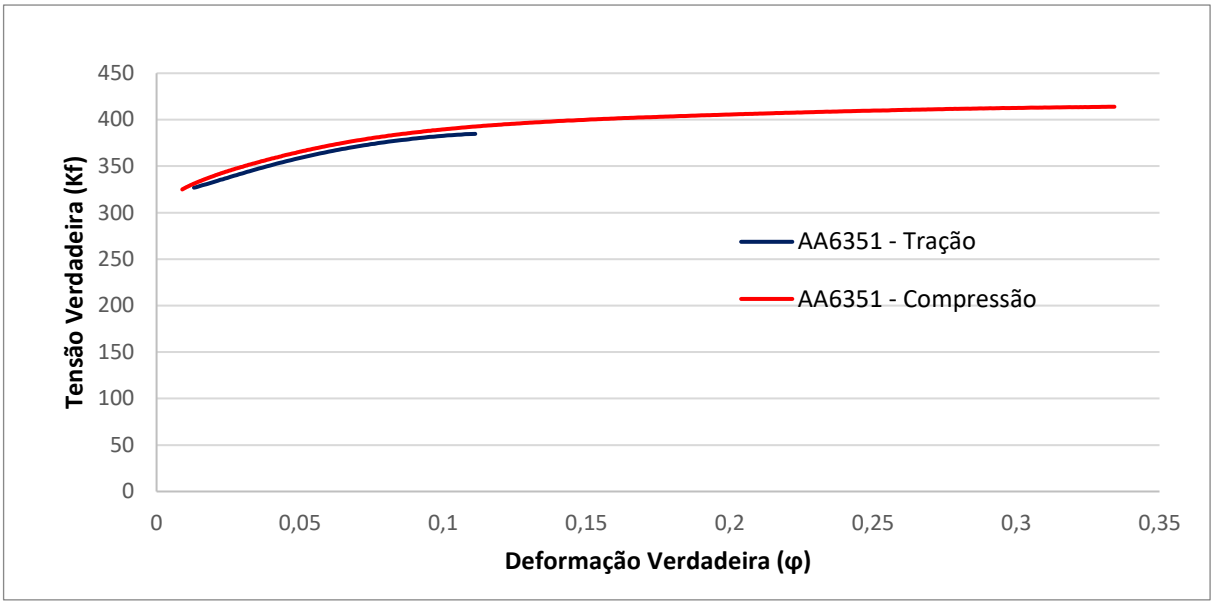


Figura 2. Curvas de escoamento adquiridas por ensaios de tração e compressão.

As linhas de tendência foram criadas para as curvas da figura 2 utilizando o software Excel, conforme mostra a figura 3. O coeficiente de determinação (R^2) encontrado foi de 0,991 para tração e 0,9887 para compressão.

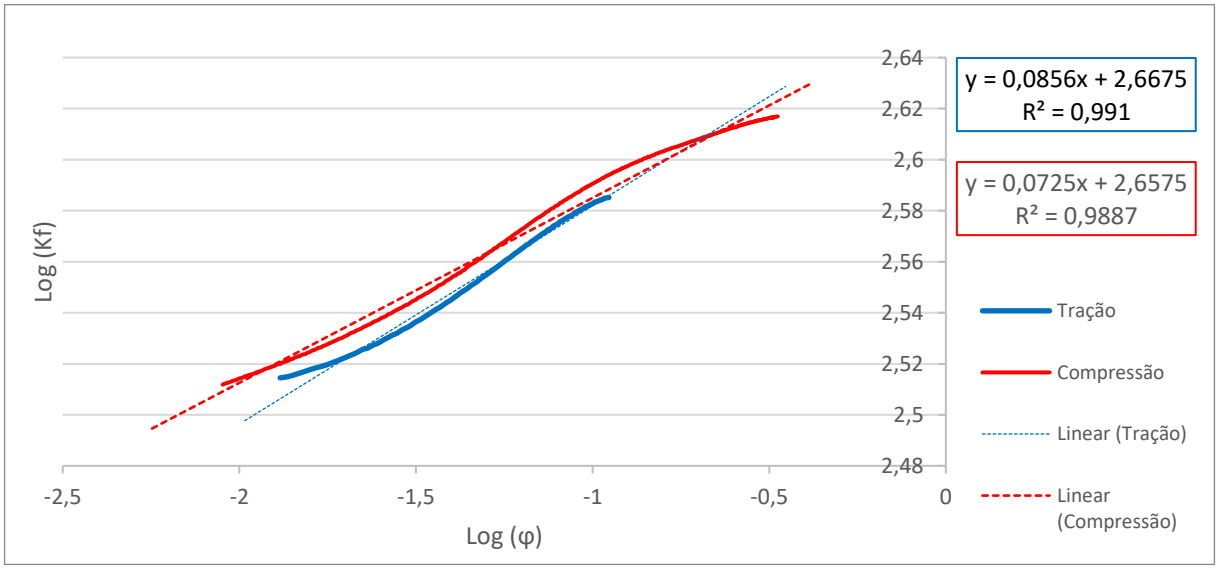


Figura 3. Gráfico log (Kf) x log (φ) para curvas de escoamento (tração/compressão)

Igualando as equações das linhas de tendência com a equação 2, obtivemos:

$$Compressão \rightarrow \quad K_f = 454{,}46x\,\varphi^{0{,}0725}$$

$$Tração \quad \rightarrow \quad K_f = 465{,}05x\,\varphi^{0{,}0856}$$

As curvas de escoamento e as equações dos ensaios foram confrontados conforme mostra a figura 4. A modelagem para o ensaio de tração apresentou resultados melhores no intervalo de baixa deformação, porém, com o aumento da deformação, a tendência é que a tensão de escoamento seja superestimada, inviabilizando a utilização desta equação neste intervalo. Para o ensaio de

ISSN 2446-7618

compressão, a equação apresentou pequenas variações de tensão tanto em menores quanto em maiores deformações.

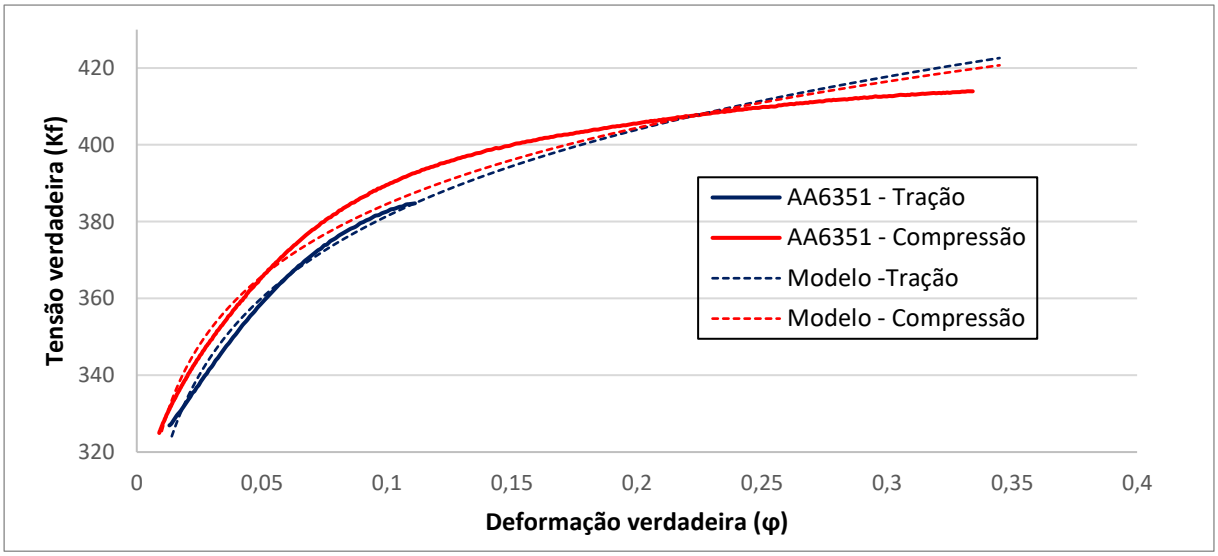


Figura 4. Comparação entre as curvas de escoamento e os modelos matemáticos

3.2 Adotando regiões de maior e menor deformação

Geralmente, a curva de escoamento possui uma região de menor deformação, onde a variação de tensão é relativamente alta em relação a variação da deformação, neste caso o expoente de encruamento (n) recebe um valor maior. Na região de maior deformação ocorre o contrário, o expoente de encruamento admite um valor menor. Curvas longas, adquiridas principalmente via ensaios de compressão, tendem a apresentar inclinações intermediárias, criando uma pequena defasagem dos resultados tanto em regiões de menor quanto em maior deformação.

Uma maneira encontrada de diminuir esses erros é: dividir a curva em duas regiões e adotar modelos matemáticos dentro dos respectivos intervalos. A figura 5 apresenta as curvas log (K_f) x log (φ) para as zonas predeterminadas e limitadas pelo fim da curva de escoamento do ensaio de tração (φ ≤ 0,111).

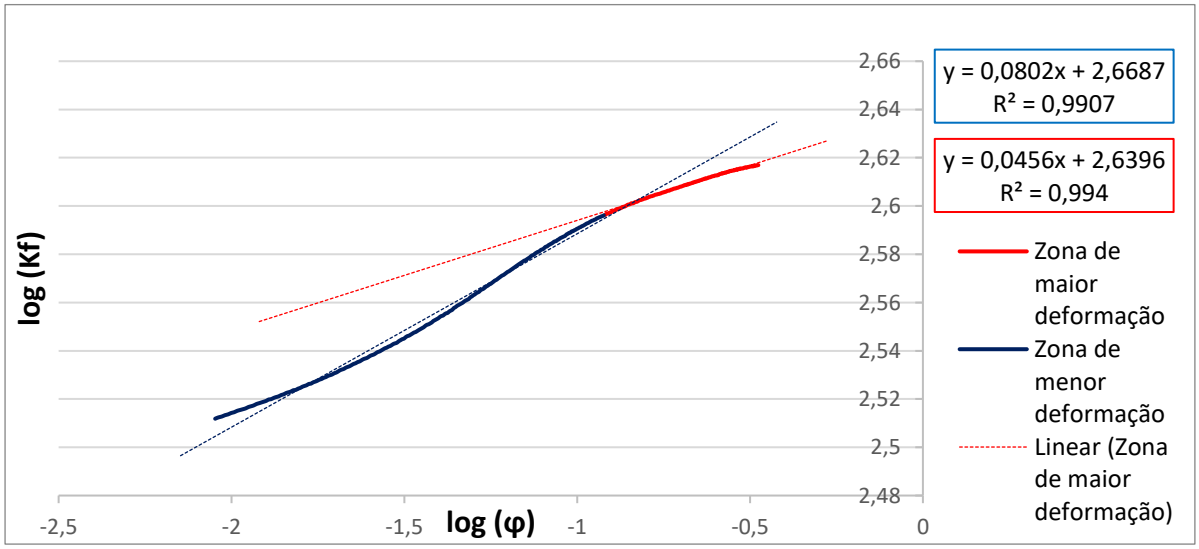


Figura 5. Curvas log (K_f) x log (φ) para regiões de maior e menor deformações

ISSN 2446-7618

A medida de ajuste (R^2) indica que houve um melhor desempenho das equações nos intervalos selecionados.

O limite mínimo para a tensão de escoamento do modelo de Hollomon é o K_{f0}. Para a zona de menor deformação com deformações (φ<0,011), a tensão de escoamento se encontra abaixo deste limite. Neste caso, adota-se o próprio K_{f0}.

As zonas descritas obtiveram um ótimo desempenho em seus respectivos intervalos, como pode ser visto na figura 6. Em contrapartida, apresentam resultados muito ruins quando aplicados fora do intervalo estimado.

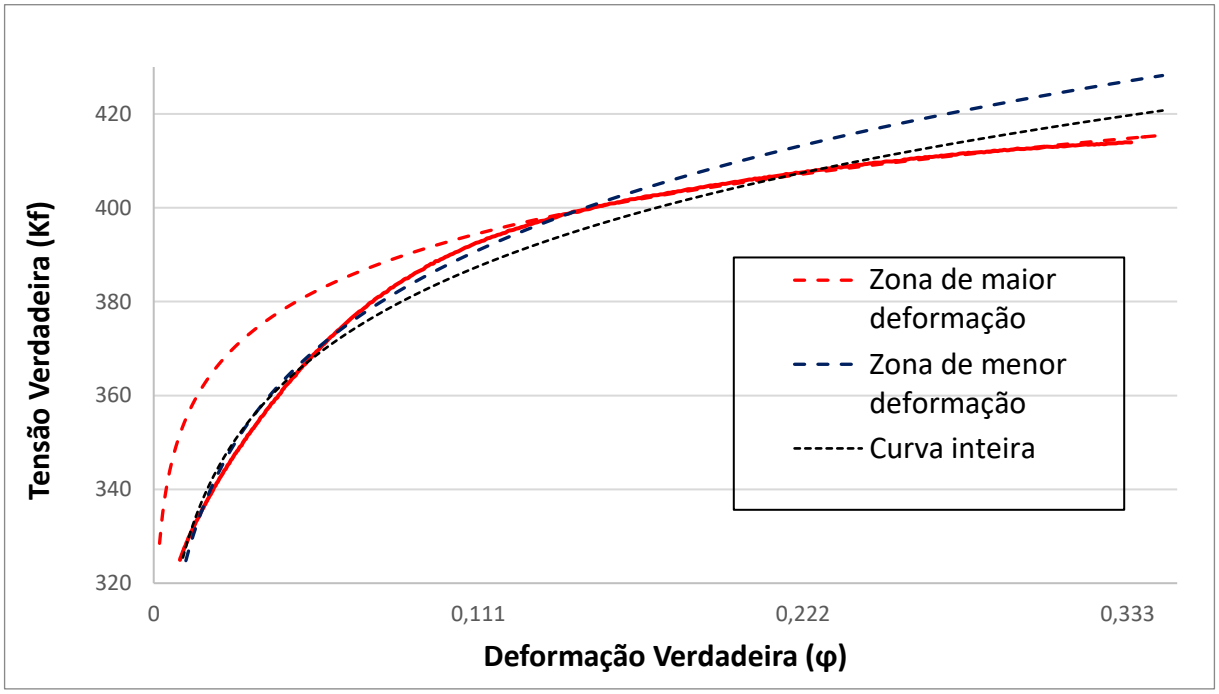


Figura 6. Comparação dos modelos matemáticos para a curva de escoamento - Compressão

4 CONCLUSÃO

Pode-se concluir por este estudo que a modelagem da curva de escoamento através do ensaio de tração é mais precisa para regiões de baixa deformação comparado ao ensaio de compressão. O contrário ocorre para regiões de maior deformação.

Quando se modela curvas de escoamento grandes com regiões distintas de menores e maiores deformações, como é o caso dos ensaios de compressão, o modelo tende a apresentar leve defasagem nas duas regiões.

Pode-se obter melhores resultados ao adotar a modelagem partilhada em intervalos maiores e menores de deformações para curvas de escoamento por ensaios de compressão.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil (CNPq) no âmbito do Processo 311348/2015-7, Produtividade de Pesquisa – PQ 2015 e projeto 308773/2018-7.

ISSN 2446-7618

Também, agradecemos pelo apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Brasil - Finance Code 001).

REFERÊNCIAS

1 Kwesi Nutor, Raymond. Using the Hollomon Model to Predict Strain-Hardening in Metals, American Journal of Materials Synthesis and Processing 2 (2017).

2 Ercolani. J, Oliveira. L, Kehl. L, Rocha, A. Uma Avaliação Dos Métodos De Tração E Compressão Para Obtenção De Curvas De Escoamento De Ligas De Alumínio. In: 37 SENAFOR, (2017), Porto Alegre – RS.

3 Samuel, K. G. Limitations of Hollomon and Ludwigson Stress-Strain Relations in Assessing the Strain Hardening Parameters, Journal of Physics D: Applied Physics 39 (2006) 203–12.

4 Hertelé. S, De Waele, Wim; Denys, Rudi. A generic stressstrain model for metallic materials with two-stage strain hardening behaviour, International Journal of Non-Linear Mechanics (2011) 519–531.

5 ASTM E8/E8M, Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials, (2010). doi: 10.1520/E0008.

6 ASTM E9-09, Standard Test Methods of Compression Testing of Metallic Materials at Room Temperature, ASTM International, (2009).

7 Dagnese, J. Análise do comportamento elasto-plástico de um aço AISI 1045 em baixas deformações, Dissertação de mestrado, UFRGS, (2012)

ISSN 2446-7618

LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES DE PLANOS MUNICIPAIS DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE

da Silva Olinto, F. A.[1]
Ávila, G.C.[2]
Campani, D.B.[3]
Tubino, R.M.C.[4]

[1] *Aluno Fernando Arthur da Silva Olinto, UFRGS, fernandoolinto@yahoo.com.br.*
[2] *Tecnólogo Gabriel Cardoso Ávila, UFRGS, gabrielc.avila@hotmail.com*
[3] *Eng. Agr. Dr. Darci Barnech Campani, DMEC/EE/UFRGS, campani@ufrgs.br*
[4] *Prof. Dra. Rejane Maria Candiota Tubino, DEMET/PPGE3M/UFRGS, rejane.tubino@gmail.com*

(Todas as informações contidas neste artigo são de responsabilidade dos autores)

Resumo

A lei 12.305/2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que definiu a responsabilidade dos municípios elaborarem um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) para receberem incentivos, financiamentos e recursos da União. Nesse sentido, o município de Novo Hamburgo realizou um convênio com o LEAMet – Laboratório de Estudos Ambientais para Metalurgia, para a elaboração do PMGIRS. Visando um melhor monitoramento do plano, foi desenvolvida uma Ferramenta de Monitoramento de PMGIRS que leva em consideração os fatores de: diretrizes, macro diretrizes, ações, prazos, indicadores, programas e importância das ações. O objetivo desse trabalho foi realizar um levantamento para verificação da viabilidade de implementação da Ferramenta de Monitoramento de PMGIRS desenvolvida em outros planos de municípios do Rio Grande do Sul. A área de pesquisa foi restringida à Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA). Desse modo, os planos foram obtidos via Internet ou contato direto com as prefeituras, sendo feita a leitura e a análise da quantidade e da presença dos fatores determinantes para o funcionamento da ferramenta em cada município. Com os dados, foram construídas tabelas qualitativas e quantitativas. Em uma manipulação feita com as tabelas e com uma análise dos dados obtidos, concluiu-se que a ferramenta pode ser aplicada mesmo com a ausência de alguns fatores determinantes para o seu funcionamento, constatando que o essencial para sua implementação é a presença de ações, prazos e indicadores para essas ações. Por fim, verificou-se que os principais municípios para sua aplicação seriam Porto Alegre, Guaíba e Canoas.

Palavras-chave: Gestão de Resíduos Sólidos; Indicadores Ambientais; Monitoramento de Gestão Pública.

SURVEY OF INFORMATION ON SOLID WASTE MANAGEMENT PLANS OF MUNICIPALITIES IN THE METROPOLITAN REGION OF PORTO ALEGRE

Abstract

ISSN 2446-7618

Law 12.305/2010 instituted the National Solid Waste Policy, which defined the responsibility of the municipalities to develop a Solid Waste Management Plan (SWMP) to receive incentives, financing and resources from the Union. In this sense, the municipality of Novo Hamburgo entered into a partnership with LEAMet - Laboratory of Environmental Studies for Metallurgy, for the elaboration of the SWMP. With a view to better monitoring the plan, a SWMP Monitoring Tool was developed that takes into account the factors of: guidelines, macro guidelines, actions, deadlines, indicators, programs and importance of actions. The objective of this work was to carry out a survey to verify the feasibility of implementing the SWMP Monitoring Tool developed in other plans of municipalities in Rio Grande do Sul. The research area was restricted to the Metropolitan Region of Porto Alegre (MRPA). Thus, the plans were obtained via the Internet or direct contact with city halls, with the reading and analysis of the quantity and presence of the determining factors for the operation of the tool in each municipality. With the data, qualitative and quantitative tables were constructed. In a manipulation made with the tables and with an analysis of the obtained data, it was concluded that the tool can be applied even with the absence of some determining factors for its functioning, realizing that the essential for its implementation is the presence of actions, deadlines and indicators for these actions. Finally, it was found that the main municipalities for its application would be Porto Alegre, Guaíba and Canoas.

Key words: Solid Waste Management; Environmental Indicators; Public Management Monitoring.

1 INTRODUÇÃO

Com a promulgação da lei 12.305[(1)] que induzia a elaboração de Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, houve uma expressiva alta na elaboração de planos. Como consta na legislação, é necessário que haja um controle em relação ao cumprimento de metas e implementação de ações, todavia, não houve um modelo que satisfez às demandas de cada município especificamente.

Contudo, a Prefeitura de Novo Hamburgo firmou um convênio com o Laboratório de Estudos Ambientais para a Metalurgia (LEAMet), laboratório pertencente à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), para a elaboração de seu PMGIRS. Com intuito de controlar as ações propostas no PMGIRS, foi desenvolvida uma ferramenta de controle de PMGIRS por Piovezan (2020). Essa ferramenta previa um controle concomitante ao avanço do plano, observando o quanto cada meta foi atingida relacionado ao quanto estava previsto de ter-se atingido naquele determinado momento. Por fim, a ferramenta aglutina todos os resultados obtidos e retorna um valor de meta atingida.

Nesse seguimento é onde se insere este trabalho, que visa reaplicar a ferramenta desenvolvida em outros municípios.

1.1 Histórico

Em março de 2020, a M. Sc. Andressa Piovezan defendeu sua dissertação de mestrado[(2)], em que elaborou uma Ferramenta de Monitoramento para Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). Essa ferramenta foi

ISSN 2446-7618

aplicada ao PMGIRS do município de Novo Hamburgo, o que serviu de modelo para a reaplicação da mesma ferramenta para outros PMGIRS, como citado:

> Como propostas futuras sugere-se o desenvolvimento dos seguintes trabalhos: [...] reaplicação da estruturação da ferramenta desenvolvida neste trabalho em outros planos que possuam a metodologia de monitoramento das ações por macro diretrizes. (2)

No entanto ainda não há estudos que indiquem em quais planos poderia ser reaplicada essa ferramenta, já que ela possui certas restrições quanto ao seu uso, como presença de indicadores, ações e macro diretrizes. Sendo assim, esse trabalho tem por objetivo principal verificar a possibilidade de aplicação da ferramenta em outros municípios do estado do Rio Grande do Sul.

1.2 Fundamentação Teórica

Para melhor entendimento da aplicação e do que se trata a ferramenta, é necessário estabelecer alguns conceitos.

1.2.1 PMGIRS

Em 2010, foi promulgada a Lei nº 12.305 (1), que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos. A lei define gestão integrada de resíduos sólidos como um conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

Sustentada nisso, institui-se a elaboração de planos para a gestão de resíduos nos âmbitos nacional, estadual e municipal, nesse último caso, insere-se o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). Dentre várias determinações da lei, destaca-se que os municípios que não elaborarem o plano não terão acesso a recursos, incentivos ou financiamentos da União destinados a serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos. Ou seja, a elaboração de um plano de gestão de resíduos sólidos torna-se um objeto essencial para a boa dinâmica de saneamento dos municípios brasileiros.

É importante salientar que há um conteúdo mínimo previsto para os planos, entre eles estão meios a serem utilizados para o controle e a fiscalização, no âmbito local, da implementação e operacionalização. A ferramenta desenvolvida vem justamente ao encontro desse tópico, pois ela proporciona um controle efetivo e simultâneo aos acontecimentos, quantificando a evolução da aplicação do plano.

Cita-se também que a lei dá preferência no acesso aos recursos para municípios que optarem por planos de gestão integrada com outros municípios, fazendo assim que haja a possibilidade de terem-se muitos consórcios regionais e planos praticamente idênticos.

1.2.2 Indicadores

De acordo com Campani(3) os inidicadores podem ser definidos como “modos de representação – tanto quantitativa quanto qualitativa – de características e propriedades de uma dada realidade: processos, produtos, organizações, serviços”, ou seja, dados empíricos, não necessariamente qualitativos, são representados em números ou sinais, sendo tratados como indicadores.

ISSN 2446-7618

Já, para o Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão (MPDG), o indicador é “um instrumento que contribua na identificação, na medição e na descrição de aspectos”(4), trazendo o papel de mensurar dados em um aporte facilitado.

Como características de um indicador, podem ser citadas: adaptabilidade, representatividade, simplicidade, rastreabilidade, disponibilidade, economia, praticidade, garantia estabilidade e confiabilidade (Campani, 2012)(3).

Adaptabilidade - capacidade de modificação conforme mudanças na demanda e/ou exigências.

Representatividade - dados importantes devem ser precisos, enquanto os desnecessários não precisam ser analisados.

Simplicidade - fácil de ser compreendido.

Rastreabilidade - fácil identificação da origem, registro e manutenção dos dados.

Disponibilidade - as informações devem ser de fácil acesso.

Economia - benefícios trazidos com os indicadores devem ser maiores que os custos incorridos na medição.

Praticidade - garantia de que realmente funciona na prática.

Estabilidade - garantia de que poderá ser formada uma série histórica.

Confiabilidade - os dados que originam os indicadores devem possuir uma alta aproximação da realidade.

Por fim, é possível elencar duas funções básicas dos indicadores: descrever por meio da geração de informações o estado real dos acontecimentos e o seu comportamento e possuir caráter valorativo que consiste em analisar as informações presentes com base nas anteriores de forma a realizar proposições valorativas.

1.2.3 Ferramenta Aplicada em Novo Hamburgo

A metodologia para a elaboração da ferramenta consistiu em inicialmente fazer uma análise do PMGIRS para aglutinar as ações do plano em questão em macro diretrizes. As macro diretrizes foram elaboradas pelo próprio plano, porém elas têm amparo na legislação, nas leis nº 12.305/2010(1) e nº 11.445/2007(5), e podem ser utilizadas em outros planos.

Foi desenvolvido um método sistêmico para a coleta de dados em órgãos responsáveis - secretarias, departamentos e demais órgãos, de modo que, em alguns casos, não foram necessários relatórios completos de dados, que deram lugar a questionários referentes ao andamento das ações do plano.

Há um requisito para que esse acompanhamento sistêmico venha a ser realizado: que as ações possuam prazo de cumprimento, visto que a ferramenta elaborou uma adaptação para as metas de cumprimento a partir do diagnóstico da situação atual de cada ação, ou seja, há uma meta estipulada para cada ação, em cada período da aplicação do plano.

Além desses fatores, há atribuições de pesos para as ações através da técnica de escala Likert. Os pesos foram determinados pelo grupo que trabalhava na gestão do plano.

Somando-se todos esses fatores, chega-se em um indicador de meta atingida, que pode ser comparado ao indicador de meta estipulada, levando a um valor de cumprimento das metas do plano.

1.3 Objetivos

ISSN 2446-7618

O trabalho contou com três objetivos: verificação da viabilidade de reaplicação da ferramenta de monitoramento de PMGIRS, verificação da possibilidade de aplicação da ferramenta em todos os tipos de PMGIRS e identificação de quais municípios possuem uma melhor adequação à metodologia da ferramenta.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho constitui-se em uma pesquisa-análise de PMGIRS, de legislação referente aos mesmos e de literatura encontrada sobre o tema, além de uma posterior conglomeração dos dados para verificação da viabilidade da aplicação da ferramenta em cada plano dos municípios pesquisados.

2.1 Área de Pesquisa

O primeiro passo foi determinar os limites geográficos da pesquisa, considerando para a escolha da área dois aspectos: proximidade entre os municípios e a universidade e maior conhecimento acerca da dinâmica dos resíduos em tais municípios.

Dessa forma, foi escolhida a Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA) para a realização do estudo, já que é onde está situada a universidade (UFRGS) e é a região em que os pesquisadores têm sua moradia, sendo a qual se tem maior conhecimento da dinâmica dos resíduos.

Para o esclarecimento de quais municípios são integrantes da RMPA, foi utilizada a listagem de municípios integrantes da Região Metropolitana de Porto Alegre, segundo a composição de regiões metropolitanas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)[6]. Na tabela 1 estão listados os municípios da RMPA.

Tabela 1: Municípios pertencentes à Região Metropolitana de Porto Alegre.

Alvorada	Charqueadas	Guaíba	Parobé	São Sebastião do Caí
Araricá	Dois Irmãos	Igrejinha	Portão	Sapiranga
Arroio dos Ratos	Eldorado do Sul	Ivoti	Porto Alegre	Sapucaia do Sul
Cachoeirinha	Estância Velha	Montenegro	Rolante	Taquara
Campo Bom	Esteio	Nova Hartz	Santo Antônio da Patrulha	Triunfo
Canoas	Glorinha	Nova Santa Rita	São Jerônimo	Viamão
Capela de Santana	Gravataí	Novo Hamburgo	São Leopoldo	

Ao todo, são 34 municípios que pertencem à RMPA segundo a subdivisão determinada pelo IBGE. Os limites entre os municípios da RMPA podem ser visualizados na figura 1.

ISSN 2446-7618

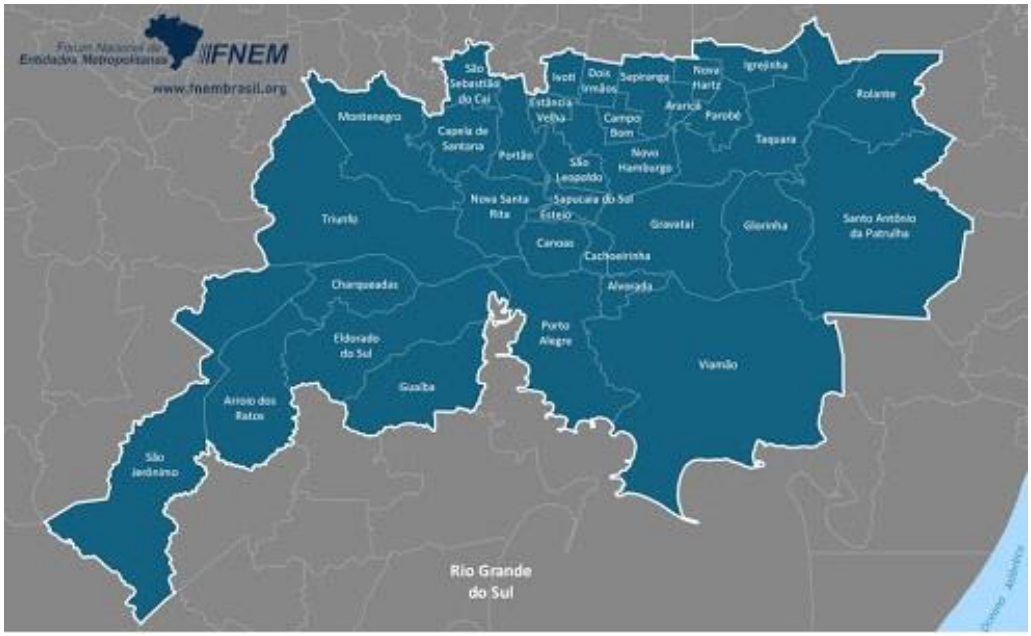


Figura 1: Mapa da Região Metropolitana de Porto Alegre [7].

A RMPA possui uma área de 10 346km² e uma população de cerca 4,3 milhões de habitantes, o que consequentemente a torna um polo expressivo na geração de resíduos.

2.2 Obtenção dos Planos

Os PMGIRS podem ser descritos como o objeto fundamental para a realização deste trabalho, pois a ferramenta tem seu uso restrito a este tipo de documento. Cada município é responsável de elaborá-lo e publicá-lo em local de fácil acesso à população, no entanto vários planos não são encontrados com facilidade ou não estão publicados nos meios digitais das prefeituras.

Em uma busca, chegou-se ao site do Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul (TCE-RS)[8], a uma aba em que estão disponíveis para acesso PMGIRS de 195 municípios do Rio Grande do Sul. Sendo essa a principal base de dados para a realização do trabalho, servindo como alternativa primária para a obtenção dos planos.

Se os planos não fossem obtidos pelo site do TCE-RS, a primeira via alternativa tratava-se de uma busca no site da prefeitura em questão e na legislação municipal.

Em caso de o plano ainda não ser encontrado, fazia-se um contato direto com a secretaria responsável, via telefone ou e-mail. Contudo, houve planos que não foram obtidos após o contato com a prefeitura.

Além desses meios, também foi utilizado o site do Consórcio PróSinos[9], em função da facilidade de acesso em relação a uma pesquisa individual dos municípios.

Em suma, foram obtidos 19 planos a partir do site do TCE-RS, nove via sites das prefeituras ou do site do consórcio PróSinos e um através o contato direto com a prefeitura.

ISSN 2446-7618

Além dos 29 PMGIRS obtidos, outros cinco não foram encontrados. Foi feito contato com a secretaria responsável, porém não foi obtida resposta. São dos municípios de: Viamão, Montenegro, São Sebastião do Caí, Ivoti e Capela de Santana.

2.3 Leitura e Extração dos Dados dos Planos

O método consistiu em uma leitura dinâmica dos planos, visando à extração dos dados pertinentes para o trabalho, com foco nos capítulos que dissertavam sobre ações, programas, diretrizes, indicadores, entre outros aspectos relevantes. Além disso, efetuava-se uma busca por palavras-chave, basicamente são os dados pertinentes citados no item 2.2.

Durante a leitura do plano foi produzida uma tabela no Excel com índices quantitativos de vários dados que influenciavam a reprodução da ferramenta de monitoramento. Dessa tabela foram extraídos os resultados, através da manipulação dos dados, para chegar a uma tabela qualitativa reduzida, que, igualmente a uma tabela quantitativa, contemplasse todos os objetivos da pesquisa.

2.4 Análise de Dados

A análise foi realizada observando os dados extraídos dos planos, com um enfoque nos dados referentes a ações, indicadores, programas, diretrizes, macro diretrizes, entre outros. A análise foi feita sobre uma tabela com esses dados, através de uma manipulação para que sua leitura fosse facilitada, visto que a tabela inicial era bem extensa.

Com as informações contidas nessa tabela e as logradas com a leitura dos planos, foi realizada uma classificação quanto à viabilidade dos planos, que tem como base: a presença e a qualidade dos requisitos da ferramenta, a presença de agrupamento, maior e menor, e a necessidade de edição ou reformulação dos planos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do total de 34 municípios da RMPA, foram encontrados PMGIRS de 29 deles, sendo que alguns são, na prática, essencialmente iguais, pois a parte de determinações e prognóstico do plano são iguais, o que muda fica a cargo das informações demográficas, de produção de resíduos, econômicas, entre outras. Isto é, os dados pertinentes para a aplicação da ferramenta são iguais.

Por isso, houve uma redução de 18 planos, fazendo com que se atingisse o número de 11 planos. A redução se deu em função dos planos oriundos do Consórcio PróSinos e dos planos dos municípios de São Jerônimo e Arroio dos Ratos que foram elaborados pela mesma prestadora de serviços.

Além disso, houve o caso de Novo Hamburgo, que foi retirada da pesquisa por a ferramenta já estar implementada no seu PMGIRS, e o caso de Eldorado do Sul e Alvorada, que seus planos não possuíam nenhum aspecto pertinente à aplicação da ferramenta.

Sendo assim, chegou-se ao número de oito planos, cujas informações obtidas estão dispostas na tabela 2, para serem analisados.

ISSN 2446-7618

Tabela 2: PMGIRS Analisados no Trabalho.

MUNICÍPIO	EIXOS	PROGRAMA/ PLANOS/ PROJETOS	ESTRATÉGIAS	DIRETRIZES/ MACRO DIRETRIZES	AÇÕES	AÇÕES COM INDICADORES	INDICA-DORES	PRAZOS
Porto Alegre	5	10			45	42	42	V
Canoas		37	7	3	122	33	18	V
Gravataí					31		52	V
São Leopoldo		7	54	18	37			X
Guaíba					30	28	31	V
Charqueadas					12			V
Triunfo					28		23	V
São Jerônimo		11			83			V

Legenda: V=possui prazos de cumprimento das ações X=não possui prazos de cumprimento das ações

Na tabela 2, São Leopoldo está representando os planos de Sapucaia do Sul, Cachoeirinha, Esteio, Sapiranga, Campo Bom, Parobé, Taquara, Estância Velha, Santo Antônio da Patrulha, Portão, Igrejinha, Dois Irmãos, Nova Santa Rita, Nova Hartz, Rolante, Glorinha e Araricá; São Jerônimo está representando Arroio dos Ratos. Os municípios foram ordenados por ordem decrescente de número de habitantes.

Após isso, as colunas foram agrupadas por aportes de finalidade contidos em suas variáveis. Os aportes foram baseados na finalidade em comum de alguns dados, sendo eles: um aporte com base em determinação de regras de orientação (Diretivas), um aporte de grupos de ações com objetivos comuns (Agrupamento de Ações) e um aporte de itens mínimos necessários para a aplicação da ferramenta (Requisitos da Metodologia). O que pode ser observado na tabela 3.

Tabela 3: Dados de PMGIRS divididos em Aportes.

MUNICÍPIO	DIRETIVAS		AGRUPAMENTO DE AÇÕES		REQUISITOS DA METODOLOGIA			
	DIRETRIZES	MACRO DIRETRIZES	AGRUPAMENTO MAIOR	AGRUPAMENTO MENOR	PRAZOS	AÇÕES	AÇÕES COM INDICADORES	INDICADORES
Porto Alegre			5	10	V	45	42	42
Canoas	3		7	37	V	122	33	18
Gravataí					V	31		52
São Leopoldo	18		7	54	X	37		
Guaíba					V	30	28	31
Charqueadas					V	12		
Triunfo					V	28		23
São Jerônimo				11	V	83		

Nos agrupamentos de ações estão contidos os eixos, as estratégias, os planos, os programas e os projetos. Quando existe somente um agrupamento, ele se localiza no agrupamento menor, já, quando existem dois dos agrupamentos, o que tiver maior número é o agrupamento menor e o que tiver menor número é o agrupamento maior.

ISSN 2446-7618

Houve essa divisão, pois, a exemplo do plano de Novo Hamburgo, existem divisões, chamadas programas, e subdivisões, chamadas projetos, em função do tipo de ações, sendo pertinente a existência dessa métrica, já que se torna mais fácil o acompanhamento da evolução das ações por tipos de ações.

Os agrupamentos foram concebidos tendo em vista a redução no número de colunas que recebem diferentes nomenclaturas, mas que possuem o mesmo objetivo: realizar uma divisão das ações por tipos de ações.

Por fim, a última tabela produzida, que é quantitativa, foi transformada em outra tabela, tabela 4, todavia essa, qualitativa, em que só é analisada a presença do fator em questão.

Tabela 4: Dados Qualitativos da Análise dos PMGIRS.

MUNICÍPIO	DIRETIVAS		AGRUPAMENTO DE AÇÕES		REQUISITOS DA METODOLOGIA			
	DIRETRIZES	MACRO DIRETRIZES	AGRUPAMENTO MAIOR	AGRUPAMENTO MENOR	PRAZOS	AÇÕES	AÇÕES COM INDICADORES	INDICADORES
Porto Alegre								
Canoas								
Gravataí								
São Leopoldo								
Guaíba								
Charqueadas								
Triunfo								
São Jerônimo								

Na tabela 4, as células em vermelho representam que o plano do município em questão não possui aquele dado e as células em verde, que o plano do município em questão possui aquele dado.

4. CONCLUSÃO

Durante a leitura dos planos foi possível notar que o principal requisito para a aplicação da ferramenta é a existência de ações, pois sem elas a ferramenta não tem o produto que monitora. Logo, destaca-se a presença de indicadores e seu atrelamento às ações, sem eles a aplicação só é possível com uma revisão e edição do plano.

Em seguida, os prazos apresentam uma relevância considerável, já que com suas presenças é possível realizar o controle em períodos menores do que o limite do plano.

Nas diretivas, nota-se que a minoria dos municípios possui diretrizes e nenhum possui macro diretrizes, no entanto isso não é um problema grave, pois as mesmas diretrizes e macro diretrizes utilizadas em Novo Hamburgo podem ser reaplicadas juntamente à ferramenta.

Para o agrupamento de ações, foi verificado que sua existência possui certa importância, pois com eles é possível verificar o desenvolvimento do plano por áreas, porém, mesmo sem eles é viável a aplicação da ferramenta.

Enfim, foi feita uma lista, em ordem decrescente, observando a viabilidade de aplicação da ferramenta em cada município e com comentários individuais:

ISSN 2446-7618

1) Porto Alegre:

   - Viabilidade: Ótima
   - Comentário: Possui todos requisitos e agrupamentos, contudo sem diretrizes, que podem ser reaplicadas as propostas em Novo Hamburgo.

2) Guaíba:

   - Viabilidade: Boa
   - Comentário: Possui todos os requisitos e suas ações são muito bem especificadas. As diretrizes poderiam seguir o modelo de Novo Hamburgo, contudo falta um agrupamento para as ações.

3) Canoas:

   - Viabilidade: Boa
   - Comentário: O plano contempla todos os requisitos, possui agrupamentos e diretrizes, além disso nele há uma ferramenta de acompanhamento do cumprimento de metas.Há um total de 122 ações.

4) Gravataí:

   - Viabilidade: Média
   - Comentário: Viável com restrições, seria necessário criar agrupamentos para as ações, para que o controle pudesse ser entendido mais facilmente e atrelar os indicadores às ações.

5) Triunfo:

   - Viabilidade: Média
   - Comentário: Possui ações bem definidas (estão enquadradas em artigos da legislação de resíduos), no entanto seus indicadores não estão atrelados às ações, nem possuem algumas características essenciais aos indicadores, além disso não há agrupamentos, seria necessária uma revisão do plano.

6) São Jerônimo:

   - Viabilidade: Razoável
   - Comentário: Possui um alto número de ações, com prazos estabelecidos e bem distribuídos entre programas, contudo indicadores são citados para serem projetados futuramente.

ISSN 2446-7618

7) São Leopoldo:

- Viabilidade: Baixa
- Comentário: As ações, na verdade, são metas. Não há prazos específicos para cada ação, nem indicadores, seria preciso uma reformulação do plano.

8) Charqueadas:

- Viabilidade: Baixa
- Comentário: As ações do plano são superficiais, não possuem indicadores, agrupamentos e diretrizes, somente com uma reestruturação completa do plano seria possível implementar a ferramenta.

Conclui-se, então, que é viável realizar a aplicação da ferramenta de monitoramento em PMGIRS de diferentes tipos e municípios.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos os membros do LEAMet, que forneceram fontes para a realização do trabalho, e à PROPESQ-UFRGS por ter proporcionado a Bolsa de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS

1) BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União.** Brasília, 2010a.
2) PIOVEZAN, AA. **Desenvolvimento de uma Ferramenta de Monitoramento de Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. 2020. 128 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
3) CAMPANI, DB. **Indicadores Socioambientais Como Instrumento de Gestão na Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Urbanos**. 2012. 110 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
4) BRASIL. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. **Guia metodológico para indicadores: Orientações básicas aplicadas à metodologia do plano plurianual.** Brasília, 3ª Ed, p. 36. 2018ª
5) BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de Janeiro de 2007**.** Política Nacional de Saneamento Básico. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2007
6) **Regiões Metropolitanas, Aglomerações Urbanas e Regiões Integradas de Desenvolvimento**. 31 de dezembro de 2019. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/divisao-regional/18354-regioes-metropolitanas-aglomeracoes-urbanas-e-regioes-integradas-de-desenvolvimento.html?=&t=downloads > Acesso em 03/09/2020.
7) **Região Metropolitana de Porto Alegre (RS).** Disponível em <http://fnembrasil.org/regiao-metropolitana-de-porto-alegre-rs/> Acesso em 24/08/2020.

ISSN 2446-7618

8) **Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.** Disponível em <http://www.prosinos.rs.gov.br/publicacoes-legais/acervo-bibliografico/planos-de-residuos-sólidos> Acesso em 24/08/2020.

9) **Pesquisa Planos Municipais de Saneamento Básico e Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.** TCE-RS. 17/07/2014. <https://portal.tce.rs.gov.br/portal/page/portal/tcers/consultas/pmsr> Acesso em 24/08/2020.

ISSN 2446-7618

ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DOS SISTEMAS CYBER-FÍSICOS NA ÁREA DA SAÚDE (2016-2020): UM OLHAR NA BASE SCOPUS (ELSEVIER)

Leivas, P. de O.[1]
Kellermann, A. C. H. [2]
Moraes, E. B.[3]
Forno, A. J. D.[4]
Frozza, R.[5]
Kipper, L. M.[6]

[1] *Acadêmico, Pedro de Oliveira Leivas, UNISC, pedrooliveiral@hotmail.com.*
[2] *Acadêmica, Ana Clara Hackenhaar Kellermann, UNISC, anakellermann@mx2.unisc.br.*
[3] *Acadêmico, Eduardo Baldo Moraes, UNISC, eduardobaldo@mx2.unisc.br.*
[4] *Doutora, Ana Júlia Dal Forno, UFSC, ana.forno@ufsc.br.*
[5] *Doutora, Rejane Frozza, UNISC, frozza@unisc.br.*
[6] *Doutora, Liane Mählmann Kipper, UNISC, liane@unisc.br.*

(Todas as informações contidas neste artigo são de responsabilidade dos autores)

Resumo
Os sistemas de saúde são complexos, assim, a integração das tecnologias da era da transformação digital com sistemas de saúde vem sendo cada vez mais comum nos dias de hoje. Os estudos relacionando Sistemas Cyber-Físicos ou *Cyber-Physical System* (CPS) e os sistemas de saúde tiveram um recente crescimento no mundo acadêmico a partir do ano de 2008, conforme percebido na base de dados Scopus (Elsevier). Tendo em vista a ascensão dos estudos sobre CPS em sistemas de saúde, esta pesquisa teve como objetivo analisar artigos publicados na Scopus (Elsevier) que utilizam CPS na área da saúde. O método de pesquisa utilizado neste estudo foi uma revisão de literatura na base de dados Scopus. Os resultados apontam quais são os principais objetivos, métodos utilizados pelos autores e qual é a perspectiva futura do CPS em sistemas de saúde. Os principais resultados encontrados foram que os MCPSs analisados nas publicações podem auxiliar os sistemas de saúde, porém a maioria ainda não é utilizado na prática. O Sistema Cyber-Físico Médico (*Medical Cyber-Physical System* - MCPS) é constituído por dispositivos que integram sensores e *softwares* visando melhorar a segurança dos pacientes e a qualidade dos serviços prestados pelo sistema de saúde. Por fim, as perspectivas para o desenvolvimento de trabalhos futuros apontam para a aplicação dos resultados teóricos na prática e possíveis aprimoramentos nos sistemas e nos dispositivos.

Palavras-chave: Sistema Cyber-Físico**,** Sistema Cyber-Físico Médico, sistema de saúde, revisão de literatura.

BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF CYBER-PHYSICAL SYSTEMS IN HEALH AREA (2016-2020): A LOOK AT SCOPUS (ELSEVIER) BASE

Abstract
Healthcare systems are complex, thus, the integration of technologies from digital transformation era with healthcare systems is becoming more and more common

ISSN 2446-7618

nowadays. Studies relating Cyber-Physical Systems (CPS) and healthcare systems have recently increased in the academic world since 2008, as seen in the Scopus (Elsevier) database. In view of the rise of studies about CPS in health systems, this research aimed to analyse articles published in Scopus (Elsevier) that use CPS in health area. The research method used in this study was a literature review in the Scopus database. The results indicate what are the main objectives, methods used by the authors and what is the future prospect of CPS in healthcare systems. The main results were that the MCPSs analysed in publications can help healthcare systems, but most of them aren't used in practice yet.The Medical Cyber-Physical System – MCPS consists on devices that integrate sensors and softwares to improve pacients safety and the quality of the services provided by the healthcare system. Finally, the prospects for the development of future works point to the application of theorical results in practice and possible improvements in systems and devices.

Key words: Cyber-Physical System, Medical Cyber-Physical System, Healthcare, literature review.

1 INTRODUÇÃO

O bem-estar de uma população é responsabilidade de todos. Não se deve crer que manter a boa qualidade da saúde é responsabilidade exclusiva das organizações prestadoras de serviços de saúde. De acordo com Bittar *et al.* (1), tanto a saúde das pessoas quanto a prestação de serviço na área podem ser comprometidas por fatores externos e internos. O mesmo autor comenta que fatores externos são os que não tem relação direta com o indivíduo e podem ser caracterizados como: epidemiológicos, geográficos, demográficos, socioeconômicos, culturais e de mercado. Já os fatores internos têm relação direta com o indivíduo e são eles: organizacionais, de recursos pessoais, financeiros e informacionais.

Avaliando os possíveis riscos que a saúde está exposta, é necessário que os sistemas de saúde possuam uma boa organização para atender os pacientes de forma adequada e eficaz. Diferentemente do que muitos pensam, os sistemas de saúde não são compostos por apenas médicos e pacientes. De acordo com Fanjiang *et al.*(2) podemos definir um sistema de saúde em 4 níveis. O primeiro é composto pelos pacientes individuais, que receberão os cuidados profissionais. O segundo, constituído por toda equipe de atendimento, desde os familiares do paciente até os médicos e enfermeiros. O terceiro se trata da organização na qual o serviço de atendimento médico é prestado. E o quarto nível compreende o contexto político e socioeconômico no qual a organização está inserida. A figura 1 apresenta a representação de um sistema de saúde de quatro níveis.

ISSN 2446-7618

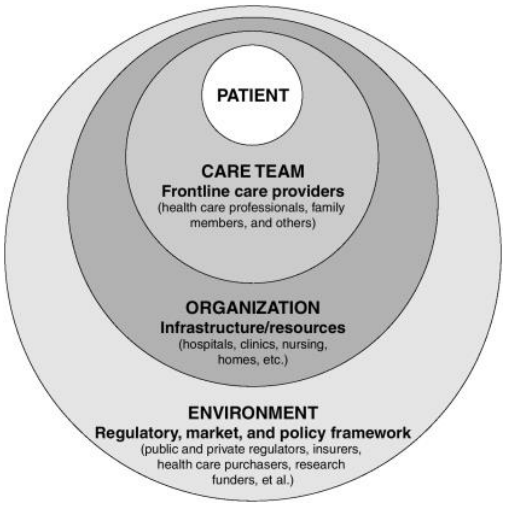


Figura 1. Systems Model (Fanjiang *et al.,* 2005)

Outro recurso importante para organização dos sistemas de saúde é a comunicação entre os profissionais. A comunicação eficaz e o trabalho em equipe são essenciais para a prestação de atendimento seguro e de alta qualidade ao paciente [3]. Falhas de comunicação, informações interpretadas incorretamente e dados equivocados podem comprometer a saúde de um paciente [3, 4]. Considerando essa alta necessidade de comunicação entre os profissionais e os dados dos pacientes, usar tecnologia avançada pode ajudar na gestão de recursos, pessoas e profissionais das organizações é de extrema relevância. Uma das tendências tecnológicas que se mostram muito promissoras a serem usadas nos sistemas de saúde, são os Sistemas Cyber-Físicos (*Cyber-Physical System* - CPS). Os estudos relacionando Sistemas Cyber-Físicos e os sistemas de saúde começaram a atrair o olhar dos pesquisadores por volta de 2008, conforme indicam Haque, Aziz e Rahman[5], e desde então os artigos publicados sobre o tema seguem em uma constante crescente. A figura 2 mostra um gráfico que comprova essa evolução.

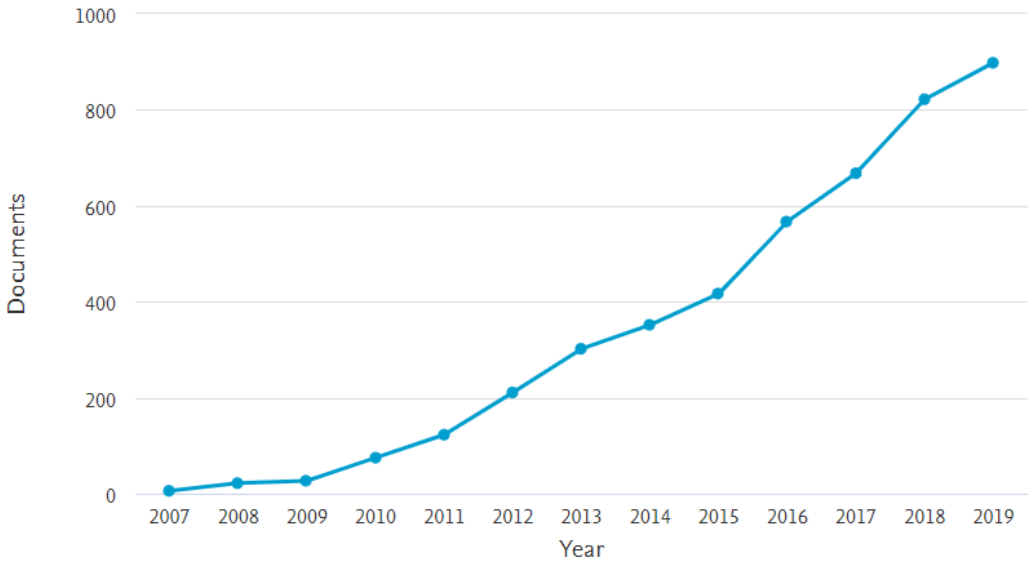


Figura 2. Evolução dos artigos publicados na base Scopus sobre CPS na área da saúde.

ISSN 2446-7618

Fonte: Scopus, 14/10/2020.

De acordo com Schranz *et al.* [6] a US National Science Foundation precisamente define CPSs como "sistemas projetados que são construídos a partir de, e dependem, da integração perfeita de computação e componentes físicos. " Eles integram detecção, computação, controle e rede em objetos físicos e infraestrutura, e os deixa interagir.

> Os CPSs (*Cyber-Physical Systems/Sistemas Cyber-Físicos*) são dispositivos físicos, cuja operação requer conectividade com a internet e computação avançada para que possam processar os dados e agir sobre algum parâmetro previamente proposto [7].

O uso destes sistemas tecnológicos avançados é de grande valor para a sociedade como um todo, tendo em vista suas capacidades de processamento de dados que podem vir de vários dispositivos e sensores interligados. Isso facilitará muito o cotidiano não só nas áreas de atuação de diversos profissionais, como também na vida civil. Partindo do princípio de que tarefas de coleta e análise de informações até a tomada de decisões podem ser feitas por Cyber-Physical Systems, ideias futuristas como a utilização de carros autônomos nas ruas e robôs em cirurgias tornam-se cada vez mais factíveis na atualidade. Dessa forma, as pessoas que atuarem em ambientes com CPSs, poderão focar sua energia e atenção em incumbências que não necessitam de uma capacidade multitarefa. Isso possibilitará com que haja melhor qualidade de vida para profissionais que atualmente se encontram sobrecarregados em sistemas com falhas de gestão, e também com que haja melhor atendimento e maior segurança aos indivíduos que serão atendidos por sistemas inteligentes e profissionais mais dispostos [7].

Quando essa tecnologia é aplicada na área da saúde, ela é chamada de *Medical Cyber-Physical Systems* (MCPS) ou seja, existem combinações entre os sistemas Cyber-físicos tradicionais com uma ampla base de dados dos sistemas de saúde [8]. Visando ao funcionamento correto do MCPS, é crucial a utilização de um sistema que possa armazenar, processar e fornecer os dados dos pacientes para os médicos, enfermeiros, cuidadores e demais envolvidos nos sistemas de saúde. MCPSs são dispositivos que integram sensores e *softwares* visando melhorar a segurança dos pacientes e a qualidade do sistema de saúde [9]. Para que isso possa ser feito remotamente, a tecnologia sugerida é a *Cloud Computing. Cloud Computing* é definido como uma estrutura com grande quantidade de informações armazenada que pode ser acessada em qualquer lugar no mundo, por qualquer pessoa que tenha permissão para fazê-lo [5]. O sistema é atualizado em tempo real, conforme os dados dos pacientes vão sendo gerados.

Como exemplo da utilidade destes dispositivos na área da saúde, tem-se a cirurgia robótica, que requer processamento em tempo real, imagens em alta resolução e processamento háptico [10]. Outro exemplo é a Protonterapia, que requer um sistema médico tecnológico de larga escala, pois é utilizada para entregar doses precisas de radiação nos pacientes de câncer, precisando adaptar-se às mínimas mudanças de posição do paciente [10]. Também, há os sistemas de circuito fechado fisiologicamente, que são uma classe especial desses sistemas que aplicam conceitos de controle de feedback para atingir a regulação automática de variáveis

ISSN 2446-7618

fisiológicas, como pressão arterial, profundidade da anestesia, concentrações de glicose no sangue e outros [11]. Também são citados por Lee e SoKolsky[10] os sistemas de monitoramento de saúde móveis, como aplicativos de celular e medidores de atividade física e batimentos cardíacos embutidos em relógios, que estão se tornando cada vez mais populares.

Com tais conceitos estabelecidos, este artigo realizou a análise de estudos publicados na base Scopus (Elsevier) sobre CPS em *Healthcare*, expondo os principais métodos utilizados, os resultados obtidos e as perspectivas para o futuro dessa promissora área, que ainda se encontra em estágios iniciais de desenvolvimento.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do artigo, foram discutidos alguns temas principais para o propósito do estudo. Após analisados os objetivos da pesquisa foram elaboradas as seguintes questões:

- Quais são os métodos e objetivos descritos nos artigos sobre CPS nos sistemas de saúde?
- Qual a perspectiva futura desta integração?

A fim de responder a estas questões, foi desenvolvida uma cadeia de ligação entre os termos de busca utilizados na pesquisa na base de dados SCOPUS.

Tabela 1. Cadeia de ligação entre os termos de busca.

Termos de busca	Operadores booleanos	*Cadeia de ligação*
"Cyber Physical System", "Cyber-physical System", "healthcare", "medicine", "biomedicine", "clinic", "hospital", "medical", "patient", "pharma"	OR e AND	"CPS" OR "Cyber Physical System" OR "Cyber-physical System" AND "healthcare" OR “medicine" OR "biomedicine" OR "clinic" OR "hospital" OR "medical" OR "patient" OR "pharma"

Para a primeira etapa da coleta, a Revisão de Literatura (RL) iniciou com a elaboração do protocolo de pesquisa, no intuito de operacionalizar a estratégia de busca. O modelo de protocolo utilizado para operacionalização da RL foi elaborado tendo como base o trabalho proposto por Morandi e Camargo [12] e está disponível no Apêndice A.

A fonte de busca utilizada foi a base Scopus. A escolha ocorreu levando em conta o trabalho de Coobo *et al.* [13] e também pelo fato de possuir uma fácil interface para o uso e análise de resultados. Como forma de operacionalizar a procura, definiu-se as estratégias de busca, que abrange a definição dos termos e fontes de busca, além dos critérios de inclusão e exclusão de documentos. Os principais critérios de inclusão e exclusão dos documentos foram: artigos publicados entre os anos de 2016 e 2020, a fim de obter estudos mais atuais sobre o tema. Para o tipo de documento, foi limitado apenas para artigos, evitando revisões e trabalhos já analisados. Para área de conhecimento, foi escolhida a área de engenharia. Por fim, com as análises quantitativas feitas foram excluídos documentos por análise

ISSN 2446-7618

qualitativa. Dos 26 documentos encontrados na busca 3 não abordavam o tema CPS, então foram excluídos e documentos não foram disponibilizados pelos autores, os demais foram lindos na íntegra. A figura 3 apresenta um fluxograma de exclusão quantitativa de documentos.

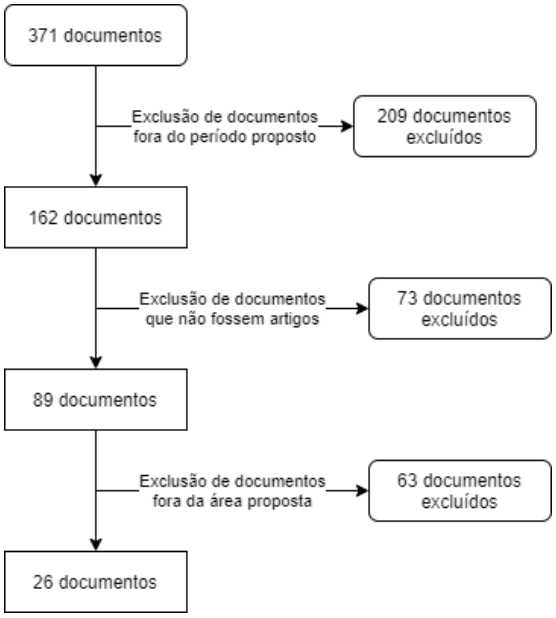


Figura 3. Fluxograma da exclusão de documentos.

A análise dos documentos selecionados foi dividida em duas etapas. Para a primeira análise dos documentos foram utilizados os recursos de comparação de resultados da Scopus. Essa ferramenta da base de dados é muito útil para fazer análises rápidas e precisas. Para segunda análise foi feita uma análise dos seguintes temas: principais objetivos, métodos utilizados, resultados encontrados e sugestões para trabalhos futuros. Após retiradas todas essas informações dos artigos, os dados foram analisados e comparados. Dessa forma nosso estudo foi capaz de retirar dos artigos apenas o que de fato era relevante para o propósito desse estudo.

3 ESTADO DA ARTE

Com o passar dos anos, estudos científicos sobre CPS vêm apresentando um crescimento no número de publicações, como demonstra a figura 2. Este crescente mostra que o tema ainda possui relevância no mundo acadêmico e merece a atenção dos pesquisadores. No ano de 2020 já são mais de 1100 documentos publicados sobre o tema na base Scopus. O autor que mais participa de publicações atualmente no campo de CPS é Lichen Zhang, que projeta seus esforços em estudos de aplicação do sistema. A área com maior quantidade de documentos é a de ciência da computação que conta com mais de 40% do que já foi publicado.

Diversos autores concentraram seus esforços em estudos relacionados com à aplicação de CPSs. Padilla *et al.* [14] propôs o uso de um sistema cyber físico para controlar o acesso de veículos às vias exclusivas. O método utilizado consiste em um sistema de verificação de placas e condição de autorização do veículo. Levshun *et al.*[15] apresentaram um novo modelo para CPSs. O modelo se diferencia dos demais pelo forte esquema de segurança, possibilidade de transformação e na

ISSN 2446-7618

arquitetura, que representa o sistema como um conjunto de blocos de uma construção. Outro tema relevante relacionado com os CPSs são os estudos que envolvem a segurança do sistema. Junejo[16] propôs uma avaliação de segurança preditiva baseada em *Machine Learning*, capaz de calcular o tempo em que um CPS levaria para se tornar inseguro. Liu *et al.*[17] investigaram um esquema de detecção de invasão distribuída hierarquicamente visando garantir maior segurança de ICPSs (*Industrial Cyber Physical System* – Sistema Cyber Físico Industrial).

Além dos estudos relacionados com a segurança e aplicações de CPSs, alguns autores ainda concentram seus esforções em estudos mais literários, definindo conceitos e explorando possíveis integrações de outras tecnologias com CPS, na teoria. Giaimo, Andrade e Berger[18] fizeram um estudo relacionando os sistemas cyber físicos com Experimentação contínua. O objetivo dos autores era fornecer uma visão geral dessa integração através de uma RL (Revisão de literatura) e um estudo de caso dessa aplicação. Geismann e Bodden[19] também conduziram uma RL para descobrir quais eram as relações entre segurança orientada por modelo e CPS. Graja *et al.* [20] desenvolveram uma pesquisa nas principais abordagens existentes para modelar um CPS.

Analisando os estudos publicados que abordam sistemas de saúde, é possível chegar à conclusão de que o estudo do gerenciamento de sistemas de saúde é de grande importância em todas as áreas que eles abrangem. Isso é visível analisado os estudos de Perner *et al.* [21], Joy *et al.* [22] e de Mirza e Singh [23]. Todos estes documentos dissertam sobre mudanças significativas na organização e gerenciamento de áreas inclusas nos sistemas de saúde, seja no tratamento de sepse, no atendimento de pacientes com COVID-19 ou em políticas para a implementação de maior atenção à saúde mental na Índia.

Além do ponto de vista particular da administração dos sistemas de saúde, foi estudado também o gerenciamento geral desses organismos. Kakemam *et al.* [24] buscam sintetizar as evidências relacionadas às competências de liderança e gestão em organizações de saúde por meio do modelo best-fit. Já Vishnu *et al.* [25] procuram enfocar os fatores de risco gerenciais e da cadeia de suprimentos vivenciados pelos hospitais governamentais em um estado indiano. Visto isso, é indiscutível que a discussão e pesquisa sobre o gerenciamento e organização dos sistemas de saúde é imprescindível para que a sociedade atual possa evoluir da mesma forma com que está crescendo atualmente.

Por fim, na pesquisa sobre estudos que abordassem a complexidade dos sistemas de saúde, foram selecionados 5 documentos. Todos eles discutindo a importância do estudo da ciência da complexidade nos sistemas de saúde, pois os mesmos estão em constante crescimento. É o que Braithwaite *et al.* [26] discutem em seu relatório, que tem por objetivo analisar a complexidade e suas características e aplicá-las à saúde. Churruca *et al.* [27] possui o mesmo escopo, analisando em seu artigo as tendências na literatura acadêmica aplicando a ciência da complexidade à saúde. Em suma, pode-se dizer que o estudo do gerenciamento e complexidade dos sistemas de saúde em sua totalidade e parcialidade está sendo bem explorado atualmente. Isso se deve não só à necessidade de um melhor padrão de atendimento devido ao aumento da população, como também devido ao surgimento de novas tecnologias que têm por objetivo auxiliar os profissionais dessa área a obterem melhores resultados em suas atuações.

Levando em conta os estudos sobre MCPS, percebe-se que algumas temáticas são bastante frequentes. O principal assunto tratado é a segurança e a privacidade dos dados dos pacientes. Embora com focos diferentes, diversos artigos

ISSN 2446-7618

pesquisam maneiras de dificultar o acesso a informações confidenciais e fortalecer o sistema. A criptografia é frequentemente citada, em artigos como “Secure Health Data sharing for medical cyber-physical systems for the healthcare 4.0” [8], entre outros.

Como forma de identificar e classificar ataques malignos, autores como Fernández *et al.,* [28] sugerem o uso de *machine learning.* Outras abordagens sobre *machine learning,* discorrem sobre a dificuldade de aprendizado dos MCPSs, pois há diferenças nas fisiologias dos pacientes e no modo como os dispositivos são configurados, dependendo de quem os usa[29]. Uma dessas divergências dos pacientes e usuários ocorre já na autenticação. Existem inúmeras maneiras de falsificar uma biometria, e qualquer mudança já pode fazer com que o sistema de segurança tenha que ser redesenhado[30].

Além do *machine learning* e da criptografia, outras tecnologias típicas da indústria 4.0 são integradas aos MCPSs, como *cloud computing,* inteligência artificial e internet das coisas. O *cloud computing* é extremamente relevante para o funcionamento dos Sistemas Cyber-Físicos Médicos, sendo utilizado, inclusive, o termo *Medical Cyber-Physical Cloud System* (MCPCS), que é caracterizado como uma rede complexa onde cada MCPS é considerado um nó [31]. A internet das coisas (IoT), por sua vez, é sugerida por alguns autores para auxiliar no diagnóstico e tratamento dos pacientes. É interessante notar que a combinação dessas tecnologias é bastante comum para criar outros MCPSs ou fortalecer sua efetividade. Depari *et al.,* [32] por exemplo, discorre sobre a integração da IoT com a nuvem para aumentar a eficácia no diagnóstico de doenças neurodegenerativas.

Algumas dessas pesquisas foram realizadas em situações reais, mas muitas ocorreram por meio de simulações computacionais. Assim, como sugestões para trabalhos futuros, diversos autores indicam testes em casos verdadeiros. Gessa *et al*., [33], por exemplo, desenvolveu uma plataforma virtual para poder testar seu closed-loop assistant (CLA). Hosseini *et al*., [34] por sua vez, também avaliou via simulação seu sistema que fornece, dentro das ambulâncias, dados de pacientes moradores da zona rural. Ambos os trabalhos planejam avaliar o comportamento de seus projetos em cenários verídicos.

Dessa forma, percebe-se que há diversos campos de pesquisa sobre MCPSs sendo explorados. A segurança dos dados é a preocupação mais frequente dos pesquisadores, que estão desenvolvendo diversas maneiras de fortalecê-la. Todas as inovações da indústria 4.0 na área da saúde são muito promissoras e já possibilitam melhores diagnósticos e tratamentos. Entretanto, há uma certa dificuldade das pessoas de utilizar essas tecnologias [35]. Assim, nota-se que ainda há muito a ser desenvolvido e pesquisado sobre este tema.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando os dados obtidos com a ferramenta de comparação de resultados da Scopus, podemos destacar dois temas relevantes para o estudo: autores que mais participaram de publicações e regiões com mais documentos publicados. Dentre os principais autores podemos citar quatro mais influentes por ter 2 publicações cada. Rajiv Kumar e Ashutosh Sharma participaram juntos da publicação de “*A secure, energy-and SLA-efficient (SESE) E-healthcare framework for quickest data transmission using cyber-physical system*”[36] e “*Service level agreement and energy cooperative cyber physical system for quickest healthcare services*”[37]. Ambos autores concentram seus esforços em áreas

ISSN 2446-7618

de engenharia, ciência da computação e medicina. Meikang Qiu participou da publicação de "*Secure Health Data Sharing for Medical Cyber-Physical Systems for the Healthcare 4.0*"[8] e "*Health-CPS: Healthcare cyber physical system assisted by cloud and big data*"[38]. As áreas de maior atuação do autor são engenharia, ciência da computação, matemática e profissões da saúde. Houbing Song participou de "*A Fast CP-ABE System for Cyber-Physical Security and Privacy in Mobile Healthcare Network*"[39] e "*Data-centered runtime verification of wireless medical cyber physical system*"[40]. O autor concentra seus esforços nas áreas de engenharia, ciência da computação, matemática e medicina. As regiões que receberam maior destaque foram Estados Unidos, com 8 documentos, China e Índia, com 6 documentos cada.

Ainda pode-se destacar que em 11 documentos tem como o desenvolvimento ou a melhoria de MCPSs já existentes. Em 07 documentos, propostas para melhoria da segurança dos Sistemas Cyber-Físicos Médicos são o principal foco. Dois documentos realizam uma revisão sistemática de literatura e um desenvolve um novo dispositivo. Os principais métodos utilizados foram simulações, utilizado em 7 documentos, e análises teóricas dos estudos (5 documentos). Os resultados foram divididos em práticos (6 documentos) e teóricos (15 documentos) e as perspectivas futuras abordavam melhorias nos dispositivos e sistemas (11 documentos) e aplicação dos estudos teóricos na prática (5 documentos).

5 CONCLUSÃO

Com a realização do presente estudo, pudemos retirar informações relevantes sobre o que está sendo publicado sobre CPS na área da saúde. Destacamos os principais objetivos, métodos, resultados e perspectiva futura desses estudos. Além de uma breve análise dos autores e regiões mais influentes na área.

Observa-se que mais de 2/3 dos artigos analisados na íntegra são de cunho teórico, o que revela a necessidade de mais trabalhos práticos, aplicando tecnologias da indústria 4.0, em especial, Sistemas Cyber-Físicos ou *Cyber-Physical System* (CPS) aos sistemas de saúde.

Agradecimentos

Este trabalho foi apoiado pela Universidade de Santa Cruz do Sul, Brasil e financiado em parte pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com apoio de bolsas de Iniciação Científica e bolsa produtividade (sob o processo 303934 / 2019-0).

REFERÊNCIAS

1 BITTAR, O. J. N.; BICZYK, M.; SERINOLLI, M. I.; NOVARETTI, M. C. Z. *et al.* Sistemas de informação em saúde e sua complexidade. Revista de Administração em Saúde, 18, n. 70, 2018.

2 FANJIANG, G.; GROSSMAN, J. H.; COMPTON, W. D.; REID, P. P. Building a better delivery system: a new engineering/health care partnership. National Academies Press, 2005. 030909643X.

ISSN 2446-7618

3 LEONARD, M.; GRAHAM, S.; BONACUM, D. The human factor: The critical importance of effective teamwork and communication in providing safe care. Quality and Safety in Health Care, 13, n. SUPPL. 1, p. i85-i90, 2004. Review.

4 REDEKER, G. A.; KESSLER, G. Z.; KIPPER, L. M. Lean information for lean communication: Analysis of concepts, tools, references, and terms. International Journal of Information Management, 47, p. 31-43, 2019. Review.

5 HAQUE, S. A.; AZIZ, S. M.; RAHMAN, M. Review of cyber-physical system in healthcare. International Journal of Distributed Sensor Networks, 2014, 2014. Review.

6 SCHRANZ, M.; DI CARO, G. A.; SCHMICKL, T.; ELMENREICH, W. *et al.* Swarm Intelligence and cyber-physical systems: Concepts, challenges and future trends. Swarm and Evolutionary Computation, 60, 2021. Article.

7 ALTAWY, R.; YOUSSEF, A. M. Security Tradeoffs in Cyber Physical Systems: A Case Study Survey on Implantable Medical Devices. IEEE Access, 4, p. 959-979, 2016. Article.

8 QIU, H.; QIU, M.; LIU, M.; MEMMI, G. Secure Health Data Sharing for Medical Cyber-Physical Systems for the Healthcare 4.0. IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, 24, n. 9, p. 2499-2505, 2020. Article.

9 CHEN, S.; SOKOLSKY, O.; WEIMER, J.; LEE, I. Data-driven adaptive safety monitoring using virtual subjects in medical cyber-physical systems: A glucose control case study. Journal of Computing Science and Engineering, 10, n. 3, p. 75-84, 2016. Article.

10 LEE, I.; SOKOLSKY, O., 2010, English, Anaheim, CA. Medical cyber physical systems. 743-748. Disponível em: https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-77956216385&doi=10.1145%2f1837274.1837463&partnerID=40&md5=cd16b85ec3ff2abfe95135699d7d7efd. Acesso em: 13 June 2010 through 18 June 2010.

11 KHODAEI, M. J.; CANDELINO, N.; MEHRVARZ, A.; JALILI, N. Physiological Closed-Loop Control (PCLC) Systems: Review of a Modern Frontier in Automation. IEEE Access, 8, p. 23965-24005, 2020. Article.

12 MORANDI, M.; CAMARGO, L. F. R. Revisão sistemática da literatura. Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. Porto Alegre: Bookman, p. 141-175, 2015.

13 COBO, M. J.; LÓPEZ-HERRERA, A. G.; HERRERA-VIEDMA, E.; HERRERA, F. An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the Fuzzy Sets Theory field. Journal of Informetrics, 5, n. 1, p. 146-166, 2011. Article.

14 PADILLA, V. S.; PONGUILLO, R. A.; ABAD, A. A.; SALAS, L. E. Cyber-physical system based on image recognition to improve traffic flow: A case study. International Journal of Electrical and Computer Engineering, 10, n. 5, p. 5217-5226, 2020. Article.

15 LEVSHUN, D.; CHEVALIER, Y.; KOTENKO, I.; CHECHULIN, A. Design and verification of a mobile robot based on the integrated model of cyber-Physical systems. Simulation Modelling Practice and Theory, 105, 2020. Article.

ISSN 2446-7618

16 JUNEJO, K. N. Predictive safety assessment for storage tanks of water cyber physical systems using machine learning. Sadhana - Academy Proceedings in Engineering Sciences, 45, n. 1, 2020. Article.

17 LIU, J.; ZHANG, W.; MA, T.; TANG, Z. *et al.* Toward security monitoring of industrial Cyber-Physical systems via hierarchically distributed intrusion detection. Expert Systems with Applications, 158, 2020. Article.

18 GIAIMO, F.; ANDRADE, H.; BERGER, C. Continuous experimentation and the cyber–physical systems challenge: An overview of the literature and the industrial perspective. Journal of Systems and Software, 170, 2020. Article.

19 GEISMANN, J.; BODDEN, E. A systematic literature review of model-driven security engineering for cyber–physical systems. Journal of Systems and Software, 169, 2020. Article.

20 GRAJA, I.; KALLEL, S.; GUERMOUCHE, N.; CHEIKHROUHOU, S. *et al.* A comprehensive survey on modeling of cyber-physical systems. Concurrency Computation, 32, n. 15, 2020. Conference Paper.

21 PERNER, A.; RHODES, A.; VENKATESH, B.; ANGUS, D. C. *et al.* Sepsis: frontiers in supportive care, organisation and research. Intensive Care Medicine, 43, n. 4, p. 496-508, 2017. Review.

22 JOY, M.; MCGAGH, D.; JONES, N.; LIYANAGE, H. *et al.* Reorganisation of primary care for older adults during COVID-19: a cross-sectional database study in the UK. The British journal of general practice : the journal of the Royal College of General Practitioners, 70, n. 697, p. e540-e547, 2020. Article.

23 MIRZA, A.; SINGH, N. Mental health policy in India: Seven sets of questions and some answers. Journal of Mental Health Policy and Economics, 22, n. 1, p. 25-37, 2019. Review.

24 KAKEMAM, E.; LIANG, Z.; JANATI, A.; ARAB-ZOZANI, M. *et al.* Leadership and management competencies for hospital managers: A systematic review and best-fit framework synthesis. Journal of Healthcare Leadership, 12, p. 59-68, 2020. Review.

25 VISHNU, C. R.; SRIDHARAN, R.; RAM KUMAR, P. N.; REGI KUMAR, V. Analysis of the operational risk factors in public hospitals in an Indian state: A hybrid DEMATEL–ISM–PROMETHEE approach. International Journal of Health Care Quality Assurance, 33, n. 1, p. 67-88, 2019. Article.

26 BRAITHWAITE, Jeffrey et al. Complexity science in healthcare. Aspirations, approaches, applications and accomplishments. A white paper. Sydney, Aust: Australian Institute of Health Innovation, Macquarie University, 2017.

27 CHURRUCA, K.; POMARE, C.; ELLIS, L. A.; LONG, J. C. *et al.* The influence of complexity: A bibliometric analysis of complexity science in healthcare. BMJ Open, 9, n. 3, 2019. Article.

28 FERNÁNDEZ MAIMÓ, L.; HUERTAS CELDRÁN, A.; PERALES GÓMEZ, Á.; GARCÍA CLEMENTE, F. J. *et al.* Intelligent and Dynamic Ransomware Spread Detection and

ISSN 2446-7618

Mitigation in Integrated Clinical Environments. Sensors (Basel, Switzerland), 19, n. 5, 2019. Article.

29 SAMADDAR, A.; RAHIMINASAB, Z.; EASWARAN, A.; BANERJEE, A. *et al.*, 2019, English, Linearization based safety verification of a glucose control protocol. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. 221-228. Disponível em: https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85070406580&doi=10.1109/ISORC.2019.00047&partnerID=40&md5=2182d6cfd92a4d1e66608520c1e652b0. Acesso em: 7 May 2019 through 9 May 2019.

30 MOWLA, N. I.; DOH, I.; CHAE, K., 2019, English, SEFL: Selective Ensemble Fuzzy Learner for Cognitive Detection of Bio-Modality Spoofing in MCPS. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. 1153-1158. Disponível em: https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85065650193&doi=10.23919/ICACT.2019.8701916&partnerID=40&md5=a00b633dd8422540a2550a826489c4bf. Acesso em: 17 February 2019 through 20 February 2019.

31 LIU, L.; XIE, G.; LI, R. Synchronization Stability Analysis of Medical Cyber-Physical Cloud System Considering Multi-Closed-Loops. Journal of Circuits, Systems and Computers, 28, n. 12, 2019. Article.

32 DEPARI, A.; CARVALHO, D. F.; BELLAGENTE, P.; FERRARI, P. *et al.* An IoT based architecture for enhancing the effectiveness of prototype medical instruments applied to neurodegenerative disease diagnosis. Sensors (Switzerland), 19, n. 7, 2019. Article.

33 GESSA, F.; ASARE, P.; BRAY, A.; CLIPP, R. *et al.* Towards a test and validation framework for closed-loop physiology management systems for critical and perioperative care. ACM SIGBED Review, 16, n. 2, p. 31-40, 2019. Conference Paper.

34 HOSSEINI, M.; JIANG, Y.; BERLIN, R. R.; SHA, L. *et al.* Toward physiology-aware DASH: Bandwidth-compliant prioritized clinical multimedia communication in ambulances. IEEE Transactions on Multimedia, 19, n. 10, p. 2307-2321, 2017. Article.

35 ALLOGHANI, M.; AL-JUMEILY, D.; HUSSAIN, A.; ALJAAF, A. J. *et al.*, 2019, English, Healthcare Services Innovations Based on the State of the Art Technology Trend Industry 4.0. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. 64-70. Disponível em: https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85063158047&doi=10.1109/DeSE.2018.00016&partnerID=40&md5=ab5b3de72714053f3f9d32a8d9cd9681. Acesso em: 2 September 2018 through 5 September 2018.

36 SHARMA, A.; RATHEE, G.; KUMAR, R.; SAINI, H. *et al.* A secure, energy-and SLA-efficient (SESE) E-healthcare framework for quickest data transmission using cyber-physical system. Sensors (Switzerland), 19, n. 9, 2019. Article

37 SHARMA, A.; KUMAR, R. Service level agreement and energy cooperative cyber physical system for quickest healthcare services. Journal of Intelligent and Fuzzy Systems, 36, n. 5, p. 4077-4089, 2019. Article.

38 ZHANG, Y.; QIU, M.; TSAI, C. W.; HASSAN, M. M. *et al.* Health-CPS: Healthcare cyber-physical system assisted by cloud and big data. IEEE Systems Journal, 11, n. 1, p. 88-95, 2017. Article.

ISSN 2446-7618

39 WANG, S.; WANG, H.; LI, J.; CHAUDHRY, J. *et al.* A Fast CP-ABE System for Cyber-Physical Security and Privacy in Mobile Healthcare Network. IEEE Transactions on Industry Applications, 56, n. 4, p. 4467-4477, 2020. Article.

40 JIANG, Y.; SONG, H.; WANG, R.; GU, M. *et al.* Data-centered runtime verification of wireless medical cyber-physical system. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 13, n. 4, p. 1900-1909, 2017. Article.

ISSN 2446-7618

APÊNDICE A

Protocolo para revisão sistemática de literatura	
Tema de pesquisa	Relações entre sistemas de saúde e CPS
Objetivo da pesquisa	Analisar artigos publicados na Scopus (Elsevier) que utilizam CPS na área da saúde.
Contexto	Teórica na área da saúde e da engenharia
Horizonte	Artigos publicados no período de 2016 até 2020
Correntes teóricas	Indústria 4.0 e Healthcare
Idioma	Inglês
Questão(ões) de Revisão	Quais são os métodos e objetivos descritos nos artigos sobre CPS nos sistemas de saúde? Qual a perspectiva futura desta integração?
Critérios de Busca	Critérios de Inclusão: Todos os documentos encontrados a partir da cadeia de busca.
	Critérios de Exclusão: Documentos não alinhados com o tema da pesquisa; Documentos não disponibilizados na íntegra; Documentos fora do período proposto; Somente artigos; Documentos fora da área de conhecimento proposto
Termo de Busca	"Cyber Physical System", "Cyber-physical System", "healthcare", "medicine", "biomedicine", "clinic", "hospital", "medical", "patient", "pharma"
Fontes de busca	Scopus (ELSEVIER)

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE

9º Seminário de Inovação e Tecnologia do IFSul
9th Innovation and Technology Seminar IFSul
10 a 13 de Novembro / November 10th to 13th, 2020
Sapucaia do Sul – RS – Brasil

inovtec

ISSN 2446-7618

CARACTERIZAÇÃO TERMOQUÍMICA DE DIFERENTES CÁPSULAS NESCAFÉ DOLCE GUSTO ® PÓS-CONSUMO VISANDO ESTRATÉGIA DE RECICLAGEM

Klering, R.D.R [1]
Bernardi, L.P. [2]
Santana, R.M.C.[3]

[1] *Mestranda, Renata dos Reis Klering, UFRGS, sreis.renata@gmail.com.*
[2] *Mestrando, Luis Paulo Bernardi UFRGS, luispaulobernardi@gmail.com.*
[3] *Prof. Drª, Ruth Marlene Campomanes Santana, UFRGS, ruth.santana@ufrgs.br.*

Resumo

Um produto que representa bem o avanço tecnológico do plástico e o desafio no âmbito de reciclagem são as cápsulas de café, que chegaram ao Brasil em 2006 e hoje dominam 2,5% do mercado de café no país. A cápsula é uma embalagem multicamada rígida, a qual possui propriedade de barreira capaz de proteger o produto de umidade e oxigênio, garantindo qualidade, aroma e sabor. Porém, devido à complexidade desta embalagem, grande parte deste resíduo tem sido descartado em aterros. O presente trabalho teve como objetivo realizar a caracterização termoquímica das cápsulas pós-consumo, provenientes da cafeteira Nestlé Dolce Gusto, para que através das propriedades encontradas seja possível avaliar uma possível estratégia de reciclagem. Para o estudo as embalagens foram higienizadas com água e detergente neutro para a retirada de resíduos de café e leite. As capsulas foram agrupadas conforme o tipo de bebida (café puro, café ao leite, e só leite), e as amostras de cada tipo de bebidas foram segregadas em três partes: cápsula, tampa e filme interno. As amostras foram caracterizadas através das análises de calorimetria diferencial de varredura (DSC), e espectroscopia de infravermelho (FTIR). Os resultados das análises indicaram que as amostras das cápsulas são compostas de polipropileno e o copolímero etileno-vinil álcool PP/EVOH e as tampas são de PP/PET, confirmando serem ambas de multicamada. Através deste estudo de caracterização termoquímica é possível afirmar a possibilidade de reciclagem de todos estes tipos de cápsulas da mesma maneira, pois todos apresentam composição similar, constituídas majoritariamente por polipropileno.

Palavras-chave: cápsulas de café, embalagens multicamada, reciclagem, caracterização termoquímica.

THERMOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF DIFFERENT CAPSULES NESCAFÉ DOLCE GUSTO POST-CONSUMER AIMING AT RECYCLING STRATEGY

Abstract

A product that represents well the technological advancement of plastic and the challenge in the scope of recycling are coffee capsules, which arrived in Brazil in 2006 and today dominate 2.5% of the coffee market in the country. The capsule is a rigid multilayer packaging, which has a barrier property capable of protecting the product from moisture and oxygen, ensuring quality, aroma, and flavor. However, due to the complexity of this packaging, much of this waste has been disposed of in

ISSN 2446-7618

landfills. The present work aimed to perform the thermochemical characterization of post-consumption capsules, from the Nestlé Dolce Gusto coffee maker, so that through the properties found it is possible to evaluate a possible recycling strategy. For the study, the packaging was sanitized with water and neutral detergent to remove coffee and milk residues. The capsules were grouped according to the type of beverage (pure coffee, milk coffee, and only milk), and the samples of each type of beverage were segregated into three parts: capsule, lid and inner film. The samples were characterized using differential scanning calorimetry (DSC) and infrared spectroscopy (FTIR). The results of the analyzes indicated that the capsule samples are composed of polypropylene and the ethylene-vinyl alcohol copolymer PP / EVOH and the caps are made of PP / PET, confirming that they are both multilayered. Through this study of thermochemical characterization, it is possible to affirm the possibility of recycling all these types of capsules in the same way, since they all have a similar composition, constituted mainly by polypropylene.

Key words: coffee capsules, multilayer packaging, recycling, thermochemical characterization.

1 INTRODUÇÃO

Os materiais usualmente conhecidos como “plásticos” experimentaram ao longo da segunda metade do século XX, uma grande evolução, tanto nas propriedades e características que apresentam, quanto nas inúmeras aplicações que encontram na vida diária, que vão desde embalagens de alimentos até coletes a prova de balas. Como consequência, quantidades cada vez maiores de plástico são produzidas e postas em circulação, tendência que predominou no início desta década e deve permanecer ao longo dos próximos anos. É possível que mais do que qualquer outro material, o plástico seja associado à ideia de modernidade e avanço tecnológico.[1] O plástico é sinônimo de inovação, e vem sendo inserido nos mais diversos produtos, e é como um suporte de competitividade para setores como o automotivo, agronegócios, eletrônicos, construção civil e alimentos.[2] Produzir estes materiais muito úteis e de boa qualidade é tão fundamental quanto preocupar-se com o seu destino após o uso, e a importância deste tema já é reconhecido por toda a sociedade, e encerra um dos mais desafiadores problemas ambientais urbanos da atualidade, envolvendo desde o cidadão comum (no consumo de produtos e serviços, na geração de resíduos e no descarte desses) até os empresários (principalmente na indústria de reciclagem – de resíduos em material – e na indústria de transformação – de materiais em produto), passando pelos formuladores e implementadores de políticas públicas, entre outros.[1]

Um produto que exemplifica muito bem este avanço técnico e moderno da utilização do plástico hoje em dia são as cápsulas de café. No Brasil, foram consumidas cerca de 1070 mil toneladas de café em 2017, onde 0,9% representa o consumo de cápsulas de café, o que são aproximadamente 10 mil toneladas. Além disso, a pesquisa prevê o crescimento de mil toneladas por ano até 2021, porque os consumidores são atraídos pela queda do preço das máquinas, pela dose única e variedades de café.[3] Com estes números crescentes vemos ainda mais a necessidade de serem implementadas soluções de reciclagem para este tipo de material.

Segundo a Nestlé®, em relação às cápsulas de café, o ideal é reciclá-las separadas de outros materiais plásticos. Existem algumas iniciativas que partiram da

ISSN 2446-7618

própria companhia para incentivar o descarte correto e a reciclagem deste material, porém a abrangência é pequena, limitando-se apenas a algumas regiões do país.[4] Uma “start-up”, tem parceria com a Nescafé Dolce Gusto, lá as cápsulas feitas de polipropileno são recicladas para se tornarem um novo produto para a empresa, como por exemplo suportes para as cápsulas de café. Eles possuem um monopólio da tecnologia para reciclar esse tipo de resíduo no país, mas ocorrem dificuldades na logística reversa.[5]

O Polipropileno é utilizado em diversas aplicações, pois possui propriedades versáteis, baixa densidade e boa processabilidade. São produzidos diferentes tipos de PP e suas propriedades dependem de sua composição e estrutura de cadeia.[6] O PP é um polímero semicristalino, podendo ser produzido de diferentes formas de acordo com a aplicação desejada.[7] O PP homopolímero, resistente a altas temperaturas, possui boa resistência a solventes, porém devido à presença do carbono terciário na cadeia polimérica é passível à oxidação. Quando comparada ao PE, este processo ocorre mais rápido e facilmente nos polipropilenos, reduzindo a massa molar do material, acarretando uma perda gradual das propriedades mecânicas do polímero.[7]

As cápsulas de café pós-consumo são um recurso de grande valor agregado, pois podem ser transformadas em uma nova matéria-prima, também chamada de matéria-prima secundária. Isso porque embora sólidos em temperatura ambiente e em seu estado final, os plásticos podem ser moldados novamente, possibilitando o processo de reciclagem. Diversos trabalhos sugerem que uma das formas mais ambientalmente correta de reaproveitamento dos plásticos é a reciclagem mecânica.[8] Um aspecto fundamental neste tipo de reciclagem é a qualidade final da resina processada. Embora seja possível reciclar misturas de plásticos, é preferencial que haja somente um tipo de plástico para a obtenção de melhores propriedades.[9]

Neste contexto, o trabalho propõe a realização da caracterização termoquímica das capsulas de café, para que através da identificação da composição desta embalagem multicamada se possa propor uma trajetória de outros testes que venham a complementar o estudo a fim de sugerir um processo ideal de reciclagem mecânica para este resíduo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATERIAIS

Para o estudo realizado as amostras foram arrecadadas através de redes sociais, captando consumidores dispostos a colaborarem trazendo suas cápsulas pós consumo até um ponto de coleta na cidade de Esteio. As capsulas utilizadas foram provenientes de cafeteiras Nestlé Dolce Gusto, sendo agrupadas por tipos de bebidas (café puro, ao leite e só leite), o que difere também na coloração da embalagem (preta, marrom e branca). Para as análises termoquímicas as amostras foram separadas em três partes: cápsula, liner interno e lacre (tampa), como mostradas na figura 1.

ISSN 2446-7618

Figura 1. Componentes da cápsula de café.

2.2 MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em etapas, primeiramente foram arrecadadas as amostras de cápsulas, que em seguidas foram agrupadas conforme o tipo de bebida: café puro, café ao leite e só leite. Conforme é possível observar na figura 2, as cápsulas foram abertas para retirada do resíduo orgânico (café ou leite) que se encontra na parte interna da embalagem. Após a retirada deste resíduo as cápsulas foram lavadas com água e detergente neutro, e secas em estufa à 60°C para prosseguirem a etapa de análises termoquímicas.

Figura 2. Limpeza da cápsula de café.

2.3 CARACTERIZAÇÃO

Após primeira etapa as amostras foram caracterizadas através das análises de calorimetria diferencial de varredura (DSC), e análise de espectroscopia de infravermelho (FTIR).

A análise de DSC foi realizada em um calorímetro da TA Instrument DSC Discovery 2500, com rampa de aquecimento de 10ºC/min, atmosfera de Nitrogênio, aquecimento de -20°C até 300°C, isoterma de 5 minutos, resfriamento de -20°C até 300°C, isoterma de 5 minutos e aquecimento de -20°C até 300°C. O ciclo de aquecimento foi realizado duas vezes, porém apenas os resultados do segundo foram considerados.

ISSN 2446-7618

A análise de FTIR foi realizada com um espectrômetro de FTIR da Thermo Scientific, modelo iS50 na região espectral entre 4700 a 470 cm–¹, com resolução de 4 cm–¹ e 32 scans. As amostras foram analisadas diretamente por transmissão, sem a preparação prévia de um filme.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CALORIMETRIA DIFERENCIAL DE VARREDURA (DSC)

Na Figura 3 são mostradas as curvas térmicas de DSC das amostras de cápsulas de café puro, de café ao leite e leite, onde é possível verificar em cada termograma a presença de dois endotérmicos, correspondentes a fusão do PP em 160ºC (pico mais intenso) e a fusão do copolímero etileno-vinil-álcool (EVOH) em 181 ºC. Cabe ressaltar que pela grande diferença de intensidade dos picos, é possível observar que a capsula é composta majoritariamente por PP.[10]

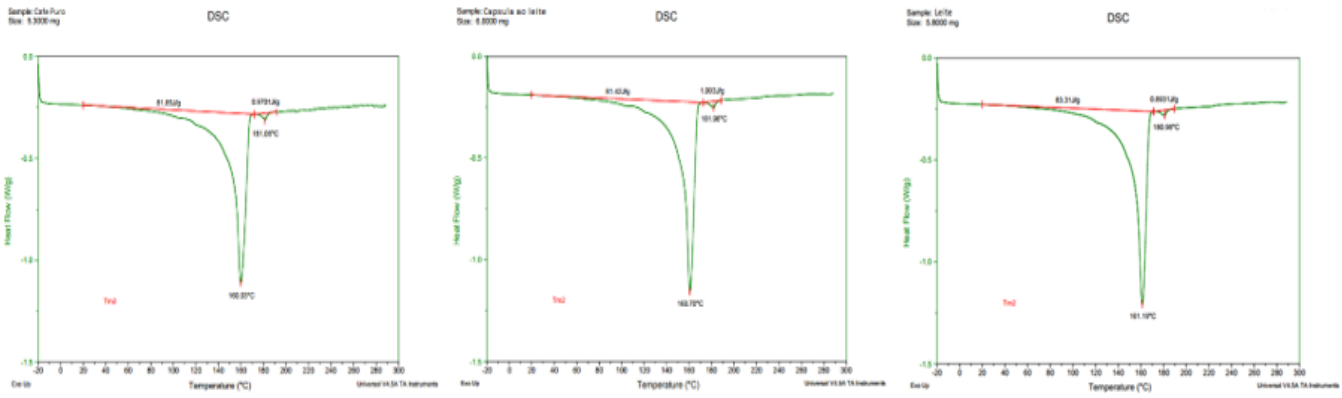


Figura 3. Curvas de DSC das amostras de cápsula de: (a) café puro, (b) café ao leite (c) leite.

Para uma melhor descrição das características térmicas das capsulas de cada grupo, na Tabela 1 são apresentados os valores da temperatura e entalpia de fusão de cada amostra. Para o cálculo de Xc (%) levou em consideração somente o polipropileno por ser o produto majoritário na composição das amostras.[10]

Tabela 1: Resultados das análises de DSC das amostras de cápsulas.

Cápsula	Tf PP (ºC)	Tf EVOH (ºC)	ΔHf PP (J/g)	ΔHf EVOH (J/g)	Xc (%)
Café Puro	160	181	81,85	0,97	49,60
Café ao leite	161	182	81,42	1,00	49,35
Leite	161	181	83,31	0,89	50,49

Valor de referência para Xc (%) utilizado: 165 Jg^{-1} [10]

Na Figura 4 são mostradas as curvas térmicas de DSC das amostras de lacres de café puro, de café ao leite e leite, onde é possível verificar em cada termograma a presença de dois picos endotérmicos, correspondentes a fusão do PP em 160ºC (pico mais intenso) e o outro em 241 ºC, podendo se tratar de Poliamida ou PET, sendo necessário a confirmação por FTIR. Cabe ressaltar pela grande

ISSN 2446-7618

diferença de intensidade dos picos, é possível afirmar que o lacre também apresentou maior proporção de PP.[10]

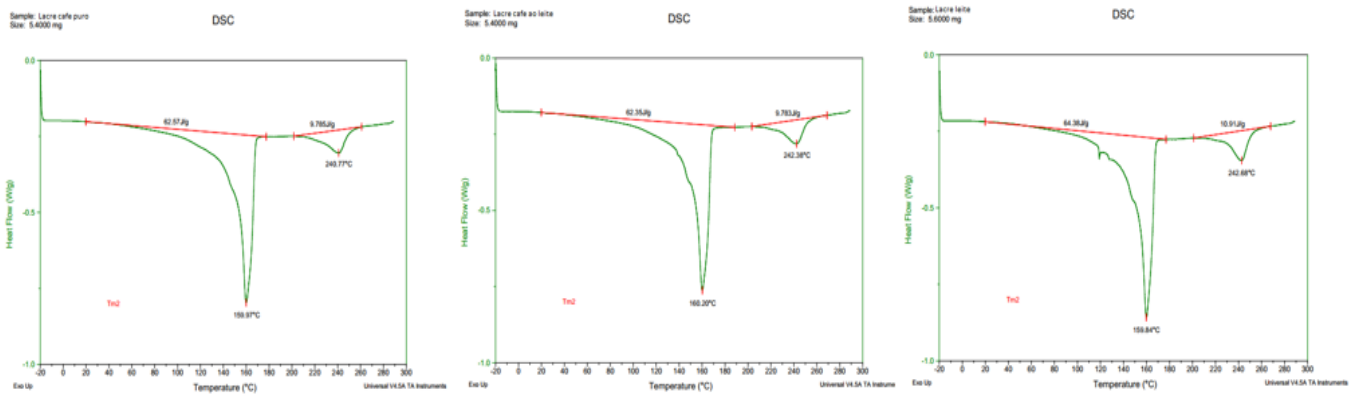


Figura 4. Curvas de DSC das amostras de lacres de: (a) café puro, (b) café ao leite (c) leite.

Para uma melhor descrição das características térmicas dos lacres de cada grupo, na Tabela 2 são apresentados os valores da temperatura e entalpia de fusão de cada amostra, não foi possível realizar o cálculo de Xc (%) devido a representatividade do PET ou Poliamida na amostra do lacre, que não pode ser considerada desprezível.

Tabela 2: Resultados das análises de DSC das amostras de lacres.

Lacre	Tf_{PP} (ºC)	Tf Poliamida ou PET (ºC)	ΔHf_{PP} (J/g)	ΔHf_{EVOH} (J/g)
Café Puro	160	241	62,57	9,79
Café ao leite	160	242	62,35	9,78
Leite	161	243	64,38	10,91

Além disso também foi analisado o liner transparente presente nos três tipos de amostras, todos apresentaram resultados idênticos, podemos observar na figura 5 o termograma de um destes Liners, um pico de fusão de 159°C na Tm2, associados a uma entalpia de 82J/g, tratando-se de polipropileno, com valor de Xc igual a 50,08 %.

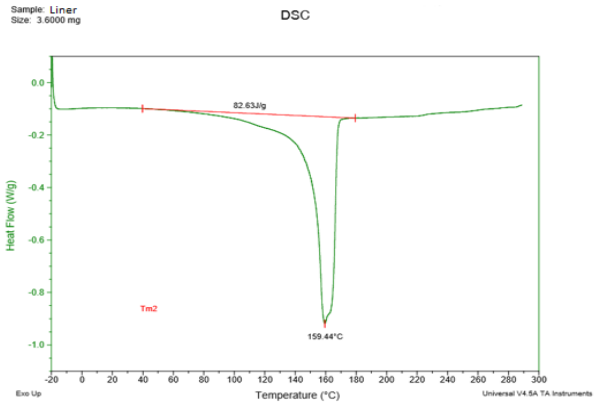


Figura 5. Curva de DSC da amostra liner transparente.

ISSN 2446-7618

3.2 ESPECTROSCOPIA DE INFRAVERMELHO (FTIR)

Os três espectros das amostras Cápsula Café Puro, Cápsula de Café ao Leite, e Cápsula de Leite apresentaram bandas características de polipropileno, e em 3330 cm^{-1} e 1080 cm^{-1} características de EVOH (bandas hidroxilas e carbonilas), confirmando os resultados mostrados na análise de DSC. Foi observada ainda uma deformação após 700 cm^{-1} atribuída a presença de TiO_2, normalmente utilizado como pigmento branco, isso dificultou a caracterização das bandas de eteno (720 e 730 cm-1) para avaliar a presença de polietileno. Uma banda em 1740 cm^{-1}, característica de ligação C=O, também foi identificada e pode estar associada a EVA ou Acrilato, utilizados como promotor de adesão, ou até mesmo provenientes da degradação do PP. Na figura 6 podemos observar a sobreposição dos espectros de todas as amostras de cápsulas, nesta mesma imagem pode-se observar que existem duas amostras extras, pois as análises foram realizadas em laboratório externo. Os espectros referentes as amostras de interesse do estudo são as de cor azul, verde e vermelho (café ao leite, café puro e leite).[11]

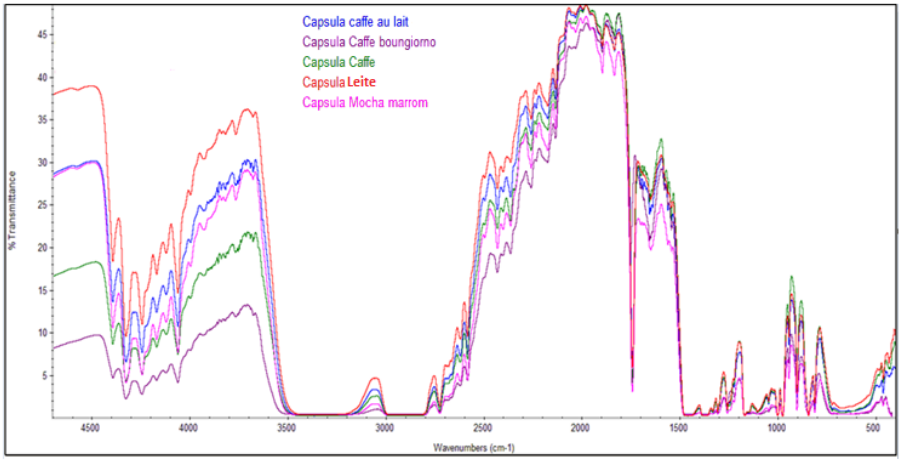


Figura 6. Sobreposição dos espectros de todas as amostras de cápsulas.

Na figura número 7 são mostrados os espectros das amostras de cápsulas de café puro, café ao leite e leite em sobreposição com o espectro de polipropileno, confirmando a presença de bandas características deste material em todas as amostras, podendo haver alguma interferência devido a presença de pigmentos e cargas, além de algum desvio provocado pelo outro material que compõe a cápsula (EVOH).

ISSN 2446-7618

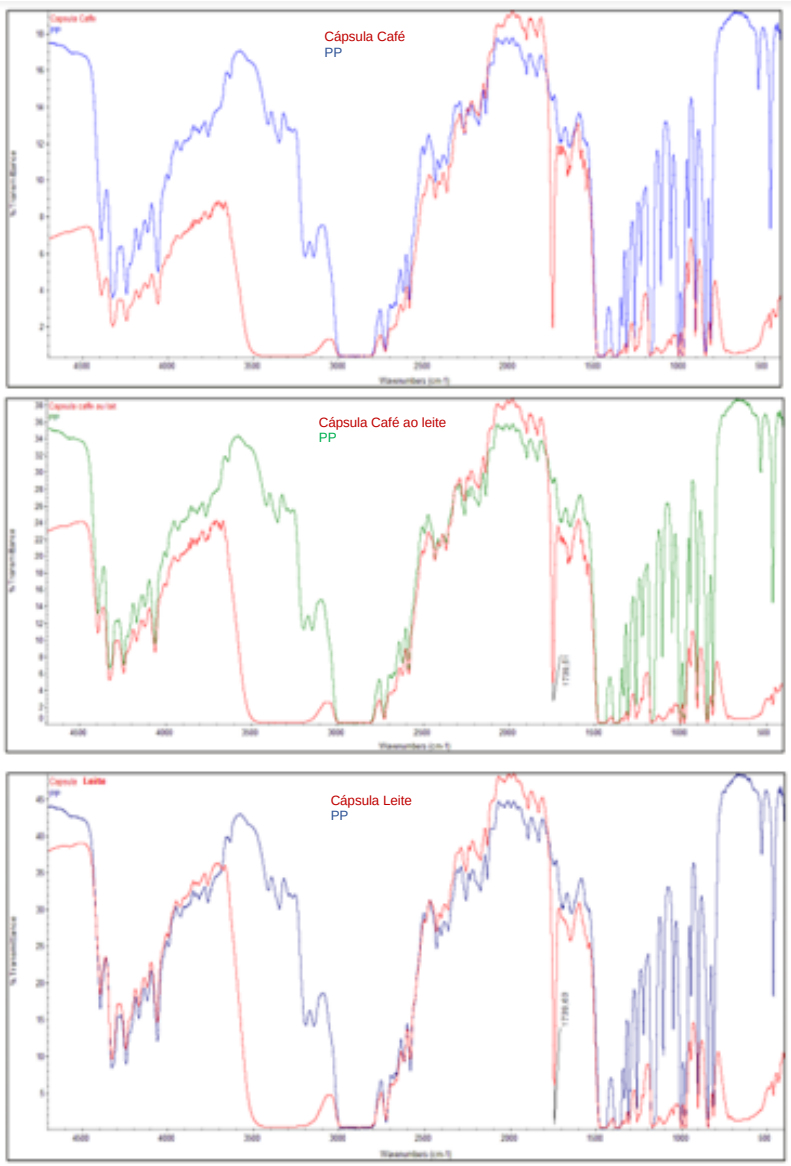


Figura 7. Sobreposição dos espectros do PP versus das amostras de cápsulas de: (a) café puro, (b) café ao leite (c) leite.

Na figura número 8 são mostrados os espectros das amostras de cápsulas de café puro, café ao leite e leite em sobreposição com o espectro de EVOH, confirmando a presença das bandas dos grupos funcionais hidroxilas e carbonilas deste material em todas as amostras, podendo haver alguma interferência devido a presença de pigmentos e cargas, além de algum desvio provocado pelo outro material que compõe a cápsula (PP).

ISSN 2446-7618

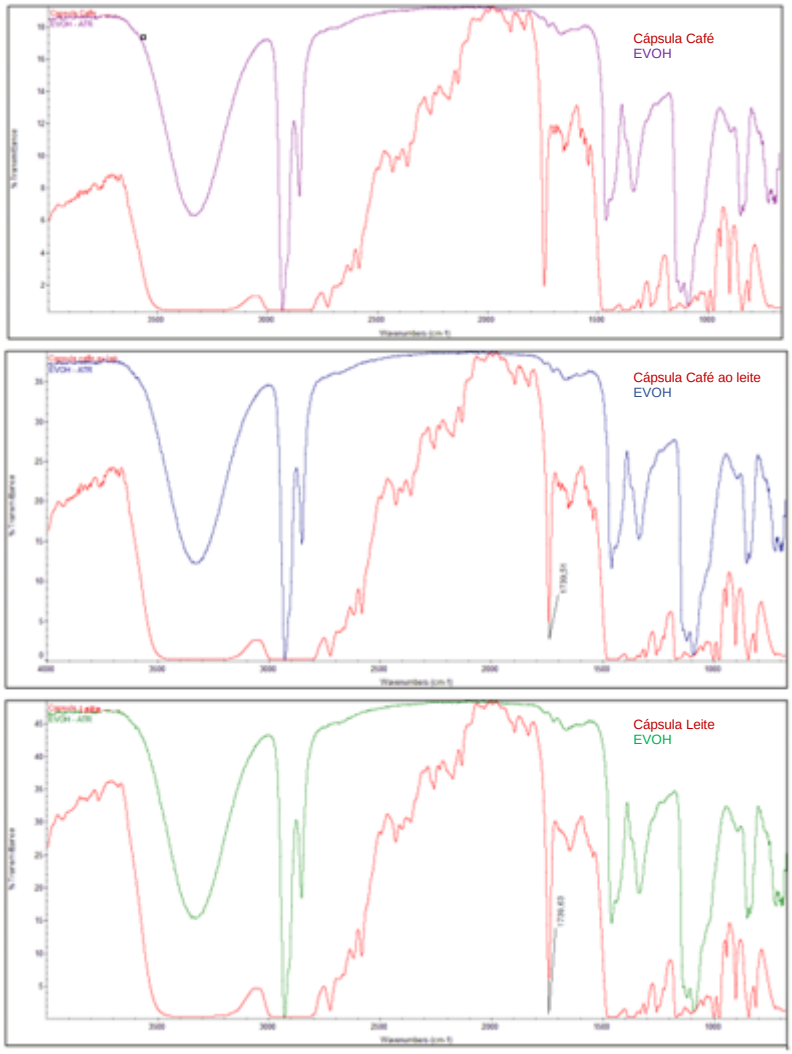


Figura 8. Sobreposição dos espectros do EVOH versus das amostras de cápsulas de: (a) café puro, (b) café ao leite (c) leite.

Os espectros obtidos dos lacres apresentaram respectivamente bandas características de polipropileno (figura 9) e PET (figura 10) confirmando os picos de fusão entre 220 °C e 240 °C evidenciado na análise de DSC. Foi observada uma deformação após 700 cm^{-1} atribuída a possível presença de TiO_2, utilizado como pigmento branco, o que dificulta a avaliação para presença de polietileno nas amostras. As amostras de todos os lacres apresentaram espectros muito semelhantes como podemos observar na figura 11. Os lados dos lacres, externo e interno, foram analisados pelo acessório ATR PONTUAL (figuras 12 e 13). O lado externo apresentou bandas característica de PET e o lado interno bandas característica de polipropileno, reforçando que o lacre se trata de multicamada.[11]

ISSN 2446-7618

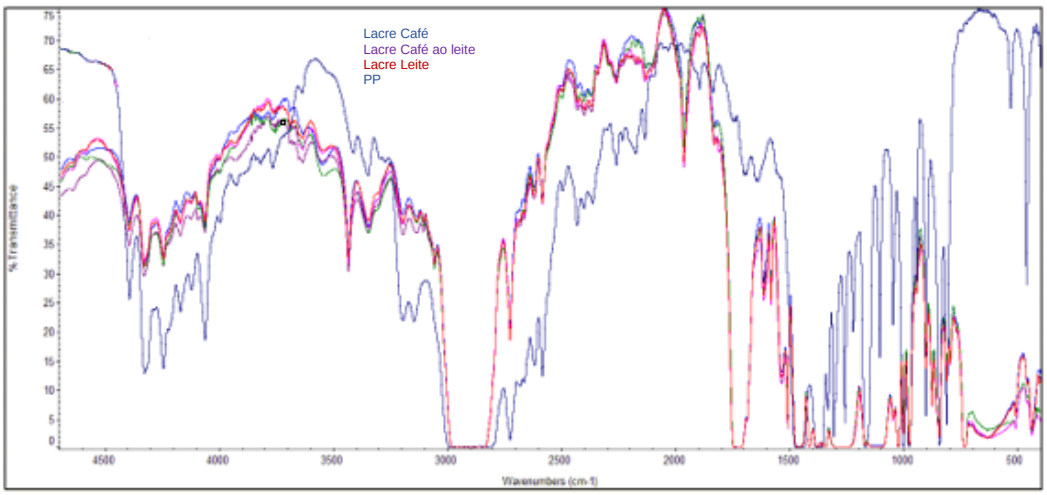


Figura 9. Sobreposição dos espectros de todos os lacres versus PP.

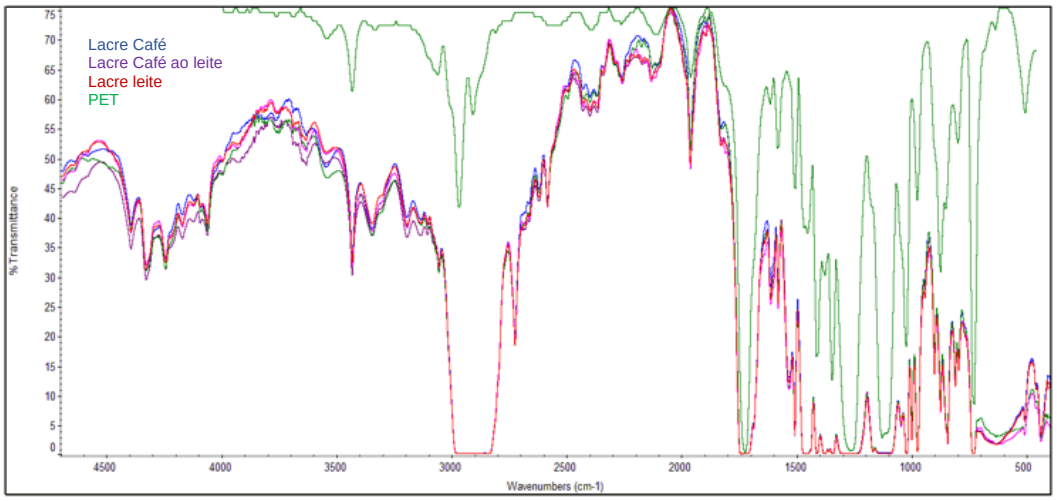


Figura 10. Sobreposição dos espectros de todos os lacres versus PET.

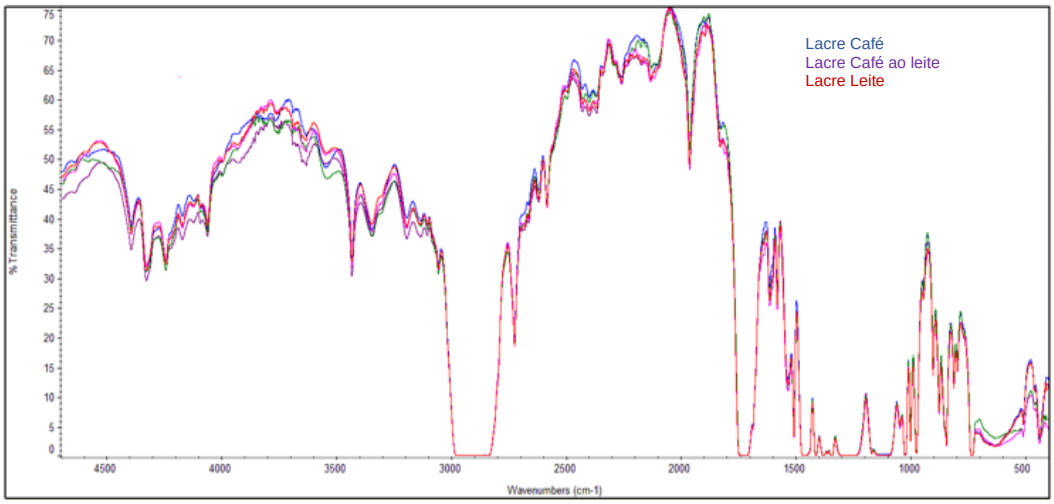


Figura 11. Sobreposição dos espectros de todos os lacres.

ISSN 2446-7618

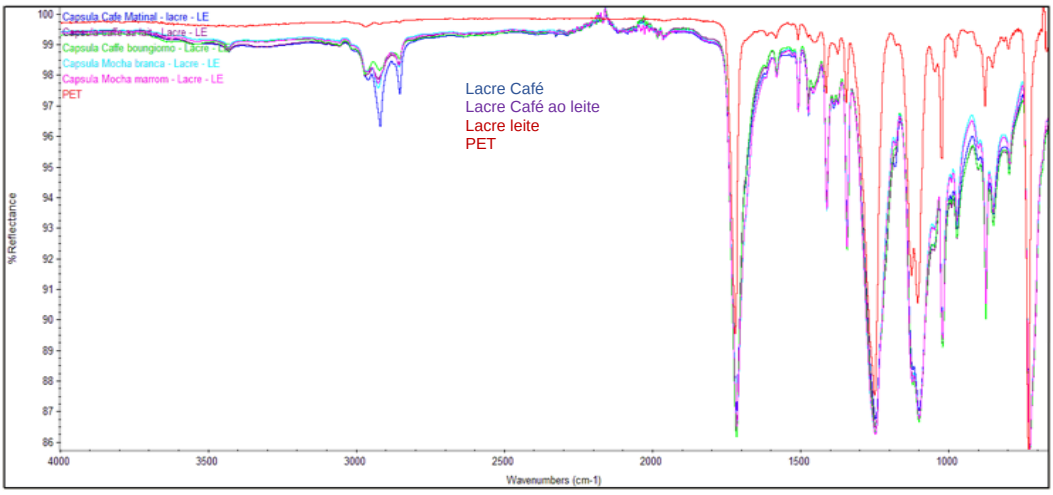


Figura 12. Sobreposição de todos os espectros dos lados externos dos lacres versus PET.

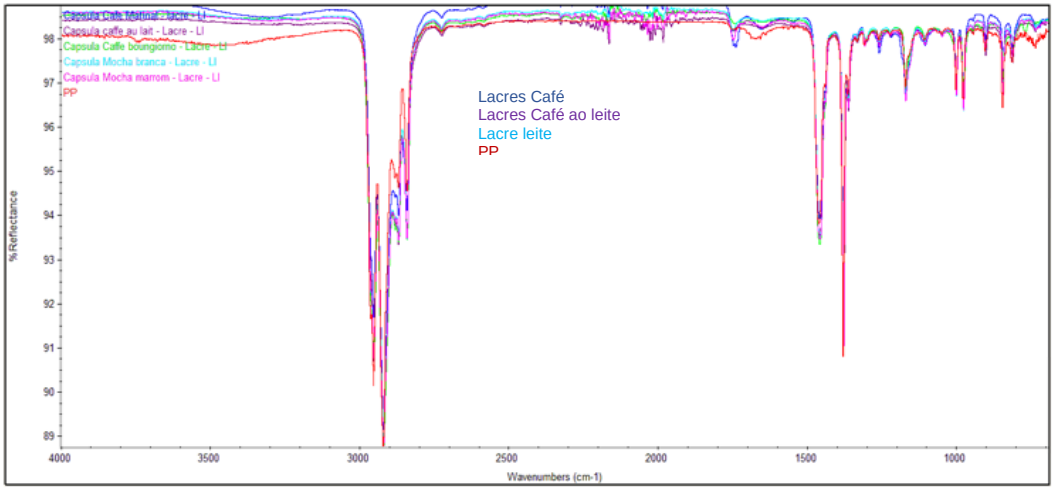


Figura 13. Sobreposição de todos os espectros dos lados internos dos lacres versus PP.

A figura 14 mostra o espectro das amostras de Liners transparentes apresentaram bandas características de polipropileno e uma banda em 1748 cm^{-1} característica de ligação C=O, podendo indicar a presença de EVA ou Acrilato.[11]

ISSN 2446-7618

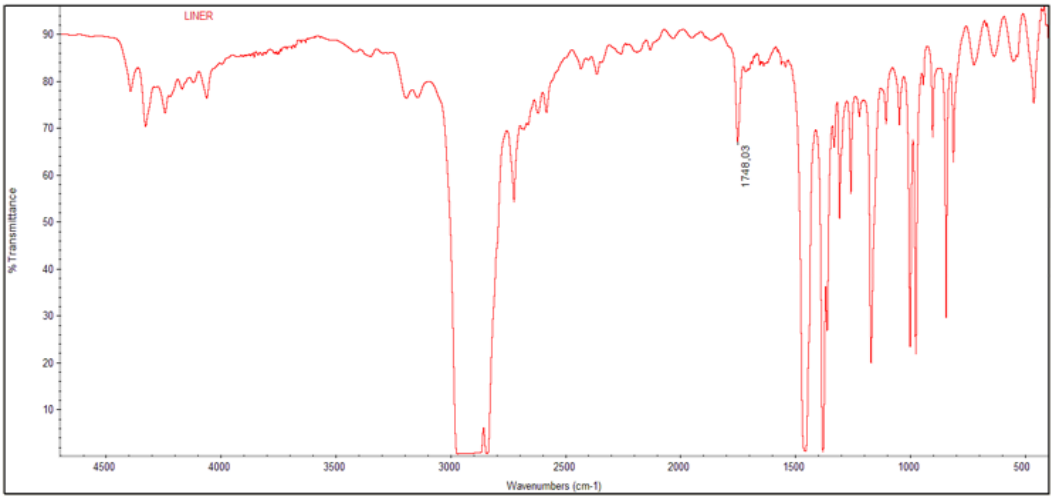


Figura 14. Espectro da amostra de *liner* transparente.

Uma possível estratégia de reciclagem poderia englobar todos os tipos de cápsulas, visto que todas apresentam composição semelhante. Reciclagem mecânica poderia ser empregada neste caso, sendo importante ressaltar a etapa de lavagem como uma etapa de valor no processo devido a grande quantidade de matéria orgânica (borra do café ou gordura do leite) nas amostras, após esta etapa o resíduo poderia ser seco e moído para então seguir ao reprocessamento por extrusão.

4 CONCLUSÃO

Com base no estudo realizado, é possível observar através das análises de DSC e FTIR que o polipropileno é o material majoritário na composição das embalagens de cápsulas de café (juntamente com os lacres) da marca Nestlé Dolce. Foi possível identificar a presença de outros dois materiais em menor quantidade, PET e EVOH, comprovando a característica da embalagem multicamada. A presença de pigmentos e cargas na composição das embalagens pode ter causado interferência na análise de FTIR, o que dificultou a identificação de algumas bandas no espectro. Por fim é possível realizar reciclagem mecânica dos diferentes tipos de cápsulas juntas, utilizando a mesma estratégia de reciclagem mecânica.

Agradecimentos

À UFRGS e ao LAPOL pelo apoio concedido. Aos colegas e bolsistas pelo auxílio. Aos amigos e voluntários que doaram as cápsulas colaborando com o estudo.

ISSN 2446-7618

REFERÊNCIAS

1. ZANIN, Maria; MANCINI, Sandro Donnini. **Resíduos plásticos e reciclagem: aspectos gerais e tecnologia.** SciELO-EdUFSCar, 2015.
2. ABIPLAST. Disponível em: < http://www.abiplast.org.br> Acesso em: outubro de 2020.
3. Euromonitor, 2017. Tendências do Mercado de Café, Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC).
4. CICLO VIVO. **Ciclo vivo**: por um mundo melhor, 2020. Planeta/Meio Ambiente. Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/planeta/meio-ambiente/dolce-gusto-coleta-reciclagem-capsulas/>. Acesso em: outubro de 2020
5. FOLHA UOL. **Folha de São Paulo**: Seminários folha, 2017. Start-up recicla resíduos indesejados, das cápsulas de café às fraldas. Disponível em:<https://www1.folha.uol.com.br/seminariosfolha/2017/10/1924747-start-up-recicla-residuos-indesejados-das-capsulas-de-cafe-as-fraldas.shtml> Acesso em: outubro de 2020.
6. LIBERMAN, Susana et al. Poly (propylene) Heterophasic Copolymers: Molecular Structure Analysis through Fractionation Techniques. Macromolecular Symposia, [s.l.], v. 330, n. 1, p.30-41, ago. 2013. Wiley. http://dx.doi.org/10.1002/masy.201300024.
7. CORRÊA, A. X. **Avaliação da influência da degradação com peróxidos nas propriedades de polipropileno randômico com eteno ou buteno**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 89. 2007.
8. DE OLIVEIRA, M. C. B. R., **Gestão de Resíduos Plásticos Pós-Consumo: Perspectivas para a Reciclagem no Brasil**. Dissertação de M.Sc., UFRJ/COPPE, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2012.
9. SERRANTI, S.; BONIFAZI, G. **Techniques for separation of plastic wastes**. [s.l.] Elsevier Ltd, 2019.
10. MARK, James E. **Polymer Data Handbook:** Oxford University Press. 2 ed.1999.
11. MOHAMED, M. et al. Fourier Transform Infrared (FTIR): Spectroscopy. **Membrane Characterization**: Elsevier Inc, Universiti Teknologi Malaysia, 2017.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE

9º Seminário de Inovação e Tecnologia do IFSul
9th Innovation and Technology Seminar IFSul
10 a 13 de Novembro / November 10th to 13th, 2020
Sapucaia do Sul – RS – Brasil

inovtec
ISSN 2446-7618

EMPREENDEDORISMO SOCIAL E INOVAÇÃO SOCIAL: QUAL É O PANORÂMA DAS PESQUISAS NACIONAIS?

da Rosa, A. C. [1]
dos Anjos, M. E. [2]
Collatto, D.C. [3]
Manganeli, M. T. [4]
Daniel, V. M.[5]
Silva, J. M.[6]

[1]*Mestra em Administração, Ana Claudia da Rosa, IFFar/FW, ana.rosa@iffarroupilha.edu.br*
[2]*Acadêmica do Curso Técnico em Eventos, Maria Eduarda dos Anjos, IFSul/Sapucaia do Sul, mariadosxnjos@gmail.com*
[3]*Doutora em Engenharia da Produção e Sistemas, Dalila Cisco Collatto, IFSul/Sapucaia do Sul, dalilacollatto@sapucaia.ifsul.edu.br*
[4]*Mestra em Ciências Contábeis, Marineiva Teresinha de Melo Manganeli, IFSul/Sapucaia do Sul, marineivamanganeli@sapucaia.ifsul.edu.br*
[5]*Doutora em Administração, Vanessa Marques Daniel, IFSul/Sapucaia do Sul, e-mail: nessa.daniel@gmail.com*
[6]*Mestra em Educação, Janaina Marques Silva, IFSul/Sapucaia do Sul, janainasilva@sapucaia.ifsul.edu.br*

Resumo
O objetivo da atual pesquisa foi realizar uma análise descritiva das pesquisas nacionais envolvendo as temáticas de empreendedorismo social e inovação social. Para responder ao objetivo realizou-se um estudo de caráter descritivo e conceitual, por meio de pesquisa bibliométrica nos Anais da ANPAD, utilizando as palavras chaves empreendedorismo social e inovação social. A partir das leituras realizadas, evidenciou-se que não existe uma definição precisa na literatura acerca desses dois conceitos, , sendo que diversos autores buscam investigar a literatura para permitir um aprofundamento teórico deste tema, bem como para entender suas relações.
Palavras-chaves: Empreendedorismo social; Inovação social; Pesquisa bibliométrica; Anais da ANPAD.

SOCIAL ENTREPRENEURSHIP AND SOCIAL INNOVATION: WHAT IS THE OVERVIEW OF NATIONAL RESEARCH?

Abstract
The objective of the current research was to carry out a descriptive analysis of national research involving the themes of social entrepreneurship and social innovation. To answer the objective, a descriptive and conceptual study was carried out, through bibliometric research in the Annals of ANPAD, using the keywords social entrepreneurship and social innovation. From the readings carried out, it became evident that there is no precise definition in the literature about social entrepreneurship and social innovation, and several authors seek to investigate the literature to allow a theoretical deepening of this theme, as well as to understand its relationships.
Keywords: Social entrepreneurship; Social innovation; Bibliometric research; ANPAD proceedings.

ISSN 2446-7618

1 INTRODUÇÃO

Cruz (2013) afirma que o empreendedorismo social está despertando o interesse tanto nos estudos acadêmicos, quanto nas práticas cotidianas como uma possibilidade de enfrentamento e iniciativas que contribuem para redução dos problemas sociais. Porém, de acordo com o autor há uma fragmentação e falta de consenso por parte de estudiosos com relação ao conceito de empreendedorismo social (NAJBERG; CARVALHO; FERREIRA, 2016). De acordo com Carmona et al. (2017), o conceito de empreendedorismo social necessita de uma definição mais precisa, pois atualmente caracteriza-se como um campo de estudo em construção. Conforme os mesmos autores, apesar de a maioria dos artigos apresentar a questão social como base, a literatura sobre essa temática demonstra ser dispersa.

O “empreendedorismo social (ES) é um tema considerado relativamente jovem” (REY-MARTÍ; RIBEIRO-SORIANO; SÁNCHES-GARCIA, 2016, p. 2067), contudo está ganhando a atenção e destaque nas pesquisas, motivado pela sua importante contribuição para a sociedade (ALVORD; BROWN; LETTS, 2004). Diante disso, Lumpkin et al. (2013) destaca que o atual interesse e procura pelo assunto pode ser evidenciado pelo aumento de estudos e diversos eventos sobre esse tema.

Outra temática que vem ganhando destaque nas reflexões acadêmicas por apresentar, como característica básica, a procura a procura por iniciativas, projetos e ações que vá ao encontro da redução dos problemas de ordem social é a Inovação Social (SEGATTO; SILVA; JUSTEN, 2019). Na visão de Mulgan (2006) e Nicholls, Simon e Gabriel (2015), a característica essencial da inovação social encontra-se tanto na criação de valor social como na busca pela melhoria da qualidade de vida.

Devido a diversidade dos conceitos sobre inovação social, existe um certo conflito interno acerca desta definição conceitual (CASINI et al., 2018), dificultando a existência de uma única definição que seja amplamente aceita e difundida entre os pesquisadores (AYOB; TEASDALE; FAGAN, 2016). Portanto, inovação social, tem-se apresentado como um conceito polissêmico, trazendo uma multiplicidade de sentidos.

Evidenciando este interesse por parte dos pesquisadores pelos conceitos de inovação social e empreendedorismo social (CUNHA; BENNEWORTH, 2014), constatou-se que existem lacunas conceituais e da associação dos conceitos (HENRY; NEWTH; SPILLER, 2018). Nesse contexto, existe a necessidade de pesquisas que investiguem de forma conjunta as temáticas de empreendedorismo social e a inovação social, no intuito de promover uma compreensão compartilhada da relação conceitual entre eles (PHILLIPS et al., 2015).

Para Gandhi e Teixeira (2019), as pesquisas sobre empreendedorismo social e inovação social estão em estágios diferentes, contudo, apresentam pontos em comum. Desse modo, apesar das pesquisas sobre empreendedorismo social estarem mais avançadas, ainda existem lacunas teóricas (LUBBERINK et al., 2018). Além disso, as pesquisas sobre a temática inovação social também necessitam de ampliação e maior aprofundamento (PHILLIPS et al., 2015). Na pesquisa bibliométrica de Silveira e Zilber (2015), na base de dados SCOPUS, evidenciou-se que palavras-chave mais citadas são inovação e empreendedorismo social, mostrando a complementariedade desses temas.

Diante desse contexto, o objetivo da atual pesquisa foi realizar uma análise descritiva das pesquisas nacionais envolvendo as temáticas de empreendedorismo

ISSN 2446-7618

social e inovação social. Para responder ao objetivo realizou-se um estudo de caráter descritivo e conceitual, por meio de pesquisa bibliométrica nos Anais da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (ANPAD), utilizando as palavras chaves empreendedorismo social e inovação social.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

As bases teóricas da atual pesquisa concentram-se nas temáticas de empreendedorismo social e inovação social, cujos aspectos são discutidos na sequência.

2.1 Empreendedorismo social

Por tratar-se de um elemento relevante na evolução dos cenários econômicos, o empreendedorismo apresenta-se como um objeto de estudo de diversas áreas do conhecimento, dentre elas: Administração; Economia; Educação; Sociologia; Psicologia, dentre outras (FLORY; ANDREASSI; TEIXEIRA, 2013). Conforme Santos, Leite e Fonseca (2014), o empreendedorismo é importante pois, dado o auto índice de desemprego, fomenta e incentiva outras possibilidades de renda pra além das encontradas somente nos contratos de trabalho formais. Incentiva a criatividade, liderança, o espírito empreendedor e a geração de novos empreendimentos que, quando da perspectiva do empreendedorismo social, pretende melhorar a qualidade de vida local a partir da geração de renda em ações e atividades que envolvem o trabalho colaborativo.

Gandhi e Teixeira (2019) afirmam que o empreendedorismo social pode ser considerado um subcampo do empreendedorismo (AUSTIN et al., 2006; CHOI; MAMJUDAR, 2014; TRACEY; SCOTT, 2017; LUBBERINK et al., 2018). Além disso, destaca-se que o conceito de empreendedorismo social parte do pressuposto da combinação entre valor social e econômico, sendo possível a partir desse tipo de empreendedorismo o desenvolvimento de novos modelos de negócios inovadores com o intuito de solucionar os impasses da sociedade (MAIR; MARTI, 2006; MACKE et al., 2018; DWIVEDI; WEERAWARDENA, 2018; MIRVIS; GOOGINS, 2018). Portanto, Gandhi e Teixeira (2019, p. 2) destacam que o empreendedorismo social não pode ser definido como “apenas a replicação de algo já existente, mas também a criação de algo novo, tratando de um problema social, com uma estrutura organizada, com foco na mobilização de recursos necessários para solucionar tal problema”.

O empreendedorismo social, por caracterizar-se como um conceito altamente contextual, Dey e Steyaert (2010) e Nicholls (2010) enfatizam que ele pode ser compreendido de diferentes maneiras, de acordo com a ideologia e os objetivos das instituições que o colocam em prática, como citado anteriormente, um conceito polissêmico. Contudo, pesquisas relevantes trazem na sua definição como a busca de uma missão social com base no uso de estratégias sociais (BACQ; JANSSEN, 2011).

Mair e Marti (2006) enfatizam três grandes visões sobre a caracterização do empreendedorismo social:

- Uma iniciativa sem fins lucrativos que objetiva a criação de valor social (AUSTIN et al., 2006).
- Prática de ações comerciais socialmente responsáveis, engajadas por meio de parcerias setoriais (SAGAWA; SEGAL, 2000).

ISSN 2446-7618

- Um evento que apresenta como propósito a diminuição de problemas, bem como possibilitar transformações no âmbito social (ALVORD; BROWN; LETTS, 2004).

Na definição do conceito de empreendedorismo social, Carmona et al. (2017) apontam que existem dois elementos principais, sendo eles o elemento social e empreendedor. Assim Sagawa e Segal (2000) afirmam que o elemento social encontra-se relacionado às práticas socialmente responsáveis nos negócios. Já o elemento empreendedor encontra-se relacionado com aspectos do perfil do empreendedor social, bem como com a natureza empreendedora (MAIR; MARTI, 2006).

Felício, Gonçalves e Gonçalves (2013) definem o empreendedorismo social como sendo um processo que permite a criação de valor social por meio da busca por soluções para os mais diversos problemas sociais por meio de estratégias de inovação. Assim sendo, pode-se afirmar que os empreendedores sociais buscam preencher as lacunas onde os governos falham, bem como onde o setor privado acredita que as recompensas podem ser menores do que os riscos envolvidos (NGA; SHAMUGANATHAN, 2010).

Para Fischer (2013), os empreendimentos sociais buscam rentabilidade no mercado, contudo, a utilizam para satisfazer a uma determinada finalidade social. Portanto, a diferença entre os empreendimentos caracterizados como sociais e aqueles considerados “tradicionais” encontra-se na união entre retorno monetário e impacto positivo social e ambiental.

Souza, Xavier Filho e Sousa (2013) também enfatizam que existe uma discussão sobre o caráter “social” do empreendedorismo social, refletindo como uma característica que o distingue do empreendedorismo tradicional. Sobre isso, Mair e Martí (2006) destacam que o empreendedorismo social se difere no empreendedorismo tradicional, pois o empreendedorismo de cunho social vai ao encontro das demandas sociais, modificando-as e, portanto, promovendo modificações e melhorias na comunidade.

Devido às mais diversas demandas sociais e as falhas, abre-se espaço para a atuação individual ou de organizações, os quais podem basear-se no empreendedorismo para possibilitar o enfrentamento das mais variadas questões sociais (NAJBERG; CARVALHO; FERREIRA, 2016). O empreendedor social vai mobilizar esforços com desenvolvimento humano, apresentando soluções para os mais diversos problemas sociais (combate à pobreza, combate a violência, inserção dos excluídos aos direitos básicos, dentre outros) (ÁVILA et al., 2014).

O empreendedorismo social pode englobar diversos domínios, como, por exemplo, os estudos empresariais, inovação social e gestão sem fins lucrativos, não estando limitado a apenas ao empreendedor social ou à empresa social (DACIN, DACIN; TRACEY, 2011). Portanto, pode afirmar-se que a inovação social pode estar inserida no contexto do empreendedorismo social.

2.2 Inovação social

A inovação social está ganhando enfoque no âmbito acadêmico principalmente após o ano 2000 (PHILLIPS et al., 2015). De acordo com Phills, Deiglmeier e Miller (2008, p. 36), a inovação social pode ser definida como “uma nova solução para um problema social que é mais eficaz, eficiente, sustentável ou

ISSN 2446-7618

justa do que as soluções existentes e para o qual o valor criado se acumula principalmente para a sociedade como um todo, em vez de indivíduos privados".

Para Mulgan (2006, p. 146, traduzido por SILVA; SEGATTO; CARLI, 2019), a inovação social envolve “atividades e serviços inovadores que são determinados pela meta de atender a uma necessidade social e que são difundidos por meio de empresas cujos objetivos principais são sociais”.

A partir desses conceitos, pode-se afirmar que a inovação social atua nos problemas críticos que os governos e políticas públicas e políticas públicas não resolvem, deixando assim uma lacuna em busca de soluções, como por exemplo: questões climáticas, epidemias, e as mais diversas formas de desigualdades (gênero, racial, social). com o intuito de contribuir com iniciativas que vá ao encontro de solucionar esses problemas, a inovação social faz o uso de novos modelos que promovam a colaboração e cooperação (MURRAY; CAULIER-GRICE; MULGAN, 2010).

Nicholls e Murdock (2012) distinguem a inovação social em três níveis:

- Incremental: identifica e resolve falhas existentes no mercado;
- Institucional: reestrutura padrões e estrutura para criar novos valores sociais;
- Disruptivo: altera as referências, mudando o sistema e a estrutura social.

Portanto, apesar da grande diversidade de definições sobre inovação social, pode-se evidenciar que existe um consenso pelos autores, os quais afirmam que este modelo de inovação se refere a novas soluções que são fornecidas como solução aos desafios sociais, promovendo novas relações e práticas sociais (MULGAN; TUCKER; SUNDERS, 2007; CAJAIBA-SANTANA, 2014).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A atual pesquisa apresenta como objetivo realizar uma análise descritiva das pesquisas nacionais sobre as temáticas empreendedorismo social e inovação social. Para atingir ao objetivo, realizou-se uma pesquisa de caráter o teórico-descritivo, com a coleta realizada por meio de pesquisa bibliométrica. Na seção anterior, foi apresentada a base conceitual sobre as temáticas de empreendedorismo social e inovação social, revelando o caráter conceitual do atual estudo. Essa pesquisa possui caráter descritivo, pois objetiva realizar uma análise descritiva sobre determinado assunto.

De acordo com Tiscoski, Rosolen e Comini (2013, p. 6), “a bibliometria é uma técnica quantitativa de medição dos índices de produção e disseminação do conhecimento científico”. Além disso, para Araujo (2006) Esse tipo de pesquisa caracteriza-se pela utilização de diversas técnicas estatísticas para possibilitar a descrição de aspectos da literatura.

Na visão de Quevedo-Silva et al. (2016), antes de realizar uma pesquisa com caráter bibliométrico, é importante compreender sobre o tema que será pesquisado, com intuito de definir as palavras-chaves, as quais devem abordar o principal tema da pesquisa. No segundo momento, os mesmos autores afirmam que se torna necessário definir os filtros da busca (tempo de pesquisa, área e subárea, apenas artigos publicados em periódicos ou em anais de eventos e idioma da publicação). Desse modo, antes da realização da pesquisa, foram realizadas leituras exploratórias para proporcionar aprofundamento teórico, evidenciaram-se os termos mais adequados para realização da pesquisa nas bases científicas.

ISSN 2446-7618

Após as leituras preliminares, realizadas em diversas bases científicas, foram definidas as seguintes palavras-chaves: empreendedorismo social e inovação social. Os filtros de busca envolveram a definição da base de dados para coleta das informações. Desse modo, foi escolhida a base de dados dos Anais da ANPAD. Não se definiu um limite de tempo ou eventos específicos, com o intuito de verificar a evolução das publicações desde o primeiro evento realizado na ANPAD até o ano de 2020. A pesquisa foi realizada durante o mês de setembro de 2020, que inicialmente foram analisados os títulos e resumos dos artigos, para evidenciar se contemplavam a temática e após foi realizada uma leitura completa dos artigos.

A escolha desse universo foi intencional, pois, a ANPAD pode ser considerada o principal órgão de interação da área da Administração, envolvendo programas associados, grupos de pesquisa da área e a comunidade internacional (ANPAD, 2020). Os eventos da ANPAD são considerados os maiores eventos nacionais acadêmicos e científicos da área da Administração (TISCOSKI; ROSOLEN; COMINI, 2013). Tiscoski, Rosolen e Comini (2013) também enfatizam que, como os eventos da ANPAD são anuais, as pesquisas apresentadas são atuais e indicam tendências para os futuros estudos.

As etapas da atual pesquisa bibliométrica podem ser evidenciadas na Figura 1.

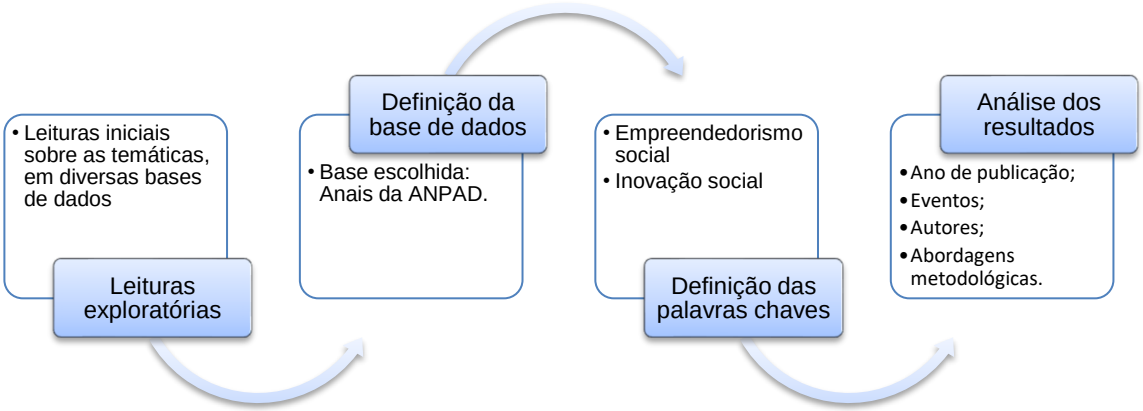


Figura 1. Etapas da pesquisa bibliométrica
Fonte: Autores (2020)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para melhor compreensão, primeiro é apresentado o panorama geral dos resultados da pesquisa. Após, discute-se os resultados sobre as pesquisas sobre empreendedorismo social e por fim os resultados envolvendo a temática de inovação social.

3.1 PANORÂMA GERAL DAS PUBLICAÇÕES

Nos Anais da ANPAD, foram encontrados 30 artigos com o termo “empreendedorismo social” e 56 artigos com o termo “inovação social”. Na Tabela 1 é apresentado, de forma sintética, o resultado das buscas nos Anais da ANPAD.

ISSN 2446-7618

Tabela 1. Resultados Anais da ANPAD

Tópico pesquisado	**Empreendedorismo social**	**Inovação social**
Resultados		
Número de artigos encontrados e analisados	30	56

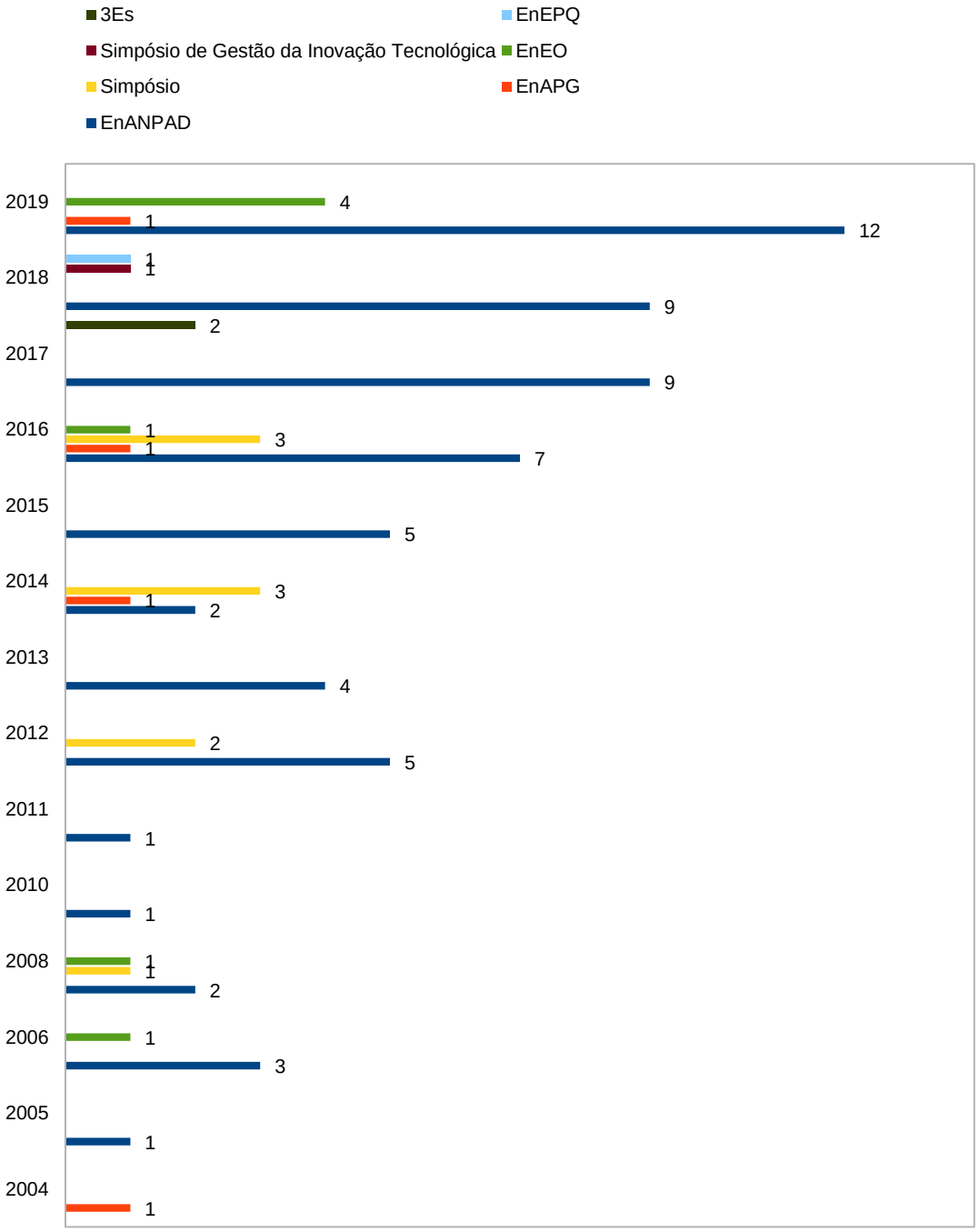
Fonte: ANPAD (2020).

A partir das informações apresentadas no Gráfico 3, pode-se verificar que o primeiro artigo foi no ano de 2004. Também se evidenciou que a maioria dos artigos foram publicados e apresentados no Encontro da ANPAD (EnANPAD), com 62 artigos, sendo 1 artigo no ano de 2005, 3 artigos em 2006, 2 artigos em 2008, 1 artigo em 2010, 1 artigo em 2011, 5 artigos em 2012, 4 artigos em 2013, 2 artigos em 2014, 5 artigos em 2015, 7 artigos em 2016, 9 artigos em 2017, 10 artigos em 2018 e 12 artigos em 2019.

No Encontro de Marketing da ANPAD (EMA), foram publicados e apresentados 6 artigos, sendo 4 no ano de 2018, 1 artigo em 2016 e, também, 1 artigo em 2014. No Encontro de Estudos Organizacionais da ANPAD (EnEO), foi encontrado 1 artigo no ano de 2019. Por fim, no Encontro de Administração Pública da ANPAD (EnAPG), foi encontrado 1 artigo no ano de 2016. Além disso, destaca-se que as principais divisões/temas de interesse envolveram Marketing, bem como Inovação, Tecnologia e Empreendedorismo. Esses dados podem ser visualizados no Gráfico 3.

ISSN 2446-7618

Gráfico 3. Publicações Anais da ANPAD



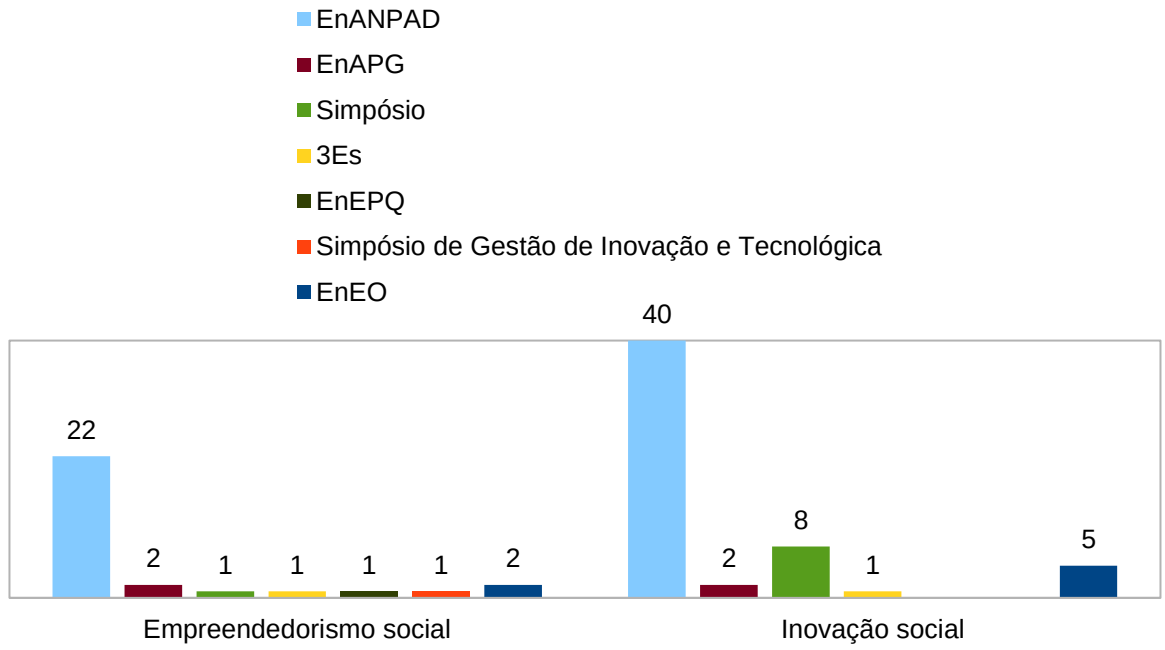
Fonte: Elaborado com base nas informações coletadas nos Anais da ANPAD (2020).

Com o intuito de comparar os resultados dos termos pesquisados e seus respectivos eventos, evidenciou-se que 22 artigos com o termo “empreendedorismo social” foram encontrados no EnANPAD, 2 artigos foram encontrados no EnAPG, 1 artigo foi encontrado Simpósio, 1 artigo no 3Es, 1 no EnEPQ, 1 no Simpósio de Gestão da Inovação e Tecnológica e 2 artigos no EnEO. Além disso, 40 artigos foram encontrados com o termo “inovação social” no EnANPAD, 5 no EnEO, 8 no Simpósio, 2 no EnAPG e 1 artigo no 3Es. Desse modo, é possível verificar que o

ISSN 2446-7618

principal evento e meio de publicações é o EnANPAD e o termo mais utilizado é inovação social. Esses resultados podem ser evidenciados no Gráfico 4.

Gráfico 4. Resultados das pesquisas por termos nos Anais da ANPAD



Fonte: Elaborado com base nas informações coletadas nos Anais da ANPAD (2020).

Portanto, evidenciou-se que a primeira publicação sobre as temáticas nos Anais da ANPAD foi no ano de 2004, ganhando destaque o evento ENANPAD, com o maior número de publicações sobre empreendedorismo social e inovação social.

3.1 PESQUISAS SOBRE EMPREENDEDORISMO SOCIAL

Dentre os artigos de empreendedorismo social, sobre as abordagens metodológicas ganhou destaque a realização de pesquisas de caráter qualitativo, sendo 26 artigos, representando 86,7% das 30 pesquisas envolvendo a temática. Essas pesquisas qualitativas utilizaram diversas abordagens (forma de coleta de dados e técnicas de análise): estudos de caso, por meio de técnicas de entrevista e pesquisa documental (por exemplo: BAGGIO, QUEIROZ, CUNHA, 2019), revisão sistemática da literatura (por exemplo: GANDHI; TEIXEIRA, 2019), Grounded Theory (BRUNELLI; CAVAZOTTE, 2019), dentre outros.

As pesquisas de caráter quantitativo encontradas (4 artigos, representando 13,3% das pesquisas) utilizaram abordagens *survey*, por meio da aplicação de questionários e realização de levantamentos (por exemplo: ROSSONI; ONOZATO; HOROCHOVSKI, 2006), bem como pesquisas bibliométricas (por exemplo: TISCOSKI; ROSOLEN; COMINI, 2013).

Indo ao encontro desses resultados, na pesquisa de Melo et al. (2016), as autoras também verificaram que dentre os estudos de Empreendedorismo Social publicados nos Anais da ANPAD existe a predominância de estudos teórico-empíricos. Além disso, as autoras também enfatizam que neste tema, “a quantidade

ISSN 2446-7618

de estudos teóricos diminui, e os empíricos aumentam" durante o período de análise, na tentativa de compreender melhor o fenômeno, sendo que existe uma carência de estudos teóricos para melhor discussão.

Carmona et al. (2017) realizaram uma pesquisa bibliométrica na base de dados scopus sobre a temática empreendedorismo social. Sobre as tendências futuras de pesquisas na área, os autores elencaram diversos apontamentos, como a necessidade de validação de instrumentos de coletadas de dados, estudos sobre sucesso, casos de empreendedorismos e motivação nas relações sociais, estudos sobre o desenvolvimento de iniciativas que envolvam o empreendedorismo social nas escolas; dentre outros.

Na pesquisa de Tiscoski, Rosolen e Comini (2013), os autores realizaram um mapeamento da produção científica dos últimos quinze anos sobre o tema, tanto no âmbito nacional quanto internacional. No âmbito nacional, os autores realizaram uma pesquisa nas bases Spell, Scielo e Anais da ANPAD. Desse modo, evidenciaram que não existem pesquisadores que se destacam por publicarem mais sobre o assunto, e sobre o método de pesquisa verificaram que existe uma predominância de estudos qualitativos.

Além disso, na sua pesquisa, Tiscoski, Rosolen e Comini (2013, p. 15) também evidenciaram que "o assunto é contemporâneo, encontra-se em estágio de desenvolvimento e que existem diversas terminologias presentes nas discussões acadêmicas, tanto no país quanto no mundo, referentes a este tema". Os mesmos autores, também enfatizam que o aumento dos valores de investimentos voltados para este tipo de empreendimento tem despertado o interesse de diversas reportagens na mídia. Neste sentido, para os autores, a academia deveria acompanhar e analisar com mais profundidade a evolução deste tipo de iniciativas, analisando de forma crítica e criteriosa os resultados de sua ação.

3.2 PESQUISAS SOBRE INOVAÇÃO SOCIAL

A partir das buscas nos Anais da ANPAD, foram encontrados 56 artigos envolvendo a temática de inovação social. Dentre os 56 artigos encontrados, 100% utilizaram abordagem qualitativa. Desse modo, sobre as abordagens metodológicas ganhou destaque a realização de pesquisas de caráter qualitativo, estando presente em praticamente todas as pesquisas encontradas. Desse modo, as pesquisas realizaram as mais diversas técnicas de estratégia de pesquisa e forma de coleta: estudo de caso (por exemplo: SILVA; CAVALCANTE, 2019), entrevistas (por exemplo: FRANZONI; SILVA, 2016), revisão da literatura (por exemplo: SOUSA; SEGATTO; SILVA, 2017), pesquisa bibliométrica (por exemplo: BATAGLIN et al., 2019), pesquisa documental (por exemplo: SEGATTO; SILVA; JUSTEN, 2019) dentre outros. Como técnicas de análise, ganhou destaque a análise de conteúdo.

Corroborando com esses resultados, a pesquisa bibliométrica de Moreira, Santos e Cabral (2017), realizada em diversos períodos nacionais, evidenciou um crescimento no número de pesquisas sobre inovação social, principalmente a parir do ano de 2013, sendo que no ano de 2016 ocorreu o maior número de publicações. Os autores também constataram que a maioria das pesquisas apresentam natureza qualitativa, sendo que nenhum trabalho apresentou natureza quantitativa e três foram classificados como estudos mistos. Além disso, os autores também

ISSN 2446-7618

verificaram que a análise de conteúdo caracteriza-se como a técnica de análise predominante.

Indo ao encontro desses resultados, na pesquisa de Melo et al. (2016), as autoras evidenciaram que as pesquisas de Inovação caracterizam-se, principalmente, como teórico-empíricos, adotando principalmente uma abordagem qualitativa, por meio do estudo de caso. Além disso, as autoras também destacam que existem alguns estudos teóricos e poucos estudos empíricos, revelando uma preocupação da área em entender o fenômeno.

Referente aos objetivos propostos pelas pesquisas, Melo et al. (2016) identificaram que existe uma certa abrangência dos objetivos almejados pelos estudos. Com relação às pesquisas sobre Inovação Social, Melo et al. (2016, p. 9) afirmam que, de modo geral, os autores buscaram a compreensão do fenômeno, "seja por meio de um *framework* teórico, seja por comparação a outro conceito ou, simplesmente, a partir de um estudo empírico onde a Inovação Social é identificada." As mesmas autoras acreditam que isso deve-se ao fato que as pesquisas sobre essa temática são recentes e não existe um consenso sobre a definição dentre as pesquisas.

4 CONCLUSÃO

A atual pesquisa buscou realizar um mapeamento das pesquisas nacionais acerca das temáticas de empreendedorismo social e inovação social. Para isso, realizou-se uma busca de termos nos Anais da ANPAD durante o mês de setembro de 2020.

A partir dos resultados, verificou-se que a primeira publicação nos eventos da ANPAD foi no ano de 2004. Além disso, o principal evento que aborda essas temáticas é o ENANPAD. Além disso, destaca-se que as principais divisões/temas de interesse envolveram Marketing, bem como Inovação, Tecnologia e Empreendedorismo.

Sobre procedimentos metodológicos, ganham destaque as abordagens qualitativas. Esse aspecto também foi evidenciado em pesquisas bibliométricas realizadas (TISCOSKI; ROSOLEN; COMINI, 2013; MELO et al., 2016). Quanto a forma de coleta de dados, existe a predominância de técnicas de entrevista, pesquisa documental, pesquisa bibliográfica, observação, sendo que o estudo de caso ganha destaque.

A partir das leituras realizadas, evidenciou-se que não existe uma definição precisa na literatura acerca do empreendedorismo social e inovação social, sendo assim um conceito polissêmico, onde diversos autores buscam investigar a literatura para permitir um aprofundamento teórico deste tema, bem como para entender suas relações.

Como limitações do atual estudo pode-se citar a realização de buscas em apenas uma base científica, o que pode limitar os resultados. Além disso, não se realizou uma leitura aprofundada dos artigos, tendo em vista que o objetivo da atual pesquisa era expor um panorama.

Portanto, sugere-se que novas pesquisas sejam realizadas em diversas bases científicas, permitindo um panorama mais analítico das pesquisas sobre empreendedorismo social e inovação social. Do mesmo modo, sugere-se que sejam realizadas leituras mais aprofundadas para compreensão das teorias de base, na

ISSN 2446-7618

tentativa de uma definição dos conceitos. Contudo, a atual pesquisa atingiu os seus objetivos e pode contribuir para ampliação das pesquisas sobre empreendedorismo social e inovação social.

Agradecimentos
As autoras agradecem pelo apoio recebido da Pró-reitoria de Pesquisa, Inovação e Pós-graduação do Instituto Federal Sul-rio-grandense para a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALVORD, S. H.; BROWN, L. D.; LETTS, C.W. Social entrepreneurship and societal transformation an exploratory study. **The journal of applied behavioral science**, v. 40, n. 3, p. 260-282, 2004.
ARAUJO, C.A. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. Em Questão, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 11-32, jan./jun. 2006.
ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO (ANPAD). Disponível em: <http://www.anpad.org.br/pesquisa_resultado.php> Acesso em: 10 set. 2020.
AUSTIN, J. et al. Social and Commercial Entrepreneurship: Same, Different, or Both? **Entrepreneurship: Theory e Practice**, v. 30, n. 1, p. 1-22, 2006.
AUSTIN, J. et. Al. Social and Commercial Entrepreneurship: Same, Different, or Both? **Entrepreneurship Theory and Practice**, v. 30, n. 1, 2006.
AYOB, N.; TEASDALE, S.; FAGAN, K. How social innovation "Came to Be": Tracing the evolution of a contested concept. **Journal of Social Policy**, v. 45, n. 4, 635–653, 2016.
BACQ, S.; JANSSEN, F. The multiple faces of social entrepreneurship: A review of definitional issues based on geographical and thematic criteria. **Entrepreneurship & Regional Development**, v. 23, 373-403, 2011.
BAGGIO, M. C.; QUEIROZ, G. C.; CUNHA, C. L. Atravessando Pontes: A Banca E O Empreendedorismo Social Periférico No Jardim Ângela. In: ENCONTRO DA ANPAD (ENANPAD), XLIII., 2019, São Paulo. **Anais...** São Paulo; 2019.
BATAGLIN, J. C. et al. Inovação Social: um Estudo da Publicação Científica Internacional por meio da Análise de Redes. In: ENCONTRO DA ANPAD (ENANPAD), XLIII., 2019, São Paulo. **Anais...** São Paulo; 2019.
BRUNELLI, M. DE Q.; CAVAZOTTE, F. Atributos Essenciais De Liderança No Empreendedorismo Social: Uma Pesquisa Exploratória. In: ENCONTRO DA ANPAD (ENANPAD), 2018, Curitiba/PR. **Anais...** Curitiba/PR; 2018.
CAJAIBA-SANTANA, G. Social innovation: Moving the field forward. A conceptual framework. **Technological Forecasting and Social Change**, 82, 42-51, 2014.
CARMONA, V. C. et al. Empreendedorismo Social: Conhecimento Acumulado, Estratégias E Tendências De Pesquisas Na Área De Negócios. In: ENCONTRO DE ESTUDOS EM ESTRATÉGIA (Es), XVIII., 2017, Curitiba/PR. **Anais....** Curitiba/PR; 2017.
CASINI, A. et al. Is social innovation fostering satisfaction and well-being at work? Insights from employment in social enterprises providing long-term eldercare services. **Voluntas**, v. 6, n. 29, 1–17, 2018.
CHOI, N.; MAJUMDAR, S. Social entrepreneurship as na essentially contested concept: Opening a new avenue for systematic future research. **Journal of Business Venturing**, v. 29, n. 3, p. 363-376, 2014.
CRUZ, G. As duas faces do Empreendedorismo Social. **RAUnP**, v. 5, n. 1, 9-20, 2013.
CUNHA, J.; BENNEWORTH, P. Social entrepreneurship and social innovation: are both the same?. In: ICOPEV-2nd International Conference on Project Evaluation. **Anais...** Universidade do Minho, p. 75-84, 2014.

ISSN 2446-7618

DACIN, M. T.; DACIN, P. A.; TRACEY, P. Social Entrepreneurship: a critique and future directions. **Organization Science**, v. 22, n. 5, p. 1203-1213, 2011.
DEY, P.; STEYAERT, C. The politics of narrating social entrepreneurship. **Journal of Enterprising Communities: People and Places in the Global Economy**, v. 4, n. 1, 85-108, 2010.
DWIVEDI, A.; WEERAWARDENA, J. Conceptualizing and operationalizing the social entrepreneurship construct. **Journal of Business Research**, v. 86, p. 32-40, 2018.
FELICIO, J.; GONCALVES, H.; GONCALVES, V. Social value and organizational performance in non-profit social organizations: Social entrepreneurship, leadership, and socioeconomic context effects. **Journal of Business Research**, v. 66, n. 10, 2139-2146, 2013.
FISCHER, R. M.; COMINI, G. M. Sustainable Development: from responsibility to entrepreneurship. **Revista de Administração da USP**, jul-set, 2012.
FLORY, H.; ANDREASSI, T.; TEIXEIRA, M. A. C. Políticas Públicas de Empreendedorismo para a População de Baixa Renda: Transformando Necessidade em Oportunidades. **Cadernos Gestão Pública e Cidadania**, v. 18, n. 62, 2013.
FRANZONI, G. B.; SILVA, T. N. da. Inovação Social e Tecnologia Social: o caso da Cadeia Curta de Agricultores Familiares e a Alimentação Escolar em Porto Alegre/RS. In: ENCONTRO DA ANPAD (ENANPAD), XL., 2016, Costa do Saíupe/BA. **Anais...** Costa do Saíupe/BA; 2016.
GANDHI, I.; TEIXEIRA, R. M. Relações Conceituais Entre Empreendedorismo Social E Inovação Social: Uma Revisão Sistemática Da Literatura. In: ENCONTRO DE ESTUDOS ORGANIZACIONAIS (ENEO), X., 2019, Fortaleza/CE. **Anais....** Fortaleza/CE; 2019.
HENRY, E.; NEWTH, J.; SPILLER, C. Emancipatory Indigenous social innovation: Shifting power through culture and technology. **Journal of Management & Organization**, v. 23, n. 6, 2018.
LUBBERINK, R. et al. Innovation for Society: Towards a Typology of Developing Innovations by Social Entrepreneurs. **Journal of Social Entrepreneurship**, v. 9, n. 1, p. 52-78, 2018.
LUBBERINK, R. et al. Innovation for Society: Towards a Typology of Developing Innovations by Social Entrepreneurs. **Journal of Social Entrepreneurship**, v. 9, n. 1, p. 52-78, 2018.
LUMPKIN, G. T. et al. Entrepreneurial processes in social contexts: how are they different, if at all? **Small Business Economics**, v. 40, n. 3, p. 761-783, 2013.
MACKE, J. et al. Where do we go from now? Research framework for social entrepreneurship. **Journal of Cleaner Production**, v. 183, p. 677-685, 2018.
MAIR, J.; MARTI, I. Social entrepreneurship research: A source of explanation, prediction, and delight. **Journal of world business**, v. 41, n. 1, p. 36-44, 2006.
MELO, A. A. de. Et al. Inovação Social e Empreendedorismo Social: Trajetórias Delineadas nas Publicações da ANPAD. In: ENCONTRO DA ANPAD (ENANPAD), XL., 2016, Costa do Sauípe/BA. **Anais...** Costa do Sauípe/BA; 2016.
MIRVIS, Philip; GOOGINS, Bradley. Catalyzing Social Entrepreneurship in Africa: Roles for Western Universities, Ngos and Corporations. **Africa Journal of Management**, v. 4, n. 1, p. 57-83, 2018.
MOREIRA, T. P.; SANTOS, S. M da.; CABRAL, A. C. de A. Inovação Social: um Estudo Bibliométrico do Estado da Arte em Periódicos Nacionais da Área de Administração. In: ENCONTRO DA ANPAD (ENANPAD), 2017, São Paulo/SP. **Anais...** São Paulo; 2017.
MULGAN, G. The process of social innovation. **Inovations**, 1(2), 145–162, 2006.
MULGAN, G.; TUCKER, S.; ALI, R.; SANDERS, B. **Social Innovation:** What it is, why it matters and how it can be accelerated. Londres: The Basingstoke Press, 2007.
MURRAY, R.; CAULIER-GRICE, J.; MULGAN, G. **The open book of social innovation.** The Young Foundation, National Endowment for Science, Technology and the Arts, 2010.
Nacional e Internacional. In: ENCONTRO DA ANPAD (ENANPAD), XXXVII., 2013, Rio de Janeiro/RJ. **Anais...** Rio de Janeiro; 2013.

ISSN 2446-7618

NAJBERG, E.; CARVALHO, J. B. de; FERREIRA, V. da R. S. Prêmio Empreendedorismo Social: Quem são e o que fazem os empreendedores? In: ENCONTRO DA ANPAD (ENANPAD), XL., 2016, Costa do Saíupe/BA. **Anais....** Costa do Saíupe/BA; 2016.
NGA, J. K. H.; SHAMUGANATHAN, G. The Influence of Personality Traits and Demographic Factors on Social Entrepreneurship Start Up Intentions. **Journal Of Business Ethics**, v. 2, 2010.
NICHOLLS, A, SIMON, J.; GABRIEL, M. Introduction: dimensions of social innovation. In A Nicholls, J. Simon; M. Gabriel (Eds.), **New frontiers in social innovation research** (p. 1–29). Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2015.
NICHOLLS, A. The legitimacy of social entrepreneurship: Reflexive isomorphism in a pre-paradigmatic field. **Entrepreneurship: Theory and Practice**, v. 34, n. 4, 611-633, 2010.
NICHOLLS, A.; MURDOCK, A. The nature of social innovation. In: NICHOLLS, A.; MURDOCK, A. **Social Innovation:** Blurring Boundaries to Reconfigure Markets. London: Palgrave Macmillan, 2012.
PHILLIPS, W. et al. Social Innovation and Social Entrepreneurship: A Systematic Review. **Group & Organization Management**, 40(3), 428–461, 2015.
PHILLIPS, W. et al. Social Innovation and Social Entrepreneurship: A Systematic Review. **Group & Organization Management**, v. 40, n. 3, p. 428–461, 2015.
Phills, J.; Deiglmeier, K.; Miller, D. Rediscovering social innovation. **Stanford Social Innovation**, 6(4), 34–43, 2008.
QUEVEDO-SILVA, F. et al. Estudo Bibliométrico: Orientações Sobre Sua Aplicação. **Revista Brasileira de Marketing (REMark)**, v. 15, n. 2, Abril/Junho. 2016.
REY-MARTÍ, A.; RIBEIRO-SORIANO, D.; SÁNCHEZ-GARCÍA, J.L. Giving back to society: Job creation through social entrepreneurship. **Journal of Business Research**, v. 69, n. 6, p. 2067-2072, 2016.
ROSSONI, L.; ONOZATO, E.; HOROCHOVSKI, R. R. O Terceiro Setor e o Empreendedorismo Social: Explorando as Particularidades da Atividade Empreendedora com Finalidade Social no Brasil. In: ENCONTRO DA ANPAD (ENANPAD), 30., 2006, Salvador/BA. **Anais...** Salvador/BA; 2006.
SAGAWA, S., SEGAL, E. Common Interest, Common Good: Creating Value Through Business and Social Sector Partnerships. **California Management Review**, v. 42, n. 2, p.105-122, 2000.
SANTOS, D. C. L. P.; LEITE, E. F.; FONSECA, S. M. M. Políticas Públicas de Fomento ao Empreendedorismo no Estado de Pernambuco. **Desenvolvimento em Questão**, v. 12, n. 28, 2014.
SEGATTO, A. P.; SILVA, R. L. M. da; JUSTEN, G. S. Configuração de Parcerias em Inovação Social nos Contextos Brasileiro e Britânico. In: ENCONTRO DA ANPAD (ENANPAD), XLIII., 2019, São Paulo/SP. **Anais...** São Paulo/SP; 2019.
SILVA, M. do N.; CAVALCANTE, N. W. F. Inovação Social: um estudo de caso sobre o grupo Comida da Gente. In: ENCONTRO DA ANPAD (ENANPAD), XLIII., 2019, São Paulo/SP. **Anais....** São Paulo/SP; 2019.
SILVEIRA, F. F.; ZILBER, S. N. Inovação Social: Um Estudo Bibliométrico Identificando Principais Temas, Autores, Citações e Cocitações ao longo de 20 anos. In: ENCONTRO DA ANPAD (ENANPAD), XXXIX., 2015, Belo Horizonte/MG. **Anais...** Belo Horizonte/MG; 2015.
SOUSA, I. G. B. de; SEGATTO, A. P.; SILVA, R. L. M. da. Análise Do Uso De Teorias Organizacionais Em Estudos Da Inovação Social: Uma Revisão Sistemática Da Literatura Nacional E Internacional. In: ENCONTRO DA ANPAD (ENANPAD), 2017, São Paulo/SP. **Anais...** São Paulo; 2017.
SOUZA, L. K.; XAVIER FILHO, J. L. J.; SOUSA, J. F. de. Empreendedorismo Social e o Programa “Empreender Comunidade” da Prefeitura Municipal de Garanhuns/PE: O Caso da Fábrica de Sabão Ecológico do Vale do Mundaú. In: ENCONTRO DA ANPAD (ENANPAD), XXXVII., 2013., Rio de Janeiro/RJ. **Anais....** Rio de Janeiro; 2013.

ISSN 2446-7618

TISCOSKI, G.P.; ROSOLEN, T.; COMINI, G.M. Empreendedorismo Social e Negócios Sociais: Um Estudo Bibliométrico da Produção

TRACEY, P.; STOTT, N. Social innovation: a window on alternative ways of organizing and innovating. **Innovation**, v. 19, n. 1, p. 51-60, 2017.

ISSN 2446-7618

ANÁLISE DO EFEITO DA VIBRAÇÃO MECÂNICA NA MICROESTRUTURA BRUTA DE FUSÃO DA LIGA Al12Si

Wabner, M. O. [1]
Bartex, S. L. T. [2]
De Barcelos, V. K. .[3]

[1] *Engenheiro Mecânico, Mestrando UFRGS-PPGE3M, Matheus Ody Wabner. UFRGS-CT-LAFUN, odymow@gmail.com.*
[2] *Dr. Eng. Mecânico, Sergio Luiz Telles Bartex, UFRGS-CT-LAFUN, bartex@ufrgs.br.*
[3] *Prof. Dr. Eng. Metalúrgico, Vinicius Karlinski de Barcellos, UFRGS-CT-LAFUN, vinicius.karlinski@ufrgs.br.*

(Todas as informações contidas neste artigo são de responsabilidade dos autores)

Resumo

Lingotes comerciais de 0,5 kg de uma liga Al12Si foram fundidos em forno elétrico resistivo a 750 °C. A carga foi vazada por gravidade a 710 °C e 670 °C em uma coquilha metálica de ferro fundido cinzento que estava pré aquecida a 420 °C, gerando 4 amostras diferentes. Essa coquilha foi previamente acoplada a um sistema de vibração mecânico, composto de um motovibrador e de um inversor de frequência com configuração de saída em 38 Hz. Posteriormente, preparou-se e analisou-se as amostras por microscopia óptica, para verificar alterações na microestrutura e na porosidade, onde em uma das amostras notou-se uma considerável redução da porosidade, porém não houve mudanças significativas na formação da microestrutura. Foram analisadas também as durezas das amostras, as quais não apresentaram diferença considerável.

Palavras-chave: Al12Si; plataforma vibratória; microestrutura.

STUDY OF THE EFFECT OF MECHANICAL VIBRATION ON THE MICROSTRUCTURE OF AL12,6SI ALLOY

Abstract

Commercial ingots of 0.5 kg of an Al12Si alloy were cast in a 750 ° C resistive electric oven. The load was poured by gravity at 710 ° C and 670 ° C in a gray cast iron metal shell that was preheated to 420 ° C, generating 4 different samples. This shell was previously coupled to a mechanical vibration system, composed of an eccentric drive motors and a frequency inverter with a 38 Hz output configuration. Subsequently, the samples were prepared and analyzed by optical microscopy, to verify changes in the microstructure and porosity, where in one of them was noticed reduction in porosity, but there were no great changes in formation of the microstructure. It was also analyzed the hardness of the samples, which do not have a considerable difference.

Key words: Al12Si; vibrating platform; microstructure.

ISSN 2446-7618

1 INTRODUÇÃO

As ligas de alumínio-silício são caracterizadas por não serem tratadas termicamente e, normalmente, são usadas na fabricação de pistões para motores. Essa ligas tem um percentual máximo de silício de 12,6%, o que aumenta a fluidez da liga, permitindo a confecção de peças mais complexas, além de melhorar a soldabilidade e reduzir a porosidade, a contração durante o resfriamento e o coeficiente de expansão térmica. (1-3)

Para refinar e homogeneizar a macro e microestrutura do alumínio fundido utiliza-se agentes refinadores de grão como carbono, boro, titânio ou outras ligas contendo esses elementos. Apesar das vantagens proporcionadas por esses agentes as propriedades finais das ligas, podem surgir alguns problemas tanto na produção, quanto na reciclagem das peças. Devido a isso, novos processos utilizando vibrações e agitação mecânica tem sido estudados, porém esses processos se mostraram pouco uteis para grandes produções devido ao aumento expressivo do custo do produto final, embora sejam muito efetivos. (4)

Nas ligas Al-Si a ação de alguns refinadores de grão pode ser prejudicada pelo próprio silício. A origem desse fenômeno ainda não é clara, mas por hora, a explicação mais plausível é de que massas de silício cubram a superfície do TiB_2. Esse evento é chamado de “efeito de envenenamento por silício”. Esse evento pode ser evitado ao usar-se de agitação mecânica para o refino de grãos, ao invés dos refinadores de grão. (5)

Muitos estudos sobre os efeitos da aplicação de vibração ultrassônica, eletromagnética e agitação magnética no refinamento da microestrutura de metais vem sido conduzidos, porém a forma mais simples de se estudar os efeitos da agitação na microestrutura é com a aplicação de vibração mecânica controlada. (6)

Embora o estudo dos efeitos da vibração na solidificação do metal seja recente, apresenta resultados satisfatórios, como a promoção da nucleação e redução do tamanho do grão do fundido, reduzindo porosidades, devido a melhor alimentação de metal, e produzindo uma estrutura metálica mais homogênea. Esses estudos determinam quais propriedades do metal são alteradas pela vibração e quais os parâmetros que podem melhorar os resultados. (1, 3)

Os objetivos desse estudo são avaliar as mudanças: na microestrutura, na porosidade das amostras e na dureza após sua solidificação em uma coquilha acoplada a uma plataforma vibratória.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A liga utilizada para a produção dos corpos de prova, foi uma liga para pistões, cuja composição pode ser observada na tabela 1.

Tabela 1. Composição química da liga utilizada (% em massa).

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Na	P	Ca	V	Zr	Al
12,6	0,47	1,2	0,17	1,2	0,01	0,9	0,0002	0,0058	0,0018	0,01	0,01	83,5

ISSN 2446-7618

A liga apresentada na tabela 1 apresenta uma concentração de Sódio reduzida, pois recebeu um tratamento com sal fluxante a base de Cloreto de Magnésio (60%) e Cloreto de Potássio (40%), que faz com que o alumínio diminua sua atividade como fase primaria.

Para o experimento foi confeccionada uma coquilha de ferro fundido cinzento, a qual foi dividida em três partes para que fosse possível realizar a extração dos corpos de prova após a solidificação, conforme pode ser visto na figura 1. Também pode-se notar na figura 1 que podem ser confeccionados quatro corpos de prova por vez.

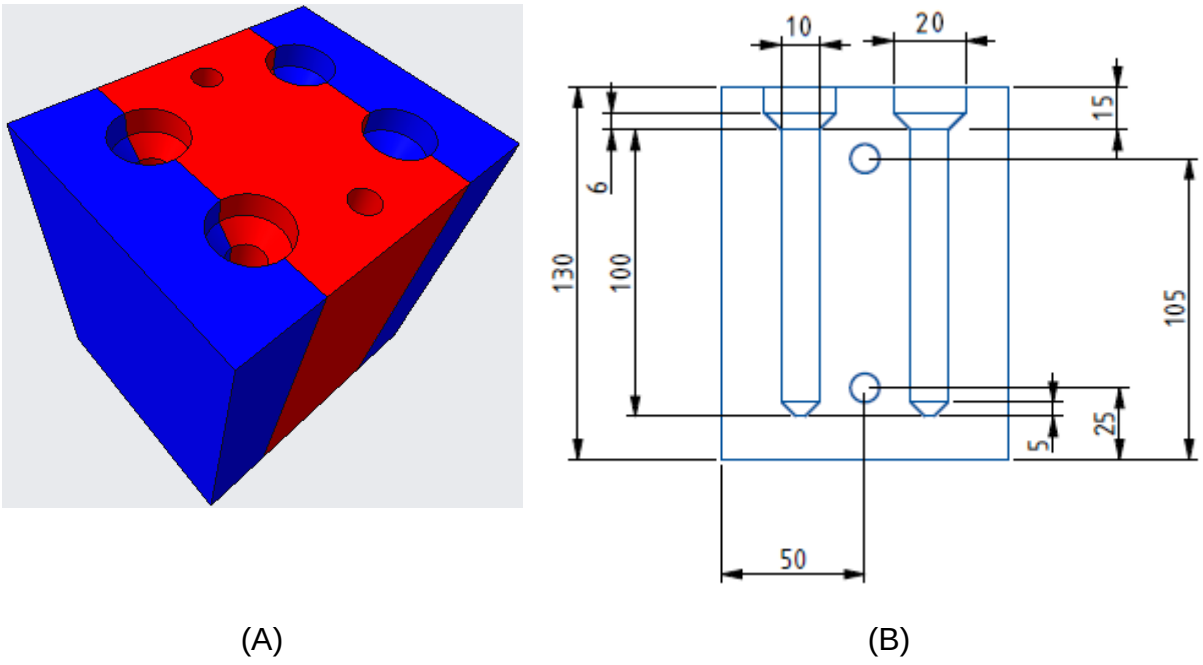


Figura 1. Desenho representativo da coquilha: (a) com suas 3 partes, indicada em cores diferentes; (b) dimensões da coquilha em mm.

A liga escolhida tem a temperatura de fusão de 580 °C e, para o experimento, foi aquecida até 750 °C e vazada a duas temperaturas diferentes, 710 °C e 670 °C. O superaquecimento escolhido foi para proporcionar mais tempo de atuação da vibração durante a solidificação, a qual foi aplicada por 40 segundos após o vazamento.

Para a agitação mecânica foi utilizado o Motovibrador Micro 40 da marca MVL. Esse equipamento é composto de um motor de indução elétrico cujo eixo está conectado a pesos excêntricos ajustáveis. O motovibrador está conectado a coquilha por uma plataforma metálica, com pés de borracha, conforme pode-se ver na figura 2.

ISSN 2446-7618

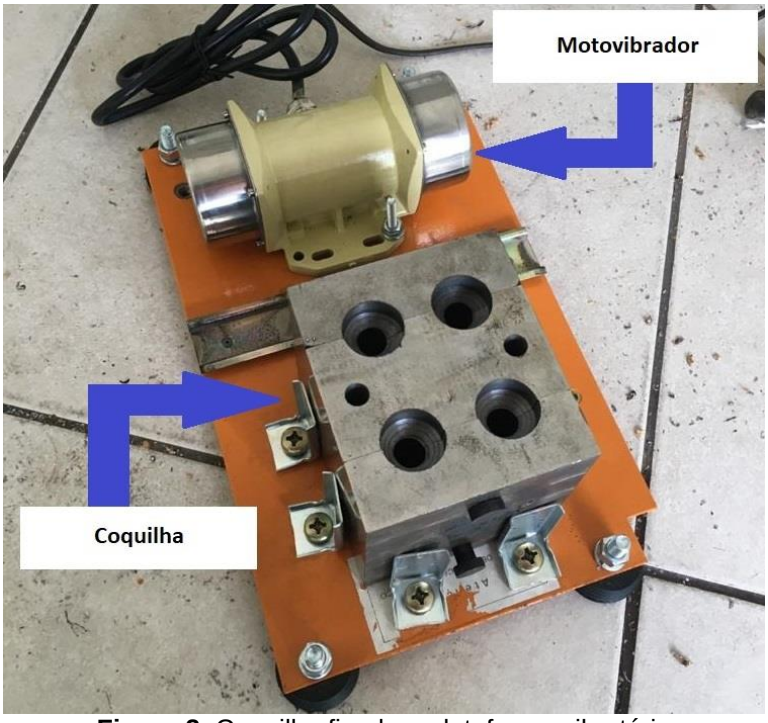


Figura 2. Coquilha fixada a plataforma vibratória

Para controle da frequência da vibração, foi conectado ao motovibrador um inversor de frequência, modelo CW100 da marca WEG.

A coquilha foi aquecida em um forno mufla até a temperatura de 420 °C, onde ficou por cerca de 3 horas para garantir uma temperatura uniforme em toda a coquilha. Os corpos de prova foram produzidos utilizando os parâmetros de processo conforme a tabela 2:

Tabela 2. Parâmetros de processo adotados nos experimentos para produção dos corpos de prova.

Corpos de prova	Processo	Temperatura de vazamento(°C)
CP1	Não agitado	670
CP2	Agitado	670
CP3	Não agitado	710
CP4	Agitado	710

Conforme a tabela 2, foram produzidos 4 corpos de prova diferentes, sendo os CP2 e CP4 vibrados na mesma frequência e com temperaturas de vazamento diferentes e os CP1 e CP3 não foram vibrados, porém foram vazados com temperaturas diferentes. A frequência de vibração utilizada no inversor para os CPs agitados foi de 38 Hz.

Para análise da morfologia da macroestrutura e da porosidade das amostras, foram extraídas amostras de 10 mm de comprimento de cada corpo de prova nos sentidos transversal e longitudinal (figura 3). As amostras foram embutidas em resina, lixadas com grana 80, 100, 220, 320, 400 e 600, respectivamente. Após foram atacadas com Hidróxido de Sódio, na concentração 30 g de NaOH para 100 ml de H_2O, por 2 minutos. Para a análise da microestrutura e medição do silício primário, as amostras foram lixadas novamente com a lixa 600 para remoção da camada que foi atacada, posteriormente utilizou-se a lixa de grana 1200 e em seguida foi polida com alumina 1 µm. Essas amostras foram analisadas utilizando-se

ISSN 2446-7618

o microscópio da marca Olimpus, modelo BX60M e o OmniMet da Buehler, versão 9.8.0.0..

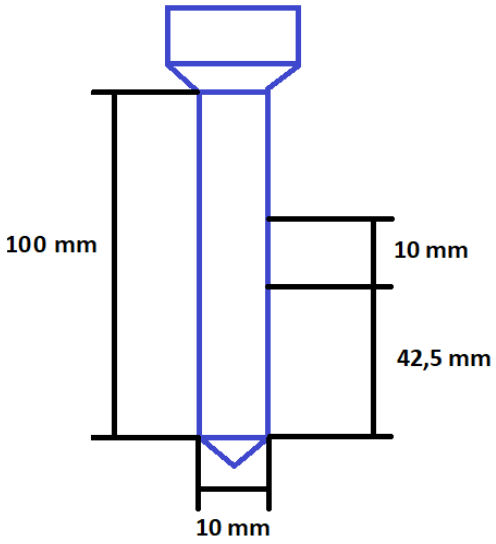
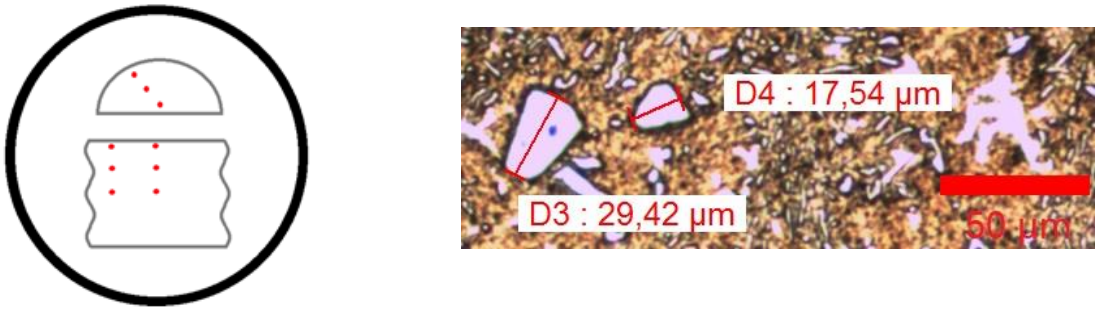


Figura 3. Local de retirada das amostras do corpo de prova.

Foi realizado também ensaio de dureza Brinell, utilizando-se uma esfera de 5 mm e uma carga de 125 kg, por 15 segundos, no durômetro HR100 da Mitutoyo, seguindo-se a norma ASTM E10 – 12 [9]. Para esse ensaio utilizou-se a parte inferior a qual as amostras para metalografia foram retiradas, conforme a figura 3. Os silícios primários e as porosidades foram medidos conforme a figura 4.



A **B**

Figura 4. Locais de observação do silício primário e das porosidades (A) e metodologia de medição do silício primário (B).

A figura 4-A mostra que se mediu o silício primário e as porosidades em 9 pontos de cada uma das amostras. As medidas foram retiradas levando em conta o maior comprimento das plaquetas do silício primário (figura 4-B) e a quantidade de poros por área. Foram realizadas 14 leituras de silício primário e 50 de poros por área.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Efeito da vibração na microestrutura

ISSN 2446-7618

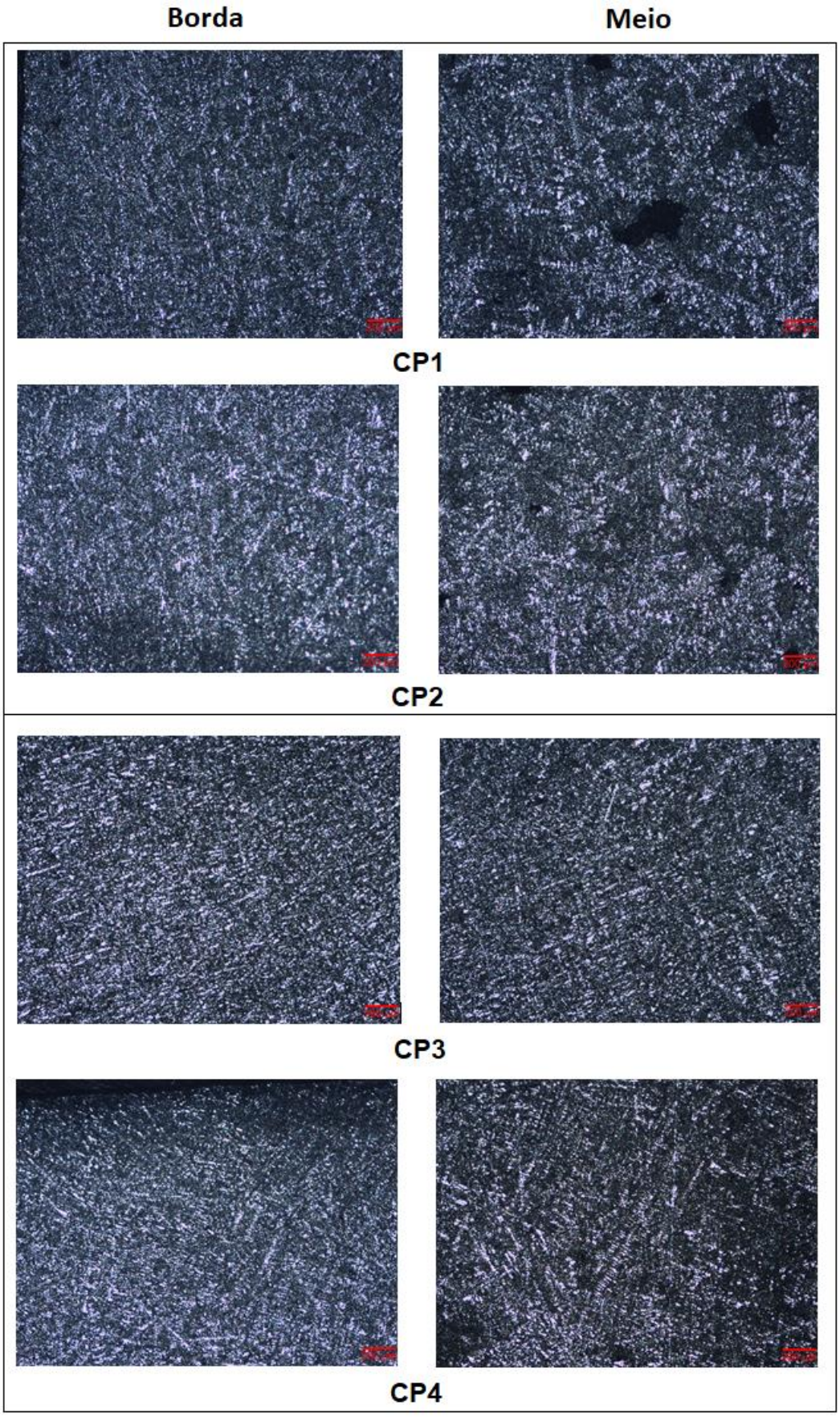


Figura 5. Comparativo entre as microestruturas da borda e do meio das amostras CP1 x CP2 e CP3 x CP4.

ISSN 2446-7618

A figura 5 apresenta a microestrutura das bordas e do meio das amostras obtidas pela solidificação com e sem vibração, onde nota-se que as microestruturas resultantes em todas as amostras são muito parecidas, com formação de estrutura eutética típica de ligas Al-Si. A microestrutura refinada deve-se a elevada taxa de resfriamento do metal liquido ao entrar em contato com a superfície da coquilha (zona coquilhada), embora estivesse previamente aquecida, ainda há uma alta transferência de calor.

A semelhança entre as microestruturas apresentadas pode ser devido à alta taxa de resfriamento e a espessura das amostras, resultando em uma rápida solidificação e a formação de estruturas dendríticas refinadas. Embora se tenha trabalhado com um superaquecimento considerável (90 e 130 °C) para que a vibração pudesse atuar por mais tempo na formação da microestrutura, não se notou diferença significativa na morfologia microestrutural entre as amostras. Pillai [10] mostrou em seus estudos que na liga eutética Al12,6Si não há grandes diferenças na microestrutura devido ao intervalo *liquidus-solidus* ser muito curto, ao contrário dos resultados encontrados na liga Al7Si, a qual apresentou mudanças no tamanho das dendritas e também encurtamento e afinamento do silício eutético.

3.2. Efeito da vibração na formação do silício primário

A figura 6 mostra o silício primário encontrado nas amostras. Diferentemente das mudanças do silício apresentadas nos estudos feitos por Abu-Dheir (2005), nesse trabalho o silício primário não mudou sua morfologia de poligonal para fibrosa nas amostras vibradas, mas sim continuou apresentando-se de forma poligonal em todas as amostras, o que pode ser devido tanto a grande diferença na frequência da vibração, quanto a temperatura do banho, entre estes dois trabalhos.[11]

Os resultados encontrados nas amostras, com auxílio do programa OmniMet estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Tamanho de grão do silício primário encontrado nas amostras.

Dado	Amostra 1 (µm)	Amostra 2 (µm)	Amostra 3 (µm)	Amostra 4 (µm)
Média	25,0 ± 9,62	23,47 ± 9,95	19,51 ± 4,6	24,38 ± 9,96

Nota-se que não houve variação significativa na média e no desvio padrão do tamanho do silício primário nas amostras 1, 2 e 4. Na amostra 3 o desvio padrão do tamanho do silício caiu pela metade, sugerindo que as frequências de vibração utilizadas e as baixas temperaturas de vazamento das amostras anteriores podem gerar uma microestrutura menos uniforme. A tabela 4 apresenta o número de poros por área encontrados nas amostras.

Tabela 4. Número de poros das amostras.

Dado	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4
Número de poros a cada 10^-6 m^2	De 500 a 900	De 500 a 900	De 500 a 900	De 1 a 4

ISSN 2446-7618

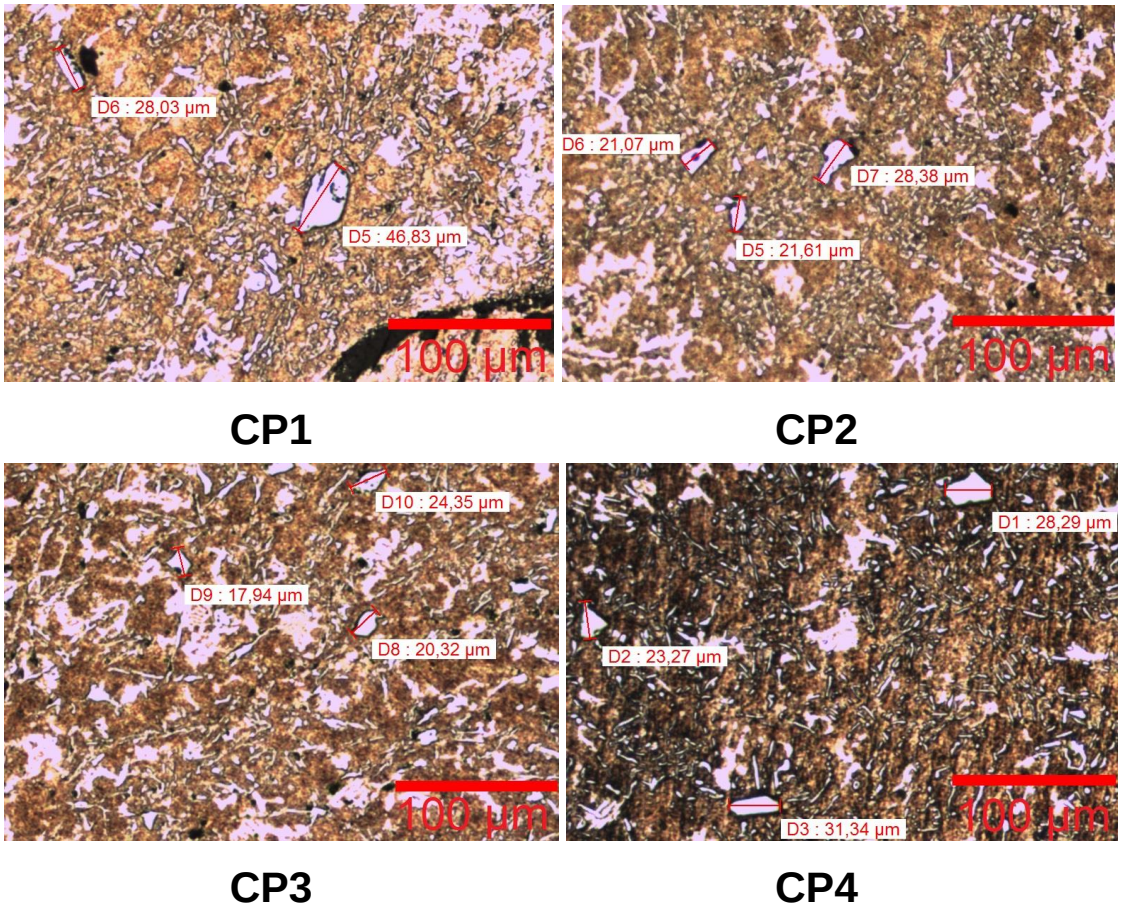


Figura 6. Microestrutura do centro das amostras, com medição do silício primário.

A tabela 4, traz a informação de que obteve-se uma redução considerável do número de poros encontrados na amostra 4, com relação as amostras 1, 2 e 3, devido ao superaquecimento do banho, levando a um maior tempo de solidificação e consequentemente, maior tempo de ação da vibração após o contato com a coquilha, resultado que a amostra 2, com um superaquecimento menor, não obteve. Apesar da redução na quantidade dos poros da amostra 4, vale ressaltar que o tamanho médio dos poros é mais que o dobro dos encontrados nas amostras 1, 2 e 3. No trabalho de Kirch [(1)], também foram observados poros nas amostras, os quais surgiram, provavelmente, dos mesmos fatores que neste trabalho, 1) o molde estava fixo e distante do forno, 2) foi utilizado molde em formato de “Y” e 3) pode haver inclusão de gases durante a fusão e vazamento. Vele ressaltar que as amostras não foram desgaseificadas.

Foi realizado também a medição da dureza das amostras, e os resultados estão apresentados na tabela 5.

Tabela 5. Resultados do ensaio de dureza.

Dado	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4
Dureza (HB)	65 ± 1,0	64 ± 0,7	66 ± 1,1	65,1 ± 0,7

Conforme os dados apresentados na tabela 5, as durezas resultantes das amostras têm valores muito parecidos, mostrando que a vibração utilizada durante a solidificação não trouxe ganhos ou perdas significativas entre as amostras. O desvio padrão das amostras também é baixo, provando que as amostras possuem uma

ISSN 2446-7618

microestrutura homogênea. Ao contrario dos resultados encontrados por Sape [2], a dureza das amostras não foi elevada com o aumento da frequência da vibração, provavelmente devido a diferença da liga utilizada, visto que a temperatura de vazamento das amostras 3, 4 e as amostras de Sape foram muito parecidas, com uma diferença de apenas 10 °C. Os estudos de Pillai [10] reforçam a teoria de que mudanças na dureza não aparecem na liga eutética Al12,6Si, pois encontra resultados onde há aumento de cerca de 25% na dureza das amostras de Al7Si ao serem vibradas, porém não há diferença considerável nas amostras da liga eutética.

4 CONCLUSÃO

Foi montada uma plataforma vibratória, com uma coquilha fixada, com controle de frequência da vibração e investigou-se as diferenças na microestrutura, dureza e porosidade. As conclusões do trabalho foram:

1) não foram observadas grandes diferenças na microestrutura, porém notou-se uma pequena queda no desvio padrão do tamanho do silício primário da Amostra 3, em relação as demais (de aproximadamente 10 µm para 4,5 µm), não vibrada e vazada a 710 °C, sugerindo que as baixas temperaturas de vazamento e a vibração na frequência utilizada levam a uma estrutura menos uniforme;

2) foi realizada análise da porosidade e houve redução na quantidade de poros/área na Amostra 4, vibrada a 38 Hz e vazada a 710 °C, em relação as outras, as quais passaram de 500 a 900 para cada 10^-6 m^2para de 1 a 4 para cada 10^-6 m^2;

3) foi realizado ensaio de dureza nas amostras vibradas e não vibradas e não houve mudança significativa entre elas.

Outros estudos podem ser conduzidos, variando-se todos os fatores, liga utilizada, temperatura do banho, frequência de vibração, temperatura da coquilha e até mesmo podem ser realizados tratamentos no banho. Ainda se pode também conduzir outros ensaios como tração e resistência ao impacto para averiguar possíveis alterações.

Agradecimentos

Este trabalho contou com o fomento da UFRGS, CAPES e Cnpq.

REFERÊNCIAS

1 KIRCH, L. F. **Estudo do efeito da vibração mecânica na solidificação da Liga de alumínio 356.0.** 2017. Monografia (Bacharelado em Engenharia Mecânica). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná

2 Sape, Santhosh Kumar; Raju, T. Naga. **Effect of Mould Vibration on Mechanical and Metallurgical Properties of Aluminum 6063 alloy Casting**. IJIRST –International Journal for Innovative Research in Science & Technology, Volume 4, Issue 2, 2017. ISSN (online): 2349-6010

3 Abu-Dheir, N.; Khraishe, M.; Saito, K.; Male, A. **Silicon morphology modification in the eutectic Al–Si alloy using mechanical mold vibration.** Center for Manufacturing and Department of Mechanical Engineering, University of Kentucky, Lexington, KY 40506-0108, USA. 2005.

ISSN 2446-7618

4 Gandhi, Misal; Jain, Piyush; Naik, Hardik; Pati, Basavaraj. **A Review on Influence for Mechanical Vibration on Aluminium Alloy in Gravity-Die Casting.** National Conference on Progress, Research and Innovation in Mechanical Engineering. SCET, Surat, Gujarat, India. 2017.

5 Yang, Li; Hu, Bin; Liu, Bin; Nie, Anmin; Gu, Qinfen; Wang, Jianfeng; Li, Qian. **Insight into Si poisoning on grain refinement of Al-Si/Al-5Ti-B system.** Acta Materialia 187, 51-65. 2020.

6 Yoshitake, Yasuo; Yamamoto, Kaoru; Sasaguri, Nobuya; Era, Hidenori. **GRAIN REFINEMENT OF Al–2%Cu ALLOY USING VIBRATING MOLD.** International Journal of Metalcasting/Volume 13, Issue 3, 2019

7 Raza, Muhammad H.; Wasim, Ahmad; Sajid, Muhammad; Hussain, Salman. **Investigating the effects of gating design on mechanical properties of aluminum alloy in sand casting process.** Journal of King Saud University – Engineering Sciences. Department of Industrial Engineering, University of Engineering & Technology, Taxila, Pakistan. 2020.

8 Nimbulkar, Sachin L.; Dalu, Rajendra S.; **Design optimization of gating and feeding system through simulation technique forsand casting of wear plate.** Elsevier GmbH. 2016.

9 Standard Test Method for Brinell Hardness of Metallic Materials. **ASTM E10-12**. ASTM International, West Conshohocken, PA. 2012.

10 Pillai, R.M.; Kumar, Biju Kumar K.S.; Pai, B.C. **A simple inexpensive technique for enhancing density and mechanical properties of Al–Si alloys.** Regional Research Laboratory, Council of Scientific and Industrial Research, Thiruvananthapuram 695-019, India. Journal of Materials Processing Technology 146. 2004.

11 Abu-Dheir, N.; Khraishe, M.; Saito, K.; Male, A. **Silicon morphology modification in the eutectic Al–Si alloy using mechanical mold vibration.** Center for Manufacturing and Department of Mechanical Engineering, University of Kentucky, Lexington, KY 40506-0108, USA. 2005.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE

9º Seminário de Inovação e Tecnologia do IFSul
9th Innovation and Technology Seminar IFSul
10 a 13 de Novembro / November 10th to 13th, 2020
Sapucaia do Sul – RS – Brasil

inovtec
ISSN 2446-7618

SÍNTESE DE NANOTUBOS DE ÓXIDO DE NIÓBIO POR ANODIZAÇÃO POTENCIOSTÁTICA PARA APLICAÇÃO EM ARMAZENAMENTO DE ENERGIA

Sampaio, E. J. P [1]
dos Santos Jr., A. G. [2]
Antonini, L. M.[3]
Malfatti, C. F.[4]

[1] *Engenheira, Edna Jerusa Pacheco Sampaio, UFGRS jerusapachecolapec@gmail.com.*
[2] *Mestre, Adilar Gonçalves dos Santos Jr, UFGRS adilargsj@gmail.com.*
[3] *Doutor, Leonardo Marasca Antonini, UFGRS leomantonini@gmail.com.*
[4] *Profª Doutora, Célia de Frada Malfatti, UFGRS materiaisxenergia@gmail.com.*

(Todas as informações contidas neste artigo são de responsabilidade dos autores)

Resumo

Óxidos nanotubulares de metais de transição, como o nióbio, têm atraído ampla atenção científica devido às suas propriedades únicas, como alta mobilidade de elétrons e grande área específica de superfície. Este óxido nanoestruturado é promissor para aplicação em dispositivos de armazenamento de energia. Entre as rotas de produção dessas nanoestruturas, a anodização proporciona o crescimento de um filme de nanotubos alinhados perpendicularmente à superfície do substrato com comprimento de tubo bem definido por meio de um típico processo de auto-organização. Este trabalho apresenta uma rota simples para a obtenção de uma camada de nanotubo de óxido de nióbio alinhada formada diretamente no substrato metálico por anodização potenciostática em NH_4F/glicerol a 90 V e 20ºC, e demonstra a viabilidade para sua aplicação em capacitores eletroquímicos. A microscopia eletrônica de varredura (MEV-FEG) foi empregada para a análise morfológica revelando o desenvolvimento de um filme de óxido de nanotubos altamente alinhado sobre nióbio. O comportamento capacitivo foi investigado por ensaio de carga e descarga galvanostática em eletrólito aquoso de Na_2SO_4 1M, em uma janela de potencial de -0,2 a -1,2 V vs. Ag / AgCl na densidade de corrente de 1 $mA.cm^{-2}$. O filme de óxido amorfo obtido apresentou uma capacitância específica em torno de 20 mF/cm^2, esta resposta capacitiva representa um resultado promissor para a aplicação deste material como eletrodo de supercapacitores. Após o processo de tratamento térmico espera-se que a cristalinidade proporcione melhoras na capacitância específica resultante de reações redox faradaicas e intercalação de cátions, além de melhorar a ciclabilidade.

Palavras-chave: supercapacitores; energia; nanomateriais; nióbio.

SYNTHESIS OF NIOBIUM OXIDE NANOTUBES BY POTENTIOSTATIC ANODIZATION FOR ENERGY STORAGE APPLICATION

Abstract

Self-ordered oxide nanotube arrays of transition metals, such as niobium, have attracted wide scientific attention due to their unique properties such as high electron mobility and great surface specific area. This nanostructured oxide is promising to

ISSN 2446-7618

application in energy storage devices. Among the routes to produce these nanostructures, the anodization provides the growth of a film of nanotubes aligned perpendicular to the substrate surface with well-defined tube length through a typical self-organizing process. This work presents a simple route to obtaining an aligned niobium oxide nanotube layer directly formed on the metal substrate by potentiostatic anodization in NH_4F/glycerol at 90 V and 20ºC, and demonstrates the feasibility for their application in electrochemical capacitors. The scanning electron microscopy (SEM-FEG) was employed for the morphological analysis and it reveals the development of a highly aligned nanotubes oxide film on niobium. The capacitive behaviour of this film was investigated by galvanostatic charge-discharge in 1M Na_2SO_4 aqueous electrolyte, in a potential window from -0.2 to -1.2 V vs. Ag/AgCl, at the current density of 1 $mA.cm^{-2}$. The amorphous oxide film obtained presented a specific capacitance about 20 $mF.cm^{-2}$, this capacitive response represents a promising result for the application of this material as supercapacitor electrode. After the heat treatment process is expected that the crystallinity provides an increase of the capacitance performance owing to pseudocapacitance, resulting from faradaic redox reactions and intercalation of cations, as well as improve the cyclability.

Key words: supercapacitors; energy; nanomaterials; niobium.

1 INTRODUÇÃO

Os nanomateriais representam um dos campos mais importantes em desenvolvimento na tecnologia dos materiais. O conhecimento científico adquirido a respeito de novas rotas de síntese bem como a respeito das características físico-química destes materiais tem possibilitado a sua aplicação em diferentes setores tecnológicos e dispositivos como sensores de gás, catálise, dispositivos biomédicos, ópticos e eletroquímicos [1][2][3].

Uma das aplicações dos nanomateriais sobre a qual a comunidade científica tem se debruçado com muito interesse é sua utilização em dispositivos para armazenamento de energia. De fato, com o aumento no consumo de combustível bem como inúmeras questões ambientais, como o aquecimento global, levaram a uma maior concentração no desenvolvimento de fontes renováveis de energia, como solar e eólica. Em face da questão de que fontes renováveis são intermitentes e não podem produzir energia sob demanda, o desenvolvimento de uma nova geração de sistemas de armazenamento de energia passou a ter um maior impacto e tornou-se um dos maiores desafios a busca por um dispositivo que apresente um desempenho eficaz e eficiente. Os atuais sistemas de baterias apresentam grandes dificuldades especialmente durante os picos de demanda, neste sentido supercapacitores tem se mostrado os mais prospectivos pois apresentam alta densidade de potência, além de rápida taxa de carga/descarga, excelente ciclo de vida e baixo custo de manutenção [4][5].

Nanotubos fazem parte de uma importante classe de materiais nanoestruturados, foram relatados pela primeira vez por Ijima que apresentou a obtenção de um novo tipo de estrutura finita de carbono, consistindo em tubos semelhantes a agulhas com algumas dezenas de nanômetros de diâmetro, sendo cada agulha formada por tubos coaxiais de folhas grafíticas [6]. Este material é especialmente atrativo como eletrodo em dispositivos que apresentam o princípio de carregamento de dupla camada, como supercapacitores que possuem capacitâncias

ISSN 2446-7618

gigantescas em comparação com os capacitores dielétricos comuns, isso se deve alta área de superfície eletroquimicamente acessível, combinada com sua alta condutividade eletrônica e propriedades mecânica úteis [7]. Desde o primeiro relato na literatura científica a respeito de matrizes porosas de nanotubos, muitos estudos tem se dedicado ao desenvolvimento de técnicas para obtenção e investigação desta morfologia, no entanto não estão mais limitados ao carbono mas abrangem uma grande variedade de materiais inorgânicos como óxidos metálicos [1][8].

Supercapacitores são classificados em dois tipos capacitores eletroquímicos de dupla camada (EDLCs - Electrochemical Double Layer Capacitor) e pseudocapacitores, que se diferenciam pelo mecanismo de armazenamento de carga. O funcionamento dos EDLCs baseia-se no princípio da dupla camada de Helmotz onde as cargas elétricas concentram-se na superfície do eletrodo e os íons com carga oposta no eletrólito, assim estes supercapacitores armazenam carga através de um processo reversível onde ocorre a adsorção e dessorção dos íons. Por outro lado, pseudocapacitores operam armazenando carga através de um processo reversível que envolve processos de redução-oxidação dos íons adsorvidos na superfície do eletrodo, ou no caso de materiais que possuem estruturas lamelares, intercalados nas lacunas de Van der Waals. Comparativamente ao mecanismo de dupla camada a psudocapacitância incrementa a capacitância total de modo que a capacitância específica e a densidade de energia dos pseudocapacitores, em geral, é maior que a dos EDLCs [9][10]. Atualmente, supercapacitores são capazes de complementar ou até mesmo substituir as baterias em aplicações no armazenamento de energia elétrica ou sistemas de colheita de energia quando alta potência de fornecimento ou captação é necessária. Notáveis melhorias de desempenho tem sido alcançadas através dos avanços na conhecimento dos mecanismos de armazenamento de carga e o desenvolvimento de materiais nanoestruturados avançados [11].

Em busca da melhoria da performance dos supercapacitores muitos estudos tem explorado o mecanismo de armazenamento de carga pseudocapacitivo. Alguns óxidos de metais de transição geralmente apresentam efeito pseudocapacitivo, RuO2 é o mais explorado em estudos científicos devido a sua boa condutividade e múltiplos estados redox reversíveis, porém o alto custo do Ru limita a sua aplicação comercial [11]. Outros óxidos de metais de transição como MnO_2, Nb_2O_5, Fe_3O_4, Co_3O_4, NiO também tem sido investigados como materiais de eletrodos pseudocapacitivos [9][12][13][14][15][16].

O nióbio é um metal de transição que apresenta estabilidade em diferentes estados de oxidação como +5 (Nb_2O_5), +4 (NbO_2), +3 (Nb_2O_3) e +2 (NbO) o que o torna muito atrativo como eletrodo para pseudocapacitores [9][17]. Nb_2O_5 é um material pseudocapacitivo intrínseco, isto é, exibe características de armazenamento de carga pseudocapacitivo para uma ampla faixa de tamanho de partículas e morfologias [12]. As morfologias em 1D, tais como nanotubos, nanofios e nanocanais, são particularmente interessantes por propiciarem um transporte eletrônico iônico direcional [18]. O Nb2O5 possui muitos polimorfismos, mas as fases cristalinas mais comuns reportadas são pseudohexagonal, ortorrômbica e monoclínica, estudos indicam que o seu comportamento pseudocapacitivo é altamente dependente da cristalinidade e mostram que as fases cristalinas como a ortorrômbica e pseudohexagonal podem incrementar o comportamento pseudocapacitivo [19].

ISSN 2446-7618

Há os vários métodos para a obtenção de Nb_2O_5 nanoestruturado, tais como solvotermal, hidrotermal, eletrodeposição, sol-gel, anodização e métodos físico-químicos de fase de vapor [20]. A anodização é um dos métodos de nanofabricação mais difundidos devido à sua capacidade de formar morfologias de óxidos altamente porosas e ordenadas [21][22]. Recentemente, em 2018, Upadhyay et al. relatou a obtenção de nanocanais de Nb_2O_5 alinhados verticalmente crescidos por anodização em eletrólito o-H_3PO_4 puro fundido e concluiu que as análises do material revelaram a ocorrência de processos pseudocapacitivos e de difusão controlada associando estes resultados à morfologia das camadas de nanocanais (alta área ativa) de Nb2O5 e a sua natureza cristalina as quais que fornecem uma "porosidade orientada" para difusão de íons e caminhos direcionais para transporte e coleta de carga [9].

Uma outra morfologia de Nb_2O_5, capaz de fornecer uma altíssima área superficial e transferência direcional de carga é a de nanotubos. O formato tubular é especialmente atrativo pois pode permitir acesso por quatro contatos diferentes: as paredes internas do tubo, as paredes externas, a superfície do topo e a superfície do fundo [23]. Contudo, nanotubos de Nb_2O_5 ainda permanecem inexplorados no tangente as suas propriedades pseudocapacitivas o que representa uma oportunidade significativa para a pesquisa científica, com o objetivo de compreender mais profundamente este material.

Wei et al. relatou, pela primeira vez, a obtenção de nanotubos Nb_2O_5 por meio de anodização em temperatura ambiente. Após extensivas anodizações experimentais de Nb em eletrólitos aquosos e não aquosos contendo NH4F, segundo o autor, eletrólitos a base de glicerol se mostraram mais promissores na formação de estruturas nanotubulares de óxido auto-organizadas, porém a espessura da camada limitava-se a apenas algumas centenas de nanômetros [24].

Em 2014, Galstyan e coloboradores, demonstraram a fabricação de nanotubos de Nb_2O_5 altamente organizados por anodização a temperatura ambiente, em eletrólito de glicerol contendo NH_4F. Através da otimização dos parâmetros de síntese tais como tensão, concentração de NH_4F e teor de água, eles alcançaram uma camada de tubos individuais de Nb_2O_5 com mais de 5µ de espessura [23].

Neste trabalho nós demostramos pela primeira vez a investigação do comportamento capacitivo de nanotubos de pentóxido de nióbio altamente organizados, crescidos por anodização a temperatura ambiente, aplicados como eletrodo cátodo de supercapacitor.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Chapas de Nb metálico (1,5x1,5cm², CBMM Brasil) passaram por um processo de limpeza em lavagem ultrassônica com acetona, etanol e água destilada. As amostras foram submetidas à anodização potenciostática de 90 V providenciado por fonte de tensão C.C por 60 min a temperatura ambiente em célula eletroquímica de dois eletrodos com folha de Pt como contra eletrodo. Os componentes do eletrólito foram H_2O (0,5M), NH_4F (1,2% wt) diluídos em glicerol. A aquisição de dados de corrente durante a anodização foi feita por meio de sistema de aquisição de dados coletados por amperímetro MINIPA ET 207 6A. A caracterização morfológica foi realizada por microscopia eletrônica de varredura MEV-FEG, equipamento MIRA3 da TESCAN, operado a 15 kV.

ISSN 2446-7618

Para determinar suas propriedades capacitivas, as amostras foram empregadas como eletrodo de trabalho, na configuração de meia célula com três eletrodos, placa de platina como contra eletrodo e Ag/AgCl como eletrodo de referência, em solução de Na_2SO_4 1M. As amostras foram submetidas a ensaios de carga e descarga, sendo as medidas realizadas em um potenciostato AUTOLAB PGSTAT302N, em uma janela de potencial de -0,20 a -1,20 V vs Ag/AgCl com densidade de corrente de 1 $mA.cm^{-2}$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A curva da densidade de corrente registrada durante a anodização descreve a formação de estruturas tubulares, Fig. 1 traz um formato da curva típico de processos de auto-organização: inicialmente, logo após a aplicação da tensão, a densidade de corrente decresce em razão da formação de uma camada não porosa de óxido na superfície da amostra de Nb; então após alguns minutos inicia-se a formação de pites (regiões de dissolução) na camada de óxido ocasionando o aumento da corrente; após, a inclinação da curva tende a diminuir até que encontra a estabilidade onde a densidade de corrente permanece constante com o tempo até o final da síntese, esta última região de estabilidade da curva é consequência do equilíbrio alcançado entre o crescimento do óxido e a dissolução química. Assim este comportamento do transiente de densidade de corrente é resultado de uma competição entre a oxidação do metal em a interface óxido/metal e a dissolução do óxido na interface eletrólito/óxido, característico da formação de estruturas tubulares [8][23][25].

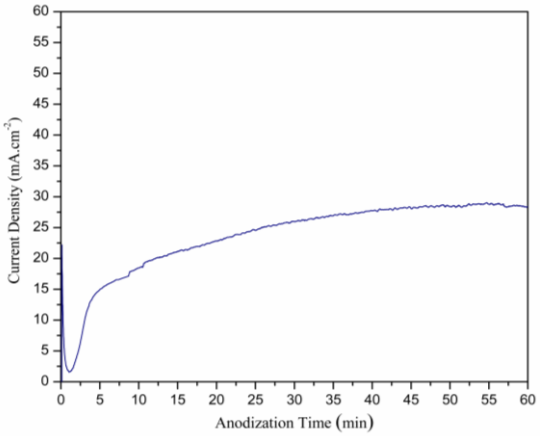


Figura 1. Transiente de densidade de corrente registrado durante a síntese de anodização.

A Figura 2 traz a micrografia (MEV) da vista da superfície, em várias ampliações da camada de óxido amorfo após a anodização, onde podem ser observados nanotubos, que embora muito próximos possuem paredes individuais com diâmetros aproximadamente entre 35-60nm, com o topo aberto para a superfície da camada de óxido. A ampliação (4) da Figura 2 mostra que a camada de óxido nanotubular é íntegra e homogênea, isto é, a estrutura de nanotubos estende-se integralmente por toda a camada de óxido, indicando a ocorrência de um processo de dissolução do óxido bastante controlado, gerando nanotubos definidos.

ISSN 2446-7618

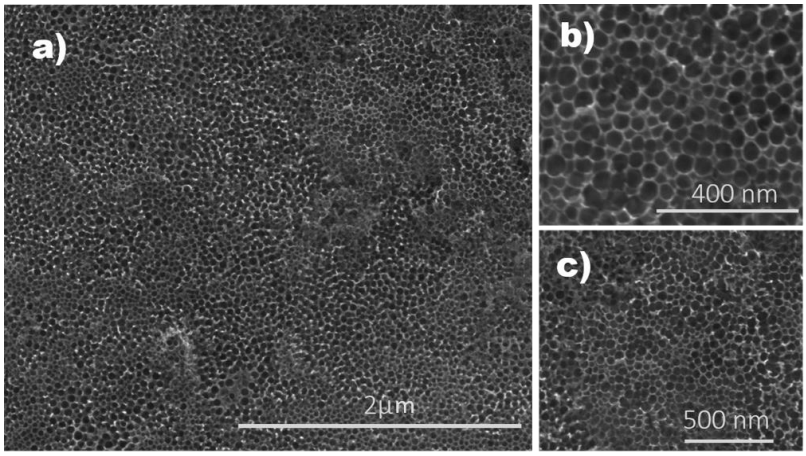


Figura 2. Micrografias MEV da superfície da estrutura formada em alta resolução em diferentes escalas de ampliação.

A figura 3 traz as curvas resultantes do ensaio de carga e descarga do material obtido para os três primeiros ciclos do ensaio. A assimetria nas curvas da Figure 3 e o afastamento destas do formato perfeitamente triangular observado para EDLCs, sugere a ocorrência de possíveis contribuições pseudocapacitivas no mecanismo de armazenamento de carga do material.

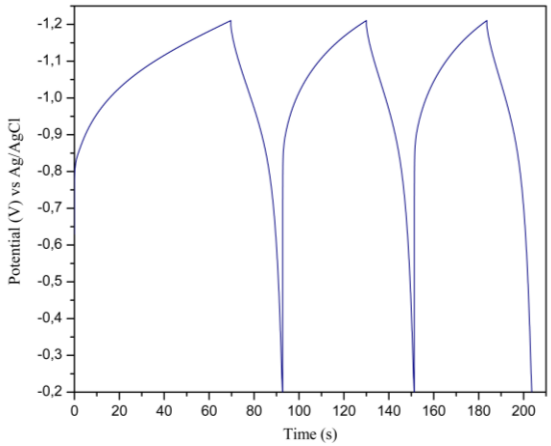


Figura 3. Curvas de carga e descarga para os 3 primeiros ciclos (óxido amorfo).

Com os resultados das análises de carga e descarga a capacitância específica foi calculada pela equação (1) [9]:

$$C = \frac{j \times \Delta_V}{\Delta_t} \quad (1)$$

Onde: *"C"* é Capacitância (mF.cm^{-2}), "j" a densidade de corrente (mA.cm^{-2}), *"ΔV"* a janela de potencial (V) e *"Δt"* o tempo de descarga (s).

O material amorfo apresenta comportamento capacitivo com uma capacitância significativa de 20 mF.cm^{-2}, calculada através da equação (1). Porém o óxido amorfo não apresenta reversibilidade total o que pode ser percebido pela observação das perdas em capacitância entre os três ciclos de carga e descarga mostrados na Tabela 1. e ao analisar as curvas da Figura 3.

ISSN 2446-7618

Tabela 1. Capacitância Específica em $mF.cm^{-2}$

Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3
20	19,3	18,9

4 CONCLUSÃO

A expressiva resposta capacitiva do filme de óxido de nióbio obtido representa um promissor resultado com grande potencial para a aplicação deste material como eletrodo de supercapacitor. A morfologia nanotubular incrementa a capacitância devido à alta área específica que proporciona uma maior superfície para que ocorram os processos redox típicos de materiais pseudocapacitivos, essas estruturas nanotubulares também providenciam uma direcionalidade para o transporte de carga e íons por serem verticalmente alinhadas a partir do substrato de nióbio metal.

Como recomendação, a exploração do óxido de nióbio nanotubular cristalizado é de evidente interesse, visto que, após um processo de tratamento térmico é esperado que a cristalinidade providencie um aumento na performance capacitiva possibilitado por uma possível intercalação de cátions bem como uma melhora na reversibilidade e ciclabilidade como mostrado na literatura [9].

REFERÊNCIAS

1 GECKELER , K. E. e NISHIDE, H. Advanced Nanomaterials. Vol 1, 2009.

2 CERJAK, H. Nanomaterials: an introduction to synthesis, properties and applications, Mater. Technol., vol. 24, no 2, p. 74–74, jun. 2009.

3 RAO, C. N. R. MÜLLER, A. e CHEETHAM, A. K. The Chemistry of Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications. Weinheim, Germany: Wiley VCH, 2006.

4 SAHA, S. SAMANTA, P. MURMU, N. C e KUILA, T. A review on the heterostructure nanomaterials for supercapacitor application, J. Energy Storage, vol. 17, p. 181–202, jun. 2018.

5 Lu, X. WANG, C. FAVIER, F. e PINNA, N. Electrospun Nanomaterials for Supercapacitor Electrodes: Designed Architectures and Electrochemical Performance, Adv. Energy Mater., vol. 7, no 2, p. 1601301, jan. 2017.

6 IIJIMA, S. Helical microtubules of graphitic carbon, Nature, vol. 354, p. 56–58, nov. 1991.

7 PANDOLFO A. G. e HOLLENKAMP, A. F. Carbon properties and their role in supercapacitors, J. Power Sources, vol. 157, no 1, p. 11–27, jun. 2006.

8 SCHMUKI, P. ROY, P. e BERGER, S. TiO2 Nanotubes: Synthesis and Applications. Angewandte Chemie International Edition - Wiley Online Library, Angew. Chem., vol. 50, p. 2904–2939, 2011.

9 UPADHYAY, K. K. Capacitance response in an aqueous electrolyte of Nb2O5 nanochannel layers anodically grown in pure molten o-H3PO4, Electrochimica Acta, vol. 281, p. 725–737, ago. 2018.

10 SIMON, P. e GOGOTSI, Y. Materials for electrochemical capacitors, Nat. Mater., vol. 7, no 11, p. 845–854, nov. 2008.

ISSN 2446-7618

11 WU, M. SNOOK, G. A. CHEN, G. Z. e FRAY, D. J. Redox deposition of manganese oxide on graphite for supercapacitors, Electrochem. Commun., vol. 6, no 5, p. 499–504, maio 2004.

12 AUGUSTYN, V. SIMON, P. e DUNN, B. Pseudocapacitive oxide materials for high-rate electrochemical energy storage, Energy Environ. Sci., vol. 7, no 5, p. 1597–1614, abr. 2014.

13 CHEONG, J. Y. et al., Mesoporous orthorhombic Nb2O5 nanofibers as pseudocapacitive electrodes with ultra-stable Li storage characteristics, J. Power Sources, vol. 360, p. 434–442, ago. 2017.

14 LI, R. e LIU, J. Mechanistic investigation of the charge storage process of pseudocapacitive Fe3O4 nanorod film, Electrochimica Acta, vol. 120, p. 52–56, fev. 2014.

15 LIU, J. et al., “Co3O4 Nanowire@MnO2 Ultrathin Nanosheet Core/Shell Arrays: A New Class of High-Performance Pseudocapacitive Materials”, Adv. Mater., vol. 23, no 18, p. 2076–2081, 2011.

16 WANG, B. CHEN, J. S. WANG, Z. MADHAVI, S e LOU, X. W. Green Synthesis of NiO Nanobelts with Exceptional Pseudo-Capacitive Properties, Adv. Energy Mater., vol. 2, no 10, p. 1188–1192, 2012.

17 RANI, R. A. ZOOLFAKAR, A. S. O’MULLANE, A. P M. AUSTIN, W. E KALANTAR-ZADEH, K. Thin films and nanostructures of niobium pentoxide: fundamental properties, synthesis methods and applications, J Mater Chem A, vol. 2, no 38, p. 15683–15703, jul. 2014.

18 YAN, L. RUI, X. CHEN, G. XU, W. ZOU, G. E LUO, H. Recent advances in nanostructured Nb-based oxides for electrochemical energy storage, Nanoscale, vol. 8, no 16, p. 8443–8465, 2016.

19 LI, S. XU, Q. UCHAKER, E. CAO, X. E CAO, G. Comparison of amorphous, pseudohexagonal and orthorhombic Nb2O5 for high-rate lithium ion insertion, CrystEngComm, vol. 18, no 14, p. 2532–2540, mar. 2016.

20 RABA, A. M. BAUTISTA-RUÍZ, J. JOYA, M. R. RABA, A. M. BAUTISTA-RUÍZ, J. E JOYA, M.R. Synthesis and Structural Properties of Niobium Pentoxide Powders: A Comparative Study of the Growth Process, Mater. Res., vol. 19, no 6, p. 1381–1387, dez. 2016.

21 SHANKAR, K. et al., Highly-ordered TiO2 nanotube arrays up to 220 µm in length: use in water photoelectrolysis and dye-sensitized solar cells, Nanotechnology, vol. 18, no 6, p. 065707, jan. 2007.

22 MINAGAR, S. BERNDT, C. C. WANG, J. IVANOVA, E. E WEN, C. A review of the application of anodization for the fabrication of nanotubes on metal implant surfaces, Acta Biomater., vol. 8, no 8, p. 2875–2888, ago. 2012.

23 GALSTYAN, V. COMINI, E. FAGLIA, G. E SBERVEGLIERI, G. Synthesis of self-ordered and well-aligned Nb2O5 nanotubes, CrystEngComm, vol. 16, no 44, p. 10273–10279, 2014.

24 WEI, W. LEE, K. SHAW, S. E SCHMUKI, P. Anodic formation of high aspect ratio, self-ordered Nb2O5 nanotubes, Chem. Commun., vol. 48, no 35, p. 4244, 2012.

25 ZWILLING, V. AUCOUTURIER, M. E DARQUE-CERETTI, E. Anodic oxidation of titanium and TA6V alloy in chromic media. An electrochemical approach, Electrochimica Acta, vol. 45, no 6, p. 921–929, dez. 1999.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE

9º Seminário de Inovação e Tecnologia do IFSul
9th Innovation and Technology Seminar IFSul
10 a 13 de Novembro / November 10th to 13th, 2020
Sapucaia do Sul – RS – Brasil

inovtec

ISSN 2446-7618

NA ESCOLA, NO AMBIENTE VIRTUAL DE ENSINO, IMAGEM E VÍDEO COMUNICAM?

Bez, M.R.[1]
Regra, J. [2]

[1] *Doutora em Informática na Educação, Marta R. Bez, Universidade Feevale, martabez@feevale.br.*
[2] *Graduada em Pedagogia, Janaina Regra, Universidade Feevale, janainar@feevale.br.*

Resumo
Este artigo tem como tema principal a comunicação, especificamente para a educação, uma análise referente a postagem no ambiente virtual de ensino em tempos de isolamento social. A proposta de estudo tem como objetivo analisar a comunicação verbal (escrita e oral), única e exclusivamente através de um vídeo e duas figuras postadas por professores aos seus alunos. A pesquisa é realizada através de investigação bibliográfica e a coleta de dados, realizado na Escola de Educação Básica Feevale – Escola de Aplicação, se caracterizando um estudo de caso. A coleta de dados foi realizada através de busca no ambiente virtual de ensino utilizado oficialmente pela escola, além de conversas com os professores da etapa de ensino investigada. O resultado apresentou certa evolução de enunciados, considerando o tempo de um semestre de aula.

Palavras-chave: Educação; Ambiente Virtual; Comunicação.

AT SCHOOL, IN THE VIRTUAL TEACHING ENVIRONMENT, IMAGE AND VIDEO COMMUNICATE?

Abstract
This article has as its main theme communication, specifically for education, an analysis regarding posting in the virtual teaching environment in times of social isolation. The study proposal aims to analyze verbal communication (written and oral), solely and exclusively through a video and two pictures posted by teachers to their students. The research is carried out through bibliographic investigation and data collection, carried out at the “Escola de Educação Básica Feevale - Escola de Aplicação”, featuring a case study. Data collection was carried out by searching the virtual teaching environment officially used by the school, in addition to conversations with teachers in the investigated teaching stage. The result showed a certain evolution of statements, considering the time of a semester of class.

Key words: Education; Virtual Environment; Communication.

1 INTRODUÇÃO

Mesmo em tempo dito normal, quer dizer, dias sem a obrigatoriedade de isolamento social, a sociedade utiliza os meios de comunicação digital. São *emojis*, palavras abreviadas, siglas, figuras e tantos outros meios de apresentar e expressar-se pela escrita, ainda, além da escrita, a forma de expressão, as palavras e a emoção

ISSN 2446-7618

que é ou não repassada em um vídeo. O "mundo virtual" passa a ser "normal" em tempo de isolamento social, sendo possíveis expressões por imagens e vídeos, por diferentes formas de acesso virtual, e ainda que são lidos e vistos quase que de imediato, sendo essa a nova realidade vivida.

A partir dessa perspectiva, a proposta foi realizar pesquisa na Escola de Educação Básica Feevale – Escola de Aplicação, se debruçando mais especificamente na maneira de comunicação utilizada pelos professores da Educação Básica, para apresentar o ambiente virtual aos estudantes matriculados na respectiva instituição de ensino. A análise foi em relação ao comunicado no primeiro documento que foi postado no ambiente virtual de ensino, que oficialmente é o BlackBoard, para a referida Instituição. Ou seja, foi a introdução para informar a inclusão no ambiente virtual, como novo ambiente de aprendizagem, assim como as postagens de informativos para organização da semana.

Então, em março do ano de 2020, a Escola de Aplicação ingressou em um novo ambiente de aprendizagem, de forma virtual, mudando totalmente a forma de planejar e organizar os planos de aula. O motivo foi o isolamento social decretado na cidade de Novo Hamburgo, através do Decreto 9169/2020 (determinação do isolamento social) que incorpora determinações do Decreto Estadual 55.128 (declaração de estado de calamidade pública em todo o território do Estado do Rio Grande do Sul para fins de prevenção e de enfrentamento à epidemia causada pelo COVID-19 – novo coronavírus, e dá outras providências), de 19 de março de 2020, que são determinações que incluem outras providências como todas as medidas emergenciais já apresentadas no Decreto Municipal 9160/2020 (que fala sobre emergência na cidade), que foram embasados para determinar a partir da subsequente data (19/03/2020), o isolamento social durante 15 dias[1].

Por isso, a Escola de Aplicação, após apontamento do panorama real acontecido na cidade, permaneceu com aulas presenciais nos dias 16, 17 e 18 de março de 2020, sendo que nestes dias os estudantes não tinham obrigatoriedade de irem à escola. Porém, na sequência, nos dias 19 e 20, os professores estiveram presencialmente na escola, trabalhando coletivamente, em planejamento virtual para, na semana seguinte, iniciarem a proposta no ambiente virtual de ensino, com aulas remotas.

Assim, o meio de comunicação passa a ser totalmente virtual, e a escola se apropria do uso por completo das ferramentas do aplicativo BlackBoard. É importante salientar que esta plataforma já era utilizada há bastante tempo pela Universidade Feevale, que é a instituição que está vinculada a Escola de Aplicação. É a plataforma adquirida pela instituição e disponibilizada a todos os níveis de ensino vinculados a ela, da Educação Infantil ao Ensino Superior. Por isso não se tratava de algo totalmente novo, mas a Escola de Aplicação não tinha o hábito de utilização, nem mesmo em parte, porém, teve a migração das turmas integralmente para este ambiente e houve a necessidade de se habituar e conhecer na prática as ferramentas nela disponíveis.

[1] Pesquisas dos decretos realizados em https://www.novohamburgo.rs.gov.br/

ISSN 2446-7618

O grande desafio estava em como se fariam os mesmos projetos e a mesma proposta de ensino, que eram planejadas a todos os estudantes nos diferentes níveis de ensino. Não foi possível uma escolha, foi necessária uma reorganização e seguir com suas dúvidas, falhas e se disponibilizar a se desconstruir, saindo da zona de conforto.

A Escola de Aplicação é estruturada por ciclos, contemplando todas as etapas de ensino da Educação Básica – Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio e o Ensino Técnico, conforme estrutura apresentada no Quadro 1.

Quadro 1. Estrutura por ciclos na Escola de Aplicação

Nível de Ensino	Ciclo	Etapa	Equivalência
Educação Infantil			Educação Infantil
Ensino Fundamental	1º	1º	1º ano/série
		2º	2º ano/série
	2º	1º	3º ano/série
		2º	4º ano/série
		3º	5º ano/série
	3º	1º	6º ano/série
		2º	7º ano/série
	4º	1º	8º ano/série
		2º	9º ano/série
Ensino Médio	1º	1º	1º ano/série
	2º	1º	2º ano/série
		2º	3º ano/série

Fonte: Projeto Pedagógico da Escola de Educação Básica Feevale – Escola de Aplicação

Também em relação aos ciclos, a estruturação de professores é organizada da mesma forma, ou seja, para cada ciclo há um grupo de professores (um por disciplina, conforme exigência do Ministério da Educação – MEC), exceto o primeiro e segundo ciclo do Ensino Fundamental e a Educação Infantil, que tem um professor por etapa, mais os professores de Línguas e Linguagens que são da Educação Física, Inglês, Espanhol, Artes e Música.

Os professores são formados em licenciatura, em um componente curricular (as disciplinas) que compõem as áreas do conhecimento (Matemática, Ciências Humanas, Ciências da Natureza e Linguagens). Eles trabalham por projetos e de forma transdisciplina, fazendo seus planejamentos em conjunto, durante um tempo de três horas de reunião realizados na própria instituição, de forma presencial. Isso precisou acontecer também no ambiente virtual, portanto, as reuniões foram migradas para o *Teams*, ambiente da Microsoft (MICROSOFT, 2020[2]).

As aulas mantiveram a qualidade de ensino que apresentado no presencial, então todas as atividades e eventos pré-agendados pela escola continuaram no planejamento, porém pensados de formas diferenciadas. Na agenda da escola tinham

[2] Microsoft *Teams*. Disponível em: https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/microsoft-teams/free. Acesso em junho de 2020

ISSN 2446-7618

Festivais e Desafios – Festival das Estações (Outono, Inverno, Primavera, Verão), Festival Radical, Festidança, Desafios com o Terceirão, entre outros. Para que isso acontecesse de forma efetiva, foram organizadas comissões de professores e funcionários da instituição, com o propósito de que acontecesse o calendário escolar normalmente, porém em outro ambiente de aprendizagem, virtual e não presencial.

Enfim, a seguir os resultados deste grande desafio, o estudo de caso da Escola de Educação Básica Feevale – Escola de Aplicação, especificamente referente a primeira comunicação virtual entre professores e estudantes matriculados na primeira etapa do primeiro ciclo, seguido de um aprofundamento teórico, a metodologia utilizada, análise e os resultados obtidos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Quando falado de escola, há uma necessidade natural de referenciar qual a compreensão em relação a educação, considerando que é um ato de educar, que tem sentido e significado de formação. Assim, antes de falar em escola, já se falava em educação:

> A educação existe onde não há a escola e por toda parte pode haver redes e estruturas sociais de transferência de saber de uma geração a outra, onde ainda não foi sequer criada a sombra de algum modelo de ensino formal e centralizado. Porque a educação aprende com o homem a continuar o trabalho da vida. A vida que transporta de uma espécie para a outra, dentro da história da natureza, e de uma geração a outra de viventes, dentro da história da espécie, os princípios através dos quais a própria vida aprende e ensina a sobreviver e a evoluir em cada tipo de ser (BRANDÃO, 2007, p.13).

Então, compreende-se que o primeiro passo para a educação está dentro de cada um, na continuidade da vida, do trabalho e da humanização. As instituições, também conhecidas como escolas, surgem a partir de então, e faz-se com que o ser humano seja educador (ensinante e aprendente) em tempo integral. O autor acima citado, discorre sobre produção de bens e divisões, gerando hierarquia social, começando a se dividir, apresentando-se a desigualdade, dando início a sociedade que separa, e aos poucos se opõe com “o que faz, o que se sabe com o que se faz e o que se faz com o que se sabe. (...) saber e ensinar a saber”. Aqui retrata, “o começo do momento em que a educação vira o ensino, que inventa a pedagogia, reduz a aldeia à escola e transforma "todos" no educador” (Brandão, 2007, p. 27).

Neste sentido, a politicidade da educação, segundo Paulo Freire (1982), é a reflexão ao “o que fazer”, “para que fazer”, “quando” e “para quem fazer”. Em outras palavras, refere-se a compreender qual é a finalidade do que se faz.

> [...] mas a gente ainda tem que perguntar em favor de que conhecer e, portanto, contra que conhecer; em favor de quem conhecer e contra quem conhecer. Essas perguntas que a gente se faz enquanto educadores, ao lado do conhecimento que é sempre a educação, nos levam à confirmação de outra obviedade que é a da natureza política da educação. Quer dizer, a educação enquanto ato de conhecimento é também, por isso mesmo, um ato político (FREIRE, 1982, p. 97).

ISSN 2446-7618

Ainda, dentre as várias perspectivas do que é educação, há uma preocupação de como se dá a aprendizagem, ela fixada em qualquer que seja a teoria: por recepção, autoconstrução ou construção guiada. Alicerçadas em teorias psicológicas comportamentalista (Skinner), humanista (Rogers), construtivista (Piaget) ou sócio–construtivista (Vygotsky). Não importa a teoria utilizada, mas o como se apresenta o que se quer ensinar. Então, a educação passa por forma de comunicação, ou seja, para aprender é preciso comunicar. E, a partir da comunicação verbal (escrita e oral), entende-se que é possível construir conhecimento. Talvez a forma que se mostra pode ter uma diferenciação no que se constitui de conhecimento para o outro que vê.

O comunicar se dá através do que vivemos, pois, "vivemos, de fato, num mundo de linguagens, signos e significações" (FARACO, 2009, p. 49). Por onde se passa, se produz conhecimento através das leituras, sejam elas escritas, ilustradas, ou pela oralidade (campo visual e auditivo). Para FARACO (2009, p. 49), "... nossa relação com o mundo é sempre atravessada por valores". Segundo o autor, que traz os estudos de Voloshinov e Bakhtin, a humanidade tem uma relação com o mundo dos signos, que são "... espaços de encontro e confronto de diferentes índices sociais de valor, plurivalência que lhes dá vida e movimento, caracterizando o universo da criação ideológica como uma realidade infinitamente móvel" (FARACO, 2009, p. 54). São visões diferentes atreladas ao que se vê e o que se constrói a partir do que se apresenta. Qual efeito do enunciado que traz signos tem e faz naquele que o interpreta, sendo assim, são diferentes horizontes sociais de valores que estão refletidos nos signos.

Ação e poder também andam com a comunicação, tanto que "tornou-se lugar comum dizer que comunicação é uma forma de ação" (THOMPSON, 1998, p. 20). Então, em tudo que se comunica tem uma ação a ser percorrida, sendo que as pessoas se utilizam do dia-a-dia do agir em comunicar.

> [..] proferir uma expressão é executar uma ação e não apenas relatar ou descrever um estado de coisas, nos tornamos sensíveis ao fato de que falar uma linguagem é uma atividade através da qual os indivíduos estabelecem e renovam as relações uns com os outros. Mas se a comunicação é uma forma de ação, a análise da comunicação deve se basear, pelos menos em parte, na análise da ação e na consideração do seu caráter socialmente contextualizado (THOMPSON, 1998, p. 20).

A intervenção da comunicação tem uma ação envolvida, que apresenta regras e se organiza no tempo e espaço de comunicar. São caminhos traçados e organizados para atender determinados objetos, que propõem futuras mudanças a partir do que é apresentado. Dentro disso introduz-se o poder, que "é a capacidade de agir para alcançar os próprios objetivos ou interesses..." (THOMPSON, 1998, p. 21). Assim, certamente apresentam consequências que modificam as possibilidades de reagir a cada proposta de comunicar.

Thompson (1998) apresenta algumas formas de poder – econômico, político, coercitivo e simbólico. O Econômico está direcionado às instituições econômicas (empresas comerciais), e os recursos são materiais e financeiros. O político está com

ISSN 2446-7618

as instituições políticas (exemplo: Estados) e tem recursos de autoridade. O poder coercitivo (especialmente poder militar) está com as instituições coercitivas, como as militares e polícia, carcerárias etc., de recursos da forma física e armada. Já o poder simbólico é paradigma das instituições culturais, como as igrejas, escolas, universidades etc., com recursos de meios de informação e comunicação. Sendo este, o último, que se concentra a teoria de poder para este estudo de caso. Assim, ação, poder e comunicação andam juntos, compreendendo-se que comunicação precisa de ação e poder, na mesma direção e conectados, para que se tenha efetividade no resultado que se espera.

Para Thompson (1998) a comunicação é uma atividade social que envolve a produção, transmissão e recepção de formas simbólicas implicando utilização de recursos de vários tipos. Considerando as habilidades, competências e formas de conhecimento que são apresentados pelos meios de comunicação. Para o meio digital a compreensão precisa ser a mesma do presencial, segundo Lajolo (2009, p. 30), “pressupõe-se, pois, que a leitura não corre riscos quando se transporta do papel para o meio digital”. Assim, na perspectiva de uma nova realidade, considerando que o meio digital fará parte mais presente na vida das pessoas, certamente mudará hábitos e costumes. Talvez possa ser dito que há uma mudança de cultura, se instituindo novos significados e formas sociais de vivencias e leituras.

> Ao baixar a guarda, acreditando que talvez as modas do meio intelectual que buscávamos fomentar já tivessem passado para o discurso crítico comum, fomos surpreendidos com as calças na mão. Desprovidos de nossa arte cênica, fomos obrigados a encarar de frente a realidade da própria ideia de “Cultura” – o conceito mesmo cujo manejo pensávamos ter dissolvido na linguagem de práticas significantes e de formações sociais” (BHABHA, 2012, p. 80).

É possível já imaginar uma nova realidade, com sequencias de informações que comunicam em massa, talvez não com a eficiência desejada por quem comunica, mas há comunicação. Por isso que a linguagem passa a ser um elemento estudado e pensado antes de comunicar no espaço de acesso a todos. Isso fornece a possibilidade de compreender o que está acontecendo e qual o enunciado real que quer ser passado. Para Núñez (2013, p. 51) “a leitura hipertextual, a hiperficção ou os multimídias abrem novas possibilidades e itinerários (...) que devem aglutinar o melhor da tradição literária e a confiança das novas linguagens”. É perceptível que há uma nova possibilidade de leitura a tornar-se cultural com o passar do tempo, neste momento especificamente de isolamento social.

Ainda para Núñez (2013), a informação que é transmitida é que há uma caminhada para um espaço híbrido, cruzando o impresso e o digital, eletrônicos, multimidias, filmes etc. O que, aparentemente, a partir do que diz Santos (2013, p. 19) “...codificações dos gestos expressivos gerais do estar-no-mundo, ou seja, da percepção corporal, que apresentam uma abertura muito maior do que a linguagem verbal”, apontará há uma nova normalidade do que diz respeito a linguagens.

3 MATERIAL E MÉTODOS

ISSN 2446-7618

Esta proposta de estudo de caso (Yin, 2015) surgiu com a ideia de compreender como ocorreu a primeira interação dos professores com seus estudantes no início do isolamento, para analisar as possibilidades de comunicação, especificamente o primeiro contato e a forma de informações referente a organização da semana.

A leitura realizada foi referente a postagem do grupo de professores, dentro do ambiente virtual, para os estudantes da primeira etapa do primeiro ciclo do ensino médio. Esse grupo é composto por cinco pessoas, de diferentes áreas do conhecimento, que são chamados de mentores dos estudantes. Os mentores são como “padrinhos”, são eles que acompanham o processo de aprendizagem de um grupo específico de estudantes matriculados na etapa, ou seja, são cinco professores mentores que dividem os oitenta e seis matriculados na etapa.

Além dos cinco mentores, a etapa conta com mais nove professores que os acompanham, contemplando todas os componentes curriculares da escola e da etapa de ensino (estes quatorze professores são especificamente do ensino médio, e da primeira etapa do primeiro ciclo, cada um com formação específica para atender um componente curricular de ensino).

A análise foi de um vídeo que tem um minuto e dezessete segundos e dois enunciados de cronograma semanal, que apresentam os projetos e os dias que eles serão trabalhados. Este foi o material produzido pelos professores mentores, que juntos tiveram a concordância de postar no ambiente de aprendizagem remoto. O objetivo da postagem foi de comunicar, primeiramente, através do vídeo, como seriam os próximos dias de aula na situação que se apresentava (pandemia) e após, com os enunciados, então apresentariam o cronograma da semana.

Este foi o primeiro contato com os estudantes no ambiente virtual de ensino, após apenas um mês de aula presencial, o qual tinha a intenção de comunicar a troca de ambiente de ensino e o acolhimento aos estudantes. Após aulas 100% presenciais, se apresentou uma nova realidade à escola, um momento em que se apresentou a pandemia no país (e arrisca-se dizer, que no mundo), então se deu a migração total da educação para ambientes virtuais de ensino, com a aprendizagem remota, síncronas e assíncronas, com propostas de aula *on line* ao vivo e também gravadas.

A Escola de Aplicação manteve praticamente todos os eventos e desafios, comissões foram criadas para que fossem repensados em tempos de isolamento social, num ambiente diferente, com suas devidas proteções e cuidados. Foi possível acompanhar todas as comissões e os acontecidos, tanto no virtual, como no presencial, por parte da equipe diretiva da escola. Portanto, foi possível vivenciar, junto com a escola, o planejamento da proposta educacional e a sua execução real de forma remota, visualizando o comprometimento por parte dos professores e seus alunos, o aproveitamento dos tempos e suas organizações diante das tecnologias apresentadas para que as propostas acontecessem com mais assertivas e com evolução educacional.

ISSN 2446-7618

A partir do momento em que se troca o ambiente de ensino, se inserir em aulas ministradas digitalmente, isso pode representar a reconstrução de uma lógica de ensino. Ou seja, sem toque, sem aproximação e calor, mas de certa maneira isso deve aparecer mesmo que através de uma telinha. Foi então que os professores da turma 11M (que corresponde a primeira etapa do primeiro ciclo) introduzem um vídeo para chamar atenção.

Então, a partir do objeto de análise visual, através do vídeo e das duas figuras que apresentavam enunciados de cronograma, foram descritas e analisadas pelas seguintes categorias de análise: linguagem adequada à faixa etária; as imagens são representativas ao que se comunica; a forma de apresentação se comunica; comparativo entre as duas figuras.

A cada figura que foi visualizada se fez uma descrição da imagem e do vídeo, incluindo a apresentação, cores e o aspecto que se transmite. Ainda, foi observada a linguagem apresentada, se está de acordo com a percepção de jovens conforme a faixa etária da etapa de ensino. Um olhar específico para a representatividade do que se quer comunicar e a forma que está se comunicando, se é eficiente e tem todos os anúncios no que se apresenta aos estudantes, sendo que esta análise não obedeceu uma ordem, mas seguiu a fidelidade das categorias.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise e os resultados aqui se misturam, a medida em que foram sendo analisados os dois enunciados de cronograma e o vídeo de curta duração (chamada para as aulas), os resultados já puderam ser apontados.

O vídeo foi construído e pensado pelos professores mentores, que tinham a intenção de acolher os seus mentorandos e apresentá-los a uma nova forma de ambiente de ensino. Na filmagem os professores estavam todos com a camiseta verde da Escola de Aplicação, se apresentaram e após anunciaram a preocupação do país em relação a saúde das pessoas. Com este início já se percebe que a intenção foi de mostrar aos estudantes que para o momento delicado do país é preciso que todos se mantenham “em casa” para resguardar a saúde. Disseram que o vídeo foi feito para comunicar a migração para as aulas remotas, atendendo a situação de pandemia, por conta do coronavírus/Covid-19.

Relatam que a migração é apenas de ambiente, físico para o virtual. A partir deste comunicado é possível compreender que a qualidade e a proposta de ensino continuariam a mesma. Relembram os estudantes que todos os professores estarão juntos, das 7h20min às 12h, que é exatamente o mesmo tempo que a escola funciona no presencial. Ficando bem esclarecido, neste momento, pois os professores solicitam que os estudantes estejam presente nas aulas *on line*, nas chamadas, nas propostas de ensino apresentadas.

Anunciam que as propostas perpassarão à fóruns, chats, debates, e demonstram certa motivação em que todos estejam engajados e partícipes do que estão preparando exclusivamente à eles. Salientam os professores que a participação

ISSN 2446-7618

é para que deem continuidade à aprendizagem, trabalhando juntos, mesmo em tempos complicados a todos.

Ainda preocupados, fazem uma pequena reflexão com o vídeo gravado, dizendo, que as propostas de atividades precisam ser realizadas de casa, que não saiam para qualquer tipo de pesquisa, mas que questionem e se comuniquem com os professores através do BlackBoard. Neste momento de fala é possível compreender que há preocupação com a saúde dos estudantes, pois os professores indicam que não saiam, não deem “rolezinho”, que se cuidem, pois terão muito tempo ainda para sair. A linguagem de fala dos professores, especialmente neste trecho, parece totalmente adequada a idade deles, pois se apropriam de palavras que são ditas nos meios de conversas dos jovens.

Outro anuncio que é dado dentro do vídeo, alerta em relação aos grupos de mentorias, dizendo que os professores estarão por lá (na sala virtual), para ajudar, conversar e pensar em estratégias de ensino exclusivas a cada um deles, ou seja, mesmo que seja necessário individualizar a proposta à quem for preciso.

Para finalizar o tema do vídeo (de um minuto e dezessete segundos), eles dizem: “falow, galera e não esqueçam, quarentena não é férias, beijos, tchau, tchau”. Aqui é possível visualizar a linguagem apropriada, mais uma vez e o reforço de que se trata de um ambiente diferente, que todos devem ficar em casa, mas o compromisso é de acessar todos os dias o ambiente virtual de ensino – BlackBoard. A partir do vídeo também é possível compreender que os professores estão a disposição e que juntos, dentro e fora da mentoria, querem ativar o estímulo a aprendizagem. Ainda, neste vídeo, conseguem falar que existem regras no ambiente virtual e que terão os mesmos atendimentos que no presencial, porém de uma forma repensada e reorganizada.

Enfim, a linguagem parece ser muito adequada a faixa etária da etapa de ensino, com poucas gírias, que os aproximam, e clareza no que queriam anunciar. Quando os professores, no vídeo, aparecem dentro da escola, com a mesma camiseta, sorriso nos lábios e seriedade no tom de voz é possível dizer que o que se apresenta representa, o que querem comunicar e a forma de comunicar está bem adequada para o momento que se encontram, isolados e aprendendo, todos, o caminho a ser traçado.

Em relação as figuras de enunciados referente a organização semanal, teve um tempo diferente para cada uma. A Figura 1 foi colocada no ambiente no mesmo momento do vídeo e a Figura 2 foi colocada após um mês de aula.

Figura 1: BlackBoard – turma 11M – Introdução – acesso em junho 2020.

ISSN 2446-7618

Figura 1: BlackBoard – turma 11M – Introdução – acesso em junho 2020.

Então, o primeiro enunciado de organização semanal (Figura 1), está contemplando os dias da semana e informações de cada dia da semana com o nome de um projeto. Os projetos são separados por cores, e colocados em diferentes dias da semana. Tem no enunciado a figura de duas lâmpadas remetendo a luz, representando uma forma de chamar a atenção. O que não aparece nesta figura é o horário de mentoria, neste caso deixa aberta a compreensão de que é em qualquer dia, porém, ao conversar com os professores isso não é real, pois a mentoria acontece todas as segundas-feiras e sextas-feiras, portanto, é possível demonstrar uma falha nesta comunicação. A imagem representa o que se quer comunicar, porém tem falhas nas informações. A forma de apresentação parece ser muito clara, principalmente no uso das cores quando separados os projetos. Linguagem simples e direta, que cumpre entendimento com o que anuncia.

ISSN 2446-7618

Após algumas semanas de trabalho virtual, o enunciado da Figura 1 se esgota, fazendo com que os professores adquirissem mais conhecimento de como atingir melhor os estudantes e como organizá-los para a semana, então surge outra proposta de apresentação de organização semanal, que está ilustrada na Figura 2.

A Figura 2 também tem a proposta de apresentar um cronograma da semana. É possível identificar, de imediato, que houve uma releitura da apresentação. O que estava exposto de ordem horizontal na Figura 1, estava na vertical na Figura 2 (os dias da semana). O jogo de cores está diferente, bem como a imagem que aparece para chamar a atenção dos estudantes. O que na Figura 1 eram lâmpadas, na Figura 2 tem apenas um relógio, mudando neste caso a especificidade da atenção dos que leem. Ou seja, na Figura 2, o relógio remete a hora em que teriam aulas *on line*, e a ordem das cores não é mais pelos projetos, mas sim nos dias da semana (cada dia da semana com cor diferente). Quando os professores colocam o relógio, é possível fazer a leitura que eles gostariam que todos estivessem presentes neste momento de aula *on line*, pois a cada proposta de projeto teriam uma *on line* com todos os professores que representam aquele projeto.

O que é possível perceber na Figura 2 são as informações um pouco mais completas, porém, ainda não contempla toda a semana. Por exemplo, em relação a mentoria, ainda tem uma pequena falha ao comunicar, segundo os professores a mentoria acontece, no mínimo, duas vezes na semana, uma vez na segunda-feira e a outra vez na sexta-feira. No enunciado do cronograma da Figura 2 aparece apenas uma vez escrito mentoria, na sexta-feira, e sem horário marcado, sendo que os professores, na sexta-feira, têm horário das 11h para atender os seus mentorandos. Neste caso, entende-se que os mentorandos (estudantes) já tem como sabido que é neste dia da semana e neste horário marcado. Mas aqui pode dar uma confusão em não ter o horário da mentoria e ainda por não contemplar as duas mentorias da semana dentro do cronograma.

Enfim, tanto o vídeo quanto a Figura 1 e a Figura 2 apresentam linguem adequada a faixa etária do ensino médio, mais especificamente, da primeira etapa do primeiro ciclo (equivalente a primeira série do ensino médio), pois se utilizam de signos e imaginários próprios dos estudantes desta idade. São imagens que se comunicam e representam muito bem ao que querem comunicar, com algumas ressalvas que podem ser melhoradas, mas que, possivelmente, ao longo do tempo, serão revistas, pois entre uma e outra figura, por exemplo, já se percebe evolução e mudança de enunciado.

4 CONCLUSÃO

Este estudo foi realizado como objetivo de analisar a forma de comunicação de professores para estudantes da turma 11M (que corresponde a primeira etapa do primeiro ciclo – primeira série do ensino médio), da Escola de Educação Básica Feevale – Escola de Aplicação. Considerando que a análise foi especificamente pelo motivo de pandemia do Rio Grande do Sul e as aulas de todas as escolas migraram para um ambiente de aprendizagem virtual.

ISSN 2446-7618

Assim, foi importante realizar este estudo para visualizar a transparência da comunicação inicial e os cronogramas da semana, de tal forma a apontar as dificuldades e as facilidades do enunciado, se está ou não atendendo os objetivos que os professores tinham.

Foi um grande desafio olhar para os detalhes do que estava a se comunicar no momento, pois as limitações foram contatar com os professores para validar as figuras, em função da pandemia que se apresentava. Momento em que todos estavam em suas casas, com o isolamento social ativo. Porém abriu-se a possibilidade de trabalhos futuros, como seguir a analisar as imagens da sequência, ou ainda analisar as imagens propostas nas próprias atividades dentro dos projetos e planejamentos de ensino.

Então, como foi percebido, houve uma evolução de uma imagem para outra, considerando que o objetivo era de comunicar o cronograma semanal dos projetos e das práticas de ensino (aulas). Assim, aponta-se mais uma possibilidade de análise e estudos futuros.

Enfim, os resultados apresentados foram aproveitados por completo, de um crescimento educacional muito interessante. A equipe diretiva e professores da escola estão totalmente engajados e preocupados em apresentar um ensino de qualidade, mantendo a responsabilidade de interagir com os estudantes e contribuir no processo de aprendizagem de cada um.

Assim, através dos enunciados conseguem apresentar um acompanhamento diário e semanal. Sendo que, a partir desta análise, foi possível perceber que os professores se desconstruíram e se reconstruíram, com uma nova forma de apresentar conteúdos e desenvolver o componente curricular dentro dos projetos, construindo um excelente processo de aprendizagem acompanhado pelos mentores.

Portanto, segue assim a Escola de Aplicação, mesmo apontando falhas no comunicar, está dando continuidade aos planejamentos em conjunto, propondo diferentes projetos de ensino que está contemplando as diversas áreas do conhecimento, e desafiando estudantes à uma nova forma de aprender.

Agradecimentos

Agradecimentos especiais à Escola de Aplicação Feevale, ao time de professores e estudantes, em especial a Direção da Escola que disponibilizou estas possibilidades de inserção educacional, e está à frente de todos os processos, trilhando um caminho inovador no ensino.

REFERÊNCIAS

1 MICROSOFT. Microsoft Teams. Disponível em: https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/microsoft-teams/free. Acesso em junho de 2020.

2 BRANDÃO, Carlo Rodrigues. O que é educação. São Paulo: Brasiliense, 2007.

ISSN 2446-7618

3 FREIRE, Paulo. Educação: o sonho possível. In. BRANDÃO, C. R. (org.) O educador: vida e morte. Rio de Janeiro: Graal, 1982.

4 FARACO, Carlos Alberto. Linguagem & Diálogo: as ideias linguísticas do círculo de Bakhtin. São Paulo: Parábola Editorial, 2009.

5 THOMPSON, John B. A mídia e a modernidade: uma teoria social da mídia. Petrópolis, RJ: Vozes, 1998.

6 LAJOLO, Marisa. Zilberman, Regina. Das tábuas da lei à tela do computador: a leitura em seus discursos. Editora: Ática, 2009.

7 BHABHA, Homi K. O bazar global e o clube dos cavalheiros ingleses: textos seletos de Homi Bhabha / organização: Eduardo F. Coutinho; introdução: Rita T. Schmidt; tradução: Tereza Dias Carneiros. – Rio de Janeiro: Rocco, 2012.

8 NÚÑEZ, Eloy Martos. Hipertexto, cultura midiática e literaturaspopulares: o auge das sagas fantásticas. IN: Miguel Rettenmaier, Tania M. K Rösing (Org.). Questões de leitura no hipertexto. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2013.

9 SANTOS, Alckmar Luiz dos. Palavta e imagem na criação poética digital. IN: Miguel Rettenmaier, Tania M. K Rösing (Org.). Questões de leitura no hipertexto. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2013.

10 YIN, Robert K. Estudo de Caso: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2015

ISSN 2446-7618

ANÁLISE DAS IMAGENS UTILIZADAS PELO GRUPO "ARTEIROS" NAS AULAS VIRTUAIS

Bez, M.R.[1]
Regra, J. [2]

[1] *Doutora em Informática da Educação, Marta Rosecler Bez, Universidade Feevale, martabez@feevale.br.*
[2] *Graduada em Pedagogia, Janaina Regra, Universidade Feevale, janainar@feevale.br.*

Resumo
Este artigo tem como tema principal o uso da criatividade no projeto "Arteiros", da Escola de Educação Básica Feevale – Escola de Aplicação, no período de isolamento social. Buscando embasamento teórico em investigação bibliográfica e a coleta de dados, se caracteriza como um estudo de caso. A coleta de dados para a construção deste documento foi realizada através de observação e investigação da prática realizada, incluindo acesso ao planejamento e aos documentos postados no ambiente virtual de ensino. O resultado gerou reflexão relativa ao uso de imagens relacionando a proposta pedagógica de ensino.
Palavras-chave: Educação; Criatividade; Escola de Aplicação.

ANALYSIS OF IMAGES USED BY THE "ARTEIROS" GROUP IN VIRTUAL LESSONS

Abstract
This article's main theme is the use of creativity in the "Arteiros" project, from the "Escola de Educação Básica Feevale - Escola de Aplicação", during the period of social isolation. Seeking a theoretical basis in bibliographic investigation and data collection, it is characterized as a case study. Data collection for the construction of this document was carried out through observation and investigation of the practice performed, including access to planning and documents posted in the virtual teaching environment. The result generated reflection regarding the use of images relating the pedagogical proposal of teaching.

Key words: Education; Creativity; Application School.

1 INTRODUÇÃO

O uso da criatividade para ministrar aulas é necessário em qualquer tempo, em qualquer local, e em quaisquer circunstâncias, sendo que para a educação é parte fundamental. Considerando, ainda, que a criatividade é um assunto falado por todas as pessoas, indiferentemente se são estudiosas do assunto ou não, cabe aqui dizer que o estímulo da criatividade é diário dentro da sala de aula, sendo desafiador ao educador, principalmente elencar a sua disciplina à construção do conhecimento e à evolução do processo de aprendizagem do estudante. Além disso, professores que motivam os seus alunos utilizam de criatividade para inovar a aprendizagem, portanto, a Industria Criativa (IC) pode trazer um novo olhar para a prática docente.

Arrisca-se dizer que a Escola de Aplicação é criativa ao pensar e agir sobre educação, pois, ao ensinar os conteúdos exigidos pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), propõe planejamento transdisciplinar e conteúdo dentro de

ISSN 2446-7618

projetos. São projetos pensados e planejados para o momento e para o perfil de cada estudante. E, para este artigo foi possível debruçar-se ao projeto "Arteiros".

Este projeto é composto pelo grupo de professores da Escola, formados em Arte – Licenciatura, porém com diferentes especializações e com direcionamento para o desenvolvimento do componente curricular. A proposta dos "Arteiros" é oportunizar aos estudantes contato com as linguagens das Artes Plásticas, Música e Teatro, a fim de ampliar a expressão, o pensamento estético e o desenvolver do processo criativo de cada indivíduo que nele se insere.

O embasamento para este projeto é composto pelos contextos históricos da Arte, porém, dentro dele surgem outros pequenos projetos no decorrer do ano letivo, sendo que todos os estudantes da escola precisam passar por todas as habilidades, mesmo aquelas que o estudante não se identifica muito. A proposta dos "Arteiros" é para as etapas finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio.

A saber, a Escola de Aplicação é estruturada por ciclos, contemplando todas as etapas de ensino da Educação Básica – Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio e o Ensino Técnico. Também em relação aos ciclos, a estruturação de professores é organizada da mesma forma, ou seja, para cada ciclo há um grupo de professores (um por disciplina, conforme exigência do MEC), exceto o primeiro e segundo ciclo do Ensino Fundamental e a Educação Infantil, que tem um professor por etapa.

Os professores são formados em licenciatura, nas disciplinas que compõem as áreas do conhecimento (Matemática, Ciências Humanas, Ciências da Natureza e Linguagens). Eles trabalham por projetos e transdisciplinarmente, fazendo seus planejamentos em conjunto, durante um tempo de três horas de reunião realizados na própria Instituição, de forma presencial. Além deste tempo de reunião, o projeto "Arteiros", composto por quatro professores da área da Arte, tem um tempo, semanalmente destinado ao planejamento deles, de uma hora.

Então, em tempo de isolamento social, quando as aulas migraram ao ambiente virtual de ensino, as reuniões destinadas aos planejamentos também. Neste caso, as reuniões são organizadas no *Teams*, ambiente da Microsoft (MICROSOFT, 2020[1]).

Assim, os projetos dentro do "Arteiros" foram se desenvolvendo e criando seu espaço junto as propostas de ensino de toda a escola, e a visão da Arte passou a ter a sua significação, pois não está mais isolada. A Arte passa a ter mais sentido e a compor os componentes curriculares, se articulando com outras áreas do conhecimento, de forma transdisciplinar e por projetos dentro da Instituição.

1.1 A ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA FEEVALE – ESCOLA DE APLICAÇÃO

O estudo foi realizado na Escola de Educação Básica Feevale – Escola de Aplicação, que foi inaugurada em 27 de fevereiro de 1989, na época criada a Escola de 2º Grau Feevale, cujo funcionamento era para cursos de Formação Técnica de Desenhista de Calçados e Acessórios, Contabilidade e 2º Grau como formação geral (atualmente conhecido como ensino médio). Estes dados foram retirados do site da Instituição em https://www.feevale.br/escoladeaplicacao/institucional/quem--somos[2], fonte de onde foi extraída, também, a informação de que a proposta de ensino era em oferecer à comunidade um trabalho de inserção na região do Vale do Sinos.

[1] MICROSOFT. Microsoft *Teams*. Disponível em: https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/microsoft-teams/free. Acesso em junho de 2020.
[2] Acesso no dia 18/05/2020 às 20h.

ISSN 2446-7618

Nesta época a criação da escola, como constituição de aplicação foi direcionada diretamente aos acadêmicos dos cursos de Pedagogia, Educação Física e Educação Artística. Estes eram cursos de licenciaturas ofertados no período de criação da escola, que possibilitaram que os estágios fossem realizados nela.

Dito isto, inicia uma trajetória de muitas modificações e acessões no ensino, como a integralidade da educação básica, novos cursos técnicos, investimentos em criação de laboratórios, implementação de projetos interdisciplinares, organização curricular por ciclos de ensino, contra turno, práticas esportivas, e mudança de nome da escola, no ano de 2003, para Escola de Educação Básica Feevale – Escola de Aplicação. Hoje o cenário da Escola conta com equipe pedagógica, organização colegiada, infraestrutura da Universidade Feevale e equipe técnica de funcionários funcionais e operacionais compartilhado com setores do campus I da Universidade.

A escola está, hoje, organizada por ciclos de formação, que tem o propósito de privilegiar a continuidade da trajetória do estudante, suas expectativas e suas características, respeitando o processo de desenvolvimento e aprendizagem de cada um. Sendo assim, a missão da Escola de Aplicação é "promover, em um ambiente colaborativo, a construção de aprendizagens efetivas e afetivas que considerem a trajetória de cada sujeito, sua incompletude e a transitoriedade do mundo natural e social, contribuindo, assim, para o desenvolvimento da autonomia, da criatividade e de um projeto de vida" (https://www.feevale.br/escoladeaplicacao/institucional/quem--somos[3]).

Seguindo a intenção de construção do processo de aprendizagem, a Escola alicerça-se trabalhando nas aulas de forma integrada nos ciclos de ensino, com planejamento coletivo entre os professores, realizando uma ação integrada que viabiliza a construção da aprendizagem através das diferentes áreas do conhecimento, como grade curricular de ensino. Dito isso, a partir de uma concepção sociointeracionista, a Escola de Aplicação, baseada em princípios de convivência, solidariedade, justiça, respeito, valorização da vida na diversidade e na busca de conhecimento, compreende a educação como coletiva e permanente. Portanto, contribui na construção de autonomia, utilizando-se de uma metodologia cooperativa e participativa. Então, a Escola de Aplicação, a partir do ano de 2019, tem se apresentado como "uma escola incomum", por compreender que este lugar é acolhedor, com espaço de escuta e fala, traçando caminhos para diferentes pessoas, construindo, assim, o projeto de vida de cada um que nela passa.

1.2 MUDANÇAS NA ESCOLA, EM FUNÇÃO DO ISOLAMENTO SOCIAL

Após este panorama de apresentação da escola, cabe salientar que esta trabalhava com ensino presencial de forma integral, utilizando plataformas virtuais nos planejamentos de aulas, como um complemento necessário para o bom desenvolvimento do processo de aprendizagem dos estudantes. Porém, em março do ano de 2020, a Escola de Aplicação e todas as Instituições de Ensino do Brasil tiveram suas atividades presenciais paralisadas por conta de da pandemia Covid-19.

A partir de março de 2020 o país passa a receber informações públicas praticamente diariamente, e o Município de Novo Hamburgo se organiza a partir do que diz o Estado. Neste caso, na noite de 20 de março de 2020, o decreto 9169/2020 (que determina o isolamento social) incorpora determinações do Decreto Estadual 55.128 (Declara estado de calamidade pública em todo o território do Estado do Rio Grande do Sul para fins de prevenção e de enfrentamento à epidemia

[3] Acesso no dia 18/05/2020

ISSN 2446-7618

causada pelo COVID-19 (novo Coronavírus), e dá outras providências), de 19 de março de 2020, e inclui outras providências como todas as medidas emergenciais já apresentadas no decreto municipal 9160/2020 (decreta emergência na cidade), que determina a partir da subsequente data, o isolamento social durante 15 dias.

Dito isso, após apontar o panorama real acontecido na cidade, até o momento desta escrita, em relação a educação no Município, é importante enfatizar que a partir do dia 16 de março do ano de 2020 algumas escolas iniciaram o processo de paralização por conta do isolamento social, e a Escola de Aplicação ainda permaneceu com aulas presenciais para os dias 16, 17 e 18 de março. Nos dias 19 e 20 de março do ano de 2020, os professores estiveram na escola, trabalhando coletivamente, em planejamento virtual para na semana seguinte iniciarem a proposta no ambiente virtual Blackboard de ensino. Nesta plataforma seguiram as atividades de forma virtual, considerando a mesma forma de ensino, ou seja, por projetos, transdisciplinares, considerando a união das áreas do conhecimento (Matemática, Ciências Humanas, Ciências da Natureza e Linguagens).

Este artigo tem como foco a área de Arte, mais especificamente o projeto “Arteiros”. O objetivo é analisar as figuras utilizadas para a proposta de trabalho dentro do projeto, mais especificamente, descrever o que vê, relacionada as cores e o formato, pesquisar a origem da figura, se ela representa a atividade proposta e se está de acordo com a BNCC.

1.3 EDUCAÇÃO E A CRITIVIDADE

A educação é pesquisa desafiadora para qualquer pessoa. O que instiga a buscar cada vez mais conceitos que nos fazem refletir em torno de uma proposta que contemple o avanço e as novidades que o mundo propõe. A partir deste pensamento, é trazida a seguinte reflexão que, para Sara Paín (1985), educação é dar garantia a continuidade da espécie humana, e esta continuidade da conduta humana se realiza pela aprendizagem. Como um ciclo de desenvolvimento, exercita a função mantenedora, socializadora, repressora e transformadora da educação. Ainda, citando a Paín, a pessoa que não aprende é aquela que não realiza as funções sociais da educação, acusando aqui, o fracasso. Portanto, pensando na Escola de Aplicação e nesta teoria da aprendizagem, considera-se que o planejamento precisa ser correspondido à prática de ensino, atendendo as demandas do processo evolutivo da aprendizagem. Sendo assim, o estudante pode apresentar mais facilidade de aprender, não chegando ao fracasso, conforme mencionado por Paín, e dando continuidade à educação, a partir de um processo de aprendizagem mais prazeroso.

Portanto, a escola, a partir de suas ações, determina o processo de aprendizagem efetivo e real. Como também pode determinar que seja bom e/ou ruim, ter efeitos positivos e negativos. Neste ponto de vista, educar é um exercício em movimento integral dentro dos estabelecimentos de ensino. No caso da Escola de Aplicação, a aprendizagem perpassa pelas emoções, havendo a necessidade de compreender o indivíduo para ser possível perceber transformações.

São questões emocionais que se encaminham para a efetivação da aprendizagem, e em tempos de pandemia, isolamento social e enfrentamento de doenças e saúde financeira da família, o reflexo na aprendizagem pode ser diferente a cada pessoa que acessa o ambiente virtual de ensino, que neste momento está em evidencia na Escola de Aplicação e em todos os outros locais educacionais da cidade de Novo Hamburgo.

ISSN 2446-7618

Para Freud[4] cada pessoa é responsável em ser seu próprio mestre, isso quer dizer que há necessidade de buscar o próprio desenvolvimento do conhecimento, e traçar o caminho que desejar ir. Afirmando isso, Kupfer (2001, p. 24), traz no conceito de Freud que, "nada é casual, e que todo dito tem um sentido". Assim, é possível compreender que o aprender traz sentido, mesmo que a proposta não esteja planejada, sempre haverá construção de conhecimento.

Por isso que a criatividade é um elemento de importância para a educação, trazendo possibilidades de inserção no seu imaginário. Segundo Silva (2003), o imaginário tem início, meio e fim, ou seja, é a introjeção do real, com um antes, um durante e um depois, pois "o imaginário é uma língua. O indivíduo entra nele pela compreensão e aceitação das suas regras; participa dele pelos atos da fala imaginal (vivências) e altera-o por ser também um agente imaginal (ator social) em situação. Todo individuo submete-se a um imaginário preexistente." (SILVA, 2003, p. 9).

A partir deste contexto de imaginário, é possível lincar a aprendizagem com emoção, constituindo uma evolução positiva de educação e seus processos de aprendizagem efetivas. Considerando o que se aprende relacionado a forma que se ensina, e o imaginário contemplando o processo que se constitui na pessoa que está tanto quanto ensinante, como aprendente.

Esse processo imaginário passa por uma certa forma de criação, de ser em criatividade. Para Howkins (2005, p. 28), "existem três condições essenciais para todos os tipos de criatividade: personalidade, originalidade e significado. A primeira condição é a presença de um indivíduo (a característica pessoal). As pessoas, não as coisas, são criativas".

Na educação a criatividade está presente, através dos professores e seus alunos, que se utilizam de criatividade para inovar a aprendizagem. A Industria Criativa (IC) pode trazer um novo olhar para a prática docente, que de acordo com o Relatório da Unesco de 2013, é desenvolvimento do potencial humano. Assim, professores e alunos se motivando às práticas de ensino.

Para Amabile (1998), a motivação se divide em extrínseca – àquele estímulo na necessidade de fazer (quando não gostaria muito de fazer, porém como é necessário, faz) e intrínseca (oposto – faz motivado pelo que realmente gosta). Assim, toda proposta que é explorada aos estudantes, precisa de uma atenção especial e persistente, respeitando a individualidade e o processo de aprendizagem de cada um. É possível destacar que a união cognitiva, ambiental e de personalidade é uma forma de apontar a criatividade Eysenck (1999).

Para Pinheiro; Silva (2015, p. 38), "criar é uma atividade inerente ao humano. Está relacionada as nossas capacidades imaginativas e é a mais primordial das formas de uso das capacidades cognitivas, uma espécie de paradoxo onde é composta por habilidades cognitivas que dependem inversamente da criatividade para existirem". Então, criar é para todas as pessoas, e conforme a necessidade e o momento de cada um.

E, antes de criar, todo professor precisa conhecer a Base Nacional Comum Curricular – BNCC, documento que descreve o conteúdo que embasa o planejamento educacional, dando toda a liberdade de criação àqueles que ensinam. Assim, um recorte da BNCC refere-se a Arte, que está ligada à área de linguagens e suas tecnologias que, para o ensino médio a área tem a responsabilidade de "propiciar oportunidades para a consolidação e a ampliação das habilidades de uso e de reflexão sobre as linguagens – artísticas, corporais e verbais (oral ou visual-

[4] Neurologista e psiquiatra austríaco Sigmund Freud (1856-1939)

ISSN 2446-7618

motora, como Libras, e escrita) – que são objetos de seus diferentes componentes (Arte, Educação Física, Língua Inglesa e Língua Portuguesa)”5.

Assim, o objetivo é a Arte contribuir para o desenvolvimento da autonomia criativa e expressiva dos estudantes, por meio da conexão entre racionalidade, sensibilidade, intuição e ludicidade. Portanto, as propostas de trabalho para o componente, segundo a BNCC (2020), são entendidas como formas construídas entre as linguagens artísticas, que contemplam aspectos corporais, gestuais, teatrais, visuais, espaciais e sonoros – permitindo aos estudantes explorar, de maneira dialógica e interconectada, as especificidades das Artes Visuais, do Audiovisual, da Dança, da Música e do Teatro.

Nesse sentido, é fundamental que os estudantes possam assumir o papel de protagonistas como apreciadores e como artistas, criadores e curadores, de modo consciente, ético, crítico e autônomo, em saraus, performances, intervenções, happenings, produções em videoarte, animações, web arte e outras manifestações e/ou eventos artísticos e culturais, a ser realizados na escola e em outros locais. Assim, devem poder fazer uso de materiais e instrumentos e recursos convencionais, alternativos e digitais, em diferentes meios e tecnologias (BNCC, 2020, p. 475).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Esta proposta de estudo de caso (Yin, 2015) surgiu com a ideia de visualizar o uso da criatividade para ministrar aulas digitais em período de isolamentos, porém, focado especificamente em um projeto de ensino chamado “Arteiros”, da Escola de Aplicação. Pensando nas diferentes possibilidades de comunicar, a análise foi feita apenas com a proposta inserida no Ensino Médio, conhecendo e esmiuçando as propostas de trabalho apresentadas dentro das três turmas. O Ensino Médio da Escola de Aplicação tem em torno de 300 estudantes, sendo 86 na primeira etapa do primeiro ciclo, que é a fonte de análise do artigo. O material analisado foi especificamente os enunciados para as chamadas às aulas e propostas de atividades na plataforma de ensino. Foram em média 9 propostas, analisando as figuras de chamada e a motivação criativa para o enunciado, exclusivamente dentro do projeto “Arteiros”.

A partir do momento em que se troca o ambiente de ensino, inserção em aulas ministradas digitalmente, isso pode representar a reconstrução de uma lógica de ensino. Ou seja, sem toque, sem aproximação e calor, mas de certa maneira isso deve aparecer mesmo que através de uma telinha. Foi então que os “Arteiros” introduzem e chamam a atenção. E, após aulas 100% presenciais, foi necessária uma nova realidade à escola, um momento em que acontece uma pandemia no país e se tem a migração total da educação em ambiente virtual de ensino, com a aprendizagem remota. E a Arte ficou como com tudo isso?

O objeto de análise foi visual, através das 9 figuras descritas e analisadas pelas seguintes categorias de análise: descrição das cores, imagem associada a proposta pedagógica de ensino, imagem refletida à BNCC e origem da imagem.

A cada figura que foi visualizada se fez uma descrição da imagem, incluindo as cores e o aspecto que ela transmite. Ainda, todas elas foram incluídas no campo de pesquisa da internet para consulta relativo à origem dada. Todas as pesquisas

[5] Acesso em julho de 2020 em http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf

ISSN 2446-7618

foram feitas de um único navegador, no site da Google, no mês de julho do ano de 2020. De posse da BNCC, especificamente a parte que compete ao Ensino Médio e a Arte, foi analisado se a imagem refletia o conteúdo descrito neste componente curricular. Ainda, considerando que a imagem sempre chamava uma proposta de construção de aprendizagem, foi submetida a analisar a associação dela coma proposta pedagógica de ensino. A análise não teve uma ordem, mas seguiu fiel nas categorias.

Em relação a BNCC e a associação com a proposta pedagógica de ensino, todas as figuras remetiam positivamente as categorias. No âmbito da busca da origem da figura foi um pouco mais trabalhoso e duvidosa a originalidade da imagem, pois quando apresentada no documento virtual de ensino não apontavam fontes, mas tinham suas fontes e finalidades, segundo a pesquisa na internet.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os “Arteiros”, a imagem inclusa no ambiente virtual de ensino foi de uma pessoa de máscara (ver figura 1), fazendo careta, e o primeiro enunciado de atividade para os dois ciclos de ensino foi a proposta “A Arte pode ser qualquer coisa?”, cujo objetivo foi apresentar as diferentes linguagens das artes através de propostas desafiadoras que instiguem a reflexão sobre o sentido da arte. E a proposta foi a seguinte: “faça um vídeo em que você fingirá que tem um canal no YouTube, identifique-se dizendo quem você é (seu nome, ou *nickname*), de onde você está vindo, para onde está indo e “como você se conecta com a arte”. Diga tudo isso como se você fosse um Youtuber, no tempo máximo de 1:30 e mínimo de 0:50”. A entrega foi realizada postando o vídeo no BlackBoard, ou baixando a conta do YouTube e encaminhar o link ao professor, conforme combinado com ele.

Dentro do projeto “Como eu me conecto com a arte” os alunos vivenciaram apreciações musicais, experimentações plásticas e dentro de jogos teatrais, conheceram mais de si mesmo e dos outros. As propostas abraçaram ideias que poderiam ser vividas tanto no presencial quanto no virtual. Os alunos recriaram obras de Arte por meio de fotografia, entraram no ritmo usando seu corpo, viraram youtubers por um dia e vivenciaram as artes plásticas através de diversas propostas que os instigaram a responder: Como eu me conecto com a arte?

Figura 1. Como eu me conecto com a arte.

Figura 2. O sujeito e o seu lugar no mundo

A segunda proposta foi “o sujeito e o seu lugar no mundo”, cuja imagem de aproximação dos estudantes com a reflexão para o que foi solicitado, é apresentada na Figura 2.

ISSN 2446-7618

A partir da leitura do enunciado, da inspiração da figura, os estudantes deveriam seguir as instruções: abra o arquivo – como me conecto com a arte.pdf; leia com atenção as frases dos slides; escolha uma pergunta e responda de forma criativa, através dessas opções: pintura, colagem ou desenho (quer misturar todas elas? pode!); indique no seu trabalho qual foi a frase escolhida; você pode escolher mais que uma frase, porém, não pode responder na mesma produção; o trabalho é feito à mão, não pode ser realizado com auxílio de alguma mídia; utilize folha a3 ou folha a4; use as tintas que tiver; revistas de recorte; cola, tesoura; lápis de cor e canetinha; preencha toda a sua folha com a sua produção; dedique-se, não faça de qualquer jeito, isso pode dar trabalho em dobro; fotografe o trabalho, de forma que enquadre ele sem deixar bordas desnecessárias aparecendo; envie pelo BlackBoard assim que concluir identificando seu nome, ciclo, etapa, no título do arquivo carregado na plataforma. O arquivo em PDF tinha figuras e questões que nortearam as suas respostas, a realização e a finalização da atividade proposta.

Após conhecer um pouco do que é Arte e para que ela sirva na vida deles, tiveram o exercício de analisar os ritmos e se questionaram se “o ritmo está sempre presente em nossas vidas?”. Os professores já deixaram claro que a resposta para esta pergunta é “sim, ele está porque todos nós estamos com o nosso coração pulsando no nosso peito” e propuseram aos estudantes assistir a um vídeo do professor que tem a habilidade para ensino da Arte pela Música. E a imagem que faz a chamada aos estudantes, seguida das habilidades é apresentada na Figura 3, que diz “entre no ritmo e fique em casa”.

Figura 3. Entre no ritmo e fique em casa.

Figura 4. Socorro, virei arte.

A habilidade a ser desenvolvida com esta proposta foi apresentar um ritmo pulsante, exercitando o som do nosso próprio corpo, diferenciando os timbres entre agudo, médio ou grave. Além de ter um roteiro para a realização da tarefa, tinha uma inspiração, um vídeo[6] com o seguinte enunciado: “Pouco importam as notas na música, o que conta são as sensações produzidas por elas” (Pervomaisky, Leonid).
No vídeo fornecido e elaborado por um dos professores de Arte, se fala sobre fazer música com o próprio corpo, sendo isso um desafio ao grupo de estudantes. No vídeo montado pelo professor tem um som ao fundo, demonstrando como se faz o ritmo com o próprio corpo, primeiro com os dedos e após dedos e mãos. Instiga a escolher uma música e fazer o exercício. Ao se despedir, carinhosamente diz: “Abraço de fé do profe zé”. Assistir o vídeo na descrição do exercício do professor Zé Luiz; escolher a música que será tocada ao fundo do exercício; criar o ritmo misturando os timbres (sons) do corpo; olhar os vídeos com links de referências de som com o corpo; organizar os sons conforme a música nacional ou internacional

[6] https://www.youtube.com/watch?v=l0XdDKwFe3k e https://www.youtube.com/watch?v=_Tz7KROhuAw)

ISSN 2446-7618

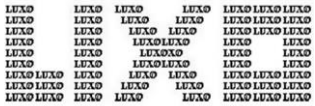
escolhida (ensaiar); escolher o trecho da música que será executada o exercício; gravar um vídeo executando o ritmo com o corpo contendo 30 segundos; enviar diretamente anexando no BlackBoard ou enviar o link do vídeo (Youtube).

A quarta proposta de trabalho dentro do projeto "Arteiros", após apresentação de como é a conexão com a Arte, como se faz a conexão com o mundo e qual a lógica dos ritmos com o próprio corpo, a proposta é instigar a pensar que o próprio ser é Arte, com o projeto "Socorro! Virei Arte!". No enunciado dos professores, dentro da plataforma de ensino, eles dizem que o desafio é criatividade. E a proposta é recriarem pinturas clássicas usando fotografia, além da foto, os estudantes estão liberados para utilizarem fotoshop e aplicativos de edição. A explicação é: "usem e abusem da interpretação, usem o bom humor e toques especiais! Ousem, nas suas fotografias, tentem se manter fiéis as pinturas originais!". Disponibilizam anexos com diversas ideias visuais, com o propósito de inspirá-los. Na Figura 4 é possível compreender a forma de criatividade e de trabalho que os professores estão pedindo. A Figura 4 é uma imagem que está de fácil visualização à todos que acessarem a proposta da atividade, também oferece exemplo de inspiração para construir a atividade de cada um.

Para construção desta proposta, os professores apresentaram a seguinte organização: inspirar-se com as obras do powerpoint; pesquisar uma obra na web para recriar; produzir a fotografia; editar a fotografia (ou não); postar a fotografia no BlackBoard em anexo; importante: anexe a sua fotografia e a obra original escolhida!; caso você se sinta à vontade, poste sua fotografia no Instagram com @escolafeevale @arteiros.

A quinta proposta de trabalho foi "Poesia Concreta – Arte nas Entrelinhas", cuja habilidade a ser desenvolvida era estabelecer relações em suas produções visuais, percebendo os princípios conceituais que as embasam para novas proposições temáticas, ampliando o repertório imagético. E a explicação do que é poesia concreta, segundo os professores da área de Arte, é: "o poema do concretismo tem como característica primordial o uso das disponibilidades gráficas que as palavras possuem, sem preocupações com a estética tradicional de começo, meio e fim e, por este motivo, é chamado de poema-objeto"[7].

Figura 5. Poesia concreta – arte nas entrelinhas.



A Figura 5 foi a inspiração visual para a proposta dos professores aos estudantes, com o seguinte enunciado, dizendo que os atributos a serem apontados para este tipo de poesia, são: a eliminação do verso; o aproveitamento do espaço em branco da página para disposição das palavras; a exploração dos aspectos sonoros, visuais e semânticos dos vocábulos; o uso de neologismos e termos estrangeiros; a decomposição das palavras; possibilidades de múltiplas leituras.
Ainda tem indicação para assistir o vídeo, com o objetivo de melhor explicar o significado: https://www.youtube.com/watch?v=YsO9eiK-EzI. E uma jovem, que fala com a mesma linguagem dos estudantes da etapa que está sendo proposto, além de um ritmo de som na voz compreensível a idade. Então, a partir destas

[7] Acesso no BlackBoard em junho de 2020, dentro da turma 11M.

ISSN 2446-7618

explicações as instruções foram: use uma folha de ofício A4 branca; pegue o objeto criado na última aula dos arteiros; esse objeto será a base do formato para a escrita da poesia concreta que você criará; observe os exemplos deixado aqui na página; escreva seu poema com letra de forma em caixa alta, usando a caneta na cor que preferir; tire uma foto e poste no BlackBoard; qualquer dúvida entre em contato com os professores de arte; seja criativo(a)! e bom trabalho!

Então, o último indicativo é “Seja criativo (a)!”. Após cinco propostas de trabalho, dentro do projeto, a ideia é fazer uma aula on-line da Poesia Concreta. As habilidades a serem desenvolvidas são: Estabelecer relações em suas produções visuais, percebendo os princípios conceituais que as embasam para novas proposições temáticas, ampliando o repertório imagético. Utilizar as diversas linguagens (artísticas, corporais e verbais) em diferentes contextos, valorizando-as como fenômeno social, cultural, histórico, variável, heterogêneo e sensível aos contextos de uso. Com a seguinte mensagem, “após a criação do seu sujeito-objeto, poesia concreta e o ritmo dessa poesia; depois de tudo isso, você deverá entrar no link “web conferência” e apresentar sua poesia ritmada”. Foi reservado um tempo de uma hora para as apresentações.

Assim os professores finalizam, com este grupo de estudantes, as propostas, iniciando um novo caminho, ou ainda, pode-se dizer, dando continuidade a caminhada remota. E a próxima proposta de trabalho é um fórum que se chamou “Terra Brasilis”. A chamada inicial, sem imagem, apenas com uma pergunta a ser respondida no fórum: “Considerando os aspectos sociais, políticos e culturais: O que você pensa sobre o nosso Estado e País?”. Então, após a pergunta os professores indicam que na semana seguinte, na aula *on-line*, seria conversado sobre o que foi postado no fórum e seria explicado sobre o que é a próxima proposta. Já indicam, neste momento, que será muito bacana. Deixam uma sinalização de que é a opinião de cada um e não pode ser copiado do colega. Pede-se respeito. Também sinalizam a seguinte frase: “Sua participação faz parte da sua avaliação, te esperamos no fórum!”. É a primeira vez que se observa sinalização de avaliação, durante dois meses de aula.

Para esta chamada, a Figura 6 apresenta o que deve atrair/chamar a atenção do estudante, seguido de “Esperamos vocês, grande abraço”. Então, no dia da aula *on-line*, a Figura 7 representa o sinal de chamada.

Figura 6. Terra Brasilis.

Figura 7. Aula *on-line*.

A proposta foi apresentada na aula *on-line* e os estudantes, após a explicação e a interação com os professores do projeto “Arteiros” deixam um Power Point com a

ISSN 2446-7618

explicação, que é baseado no artista Glauco Rodrigues[8]. Segundo indicação dos professores, um artista que tinha forte caráter crítico, com questionamentos políticos e estéticos que se mantêm atuais, como a questão indígena, vida urbana e carnaval, além da repreensão à ditadura militar, que o inspirou a criar obras com um tom satírico às mazelas do Brasil, mesmo após 15 anos de sua morte. A atividade tem uma semana para a conclusão, a ser entregue na próxima aula *on-line*.

E, para a chamada da próxima aula *on-line*, a figura é de uma terra verde, com escritos da data e horário para a aula. A Figura 8 pode ser uma referência para imaginar a chamada, porém tem movimentos. Enfim, após esta proposta de trabalho, chegam à última atividade do semestre, que se chama “Som Brasilis”, com a chamada a partir da Figura 8.

Figura 8. Som Brasilis.

Figura 9. Olá Arteiros?

Agora, além desta figura, a chamada está da seguinte forma: “Olá Arteiros? Como vocês estão?!? Na aula *on-line* iremos conhecer um pouco o som que a terrinha tem... Uma reflexão sobre os estilos e sonoridades diferentes que a nossa "brasilis" produz e serve também de influência para todo o mundo”. Indicam um material a ser explorado, em Power Point. Um documento que traz uma série de questionamentos sobre os tipos de músicas, estilo ou gênero que são comuns entre os estudantes, podendo pontuar as características comuns que vão além da música, como a forma de vestir e pensar, surgindo um excelente debate entre eles. Os professores apresentam as teorias, os estilos e provocam com a Figura 9.

Este foi o caminho percorrido pelos “Arteiros” durante o primeiro semestre de trabalho na Escola de Aplicação da Feevale. Os 86 estudantes matriculados na primeira etapa do primeiro ciclo do Ensino Médio tiveram esta proposta.

O grupo “Arteiros” é um projeto construído pelo time de professores que atuam na Escola de Aplicação, nos diferentes níveis de ensino, na área de linguagens e suas tecnologias, no componente Arte. São professores com a mesma formação, porém atuam em divergentes habilidades (artes plásticas, música, teatro).

Da proposta pedagógica dos “Arteiros” foram analisados três critérios: se a imagem reflete a proposta da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), qual a origem da imagem e a associação da imagem com a proposta de trabalho.

No que se refere a proposta de trabalho observa-se que a Figura 1 tem apenas a abertura dos trabalhos dentro do BlackBoard, e não está associada a

[8] Pintor, desenhista e gravador, nascido em Bagé/RS (1929), morreu no Rio de Janeiro/RJ (2004).

ISSN 2446-7618

nenhuma atividade, a não ser a própria abertura. Suas cores destacam-se pelo uso de um fundo amarelo queimado e uma única pessoa de pele clara usando máscara branca. A imagem parece representar o momento vivido pela população – isolamento, proteção e cuidado, uma vez que está de máscara.

Primeiramente não é possível dizer que a figura tem relação com à BNCC, considerando que ela é apenas abertura do programa "Arteiros" e a sinalização de que acontecerá num diferente ambiente, por conta da situação vivida no momento. Portanto, ela unicamente ilustra, não tem uma habilidade atrelada que possa representar uma proposta descrita no documento. Quanto a origem da imagem, quando pesquisado na internet foram encontradas em aproximadamente 572 resultados, sendo que, o que mais chamou a atenção foi em vídeo chamado "pintores e suas máscaras", referenciado esta imagem à Salvador Dali, portanto trata-se de uma imagem retirada deste vídeo, veiculado no Youtube, de Ana Paula Prado[9].

Na Figura 2, a imagem é cheia de cores, com pessoas dentro delas, como se estivessem num mar de pontos coloridos, que traduz um momento de inspiração, refletindo uma atividade que utiliza cores e imagem, totalmente adequado a BNCC , pois traz a proposta de trabalhos visuais, explorando o campo das Artes Visuais. Assim, está relaciona intensamente com a proposta de trabalho que os professores propuseram, que é o trabalho com as cores e a imaginação. Ainda em relação a imagem da Figura 2, constatou-se que se tem aproximadamente 1000 resultados quando pesquisado na internet no Google, e a pesquisa direciona a possível relação com a "mori digital art museum" – Museu de Arte Digital. Sendo está uma das artes possível de ser visitada virtualmente[10].

Na Figura 3, as cores são em tons avermelhados, raios de um coração. Quando colocado para pesquisa na internet foram aproximadamente 155 resultados apontados. A pesquisa principal fica relacionada a benefícios com atividades físicas, remetendo a uma energia de juventude. Assim, o que se propunham trabalhar apresentando por esta imagem foram os ritmos, a arte pela música, totalmente apropriado pela BNCC quando se traz as habilidades dentro dos aspectos sonoros, estando a imagem interagindo com a proposta de trabalho da escola.

Na pesquisa que foi direcionada à Figura 4, quando "jogada" no Google, aproximadamente 933 resultados foram apresentados. O que se destacou foi a explicação exata da atividade que foi proposta pelos professores, que se chama "cosplays"[11], através de obras de artes ditas impressionantes. Um resultado de mais de 40 pinturas exemplificadas para a técnica, que está de acordo com a BNCC, trazendo a possibilidade de o estudante desenvolver a autonomia criativa. Embora a figura apresente cores opacas e sem vida, a criação pode ser livre e com intenção inovadora, neste caso, a figura é de uma mulher, parece da Idade Média, com um animal no colo e a replicação renovada ao lado, com rosto mais atualizado e outro animal na mão, porém esta é a criação de exemplo.

No que se refere a Figura 5, ela é composta apenas das cores preto dentro do branco ou contrário, como for da preferência do leitor. Está escrito "Lixo" com a para lixo e tem a referência de onde foi extraído o texto. Está em formato de um escrito, o que foi chamado de "poesia concreta de Augusto de Campus[12]", assim é chamado

[9] Acesso em julho de 2020 - https://www.youtube.com/watch?v=UNziMaxLxdc
[10] Acesso em julho de 2020 - https://borderless.teamlab.art/
[11] A palavra cosplay surgiu da junção de outras duas em inglês: costume (fantasia) + play (brincar). A ideia é fazer com que as pessoas se fantasiem de forma correta e completa, representando determinado personagem.
[12] Augusto Luís Browne de Campos é um poeta e tradutor brasileiro

ISSN 2446-7618

quando a origem da imagem é pesquisa na internet. E, de fato, trata-se de uma poesia, pois, na própria imagem aparece a fonte. Para esta pesquisa foram apontados aproximadamente 210 resultados. A relação da imagem com a proposta do projeto está totalmente de acordo, pois a habilidade desenvolvida foi estabelecer relações com as produções visuais, conforme mencionado no documento da BNCC.

Diferente da anterior, as cores começam a aparecer mais na Figura 6, um colorido com manchas de rosa, azul, amarelo e aparentemente verde, que quando a origem da imagem é colocada na internet, são apenas dois os resultados que aparecem, e a indicação de que a pesquisa se direciona a árvores. Possivelmente esta imagem foi criada pelos professores, porém inspirada em cores, formando uma arte única. A imagem é uma chamada para aula *on line*, portanto, cumpre com o que é a proposta dela, indicando o que é, de qual projeto, qual a atividade a ser desenvolvida, qual a turma, o dia e o horário que irão se encontrar. Assim, está atendendo a BNCC com a proposta de aulas híbridas.

Já a Figura 7 parece se tratar de uma obra de arte, com cores também opacas, fundo bege e pessoas de diferentes origens. Quando esta figura é fonte de pesquisa na internet, são apresentados aproximadamente 183 resultados, porém o que se destaca é a possível relação com "Carta de Pero Vaz de Caminha - Glauco Rodrigues[13]". Porém, foi possível observar que apenas três imagens tiveram semelhanças. Então, a imagem selecionada para a atividade estava totalmente de acordo, pois o estudo adiante foi relacionado ao artista Glauco Rodrigues. Assim como estava em concordância com a BNCC, pois é a ampliação das habilidades de uso e de reflexão sobre as linguagens.

A Figura 8 é apresentada com cores na tonalidade de verde, puxando um pouco para o amarelo, como se fossem gramas em montanhas. Nela está escrito "Arteiros – 11M, que se trata do nome do projeto e a turma e "Som Brasilis: o que é que a Terrinha tem". A proposta para esta figura foi de chamar para uma próxima atividade, que teve a ver com a música, os sons, do Brasil. Portanto, ela atende ao que se propõe, com suas cores, bem como adequada a proposta de Música da BNCC. E, em relação a origem da imagem, quando pesquisa na internet, aparecem aproximadamente 254 resultados e, estranhamente, ela demorou mais tempo para apresentar o resultado e diz que está relacionada a fotografia.

E por fim, a análise em relação a Figura 9, que apresenta imagens que remetem a música, como ícone do Spotify, um CD, um Disquete, um Disco de Vinil e no CD uma nuvem dizendo "Crianças, o vô e a vó estão aqui". Esta mesma figura circula muito na internet, dentro do twitter.com, do br.pinterest.com (com mais de 800 ideias), no Facebook e outras. Foram aproximadamente 372 resultados da pesquisa em relação a origem da imagem, direcionando a pesquisa como possível relacionamento com épocas. Esta figura remete a provocação da atividade, tento total associação com a proposta e de acordo com a BNCC.

4 CONCLUSÃO

Este estudo foi realizado com o objetivo de analisar a forma de apresentação das atividades, considerando a criatividade, do projeto "Arteiros", especificamente em uma etapa de ensino dentro da Escola de Aplicação. Foi importante realizar a pesquisa, pois pode-se reunir as imagens que foram utilizadas na plataforma da

[13] Glauco Rodrigues, Carta de Pero Vaz de Caminha, escrita em 1500, Identidade Nacional Brasileira. Considerada a "Certidão de Nascimento" da Nação brasileira.

ISSN 2446-7618

escola, e criticá-las, observando se elas refletiam com a proposta da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), identificando qual a origem de cada uma e se apresentavam uma associação à proposta de trabalho que foi planejada pelos professores do ciclo. Essas categorias geraram reflexão relativa ao uso das imagens relacionadas as propostas pedagógicas de ensino.

Um grande desafio foi olhar para os detalhes do que estava a se comunicar no momento, pois as limitações foram as possibilidades de contatar com os professores do ciclo, a fim de validar as figuras, em função do isolamento social.

As figuras tiveram uma sequência coerente com o processo de aprendizagem apresentado aos estudantes, que possibilitou um ambiente agradável e crescente. Assim como para Vygotski (1987) a relação da pessoa com o conhecimento se dá através do meio em que ela vive. Neste caso relaciona-se a teoria considerando o meio escolar como ambiente de construção de conhecimento (neste momento o ambiente virtual de ensino). Segundo Rego (2011, p. 41), considerando a teoria de Vygotsky, “ao mesmo tempo em que o ser humano transforma o seu meio para atender as suas necessidades básicas, transforma-se a si mesmo”. Enquanto o ser humano modifica o ambiente a partir do seu próprio comportamento, as suas atitudes influenciam o meio que se vive. Exatamente o que aconteceu com as apresentações das figuras organizadas e criadas pelos professores, a fim de desenvolver a aprendizagem através do meio em se apresentava.

Houve, por parte dos professores um olhar especial de onde buscar as imagens, que, segundo Alves (2012, p. 9) “... mais importante que saber é saber onde encontrar”. Ainda era compromisso destes professores apresentarem imagens que comunicassem, da mesma forma que ainda cita Alves (2012, p. 52), “um escritor não escreve para comunicar saberes. Escreve para comunicar sabores. O escritor escreve para que o leitor tenha o prazer da leitura”.

A partir desta ideia é possível reconhecer que cada imagem escolhida foi representada para uma proposta com sentido e direcionada àqueles estudantes. Não como simples tarefa, mas pensando no momento que cada um estava passando, e considerando que, “o tempo passou, novas máquinas foram inventadas. Dentre elas, as mais maravilhosas: computadores. Diferentes de todas as outras, as máquinas não têm alma. Os computadores têm uma alma delicada que não se faz com matéria: ela se faz com uma coisa etérea, sem substância: símbolos. Lembra-se do que está escrito no evangelho antigo, “O verbo se fez carne”? Pois do computador se pode dizer: “O verbo se fez máquina””. (ALVES, 2012, p. 138).

Enfim, os resultados apresentados foram aproveitados por completo, de um crescimento educacional interessante, possível de compreender a construção da aprendizagem e da organização dos conteúdos. Levando em consideração Paulo Freire (1996, p. 25) que diz, “... ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção. (...) Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender”.

Percebe-se que normalmente a Arte dentro da escola se mostra com possibilidades de manusear materiais, por vezes aflorar as emoções. E neste estudo, através das imagens, foi possível perceber a preocupação dos professores em mostrar esta mesma Arte, porém de forma virtual, pois isso ficou evidente através das figuras que tinham como proposta as chamadas para as aulas *on line*.

Agradecimentos

ISSN 2446-7618

Agradecimentos especiais à Escola de Aplicação Feevale, ao time de professores e estudantes, em especial a Direção da Escola que disponibilizou estas possibilidades de inserção educacional, e está à frente de todos os processos, trilhando um caminho inovador no ensino.

REFERÊNCIAS

1 ALVES, Rubem. Entre a ciência e a sapiência: o dilema da educação. São Paulo: Edições Loyola, 2012.
2 AMABILE, T. A. How to kill creativity. Harvard Business Review, 1998. IN: PINHEIRO, Cristiano Max Pereira; BARTH, Mauricio. Uma definição guardada a oito chaves: conceitos, considerações e apontamentos bibliográficos sobre criatividade. Pesq. Bras. em Ci. da Inf. e Bib., João Pessoa, v. 10, n. 1, p. 105-125, 2015.
3 BNCC – Base Nacional Comum Curricular. Acesso em julho de 2020 e disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf
4 EYSENCK, H. J. As formas de medir a criatividade. IN: PINHEIRO, Cristiano Max Pereira; BARTH, Mauricio. Uma definição guardada a oito chaves: conceitos, considerações e apontamentos bibliográficos sobre criatividade. Pesq. Bras. em Ci. da Inf. e Bib., João Pessoa, v. 10, n. 1, p. 105-125, 2015.
5 Howkins, J. The mayor's commission on the creative industries. Em: Hartley, J. (Ed), Creative Industries. London: Blackwell, 2005.
6 KUPFER, Maria Cristina. Freud e a Educação: O Mestre do Impossível. São Paulo: Editora Scipione, 2001, 103p.
7 MICROSOFT. Microsoft *Teams*. Disponível em: https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/microsoft-teams/free. Acesso em junho de 2020.
8 PAÍN, Sara. Diagnóstico e tratamento dos problemas de aprendizagem. Porto Alegre: Artmed, 1985.
9 PINHEIRO, Cristiano Max Pereira; SILVA, Andre Conti. Afinal, O que é (e o que não é) Industria Criativa? IN: Juliano Domingues (org.) Mídia e Cultura contemporâneas: linguagem. UNICAMP, 2019.
10 REGO, Tereza Cristina. Vygotsky – uma perspectiva histórico-cultural da educação. Petrópolis/RS: Vozes, 2011.
11 SILVA, Juremir Machado. As tecnologias do imaginário. Porto Alegre: Sulina, 2003.
12 UNESCO. Relatório de economia criativa de 2013. 2013. Disponível em: http://www.unesco.org/culture/pdf/creative-economy-report-2013-es.pdf. Acesso em: julho 2020.
13 VYGOTSKY, L. S. Pensamento e linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 1987.
14 YIN, Robert K. Estudo de Caso: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ISSN 2446-7618

A CONCEPÇÃO DE GESTÃO DEMOCRÁTICA COMO APORTE AO DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO EDUCACIONAL NO IFSUL SAPIRANGA

Bender, D.[1]
Loponte, L. N. [2]

[1] *Daiane Bender, Mestranda do ProfEPT e servidora no Instituto Federal Sul-rio-grandense dayanebender@hotmail.com*
[2] *Dra. Luciana Neves Loponte, Professora no Instituto Federal Sul-rio-grandense lucianaloponte@sapucaia.ifsul.edu.br*

Resumo
Este artigo tem como objetivo refletir sobre o conceito de gestão democrática no âmbito escolar e sua contextualização no Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul) de Sapiranga. No desenvolvimento metodológico, as técnicas de análise documental, observação sistemática e investigação bibliográfica conduziram o estudo. Percebe-se que a gestão democrática escolar ainda é uma prática pouco comum nas escolas brasileiras, e grandes desafios precisam ser superados na construção desse importante exercício de cidadania. Mesmo com as dificuldades existentes, o processo de gestão democrática deve ser iniciado em algum momento e tornar-se uma prática de desenvolvimento permanente, para os sujeitos, para as instituições e para a sociedade em geral, através da concretude e fortalecimento da participação e autonomia na construção da democracia direta. Diante deste cenário nacional, o desenvolvimento de um produto educacional direcionado a comunidade acadêmica, que contribua com a qualificação dos espaços de diálogo com a gestão, pode ser pensado como um instrumento de fomento ao processo de gestão escolar democrática no âmbito do IFSul Sapiranga.

Palavras-chave: Gestão democrática; Participação; Autonomia; IFSul Sapiranga

THE CONCEPTION OF DEMOCATIC MANAGEMENT AS CONTRIBUTION OF THE DEVELOPMENT OF A EDUCATIONAL PRODUCT IN THE IFSUL FROM SAPIRANGA

Abstract
The current essay has the aim to reflect on the concept of democratic management in the school setting and the contextualization in the Sul-rio-grandense Federal Institute (IFSul) from the city of Sapiranga. In the methodological development, the techniques of documentary analysis, systematic observation and literature research led the study. We can notice that the democratic school management is still lightly common in brazilian schools and huge challenges must be overcome in the construction of this important exercise of citizenship. Even with the current difficulties, the process of democratic management should be initiated at some point and turn into a practice of permanent development for the people, for the institutions and for the whole society. This movement will happen through the concreteness and strengthening of the participation as well autonomy in the construction of a direct democracy. Towards this national scenario, the development of an educational product that contributes with the qualification of the spaces for dialogue with the

ISSN 2446-7618

school management destined to the academic community must be thought as an instrument of fomentation for the processes of school democratic management in the IFSul from Sapiranga.

Key words: Democratic management; participation; autonomy; IFSul Sapiranga

1 INTRODUÇÃO

O presente artigo representa um recorte realizado na dissertação de mestrado que busca abordar o desenvolvimento de um produto educacional como instrumento de veiculação de informações orçamentárias, que provoquem a reflexão e sirvam como aporte no processo de construção de uma gestão democrática, bem como na defesa de permanência e continuidade de expansão dos Institutos Federais (IFs).

Nesse sentido, inicialmente é fundamental introduzir e relacionar os grandes temas educação e sociedade, pois uma sociedade se constrói e se transforma a partir da educação, mas também a educação se transforma e é impactada pela sociedade em que está inserida(1). No cenário de uma sociedade capitalista, a educação torna-se palco de disputas, onde correntes de forças concorrem em luta a respeito da concepção de sociedade e de formação a ser desenvolvida pela educação.(1, 2)

Sabemos então que, se a realidade atual, desigual e excludente, não atende de forma equilibrada as oportunidades de vida em nossa sociedade, a proposta de mudança certamente não será movida pela classe burguesa dominante, que é a dona do capital e dos meios de produção, favorecida pela manutenção desse modelo(3). Nesse sentido, trabalho e educação engendram uma só engrenagem social, onde uma interfere e é interferida pela outra, e no trecho abaixo Sader(4) evidencia essa relação

> Ao pensar a educação na perspectiva da luta emancipatória, não poderia senão estabelecer os vínculos — tão esquecidos — entre educação e trabalho, como que afirmando: digam-me onde está o trabalho em um tipo de sociedade e eu te direi onde está a educação. Em uma sociedade do capital, a educação e o trabalho se subordinam a essa dinâmica, da mesma forma que em uma sociedade em que se universalize o trabalho — uma sociedade em que todos se tornem trabalhadores —, somente aí se universalizará a educação.(4)

Cabe então, à classe trabalhadora essa luta, na busca da construção de uma sociedade mais igualitária e com mais oportunidades para todos(3),e à educação cabe o papel de construção de indivíduos emancipados, livres, independentes da alienação desenvolvida pelo capital, capazes de investigar, produzir, descobrir e transformar o mundo construído pela própria humanidade(5). É com esse propósito também que se desenvolve este artigo, visando contribuir com a produção de conteúdo, agregando conhecimento e pesquisa para que a educação possa desenvolver seu papel desalienador, e a classe trabalhadora a apropriação do conhecimento como instrumento de luta por uma melhor sociedade.

ISSN 2446-7618

Em contraponto, ilusório seria pensar que a mudança da sociedade acontecerá unicamente dependente da revolução construída dentro das instituições formais de ensino, uma vez que no modelo atual, a lógica do capital vigora e é atribuída pela massiva população que não é educada formalmente, ou pouca instrução formal teve[5,6]. Segundo Mészáros[5], para efetivar essa mudança, as soluções precisam ser essenciais e não apenas formais, envolvendo todas as práticas educacionais existentes na sociedade, formais, não formais e informais.

O modelo institucional que regulamentou os IFs trouxe para a sociedade brasileira a abertura de uma janela sem precedentes na educação profissional e tecnológica (EPT) mundial, com a proposta de desenvolver um ensino público de excelência, numa proposta democrática, com oferta gratuita, e com o desafio de articular trabalho, ciência e cultura do desenvolvimento humano emancipador, através da politecnia e do conceito de formação omnilateral, sendo referência em sua área de atuação.[6]

Observando isso que justificamos uma pesquisa que aborda a participação da comunidade acadêmica e o desenvolvimento da escola como espaço democrático, cientes de que esta reflexão não deve estar restrita ao espaço escolar, uma vez que apreendida pelos sujeitos envolvidos, com eles seguem para a construção e transformação de suas próprias vidas e da sociedade como um todo.

Assim, o objetivo geral deste estudo busca refletir sobre a importância da questão administrativa e a gestão democrática na formação omnilateral a partir das bases conceituais da EPT, conhecendo aspectos legais, recursos de acesso à informação e os mecanismos que propiciam a gestão democrática no Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul) Sapiranga, intencionando contribuir para a produção de saberes sobre gestão democrática, relacionando-o ao contexto escolar e sua comunidade.

2 METODOLOGIA

Gil[7], Minayo[8] e Ruiz[9] são diferentes autores que apresentam a mesma definição de ciência enquanto conhecimento, sendo que Minayo[8] destaca a ciência como a forma hegemônica de conhecimento, que expressa a busca incansável e sempre limitada do ser humano por soluções, descobertas e construção da realidade. O referido artigo se propõe a contribuir na produção de conhecimento científico a respeito do tema, através da adoção de metodologia que possa garantir o rigor, controle e segurança no caminho de busca e análise dos objetos em estudo, destacado como característica fundamental da ciência por Ruiz[9].

A respeito do delineamento desta pesquisa, o mesmo será de abordagem qualitativa, de nível descritivo exploratório, utilizando como estratégia procedimental, o estudo de caso. Segundo Günther[10], uma característica determinante da abordagem qualitativa é a compreensão como princípio do conhecimento, onde estuda-se preferencialmente as variáveis em sua complexidade de relações, ao invés de investigá-las isoladamente, tendo em vista uma investigação que procura apontar não somente quantos ou quais, mas também entender seus significados. Além disso, a descoberta e construção teórica através da realidade é consequência deste tipo de abordagem, que procura enfatizar a totalidade dos sujeitos participantes da pesquisa e a historicidade do objeto de estudo.[10]

A pesquisa de nível exploratória é adequada às investigações em assuntos com novos enfoques ou com poucas pesquisas realizadas. Além disso, caracteriza a

ISSN 2446-7618

fase inicial de todo trabalho científico — inclusive este — onde o tema ainda está sendo delimitado e os objetivos construídos, através da pesquisa bibliográfica e observações iniciais, tendo em vista proporcionar ao pesquisador a visão do assunto sob diversos aspectos, até então desconhecidos no âmbito geral[11]. Já a pesquisa descritiva tem como principal objetivo a descrição, registro e análise dos fatos e resultados encontrados, incluindo a caracterização dos participantes, do contexto, das variáveis investigadas e suas relações, com uso de técnicas padronizadas para a coleta de dados, como o questionário ou observação sistemática, visando garantir que a intervenção do pesquisador no registro seja minimizada ou eliminada.[11]

Enquanto estudo de caso, Yin[12] explica que se trata de uma estratégia que examina acontecimentos contemporâneos no contexto da realidade, com a possibilidade de utilização de variadas técnicas na busca de evidências, pertinente onde a separação de contexto e objeto não estão muito claras. Apesar do estudo de caso e a característica qualitativa não delinearem a generalização de seus resultados, contribuem para explicar as causas ou circunstancias dos acontecimentos identificados, podendo mostrar-se útil para o estudo do conjunto das unidades, pois mesmo que cada escola apresente as singularidades provenientes de seus sujeitos, sua comunidade e suas relações, todas elas estarão condicionadas a aspectos estruturais semelhantes. Assim, é perfeitamente adequada a esta investigação, onde a gestão escolar democrática aparece como tema contemporâneo, se propõe o aprofundamento deste na realidade do IFSul Sapiranga.

A respeito das técnicas de coleta de dados, o presente estudo pretende utilizar a investigação bibliográfica, a análise documental e observação sistemática. Conforme Andrade[11] a pesquisa bibliográfica é fundamental em qualquer processo acadêmico, onde a leitura preliminar serve como base para que o sujeito possa entender o contexto em discussão e contribuir, sendo obrigatória na fase exploratória de qualquer pesquisa. Importante ainda destacar que, após o levantamento inicial com o acesso a um bom volume de acervo, é fundamental que a seleção do material a ser aprofundado seja feita com critério e qualidade, com o objetivo de eliminar posições repetidas, ou descartar leituras com enfoques muito distantes do tema proposto.[11]

A técnica de observação é fundamental na pesquisa em toda sua extensão, desde a formulação do problema até a análise e interpretação dos dados. Além de ser prática, a técnica minimiza a subjetividade que envolve qualquer processo de investigação, uma vez que privilegia a percepção direta da prática e dos fatos. Especificamente a observação sistemática consiste naquela em que o pesquisador está ciente do objeto a ser observado e sob quais aspectos para atingir determinado objetivo, comumente utilizada em estudos que buscam a descrição de algum fenômeno, como este, em que se estudará o processo de gestão democrática no IFSul Sapiranga[7].

Gil[7] traz a semelhança da pesquisa documental com a pesquisa bibliográfica, destacando então a natureza das fontes distintas, sendo que, na análise documental são utilizados materiais que ainda não foram revisados analiticamente, ou que ainda são passíveis de alterações. Desta forma, a análise documental e observação sistemática foram utilizadas na identificação dos recursos de acesso à informação e gestão escolar democrática já existentes no IFSul.

ISSN 2446-7618

3 GESTÃO DEMOCRÁTICA

Viera[13] aborda o termo de gestão pública como a materialização, a concretude prática das intenções do Poder Público, que são expressas através de políticas, e destaca que o sucesso de uma boa gestão está atrelado a três fatores: o valor público, as condições de implementação e as condições políticas. O valor público expressa a intenção, a reflexão ideológica, a missão de determinada política de um governo. Uma vez que essa intenção é desdobrada em políticas, que representam conjuntos de ideias e caminhos para atingir essa missão (esse valor público), sua materialização através das ações é o que configura a gestão.[13]

Realizar gestão pública requer a consciência de enfrentar desafios com humildade pois, uma vez que a prática de gestão está ligada ao "fazer" e muitas vezes ao "mudar", o impacto destas provocações nas pessoas nem sempre são positivos, pelo contrário, mediar conflitos é inerente ao papel do gestor, e sua articulação, diálogo e negociação com os envolvidos é fundamental para a condução do processo e sucesso dos objetivos estabelecidos.[13]

A gestão em si é um processo de mediação, o adequado desenvolvimento dos meios para alcance de determinado fim, ou seja, trata-se do planejamento, organização, controle e direção de atividades ordenadas sistematicamente e utilização racional de recursos na perseguição de determinados objetivos[14]. Já o termo democracia, para este estudo, está relacionado a vertente de democracia participativa e popular, a concepção contra hegemônica que vai muito além do formato representativo, pois busca a participação de todos no sentido mais profundo e complexo[15, 16], com finalidade transformadora:

> [...] como forma de aperfeiçoamento da convivência humana, construída histórica e culturalmente, que deve reconhecer e lidar comas diferenças, ser inclusiva das minorias e das múltiplas identidades, implicar na ruptura com as tradições e buscar a instituição de novas determinações.[15]

Vale destacar também que, a sociedade capitalista não favorece a edificação da verdadeira democracia: está só se dará pela mobilização e organização histórica dos trabalhadores, uma vez que o Estado tende a desenvolver políticas sociais apenas para manter o padrão de acumulação de capital e sua ordem, atendendo somente as demandas das classes melhor e mais organizadas[17]. Logo, o processo democrático envolve uma mudança do sentido e organização de autoridade, através de um processo em que as massas trabalhadoras conquistam os espaços públicos assumindo esta posição.[18]

Apesar dos termos "gestão" ou "administração" estarem mais comumente relacionados a contextos empresariais, os princípios a serem aplicados não podem simplesmente serem "transferidos" ao contexto escolar, menos ainda na escola pública, foco desta pesquisa, uma vez que os objetivos perseguidos pela escola não apenas são diferentes dos objetivos de uma empresa na sociedade capitalista, e sim antagônicos, mesmo conscientes de não ser este o papel que a escola pública vem exercendo no momento atual, uma vez que contribui para a reprodução do modelo dominante excludente e socialmente injusto.[18]

Para fazer a escola cumprir seu papel transformador são necessárias mudanças, que passam "necessariamente por sua apropriação por parte das camadas trabalhadoras"[18], alterando o esquema de autoridade, tirando o poder que

ISSN 2446-7618

hoje está apenas nas mãos do diretor, e reorganizando a dinâmica de trabalho dentro da escola. Além disso, é imprescindível a consciência de que, o papel transformador da escola só tem sentido se suas estratégias estiverem alinhadas aos objetivos dos principais interessados neste processo, o público da atual escola pública: a classe trabalhadora.(18)

É desta forma que cada unidade escolar se constituirá de um "núcleo de pressão" ao Estado, que, uma vez articulados entre si e com demais entidades da sociedade civil, funcionam como importante instrumento organizado de reivindicação e luta por direitos educacionais dos trabalhadores.(16, 18)

A discussão a respeito da gestão da educação implica também a reflexão a respeito de políticas de educação, ou seja, o olhar para a educação de um país em seu sentido macro, observando sua organização, sua estruturação em sistemas educacionais de diferentes esferas, e sua metodologia de planejamento, execução, acompanhamento e avaliação de propostas que impactam na educação, pois o autoritarismo acontece também na relação do Estado com as escolas (inclusive através do provimento – ou não - de recursos), e também precisa ser alterado(13,18, 19). Porém, apesar da importância desta abordagem, a pesquisa aqui desenvolvida propõe o estudo sobre a gestão praticada no aspecto micro, ou seja, como se desenvolve a gestão na unidade escolar.

Falar de gestão escolar pública requer uma reflexão crítica e um olhar diferente de gestão empresarial também porque, enquanto nas empresas em contexto capitalista, a busca é por mais-valia, através da exploração do trabalho, trabalho este no sentido negativo, que retira do sujeito o conhecimento do todo e reduz sua condição de sujeito autônomo; na escola temos o contrário, a busca é por desenvolver o sujeito através da constante "impregnação de seus fins pedagógicos na forma de alcança-los"(18), com a apropriação da cultura historicamente produzida pelo homem levando-o a condição de sujeito autônomo e capaz de perceber, atuar e modificar o todo em que vive.(18)

É desafio à gestão escolar pública contemplar questões políticas, administrativas, financeiras, tecnológicas, culturais e pedagógicas no planejamento e organização funcional das unidades, observando o princípio da transparência, sem perder de vista o objetivo educacional – de propiciar desenvolvimento de saberes à sua comunidade, e a visão do planejamento como um processo educativo contínuo, onde o todo está em constante movimento.(19, 20, 21)

A gestão escolar pública foi abordada pela primeira vez na legislação na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB 9.394/96), definindo uma série de tarefas e responsabilidades relacionadas às unidades escolares, e destacando em seu artigo 12 a importância dos processos de integração e articulação entre escola e comunidade. Apesar disso, a gestão democrática do ensino público já aparece bem antes, como princípio da educação brasileira na Constituição Federal de 1988 (CF/88), no artigo 206, mas reforçada também na LDB 9.394/96, no artigo 3 e 14, o que demonstra o longo caminho entre a concepção de valor e seu desmembramento prático, bem como sinaliza o tema de gestão democrática como uma prática desafiadora para o cotidiano escolar.(13,19)

Porém, apesar de determinar a participação de profissionais da educação e comunidade escolar, a legislação deixa uma lacuna a respeito de sua instituição, uma vez que não descreve como deve ser feito, abrindo precedentes para que qualquer tipo de participação seja considerada como "válida" formalmente.(19, 20)

Enquanto espaço público, a escola muitas vezes é o único ambiente de integração, organização e lazer disponível em várias comunidades, e por isso é

ISSN 2446-7618

fundamental que esteja sempre com suas portas abertas, para que de maneira organizada e através do diálogo, seja acolhida, e seja colocada, a própria instituição, na condição de educanda e educadora na comunidade em que está inserida, em um democrático projeto de superação da exclusão social.(6)

A proposta de envolver e ser envolvido pela comunidade em que a escola se encontra é um processo que se constrói com o tempo e atravessa várias iniciativas, onde os espaços são criados pela escola e ocupados pelos sujeitos desta comunidade, e deve ser recíproco, pois uma comunidade não participará de uma escola que não participa, ignora, não escuta, esta comunidade(18). A gestão democrática da escola pública representa um conjunto destas iniciativas, um espaço de exercício de cidadania consciente e comprometida com o interesse social coletivo, relativamente recente no plano teórico e ainda recente e pouco desenvolvida na pratica das unidades escolares no Brasil.(13, 14, 19, 20)

Em torno da década de 70 a classe trabalhadora militava pelo direito de vaga a seus filhos em uma escola pública de qualidade, e logo adiante, a organização sindical de professores de grandes redes estaduais também denunciava o descaso e lutava por melhorias na educação pública. Somando assim, forças que vigiavam e propunham interferências na gestão educacional do país, a gestão democrática se tornou na década de 80 uma tendência, através do movimento de democratização da própria sociedade brasileira.(13, 15, 17)

Desta forma, o conceito de gestão democrática que estamos tratando neste trabalho está ligado a descentralização das decisões e na construção coletiva de propostas, onde a figura do diretor deixa de ser a única responsável pelo planejamento e condução da organização e estratégias desenvolvidas na escola, e passa a ser partilhada e desenvolvida com os demais atores envolvidos no contexto escolar, valorizando e colocando força da dimensão política destas ações(14, 20). A gestão democrática escolar propõe a partilha das deliberações, inclusive para que os objetivos da escola sejam adequados ao seu público e sua comunidade, bem como, busca repensar e reorganizar a estrutura da escola, no seu sentido amplo, de forma a viabilizar o fomento à maior participação dos sujeitos envolvidos, com o efetivo controle social do serviço público, e exigir do Estado os meios para o pleno funcionamento e autonomia das escolas.(14, 15, 21)

Porém, vale destacar que o modelo de gestão democrática se distancia do conceito de gestão compartilhada, embora o histórico das políticas públicas voltadas a gestão escolar venham a convergir para a confusão proposital entre os termos, com o objetivo de reduzir a atuação política da comunidade escolar, e fortalecer com a gestão gerencial, por ser “aquela que melhor subsidia o processo administrativo em relação ao autofinanciamento da escola”.(17)

É na década de 90 que a gestão democrática tem seu termo confundido, desmembrado, travestido com a gestão compartilhada, uma modalidade de política pública educacional que busca dar aos sujeitos a possibilidade de fazer parte do poder (e não mais assumi-lo), tornando-os fiscais a serviço do Estado, mas excluindo-os da fiscalização sobre o próprio Estado e adotando “um poder transvestido em colaborativo, voluntarioso e fiscalizador”.(17)

Na prática busca compartilhar o dever de manutenção e não o poder de decisão, visa confundir o espaço da escola pública em uma intervenção de terceiro setor, em que o Estado se isenta de suas responsabilidades, a comunidade não tem poder deliberativo, e a própria população acaba responsabilizada pelo fracasso ou insuficiência do desenvolvimento escolar.(17)

ISSN 2446-7618

Nesse sentido, Pacheco[6] inicia sua obra falando a respeito do projeto democrático e popular dos IFs, cujas ações de seus agentes políticos devem ser comprometidas com ações educativas mais abrangentes, que busque através da educação não somente a inclusão dos indivíduos em uma sociedade, mas também, a mudança em direção a uma nova realidade, mais igualitária politicamente, socialmente e economicamente, onde a construção de conhecimento é instrumento para esse desenvolvimento da cidadania[20]. Essa proposta de educação prevê então "uma escola vinculada ao mundo do trabalho, numa perspectiva radicalmente democrática e de justiça social"[6], onde sociedade civil organizada, governo e educadores constroem um projeto com práticas escolares transformadoras rumo a uma nova realidade possível.[6, 16, 20]

Promover práticas democráticas requer espaço e diálogo, para que o público se sinta confortável para participar, bem como, perceba que sua participação é esperada, bem-vinda e importante para a escola, e para a educação em um olhar mais macro – intervindo no planejamento de políticas educacionais, alocação de recursos e necessidades de investimento, deliberações, formatos de avaliação, e na democratização do acesso universal à educação[15, 20]. Assim, Paro[14] destaca que podemos agrupar em três tipos os mecanismos que viabilizam essa partilha de poder: mecanismos de participação coletiva (como grêmio estudantil e conselho de escola); medidas para escola democrática dos diretores; e demais atividades que fomentem o maior envolvimento da comunidade acadêmica nas atividades da escola.[14, 19]

Assim, é importante atentarmos ao primeiro ponto: a gestão democrática escolar não se finda em um processo democrático de escolha do diretor; este apenas é um dos passos nesta trajetória, certamente fundamental na medida em que a comunidade tem a oportunidade de escolher o sujeito que esteja mais comprometido com a proposta da escola com àquela comunidade em que se encontra, e demonstre a maior disposição em fomentar os espaços de participação popular dentro da escola.[14, 18]

Já o segundo ponto a observar é a respeito dos mecanismos de participação coletiva e seu pouco desenvolvimento ao longo do tempo, tendo em vista que na prática escolar, a maioria dos grêmios estudantis e associações de pais e mestres, existem por formalidade, com baixa atuação, poucas atividades, e quase nula influência nas decisões que dizem respeito aos rumos da escola[14, 17]. É importante refletir que a desmobilização popular que se reflete nestes grupos representativos na verdade é "fruto da acentuada repressão e do não atendimento, por parte do Estado, dos reclamos da população"[17], o que incumbe as escolas ao estimulo destes espaços democráticos, para resgatar o poder de mobilização e organização da classe trabalhadora, que já foi referência de transformação na década de 80.[17, 18]

Além da simples existência destas organizações, é preciso que a gestão escolar disponibilize os espaços para que estas possam se reunir, assim como, estimule trabalhos conjuntos, proporcione momentos de socialização entre estas organizações e a gestão para debater assuntos referente ao cotidiano escolar, seus desafios, seus problemas, suas oportunidades, suas propostas de soluções e seus rumos[19, 20]. Também é importante que estes espaços sejam estabelecidos e se concretizem de tal forma, que em um futuro próximo não sejam mais dependentes da vontade política dos dirigentes escolares para seu adequado funcionamento, tornando a gestão democrática parte indissociável da escola pública.[18]

Porém, ainda temos mais um ponto a atentar sobre este aspecto: a qualidade na disponibilidade destes espaços e momentos, em termos de conteúdo, poder de

ISSN 2446-7618

deliberação e desenvolvimento político[16, 20, 21]. Ou seja, de nada adianta promover reuniões em que a pauta seja a aprovação de determinada proposta, com as simplistas deliberações de aprovação ou reprovação, sem espaço para discussão da proposta em si, ou mesmo em casos onde as opiniões expressadas são parcialmente consideradas para os projetos, abdicando do desenvolvimento da proposta em conjunto com todos os sujeitos: neste caso, a gestão centralizadora continua sendo exercida, podendo ser denominada também como gestão gerencial, legitimada por uma falsa participação da comunidade.[16, 17, 21]

Da mesma forma é preciso qualificar a participação e as discussões, trazendo informações e contextualização para todos os envolvidos, para que seja possível acabar com a separação entre aqueles que planejam e decidem; e aqueles que executam e são impactados pelas decisões. Isso significa que apenas fazer parte, estar presente, não é o suficiente, isso não é participar. A apropriação do tema para atuar em deliberações, o exercício de controle do planejado e avaliação do executado, a existência da unidade no desenvolvimento do trabalho proposto, tudo isso faz parte de um processo de gestão democrática, e a construção da legítima participação e autonomia só é possível com transparência e descentralização.[15, 20, 21]

É assim, com a articulação dos coletivos, com qualidade e propriedade de conteúdo, com espaço e diálogo que propiciem a participação de todos e evitem vícios que restrinjam a participação a determinado público[16], em que a gestão democrática se mostra a “expressão de um aprendizado de participação pautado pelo dissenso, pela convivência e pelo respeito às diferenças, em prol do estabelecimento de espaços de discussão e deliberação coletivos”[19]. O resultado será o impacto em decisões mais assertivas, uma vez que conta com a participação e visão de diversos atores e diferentes perspectivas (em que todos conhecem o todo), mas também o desenvolvimento dos próprios indivíduos enquanto sujeitos autônomos e cidadãos ativos na transformação da sociedade.[16, 17, 19, 20]

Gracindo[20] e Paro[22] ainda colaboram com o pensamento da educação para a democracia como função social da escola, enfatizando a questão ética-política vinculada a qualidade do ensino público, e caracterizando a intervenção social que cabe a escola pública. Neste aspecto, a educação para a democracia envolve a educação do comportamento, que busca a valorização de atitudes como tolerância, cooperação, diálogo, exercitando a pratica de convivência coletiva, social e política, em que os cidadãos assumam a postura ativa na sociedade, observando a subordinação dos interesses individuais em relação aos interesses coletivos.[22]

Os conselhos escolares têm mostrado uma interessante e crescente participação na gestão escolar, apesar de ainda existirem mais escassamente, mesmo que nem sempre atinjam seus objetivos idealizados, ao menos acabam deixando evidente as contradições e conflitos que permeiam Estado e escola, bem como, atuam como instrumento de opressão ao autoritarismo exercido por alguns diretores, demonstrando que podem ser pensados como uma viável instrumento para envolver a comunidade local em seus diferentes segmentos nas questões escolares.[14, 19]

A questão da autonomia também está profundamente relacionada à gestão democrática, entrelaçando-se de tal forma que são colocadas como sinônimos ou causa e efeito concomitantemente. A autonomia das unidades escolares é trazida na LDB 9.394/96, em seu artigo 15, contemplando não apenas a questão pedagógica, mas também financeira, com o entendimento da autonomia de cada unidade de ensino como algo não pronto, e sim, a ser desenvolvido e construído de acordo com

ISSN 2446-7618

cada realidade[13, 17,], e sempre contemplando a coletividade, nunca devendo estar restrito a determinado segmento:

> A autonomia é sempre de um coletivo, a comunidade escolar, e para ser legítima e legitimada depende de que este coletivo reconheça sua identidade em um todo mais amplo e diverso, que por sua vez o reconhecerá como parte de si. A autonomia, portanto, se edifica na confluência, na negociação de várias lógicas e interesses; acontece em um campo de forças no qual se confrontam e equilibram diferentes poderes de influência, interno e externos.[15]

Não por acaso a questão da autonomia está tão vinculada a gestão escolar, uma vez que se entende que as características específicas, a comunidade e suas pessoas, e a relação desenvolvida entre ambos, que tornam cada escola única. Isso implica na concepção de que um projeto desenvolvido para uma escola seja implantado com sucesso, mas seja simplesmente inviável em outra unidade - e essas especificidades só serão conhecidas com a vivência do cotidiano escolar.[19]

Além disso, é importante lembrarmos que é nas unidades escolares que o objetivo educacional acontece (ou não), é neste ambiente que as metas governamentais são atingidas (ou não), e é neste espaço que o direito proclamado é de fato alcançado (ou não). É por isso que a autonomia das unidades é fundamental para que a construção estabelecida nesta instância possa avançar, levando o movimento de democratização para além das unidades, alcançando a organização dos sistemas educacionais e da própria sociedade como um todo, e assim, a educação brasileira consiga ouvir, perceber, refletir e pensar os planos educacionais do país para o seu público.[19, 20]

A participação enfim, configura-se como um processo complexo, com múltiplos cenários e possibilidades de organização, mostra-se uma prática polissêmica, o que demonstra que constitui em si, uma teia de aprendizado e mudanças. Quando está atrelada ao tema educacional, contempla o coletivo, avança do teórico para a pratica, seu potencial de aprendizado e desenvolvimento se expande exponencialmente no exercício cidadão, lembrando que não deve ter fim apenas na participação da execução, uma vez que está na participação das decisões, no poder deliberativo, seu valor estratégico.[16, 18, 19, 20]

Para Luce e Medeiros[15] assim como a democracia se mostra uma fonte de desenvolvimento do próprio ser humano, em que nunca se dará como obra pronta, a complexidade de considerar os vários aspectos da gestão democrática também fazem desta trajetória uma caminhada em direção a utopia. Lembrando as bem colocadas palavras de Paro neste enredo, explicando utopia como um lugar que não existe, então “não quer dizer que não possa vir a existir”[18], partindo das condições concretas existentes e suas contradições na perseguição do projeto democrático escolar colocado como valoroso objetivo[18]. É parte da construção democrática de gestão escolar a militância pela autonomia para fortalecimento das unidades, o espaço para participação efetiva da comunidade nas deliberações, bem como a exigência do financiamento e aporte estrutural do poder público para que as escolas possam ofertar ensino de qualidade.[19]

Na Figura 1 ilustramos a sistematização do conceito de gestão democrática desenvolvido nesta pesquisa, onde Araujo[23] nos auxilia a consolidar e resumir os principais elementos inerentes ao conceito de gestão democrática aqui discutidos: participação, pluralismo, autonomia e transparência, sendo a postura democrática e

ISSN 2446-7618

o sentido público da prática social da educação os princípios que sustentam estes elementos, que são concretizados em espaços coletivos de diálogo e suas organizações - como grêmios estudantis, conselhos escolares, associações, etc.[20]

Figura 1. Gestão democrática.

Então, além dos elementos constitutivos e da reflexão dos princípios que já foram abordados nesta sessão, é importante reforçar que estará nos espaços de encontro e diálogo o viés prático da gestão democrática. Assim, Paro[22] nos alerta sobre a importância de não esquecermos da prática nesta busca de objetivos, pois é da realidade concreta que partimos e não podemos fica apenas no discurso idealizador: é fundamental que as mediações de "como fazer" estejam bem alinhadas aos problemas perseguidos nesta trajetória da educação. E para um correto tratamento ao problema, é primordial seu correto diagnóstico, por isso, as propostas de intervenção à educação precisam ser feitas por indivíduos que conhecem o cotidiano escolar, seus atores, suas articulações, as lacunas e os problemas existentes, os fatos que concretizam esses elementos, e que representem as demandas do seu público usuário.[18, 21, 22]

É fato que a estrutura atual das escolas públicas traz consigo diversos motivos para a baixa capacidade deliberativa da comunidade, pois não favorece a formação dos sujeitos enquanto cidadãos, uma vez que temos a realidade de conselhos e organizações inoperantes nas práticas escolares[18, 22]. Também é indiscutível que muitas vezes não há coerência entre o que se planeja em políticas públicas e o que se pratica nas escolas, justamente pela falta de concretude das propostas educacionais, que são delineadas com pouca participação dos impactados pelos planos, com projetos que não contemplam a realidade das escolas públicas brasileiras, o que demonstra que o gestor da escola pública tem o desafio de gerir democraticamente em contexto e estrutura antidemocrática. Mesmo assim, estas não podem servir de justificativas para a não realização da gestão democrática escolar. Apesar de ser um caminho longo e complexo, é preciso inicia-lo em algum momento, com a consciência de que faz parte da formação escolar a construção da liberdade através da democracia.[18, 22]

Finalmente, através da pratica de gestão democrática escolar que desafios maiores, no âmbito da sociedade em geral, que alguns paradigmas podem ser

ISSN 2446-7618

alcançados, como a superação da democracia representativa e do "caráter formalista burocratizante e centralista da organização do poder e da autoridade na escola pública"[18], a concretude e fortalecimento da participação e autonomia na construção da democracia direta, e por consequência, na condução do processo constitutivo do próprio homem.[16, 17, 20]

3.1 GESTÃO DEMOCRÁTICA NO IFSUL SAPIRANGA

Conforme a legislação institucional, os IFs se tratam de autarquias vinculadas ao Ministério da Educação (MEC) e desta forma, dispõem de autonomia administrativa, patrimonial, financeira, didático-pedagógica e disciplinar, sendo que, o IFSul é um dos três IFs presentes no estado do Rio Grande do Sul , que surgiu a partir do CEFET-RS, sendo composto por quinze unidades, uma reitoria e catorze câmpus. O IFSul Sapiranga está situado a 306 quilômetros da reitoria (em Pelotas) e a 60 km da capital, atualmente com 561 alunos matriculados em cinco cursos, e com 57 profissionais da educação, sendo 24 técnico-administrativos e 33 docentes.

Na análise documental observada no IFSul como um todo, percebemos que o desenho institucional apresenta alguns elementos que reconhecem, estimulam e valorizam a participação da comunidade na gestão escolar, mas ainda assim, são atividades um tanto tímidas, com pouca visibilidade e acesso um tanto complexo para o público geral. Tal percepção pode ser indicar que a longa trajetória de gestão democrática já está sendo percorrida pela instituição, mas ainda em fase inicial. A instituição organiza e articula vários espaços de diálogo e interação, como por exemplo o Conselho Superior, que tem caráter consultivo e deliberativo, atuando como órgão máximo para decisões de execução de política geral do IFSul, contando com representantes da comunidade acadêmica de todo o Instituto, além de egressos, sociedade civil e MEC.[24]

Também é democrático o processo de escolha do Reitor e de dirigente de cada campus, garantindo que docentes, técnicos administrativos e alunos participem da escolha com equivalência no peso dos votos entre os três segmentos. Além disso, o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) é um documento que estabelece os maiores projetos, ambições, diretrizes e compromissos da instituição para um período de cinco anos, e conta com a participação da comunidade acadêmica de todas as unidades para sua elaboração.[25]

Porém, no que se refere ao conceito de "gestão democrática" pode-se observar que o mesmo é pouco utilizado nos documentos institucionais, pois se encontra poucos resultados na busca realizada no site e também parece não estar entre as competências instituídas pelo IFSul. No site observa-se algumas informações carentes ou confusas no que se refere ao objeto de estudo da pesquisa de mestrado em andamento. Os sites das unidades, por exemplo, não têm a mesma estrutura para disponibilização das informações, quando comparado ao site institucional (principal), além disso, para muitos destes dados exige-se uma navegação razoavelmente complexa dentre os menus da página ou apresentam grandes arquivos com muitos dados. Apesar dessa constatação, o Serviço de Informação ao Cidadão (SIC), o Planejamento Anual, a Estrutura de Governança, e a Gestão Orçamentária do Instituto como um todo, parecem bem elaboradas e atualizadas, como pode se observar em IFSUL[26].

ISSN 2446-7618

Essa contradição a respeito do tema, encontrada nas informações nos sites institucionais (do IFSul e seus campus), podem traduzir um envolvimento diferenciado entre áreas com a gestão democrática e com o amplo acesso a informações. Da mesma forma, podem estar refletidas na sua estrutura multicampi, fazendo com que algumas unidades estejam mais e outras menos familiarizadas com mecanismos que viabilizem a gestão democrática. Enfim, podem demonstrar que o gérmen da gestão democrática planejado para a instituição ainda não atingiu da mesma forma toda sua estrutura.(21)

Além disso, o processo de observação identificou também que, apesar da existência de algumas representações no IFSul Sapiranga, como grêmio estudantil e associação de pais, os espaços de diálogo e os debates deliberativos ainda são pouco desenvolvidos. Como exemplo, não há discussão a respeito do tema orçamentário entre a gestão da escola e sua comunidade acadêmica, e entende-se que para viabilizar este diálogo, o uso de instrumentos que tragam informações em linguagem acessível a toda comunidade, é fundamental para qualificar esse debate. Neste aspecto, um produto educacional desenvolvido para a comunidade acadêmica, com o relevante tema da administração escolar, em linguagem acessível e formato envolvente, seria uma importante ferramenta de fomento na construção do processo permanente e contínuo de gestão democrática.

Por fim, pensar em gestão escolar democrática implica lutar pela garantia de recursos financeiros e autonomia para as instituições de ensino, com a finalidade de fazer tornar real o direito de acesso universal a educação básica, impedir que este direito seja banalizado ou transformado em mercadoria, e tornar a escola pública um espaço para o exercício de cidadania, de participação popular e de ampliação da democracia, uma vez que já se percebeu que o Estado demonstra pouca probabilidade no empenho natural de esforços para a democratização do saber.(16, 18, 20)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse artigo foi possível apresentar a reflexão inicial a partir do referencial sobre gestão democrática que é um dos fundamentos que sustenta a pesquisa de mestrado em andamento. A importância de se trabalhar a gestão democrática está na necessária discussão que fomente a construção deste processo ainda timidamente presente na prática das escolas públicas no Brasil, apesar de sua determinação legal. Além disso, podemos perceber através das reflexões desenvolvidas neste artigo a intima relação que a formação e exercício democrático escolar estabelecem enquanto instrumento de transformação individual, institucional e social.

Desenvolver um produto educacional que possa facilitar o entendimento da comunidade acadêmica do IFSul Sapiranga a respeito de importantes temas da gestão escolar, como a questão orçamentária, pode servir como aporte na construção de espaços de diálogo que viabilizem a participação de todos, e propiciem o processo constitutivo do próprio homem e do seu contexto social. É nesse processo de construção da pesquisa de mestrado e de um produto educacional voltado a subsidiar a comunidade acadêmica, com vistas a defesa da continuidade do processo de expansão da instituição que se insere este artigo.

ISSN 2446-7618

Agradecimentos

Agradeço especialmente a minha brilhante orientadora Luciana Loponte, por todas as leituras indicadas, e pelas assertivas críticas e contribuições neste trabalho.

REFERÊNCIAS

1 SAVIANI, Dermeval. **Sobre a concepção de politecnia.** Rio de Janeiro: EPSJV/ FIOCRUZ, 1989.

2 RODRIGUES, José. **O moderno príncipe industrial: o pensamento pedagógico da Confederação Nacional da Indústria.** Campinas: Autores Associados, 1998.

3 OLIVEIRA, Francisco de. **Crítica a razão dualista/ O ornitorrinco**. São Paulo: Boitempo, 2013.

4 SADER, Emir. Prefácio. In: MÉSZÁROS, István. **A educação para além do capital.** 2. ed. São Paulo: Boitempo, 2008. Tradução de Isa Tavares.

5 MÉSZÁROS, István. **A educação para além do capital.** 2. ed. São Paulo: Boitempo, 2008. Tradução de Isa Tavares.

6 PACHECO, Eliezer Moreira. **Os Institutos Federais: uma revolução na educação profissional e tecnológica.** Natal: IFRN, 2010.

7 GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

8 MINAYO, Maria Cecília de Souza (organizadora); DESLANDES, Suely Ferreira; GOMES, Romeu. **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade.** 31. ed. Petrópolis: Vozes, 2012.

9 RUIZ, João Álvaro. **Metodologia Científica: guia para eficiência nos estudos**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

10 GÜNTHER, Hartmut. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão? **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 22, nº 2, p. 201-210, maio-ago. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ptp/v22n2/a10v22n2>. Acesso em 6 jan. 2020.

11 ANDRADE, Maria Margarida de. **Introdução à Metodologia do Trabalho Científico: elaboração de trabalhos na graduação**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

12 YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

13 VIEIRA, Sofia. Lerche. Política(s) e Gestão da Educação Básica: revisitando conceitos simples. **Revista Brasileira de Política e Administração da Educação (RBPAE)**, v. 23, nº 1, p. 53-69, jan-abr. 2007. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/rbpae/article/view/19013/11044. Acesso em 06 ago. 2020.

14 PARO, Vitor Henrique. Estrutura da escola e prática educacional democrática. **Anais**. Rio de Janeiro: Anped, 2007. Disponível em: http://30reuniao.anped.org.br/trabalhos/GT05-2780--Int.pdf. Acesso em 04 ago. 2020.

15 LUCE, Maria Beatriz. MEDEIROS, Isabel Letícia Pedroso de. “Gestão democrática na e da educação: concepções e vivências” IN: LUCE, Maria Beatriz. MEDEIROS, Isabel Letícia Pedroso de (org.). **Gestão escolar democrática: concepções e vivências**. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2006.

ISSN 2446-7618

16 AGUIAR, Marluce Martins de; HELLER, Léo; MELO, Elza Machado de. Ação comunicativa na gestão de um serviço privatizado de água e esgotos: uma avaliação em Cachoeiro de Itapemirim (ES). **Revista de Administração Pública**. Rio de Janeiro, v. 46, nº 6, p. 1505-1527, nov.-dez. 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-76122012000600005&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em 31 ago. 2020.

17 LIMA, Antônio Bosco de; PRADO Jeovandir Campos de; SHIMAMOTO, Simone Vieira de Melo. Gestão democrática, gestão gerencial e gestão compartilhada: novos nomes velhos rumos. In: ANPAE, Simpósio, 2011. **Anais eletrônicos**. Disponível em: https://anpae.org.br/simposio2011/cdrom2011/PDFs/trabalhosCompletos/comunicacoesRelatos/0069.pdf. Acesso em 11 ago. 2020.

18 PARO, Vitor Henrique. **Gestão democrática da escola pública**. 4. ed. rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2016.

19 OLIVEIRA, João Ferreira de; MORAES, Karine Nunes de; DOURADO, Luiz Fernandes. **Gestão escolar democrática: definições, princípios e mecanismos de implementação**. Brasília: Ministério da Educação, 2006. Programa Escola de Gestores da Educação Básica. Disponível em: http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/sem_pedagogica/fev_2014/NRE/5gestao_escolar_democratica_definicoes_principios_mecanismo_implementacao.pdf. Acesso em 8 ago. 2020.

20 GRACINDO, Regina Vinhaes. **Gestão democrática nos sistemas e na escola**. Brasília: Universidade de Brasília, 2007. Técnico em Gestão Escolar. Disponível em: < http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/11gesdem.pdf>. Acesso em 17 ago. 2020.

21 FERNANDES, F. C. M. Uma prática de planejamento participativo desenvolvida no Instituto Federal do Rio Grande do Norte. **Holos**, Natal, Ano 28, vol. 2, p. 87-95, 2012. Disponível em: http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/851. Acesso em 31 ago. 2020.

22 PARO, Vitor Henrique. Educação para a democracia: o elemento que falta na discussão da qualidade do ensino. In: **Anuário GT Estado e Política Educacional:** políticas, gestão e financiamento da educação. Goiânia: ANPED, 2000. p. 107-122. Disponível em: <https://anped.org.br/sites/default/files/gt_05_18.pdf>. Acesso em 10 ago. 2020.

23 ARAÚJO, Adilson César de. A gestão democrática e os canais de participação dos estudantes. **Revista Retratos da Escola, Brasília**, v. 3, n. 4, p. 253-266, jan.-jun. 2009. Disponível em: http://retratosdaescola.emnuvens.com.br/rde/article/view/116. Acesso em 31 ago. 2020.

24 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE - IFSUL. Coordenadoria de Comunicação Social. **Conselho Superior**, 2017. Disponível em: http://www.ifsul.edu.br/conselhos/conselho-superior. Acesso em 24 ago. 2020.

25 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE - IFSUL. Coordenadoria de Comunicação Social. **PDI - Plano de Desenvolvimento Institucional**, 2020. Disponível em: <http://www.ifsul.edu.br/pdi>. Acesso em 24 ago. 2020.

26 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE - IFSUL. **Página Inicial**. Disponível em: http://www.ifsul.edu.br/. Acesso em 24 ago. 2020.

ISSN 2446-7618

BNCC E OS SIGNOS DO ENSINAR NA EDUCAÇÃO INFANTIL

Weschenfelder, A. L.[1]
Mossmann, J.B.[2]
Bez. M. R.[3]

[1] *Bacharel em Psicologia, André Luiz Weschenfelder, Mestrando (Universidade Feevale), al.weschenfelder@outlook.com.*
[2] *Doutor em Informática na Educação, João Batista Mossmann, Professor (Universidade Feevale), mossmann@feevale.br.*
[3] *Doutora em Informática na Educação, Marta Rosecler Bez, Professora (Universidade Feevale), martabez@gmail.com.*

(Todas as informações contidas neste artigo são de responsabilidade dos autores)

Resumo
A Base Nacional Curricular Comum (BNCC) é um documento que tem a intenção de orientar e nortear a educação básica no Brasil. A partir dos 4 anos de idade, as crianças já devem frequentar a escola, na modalidade de educação infantil, e, dessa forma, o que se entende de ensino aprendizagem nessa etapa ainda precisa de estudos e práticas para conseguir se contemplar o que a Base propõe. A partir de um estudo de caso sobre a BNCC, esse artigo teve como objetivo analisar os campos de experiência propostos para a educação infantil, com o olhar de autores a respeito do desenvolvimento das crianças dessa idade, assim como dos modos de subjetivação através de signos. Os resultados inerentes a essa análise compreendem que por ser um documento de nível federal, não se consegue buscar práticas únicas para todo o território. Porém, tal ideia já se contempla na própria Base, a qual entende que deve ser levado em conta o contexto ao qual as crianças estão inseridas, para a partir deles serem desenvolvidas práticas significativas. Entretanto, entendendo alguns aspectos inerentes ao desenvolvimento infantil, é possível traçar ideias de atividades e intervenções que sejam pertinentes aos objetivos da Base.
Palavras-chave: BNCC; Educação Infantil; Signos;

BNCC AND THE SIGNS OF TEACHING IN KINDERGARTEN

Abstract
The “Base Nacional Curricular Comum” (BNCC) is a document that is intended to guide the basic education in Brazil. From the age of 4, children must already attend a school, in the form of early childhood education, and, therefore, what is meant by teaching and learning at this stage still needs studies and practices to be able to contemplate what the Base proposals. Based on a case study on the BNCC, this article aimed to analyze the proposed fields of experience for Kindergarten, with the view of authors regarding the development of children of that age, as well as the modes of subjectivity through signs. The results inherent to this analysis understand that because it is a document at the federal level, it is not possible to seek unique practices for the entire territory. However, this idea is already contemplated in the Base itself, which understands that the context in which the children are inserted must be considered, so that appropriate practices can be developed from them. However, understanding some aspects inherent to child development, it is possible to

ISSN 2446-7618

outline ideas of activities and operations that are relevant to the objectives of the Base.
Key words: BNCC; Kindergarten; Signs;

1 INTRODUÇÃO

A educação básica é um direito universal do cidadão brasileiro. Essa premissa aparece em nossa história recente, principalmente após a constituição de 1988 (BRASIL, 1988). Embora esse direito seja constitucional, quando se fala de educação infantil, ou seja, o período anterior a educação fundamental, as leis que regulamentam essa etapa somente aparecem a partir de 2009, com a Emenda Constitucional nº 59/2009 (BRASIL, 2009).

Essa Emenda, regulamenta e determina a obrigatoriedade de educação formal das crianças de 4 e 5 anos. Sendo assim, a educação básica passa a ser dos 4 aos 17 anos de idade. Entretanto, somente em 2013 é que essa obrigatoriedade é incluída na LDB, passando a ser assim obrigatória a matrícula de tais crianças nas escolas também (BRASIL, 2018).

Alguns marcos importantes são relacionados às evoluções na educação brasileira, os quais são identificados a partir da Constituição Federal de 1988 e a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) da educação de 1996, a qual coloca a União como responsável para implementação das leis de educação no território nacional. Tal discussão é presente também nos diversos pareceres da CNE (Conselho Nacional de Educação) durante os anos 90 e 2000 (BRASIL, 2018).

Em 2014 foi promulgado o Plano Nacional de Educação (PNE), a partir da Lei nº 13.005/2014, a qual estabelece e busca implementar as diretrizes pedagógicas para uma base nacional curricular comum. Esta que tinha sido estabelecida como meta no Artigo 26 da LDB de 1996. E, posteriormente, em 2017, há uma alteração a LDB, onde se toma duas nomenclaturas para se referir às finalidades da educação: Direitos e objetivos; e, Competências e habilidades. Neste ano, 2017, foi homologado a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para a Educação Infantil e Ensino Fundamental, a qual serve de referência para a construção e adaptação dos currículos escolares em todo o território brasileiro. Essa Base tem um caráter normativo, ou seja, ela busca definir o que se entende como essencial para a aprendizagem das crianças e adolescentes na Educação Básica. Assim como, busca assegurar os direitos relacionados à educação e desenvolvimento, de acordo como previsto na PNE (BRASIL, 2018).

Embora se tenha essa ideia de construção de currículo pelos Estados, a implementação ocorre através das esferas municipais. Porém, para o sucesso da BNCC, é necessário um esforço conjunto de todas as instâncias. É previsto que haja colaboração entre as esferas do governo, balizando a qualidade da educação em âmbito nacional (BRASIL, 2018).

Assim, os estados se organizaram para montar os currículos que seriam implementados em seu território, de acordo com as diretrizes da BNCC. Dessa forma, cada estado tem seus prazos e metas de implementação da Base em seu sistema de ensino, tanto no âmbito estadual e municipal, como também no âmbito privado. No Rio Grande do Sul, foi criado então o Referencial Curricular Gaúcho, que começa a ser implantado no ano de 2019 (RIO GRANDE DO SUL, 2018).

ISSN 2446-7618

Visto isso, se percebe que a Base ainda é bastante recente, tendo pouco tempo para sua total compreensão no modo de aplicação de seus eixos. Isso possibilita uma ampla gama de projetos inerentes ao que se preconiza teoricamente, e suas aplicabilidades se tornam virtualmente infinitas. Isso faz com que não se tenha um padrão, possibilitando que a subjetividade do professor atue em cima dos escritos dessa Base.

Sendo assim, os modos de entendimento teóricos-práticos se tornam deveras amplos. Nesse sentido, se faz relevante buscar alguns padrões para a implementação dos eixos de conhecimento previstos. E isso, se torna a questão norteadora desta pesquisa: como a BNCC preconiza os modos de ensino aprendizagem na educação infantil?

Com essa pergunta, pode-se colocar como objetivo a busca dos principais signos que podem estar sendo utilizados na implementação de projetos a partir da BNCC na educação infantil. E, podendo também, ver como estes signos se encaixam nos eixos apresentados. Conseguindo, dessa forma, englobar um entendimento a respeito de como os conceitos teóricos apresentados pela Base podem vir ao contexto prático.

Nesse sentido, será apresentado um Estudo de caso, analisando somente este documento fornecido pelo Ministério da Educação. Entretanto, para sua análise, serão utilizadas demais leituras teóricas e práticas para um compreendimento destes signos, os quais também pode-se entender como simbologias, ou modos de expressão e entendimento entre duas pessoas, ou grupos.

Desta forma, será apresentado um aprofundamento maior a respeito do objeto de estudo. Ainda, apresentando a fundamentação teórica, seguindo para a metodologia e então as análises subsequentes.

1.1 Base Nacional Curricular Comum (BNCC)

O intuito de estabelecer uma Base é o de conseguir abranger todo o território nacional, buscando assegurar os direitos de aprendizagem e garantir que se tenha uma educação equânime em todo o território. Dessa forma, é visto que a BNCC prediz que há competências essenciais as quais todos os estudantes da Educação Básica devem estar sujeitos. Sendo elas a respeito de conseguir articular os conhecimentos (trabalhar com conceitos e procedimentos), desenvolver habilidades (sejam elas práticas, mas também socioemocionais e cognitivas), serem capazes de ter atitudes quanto às demandas de sua vida cotidiana assim como poderem ser cidadãos e futuramente trabalhadores. Tais competências devem ser estimuladas em todos os estudantes, garantindo assim seus direitos plenos como cidadãos, auxiliando em seu desenvolvimento e aprendizagens (BRASIL, 2018).

No que tange tais competências, é visto que é necessário estimular ações e projetos que visem a melhora das condições de aprendizagem, assim conseguindo auxiliar na construção de uma sociedade mais justa, humana e valorizando a preservação de recursos como a natureza (BRASIL, 2013). Isso tudo em consonância com as agendas previstas pela Organização das Nações Unidas (ONU) (2015).

A partir disso, no que concerne à educação infantil, a Base prevê que todos os estudantes possuem os direitos explícitos de conviver com seus pares e adultos,

ISSN 2446-7618

brincar de diversas formas em seu cotidiano, participem de escolhas em relação a seu local de ensino, explorem o mundo com suas percepções e emoções, consigam e possam se expressar através do diálogo e demais formas lúdicas e se conhecer enquanto sujeito no mundo. Tais direitos buscam assegurar que cada criança seja protagonista em sua história, sendo estimuladas a buscarem soluções adequadas e assertivas a seu cotidiano, assim como, possam construir sua identidade em consonância com o entendimento de mundo e sociedade (BRASIL, 2018).

A BNCC afirma que brincar e educar são ações indissociáveis e que se fundem na infância. Dessa forma, a Base se organiza de modo a possuir dois eixos estruturantes, chamados de eixos norteadores, que são: as interações e as brincadeiras. Em outras palavras, é entendido que todas as formas de interação e brincadeiras provenientes dos processos de ensino, vão possibilitar às crianças uma aprendizagem de qualidade, um desenvolvimento adequado e a sua socialização (BRASIL, 2018).

A partir destes eixos, e, garantindo os direitos explicitados anteriormente, a Base se estrutura de modo a contemplar as possíveis vivências na educação infantil. Sendo assim, existe o que é chamado de Campos de Experiência, os quais são divididos em cinco áreas: O eu, o outro e o nós; Corpo, gestos e movimentos; Traços, sons, cores e formas; Escuta, fala, pensamento e imaginação; e, Espaços, tempos, quantidades, relações e transformações. (BRASIL, 2018).

O campo O eu, o outro e nós, diz respeito aos questionamentos que as crianças tem sobre si e os outros. Essas percepções vão fazendo com que a criança construa sua identidade a partir da identificação e diferenciação com os outros, visto que o ser humano é um ser social. Entende-se que é necessário ampliar a auto percepção, valorizar a própria identidade, mas também respeitar os outros (BRASIL, 2018).

Corpo, gestos e movimentos, envolve a ideia de autocuidado físico, assim como o desenvolvimento da noção de espaço que seu corpo ocupa. A ideia de consciência da sua corporeidade para conseguir ter mais autonomia, explorar o mundo e seu próprio corpo com os gestos, sons, movimentos. Articulando, dessa forma, todas as suas percepções para se localizar no mundo (BRASIL, 2018).

Já o campo denominado Traços, sons, cores e formas, traz a questão do uso de várias linguagens artísticas para usufruto da criança. No caso, pensa nas possibilidades de instigar as crianças a criar, buscando um senso de autoria sobre algo, desenvolvendo um senso estético e crítico sobre sua produção. Esse campo traz um aspecto interessante que é justamente o conhecimento das diferentes manifestações culturais, sejam elas artísticas ou científicas. Isso põe em pauta a observação de demais culturas, buscando desenvolver na criança uma sensibilidade para a arte, a própria criatividade e expressão da criança, para que possa intervir em tais tipos de contextos culturais exercendo sua singularidade (BRASIL, 2018).

Em Escuta, fala, pensamento e imaginação, se busca reforçar a habilidade do diálogo, para que a criança consiga exercitar suas capacidades de falar e ouvir. Entra nisso, a possibilidade de participar da criação de brincadeiras, contação de histórias, participando em si do contexto, exercitando suas habilidades de linguagem oral. Nesse campo, ainda, é visto que os primeiros indícios de interesse pela escrita devem ser observados (BRASIL, 2018).

E por fim, Espaços, tempos, quantidades, relações e transformações, que traz a curiosidade de mundo como pauta. Esse campo envolve a noção geo-espacial, de

ISSN 2446-7618

conhecer espaços e lugares, além do mundo sociocultural, como parentescos, história pregressa e cultura. Ainda, os conhecimentos matemáticos como a lógica, a noção de pesos e a realização de contas, por exemplo. Tudo isso para proporcionar a criança de observar objetos, manipulá-los, podendo investigar, levantar hipóteses sobre o seu entorno, trazendo como base a curiosidade e a busca de conhecimentos prévios para solução de suas perguntas (BRASIL, 2018).

Para solidificar o que se pede, mais especificamente, desses campos de experiência, a BNCC determina objetivos de aprendizagens. Estes que são separados por faixa etária e por campo de experiência. Então, vê-se resultados esperados para cada criança, como, por exemplo, conseguir comparar o peso de dois objetos diferentes, ou conseguir coordenar seus movimentos de modo a criar pinturas e demais brincadeiras (BRASIL, 2018).

Entretanto, é visto que para alcançar tais objetivos, não preconiza um estilo ou método específico de ensino, podendo o professor/equipe pedagógica experimentar diferentes abordagens. Nas seções seguintes deste artigo, será buscado algumas ideias e possibilidades de intervenções.

1.2 Autores para análise

Uma maneira de abordar os assuntos previamente expostos, é de entender o que a própria Base determina como interações e brincadeiras (BRASIL, 2018). Nesse sentido, é plausível pensar que existe a intenção de que as crianças criem, signifiquem e compartilhem seus aprendizados. Para a criação de algo, pode-se pensar no sentido de força criativa e incentivo do ambiente para que isso ocorra (STERNBERG, 2006). Compartilhar seria a questão de demonstrar aos outros os seus trabalhos e aprendizados.

No que tange significar, existe todo um outro cenário profundo a qual se pode explorar, pois diferentes pessoas constroem significados de formas diferentes. Primeiramente há uma questão semântica, de atribuir significado aos diferentes tipos de estímulos e informações (STERNBERG, 2010), a partir dela que o ser humano ouve, vê e entende o que é transmitido. Em relação à habilidade visual, se observa que nos bebês isso se inicia quando começam a reconhecer rostos e objetos, e a medida da sua maturação neural a quantidade de detalhes a serem reconhecidos começa a se expandir. As características semânticas se aprimoram e então a criança começa a alcançar as representações (imagens) destes objetos vistos (DEHAENE, 2012; BRAGA; NÖTH, 1998).

A partir de certo momento, estas representações através dos desenhos extrapolam os objetos e pessoas concretas, e a abstração começa a fazer parte do imaginário da criança. Essa simbolização ocorre em conformidade com as convenções sociais que rodeiam o indivíduo, indicando um construto pragmático (de contexto) concomitante a esses novos símbolos (TOMASELLO, 2006). O conteúdo semântico perpassa por todos os níveis de percepção, se fazendo presente na aquisição e no aprimoramento de todas as percepções funcionais.

Para o que se ouve, é interessante pensar que quando se conversa com uma criança, o tom da voz, métrica e ritmo empregado também possui uma grande importância semântica-pragmática, auxiliando na organização verbal e compreensão da intenção do discurso (NAVAS; PINTO; DELLISA, 2009). Isso faz com que a

ISSN 2446-7618

criança vá compreendendo o que ouve, aumentando a complexidade a medida do tempo, consolidando assim as características semânticas (ZORZI, 2000; GUNGEL *et al*., 2010). Autores indicam que por volta dos 5 e 6 anos, as crianças já possuem uma organização de discurso similar ao adulto, cometendo apenas alguns desvios, omissões ou erros em sua fala (STERNBERG, 2010).

Talvez tais domínios, verbal e visual, sejam os mais utilizados quando se pensa em intervenções. Porém, é interessante pensar que os demais sentidos estão envolvidos para a aprendizagem. Dessa forma, cheiros, gostos e o tato também se fazem presentes na constituição do ser humano, pois é a partir de tais sentidos sensoriais que se absorve o mundo a nossa volta, transformando tais percepções em signos (BRAGA; NÖTH, 1998).

Estes signos são entendidos como conceitos, no caso são o que se entende como imagens, palavras, modos de entender o mundo. Através destes que ocorre a significação do mundo, e, também, cria-se representações de algo (BRAGA; NÖTH, 1998). Dessa forma que se criam os conceitos, propriedades abstratas de um objeto concreto.

Autores como Braga e Nöth (1998) nos trazem, através de semiótica, que há percepções imagéticas em nosso contexto e cultura. No caso, é possível perceber a realidade através de imagens perceptíveis, imagens óticas, imagens mentais, imagens verbais (metáforas), etc. Essas imagens é que se entende como os domínios imateriais de nossos sentidos e percepções (BRAGA; NÖTH, 1998), dessa forma, as imagens podem atribuir e criar diversos significados, dependendo do que a pessoa possui previamente de conhecimentos (SILVA, s/d).

Nesse sentido, vê-se a necessidade de entender o que se conhece como aprendizagem multimodal. Esta que parte do princípio de que há vários tipos de estímulos, linguísticos, visuais, sonoros, para prender a atenção do aluno e para ele conseguir apreender utilizando diversas perspectivas diferentes (SILVA, s/d). Pois, diferentes fontes de estímulos, como textos, sons, podem estar intimamente ligados às imagens mentais, atribuindo significados, sendo os dois lados de uma mesma moeda. No caso, um som pode ilustrar uma imagem mental de tristeza, assim como a recíproca é verdadeira (BRAGA; NÖTH, 1998).

Essa junção de significados de diferentes estímulos é o que pode se entender como a construção de “bacias semânticas” (SILVA, 2003). É plausível pensar que é feito associações de significados com os diversos produtos/materiais que são consumidos, sejam eles culturais ou não. Esta produção/indústria cultural é consumida também para ajudar as pessoas a se narrarem a partir da memória, e aqui vale destacar a importância dos produtores culturais e a responsabilidade que se tem quanto ao apresentar tais tipos de materiais às crianças para suas construções semânticas.

Então, é possível utilizar materiais/produtos que envolvam criatividade, estimulação de habilidades, a busca por protagonismo dos alunos em seu processo de educação, além de informar valores culturais e passar conhecimento acumulado da sociedade. Tais dispositivos precisam se preocupar mais com a comunidade do que com o produto em si, auxiliando na consciência cidadã e de ser humano, resultando em um sentimento de pertencimento a essa comunidade. Sendo assim, há diversas ferramentas que podem se tornar Dispositivos de manipulação, articulação, intervenção, formatação, interferência e construção de significados (SILVA, 2003).

ISSN 2446-7618

Dispositivos de fabulação/mitificação que semeiam possibilidades criativas, estimulam as percepções dos envolvidos, sendo catalisadores do imaginário, do simbólico, tais dispositivos podem-se chamar de tecnologias do imaginário (SILVA, 2003). Entretanto, é necessário ser crítico quanto a tais tecnologias, pois entendendo esse ciclo, é possível passar de expectados para narrador, e isso anda junto à evolução de tais tecnologias. No âmbito da educação infantil, vê-se que as crianças estão partindo para posições mais ativas quanto a sua educação, se tornando protagonistas quanto aos processos educacionais.

Finalizando, tecnologias do imaginário auxiliam a fortalecer a identidade, cria o sentimento de pertencimento, fortalecendo uma certa resiliência (seja para vencer adversidades ou vulnerabilidades pessoais), além de deixar uma memória a partir de tudo isso. A partir disso, então, segue-se para a apresentação mais detalhada da metodologia utilizada. Após, será feita a análise e então as conclusões.

2 METODOLOGIA

A complexidade do fenômeno cultural decorrente da decisão de ensino formal universalizado, é complexo. Tal complexidade é tamanha que acaba sendo objeto de estudo de diversas abordagens. Por conta disso, cada campo de conhecimento, com suas particularidades, pode trazer informações relevantes para a compreensão do assunto. Sendo assim, esta pesquisa busca abarcar algumas noções e problematizações acerca do entendimento da Base Nacional Curricular Comum.

Para dar conta dos objetivos propostos, é necessário a realização desse estudo na metodologia de estudo de caso. Esse método é caracterizado pelas características de investigação qualitativa em relação ao objeto de estudo (MEIRINHOS; OSÓRIO, 2016). Sendo a Base um documento único, a ideia de estudo de caso se torna adequado, pois a quantidade de fontes e objetos está de acordo com a metodologia.

Essa metodologia permite que a pesquisa tenha um caráter interpretativo, isso quer dizer que a subjetividade do autor da pesquisa está intrinsecamente ligada aos resultados expostos (MEIRINHOS; OSÓRIO, 2016). Esse tipo de estudo também é conhecido por ser pouco sistematizado e abrangente, podendo, assim, sofrer alterações no decorrer de seu desenvolvimento, de acordo com o que o autor da pesquisa considera mais importante (YIN, 2015), pois autores indicam que o investigador se relaciona diretamente com o seu objeto de estudo (MEIRINHOS; OSÓRIO, 2016).

Desta forma, é visto que o pesquisador também se coloca participante em sua pesquisa, no sentido de que possa assumir diferentes papéis de acordo com o estilo de investigação (YIN, 2015). Isso demostra ser plausível pois esse processo é de ordem integral do ser humano, ele se coloca em aquilo que intervém (BLEGER, 2011). Então, o método permite a subjetividade do autor entrar em cena, tendo assim, mais liberdade para selecionar assuntos e artigos que possam ser relevantes para o trabalho.

Assim, para esse artigo, será analisada a Base Nacional Curricular Comum, mais especificamente a seção sobre educação infantil. A partir do entendimento dos conceitos utilizados, será visto a respeito dos eixos e conhecimentos preconizados, assim como as possíveis ideias de implementação que ela possa conter. Sendo assim, acredita-se que o compilado de informações que será coletado conseguirá abranger pontos importantes para desenvolvimento de pesquisas futuras.

ISSN 2446-7618

Com esse método, consegue-se abranger pontos distintos e relevantes para o tema, visto que os objetivos propostos também urgem por campos extensos do conhecimento. Atenta-se que para essa metodologia busca abrir mais a questão do que definir uma resposta absoluta, pois a ideia é fazer a análise a partir de abordagens teóricas já existentes, direcionando assim, também, o estudo (MEIRINHOS; OSÓRIO, 2016).

É importante frisar que foram utilizadas diversas fontes, nacionais e internacionais, para a conceitualização de termos e características. Mas por conta de ser uma pesquisa com um único objeto de estudo, percebe-se que tentar adequar algumas alternativas para o contexto brasileiro se fazem mais relevante para o desenvolvimento deste estudo. Segue-se então para as análises e discussão desta pesquisa.

3 ANÁLISES E DISCUSSÃO

A Base possui alguns limites conceituais bem definidos. Vê-se que há três pilares que fundamentam as práticas preconizadas para a educação infantil, sendo elas: Cuidar, Educar e Brincar. Essa ideia traz em si a noção de que a criança precisa poder ser criança, ou seja, precisa poder usufruir das possibilidades e oportunidades plenas de seu período de desenvolvimento. É preciso acompanhar essa trajetória no sentido de conseguir documentar as evoluções da criança em seu ensino aprendizagem de acordo com ela mesma, verificando a evolução das suas habilidades ao decorrer do ano letivo (BRASIL, 2018).

Essa ideia contradiz o paradigma pré-existente de conceituar através de uma nota ou classificação de “apta” ou “não apta” para a passagem de um ano escolar para outro. Para isso, é incentivado que haja registro das atividades desenvolvidas para que se consiga acompanhar tal evolução da criança. Assim, é possível ter evidências das habilidades trabalhadas e um acompanhamento do desenvolvimento dessa criança ao longo dos anos (BRASIL, 2018).

Seguindo, vê-se que uma das primeiras habilidades que se pode notar na etapa da educação infantil, é a respeito da linguagem oral da criança. Como Harari (2017) mostra em seu livro Sapiens, a linguagem possui um papel crucial no desenvolvimento da sociedade humana, sendo parte de uma revolução cognitiva. A complexidade das relações se dá justamente com o aprimoramento dessa linguagem verbal, o aumento do leque cognitivo a respeito da compreensão e expressão da língua. Esta então se constitui como um instrumento social que permite a interação entre os indivíduos buscando como objetivo a comunicação em diferentes contextos (GUNGEL *et al*., 2010). Dessa forma, vê-se que a partir desse primeiro entendimento da língua como instrumento de ensino aprendizagem e também de socialização da criança, segue-se para os campos de experiência, os quais fazem uso dessa modalidade de linguagem como de outras, as quais, como se pode pensar, terão papéis fundamentais para a criação, significação e compartilhamentos de ideias e aprendizagens.

Vê-se então, que os Campos de Experiência são divididos em cinco áreas: O eu, o outro e o nós; Corpo, gestos e movimentos; Traços, sons, cores e formas; Escuta, fala, pensamento e imaginação; e, Espaços, tempos, quantidades, relações e transformações (BRASIL, 2018). Estes cinco campos pretendem englobar as diversas habilidades que o ser humano busca desenvolver no decorrer da vida, mas aqui já no intento de iniciar tais aprendizados.

ISSN 2446-7618

Nesse sentido, vê-se já no primeiro campo explanado, “O eu, o outro e o nós”, que o foco é justamente a interação com demais pessoas, sejam outras crianças ou até os adultos. A Base traz como relevante esse campo justamente porque é a partir do outro que se constrói a própria maneira de existir no mundo, isso decorre das interações, onde as ações acabam sendo balizadas para melhor se adequar à cultura. Sendo assim, os modos de comunicação são deveras relevantes nesse campo.

Dessa forma, é interessante pensar que interações de grupos aparece como uma possibilidade de criar vínculos, a oportunidade de criar espaços de cooperação e solidariedade. Isso perpassa pelos modos de subjetivação da criança, a qual vai entendendo aos poucos as regras sociais e o que é desejável de suas ações e pensamentos (BARROS, 2009). Nesse sentido, incitar brincadeiras de grupo se apresenta como uma potencialidade de construção simbólica, através do livre brincar entre os pares, construção de histórias, jogos cooperativos, entre outros. Esse campo destaca justamente essa estimulação de relações, de habilidades sociais.

Em outros campos, é visto que a própria Base já traz algumas sugestões de materiais e atividades que podem ser utilizadas. Nesse sentido, vê-se que no que tange “Corpo, gestos e movimentos”, a BNCC busca incitar a utilização de diversas linguagens diferentes, que acabam se comunicando com as expressões corporais das crianças. Dessa forma, atividades motoras, como pular corda, dançar, jogar bola, escalar, correr, entre outras, se fazem presentes na própria explicação da Base (BRASIL, 2018).

Portanto, esse campo busca explorar o conhecimento do próprio corpo, como ele funciona e se move no ambiente. Entra nisso, também, as noções de cuidado com o próprio corpo, então atividades de higiene, e, de demonstração das funções dos órgãos do corpo, auxiliam a criança a saber preservar sua saúde física, e aprender mais sobre os limites de sua corporeidade. Um ponto interessante, finalizando esse campo, é também a aprendizagem em relação às próprias reações fisiológicas, como a dor, cansaço, sede, fome, etc., e também emocionais, como a raiva, tristeza, alegria, pois estas também influenciam no modo de expressão corporal do indivíduo. Acaba, então, englobando diversas dimensões corpóreas dos fenômenos intrínsecos à existência da criança.

No campo “Traços, sons, cores e formas”, as linguagens agora se mostram no intuito de expressar. Assim sendo, vê-se que atividades como pintura, colagem, fotografias, teatro, música, entre outras, se fazem presentes já na própria Base, com o objetivo de conseguir aumentar o leque de expressões artísticas das crianças (BRASIL, 2018). Sendo assim, atividades com alto poder simbólico, como recurso lúdico de expressão dos desejos e vontades da criança, o que permite que seja possível criar inúmeros outros universos e modos de existir (PINHEIRO; SILVA, 2019).

Essa criação é inerente ao ser humano, e não há como separar a criatividade e o brincar dessas atividades. Esse processo é de ordem integral do ser humano, pois ele se coloca em aquilo que cria (BLEGER, 2011). Isso faz com que a partir desse contato com a criação, aumente o conhecimento a respeito e traga maior satisfação para expressões futuras (THROSBY, 1994).

No que tange o campo “Escuta, fala, pensamento e imaginação”, pode-se pensar que a linguagem em suas diversas modalidades se faz presente na cultura humana, tanto que ser um leitor e escritor (nas etapas posteriores da educação) se tornam habilidades importantes para formar cidadãos ativos na sociedade. Por não

ISSN 2446-7618

possuir uma única língua (idioma), as crianças precisam aprender a se comunicar com quem está a sua volta, sua sociedade (TOMASELLO, 2006). Nesse sentido, a linguagem é sempre um ato dialógico, o qual o indivíduo escuta e fala inserido em um contexto, em uma cultura. Em outras palavras, a linguagem acaba por estar sempre determinada a um contexto específico, seja a sala de aula, a sua casa ou demais locais (GIUSTINA; ROSSI, 2008).

Dessa forma, buscar dispositivos que possuam o caráter de transmissão de culturas, e que possa estar envolvido nos processos da linguagem oral (escuta e fala), podem se fazer benéficos nesse campo. Em acréscimo, o modo de comunicação humana requer um tipo de reflexão, então, entra nisso a percepção de significados implícitos e explícitos nos enunciados, os quais indicam uma compreensão semântico-pragmática dos demais marcadores linguísticos. O uso de tais marcadores reflete o caráter comunicativo da linguagem, a qual se baseia na expressão para compreensão de enunciados de atividades, regras de jogos e brincadeiras, entre outros (GIUSTINA & ROSSI, 2008).

Nesse sentido, é possível verificar que a utilização de livros como dispositivos do imaginário, possa auxiliar nesse quesito (SILVA, 2003). Estes, possibilitam a contação de histórias da nossa cultura, além de conseguir trabalhar com a composição lúdica de cenários e personagens, semeando as possibilidades criativas das crianças para a construção de sua imaginação. A literatura pode ser vista como forma de expressão, seja de um sujeito ou de um grupo, sendo potencialmente um catalisador de ideias e do imaginário de uma sociedade (SILVA, 2003). Em conjunto com esse poder simbólico da literatura, é possível verificar que as artes narrativas possibilitam a criação de novos modos de existência daquele indivíduo/grupo em sociedade. O que, por sua vez, traz a possibilidade de pertencimento a aquela cultura, sendo um condutor semântico da expressão criativa (PINHEIRO; SILVA, 2019).

No quinto campo de experiência, “Espaços, tempos, quantidades, relações e transformações”, é interessante se notar que traz diversas questões macros para o ensino aprendizagem. No caso, vê-se questões relacionadas às noções de espaços físicos, lugares, a questão da passagem de tempo e desenvolvimento, evolução, as relações transgeracionais, culturais, além da questão das lógicas, matemática e ciências (BRASIL, 2018). Isso posto, é interessante pensar que não há avanço científico sem imaginação (SILVA, 2003), e trabalhar a criatividade traz potencialidades para a criança em seu futuro, pois conseguirá buscar hipóteses e resoluções para os problemas de seu cotidiano.

Dessa forma, esse campo busca preconizar a curiosidade das crianças. Sendo assim, um ponto interessante é pensar como alguns signos se materializam, ocupando tempos e espaços. Isso faz com que se tenha um registro para embasar novos conhecimentos, participando da história das crianças (BRAGA; NÖTH, 1998). Dito isso, atividades para aprimoramento de motricidade fina, como desenhos, pinturas, esculturas, além do desenvolvimento de jogos relacionados ao cotidiano das crianças, como contar quantidades, jogos de memória, quebra cabeças, podem se fazer úteis para o desenrolar desse campo.

Um último ponto que merece destaque, é justamente a ideia que a BNCC traz de que as crianças na educação infantil precisam passar por “preparações” para iniciar no ensino fundamental. No caso, desenvolver habilidades anteriores às requisitadas na etapa posterior, entre elas habilidades relacionadas à aquisição da leitura e escrita, pois, apesar de a modalidade escrita da linguagem ter surgido muito recentemente na história humana, necessitando de uma adaptação cultural para ser

ISSN 2446-7618

melhor desenvolvida, ela se faz crucial em nossa sociedade moderna (DEHAENE; COHEN, 2007).

Dessa forma falando, é visto que há fatores decisivos para a aquisição da linguagem, seja oral ou escrita. Há, porém, questões inerentes ao ambiente, que podem afetar tal aquisição, como a escolaridade dos pais e estimulação deles para esse desenvolvimento da criança, assim como nível sócio econômico. Estes fatores, entretanto, são menos passíveis de intervenção do que fatores neurocognitivos (CAPOVILLA; GUTSCHOW; CAPOVILLA, 2004) e de construção semântica.

Dada essas características da linguagem, e seus múltiplos níveis de complexidade que trabalham no objetivo de estabelecer uma comunicação eficiente, se faz necessário um acompanhamento cuidadoso para seu desenvolvimento. Desta forma, vê-se que a modalidade escrita da linguagem se faz presente nas etapas posteriores da educação básica, sendo uma habilidade de extrema importância para o desenvolvimento social do sujeito. Visto a forte relação entre a modalidade oral com a escrita, se faz necessário que o currículo escolar se dedique a aprimorar seus métodos de ensino para estimular competências relacionadas à linguagem verbal, principalmente na educação infantil (CAPOVILLA; GUTSCHOW; CAPOVILLA, 2004; GIUSTINA; ROSSI, 2008; SALLES; CORSO, 2011).

É de se notar que as capacidades cognitivas acabam sendo cada vez mais exigidas nas sociedades modernas. Dito isso, é visto que o parlamento britânico adotou, a alguns anos, um conceito chamado de “capital cognitivo”, o qual diz respeito a como tais capacidades influenciam a economia e a qualificação intelectual da população. Nesse sentido, é visto que conseguir abarcar tais tipos de habilidades desde a educação infantil se faz interessante (HASSE *et al*., 2012).

Visto isso, é interessante notar que quanto antes identificadas dificuldades de aprendizagem, mais eficaz se torna alguma intervenção para estimulação do mesmo, auxiliando em um melhor desenvolvimento cognitivo da criança em questão, agindo, assim, preventivamente em questões inerentes a saúde mental na educação infantil. Entretanto, é visto que ainda se necessita de dados de pesquisas para fundamentar políticas públicas nesse quesito. Isso com o intuito de auxiliar no planejamento de estratégias eficientes de intervenções nesse contexto (HAASE *et al*., 2012).

Finalizando, é interessante pensar em como tais assuntos abordados podem ser melhor trabalhados na educação infantil, a fim de promover melhores metodologias de ensino, assim como mais assertividade nas práticas e respeitando as singularidades de cada criança em sua etapa de desenvolvimento. Sendo assim, segue-se para a seção final deste artigo, onde será visto as considerações finais e após as referências.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Base Nacional Curricular Comum é um documento resultado de décadas de discussão a respeito da Educação Básica no Brasil. Após inúmeras leis, diretrizes e resoluções, chegou-se a esse documento que busca orientar e nortear os objetivos da educação de crianças e adolescentes, dos 4 aos 17 anos de idade. A partir dela que os Estados e municípios devem pensar seus currículos e implementar nas escolas do poder público, assim como as privadas também devem entrar em consonância com tais pressupostos pedagógicos.

ISSN 2446-7618

Em relação à educação infantil, foi visto que há inúmeros conceitos em relação a brincar, educar e cuidar. Assim como a BNCC busca preconizar campos de experiências e objetivos claros para alcançar o que se entende como ótimo para a educação das crianças no país. Porém, cabe às equipes pedagógicas das escolas orientarem os professores para conseguir resultar nas melhores práticas para alcançar tais objetivos.

Sendo assim, foram apresentados os cinco campos de experiência da Base, assim como autores para embasar e entender a respeito do desenvolvimento de algumas habilidades inerentes a cada campo, além de signos relacionados. Dessa forma, é possível verificar algumas práticas que podem ser mais assertivas em relação ao que se busca em relação ao ensino-aprendizagem das crianças na Educação Infantil.

Os campos de experiência buscam englobar diversos aspectos relacionados ao desenvolvimento infantil do ser humano. Tanto os aspectos mais inerentes a construção de subjetividade do sujeito, no âmbito psíquico (cognição e emoção) e conhecimento do próprio corpo, como na relação do sujeito com os outros e o ambiente. Entra aqui uma parte importante da Base, que busca trazer noções de diversidade para o aprendizado, preconizando o conhecimento em relação a outras culturas, lugares, gostos e olhares sobre o mundo.

Dessa forma, é plausível pensar que se implementada plenamente, a Base consegue trazer potencialidade para o desenvolvimento de habilidades importantes para sujeito tanto a nível individual como social. Dessa forma, este artigo buscou trazer a luz a respeito de algumas dessas habilidades e como elas poderiam ser pensadas para intervenções significativas. Entretanto, é necessário ressaltar que a própria Base destaca que, por ser um documento de nível federal, cada local e sua cultura deve adequar tais atividades e intervenções ao seu contexto.

Nesse sentido, buscar uma padronização de atividades também acaba por ser uma limitação deste estudo. Porém, esse mesmo aspecto se mostra potencializador no sentido de incentivar mais pesquisas relacionadas à Base e suas possibilidades em diferentes contextos e culturas. Dessa forma, melhorando cada vez mais as práticas decorrentes dos objetivos preconizados e alcançando melhores resultados no que se entende como educação formal a nível federal.

REFERÊNCIAS

1 BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

2 BRASIL. **Emenda constitucional nº 59, de 11 de novembro de 2009**. Seção 1, p. 8. Brasília: Diário Oficial da União, 2009.

3 BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Base Nacional Curricular Comum**. 2018.

4 BRASIL. **Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014**. Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências.Brasília: Diário Oficial da União, 2014.

5 BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília: Diário Oficial da União, 1996.

6 BRASIL. **Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017**. Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e

ISSN 2446-7618

Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho – CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Brasília: Diário Oficial da União, 2017.

7 RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Estado da Educação. Departamento Pedagógico. **Referencial Curricular Gaúcho: Educação Infantil**. V1. Porto Alegre: Secretaria de Estado da Educação, Departamento Pedagógico, 2018.

8 BRASIL. Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República. **Caderno de Educação em Direitos Humanos**. Educação em Direitos Humanos: Diretrizes Nacionais. Brasília: Coordenação Geral de Educação em SDH/PR, Direitos Humanos, Secretaria Nacional de Promoção e Defesa dos Direitos Humanos, 2013.

9 ONU. Organização das Nações Unidas. **Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015.

10 STERNBERG, Robert J. The nature of creativity. **Creativity research journal**, v. 18, n. 1, p. 87, 2006.

11 STERNBERG, Robert J. **Psicologia Cognitiva**. 5ª Edição. São Paulo: Cengage, 2010.

12 DEHAENE, Stanislas. **Os neurônios da leitura: como a ciência explica a nossa capacidade de ler**. Tradução: Leonor Scliar-Cabral. Porto Alegre: Penso, 2012.

13 BRAGA, Maria Lúcia Santaella; NÖTH, Winfried. **Imagem: cognição, semiótica, mídia**. Editora Iluminuras Ltda, 1998.

14 TOMASELLO, Michael. Acquiring linguistic constructions. KUHN, D; SIEGLER, R. (org.) **Handbook of child psychology**. New York: Wiley, 2006.

15 NAVAS, Ana Luiza Gomes Pinto; PINTO, Joana Cecilia Baptista Ramalho; DELLISA, Paula Roberta Rocha. Avanços no conhecimento do processamento da fluência em leitura: da palavra ao texto. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, v. 14, n. 4, p. 553-559, 2009.

16 ZORZI, Jaime Luiz. Aspectos básicos para compreensão, diagnóstico e prevenção dos distúrbios de linguagem na infância. **Revista CeFaC**, v. 2, n. 1, p. 11-5, 2000.

17 GURGEL, Léia Gonçalves et al. Instrumentos de avaliação da compreensão de linguagem oral em crianças e adolescentes: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Neuropsicologia Latinoamericana**, v. 2, n. 1, p. 1-10, 2010.

18 SILVA, Gisele Gama da. **Multimodalidade na sala de aula: Um desafio**. S/D. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/12655/12655.PDFXXvmi=>. Acessado em: 12/07/2020.

19 SILVA, Juremir Machado da. **As Tecnologias do Imaginário**. Porto Alegre: Sulina, 2003.

20 MEIRINHOS, Manuel; OSÓRIO, António. O estudo de caso como estratégia de investigação em educação. **EduSer-Revista de educação**, v. 2, n. 2, 2016.

21 YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. Bookman editora, 2015.

22 BLEGER, José. **Temas de psicologia: entrevista e grupos**. 4ª edição. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2011.

23 HARARI, Yuval Noah. **Sapiens - Uma breve história da humanidade**. 24ª edição. Porto Alegre: L&PM, 2017.

24 BARROS, Regina Benevides de. **Grupo: a afirmação de um simulacro**. Porto Alegre: Sulina, 2007.

ISSN 2446-7618

25 PINHEIRO, Cristiano Max Pereira; SILVA, André Conti; Afinal, o que é (e o que não é) Indústria Criativa?. **Mídia e cultura contemporânea: série linguagem**, volume 4, p. 30-49 [recurso eletrônico]. DOMINGUES, J. (Org.). Porto Alegre: Editora Fi, 2019.

26 THROSBY, David. The production and consumption of the arts: A view of cultural economics. **Journal of economic literature**, v. 32, n. 1, p. 1-29, 1994.

27 DELLA GIUSTINA, Flávia Pinheiro; DE FREITAS ROSSI, TÂNIA. A consciência metalingüística pragmática e sua relação com a produção escrita. RLA. **Revista de lingüística teórica y aplicada**, v. 46, n. 2, p. 29-51, 2008.

28 DEHAENE, Stanislas; COHEN, Laurent. Cultural recycling of cortical maps. **Neuron**, v. 56, n. 2, p. 384-398, 2007.

29 CAPOVILLA, Alessandra Gotuzo Seabra; GÜTSCHOW, Cláudia Regina Danelon; CAPOVILLA, Fernando César. Habilidades cognitivas que predizem competência de leitura e escrita. **Revista Psicologia-Teoria e Prática**, v. 6, n. 2, 2004.

30 SALLES, J. F.; CORSO, H. V. Funções neuropsicológicas relacionadas ao desempenho em leitura em crianças. **Dislexia: novos temas, novas perspectivas**, p. 107-129, 2011.

31 HAASE, Vitor Geraldi et al. Heterogeneidade cognitiva nas dificuldades de aprendizagem da matemática: uma revisão bibliográfica. **Revista Psicologia em Pesquisa**, v. 6, n. 2, 2012.

ISSN 2446-7618

MEIOS E INSTRUMENTOS PARA DIVULGAÇÃO E PROMOÇÃO DA SUSTENTABILIDADE: NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

Popiolski, F. M. [1]
Sette, S. F. [2]

[1] *Mestrando em Políticas Sociais e Dinâmicas Regionais, Fulvio Marcelo Popiolski, discente (UNOCHAPECO) e-mail fulvio@unochapeco.edu.br.*
[2] *Mestranda em Administração, Sandra Fátima Sette, discente (UNOESC), e-mail sandra.sette@unoesc.edu.br.*

(Todas as informações contidas neste artigo são de responsabilidade dos autores)

Resumo
O presente trabalho realizado com base em pesquisa bibliográfica e documental apresenta a seguinte problemática: como pode ser trabalhada a sustentabilidade junto aos alunos da Educação Profissional e Tecnológica – (EPT), para que eles efetivamente tenham contato com os valores perseguidos e possam a partir disso auxiliar na difusão social do uso consciente e responsável dos recursos naturais junto a sociedade? Em função disso restou estabelecido como objetivo geral analisar quais ações podem ser realizadas junto aos alunos e colaboradores da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, para que os mesmos tenham efetivo contato com os valores e ideais que envolvem a sustentabilidade e possam, a partir disso, contribuir na difusão social do uso consciente e responsável dos recursos naturais junto a sociedade. Conclui-se que as ações identificadas conforme objetivo exposto, foram: palestras, seminários, distribuição de folders com indicativos de como pode se dar efetividade a sustentabilidade ambiental, junto a Rede Federal de EPT e a partir disso auxiliar na difusão social do uso consciente e responsável dos recursos naturais junto a sociedade.

Palavras-chave: Meio ambiente; Educação ambiental; Educação Profissional.

MEANS AND INSTRUMENTS FOR PROPAGATION AND PROMOTION OF SUSTAINABILITY: IN PROFESSIONAL AND TECHNOLOGICAL EDUCATION

Abstract
The present work is based on bibliographic and documental researches presents the following object: how can sustainability be worked with Professional and Technological Education students - (PTE), so that they effectively have contact with the values pursued and be able to assist in the social diffusion of the conscious and responsible use of natural resources with society? As a result, the general objective is to analyse what actions can be carried out with students and employees of the Professional, Scientific and Technological Education Federal Network, in order for them to have effective contact with the values and ideals that involve sustainability and contribute to the social diffusion of the conscious and responsible use of natural resources with society. It is concluded that the actions identified according to the exposed objective, were: lectures, seminars, distribution of folders on how environmental sustainability can be effective, along with the PTE Federal Network

ISSN 2446-7618

and from then on assist in the social diffusion of conscious and responsible for natural resources with society.

Key words: Environment; Environmental education; Professional education.

1 INTRODUÇÃO

O meio ambiente é bem de uso comum e vital à qualidade de vida de todos, razão pela qual a Constituição Federal de 1988, maior norma da hierarquia legal do país, determina que é dever do Estado e da sociedade defender e preservar o mesmo para atuais e futuras gerações (BRASIL, 1988)(1). Mas, em que pese exista essa determinação constitucional é inquestionável que o meio ambiente, historicamente, vem sendo alvo de degradação, que acaba impondo prejuízos à humanidade. A ingerência humana sobre os recursos naturais decorre, em boa parte, da dependência do homem pela natureza e do que ela possui de renovável e não renovável, do crescimento populacional e da expansão industrial. Há um grande estigma sobre comportamentos sustentáveis, envolto aos interesses em âmbitos econômicos e de poder. Nações demonstram compromisso com a compatibilização dos interesses econômicos e ambientais, normalmente, conflitantes se observarmos a postura capitalista extremista de lucro acima de tudo.

O uso consciente dos recursos naturais, ou seja, a sustentabilidade ainda tem um longo caminho até que se torne realidade no meio social, empresarial, econômico e de visão de futuro. Contudo, como se trata de uma questão que pode auxiliar imensamente na preservação do meio ambiente é preciso identificar e colocar em prática ações que sejam capazes de contribuir com a efetivação da sustentabilidade. A afirmação da sustentabilidade junto a realidade social é importante porque não há como dissociar o homem e meio ambiente. Em consonância a isso, é imprescindível que se busquem meios e instrumentos para contribuir com a disseminação de conteúdos e conhecimento ampliado sobre sustentabilidade, tornando a rotina das pessoas colaborativas com o propósito.

Como os ambientes educacionais são locais voltados ao desenvolvimento humano, técnico e social torna-se fundamental envolvê-los, e potencializar o compromisso das pessoas com as práticas sustentáveis em prol da sustentabilidade. A Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica tem 111 anos, tendo como primórdios o Decreto nº. 7.566(2), criando as Escolas de Aprendizes e Artífices, em 1909, passando por 2008, com a criação/transformação oriundas da Lei nº. 11.892(3), artigo 5°, dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFs) e, atualmente, em 2020, conta com 381 Institutos Federais, presentes em todos os estados brasileiros, oferecendo cursos de qualificação profissional, ensino médio (nas modalidades concomitante, integrado e subsequente), cursos superiores de tecnologia, bacharelados, licenciaturas e pós-graduações nos mais diferentes níveis. Instituições fomentadores de pensamentos e ações transformadoras, com uma pluralidade de pessoas que aliam estudos, qualificação profissional e mudança de mundo.

Assim, mostra-se como ambiente propício para propagar a sustentabilidade, posto que, a partir disso a comunidade escolar pode inspirar pessoas com quem convive. Mas, como pode ser trabalhada a sustentabilidade junto aos alunos da

ISSN 2446-7618

EPT, para que eles efetivamente tenham contato com os valores e ideais perseguidos pela Instituição e possam a partir disso auxiliar na difusão social do uso consciente e responsável dos recursos naturais junto a sociedade?

Com vistas a identificar a melhor resposta para a problemática se estabeleceu como objetivo do trabalho analisar quais ações podem ser realizadas junto aos alunos e colaboradores da EPT, para que os mesmos tenham efetivo contato com os valores e ideais que envolvem a sustentabilidade e possam, a partir disso, contribuir na disseminação da sustentabilidade, ampliando o uso consciente e responsável dos recursos naturais junto a humanidade. A pesquisa bibliográfica foi aplicada e realizada junto a artigos e obras, baseada em livros, revistas, jornais, redes eletrônicas e artigos científicos, que tratam das formas como pode ser trabalhada a sustentabilidade, de modo que a mesma passe efetivamente a fazer parte da realidade dos indivíduos em seu cotidiano. A pesquisa documental também serviu de base para o presente estudo, em especial, para identificar e conhecer a realidade que envolve a EPT.

Ainda sobre o artigo, cumpre anotar que a justificativa para a realização do mesmo ultrapassa as barreiras acadêmicas e alcança a realidade social. Como já destacado o meio ambiente é essencial para que as atuais e futuras gerações possam manter a vida humana e garantir um mínimo de qualidade em sua rotina vivencial. Isso demonstra o quanto são importantes as iniciativas que pretendem difundir a sustentabilidade que objetiva garantir o uso consciente e responsável dos recursos naturais junto a sociedade. Reiterando que os ambientes da educação, tem a virtude e a facilidade na aproximação das pessoas, nada mais plausível que nesses locais sejam difundidos, a ideia e os valores da sustentabilidade, os comportamentos sustentáveis e os benefícios para a humanidade com a preservação do meio ambiente. Para o atingimento dos objetivos elencados é preciso que as pessoas conheçam o conceito da sustentabilidade e procurem a difundir junto a seus pares o benefício da mesma para a humanidade. À vista disso, verifica-se a relevância do trabalho, justamente, por ele procurar disseminar a ideia da sustentabilidade junto aos ambientes escolares, em especial, da EPT.

2 O MEIO AMBIENTE E A NECESSÁRIA BUSCA DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

2.1 A Degradação do Meio Ambiente e suas consequências para a humanidade

O meio ambiente é bem essencial à qualidade de vida, pois é a partir dele que o homem busca o indispensável para viver. Os alimentos, a água e o ar que se respira são alguns exemplos da dependência humana da natureza. Diante disso, a preocupação com a proteção do meio ambiente ganha cada vez mais espaço junto a realidade social (THOMÉ, 2015)[4].

De maneira geral, a crise ambiental no planeta, é resultado do “desenfreado desenvolvimento dos meios de produção e padrão de consumo atual” como bem observam Montenegro *et al*., (2018)[5], que juntos exigem um avanço desmedido sobre os recursos naturais.

> “A estratégia de desenvolvimento – promover a urbanização e a industrialização – produziu, em um primeiro momento,

ISSN 2446-7618

> mesmo nos países que compunham o lado não privilegiado, um crescimento econômico inusitado, embora à custa da degradação ambiental" (ZIONI, 2014, p. 49)(6).

Essa situação de ascendência da produção e desenvolvimento desenfreado tem levado, segundo Pinto e Zacarias (2010, p. 40)(7), ao "aniquilamento dos recursos naturais", que involuntariamente impõe inúmeras consequências à própria natureza e ao homem.

Dentre as principais consequências decorrentes da degradação ambiental se pode citar, de acordo com Thomé (2015, p. 31)(4):

> "o aumento da temperatura média terrestre, as mudanças climáticas, o "buraco" na camada de ozônio e a enorme quantidade de resíduos caracterizam-se como alguns, dentre vários, indícios de instabilidade na relação homem-natureza observados após a Revolução Industrial".

Aliado a tudo isso, não se pode esquecer que muitas atitudes individuais dos homens, como o descarte inadequado de resíduos sólidos, plásticos, metais e outros materiais, são responsáveis pela poluição do meio ambiente, com consequências diretas na vida das pessoas, tais como enchentes, determinadas moléstias, etc. (THOMÉ, 2015)(4). Essas situações que impõem prejuízos aos recursos naturais e, principalmente, aos indivíduos, para Montenegro *et al*., (2018, p. 1)(5), "representa um alerta para a necessidade de uma mudança de postura, de hábitos e valores de maneira a tornar possível a continuidade da vida na terra e a manutenção dos recursos planetários para as gerações futuras".

Essa mudança de postura, deve se voltar para o uso consciente e responsável dos recursos naturais pela sociedade que não pode se furtar em dar a sua contribuição para a preservação dos recursos naturais, que se sabe, são essenciais na vida humana.

2.2 Definição e Importância da Sustentabilidade

A degradação do meio ambiente é algo que ocorre há muito tempo e vem se agravando, exigindo uma postura diversa do homem para com os recursos naturais, até porque ele é extremamente dependente dos mesmos, conforme anteriormente verificado (THOMÉ, 2015)(4). Considerando a dependência do homem para com o meio ambiente, percebe-se inadiável que a busca de compatibilização entre interesses econômicos (produção e consumo) com ambientais (preservação e recuperação dos recursos naturais) (SANTOS *et al*., 2018) (8).

Não se trata de tarefa fácil, mas necessária e urgente. De modo geral, é imprescindível que se busque o uso consciente e responsável dos recursos naturais disponíveis. Pinto e Zacarias (2010, p. 40)(7) anotam que "[...] as consequências ambientais provocadas pela demanda incontrolável de recursos naturais tendem a materializar-se sob formas graves e num ritmo veloz".

Algumas dessas consequências foram alvo de apontamentos em momento anterior. Mas, a pior delas talvez seja justamente a escassez ou mesmo a

ISSN 2446-7618

indisponibilidade dos recursos naturais não só para as atuais gerações, mas, principalmente, para aquelas que estão por vir (MELLO; OLIVO, 2016)[9].

Como já citado, mostra-se urgente a conscientização das pessoas sobre a necessidade do uso racional e responsável dos recursos naturais, ou seja, que se procure efetivar a sustentabilidade ambiental. Mas, não são somente ações particulares a contribuir para a efetivação da sustentabilidade ambiental, o Estado, a sociedade e a iniciativa privada devem atuar juntos.

Thomé (2015, p. 48)[4], nessa linha escreve que:

> Chegou-se ao consenso de que somente é possível implementar o desenvolvimento sustentável estabelecendo-se uma ampla aliança entre pessoas, governos, a sociedade civil e o setor privado para que, agindo de maneira conjunta, possam promover um futuro socioambientalmente equilibrado para as gerações presentes e futuras.

É essa a ideia que envolve a sustentabilidade, ou seja, como adverte Rodrigues (2016, p. 293)[10] ela "está diretamente relacionada com o direito à manutenção da qualidade de vida por meio da conservação dos bens ambientais existentes no nosso planeta", não só para as atuais gerações, mas também para as futuras.

É importante esclarecer que desenvolvimento sustentável e sustentabilidade não podem ser confundidos. Sartori, Campos e Latrônico (2014, p. 1)[11] ensinam que o desenvolvimento sustentável "[...] é o caminho para se alcançar a sustentabilidade, isto é, a sustentabilidade é o objetivo final, de longo prazo".

Assim, não há como se confundir o desenvolvimento sustentável com a sustentabilidade, uma vez que são situações diversas. Para Piske[12] (2011, p. 1) o "desenvolvimento sustentável deve ser entendido sob a ótica de um mundo globalizado, pois os efeitos da degradação não conhecem fronteiras e a degradação de um Estado compromete a vida de todo o mundo".

> [...] a industrialização não é o motor do progresso nem a parteira do desenvolvimento, em uma concepção retrógrada da natureza, incapaz de ver a relação entre a degradação desta e a degradação da sociedade que ela sustenta. Em resumo, as promessas da modernidade, por não terem sido cumpridas, transformaram-se em problemas para os quais não parece haver solução. (ZIONI, 2014, p. 55) [6].

Como verificado, o desenvolvimento sustentável é o primeiro passo para se alcançar a sustentabilidade ambiental, visto que esta depende de ações e iniciativas dos homens, voltadas a utilização consciente e responsável dos recursos naturais (PISKE, 2011)[12].

Sartori, Campos e Latrônico (2014, p. 4)[11], a "sustentabilidade é um conceito normativo sobre a maneira como os seres humanos devem agir em relação à natureza, como eles são responsáveis para com o outro e as futuras gerações".

ISSN 2446-7618

Essa faceta da sustentabilidade indica o quanto ela é importante para a realidade humana, que parece não ter opção senão buscar a sua efetivação, considerando que disso depende não só a qualidade de vida das atuais e futuras gerações, mas também a própria continuidade do homem.

Em virtude disso, facilmente "[...] observa-se que a sustentabilidade é condizente ao crescimento econômico baseado na justiça social e eficiência no uso de recursos naturais" (SARTORI; CAMPOS; LATRÔNICO, 2014, p. 4)[11].

Após apresentar considerações sobre a sustentabilidade e sua importância, faz-se fundamental lembrar que não basta ter ciência dessa realidade, é imprescindível que se busquem meios e instrumentos para contribuição de sua efetividade.

2.3 Sustentabilidade Ambiental os Desafios para a Implementação

A preservação dos recursos naturais é necessidade e dever de todos os atores sociais, Estado, sociedade e indivíduos. Os indivíduos, lentamente, estão se conscientizando sobre a importância de compatibilizar os interesses econômicos e ambientais, que são inseparáveis. No entanto, ainda se está distante de poder dizer que a sustentabilidade atingiu níveis aceitáveis e suficientes perante a situação que se verifica da degradação do meio ambiente na atualidade, conforme assevera (SARTORI; CAMPOS; LATRÔNICO, 2014)[11].

O desenvolvimento sustentável que leva a concretização da sustentabilidade é talvez o maior desafio para que se possa falar em sustentabilidade, tendo em vista que, o poder do capital ainda se sobressai sobre os interesses sociais e ambientais (GUIMARÂES, 1995)[13].

Outra questão que desafia a sustentabilidade é o fato de haver poucas iniciativas que visem a asseguração dela junto a realidade social. O Estado, por exemplo, que deveria efetivar ações e políticas voltadas a assegurar a sustentabilidade, pouco faz nesse sentido (GUIMARÂES, 1995)[13]. E, nunca é demais lembrar que existe determinação constitucional no sentido do Poder Público promover ações voltadas a buscar uma realidade ambiental mais favorável. Amado (2014)[14] lembra que a Constituição Federal de 1988[1], no artigo 225, §1º:

> [...] em seus sete incisos, **o constituinte cominou deveres específicos ao Poder Público**, a exemplo **da obrigação** de promover o manejo ecológico das espécies, de preservar a biodiversidade, de instituir espaços territoriais especialmente protegidos, de exigir prévio estudo de impacto ambiental para atividades significativamente lesíveis ao meio ambiente, de controlar a poluição, **de promover a educação ambiental** e de proteger a fauna e a flora, vedando a crueldade contra aos animais. (AMADO, 2014, p. 52)[14] (Grifo nosso).

Mas, o que se tem visto junto aos ambientes escolares são frágeis ações ou mesmo nenhuma que se atém às questões ambientais. Isso acontece mesmo existindo, também, a nível infraconstitucional, determinações no mesmo sentido de se promover atividades que visem difundir a ideia de preservação dos recursos naturais (MONTENEGRO *et al*, 2018)[5].

ISSN 2446-7618

Fiorillo (2013)[15] sobre essa questão destaca que a Lei nº. 9.795/99[16], no seu artigo 13, parágrafo único, II, estabelece, por exemplo, que:

> A educação ambiental será implementada ainda através de ações e práticas educativas voltadas à sensibilização da coletividade sobre as questões ambientais e à sua organização e participação na defesa da qualidade do meio ambiente. A esse processo deu-se o nome de educação ambiental não formal, porquanto realizada fora do âmbito escolar e acadêmico, o que, todavia, não exclui a participação das escolas e universidades na formulação e execução de programas e atividades vinculadas a esse fim. (FIORILLO, 2013, p. 74)[15].

Embora existam essas diretrizes legais apontando para a necessidade de promoção de ações voltadas à conscientização das pessoas sobre a preservação dos meios naturais, mesmo assim o Estado, a sociedade e os indivíduos pouco tem feito nesse sentido. Nunca é demais lembrar que ao Estado cabe, dentre as muitas atividades, zelar, com o apoio da sociedade, pela proteção do meio ambiente (MEDAUAR, 2018)[17].

Isso demonstra que a realidade citada é mais um desafio em torno da busca da asseguração da sustentabilidade, pois tem no desenvolvimento sustentável uma de suas ferramentas de consolidação.

2.4 Sustentabilidade Ambiental: a educação como Instrumento de Cidadania

A educação é o mais importante aspecto na vida do ser humano, pois é com base nela que as pessoas conseguem assegurar o seu desenvolvimento cognitivo, social e econômico. A educação começa junto a família, segundo os princípios e valores pré-estabelecidos e depois alcança um estágio secundário que se opera junto aos ambientes escolares (GOMES, 1992)[18], tendo nos estabelecimentos de ensino e acadêmicos, a educação formal. Isso demonstra o quanto a educação é importante na vida das pessoas. Essa questão ganha maior relevo quando se fala na educação ambiental.

Montenegro *et al*., (2018, p. 3)[5] bem lembra que a educação ambiental tem a capacidade de influenciar os indivíduos "[...] a interagirem com o outro e com o meio ambiente, desenvolvendo a sua capacidade de entender os problemas globais, suas causas e implicações dependentes de fatores sociais, econômicos, tecnológicos, culturais e ambientais".

Na Lei nº. 9.795/99[16], precisamente, no artigo 1º, consta que se deve entender por educação ambiental:

> [...] os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. (BRASIL, 1999)[16].

ISSN 2446-7618

Na visão de Fiorillo (2013)[15] a educação ambiental tem diversos significados, redução de custos, busca da prevenção, consciência ecológica, fomento a preservação do meio ambiente visto a titularidade universal e a participação de deveres:

> Educar ambientalmente significa: a) reduzir os custos ambientais, à medida que a população atuará como guardiã do meio ambiente; b) efetivar o princípio da prevenção; c) fixar a ideia de consciência ecológica, que buscará sempre a utilização de tecnologias limpas; d) incentivar a realização do princípio da solidariedade, no exato sentido que perceberá que o meio ambiente é único, indivisível e de titulares indetermináveis, devendo ser justa e distributivamente acessível a todos; e) efetivar o princípio da participação, entre outras finalidades. (FIORILLO, 2013, p. 73) [15].

Mas, para que isso ganhe espaço é preciso que atores sociais como o Estado, as escolas, universidades dentre outros, deem sua contribuição para que a educação ambiental de fato ocorra e alcance o maior número de indivíduos.

Nessa tarefa as entidades escolares, especificamente, têm papel fundamental, conforme Antunes, Nascimento e Queiroz (2018)[19]. Estes expõem que os ambientes educacionais são propícios para a discussão e reflexões sobre a sustentabilidade e, que a partir dessa realidade, tende-se a ampliar os horizontes junto ao meio social, o que se sabe ser necessário em função dos elevados índices de degradação que atingem o meio ambiente.

Já Palma, Alves e Silva (2013)[20], reitera a urgência em integrar teoria e prática, além de incentivar os indivíduos a serem sujeitos transformadores da realidade que o cerca por meio dos saberes desenvolvidos e a necessidade de a sustentabilidade permear em todas as disciplinas, fazendo com o que o indivíduo desenvolva responsabilidade sustentável no exercício da pratica profissional e da sua cidadania.

Em consonância ao descrito, é inegável que a educação ambiental é instrumento de busca do assentamento da sustentabilidade ambiental. Mas, isso só ocorrerá a partir de um compromisso mais efetivo do Estado e da sociedade, na tomada de decisões e no agir através da educação ambiental. Assim, cidadania de modo geral, ganha espaço a partir do momento em que as pessoas passam a atuar ativamente nos rumos da Nação. Assim como expõe a doutrina, a cidadania envolve a participação popular nos destinos do país, bem como na busca da efetividade dos direitos e garantias das pessoas (SILVA, 2014)[21].

As pessoas, a despeito de ter direitos e garantias reconhecidos, buscam acima de tudo a garantia de que tais valores serão concretizados. Devido a essa realidade pode-se dizer que a sustentabilidade ambiental, caso, efetivada, representa um instrumento de cidadania, posto que são os próprios indivíduos que a fazem ganhar espaço. Conforme Piske (2011)[12] a humanidade enfrenta problemas da era pós-industrial, adversidades para combinar o crescimento econômico, com a

ISSN 2446-7618

proteção do meio-ambiente, devendo ser reavaliadas as dimensões sociais, econômicas, ecológicas, espaciais e culturais.

Contudo, mesmo isso ocorrendo, é certo que essa "cidadania ambiental" ainda carece de uma maior participação social. E isso pode ser alcançado com base na educação ambiental, pois, é o instrumento que pode influenciar os indivíduos a realizar o uso consciente e responsável dos recursos naturais junto a sociedade. Pinto e Zacarias (2010, p. 41)(7) "A educação ambiental, nessa perspectiva, tem um papel decisivo no sentido de contribuir para ampliar a consciência crítica dos indivíduos para a necessidade de construção de uma nova ordem sociometabólica [sic] sustentável", apresentando um novo contexto ao sistema, capital, trabalho e estado. Onde todo cidadão tem seu valor e cada iniciativa de consciência ambiental, favorece o ambiente que vivemos, expressando a dicotomia entre o falar e o agir.

É na escola, como disseminadora da educação, que a sustentabilidade é valorizada, como novo paradigma que pode consolidar preceitos "coletivos e solidários", onde a sociedade irá indicar "[...] a escola é para outros ambientes pedagógicos uma atitude de ação-reflexão-ação em torno da problemática ambiental" (SANTOS *et al*, 2018)(8).

Em seu artigo, Palma, Alves e Silva (2013)(20), reforçam a importância, em se considerar o contexto no qual a educação, para a sustentabilidade deve ocorrer e levanta a situação em que o aluno é convidado a buscar e criar novas soluções para problemas encontrados em sua realidade, tendo um olhar crítico tanto sobre a situações quanto sobre as soluções apresentadas. Isso envolve o aluno, o retira de mero receptor e o coloca como atuante sobre situações desafiadoras que o envolvam.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A epistemologia social, foi a que se seguiu neste trabalho, baseando-se em dois aspectos conceituais importantes e complementares: "[...] a questão da impossibilidade do distanciamento e da assepsia metodológica ao lançarmos olhares sobre o mundo; e o fato de que somos necessariamente parte daquilo que analisamos e, muitas vezes, tentamos modificar" (SILVA; GODOI; BANDEIRA-DE-MELLO, 2010, p. 5)(22).

Trata-se de uma pesquisa de abordagem qualitativa, Gerhardt e Silveira (2009)(23), onde não se tem a preocupação de representação numérica, buscando a investigação da compreensão de uma organização, ou grupo social, considerando que as ciências sociais tem suas especificidades. Para (CASTRO, 2006, p. 108)(24), "na pesquisa qualitativa, há menos decisões irreversíveis, pois se trata de uma exploração permanente, em que as dúvidas, as respostas, as pistas e os novos territórios de indagação permanecem abertos até o final".

O estudo nos moldes citados é efetivado a partir de pesquisa exploratória que tem como base a análise dos dados empíricos à luz das teorias explicativas/compreensivas que dão atenção para os assuntos pertinentes à pesquisa em epígrafe, conforme (SEVERINO, 2016, p. 132)(25) "[...] busca levantar informações sobre um determinado objeto, delimitando assim um campo de trabalho, mapeando as condições de manifestação desse objeto".

ISSN 2446-7618

Para identificar respostas para questões buscam-se subsídios junto a obras e artigos que indiquem os meios e instrumentos que facilitem o entendimento e a assimilação da sustentabilidade ambiental. O artigo teve como objetivo geral analisar quais ações podem ser realizadas junto aos alunos e colaboradores da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, para que os mesmos tenham efetivo contato com os valores e ideais que envolvem a sustentabilidade e possam, a partir disso, contribuir na difusão social do uso consciente e responsável dos recursos naturais junto a sociedade. A pesquisa bibliográfica, nas palavras de Vergara (2003, p. 48)[26], revela-se como o "[...] estudo sistematizado desenvolvido com base em material publicado em livros, revistas, jornais, redes eletrônicas, isto é, material acessível ao público em geral". Já a documental envolve o estudo de documentos que contribuem para o estudo de uma realidade, utilizada basicamente usada para se apresentar e entender a realidade que envolve a Educação Profissional e Tecnológica.

Uma vez identificados os artigos e livros, que servem de base ao trabalho, passa-se a análise dos mesmos, sobre quais ações podem ser efetivadas junto aos alunos e colaboradores da EPT, para que os mesmos tenham efetivo contato com os valores e ideais que envolvem a sustentabilidade e possam, a partir disso, contribuir na difusão social do uso consciente e responsável dos recursos naturais junto a sociedade. Coletados os dados necessários, passa-se para apresentação dos resultados obtidos em forma de texto.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Lei nº. 9.795/99[16] que, "dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências", estabelece no artigo 3º que todos têm direito à educação ambiental, sendo de competência do Poder Público "[...] promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e o engajamento da sociedade na conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente" (Art. 3º, I, Lei nº. 9.795/99)[16].

Estabelece, ainda, o mesmo artigo 3º, porém, no inciso II, que cabe "às instituições educativas, promover a educação ambiental de maneira integrada aos programas educacionais que desenvolvem" (BRASIL, 1999)[16].

Essa condição, referida na lei, revela a autorização legal para que as IFEs possam promover a educação ambiental em sua realidade. Mas, como pode ser trabalhada a sustentabilidade junto aos alunos da EPT, para que eles efetivamente tenham contato com os valores e ideais perseguidos por ela e possam a partir disso auxiliar na difusão social do uso consciente e responsável dos recursos naturais junto a sociedade?

A princípio, iniciativas como seminários, palestras e distribuição de folders com indicativos de como se pode dar efetividade à sustentabilidade ambiental, bem como aulas específicas dadas em paralelo as matérias de cada curso existente na Instituição, são algumas ações que podem contribuir para a eficácia da educação ambiental a ser promovida junto a EPT.

Seminários	São importantes pois permitem a efetiva participação dos alunos, servidores e os demais colaboradores da EPT, no preparo dos temas

ISSN 2446-7618

	a serem abordados, bem como se trabalhará efetivamente os mesmos para que os resultados sejam os melhores possíveis.
Folders	Se revelam importantes por influenciar alunos e colaboradores da EPT, bem como pessoas estranhas ao ambiente escolar.
Palestras	Normalmente trazem novas ideias e discussões sobre determinado assunto, o que certamente não é diferente quando se trata da educação ambiental.

Quadro 1. Ações como contribuição da Educação Ambiental

Em relação ao preparo das aulas específicas sobre a sustentabilidade Montenegro *et al*., (2018, p. 4)[5] lembra que:

> [...] o professor deve adequar as propostas que pretende desenvolver em sala de aula, de maneira a tornar a aprendizagem significativa para o aluno. Deve existir uma profunda relação entre a teoria e a prática, para que se estabeleça uma reflexão crítica sobre o que se ensina e se aprende e essa reflexão é necessária para que a teoria não se torne sem sentido e a prática uma mera atividade de repetição.

Nessa questão, verifica-se a distinção e importância do instrumento *folder*, posto que, ele alcança público diverso do que frequenta as instalações da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. Trata-se de um meio de difusão social o que é relevante, pois atinge indivíduos que muitas vezes não têm a oportunidade de frequentar uma sala de aula, ou que estão afastados dos conhecimentos referentes ao tema sustentabilidade.

Lopes (2011, p. 7)[27], muito bem destaca que “a educação é uma função adaptativa da espécie humana. É através dela que uma geração transmite seus hábitos, costumes, normas e valores, que constituem o seu modo de vida, para as futuras gerações”. E isso pode ganhar espaço por meio da utilização da ferramenta agora citada (folders). De modo geral, como verificado, de acordo com a Lei n. 9.795/99[16], ao Estado e, principalmente, as instituições educativas cabe a tarefa de promoção da “educação ambiental de maneira integrada aos programas educacionais que desenvolvem” (Art. 3º, II, Lei nº. 9.795/99[16]), “o tema sustentabilidade deverá permear todas as disciplinas, inserindo a preocupação com o desenvolvimento sustentável no exercício da prática profissional e da cidadania” (PALMA; ALVES; SILVA, 2013, p. 99)[20].

Isso revela e exige, que a EPT, como Instituições de excelência no ensino, exteriorizem ações que possam contribuir com a promoção e prática da educação ambiental. Atitude esta, que pode contribuir em muito com a busca da sustentabilidade, considerando-a como essencial na atualidade, pois se verifica um desmedido avanço do homem sobre a natureza e se fazem imprescindíveis ações efetivas sobre o tema.

Por fim, tecem-se considerações sobre como é possível auxiliar na difusão social do uso consciente e responsável dos recursos naturais junto a sociedade, a

ISSN 2446-7618

partir de ações efetivadas junto a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica.

5 CONCLUSÃO

A EPT pode promover a educação ambiental em seus espaços, sendo que para efetivar essa ação pode utilizar-se de instrumentos como palestras, seminários, distribuição de *folders*, dentre outros. O meio ambiente, devido aos modos de produção e consumo existentes, revela uma degradação que avança a passos largos e acaba por afetar a qualidade de vida das pessoas, assim "a educação ambiental surge como uma alternativa para manter o equilíbrio natural" (PALMA; ALVES; SILVA, 2013, p. 90)[20]. Em função desse contexto, desde longa data verificou-se que é preciso mudar a relação do homem com o meio ambiente. Essa tarefa não se mostra fácil, pois como visto na pesquisa, o Estado e a sociedade, estão aquém da atenção que o assunto merece. Poucas são as ações voltadas à preservação do meio ambiente.

Contudo, mesmo isso ocorrendo, é preciso buscar ações eficazes, sendo que, para tanto, as instituições de ensino podem e devem contribuir ainda mais. Essa realidade vale para Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, que como instituição de ensino não pode se furtar em contribuir para afirmação da sustentabilidade ambiental, algo essencial para hoje e para o futuro. De acordo com Palma, Alves e Silva (2013, p. 112)[20], "observa-se que os IFs, tendo surgido no início deste novo século, tem como proposta atender esta nova demanda, buscando a formação de sujeitos críticos e cidadãos, que vai além da educação puramente técnica".

Por fim, pode-se concluir que o principal instrumento a ser utilizado para que a comunidade acadêmica da EPT desperte e venha se comprometer com a sustentabilidade ambiental é a educação ambiental. Permite, também que se instigue os indivíduos próximos a trilharem o mesmo caminho, posto que como observado no trabalho e defendido por alguns autores, como Montenegro *et al*., (2018)[5], o "processo educacional poder ser considerado um elemento chave para promover as transformações necessárias aos desequilíbrios sociais e ambientais que enfrentamos", considerando assim "uma opção por uma educação ambiental crítica, emancipatória que vai além de 'ensinar' bons comportamentos em relação à natureza e ao meio ambiente" (PINTO; ZACARIAS, p. 41)[7].

Adicionam-se a isto iniciativas como palestras, seminários, distribuição de folders como indicativos de reforço à efetividade da sustentabilidade ambiental, reiterado que ficará a cargo de cada um realizar e disseminar o conhecimento. Reconhecidas como ações que podem contribuir para a eficácia da educação ambiental a ser promovida junto a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, "o ambiente escolar mostra-se como um local propício para promover o debate, construir e compartilhar ações relacionadas à questão ambiental, haja vista a urgência e importância de tal assunto" (PALMA; ALVES; SILVA, 2013, p. 91)[20]. Todas as ações observadas e descritas, no presente artigo podem ser aplicadas em Instituições de ensino de uma forma geral, pois as ações estabelecidas não são específicas da EPT.

ISSN 2446-7618

Agradecimentos

1. Bolsista do(a): Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina, UNIEDU / FUMDES, Brasil. Bolsista Institucional UNOCHAPECÓ. Afastamento parcial, concedido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IFSC, Campus Chapecó.
2. Bolsista Institucional UNOESC. Afastamento integral, concedido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IFSC, Campus Chapecó.

REFERÊNCIAS

1 BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil (1988)**. Promulgada em 05 de outubro de 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm Acesso em: 20/08/2020.

2 BRASIL. **Decreto N° 7.566, de 23 de setembro de 1909**. Créa nas capitaes dos Estados da Escolas de Aprendizes Artífices, para o ensino profissional primario e gratuito. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf3/decreto_7566_1909.pdf. Acesso em: 29/03/2020.

3 BRASIL. **Lei N° 11.892, de 29 de dezembro de 2008**. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11892.htm. Acesso em: 23/06/2020.

4 THOMÉ, Romeu. **Manual de direito ambiental**. 5. ed. Salvador: JusPODIVM, 2015.

5 MONTENEGRO *et al*. **Educação para a sustentabilidade na prática docente: um desafio a ser alcançado**. Revista ambiental em ação. Número 64, Ano XVII. Junho-Agosto/2018. Disponível em: http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3239. Acesso em 16/12/2019.

6 ZIONI, Fabiola. **Ciências Sociais e Meio Ambiente**. *In*. Junior, Arlindo Philippi; Pelicioni. Educação ambiental e sustentabilidade. 2 ed. rev. e atual. Barueri, SP: Manole, 2014.

7 PINTO, Vicente Paulo dos Santos; ZACARIAS, Rachel. **Crise ambiental: adaptar ou transformar? as diferentes concepções de educação ambiental diante deste dilema**. Educ. foco, Juiz de Fora, v. 14, n. 2, p. 39-54, fev 2010. Disponível em: < https://www.ufjf.br/revistaedufoco/files/2011/10/Artigo-02-14.2.pdf>. Acesso em 28/01/2020.

8 SANTOS, Givanildo Melo dos. *et al.* **Um olhar sobre a sustentabilidade na educação: a escola como propulsora de um mundo sustentável**. Revista ESPACIOS, Vol. 39, n. 10, Ano 2018. Disponível em: https://www.revistaespacios.com/a18v39n10/a18v39n10p02.pdf. Acesso em: 08/01/2020.

9 MELLO, Fabiola de Azevedo; OLIVO, Andreia de Menezes. **Recursos hídricos**: poluição, escassez, qualidade microbiológica e química da água. Colloquium Vitae, vol. 8, n. Especial, Jul–Dez, 2016, p. 36-42. Disponível em: http://www.unoeste.br/site/enepe/2016/suplementos/area/Vitae/Biomedicina/RECURSOS%20H%C3%8DDRICOS%20POLUI%C3%87%C3%83O,%20ESCASSEZ,%20QUALIDADE%20MICROBIOL%C3%93GICA%20..._.pdf. Acesso em: 08/03/2020.

ISSN 2446-7618

10 RODRIGUES, Marcelo Abelha. **Direito ambiental esquematizado**. Coordenação Pedro Lenza. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

11 SARTORI, Simone; CAMPOS, Lucila M. S.; LATRÔNICO, Fernanda. **Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável:** uma taxonomia no campo da literatura. Ambiente & Sociedade. São Paulo v. XVII, n. 1, p. 1 – 22, jan.-mar. 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/asoc/v17n1/v17n1a02.pdf. Acesso em 02/10/2020.

12 PISKE, Oriana. **O Processo de Globalização e a Necessária Sustentabilidade Ambiental.** TJDFT, 2011. Disponível em: 01/10/2020 https://www.tjdft.jus.br/institucional/imprensa/artigos-discursos-e-entrevistas/artigos/2011/o-processo-de-globalizacao-e-a-necessaria-sustentabilidade-ambiental-juiza-oriana-piske

13 GUIMARÂES, Roberto P. **O desafio político do desenvolvimento sustentado**. Lua Nova Revista de cultura e política, n. 35, São Paulo, 1995. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/ln/n35/a05n35.pdf. Acesso em: 20/02/2020.

14 AMADO, Frederico Augusto Di Trindade. **Direito ambiental esquematizado**. São Paulo: MÉTODO, 2014.

15 FIORILLO, Celso Antônio Pacheco. **Curso de direito ambiental brasileiro**. 14. ed. rev., ampl. e atual. em face da Rio+20 e do novo "Código" Florestal. São Paulo: Saraiva, 2013.

16 BRASIL. **Lei N° 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=321. Acesso em: 29/03/2020.

17 MEDAUAR, Odete. **Direito Administrativo moderno**. 21. ed. Belo Horizonte: Fórum, 2018.

18 GOMES, Jerusa Vieira. **Família e socialização**. Psicol. USP, v. 3 n.1-2 São Paulo 1992. Disponível em: http://www.revistas.usp.br/psicousp/article/view/34462/37200. Acesso em: 05/02/2020.

19 ANTUNES, Jeferson; NASCIMENTO, Verônica Salgueiro do; QUEIROZ, Zuleide Fernandes de. **Educação para sustentabilidade, interdisciplinaridade e as contribuições da mediação para a construção coletiva do conhecimento**. Rev. Eletrônica Mestr. Educ. Ambient. Rio Grande, v. 35, n. 1, p. 260-278, jan./abr. 2018. Disponível em: https://periodicos.furg.br/remea/article/view/7310/5194. Acesso em 30/01/2020.

20 PALMA, Lisiane Celia; ALVES, Nilo Barcelos; SILVA, Tânia Nunes da. **Educação para a sustentabilidade: a construção de caminhos no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS.** Revista de Administração Mackenzie, V. 14, N. 3, ed. especial – São Paulo, SP. Maio/Jun. 2013. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/108689. Acessado em 02/10/2020.

21 SILVA, José Afonso da. **Curso de direito constitucional positivo**. 37. ed. São Paulo: Malheiros, 2014.

22 SILVA, Anielson Barbosa da; GODOI, Christiane Kleinübing; BANDEIRA-DE-MELLO, Rodrigo. (org.). **Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais:** paradigmas, estratégias e metódos. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2010. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788502125018. Acesso em: 27/01/2020.

23 GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. (org.). **Métodos de pesquisa**. Planejamento e gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Disponível em: http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf. Acesso em: 23/01/2020.

24 CASTRO, Claudio de Moura. **A prática da pesquisa**. 2 ed. São Paulo: Pearson, 2006.

ISSN 2446-7618

25 SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico.** 24. ed., rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2016.
26 VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 4. ed. São Paulo. Editora Atlas. 2003.
27 LOPES, Uaçaí de Magalhães. **Educação como fundamento da sustentabilidade**. Salvador: EDUFBA, 2011.

ISSN 2446-7618

DIREITOS HUMANOS E EDUCAÇÃO INTEGRAL NO ENSINO MÉDIO INTEGRADO DO IFSUL CÂMPUS PASSO FUNDO: CONTEXTUALIZAÇÃO DOS SUJEITOS DA PESQUISA E SITUAÇÕES VIVENCIADAS DURANTE A COVID-19

Dias, N.[1]
Tessmann, M. H. B [2]

[1] *Mestranda do Profept, Natália Dias, IFSul Câmpus Charqueadas, nataliadiasadv@gmail.com*
[2] *Doutora, Marta Helena Blank Tessmann, IFSul Câmpus Charqueadas, martatessmann@gmail.com*

RESUMO

Este artigo é um recorte da pesquisa que está sendo encaminhada junto ao Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica – Profept no câmpus Charqueadas. A proposta é a realização de uma pesquisa no ensino médio integrado do IFSul câmpus Passo Fundo, com o intuito de verificar as percepções dos alunos sobre Direitos Humanos, apresentando um produto que possa contribuir com a concepção de educação integral. Primeiramente, ocorre a fundamentação teórica que embasa o estudo. Sobre a metodologia, a pesquisa tem uma abordagem qualitativa, caracterizando-se, quanto aos métodos, como pesquisa-ação. Os instrumentos de pesquisa são questionários. O produto será uma oficina que possa contribuir na formação omnilateral. Os questionários foram aplicados para 39 estudantes que aceitaram participar da pesquisa. Neste artigo, realiza-se a contextualização dos sujeitos da pesquisa: primeiramente, de todos os alunos do ensino médio integrado do IFSul Câmpus Passo Fundo e, posteriormente, apenas dos alunos que efetivamente responderam o questionário. Além da contextualização de algumas situações pessoais dos estudantes, é feita, neste artigo, uma breve análise sobre suas condições de vida e de seus familiares durante a pandemia da COVID-19.

Palavras-chave: Educação em Direitos Humanos; ensino médio integrado; contextualização dos participantes; vivências durante a COVID-19

HUMAN RIGHTS AND INTEGRAL EDUCATION IN THE INTEGRATED HIGH SCHOOL OF IFSUL CAMPUS PASSO FUNDO: CONTEXTUALIZATION OF THE RESEARCH SUBJECTS AND SITUATIONS EXPERIENCED DURING COVID-19

ABSTRACT

This article is an excerpt of the research that is being submitted to the Professional Master in Professional and Technological Education - Profept at the Charqueadas

ISSN 2446-7618

campus. The proposal is to carry out a research in the integrated high school of the IFSul campus Passo Fundo, in order to verify the students' perceptions about human rights, presenting a product that can contribute to the concept of integral education. First, there is the theoretical foundation that supports the study. Regarding the methodology, the research has a qualitative approach, being characterized, as for the methods, as action research. The survey instruments are questionnaires. The product will be a workshop that can contribute to omnilateral training. The questionnaires have already been applied to 39 students who agreed to participate in the research. In this article, the research subjects are contextualized: first, all the students of the integrated high school of IFSul Câmpus Passo Fundo and, later, only the students who effectively answered the questionnaire. In addition to the contextualization of some students' personal situations, a brief analysis of their living and family conditions during the COVID-19 pandemic is made in this article.

Key words: Human Rights Education; integrated high school; contextualization of the participants; experiences during COVID-19

1 INTRODUÇÃO

Este artigo se baseia no projeto de Mestrado que está sendo realizado no Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica (PROFEPT) de Charqueadas, intitulado “Estudo sobre direitos humanos no ensino médio integrado: uma proposta para contribuir com a educação integral no IFSul câmpus Passo Fundo”. O objetivo geral da referida pesquisa é analisar a contribuição das atividades propostas sobre direitos humanos para os alunos do ensino médio integrado do IFSul Câmpus Passo Fundo, alicerçando-se nos conceitos da formação integral.

A pesquisa, de abordagem qualitativa, trata-se de uma pesquisa-ação, direcionada aos alunos das turmas do ensino médio integrado do IFSul câmpus Passo Fundo. Neste momento, a pesquisa encontra-se na fase de análise dos dados decorrentes da aplicação do instrumento de coleta de dados (questionário) junto aos estudantes dos cursos técnicos integrados ao ensino médio do câmpus Passo Fundo que aceitaram participar. Até o momento, 39 (trinta e nove) estudantes responderam o questionário.

Com base nas informações prestadas pelos alunos até agora, este artigo focará em duas partes específicas do questionário: contextualização das condições pessoais dos alunos e situações vivenciadas pelos participantes durante a pandemia da COVID-19. A parte da contextualização se divide em duas: a contextualização geral dos estudantes do ensino médio integrado do IFSul câmpus Passo Fundo e a contextualização do público que efetivamente irá participar da pesquisa.

2 FUNDAMENTOS DA PESQUISA: A RELAÇÃO ENTRE DIREITOS HUMANOS E OS OBJETIVOS DA FORMAÇÃO INTEGRAL

A realização da pesquisa sobre Direitos Humanos acima mencionada se fundamenta em bases conceituais da Educação. Inicialmente, deve-se dizer que a

ISSN 2446-7618

formação integrada visa vencer o ensino meramente como uma preparação para o trabalho, dando espaço a uma formação para compreensão da sociedade em que o sujeito está inserido. Nesse sentido:

> Como formação humana, o que se busca é garantir ao adolescente, ao jovem e ao adulto trabalhador o direito a uma formação completa para a leitura do mundo e para a atuação como cidadão pertencente a um país, integrado dignamente à sua sociedade política. Formação que, neste sentido, supõe a compreensão das relações sociais subjacentes a todos os fenômenos. (1)

Nesse contexto, Ramos(2) explica que a formação omnilateral dá a chance para que o ser humano, a partir das vivências formativas, acabe revelando ou desvelando potencialidades existentes ou que possam se fortalecer. Desse modo, a Educação pode colaborar para que o aluno aviste suas potencialidades, tendo condições de fazer suas escolhas futuras.

O ensino médio integrado, diante disso, deveria relacionar as múltiplas dimensões da vida. Tal situação faz com que o aluno consiga compreender a realidade social na qual está inserido:

> O ensino médio, concebido como educação básica e articulado ao mundo do trabalho, da cultura e da ciência, constitui-se em direito social e subjetivo e, portanto, vinculado a todas as esferas e dimensões da vida. Trata-se de uma base para o entendimento crítico de como funciona e se constitui a sociedade humana em suas relações sociais e como funciona o mundo da natureza, da qual fazemos parte. Dominar no mais elevado nível de conhecimentos estes dois âmbitos é condição prévia para construir sujeitos emancipados, criativos e leitores críticos da realidade onde vivem e com condições de agir sobre ela. Este domínio também é condição prévia para compreender e poder atuar com as novas bases técnico-científicas do processo produtivo.(1)

O trecho esclarece muito sobre o conceito de formação integral e omnilateral, entendidas como pilares de uma formação básica efetivamente emancipadora. O trecho traz a importância de se ter uma compreensão crítica do modo como funciona e se estabelece a sociedade humana em suas relações.

Contudo, embora seja uma necessidade social, os objetivos de uma educação integral encontram muitas dificuldades. Uma das adversidades é a disputa política com o capital. Neste sentido, Moura(3) ressalta que é necessário “atuar em meio às contradições do modelo hegemônico vigente no sentido de produzir movimentos que contribuam para o rompimento da dualidade educacional, o que também contribuirá para a superação do sistema capital”.

ISSN 2446-7618

Diante dessas considerações, e conforme expõe Molinaro[4], é por meio, principalmente, de uma educação direcionada aos direitos humanos, que se torna possível colaborar para que sejam formados sujeitos críticos, que consigam reivindicar direitos e responsabilidades, seus e dos outros, com propostas e atitudes. De acordo com o autor, o escopo é o de colaborar na luta permanente para eliminar injustiças firmadas na divisão desigual de bens diante das necessidades que atacam qualquer ideia de dignidade da pessoa humana.

Gorcevski e Martín[4] resumem a intenção dessa forma de educar, que é formar um modelo novo de educação humanista que, almejando o bem das pessoas, gere mais preocupação em relação aos direitos humanos. E isso, segundo os autores, ultrapassa a existência de uma educação que resulte em eficiência técnica, para efetivamente colaborar para a criticidade da interpretação da realidade.

Gorczevski[5] explica que “direitos humanos” é uma expressão genérica e abreviada para aludir a um conjunto de enunciados e imposições jurídicas consideradas superiores aos outros direitos, seja pelo entendimento de que estariam respaldadas por normas jurídicas superiores, seja pelo entendimento de que são normas intrínsecas ao homem. Como se verifica, os direitos humanos são os que, se comparados a outros direitos, estariam em um patamar mais elevado. A Declaração Universal dos Direitos Humanos, promulgada no ano de 1948[6], inclusive, foi um grande marco para o acolhimento internacional desses direitos, compilando-os em um texto.[1]

A educação voltada para os direitos humanos, levando-se em conta as ideias dos autores, compatibiliza totalmente com os ideais da formação integral. Isso fica bastante evidente quando os autores sustentam que o objetivo não é a formação exclusivamente técnica, mas também uma formação humanista.

Além disso, a legislação vigente em nosso país, tem previsões expressas em relação à promoção de direitos humanos na educação. A Constituição Federal[7] prevê alguns princípios sobre os quais o ensino será ministrado previstos no artigo 206.[2]

O Estatuto da Criança e do Adolescente[8], por sua vez, prevê de maneira clara a promoção de defesa dos direitos humanos em seu artigo 70-A, I. Não bastasse isso, o Brasil possui um Plano Nacional de Educação em Direitos Humanos[9], o qual tem como uma das ações programáticas para a Educação Básica fazer com que a educação em direitos humanos seja um elemento importante para a vida dos(as) alunos(as) e dos(as) trabalhadores(as) da educação,

[1] A integralidade da Declaração Universal dos Direitos Humanos pode ser vista por meio do link: https://www.unicef.org/brazil/declaracao-universal-dos-direitos-humanos.

[2] O artigo 206 da Constituição Federal prevê os princípios nos quais o ensino será ministrado: igualdade de condições para o acesso e permanência na escola (I); liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar o pensamento, a arte e o saber (II); pluralismo de idéias e de concepções pedagógicas, e coexistência de instituições públicas e privadas de ensino (III); gratuidade do ensino público em estabelecimentos oficiais (IV); valorização dos profissionais da educação escolar, garantidos, na forma da lei, planos de carreira, com ingresso exclusivamente por concurso público de provas e títulos, aos das redes públicas (V); gestão democrática do ensino público, na forma da lei (VI); garantia de padrão de qualidade (VII); piso salarial profissional nacional para os profissionais da educação escolar pública, nos termos de lei federal (VIII); garantia do direito à educação e à aprendizagem ao longo da vida (IX).

ISSN 2446-7618

envolvendo-os(as) em um diálogo sobre maneiras de aplicar os direitos humanos em sua prática cotidiana.[3]

Desse modo, percebe-se que a educação em direitos humanos se mostra uma necessidade na busca de uma formação integral e humana. Os valores obtidos em uma educação que se volte a esses direitos são capazes de gerar compromisso com o outro, especialmente os adolescentes.

Ao levar em conta esses preceitos básicos da pesquisa sobre Direitos Humanos, o presente artigo busca especialmente explicitar quem são os sujeitos que participarão do referido estudo (suas condições pessoais e familiares, etnia, forma de ingresso no curso, renda, entre outros), bem como fazer uma análise de algumas perguntas do questionário relacionadas à COVID-19, a fim de verificar como a vida dos estudantes e suas respectivas famílias foi afetada durante a pandemia. Essa análise está diretamente ligada ao conteúdo do trabalho, pois também é uma forma de aferir se algum estudante tem passado por alguma ofensa aos seus direitos no decorrer desse período difícil.

3 METODOLOGIA

A pesquisa feita pela autora no Mestrado Profissional, caracteriza-se como de abordagem qualitativa. Qualifica-se, ainda, quanto aos métodos, como uma pesquisa-ação, direcionada aos alunos das turmas do ensino médio integrado do IFSul câmpus Passo Fundo.

Como afirma Thiollent(10), a pesquisa-ação é “um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou ainda, com a resolução de um problema coletivo, onde todos pesquisadores e participantes estão envolvidos de modo cooperativo e participativo”. Ademais, no presente caso, a investigação será organizada em volta da concepção, do desenrolar e da avaliação de uma ação planejada, características dadas por Thiollent para a pesquisa-ação.

Em relação ao encaminhamento do projeto de Mestrado, foi feito um convite às turmas do ensino médio integrado (1º e 2º ano) para participar da pesquisa. Aos interessados, foi aplicado um questionário no formato online (devido à pandemia do COVID-19 que ainda não tem previsão de término) com perguntas fechadas e abertas.[4]

Com base nas respostas do questionário, organizadas em categorias, serão selecionados alguns estudantes para a aplicação do produto, a fim de aferir, após a realização das atividades, se houve alguma mudança de pensamento e de entendimento quanto ao tema “direitos humanos”. O produto será uma oficina que vise contribuir com a formação integral dos estudantes.

No caso deste artigo, foram analisadas as partes do questionário referentes à contextualização dos estudantes participantes e uma parte das perguntas sobre as situações vividas por eles na pandemia. Este artigo, portanto, faz um recorte da

[3] Podem ser verificadas as demais ações programáticas, bem como o conteúdo integral do Plano Nacional de Educação em Direitos Humanos pelo link http://portal.mec.gov.br/docman/2191-plano-nacional-pdf/file. Acesso em 10 out. 2020.

[4] Maiores informações sobre a doença podem ser obtidas por meio do site https://covid.saude.gov.br/ e do site https://coronavirus.saude.gov.br/sobre-a-doenca.

ISSN 2446-7618

pesquisa completa que está em fase de andamento (atualmente está em fase de análise dos dados).

4 CONTEXTUALIZAÇÃO DOS ESTUDANTES DOS CURSOS DE ENSINO MÉDIO INTEGRADO DO IFSUL CÂMPUS PASSO FUNDO DE ACORDO COM AS INFORMAÇÕES DE MATRÍCULA

A partir de agora realizar-se-á a descrição de alguns dados referentes a todos os alunos matriculados no ensino médio integrado do IFSul câmpus Passo Fundo. Os dados foram retirados do SUAP – Sistema Unificado de Administração Pública. Este é o sistema utilizado para o armazenamento das matrículas e dos dados dos alunos do IFSul, sendo que as informações pessoais ficam disponíveis apenas aos servidores do próprio câmpus. As descrições que seguem abaixo levam em conta dados como: forma de ingresso (acesso universal ou cotas); etnia; município de residência; e tipo de escola em que estudaram antes do ingresso no IFSul (pública ou privada).

Em relação à questão da forma de ingresso, sobre o Curso Técnico em Informática Integrado, dos 60 alunos correspondentes às turmas de 1º e 2º anos, 29 ingressaram pelo acesso universal (sendo que, destes, 3 foram transferidos externos e 2 tiveram cancelamento compulsório de matrícula). Um dos alunos veio transferido de outra instituição para o câmpus Passo Fundo. Além disso, 11 alunos entraram pela cota de escola pública com renda per capita abaixo de 1,5 salário mínimo – L1 (destes, um teve transferência externa); 4 ingressaram pela cota de candidatos autodeclarados pretos, pardos ou indígenas, com renda familiar bruta per capita igual ou inferior a 1,5 salário mínimo e que tenham cursado integralmente o ensino fundamental em escola pública – L2; 10 ingressaram pela cota de aluno de escola pública – L3 (sendo que um cancelou compulsoriamente); 3 ingressaram pela vaga correspondente a candidatos pretos, pardos ou indígenas que, independentemente de renda, tenham estudado em escolas públicas – L4; 1 ingressou pela cota de candidatos com deficiência que, independente da renda, tenham cursado integralmente o ensino fundamental em escola pública – L7 (porém, este também pediu transferência para outra escola). Dos 29 estudantes que entraram pelo acesso universal, 11 deles vieram de escolas privadas, os demais são oriundos de escolas públicas. Além disso, um dos alunos do Técnico em Informática foi transferido interno, isto é, pediu transferência do Curso Técnico em Mecânica, mas quando concorreu para esse curso, entrou pelo acesso universal.

No Curso Técnico em Mecânica Integrado, dos 56 alunos correspondentes às turmas de 1º e 2º anos, 28 ingressaram pelo acesso universal (sendo que, destes, 1 foi transferido internamente para o curso de Técnico em Informática e 2 tiveram cancelamento de matrícula); 11 alunos entraram pela cota de escola pública com renda per capita abaixo de um salário mínimo e meio - L1; 2 ingressaram pela cota de candidatos autodeclarados pretos, pardos ou indígenas, com renda familiar bruta per capita igual ou inferior a 1,5 salário mínimo e que tenham cursado integralmente o ensino fundamental em escola pública – L2; 12 ingressaram pela cota de aluno de escola pública – L3; 2 ingressaram pela vaga correspondente a candidatos pretos, pardos ou indígenas que, independentemente de renda, tenham estudado em escolas públicas – L4. Dos 28 estudantes que entraram pelo acesso universal, apenas 7 deles vieram de escolas privadas, os demais são oriundos de

ISSN 2446-7618

escolas públicas. Abaixo, segue gráfico comparativo das formas de ingresso dos dois cursos:

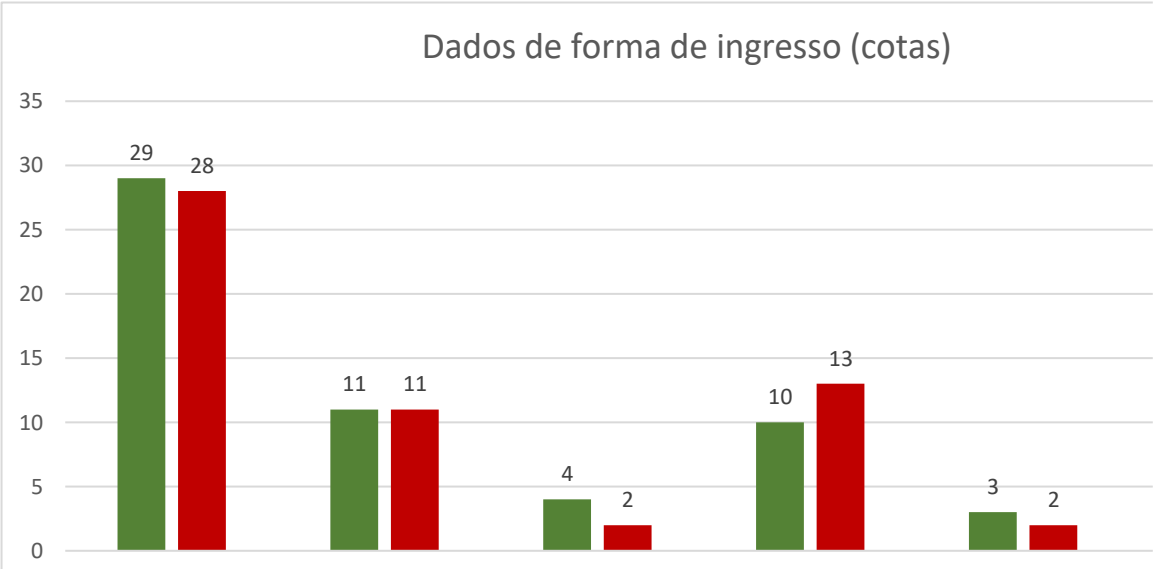


Gráfico 1: Dados de forma de ingresso (cotas)

Como se observa, do total de 116 alunos, considerando ambos os cursos, 10 foram transferidos externamente ou cancelaram a matrícula. Isso gera cerca de quase 8,6% de estudantes que saíram da Instituição. Além disso, verifica-se que, do total de alunos, apenas 18 deles vieram de escolas privadas, o que corresponde a, aproximadamente, 15% dos matriculados.

Com relação à etnia, no momento da matrícula, em ambos os cursos, a maioria se declarou de cor branca. No Curso de Técnico em Informática, 51 dos 60 alunos se declarou de cor branca; 8 de cor parda; e um não declarou. No Curso de Técnico em Mecânica, 44 se declaram de cor branca; 10 de cor parda; e 2 de cor preta. Abaixo o comparativo das respostas em relação à etnia/raça:

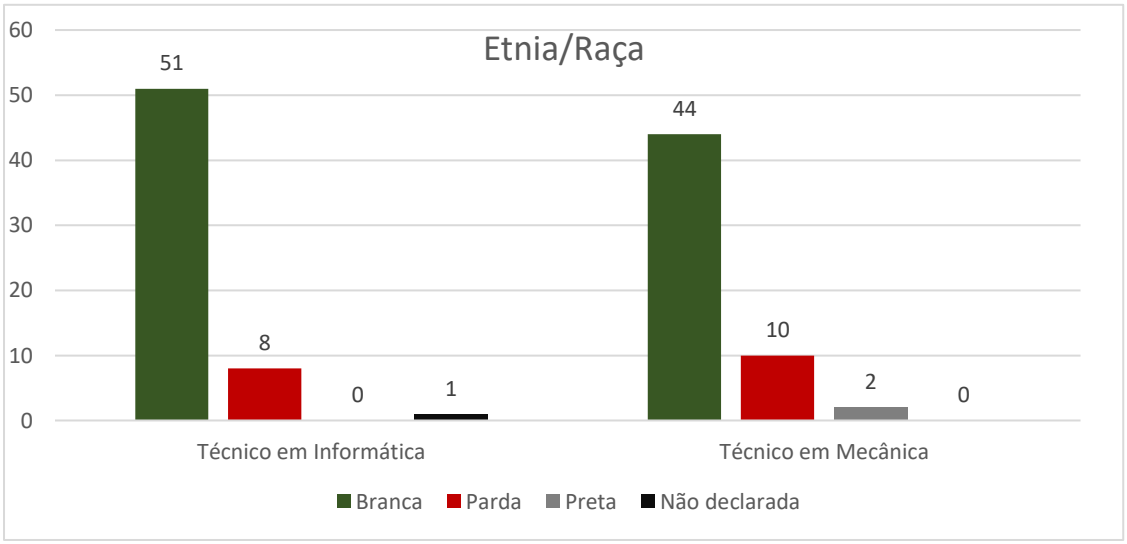


Gráfico 2: Etnia/Raça

ISSN 2446-7618

Outra questão importante sobre a população que participará da pesquisa é que nem todas residem na cidade de Passo Fundo, que é onde está localizado o câmpus. Uma parte dos alunos mora em cidades próximas e se desloca diariamente para estudar. Analisando os locais de residência, verifica-se que 10 alunos residem em Marau (5 alunos do Técnico em Mecânica e 5 alunos do Técnico em Informática); 2 alunos residem em David Canabarro; 1 aluno reside em Gentil; 1 aluno reside em Mato Castelhano e 1 aluno reside em Sarandi. Então, o percentual de alunos que não mora em Passo Fundo corresponde a, aproximadamente, 13% dos matriculados.

5 CONTEXTUALIZAÇÃO DOS SUJEITOS DA PESQUISA (ALUNOS QUE EFETIVAMENTE PARTICIPARAM) COM BASE NO QUESTIONÁRIO APLICADO

A partir desse momento, pretende-se fazer uma breve contextualização dos 39 alunos que efetivamente responderam à pesquisa (até o momento). Iniciar-se-á com uma análise das condições pessoais desses alunos. É importante dizer que 53,8% (21 alunos) faz o curso de Técnico em Informática e 46,2% (18 alunos) faz o Técnico em Mecânica.

Com relação à idade, 7 alunos têm 15 anos; 21 alunos têm 16 anos; 8 alunos têm 17 anos; e apenas 3 alunos são maiores de idade – possuem 18 anos. A maior parte dos alunos, portanto, é menor de idade. Quanto ao sexo/gênero, responderam 17 estudantes do sexo feminino e 22 do sexo masculino. Percebe-se que a maior parte dos estudantes que responderam às perguntas estão na faixa etária dos 16 anos, sendo 56,41% do sexo masculino. Essas informações são importantes para a próxima etapa, na qual serão efetivamente analisadas as respostas dos alunos.

Sobre a etnia, 76,9% (30 alunos) se consideram brancos; 20,5% (8 alunos) se consideram pardos; e 2,6% (1 aluno) se considera preto. Além disso, 74,4% (29 alunos) sempre estudou em escolas públicas; e apenas 25,6% (10 alunos) marcaram que nem sempre estudaram em escolas públicas, o que não significa que a última escola em que estudou antes do IFSul tenha sido privada.

Apenas 5,1% (2 alunos) dos respondentes exercem uma atividade profissional. Sobre o que os estudantes pretendem fazer após terminarem o curso técnico, 66,6% (26 alunos) responderam que querem iniciar uma faculdade; 15,3 % (6 alunos) responderam que pretendem trabalhar e estudar (especializar-se ou fazer faculdade); 5,12% (2 alunos) mencionou pretender apenas trabalhar; 5,12% (2 alunos) ainda não sabe dizer o que irá fazer. Ademais, 3 estudantes deram respostas um pouco diferentes das apontadas acima: um quer fazer concurso; outro quer ser oficial da marinha e o último quer usar os conhecimentos do curso para o seu futuro (sem especificar como). Somente 6 dos alunos que responderam ao questionário especificaram que desejam continuar seus estudos em área igual ou semelhante à do curso técnico que estão fazendo.

Quanto à renda familiar, optou-se por não colocar essa pergunta como obrigatória, pois, embora a pesquisa seja sigilosa, muitas pessoas se sentem constrangidas ao serem questionadas sobre a renda. Por isso, 7 pessoas não responderam. Das, 32 que responderam, 32% (8 alunos) tem renda familiar até 2 mil reais; 46% (15 alunos) tem renda familiar entre 2 e 4 mil reais; 15,62% tem renda

ISSN 2446-7618

familiar entre 4 e 6 mil reais (5 alunos); e 12,5% (4 alunos) tem renda familiar acima de 6 mil reais. Como se percebe, quase 80% dos estudantes que responderam ao questionário e colocaram a informação possuem renda familiar até 4 mil reais.

6 SITUAÇÕES VIVENCIADAS PELOS ESTUDANTES DURANTE A PANDEMIA DA COVID-19

Apresentadas as situações pessoais dos estudantes dos cursos de ensino médio integrado do IFSul câmpus Passo Fundo, bem como a contextualização especificamente dos sujeitos da pesquisa, agora far-se-á uma análise sobre as condições de vida dos participantes do estudo e de suas respectivas famílias durante o período de pandemia da COVID-19. A análise ocorreu com base em algumas perguntas respondidas também no questionário da pesquisa sobre Direitos Humanos supramencionada.

No questionário da pesquisa, foi reservado um tópico específico para que os alunos pudessem expressar as situações vivenciadas durante a pandemia. O tópico tinha o objetivo de não apenas conhecer ainda mais as situações pessoais de vida dos participantes, mas também pensou-se ser um momento adequado para aferir eventuais ofensas a Direitos Humanos que pudessem ter ocorrido durante o período. Neste momento, todavia, o foco é especificamente nas condições de vida dos participantes, tendo em vista que, se fossem utilizados todos os dados, a extensão do artigo excederia os limites recomendados.

A análise, dessa forma, focará em quatro questões do questionário: 1) “Você se considera uma pessoa pertencente ao grupo de risco da COVID-19?”; 2) “Você mora com alguma pessoa pertencente ao grupo de risco da COVID-19?”; 3) “Você acredita que suas condições de vida ou de sua família foram afetadas de alguma forma durante a pandemia da COVID-19?”; 4) “Se você respondeu “sim” à questão anterior, de que forma você acha que as suas condições de vida ou de sua família foram afetadas?”; e 5) “Se você respondeu a questão 4.4, favor detalhar a(s) situação(ões) assinalada(s) ou, caso sinta vontade, relatar outra situação em que suas condições de vida foram afetadas e que não foram previstas nesta pergunta”.

Primeiramente, comentar-se-á sobre as três primeiras perguntas, que eram apenas de marcar. Em relação aos estudantes que se consideram do grupo de risco da COVID-19, apenas 15,4% deles se considera do grupo de risco; 76,9% não se considera do grupo de risco; e 7,7% não soube informar. Porém, embora a maioria não acredite fazer parte do grupo de risco, 64,1% dos alunos assinalou que reside com alguém com maior propensão de perigo em relação à doença. Além disso, 69,2%, ou seja, 27 dos 39 alunos acredita que suas condições de vida tenham sido afetadas em virtude da pandemia. Abaixo, um gráfico simples relativo às questões mencionadas:

ISSN 2446-7618

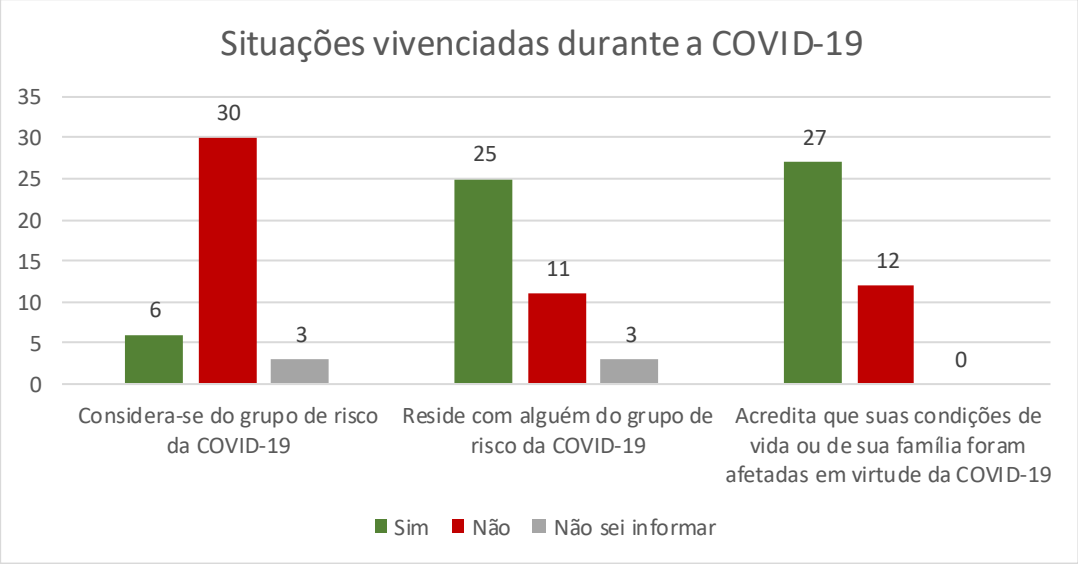


Gráfico 3: Situações vivenciadas durante a COVID-19

Em relação à próxima questão, que perguntava como as condições de vida dos alunos foram afetadas, foram incluídas 6 opções, no formato de "caixas de seleção" (que permite marcar quantas assertivas o participante desejar). Entre as alternativas estavam: a) diminuição da condição financeira da família; b) desemprego (situação sua ou de algum familiar); c) em virtude da organização familiar em que estou inserido, não existia condições de cumprir adequadamente as normas de precaução indicadas pelo Ministério da Saúde; d) em virtude da estrutura física da casa onde resido, não existia condições de cumprir adequadamente as normas de precaução indicadas pelo Ministério da Saúde; e) não possuo internet adequada para pesquisas e estudos; f) Outra situação não indicada acima. Abaixo segue o gráfico com as principais repostas dos alunos, devendo-se considerar que 27 dos 39 alunos responderam essa questão (era opcional):

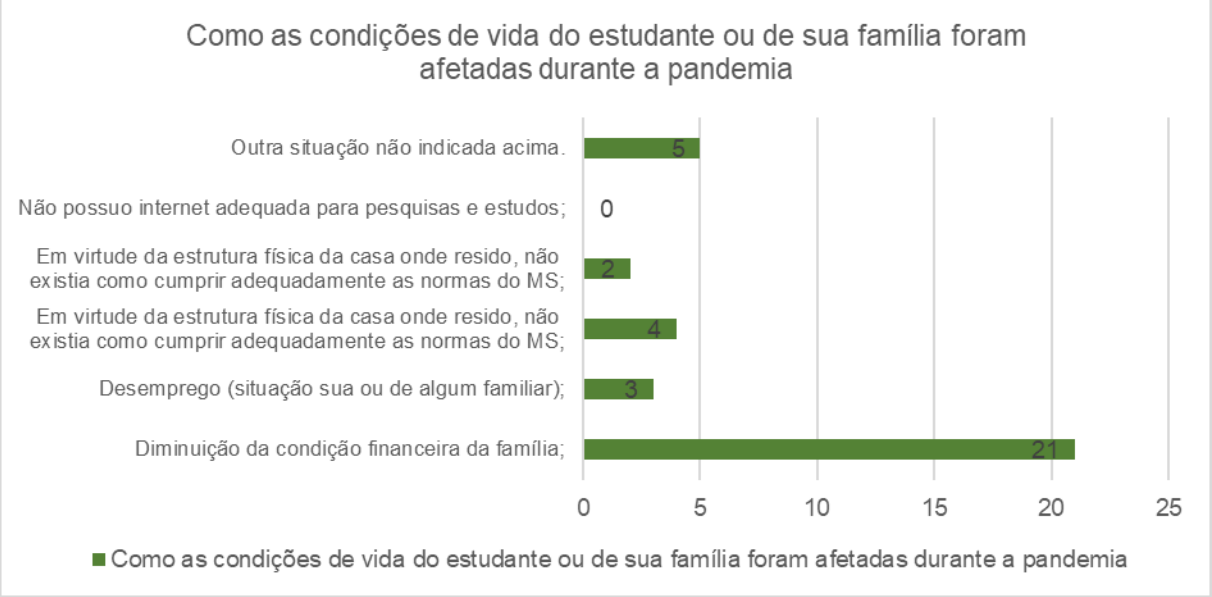


Gráfico 4: Como as condições de vida do estudante ou de sua família foram afetadas durante a pandemia

ISSN 2446-7618

Como se verifica a partir do gráfico acima, a grande maioria dos participantes colocou a diminuição da condição financeira da família como forma na qual suas condições de vida e de sua família foram afetadas. Isso significa que mais da metade dos respondentes tiveram diminuição da condição financeira e esse foi o problema mais apontado por aqueles que responderam esta questão (77,8%). O desemprego também foi mencionado por 3 participantes. Dentro de falas selecionadas de alguns estudantes, é possível observar o quanto a situação foi complicada para algumas famílias:

> *Somente minha mãe trabalha aqui em casa, no total somos em 6 pessoas, 3 são crianças de 12 anos pra menos e 2 delas são do grupo de risco, fora minha tia que mora conosco que também pertence ao grupo de risco. Como minha mãe trabalha em mercado ela corre o risco de nos transmitir o vírus tendo contato direto com as pessoas e não temos a devida estrutura para nos isolarmos, ou se caso minha mãe pegue teríamos problemas financeiros, ou se ela tivesse que parar de trabalhar também teríamos problemas.*
>
> *Obviamente a condição financeira que já era baixa, diminuiu mais ainda com a PANDEMIA.*
>
> *Meus avós estão desempregados. Meus pais trabalham fora de casa pois são serviços essenciais. Meu pai trabalha com instalação de fibra óptica e recebe os EPIs mas está sempre em contato com os clientes. Minha mãe trabalha no hospital e não recebe os EPIs suficientes. Sem contar os danos psicológicos que tudo isso está nos causando*
>
> *bom ocorreu muito desemprego e minha mãe fez parte desses desempregos e isso afetou o financeiro, mas agora ela conseguiu ser contratada de novo então está se normalizando*

Ademais, como se verifica, 2 estudantes marcaram que em virtude da estrutura física da casa onde residiam, não existia condições de cumprir adequadamente as normas de precaução indicadas pelo Ministério da Saúde; e 4 estudantes marcaram que, em virtude da organização familiar em que estavam inseridos, não existia condições de cumprir adequadamente as normas de precaução indicadas pelo Ministério da Saúde. Essas respostas vieram cumuladas nas respostas de 2 participantes e, em outras duas respostas, também, vieram associadas à diminuição da condição financeira, condições que ficam claramente relacionadas.

Essas questões, inseridas durante o próprio advento da pandemia, são cruciais para que se compreenda os efeitos vivenciados pela maioria da população. Embora a situação financeira com certeza tenha sido a mais apontada, é importante levar em consideração algumas questões mencionadas nas respostas dos alunos, especialmente as de caráter psicológico. Abaixo, alguns trechos que demonstram essa situação (grifos da autora):

ISSN 2446-7618

> *Me afetou principalmente psicologicamente pois tive que voltar para a psicóloga, e minha mãe teve crises de labirintite do stress*
>
> *A forma com que mais fui afetado na pandemia foi por não ter feito nenhuma atividade durante muito tempo. Tentei seguir estudando logo que começou porém fracassei em uns 40 dias. Fora isso minha mãe mudou de emprego e eu tive que auxiliar a minha irmã com almoço, ajuda nos temas etc., que era algo que eu não tava acostumado antes da pandemia.*
>
> *O uso de álcool em gel e a frequência em que levávamos as mãos.*

Nos trechos acima mencionados, observa-se que algumas mudanças ocorreram psicologicamente, tanto por desânimo, quanto por alterações de rotina, como foi o caso das mudanças de hábito em relação aos cuidados com a higiene, como o uso de álcool em gel e utilização de máscaras. O confinamento e alteração nas atividades diárias também podem ser notados como situações que afetaram a vida dos alunos.

7 CONCLUSÃO

As análises feitas a partir dos dados de matrícula dos alunos do ensino médio integrado do IFSul câmpus Passo Fundo, assim como a contextualização dos participantes da pesquisa e, também, as respostas sobre suas condições de vida e de seus familiares durante a pandemia são um excelente parâmetro para se verificar a realidade dos estudantes adolescentes do Instituto Federal em Passo Fundo. Mais do que isso, é uma maneira de refletir, por meio desta parcela da sociedade que respondeu o questionário, como tem sido determinadas experiências das pessoas nesse período de pandemia da COVID-19.

Primeiramente, sobre os estudantes do ensino médio integrado do IFSul câmpus Passo Fundo, deve-se dizer que, em ambos os cursos, a maioria ingressou pelo acesso universal, a maioria declarou-se branca e a maioria é oriunda de escolas públicas. Uma observação entre os cursos é que o curso Técnico em Informática teve maior ingresso de pessoas autodeclaradas pretas, pardas ou indígenas e teve um candidato com deficiência ingressante. Já o curso Técnico em Mecânica teve mais candidatos que ingressam pela cota de alunos de escola pública (independentemente de outros aspectos). Dos alunos do ensino médio integrado que efetivamente responderam o questionário, a maioria também se autodeclarou branca; 56,4% são do sexo masculino e 43,6% do sexo feminino; a maioria planeja iniciar uma faculdade após terminar o curso técnico; e a maioria tem renda familiar entre 2 e 4 mil reais mensais (Classe social D, de acordo com a categorização do IBGE).

Em relação às situações vividas durante a pandemia, percebe-se que o principal problema apontado foi a diminuição da condição financeira da família. Mais

ISSN 2446-7618

da metade das pessoas que responderam o questionário vivenciaram essa situação. Alguns relataram desemprego, que está intimamente ligado à questão financeira. Isso, porém, não retira outros apontamentos feitos pelos respondentes, como questões psicológicas, mudanças de rotina, a estrutura da residência ou o modo de organização familiar que não permitia todos os cuidados necessário para se precaver da COVID-19. Inclusive, as questões psicológicas foram mencionadas pelos participantes nas respostas dissertativas, visto que não foram previstas nas caixas de seleção (questão de marcar), ou seja, os próprios alunos levantaram este assunto.

Dessa forma, considerando as informações apresentadas, é relevante ressaltar que esses dados fazem parte de um projeto maior, a pesquisa sobre Direitos Humanos no ensino médio integrado do IFSul câmpus Passo Fundo, numa proposta de contribuir com a formação integral. Conhecer a população estudada é de suma importância para a concretização dessa pesquisa de Mestrado, tendo em vista que as condições pessoais dos participantes também fazem parte de sua forma de ver o mundo e de suas opiniões, de modo que suas vivências impactam no seu agir cotidiano. Esse recorte, por isso, além de trazer situações salutares presenciadas nos últimos meses, como é o caso da pandemia, mostra, ainda, um aspecto de relevância na pesquisa sobre Direitos Humanos que vem sendo realizada: o conhecimento dos sujeitos que farão parte dela.

REFERÊNCIAS

1 FRIGOTTO, Gaudêncio; CIAVATTA, Maria; RAMOS, Marise, FERREIRA, Eliza Bartolozzi; GARCIA, Sandra; CORRÊA, Vera. **Ensino Médio Integrado: Concepções e contradições**. São Paulo: Cortez, 2005.

2 RAMOS, Marise Nogueira. **Ensino Médio Integrado: da conceituação à operacionalização.**, Vitória: Cadernos de Pesquisa em Educação – PPGE/UFES, a.11, v. 19, n. 39, p. 15-29, jan/jun 2014. Disponível em <http://periodicos.ufes.br/educacao/article/view/10243/7029>. Acesso em 23 set. 2019

3 MOURA, Dante Henrique. Ensino médio integrado: subsunção aos interesses do capital ou travessia para a formação humana integral? Educação Pesquisa, v. 39, n. 3, p. 705–720, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v39n3/10.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2020.

4 GORCZEVSKI, Clovis; MARTÍN, Nuria Belloso. **Educar para os Direitos Humanos: Considerações, Obstácullos, Propostas.** São Paulo: Salta, 2015.

5 GORCZEVSKI, Clovis. **Direitos Humanos: dos primórdios da humanidade ao Brasil de hoje.** Porto Alegre: Imprensa Livre, 2005.

6 Assembleia Geral da ONU. Declaração Universal dos Direitos Humanos. Nações Unidas, 217 (III) A, 1948. Disponível em: https://www.unicef.org/brazil/declaracao-universal-dos-direitos-humanos. Acessado em 7 de outubro de 2020.

7 BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Presidência da República. Disponível em:

ISSN 2446-7618

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm> Acesso em: 18 jan. 2020.

8 BRASIL. Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras providências. Brasília, 16 jul. 1990. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8069.htm>. Acesso em: 10 jan. 2020.

9 Plano Nacional de Educação em Direitos Humanos / Comitê Nacional de Educação em Direitos Humanos. Brasília: Secretaria Especial dos Direitos Humanos, Ministério da Educação, Ministério da Justiça, UNESCO, 2007.

10 THIOLLENT, Michel. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

ISSN 2446-7618

A DANÇA NA DOCÊNCIA EM ARTES NO ENSINO MÉDIO INTEGRADO: APROXIMAÇÕES POSSÍVEIS

Carvalho, S.[1]
Scherer. R.. [2]

[1] *Mestranda em Ensino, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul), Simone Carvalho, IFSUL, moni_danca@hotmail.com*
[2] *Doutora em Educação, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul), renatapscherer@gmail.com*

Resumo
Este artigo apresenta resultados parciais de uma pesquisa de Mestrado em Ensino em curso, com o objetivo de investigar as possibilidades de articulação entre o Ensino da Dança e o Ensino Médio Integrado sob a perspectiva da docência em Artes. O procedimento metodológico adotado constitui-se na metapesquisa, visto que tal estratégia contribui para compreensão da situação da pesquisa no campo, buscando oferecer subsídios para a melhoria da pesquisa nessa área do saber. Os resultados parciais indicam a escassa produção científica sobre o Ensino da dança no contexto da educação profissional, bem como para a potencialidade de articulação entre as áreas do Ensino da Dança e do Ensino Médio Integrado.

Palavras-chave: Dança; Ensino Médio Integrado; Arte.

DANCE IN ART TEACHING IN INTEGRATED HIGH SCHOOL: POSSIBLE APPROACHES

Abstract
This article presents partial results of an ongoing Master's in Education research, with the objective of investigating the possibilities of articulation between Dance Teaching and Integrated High School from the perspective of teaching in Arts. The methodological procedure adopted consists of meta-research, since this strategy contributes to understanding the situation of research in the field, seeking to offer subsidies for the improvement of research in this area of knowledge. The partial results indicate the scant scientific production on the teaching of dance in the context of professional education, as well as for the potential for articulation between the areas of Dance Education and Integrated High School.

Key words: Dance; Integrated High School; Art.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta os resultados parciais de uma pesquisa de Mestrado realizada no âmbito de um programa de Pós Graduação, localizado no Sul do Brasil, e possui como objetivo investigar as possibilidades de articulação entre o Ensino da Dança e o Ensino Médio Integrado (EMI) sob a perspectiva da docência em Artes.

ISSN 2446-7618

A Dança ainda ocupa um espaço pequeno e, às vezes, até inexistente na educação brasileira, mesmo que essa aprendizagem seja significativa e reconhecida. A partir da experiência em outros contextos formativos, percebe-se que o ensino de Dança no Ensino Médio Integrado, como acontece em outros níveis de ensino, possui o propósito de apenas mover o corpo, representando uma atividade física, sem empreende-la como uma manifestação artística e cultural, contendo suas peculiares preocupações estéticas, geralmente inserida nas aulas de Educação Física e não na disciplina de Artes, com pouca ou nenhuma possibilidade de integração curricular.

Importa ainda ressaltar que o contexto atual, ao enfatizar a importância de áreas estratégicas para a pesquisa e formação profissional muitas vezes segue enfatizando e secundarizando (ou até excluindo) algumas áreas do saber. A Arte, nesse contexto, fica relegada a um segundo plano e sua importância é sempre questionada, especialmente em um contexto em que cada vez mais se valoriza o lucro e o mercado. Como reflexo dessa racionalidade neoliberal, os programas educacionais encontram-se cada vez mais imersos no universo do utilitarismo, no qual “um martelo vale mais que uma sinfonia, uma faca mais que um poema, uma chave de fenda mais que um quadro: porque é fácil compreender a eficácia de um utensílio, enquanto é sempre mais difícil compreender para que podem servir a música, a literatura ou a arte”. (ORDINE, 2016, p. 12).

Essa busca pelo lucro e pelos valores econômicos tem cada vez mais produzido negações a respeito das disciplinas humanas na área da educação, principalmente a educação profissional. Ida Freire (2001, p.52) explica que “no contexto educacional brasileiro o desafio pode ser incluir a Dança como uma atividade curricular e capacitar os professores para ensiná-la a todos os alunos”. Frente a este cenário, percebe-se o quanto é importante manter a luta e a pesquisa nesse campo, para que a Dança possa ser efetivamente inserida dentro das escolas como parte integrante do currículo, produzindo conhecimento e possibilitando acesso a todos.

As pesquisas nesta área ainda não ocorrem de forma ampla. Strazzacappa (2006) reflete sobre a carência de pesquisas científicas que produzam reflexão e maior conhecimento na área. Entende-se que compreender os sentidos atribuídos ao ensino da Dança nas narrativas de docentes de Artes que atuam Ensino Médio Integrado pode oferecer importantes elementos, tanto para a pesquisa como para a docência, nessa etapa de ensino.

Acredita-se ser de grande relevância essa compreensão por parte dos docentes para que possam auxiliar nas escolhas metodológicas e reflexões sobre a prática do ensino da Dança na escola, de forma que essa seja ensinada como área de conhecimento específica e como linguagem artística, transformando, assim, a realidade da Arte ensinada na escola hoje, indo ao encontro às concepções do EMI.

Ordine (2016) afirma a existência da esperança em resistir através da luta pela educação livre e pela cultura, sendo possível, deste modo, defender a nossa dignidade como humanos, e acrescenta que “se escutarmos unicamente esse mortífero canto das sereias que nos impele a perseguir o dinheiro, somente seremos capazes de produzir uma coletividade doente e sem memória”. (ORDINE, 2016, p.27).

Espera-se que essas reflexões possam colaborar para que a educação não sirva como um instrumento para manter as relações estabelecidas pelo mercado de trabalho e o capitalismo, mas para que as pessoas possam ser livres e tenham

ISSN 2446-7618

consciências das relações nas quais estão inseridas e dos papéis que desempenham na sociedade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O procedimento metodológico utilizado para a presente investigação consistiu na metapesquisa que, segundo Mainardes (2018), diferencia-se da revisão de literatura, revisão sistemática, estado da arte, estado do conhecimento pois é orientado por uma área e encontra-se engajado com os avanços da pesquisa na mesma. Tal escolha metodológica contribui para a compreensão da situação da pesquisa do campo, oferecendo elementos para a melhoria das pesquisas. Como explica Mainardes (2018, p. 306): “no caso das Ciências Humanas e Sociais, a metapesquisa pode ser utilizada para realizar uma avaliação das pesquisas, identificar características, tendências, fragilidades e obstáculos para o desenvolvimento de um campo ou temática de pesquisa”. Assim, a investigação para o presente trabalho encontra-se dividida em duas partes: na primeira foi apresentada uma revisão dos estudos realizados que evidenciam uma relação entre o Ensino de Dança e o EMI e; na segunda, foi apontada a potencialidade de articulação dessas duas áreas do saber.

3 A DANÇA NO ENSINO MÉDIO INTEGRADO

O primeiro exercício investigativo buscou mapear um conjunto de estudos que investigaram o Ensino da Dança no contexto do EMI, por meio de pesquisa realizada na Plataforma Capes Teses e Dissertações, através da busca utilizando descritores (palavras chave) a combinação de Dança e Educação profissional ou Dança e Ensino Médio Integrado.

Através desse mapeamento inicial foram encontradas apenas duas dissertações que evidenciaram a relação entre essas duas áreas apresentaram em seu escopo investigativo a relação entre Dança e EMI, ambas desenvolvidas no âmbito do Programa de Mestrado em Dança da Universidade Federal da Bahia e realizadas em Institutos Federais.

Quadro 1. Dissertações com os conceitos de Dança e Ensino Médio Integrado/Ensino Profissionalizante

Título	Autoria	Local	Palavras chaves	Ano
A dança no Ensino Médio Integrado Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA): Um estudo de caso	Roselia Lobato Silva	UFBA	Dança; Ensino Médio Integrado. Educação profissional e Tecnológica; IFMA	2018
Educação do corpo pela dança na escola profissionalizante: o contexto do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia	Graziela Silva Ferreira	UFBA	Educação Profissionalizante. Corpo. Dança. Educação Física	2013

Fonte: CARVALHO, 2020.

ISSN 2446-7618

A dissertação com o título “A dança no Ensino Médio Integrado Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA): um estudo de caso”, de Roselia Lobato Silva (2018) apresenta uma discussão acerca da dança como componente curricular obrigatório nos cursos técnicos integrados do IFMA – Instituto Federal do Maranhão. A autora faz uma pesquisa de abordagem qualitativa, no formato de estudo de caso, com o objetivo de analisar as percepções dos estudantes acerca da Dança no processo artístico-educativo do IFMA, e traz na sua revisão bibliográfica um pouco da trajetória da educação profissional e Tecnológica no Brasil, o conceito de politecnia e discussões sobre o ensino das linguagens artísticas na educação brasileira.

Além disso, essa pesquisadora realizou entrevistas com estudantes do IFMA referentes à inclusão do ensino das Artes, com ênfase na Dança, de forma que para obter os dados foram aplicados questionários com perguntas fechadas e abertas, pesquisas documental e bibliográfica e entrevista acerca da importância do ensino da Dança no Ensino Médio Integrado com estudantes dos cursos de edificações, eletrônica e química, relacionando a posposta de formação integrada e o conceito de politecnia.

Silva (2018) concluiu que os estudantes mostram motivação em relação às aulas de Dança como disciplina obrigatória, e também percebeu o reconhecimento favorável a respeito da presença da Dança pela maioria dos estudantes, e mesmo entre aqueles estudantes que referiram que a Dança não era necessária para a formação profissional, foi reconhecido que a experiência da Dança propicia uma forma possível de adquirir conhecimento. A pesquisadora ainda reflete sobre a importância de ações que afirmam a permanência do ensino de artes nos currículos das escolas de ensino médio, visto a sua importância para a formação humana.

A segunda dissertação selecionada apresenta o título “Educação do corpo pela Dança na escola profissionalizante: o contexto do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia”, de Graziela Silva Ferreira e traz uma discussão entre aproximações e distanciamentos existentes entre a área de Dança e Educação Física em dois institutos Federais da Bahia.

Esta pesquisa utiliza abordagem qualitativa, de caráter descritivo-explicativo com o objetivo de identificar e problematizar a existência de conteúdos da Dança no ensino médio integrado de dois Institutos Federais da Bahia, e em sua revisão de literatura é realizada uma reflexão sobre a educação profissionalizante e apresentada as semelhanças e diferenças entre as áreas de Dança e Educação Física.

Para alcançar estes objetivos a pesquisadora realizou entrevista semiestruturada com uma professora de Dança e outra com uma professora de Educação Física e, a partir dos dados fornecidos pelas entrevistas, a pesquisadora as relacionou, encontrando aproximações e distanciamentos entre os discursos sobre as questões do saber sobre Dança. Ferreira (2013) constata que ambas demonstram a importância da educação do corpo na escola como um compromisso de todas as áreas.

Na abordagem sobre como as professoras veem a metodologia do ensino da Dança em suas áreas de conhecimento, as falas, embora com alguns distanciamentos, se conectam considerando importante observar o conhecimento prévio dos estudantes.

A pesquisadora conclui que a Educação Física não contempla a Dança enquanto Arte, mas enquanto cultura corporal de um povo, e ainda acrescenta que a Dança ensinada na disciplina de Artes tem um olhar diferente, mas que as duas

ISSN 2446-7618

dialogam e contribuem para ampliar os conhecimentos nesta área, sendo que a Dança possibilita desenvolver no estudante o exercício da cidadania e autonomia, consciência crítica e criatividade.

Após essa análise, podemos evidenciar que os estudos que buscam articular o Ensino da Dança no contexto do EMI ainda são escassos e carecem de maiores investimentos. Nesse sentido, aponta-se agora para as possíveis articulações e desafios para trabalhos acadêmicos que busquem relacionar os campos teóricos do Ensino da Dança e do Ensino Médio Integrado.

O ensino da Arte no Brasil passou por diversos momentos e com diferentes propósitos. Ao longo dos anos a Arte na escola foi sendo discutida e sua inserção construída gradativamente. Maria Heloísa Corrêa Toledo Ferraz e Maria Felisminda de Resende Fusari apontam que:

> A educação escolar e o meio social exercem ação recíproca e permanente um sobre o outro. Para os educadores mais otimistas a educação escolar é pensada de forma mais idealística, considerando-a muito influente e capaz de mudar, por si só, as práticas sociais. Em oposição a estes, existe outro grupo de professores que acredita que é a sociedade, com suas práticas, que determina totalmente a educação escolar, a qual por sua vez é considerada reprodutora desta sociedade, sendo incapaz de mudá-la. (FERRAZ; FUSARI, 2010, p.23).

Esse diferente modo de encarar a educação influenciou a forma de ensinar as linguagens artísticas na escola. Várias concepções de ensino transformaram a forma de ensinar a Arte no Brasil, porém este histórico de ensino relatado ainda é contando a partir da trajetória do ensino das Artes Visuais na escola. Vê-se, ainda hoje, uma relação de que o ensino da Arte está sempre relacionado à Pintura, Escultura e Desenho, procedimentos estes ligados às Artes Plásticas. Carla Morandi (2006) reflete sobre a problemática que as outras linguagens artísticas enfrentam devido à dominância das Artes Visuais dentro do currículo escolar.

Ao longo dos anos a inserção da Dança nas aulas de Arte ocorreu gradativamente, e mesmo anteriormente às leis garantirem essa inserção, ela vinha acontecendo de diversas formas: como uma apresentação para homenagear familiares, como forma de manifestar a cultura em festividades, mas também como área de conhecimento especifica na disciplina de Artes, conteúdo da aula de Educação Física, ou ainda como atividade Extracurricular.

Por bastante tempo um dos documentos norteadores para a Educação Brasileira orientava a inserção do ensino da Dança na disciplina de Arte. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs, 1997, p.55) apontam que: “é desejável que o aluno, ao longo da sua escolaridade, tenha oportunidade de vivenciar o maior número de formas de arte; entretanto, isso precisa ocorrer de modo que cada modalidade artística possa ser desenvolvida e aprofundada”. Mesmo com a orientação de que a Dança esteja presente na escola, as práticas de danças encontradas na rede regular de ensino ainda apresenta aspectos muito relacionados ao caráter de apresentação, e não propriamente envolve o estudo relacionado à criação, apreciação e contextualização.

Observando os diferentes significados do ensino da Dança na escola, é possível verificar compreensões bastante utilitaristas e pouco reflexivas sobre sua inserção no currículo escolar. Assim, nota-se a Dança na organização de algumas coreografias realizadas para temáticas específicas, nas quais estas representam um espaço em festividades e atividades que objetivam envolver a comunidade escolar.

ISSN 2446-7618

Em outros momentos, também é possível observar que o ensino da Dança tem ocorrido em oficinas extracurriculares, com o propósito de ocupar o tempo, proporcionar atividades lúdicas, distrativas ou, em algumas vezes, ensinar determinadas técnicas específicas.

A Dança também se manifesta com o propósito de mover o corpo, como uma atividade física, sem ser trabalhada como uma manifestação artística e cultural, e isenta de preocupações com as questões estéticas e artísticas concernentes ao ensino da Dança.

Esses são alguns dos significados atribuídos ao ensino da Dança no contexto escolar, sendo possível observar que em nenhum desses contextos descritos anteriormente o ensino da Dança é apresentado como fim próprio. Strazzacapa (2006) problematiza essa questão referindo que a Dança reiteradamente aparece nas práticas pedagógicas como 'ferramenta' para outro aprendizado, seja ele desenvolvimento social, motor, psicológico ou mesmo para maior conhecimento de outra disciplina.

Este cenário, no entanto, está mudando, e aos poucos a Dança vem garantindo mais espaço e sendo reconhecida sua relevância. Marques (2012) afirma a importância da Dança ser ensinada na escola como conhecimento específico, permitindo aos estudantes acesso e continuidade nesta área, bem como reflete sobre o papel da escola em ensinar a ler o mundo de diversas formas, destacando que a linguagem da Dança é uma das formas possíveis, onde as estudantes se apropriam da sua corporeidade e da relação corpo/espaço/tempo.

A inserção da Dança na escola é um passo importante para sua democratização, e o ensino da Dança no Brasil, por muito tempo, esteve em locais onde apenas algumas pessoas mais privilegiadas poderiam acessar, e em locais privados como escolas de dança e academias (FREIRE, 2001). Esses lugares também foram, por bastante tempo, responsáveis pela formação dos docentes que estavam ensinando Dança, quando havia ainda poucos cursos de licenciatura em Dança. Esta preocupação com o ensino da Dança fez com que houvesse um crescimento de cursos de licenciatura em dança no Brasil, e desde então se observam algumas mudanças, como locais no país que realizam concurso público para seleção de docentes licenciados em dança para a rede regular de ensino.

Outra questão considerável que reforça a importância da dança dentro do currículo foi, em maio de 2015, a aprovação da lei 13.278 pelo Congresso Nacional e sansão pela presidenta Dilma Rousseff, com a alteração do parágrafo 6 do artigo 26 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que fixa as diretrizes e bases da educação nacional, referente ao ensino da Arte. O artigo ficou assim redigido "§6º As artes visuais, a dança, a música e o teatro são as linguagens que constituirão o componente curricular de que trata o § 2º deste artigo". (BRASIL, 1996).

Recentemente, em 21 de dezembro de 2017, foi aprovada e entrou em vigor a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que serve como referência, norteando cada etapa da Educação Básica, e no qual a Dança está inserida, junto com Artes Visuais, teatro e Música, na área de Linguagens, apresentando a dança como "prática artística pelo pensamento e sentimento do corpo, mediante a articulação dos processos cognitivos e das experiências sensíveis implicados no movimento dançado". (BRASIL, 2017, p. 195).

O capítulo da BNCC da etapa do ensino médio foi aprovado apenas em dezembro de 2018, e mesmo não trazendo a Arte ou a Dança como áreas autônomas, coloca as mesmas como parte importante dentro do currículo do Ensino Médio.

ISSN 2446-7618

> A pesquisa e o desenvolvimento de processos de criação de materialidades híbridas – entendidas como formas construídas nas fronteiras entre as linguagens artísticas, que contemplam aspectos corporais, gestuais, teatrais, visuais, espaciais e sonoros – permite aos estudantes explorar, de maneira dialógica e interconectada, as especificidades das Artes Visuais, do Audiovisual, da Dança, da Música e do Teatro. (BRASIL, 2018, p.474).

Ao atentar para os excertos apresentados da BNCC é possível observar que as especificidades do ensino da dança aparecem relacionadas à área de linguagens e no contexto da pesquisa e da criação de materialidades híbridas. Tal espaço garantido na presente legislação é determinante, pois reforça sua importância e garante um espaço pra que essa área do conhecimento seja valorizada.

Contudo, Marcos Antônio Bessa-Oliveira (2018) refere que a forma de inserção da Arte na BNCC, como Componente Curricular dentro da área de conhecimento das linguagens[1] a serviço de competências acaba por não considerar as especificidades de cada área.

Ainda sobre essa questão, Lucia Gouveia Pimentel e Ana Del Tabor Vasconcelos Magalhães (2018) refletem que:

> A autonomia da área de Artes, em relação aos demais componentes da área de Linguagens, se dá pelas questões complexas com que as Artes lidam, não só na nomenclatura, mas principalmente na sua composição em modalidade que, embora tenham princípios comuns, têm variedade de linha epistemológica e paradigmas conceituais que valem a pena considerar com mais profundidade. (PIMENTEL, MAGALHÃES, 2018, p. 226)

Novamente, a Dança e a Arte, mesmo que descritas nos documentos normatizadores oficiais, ainda carecem de autonomia e ficam fragilizadas a mercê das vontades das redes de ensino para sua promoção. Acredita-se que, com cada avanço, a Dança consiga ganhar espaço e construir sua identidade como ação do corpo que produz conhecimento, mas muito ainda precisa ser feito para seu fortalecimento.

A partir desta reflexão, deseja-se apontar para as possíveis articulações entre o Ensino da Dança e as teorizações acerca do Ensino Médio Integrado. Importa destacar que a educação profissional e tecnológica integrada ao Ensino Médio considera o trabalho como princípio educativo[2], na qual todos os saberes são importantes e necessários para a formação humana, e parte do pressuposto que todos possam acessar a todos os conhecimentos, inferindo que a Arte, em todas as suas dimensões, incluindo a dança, são partes importantes desta formação.

---

[1] A BNCC está dividida em áreas de conhecimento. No Ensino Fundamental as áreas são Linguagens, Matemática, Ciências Naturais, Ciências Humanas e Ensino Religioso. No Ensino Médio as áreas são Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. A Arte, nas duas etapas, está inserida na área Linguagem.

[2] Para compreender este conceito do Trabalho como princípio educativo é importante partir da premissa de que é através do trabalho que o ser humano constrói a condição de sua existência. Assim, de acordo com Saviani (1989), o trabalho pode ser compreendido como a ação que o homem estabelece transformando a natureza em função das suas necessidades humanas, de forma que o homem se torna homem a partir das suas ações que modificam o meio em que vive, produzindo assim sua existência.

ISSN 2446-7618

Newton Duarte (2016, p.84), ao apropriar-se do trabalho teórico de Lukács, afirma que "a relação entre o indivíduo e as grandes obras de Arte é sempre uma aproximação à *omnilateralidade* do ser humano". Nessa compreensão, o ensino da Arte poderia ser uma estratégia para desencadear nos indivíduos o "questionamento de formas fetichistas da consciência (ibid., p. 85). A desfetichização consistiria em uma "ampliação da visão do mundo, e essa ampliação não ocorre se os conteúdos escolares se restringirem àqueles assuntos que tenham relação imediata com a luta de classes" (Idid., p. 86).

Importa lembrar que a formação humanística muitas vezes é criticada, e colocada em segundo plano dentro das formações técnicas. Entretanto, essa formação integral do ser humano é um dos pressupostos da EMI, na qual a apropriação de todos os conhecimentos já produzidos pela humanidade deve ser um direito de todos, pois é através destes conhecimentos se poderão transformar a si e a sociedade em que estão inseridos (RAMOS, 2008).

Nesse contexto, no qual os conhecimentos são capazes de promover uma transformação nos indivíduos, Barreto (2004) afirma que a Dança na escola pode encorajar e potencializar os estudantes, lhes permitindo expressar seus anseios e desejos. E ainda acrescenta:

> Uma escola (...) exige a atuação de um educador-artista (...) que permita aos educandos- artistas serem eles mesmos, pessoas livres e críticas, expressando suas angústias, desejos e sonhos rumo à construção do seu universo de pensamentos e sentimentos, a partir das suas próprias experiências no mundo vivido. (BARRETO, 2004, p. 48-9).

Este anseio por dar aos estudantes a possibilidade de serem críticos e fazerem uma leitura de mundo mais ampla vai ao encontro com a perspectiva da politecnia, onde se busca a formação humana integral com a garantia de uma formação completa, capaz de proporcionar uma maior leitura de mundo, onde a estudante possa levar em consideração todas as relações sociais e fenômenos da sociedade e tornar-se uma cidadã atuante. (CIAVATTA, 2005).

Centralmente, a docência em Artes no contexto do EMI precisa considerar tais dimensões para a organização e o planejamento do seu fazer pedagógico. Nessa pesquisa entende-se que o exercício da docência envolve tanto saberes específicos da disciplina de atuação como saberes pedagógicos, e que "o ensino necessariamente começa com o professor entendendo o que deve ser aprendido e como deve ser ensinado". (SHULMAN, 2014, p.205). No ensino da Arte a docência precisa considerar as especificidades das aprendizagens envolvidas. Carlos Mödinger *et al*. (2012) afirmam que as linguagens artísticas apresentam formas distintas de interpretar o mundo, e que um professor de Artes precisa conhecer conteúdos e práticas específicas, formando artística e esteticamente os estudantes.

> [...] ao ensinarmos artes na escola, estimulamos os alunos a expressar e criar ideias sobre o mundo que os cerca, ler e fruir a ideias manifestadas pelos outros; contextualizar no tempo e no espaço o que leram ou produziram , compreendendo as diferentes linguagens artísticas como construção cultural e social. (MÖDINGER *et tal,* 2012, p.44).

A docência em dança precisa, então, considerar as características próprias e singulares dessa linguagem artística, além de lidar com questões específicas da sua inserção e aceitação dentro da educação formal. Josiane Gisela Franken Corrêa (2018) reflete sobre os diversos desafios que os docentes enfrentam no ensino da

ISSN 2446-7618

Dança, e conclui que muitos aspectos atravessam o fazer docente, desde o perfil dos estudantes, das turmas, dos locais e condições do trabalho, da formação acadêmica de cada profissional, bem como os conteúdos específicos desta linguagem. Este mesmo autor acrescenta que "a conquista mais relevante da área seja a ampliação do seu espaço subjetivo, possibilitada... a partir do protagonismo dessas professoras, a cada nova proposta, a cada movimento ou passo criado e compartilhado" (CORRÊA, 2018, p. 263).

Morandi (2006) afirma que o desempenho da escola no ensino da dança é fundamental para dar possibilidades ao estudante compreender e transformar relações estabelecidas entre sociedade e corpo. A Dança, então, faz parte desta formação completa, na qual os sujeitos possam ter uma compreensão de mundo e da sociedade, se articulando de forma integrada com os outros conhecimentos, permitindo assim uma formação *omnilatera*l, que abrange todos os aspectos da dimensão humana.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo através de um exercício de metapesquisa procurou-se investigar as possibilidades de articulação entre o Ensino da Dança e o Ensino Médio Integrado sob a perspectiva da docência em Artes. Foi possível evidenciar que ainda existe uma escassa produção que articule uma relação entre o Ensino de Dança e o EMI, bem como foi apontada a produtividade em realizar uma articulação entre esses dois campos teóricos.

É notório que a Dança, enquanto área de conhecimento específica, ainda necessita conquistar muitos espaços dentro do ambiente escolar, especificamente dentro do Ensino Médio Integrado. Também foi possível perceber que a educação, a qual o EMI se propõe, pretende uma formação humana integral, buscando desenvolver os fundamentos das diferentes áreas do conhecimento. Assim, a dança tem muito a proporcionar para os estudantes do Ensino Médio Integrado, possibilitando uma educação ominlateral, articulando os conhecimentos e ampliando as discussões no âmbito educacional.

REFERÊNCIAS

1 ORDINE, N. A utilidade do inútil; um manifesto. Rio de Janeiro: Zahar, 2016.

2 STRAZZACAPPA, M. Dança na educação: discutindo questões básicas e polêmicas. Pensar a Prática, v. 6, p. 73-86, 15 nov. 2006.

3 MAINARDES, J. A pesquisa no campo da Política Educacional: perspectivas teórico-epistemológicas e o lugar do pluralismo. Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro, v. 23, p. 1-21, 2018.

4 SILVA, R.L. A Dança no ensino médio integrado: um estudo de caso no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão. PÓS: Revista do Programa de Pós-graduação em Artes da EBA/UFMG, v. 8, n. 16, 29 nov. 2018.

5 FERREIRA, G.S. Educação do corpo pela dança na escola profissionalizante: o contexto do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia.

ISSN 2446-7618

2013. Dissertação (Mestrado- Programa de Pós Graduação em Dança) – Escola de Dança, Universidade Federal da Bahia - UFBA, 2013.

6 FERRAZ, M.H.C.T.; FUSARI, M.F.R. Arte na educação escolar. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2010.

7 MORANDI, C. A Dança e a educação do Sensível. In: STRAZZACAPPA, M.; MORANDI, C. Entre a arte e a docência: a Formação do Artista da dança. 4 ed. Campinas: Papirus, 2006, p. 71-124.

8 BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria e educação fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais – Arte. Brasília: MEC/SEF, 1997

9 MARQUES, I. Oito razões para ensinar a dança na escola. In: ICLE, G. (Org.). Pedagogia da Arte: entre-lugares da escola. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012, p 57-72.

10 FREIRE, I.M. Dança-educação: o corpo e o movimento no espaço do conhecimento. Cad. CEDES, Campinas, v.21, n.53, p. 31-55, abr. 2001.

11 BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm>. Acesso em: 02 fev. 2020.

12 BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 01 set. 2020.

13 BRASIL. Base Nacional Comum Curricular – Ensino Médio. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view= download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid= 30192o>. Acesso em: 01 set. 2020.

14 BESSA-OLIVEIRA, M.A. A Base Nacional Comum Curricular: Ensino de Artes na escola, ainda é uma coisa possível? Anais Eletrônicos da III Jornada Brasileira de Educação e Linguagens/III Encontro dos Programas de Mestrado Profissionais em Educação e Letras e XII Jornada de Educação de Mato Grosso do Sul/2018. Disponível em: <https://anaisonline.uems.br/index.php/jornadaeducacao/article/download/4862/4890>. Acesso em: 03 set. 2020.

15 PIMENTEL, L.G; MAGALHÃES, A.D.T.V. Docência em Arte no contexto da BNCC: é preciso reinventar o ensino/ aprendizagem em Arte? Revista GEARTE. Porto Alegre, v.5, n.2, p.220-231, maio, ago. 2018.

16 DUARTE, N. Os conteúdos escolares e a ressurreição dos mortos: contribuição à teoria histórico-crítica do currículo. Campinas-SP: Autores Associados, 2016.

17 SAVIANI, D. Sobre a concepção de politecnia. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1989.

18 RAMOS, M.N. Concepção do Ensino Médio Integrado**.** Versão do debate realizado no seminário promovido pela Secretaria de Educação do Estado do Pará nos dias 08 e 09 de maio de 2008. Disponível em:

ISSN 2446-7618

<http://forumeja.org.br/go/sites/forumeja.org.br.go/files/concepcao_do_ensino_medio_integrado5.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2020.

19 BARRETO, D. Dança...: ensino, sentidos e possibilidades na escola. Campinas: Autores associados, 2004.

20 CIAVATTA, M. A formação integrada: a escola e o trabalho como lugares de memória e de identidade. Revista Trabalho Necessário**,** [S.l.], v. 3, n. 3, out. 2005.

21 SHULMAN, L.S. Conhecimento e ensino: fundamentos para a nova reforma. Cadernos Cenpec | Nova série, [S.l.], v. 4, n. 2, jun. 2015.

22 MÖDINGER, C., et al. Artes Visuais, Dança, Música e Teatro: práticas pedagógicas e colaborações docentes. 1.ed. Erechim: Edelbra, 2012.

23 CORRÊA. J.G.F. Nós, professoras de dança: ensaio documental sobre a docência em dança no Rio Grande do Sul. 2018. 309f. Tese (Doutorado em Artes Cênicas) – Instituto de Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre: 2018.

ISSN 2446-7618

"FAMÍLIAS GESTANTES": IDENTIFICAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E INSTRUMENTALIZAÇÃO DOS GRUPOS DE APOIO DA REGIÃO DE ASSIS CHATEAUBRIAND - PR

Koshita, L. H.[1]
Trentin, A. K.[2]
Dill, J. P.[3]
Felippsen, E. A.[4]

[1] *Estudante, Letícia Hikari Koshita, Instituto Federal do Paraná (IFPR), leticiakoshita2@gmail.com.*
[2] *Estudante, Amanda Keler Trentin, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR), amandakeler1@gmail.com.*
[3] *Arquiteta, Julia Paula Dill, Doulas Ventre Vida, juliapdill@gmail.com.*
[4] *Mestre em ensino, Eduardo Alberto Felippsen, Instituto Federal do Paraná (IFPR), eduardo.felippsen@ifpr.edu.br.*

Resumo
O termo “Família Gestante” defende que, além da mãe, toda a família precisa se preparar para a chegada do bebê, tendo como opção de suporte, os grupos de apoio às gestantes e aos familiares. Nesse contexto, observou-se a ausência de um meio que identifique esses grupos, limitados nesse estudo aos que distam em até 85 km da cidade de Assis Chateaubriand - PR. De modo que, não é possível encontrá-los facilmente nos buscadores *online* e nas redes sociais, sendo necessário entrar em contato com alguém que faça parte do grupo. Assim, realizou-se um Estudo de Campo, e seis dos sete grupos contatados participaram da pesquisa. Com isso, constatou-se a volatilidade das publicações desses no *feed* das redes sociais. Diante disso, objetivou-se mapear, identificar e caracterizar os grupos para facilitar a busca desses pelas famílias. Assim, foi desenvolvido um *site* com um espaço para que o público, tratado como "Famílias Gestantes”, possam acessar facilmente as informações de contato, localização e assuntos discutidos em cada grupo. Dessa forma, o *site* foi construído no *WordPress,* o qual permite que as próprias dirigentes dos grupos — embora sem conhecimento técnico — atualizem conteúdos no *site*. Consequentemente, ao integrar os grupos em um único espaço, cria-se a oportunidade para a complementação das publicações, viabilizando o trabalho colaborativo entre as voluntárias. Nesse sentido, o projeto atende a demanda social de ambos os públicos: soluciona-se a ausência dos grupos na *web*, e torna-os pesquisáveis às “Famílias Gestantes”, fornecendo um acesso unificado e categorizado aos conteúdos de interesse.

Palavras-chave: Apoio da família à gestante; Apoio social à gestante; Grupos de apoio às gestantes e aos familiares; *Site* de integração de grupos de apoio às gestantes e aos familiares.

"PREGNANT FAMILIES": IDENTIFICATION, CHARACTERIZATION AND INSTRUMENTALIZATION OF THE SUPPORT GROUPS OF THE REGION OF ASSIS CHATEAUBRIAND - PR

ISSN 2446-7618

Abstract
The term “Pregnant Family” defends that, in addition to the mother, the whole family needs to prepare for the baby's arrival, having as a support option, the support groups for pregnant women, and their families. In this context, the absence of a means to identify these groups was observed, limited in this study to those that are within 85 km of the city of Assis Chateaubriand - PR. So, it is not possible to find them easily in online search engines and social networks, being necessary to contact someone who is part of the group. Thus, a Field Study was carried out, and six of the seven groups contacted participated in the research. With that, it was verified the volatility of these publications in the feed of social networks. Therefore, the objective was to map, identify, and characterize the groups to facilitate their search for families. Therefore, a website was developed with a space for the public, treated as "Pregnant Families", to easily access the contact information, location, and subjects discussed in each group. Thus, the website was built on WordPress, which allows the group leaders themselves - although without technical knowledge - to update content on the website. Consequently, by integrating the groups in a single space, the opportunity for complementing the publications is created, enabling collaborative work among the volunteers. Thus, the project meets the social demand of both audiences: the absence of groups on the web is solved, and it makes them searchable to “Pregnant Families”, providing unified and categorized access to the content of interest.

Key words: Family support for pregnant women; Social support for pregnant women; Support groups for pregnant women and their families; Integration site of support groups for pregnant women and their families.

1 INTRODUÇÃO

É da natureza do ser humano, sobretudo nas fases de crise, procurar conviver com pessoas e grupos específicos, visto que, normalmente, o indivíduo sente-se desamparado e necessita de ajuda. Nesse contexto, a gestação é considerada uma dessas fases sensíveis, o que, consequentemente, gera na gestante e nos familiares, a vontade de conviver com grupos e pessoas que possam fornecer acolhimento durante esse período(1).

Para mais, de acordo com Leite et al.(2), a partir do momento da descoberta da gravidez até o período do pós-parto, a gestante é inserida em uma nova realidade repleta de sentimentos e situações nunca antes experienciados por ela. Por consequência, a forma que a gestante encara essas emoções afeta sua relação com o bebê, seja positivamente ou negativamente.

Devido a isso, a família tem um papel fundamental para o suporte da gestante, pois a gravidez

> [...] transforma a identidade tanto de homens como de mulheres, e é influenciada por aspectos afetivos, sociais, psíquicos e culturais que abrangem o casal e a família, exigindo adaptações destes a um novo contexto de vida, no âmbito pessoal, familiar e sociocultural(1).

Esse fator mostra a necessidade da preparação dos familiares para a vinda de um novo membro na família. Pois, como supracitado, ao longo dos anos, a maternidade deixou de ser um assunto voltado somente à mulher(1). Dessa forma, o termo “Família Gestante”, proposto por meio do presente projeto, visa difundir a

ISSN 2446-7618

concepção de que toda a família precisa estar envolvida durante o ciclo gravídico-puerperal[1], garantindo o bem-estar e o suporte da mulher.

Isso posto, conforme Sartori e Sand(1), a participação da gestante e dos familiares nos grupos de apoio, surge como ferramenta capaz de amparar emocionalmente a mulher e os demais envolvidos durante o processo gestacional, de modo que, os grupos tornam-se um espaço de conforto e segurança, além de atuarem como um meio para superar os anseios da gestação.

Desse modo, constatou-se a demanda de democratizar o acesso aos grupos de apoio às gestantes e aos familiares da região Assis Chateaubriand - Paraná, visto que, não existe um mediador responsável por realizar o mapeamento desses grupos.

Diante dessa problemática, o presente projeto realizou um Estudo de Campo a respeito dos grupos de apoio às gestantes e aos familiares da região, tendo como referência municípios que distam em até 85 km da cidade de Assis Chateaubriand - Paraná.

Nesse sentido, com o foco social de aumentar o acesso do público leigo à essas informações, objetiva-se conhecer, identificar e caracterizar os grupos, de modo a auxiliar na disseminação de seu papel e de sua relevância para o período gestacional e no puerpério[2]. É válido salientar que os grupos são formados por voluntários e não há interesse comercial neste projeto. Para tanto, após a realização da revisão bibliográfica, a pesquisadora inseriu-se nos grupos a fim de conhecer suas realidades. Posteriormente, os resultados da pesquisa são adicionados, gradualmente, em um *site* de autoria.

Por conseguinte, o projeto busca auxiliar as “Famílias Gestantes” a localizar e a iniciar contato com um grupo no qual se identifiquem. Dessa forma, o *site*, os grupos e suas respectivas redes sociais auxiliarão o núcleo familiar nas decisões relativas ao ciclo gravídico-puerperal.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente, constatou-se a problemática de que os grupos de apoio às gestantes e aos familiares da região de Assis Chateaubriand - PR não possuem um meio responsável por fomentar estas iniciativas, que, no geral, são realizadas por voluntárias. Assim, com o levantamento bibliográfico, confirmou-se a importância desses grupos e verificou-se a ausência de um ponto centralizador onde fosse possível identificar e localizar os meios de contato desses grupos, que encontram-se pulverizados em diferentes redes sociais.

Desse modo, primeiramente, a proponente do trabalho iniciou a busca pelos grupos de apoio às gestantes e aos familiares no buscador da *Google*, entretanto, não foi encontrado nenhum resultado referente ao termo pesquisado: “Grupos de apoio às gestantes e aos familiares da região de Assis Chateaubriand - PR”. O mesmo ocorreu quando a pesquisadora buscou por esse termo nas redes sociais do *Instagram* e *Facebook*.

Diante disso, a proponente entrou em contato com uma doula do município de Assis Chateaubriand - PR, esse passo foi fundamental, pois a profissional apresentou a pesquisadora às coordenadoras de alguns grupos, sendo eles: Roda

[1] Considera-se o período do Pré-Natal, parto e pós-parto(3).
[2] Puerpério, também conhecido como resguardo, quarentena ou dieta. É o período de recuperação que a gestante passa após o parto(1).

ISSN 2446-7618

do Despertar, Gesta Toledo, Gesta Rondon, Gesta Cascavel e Bendito Ventre. Da mesma forma, a pesquisadora entrou em contato com uma amiga de Goioerê - PR, essa apresentou uma doula da cidade, que foi responsável por indicar a coordenadora do grupo de Cruzeiro do Oeste - PR, a última apresentou a dirigente do grupo de Umuarama - PR. Estes contatos ocorreram por meio das redes sociais, pois é o meio pelo qual os grupos estão acessíveis na internet.

Portanto, devido à dificuldade apresentada no momento da busca pelos grupos, elaborou-se a hipótese de que indexar esses grupos em um local que pudesse ser acessível à todos atenderia a demanda social dos grupos de apoio às "Famílias Gestantes", de modo que, possibilitasse o acesso às informações sobre os referidos grupos, de forma objetiva e organizada.

Assim, a ideia da criação do *site* surgiu diante dessa problemática, visto que, os grupos não possuem um espaço além das redes sociais para propagar suas informações e conteúdos, além disso, as redes sociais utilizadas nem sempre oferecem ferramentas adequadas para o fácil resgate e análise de conteúdos nelas publicados. Para mais, há redes sociais que exigem um contato prévio do usuário para que ele possa tornar-se membro, como acontece com os grupos de *WhatsApp*, onde não é possível "localizar" o grupo por meio de um buscador *online* (*Google*).

Dessa forma, posteriormente a esse primeiro contato, e com a demonstração de interesse no projeto por parte dos grupos, foi construído e enviado um termo de consentimento para o Estudo de Campo dentro dos grupos.

2.1 Estudo de Campo

Visto que esse trabalho se enquadra em uma Pesquisa Qualitativa e que estuda grupos determinados, adotou-se o Estudo de Campo como referencial para desenvolvimento metodológico. Para Gil[4],

> [...] No estudo de campo estuda-se um único grupo ou comunidade em termos de sua estrutura social, ou seja, ressaltando a interação de seus componentes. Assim, o estudo de campo tende a utilizar muito mais técnicas de observação do que de interrogação[4].

Quanto a Pesquisa Qualitativa, pode-se caracterizá-la como

> [...] também naturalista porque não envolve manipulação de variáveis, nem tratamento experimental (é o estudo do fenômeno em seu acontecer natural); fenomenológica porque enfatiza os aspectos subjetivos do comportamento humano, o mundo do sujeito, suas experiências cotidianas, suas interações sociais e os significados que dá a essas experiências e interações; interacionista simbólica porque toma como pressuposto que a experiência humana é mediada pela interpretação, a qual não se dá de forma autônoma, mas na medida em que o indivíduo interage com outro, é por meio de interações sociais como vão sendo construídas as interpretações, os significados, a visão de realidade do sujeito[5].

Com este embasamento metodológico, após o envio do termo e a devolutiva dos grupos, iniciou-se o Estudo de Campo. O Estudo de Campo ocorreu por meio das redes sociais, pois é majoritariamente no *Instagram* e *Facebook* que os grupos fazem suas publicações informativas, e é no *WhatsApp* que ocorrem as interações com conteúdos mais íntimos, como a troca de experiências entre as integrantes, que muitas vezes envolve fotos e vídeos.

ISSN 2446-7618

Além disso, alguns grupos fazem encontros síncronos por meio de aplicativos de videoconferência, como o *Zoom* e *Google Meet*. Já outros, realizam os encontros síncronos em formato de *live* no *Instagram*, e as dúvidas e interação entre as participantes ocorrem por meio dos comentários.

Vale salientar que o Estudo de Campo foi realizado de forma *online*, assim como os encontros síncronos dos grupos, em virtude da pandemia da *Covid-19*. Ademais, o Estudo de Campo ocorreu durante os meses de setembro e outubro, por meio das redes sociais já mencionadas.

2.2 Termo de Consentimento

O termo (Anexo A) visou esclarecer como ocorreria o Estudo de Campo, além de deixar evidente alguns aspectos legais do projeto, como que nenhuma informação ou relato pessoal das participantes seriam publicados, além do sigilo total de informações íntimas que são compartilhadas nos grupos.

Esse termo foi construído no *Google Forms*, pois ele é uma ferramenta gratuita e prática, que facilita o gerenciamento dos dados da pesquisa, uma vez que, as respostas ficam armazenadas em formato de planilha eletrônica.

2.3 Grupos de apoio às gestantes na rede pública e privada

Durante o Estudo de Campo, constatou-se que alguns municípios possuem a Associação de Proteção à Maternidade e a Infância (APMI), mantida com recursos de subvenção social, que oferece cursos para as gestantes encaminhadas pelo SUS, que predominantemente não possuem conhecimento sobre o período gestacional e do puerpério, e muitas vezes enquadram-se em vulnerabilidade financeira.

Essa associação é de grande valia para essas gestantes, pois oferece a preparação básica para o ciclo gravídico-puerperal. Uma vez que, na maioria das vezes, essas gestantes não possuem acesso a uma equipe particular de profissionais.

Além disso, empresas privadas como a Unimed(6) também investem em cursos para grupos de gestantes que estejam conveniadas à empresa, por meio do Curso Gestação Saudável. Essa iniciativa de investir nos grupos de gestantes demonstra como é importante a existência desses para atender essa demanda social.

Ademais, também foi constatado que existe uma rede de grupos apoiados pela Parto do Princípio(7), que é uma instituição que se propõe a mapear os grupos de apoio às gestante em todo o Brasil, entretanto esse mapeamento foi realizado envolvendo somente os grupos que pertencem a essa rede, deixando de lado grupos formados por voluntários não vinculados a ela.

Como esta pesquisa é sem foco lucrativo, objetiva-se a promoção dos grupos de forma integral, e não de uma figura individualista ou comercial. Devido a isso, o *website* é organizado de forma que a assinatura dos conteúdos publicados seja feita em nome do grupo responsável pela publicação, e não de forma personalizada ou individual.

A fim de debater essas ideias entre os grupos de apoio, a pesquisadora realizou uma transmissão ao vivo no *YouTube*[3], explanando o objetivo deste projeto

[3] https://youtu.be/PleQed9RpBI

ISSN 2446-7618

e colhendo sugestões dos coordenadores de grupo para agregar ao trabalho já realizado. Com esta transmissão ao vivo, a pesquisadora deixou seu papel de observadora nos grupos e manifestou os objetivos e resultados possíveis com a conclusão dos estudos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, realizou-se o contato com as coordenadoras e foram encontrados sete grupos, porém, até o momento, seis grupos confirmaram participação na pesquisa. A seguir, o Quadro 1 apresenta os grupos localizados e suas respectivas cidades, que distam em até 85 km de Assis Chateaubriand - PR.

Quadro 1. Grupos encontrados e suas respectivas cidades.

Nome do Grupo	Cidade
Roda do Despertar	Assis Chateaubriand - PR
Gesta Toledo	Toledo - PR
Bendito Ventre	Toledo - PR
Gesta Rondon	Marechal Cândido Rondon - PR
Gesta Cascavel	Cascavel - PR
Do Ventre ao Seio	Cruzeiro do Oeste - PR

Fonte: Autoria Própria (2020).

Dos grupos apresentados acima, três possuem subgrupos voltados para as puérperas. De acordo com as dirigentes dos grupos, foi perceptível a demanda de dividi-los, pois as gestantes acabavam perdendo o espaço para interação devido à grande quantidade de dúvidas oriundas das mães que já estavam na fase do puerpério. Assim, o Quadro 2 apresenta os subgrupos dos grupos Gesta Toledo, Gesta Rondon e Gesta Cascavel respectivamente.

Quadro 2. Extensões dos grupos.

Nome do Grupo	Cidade
Grupo de Apoio para Mães	Toledo - PR
Maternar Rondon	Marechal Cândido Rondon - PR
Maternar Cascavel	Cascavel - PR

Fonte: Autoria Própria (2020).

Por meio do Estudo de Campo, realizou-se a coleta das informações da Figura 1. O recolhimento dessas informações foi acordado juntamente aos grupos, por meio do Termo de Consentimento, e não houve contestação, pois essas informações já eram apresentadas de modo público nos grupos.

ISSN 2446-7618

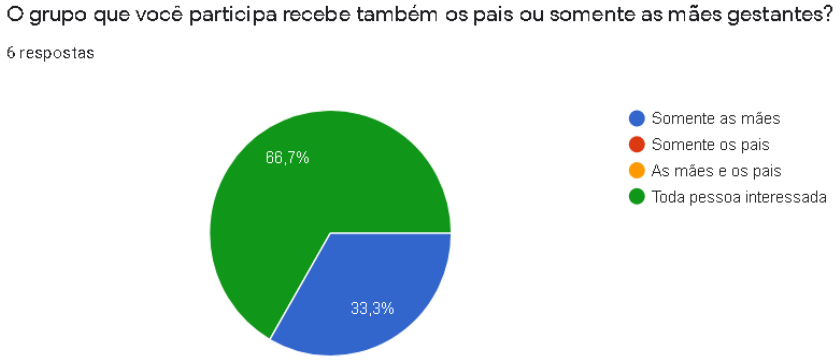
Figura 1. Informações coletadas de cada grupo.

Assim, as informações publicadas sobre cada grupo no site serão:
- Nome do grupo;
- Cidade;
- Local de encontro do grupo (on-line ou presencial);
- Assuntos abordados em cada grupo;
- Quantidade de integrantes do grupo;
- Outras informações que sejam relevantes para as "Famílias Gestantes" e que estejam acessíveis no grupo.

Fonte: Autoria Própria (2020).

Com o termo de consentimento, percebeu-se que, dos 6 grupos contatados até o momento, 2 aceitam somente as mães e 4 aceitam toda pessoa interessada, como apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1. Público-alvo dos grupos.



Fonte: Autoria Própria (2020).

Contatou-se também que o grupo de Umuarama ainda não procedeu com a devolutiva do termo de consentimento, dessa forma, até o momento não está incluso nestes resultados parciais. Já, a doula contactada em Goioerê - PR, manifestou que na cidade não possui nenhum grupo de apoio à gestante e aos familiares, mas que, após a pandemia, pretende-se criar um.

Após o processo de observação durante o Estudo de Campo, foi identificado que dentro dos grupos são debatidos assuntos com embasamento científico concomitantemente com o compartilhamento de referências bibliográficas. As lives e encontros síncronos, sempre que possível, são realizadas com a presença de um profissional convidado. Além disso, observou-se que alguns grupos possuem regras para garantir o bem-estar de todas integrantes e incentivar que as participantes adiram às recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS), proibindo que dentro dos grupos sejam repassadas informações falsas ou sem teor científico. Isso aponta que, mesmo sendo grupos organizados voluntariamente, existem normas que garantem a ordem e seriedade dos assuntos abordados.

Com os perfis e páginas dos grupos no *Instagram* e no *Facebook* abertos ao público, é permitido que a família da gestante e toda pessoa interessada no assunto, possam acompanhar as *lives* e publicações. Por outro lado, os grupos no *WhatsApp* são reservados apenas para as gestantes e puérperas, de modo que, é por meio desses que as integrantes compartilham seus relatos pessoais e informações íntimas, devido a isso o ingresso nos grupos de *WhatsApp* é somente para mulheres.

ISSN 2446-7618

Observou-se que, embora quatro grupos aceitem toda pessoa interessada, não há a presença da família nas *lives* e encontros síncronos, diante disso, nasceu a ideia do termo “Família Gestante”. Por meio deste termo, tem-se como objetivo gerar reflexão e incentivo aos familiares, para que se envolvam no processo gestacional, uma vez que, toda a família precisa se preparar para a vinda do bebê, de modo que possam dar o suporte adequado para a gestante.

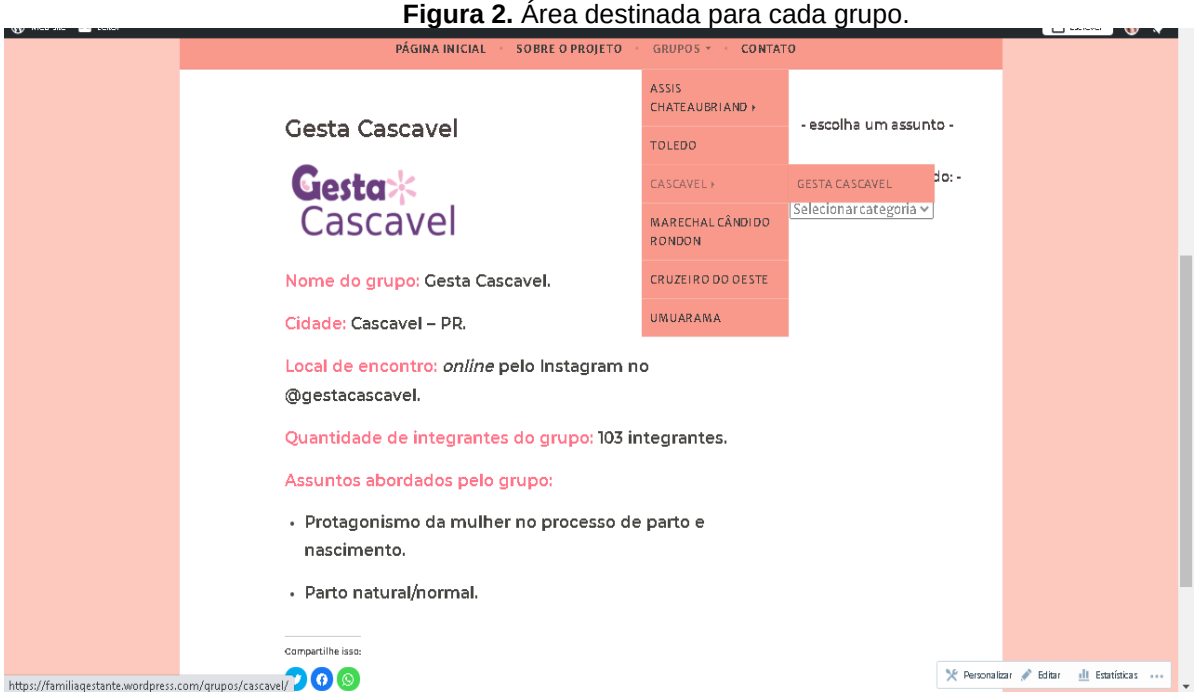
4.1 Desenvolvimento do *Site*

Paralelo ao Estudo de Campo, os resultados obtidos com as informações dos grupos foram publicados no *site*: https://familiagestante.wordpress.com, que foi desenvolvido por meio do sistema de gestão de conteúdo *Wordpress.*

A escolha dessa plataforma foi determinada levando em consideração o fato dela permitir que pessoas sem conhecimento técnico específico de programação possam dar continuidade ao *site*. Assim, o *Wordpress* apresenta-se como proposta para as coordenadoras de cada grupo para que possibilite a continuação do projeto, mantendo o *site* atualizado.

É válido salientar que, ainda que o conhecimento técnico específico não seja necessário, está em produção o roteiro de videoaulas a fim de instrumentalizar as coordenadoras interessadas no processo de gerir e atualizar o *site*. Assim, cada dirigente terá autonomia para editar a área do *site* destinada ao seu grupo e compartilhar as informações que considerarem necessárias para caracterizá-lo. Por meio da Figura 2, é possível identificar que cada grupo tem sua área pré categorizada pela cidade de localização do grupo.

Figura 2. Área destinada para cada grupo.



Fonte: Autoria Própria (2020).

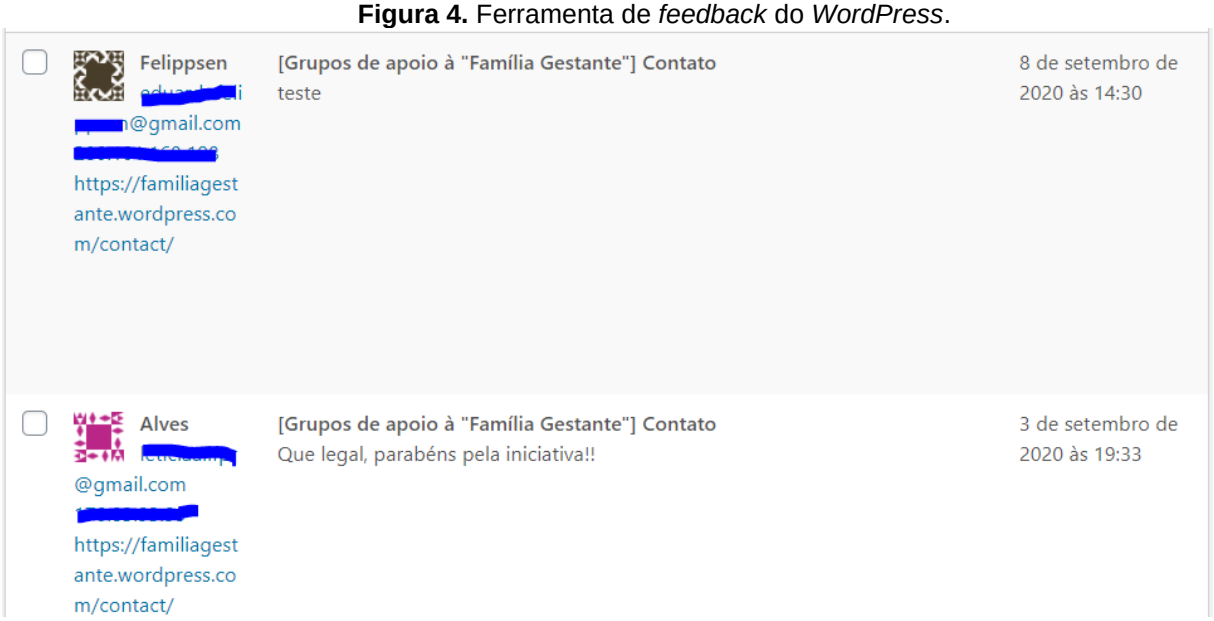
Dessa forma, ao acessar o *site*, é possível localizar facilmente qual grupo está mais próximo fisicamente do leitor. A plataforma também permite a interação entre internauta e internauta, e entre internauta e coordenador de grupo, conforme apresentado, respectivamente, nas Figuras 3 e 4.

ISSN 2446-7618

Figura 3. Ferramenta que permite comentários no *post* (publicação).

Fonte: Autoria Própria (2020)

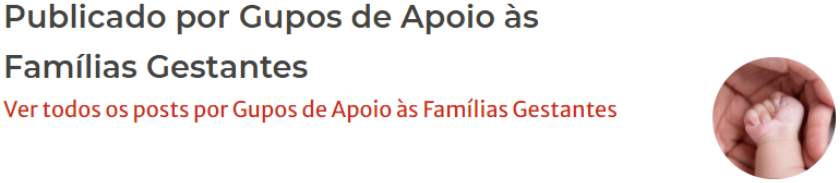
Figura 4. Ferramenta de *feedback* do *WordPress*.



Fonte: Autoria Própria (2020).

Também, por meio da Figura 5, é possível identificar que cada conteúdo publicado no *site* carrega consigo a assinatura do grupo responsável pela publicação, garantindo a organização dos conteúdos entre os grupos, contemplando uma solução para as limitações das redes sociais em uso atualmente.

Figura 5. Assinatura presente ao final de cada *post.*



Fonte: Autoria Própria (2020).

ISSN 2446-7618

Para mais, a plataforma foi estruturada de forma a categorizar o conteúdo ali publicado, facilitando a busca de conteúdos que possuam relação entre si. Por exemplo, quando o usuário do *site* buscar por “amamentação”, poderá ter acesso a todos *posts* publicados com este tema, independente de qual grupo que integra a plataforma o tenha produzido.

Além das categorias que tematizam o conteúdo principal de cada publicação, estão em estruturação as *tags,* que têm o papel de indicar conteúdos de foco secundário em cada publicação, mas que podem ser pertinentes aos leitores no momento da busca dentro do *site*. Como as *tags* são os assuntos secundários vinculados ao tema principal (categoria), pode haver várias *tags* em uma mesma publicação, porém, somente uma categoria. Como exemplo, em uma postagem categorizada como “amamentação”, pode-se localizar a *tag* “suplementação com fórmula”, já em outra postagem com a mesma categoria, pode-se ter a *tag* “bomba para tirar leite”.

Na próxima seção apresentam-se as contribuições atuais do projeto junto à comunidade, evidenciando as potenciais hipóteses ainda em análise e desdobramento.

4 CONCLUSÃO

A primeira contribuição do projeto foi criar um espaço na *web* para que os grupos possam apresentar-se de um modo acessível às “Famílias Gestantes”. Visto que os grupos aceitam o público geral, entretanto, não existe uma forma acessível e pesquisável para encontrá-los, essa problemática foi encontrada quando a proponente do trabalho iniciou a busca pelos grupos, todavia, foi solucionada por meio do espaço criado dentro do *site*, para a caracterização dos grupos.

Assim, o projeto utiliza a tecnologia contemporânea para atender a demanda social de ambos os públicos. De um lado, instrumentaliza-se os voluntários que mantém os grupos, sem demandar que possuam o conhecimento técnico de informática. De outro lado, as famílias gestantes, que passam a ter acesso unificado e categorizado aos conteúdos de interesse.

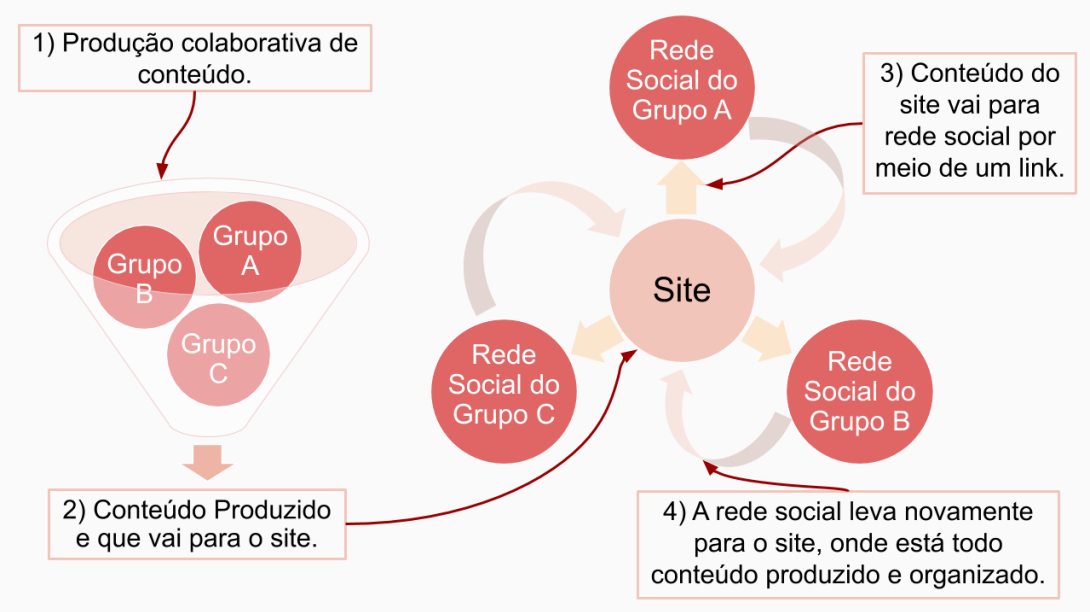
Isso posto, com a proposta de integração dos conteúdos publicados pelos grupos em um único espaço (*site*), que mantém a assinatura de autoria de cada conteúdo produzido ou reproduzido, permite-se aos grupos manter suas identidades como coautores, criando gradativamente publicações que se complementam, de modo a agregar conhecimento sobre uma publicação já construída.

Tal fato poupa trabalho aos voluntários de cada grupo, uma vez que os conteúdos deixam de estar fragmentados em diversas redes sociais, sendo possível localizar todo conteúdo disponibilizado sobre um assunto no *site*, conteúdo esse que pode ser aprimorado pelos grupos agora integrados, e não construído isoladamente.

Como o *site* sintetiza todo conteúdo em formato de *posts* individuais, o *site* passa a ser divulgado por meio da publicação dos links de cada *post* nas diferentes redes sociais, as quais já estão em uso pelos grupos, trazendo o leitor da rede social para dentro do *site*, local em que poderá encontrar de forma organizada tudo que já foi produzido pelos grupos, conforme mostra a Figura 6.

ISSN 2446-7618

Figura 6. Interação proposta entre as redes sociais e o *site*.



Fonte: Autoria Própria (2020).

Além disso, as pessoas possuem como hábito o uso frequente das redes sociais, fato que não ocorre com o *site* produzido. Dessa forma, aproveita-se a audiência das redes sociais, que é seu potencial maior, e resolve-se por meio do *site*, a questão da organização e categorização dos conteúdos, de modo a aproveitar as vantagens de cada tecnologia, promovendo o fácil resgate de conteúdos disponibilizados, sem que se percam no *feed*.

Essas propostas foram apresentadas, por meio de uma transmissão ao vivo realizada pela pesquisadora, com o foco de elucidar o projeto e as hipóteses, detalhadas anteriormente, aos grupos. Sendo assim, está em apreciação por eles e posteriormente, poderá passar por ajustes antes da consolidação como resultado da pesquisa.

Outrossim, com as ferramentas apresentadas, os grupos podem continuar utilizando as redes sociais para promover produtos e serviços que habitualmente são inerentes à área e necessários ao público das “Famílias Gestantes”. Assim, atribui-se ao *site* o papel de encontro e índice dos conteúdos fundamentais ao ciclo gravídico-puerperal, sem foco publicitário, evitando a propagação tendenciosa de campanhas promocionais.

Em uma das páginas do *site* está inserida as informações sobre essa pesquisa, apresentando seu princípio por meio de um projeto de escola pública, evidenciando a necessidade de que permaneça gratuito e sem fins lucrativos. Por fim, o *site* foi projetado para ser um ambiente acolhedor e participativo, visto que possibilita, por meio de recursos próprios, a interação de todos por meio de comentários em cada publicação.

Agradecimentos

Aos meus pais por sempre estarem ao meu lado e me apoiarem em todos os momentos em que eu precisei.

ISSN 2446-7618

Ao meu orientador Eduardo Alberto Felippsen, por me incentivar e me orientar constantemente durante todo o percurso do projeto.

A Amanda Keler Trentin por me aconselhar e por revisar a escrita do artigo pacientemente.

A Julia Paula Dill por me auxiliar a entrar em contato com os grupos e me apresentar a eles.

Ao Instituto Federal do Paraná (IFPR), *campus* Assis Chateaubriand-PR, por incentivar os alunos a iniciação científica e fornecer um ensino gratuito e de qualidade.

Às coordenadoras de cada grupo participante do projeto, por me recepcionar e aceitar participar da pesquisa.

A todos que me auxiliaram durante toda trajetória do projeto, com apoio emocional e me incentivando incondicionalmente.

REFERÊNCIAS

1 SARTORI, G. S.; VAN DER SAND, I. C. P. GRUPO DE GESTANTES: ESPAÇO DE CONHECIMENTOS, DE TROCAS E DE VÍNCULOS ENTRE OS PARTICIPANTES. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v. 6, n. 2, 22 dez. 2004. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/fen/article/view/821>. Acesso em: 13 ago. 2020.

2 LEITE, Mirlane Gondim et al. Sentimentos advindos da maternidade: revelações de um grupo de gestantes. **Psicol. estud.**, Maringá, v. 19, n. 1, p. 115-124, Mar. 2014. Diponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-73722014000100013&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 ago. 2020. https://doi.org/10.1590/1413-7372189590011.

3 SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE (SES - SP). Manejo Do Ciclo Gravídico Puerperal e Lactação – Covid 19. **Nota Técnica n. 03**, mar. 2020. Disponível em: <https://portaldeboaspraticas.iff.fiocruz.br/biblioteca/nota-tecnica-no-03-manejo-do-ciclo-gravidico-puerperal-e-lactacao-covid-19/>. Acesso em: 05 out. 2020.

4 GIL, A. C. **Métodos e Técnicas da Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, v. 1, 2008.

5 MOREIRA, M. A.; ROSA, P. R. S. **Pesquisa em ensino: métodos qualitativos e quantitativos**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 83. 2009. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios11.pdf>. Acesso em 31 ago. 2020.

6 UNIMED. **Curso Gestação Saudável orienta sobre cuidados na gravidez e após o nascimento do bebê**, 2020. Disponível em: <https://www.unimedcuritiba.com.br/wps/portal/internet/institucional/noticias/curso-gestacao-saudavel-orienta-sobre-cuidados-na%20gravidez-e-apos-o-nascimento-do-bebe>. Acesso em: 02 out. 2020.

7 PARTO DO PRINCÍPIO. **Rede GAPP (Grupos Apoiados pela Parto do Princípio)**, 2015. Disponível em: <https://www.partodoprincipio.com.br/gapp---grupos-de-apoio->. Acesso em: 02 out. 2020.

ISSN 2446-7618

Anexo A. Termo de Consentimento.

Termo de Consentimento

O projeto intitulado atualmente como: "'FAMÍLIAS GESTANTES": DESENVOLVIMENTO DE UM SITE PARA IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS GRUPOS DE APOIO NA REGIÃO DE ASSIS CHATEAUBRIAND - PR
", tem como propósito conhecer e identificar os grupos de apoio às gestantes e aos familiares da região de Assis Chateaubriand - Paraná.
O objetivo é caracterizar cada grupo e tornar acessível publicamente, por meio de um site, as informações necessárias para que o público localize e inicie contato com o grupo mais próximo ou mais relacionado com sua demanda.

Assim, as informações publicadas sobre cada grupo no site serão:
- Nome do grupo;
- Cidade;
- Local de encontro do grupo (on-line ou presencial);
- Assuntos abordados em cada grupo;
- Quantidade de integrantes do grupo;
- Outras informações que sejam relevantes para as "Famílias Gestantes" e que estejam acessíveis no grupo.

Desse modo, eu, Letícia Hikari Koshita, pesquisadora em formação pelo Instituto Federal do Paraná, peço para ser incluída no grupo sob sua gestão e para que possa acompanhar as discussões ali realizadas, uma vez que haja interesse do grupo em participar deste projeto. É importante ressaltar que não serão coletadas e nem publicadas informações ou relatos pessoais das integrantes dos grupos, garantindo sigilo total por parte da pesquisadora, das informações íntimas que muitas vezes são compartilhadas nos grupos.

Os benefícios esperados com esta pesquisa são:
- Auxiliar na disseminação do papel e da relevância dos grupos para o período gestacional e do puerpério;
- Auxiliar as famílias a localizar e iniciar contato com um grupo com o qual se identifiquem;
- Disponibilizar conteúdos científicos ligados às políticas públicas de saúde, de forma objetiva e organizada,
- Oferecer aos grupos meios para que tenham suas páginas dentro do site e possam utilizar este canal para divulgar suas atividades.

A sua participação neste estudo é voluntária, e sua desistência é aceita a qualquer momento.
Você poderá entrar em contato com os pesquisadores responsáveis por esta pesquisa a qualquer instante, para esclarecer eventuais dúvidas que você possa ter, ou nos fornecer informações que julgar pertinentes, antes ou durante o desenvolvimento da pesquisa.

E-mail para contato:
Letícia Hikari Koshita: leticiakoshita2@gmail.com
Eduardo Alberto Felippsen: eduardo.felippsen@ifpr.edu.br
Julia Paula Dill: juliapdill@gmail.com

Dessa forma, ao selecionar uma das opções a seguir, você manifesta estar ou não de acordo com os itens acima descritos.

Para ter acesso a mais detalhes sobre este projeto, acesse este link:
https://www.felippsen.eti.br/projetos-dos-estudantes/2020/grupos-de-apoio-%C3%A0s-fam%C3%ADlias-gestantes

ISSN 2446-7618

ORGANIZAÇÃO E PUBLICAÇÃO DE LIVROS DIGITAIS: ESTUDO DE CASO COM OS ARTIGOS DOS PROJETOS FINAIS DO CURSO TÉCNICO EM INFORMÁTICA INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO DO IFPR - CAMPUS ASSIS CHATEAUBRIAND

Oliveira, E. K.[1]
Medola, L. S.[2]
Clarindo, A. L. F.[3]
Felippsen, E. A.[4]

[1] *Estudante, Emi Kussano Oliveira, Instituto Federal do Paraná, emikussanoliveira@gmail.com.*
[2] *Estudante, Larissa da Silva Medola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, larissa.medolaifpr@gmail.com.*
[3] *Mestre em Linguagem, Adrian Lincoln Ferreira Clarindo,Instituto Federal do Paraná, adrian.clarindo@ifpr.edu.br.*
[4] *Mestre em Ensino, Eduardo Alberto Felippsen Instituto Federal do Paraná, eduardo.felippsen@ifpr.edu.br.*

Resumo
No Instituto Federal do Paraná (IFPR), campus Assis Chateaubriand, os estudantes do curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio produzem um artigo como requisito parcial para aprovação no Projeto Final de Curso. Todavia, após a apresentação dos resultados em banca ao final do ano letivo, essas produções, por falta de um meio de divulgação ainda não instituído no campus, permanecem arquivadas. Por meio do estudo de caso e da pesquisa bibliográfica, este projeto propõe possibilitar que os artigos produzidos se tornem públicos por meio de uma coleção de artigos em formato de livro digital, o qual será o resultado prático deste projeto. Esta pesquisa apresenta ainda um roteiro explicativo com os procedimentos para organizar e publicar um livro digital, além do processo de registro no ISBN (*International Standard Book Number*). Como resultados parciais, tem-se as autorizações para publicação dos artigos selecionados; um site para divulgar informações do projeto; a seleção do Scribus como plataforma de diagramação e está em curso uma comparação entre plataformas de publicação do e-book. Por meio deste projeto, foi possível observar o potencial e alcance dos trabalhos entre os estudantes ao tornar públicas as produções dos egressos. Também ficou evidente que as tecnologias atuais permitem variadas formas de disseminar estes artigos. Nesse contexto, a publicação de artigos por meio de e-books vai ao encontro da democratização do acesso à informação para a comunidade acadêmica, assim como o roteiro atende a instrumentalização institucional quanto aos processos necessários para produzi-los periodicamente.

Palavras-chave: Divulgação Científica. IFPR. Coletânea de Artigos. Livro Digital.

ORGANIZATION AND PUBLICATION OF DIGITAL BOOKS: A CASE STUDY ON THE FINAL PROJECT PAPERS OF THE COMPUTER SCIENCE PROGRAM HIGH SCHOOL AT IFPR - CAMPUS ASSIS CHATEAUBRIAND

ISSN 2446-7618

Abstract
At the Federal Institute of Paraná (IFPR), Assis Chateaubriand campus, the students of the Technical High School Computer Science course submit a final paper project in partial fulfillment of the requirements for approval. However, after these results are presented at the end of the school year, they are archived. It happens due to a lack of a means of publicity, which is not yet established on campus. Through case study and bibliographic research, this work proposes to enable the articles produced to be made public via a collection of papers in a digital book type, which will be the practical result of this project. This survey also presents an explanatory script with the procedures to organize and publish a digital book, in addition to the registration process in the ISBN (International Standard Book Number). Partial results include permissions to publish the chosen papers; a website to spread this project information; the selection of Scribus as a diagramming platform; and comparisons among e-book publication platforms. Through this project, it was possible to observe the potential and scope of the work among the students when we made public the productions of former students. It was also evident that the current technologies allow various ways of disseminating these papers. In this context, the publication of papers through e-books meets the democratization of access to information for the academic community, as well as the script, meets the institutional instrumentation regarding the processes required to produce them periodically.

Key words: Scientific Communication. IFPR. Collection of Papers. E-book.

1 INTRODUÇÃO

Há registros do início da escrita em várias civilizações antigas, não sendo possível um local e momento exato de seu surgimento. Quinhentos mil anos atrás já existiam utensílios fabricados pelo homem, todavia só em torno de quarenta mil anos atrás que nossos ancestrais desenvolveram a capacidade de criar representações que traziam prazer estético — “o prazer devia consistir na própria fabricação e na sua contemplação, à luz fuliginosa das cavernas” (1). Com a evolução do homem, a linguagem foi se aprimorando, passando por traços feitos na areia, entalhes nas orelhas dos animais para marcar sua posse, pictografia, hieróglifo e ideograma — palavra representada por desenhos —, fonografia — notação dos sons — e ideografia — se ajusta a língua com sua fonética — até os sinais-sons ou letras (1).

> A história da escrita aparece ligada a elementos materiais: suporte, instrumentos para escrever, líquido para escrever; a escrita dependeu durante muito tempo da habilidade manual de gravadores e outros copistas. (2)

Um dos grandes marcos da história da escrita foi a invenção da imprensa de caracteres móveis no século XV, com essa foi possível

> [...] a preservação e a divulgação do pensamento e do conhecimento [...], através da reprodução das suas obras em numerosos exemplares, que seriam postos ao alcance de um vasto número de leitores[...]. (2)

Ainda de acordo com Brito (2007) (2), o livro impresso substituiu o códice iluminado — “conjunto de folhas (de pergaminho e depois de papel), formando cadernos rectangulares, que unidos constituíam os códices” (2) — e se tornou o modelo tradicional de produção escrita desde a mais de cinco séculos até os dias atuais. Com o advento das tecnologias computacionais no final do século XX e início

ISSN 2446-7618

do século XXI, Brito (2007) [2] questiona se os meios eletrônicos substituirão o livro impresso.

Para Ferreira, Miranda e Moras (2018) [3] os livros digitais deram origem a uma nova demanda, fazendo com que a cadeia editorial se adaptasse para suprir as necessidades dos livros digitais e físicos. Ainda de acordo com Ferreira, Miranda e Moras (2018) [3]:

> os e-books podem auxiliar o leitor que dispõe de menos tempo a ter a comodidade de comprar o seu livro sem sair de casa, lê-lo em qualquer lugar com seu dispositivo móvel e ainda livrá-lo de carregar peso. Com tanta praticidade e outros diversos aspectos favoráveis (economia de papel, dispositivos exclusivos, distribuição logística facilitada, possibilidade de ampliação e oferta a preços mais baratos), os e-books possuem, tecnicamente, várias vantagens em relação aos livros impressos. [3]

Esses autores complementam dizendo que os livros didáticos apresentam maior chance de sucesso no segmento dos e-books, visto: a facilidade de transporte dos mesmos, o intervalo etário do público alvo — que possui maior aptidão às tecnologias digitais — e a dinâmica do mercado didático, a qual necessita de rápida atualização dos conteúdos, nesse caso a adesão dos livros digitais é mais rápida, cômoda e menos dispendiosa.

Ainda que a escrita de um livro seja um processo cercado por detalhes, normas e diretrizes, as quais serão esclarecidas ao longo deste texto, é possível para qualquer pessoa, sozinha ou com colegas escrever sobre qualquer assunto e proceder com sua publicação. Assim, do ponto de vista científico, tem se destacado outro instrumento, denominado artigo científico.

De acordo com BICAS (1999) [4], publicar ciência é “organizar o caos de informações, apresentar de forma didática e ordenada o enorme conjunto de dados, entendê-los, interpretar seus direcionamentos”. Um artigo científico quando publicado, é analisado previamente por um corpo científico especialista, contribuindo para sua credibilidade visto que o conteúdo proposto pelos autores foi avalizado por pessoas tecnicamente capazes antes de sua publicação [5], o que o difere da produção individual de um livro

Tendo isso em vista, discute-se nas páginas a seguir, os trâmites pertinentes ao processo de organização e publicação de um livro digital em formato de coleção de artigos, os quais são oriundos dos PFC (Projetos Finais de Curso) do curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal do Paraná (IFPR) Campus Assis Chateaubriand. Evidencia-se que o livro digital conterá os artigos produzidos entre os anos de 2013 e 2016 do curso, devido ao fato de que após a conclusão dos projetos, não há no campus um meio para disponibilização destes para consulta pública.

Desta forma, o objetivo deste projeto é possibilitar que os trabalhos produzidos pelos discentes das turmas de 2013 a 2016 se tornem públicos por meio de uma coleção de artigos em formato de livro digital. Para mais, nas páginas a seguir apresenta-se um roteiro explicativo de como proceder com a formatação de um e-book. A intenção é ventilar mecanismos institucionais dentro do colegiado do curso para que ao término de cada ano letivo, os artigos possam ser publicados. Também será evidenciado o processo para registro do ISBN — *International Standard Book Number*, ou seja, Padrão Internacional de Numeração de Livro —, contribuindo inicialmente com o curso supracitado e gerando meios para que os demais cursos de todos campi possam produzir seus e-books.

Diante do exposto, acredita-se que o projeto contribui tanto para os estudantes leitores quanto para quem procura por um meio para divulgar os

ISSN 2446-7618

resultados dos seus estudos. No primeiro grupo, existe a busca de informações de base para produção dos seus artigos científicos. Já no segundo grupo, temos a produção dos conteúdos que alimenta o primeiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Delineamento da pesquisa

O presente projeto tem o intuito de estudar um meio de divulgação de trabalhos científicos que ainda não está presente no IFPR Campus Assis Chateaubriand — o e-book. Por esse motivo ele é um estudo de caso, delineamento de pesquisa que: "[...] é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado" (6). No presente projeto o objeto de estudo é a organização e publicação de livros digitais com propósito de tornar público os artigos dos projetos finais do curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do IFPR - Campus Assis Chateaubriand.

Também foi efetuada uma pesquisa bibliográfica, a qual "é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos" (6). Essa, além de ser parte inicial do projeto, foi fundamental para ter acesso a informações que contribuiram para o desenvolvimento do mesmo.

2.2 Critério de seleção dos artigos

Inicialmente, foi feito a busca dos artigos com o professor do componente curricular Projeto Final de Curso, esse tinha os artigos das turmas de IIN2013 até IIN2016, sendo dessas turmas os artigos que estarão no e-book organizado. Pelo fato de já ter se passado um período de tempo razoavelmente grande, os artigos da turma IIN2012 não estavam disponíveis, provavelmente esses acabaram se perdendo pela falta de um meio de divulgação e um meio de disponibilização, o que reforça a necessidade do presente projeto.

Para seleção dos artigos foi escolhido o critério de conceito obtido pelo mesmo, a princípio a coletânea de artigos em formato de e-book contará somente com os escritos com conceito "A". Porém, pode ser considerado a criação de outro e-book com os artigos de conceito "B", pelos mesmos autores do presente projeto ou alguém que tenha interesse em continuar esse. A adoção desse critério foi possível devido ao fato dos artigos já terem passado por uma banca avaliadora, a qual já fez a avaliações, decidiu quais estavam aptos para serem aprovados e os conceitos que mereciam.

É pertinente a explicação do conceito, o qual é utilizado para expressar o resultado alcançado pelo aluno no processo de avaliação no Instituto Federal do Paraná. Os conceitos — que variam de "A" a "D" — são explicados da seguinte forma: conceito "A" "quando a aprendizagem do estudante for PLENA e atingir os objetivos, conforme critérios propostos no plano de ensino"; conceito "B" "quando a aprendizagem do estudante for PARCIALMENTE PLENA e atingir os objetivos, conforme critérios propostos no plano de ensino"; conceito "C" "quando a aprendizagem do estudante for SUFICIENTE e atingir os objetivos, conforme critérios propostos no plano de ensino"; e conceito "D" "quando a aprendizagem do estudante for INSUFICIENTE e não atingir os objetivos, conforme critérios propostos no plano de ensino" (7).

ISSN 2446-7618

2.3 Construção de um site de divulgação do projeto

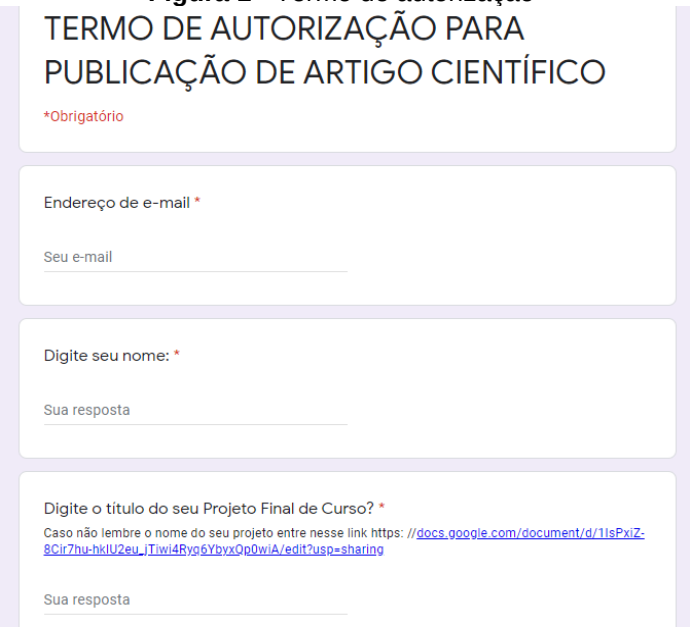
Com intuito do projeto ter um meio de divulgação, no qual contaria com informações sobre o mesmo, foi criado um site no Google Sites, o qual pode ser acesso pelo link: https://sites.google.com/view/e-book-coletnea-de-artigos. Como o site não faz parte do objetivo principal do projeto essa ferramenta de criação de sites foi escolhida por ser um meio fácil, rápido, que não demanda estudos aprofundados e que tem um resultado prático, visualmente agradável e que pode ser publicado com facilidade. Para a criação do site foi criado um Gmail do projeto, assim caso outra pessoa continue o mesmo, ela pode ter o controle do site sem problemas.

2.4 Autorização para usar os artigos no e-book

Para poder utilizar os artigos selecionados foi preciso fazer um termo de autorização, o qual foi necessário ser preenchido por todos os autores com artigo selecionado e que aceitaram o convite de tornar seu trabalho público por meio do e-book. Esse termo foi feito no Google Forms, essa escolha se deu por esse meio viabilizar a coleta de dados de forma prática e permitir o controle das respostas recebidas.

As Figuras 1, 2 e 3 apresentam o termo de autorização enviado aos autores dos artigos.

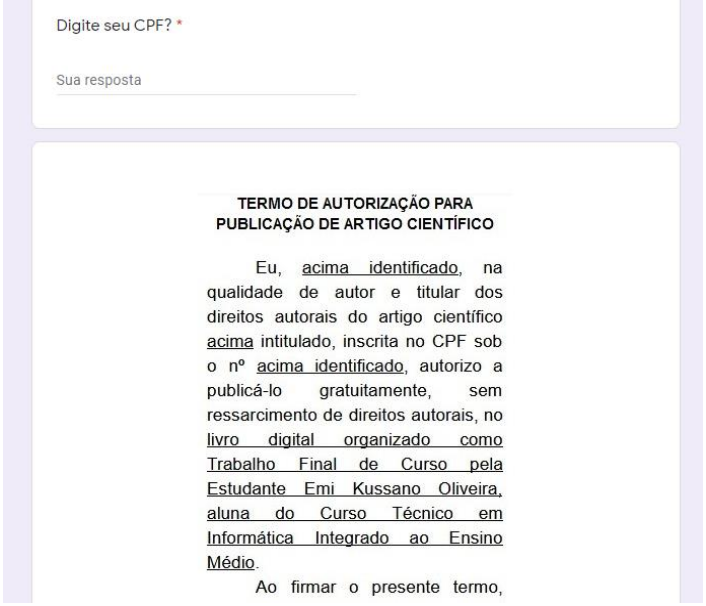
Figura 1 - Termo de autorização



Fonte: Autoria própria, 2020.

ISSN 2446-7618

Figura 2 - Termo de autorização


Digite seu CPF? *

Sua resposta

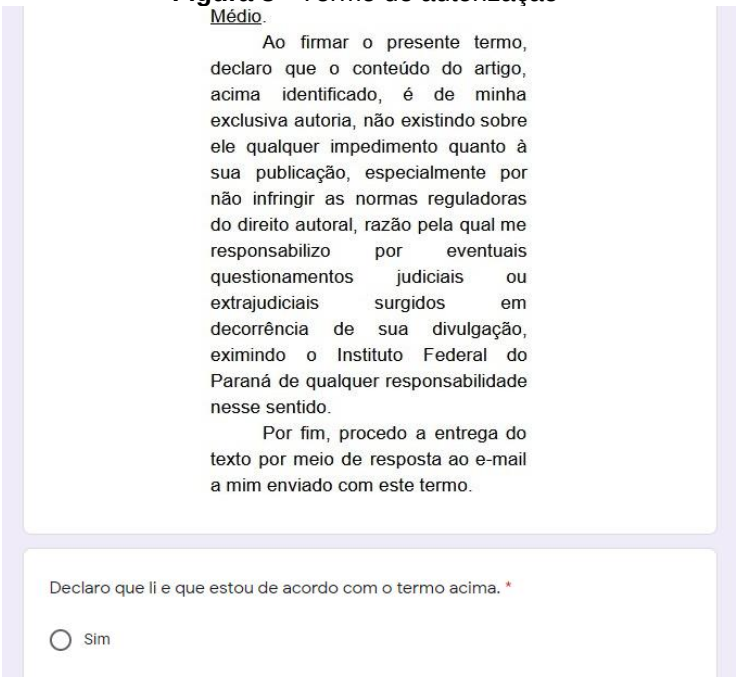
TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DE ARTIGO CIENTÍFICO

Eu, acima identificado, na qualidade de autor e titular dos direitos autorais do artigo científico acima intitulado, inscrita no CPF sob o nº acima identificado, autorizo a publicá-lo gratuitamente, sem ressarcimento de direitos autorais, no livro digital organizado como Trabalho Final de Curso pela Estudante Emi Kussano Oliveira, aluna do Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio.

Ao firmar o presente termo,

Fonte: Autoria própria, 2020.

Figura 3 - Termo de autorização


Médio.

Ao firmar o presente termo, declaro que o conteúdo do artigo, acima identificado, é de minha exclusiva autoria, não existindo sobre ele qualquer impedimento quanto à sua publicação, especialmente por não infringir as normas reguladoras do direito autoral, razão pela qual me responsabilizo por eventuais questionamentos judiciais ou extrajudiciais surgidos em decorrência de sua divulgação, eximindo o Instituto Federal do Paraná de qualquer responsabilidade nesse sentido.

Por fim, procedo a entrega do texto por meio de resposta ao e-mail a mim enviado com este termo.

Declaro que li e que estou de acordo com o termo acima. *

Sim

Fonte: Autoria própria, 2020.

Para entrar em contato com os autores, primeiramente utilizou-se as redes sociais Whatsapp e/ou Facebook como meio de comunicação. Esses meios foram utilizados para ter acesso ao e-mail desses e assim possibilitar o envio da autorização por meio deste correio eletrônico, o qual é mais formal além de permitir uma melhor organização e controle das respostas.

2.5 Diagramação

Antes da escolha de um software de diagramação realizou-se diversas pesquisas as quais sinalizaram que quatro ferramentas de diagramação poderiam

ISSN 2446-7618

atender os requisitos deste projeto: Canva, Kindle Create; Adobe InDesign; e Scribus. A Tabela 1 demonstra as características verificadas entre elas. Nessa alguns termos podem gerar dúvidas, são eles “Epub” e “KPF”. O primeiro é “(Eletronic Publishing), um formato que agrega as funções do HTML, XML e CSS e que é um padrão aberto [...]. O ePub [...] abrange funcionalidades como multimídia e a linguagem JavaScript” (8). Já o segundo termo se refere a um “arquivo (KPF) publicável que você pode enviar para o KDP. O arquivo KPF é usado somente para publicação” (9).

Tabela 1 - Comparativo entre os softwares de diagramação

Característica	Canva	Kindle Create	Adobe InDesign	Scribus
Gratuito	X	X		X
Opção de salvar em Epub			X	
Opção de salvar em KPF.		X		
Opção de salvar em PDF	X		X	X
Vasta Informações sobre	X	X	X	X
Vastas opções de diagramação			X	X

Fonte: Autoria própria, 2020.

Depois do processo de análise, o software Scribus foi o escolhido, isso se deu por esse ser o que mais coincide com as necessidades da coleção de artigos em formato de livro digital que será organizada, as quais são: o e-book salvo no formato PDF; uma ferramenta que possibilite trabalhar com uma grande quantidade de textos e imagens; e a possibilidade de uma diagramação personalizada. A seguir, está detalhado mais sobre cada ferramenta estudada para o desenvolvimento do e-book, além do detalhamento que levou a escolha do Scribus.

2.5.1 Canva

O Canva é uma plataforma de *design* gráfico, o qual permite a criação de diversos conteúdos visuais além de e-books. A plataforma permite variadas funções de elementos visuais, como imagens e figuras, todavia não permite muitas opções relacionadas a formatação de textos e mecanismos que facilitem a organização desses, como acontece nos softwares de diagramação. Assim, acredita-se que essa seja mais adequada para e-books com menos textos.

2.5.2 Kindle Create

ISSN 2446-7618

Já o Kindle Create, é uma ferramenta de formatação de e-book utilizada para os livros digitais que serão publicados na empresa Amazon. Essa ferramenta de diagramação salva somente no formato de arquivo KPF, e esta característica não é pertinente para os objetivos de amplo acesso aos artigos produzidos pelos estudantes. Além desta limitação, buscou-se ainda a opção de ter esse e-book em formato de PDF como formato universal, o que não era oferecido. Por fim, esta plataforma não permite uma diagramação personalizada, é preciso seguir um dos modelos disponibilizados. Além disso, a ferramenta é mais adequada para e-books com poucas imagens, apesar de existir a opção print replica — indicada para livros com muitas imagens —, essa opção acaba não sendo uma forma de diagramação, pois apenas replica um arquivo em PDF em um e-book compatível com a plataforma Kindle.

2.5.3 Adobe InDesign

O Adobe InDesign é um software de diagramação, ele tem muitas opções e é usado por profissionais. Todavia, ele é pago, o que acaba sendo a principal limitação. Se não fosse encontrado um software grátis alternativo a esse, o mesmo teria sido o escolhido. Felizmente, foi encontrado o Scribus como esse meio alternativo, o qual é um aplicativo de código aberto.

2.5.4 Scribus

Como Epub e Mobi são formatos proprietários, infelizmente somente com suas respectivas plataformas é possível utilizá-los. Estes formatos são vantajosos pois adequa o texto ao tamanho da tela do dispositivo utilizado, alterando o tamanho da fonte, e não utilizando o recurso de ampliar (zoom). Ao utilizar o recurso de ampliar, não é possível ficar com todo texto na tela enquanto se lê. Todavia, foi levado em consideração que como é um livro que terá muitas imagens, gráficos e tabelas seria mais complicado ter esse redimensionamento, sendo que na maioria das vezes o arquivo seria desconfigurado. Isso é evidenciado pelo fato de livros com muitas imagens feito no Kindle Create serem feitos com o print replica, o que não permite o redimensionamento do texto. Portanto, a limitação que esse apresentou não seria uma dificuldade apenas do Scribus, assim, por esse possuir grande quantidade de opções de diagramação, salvar em PDF e ser gratuito, foi escolhido.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

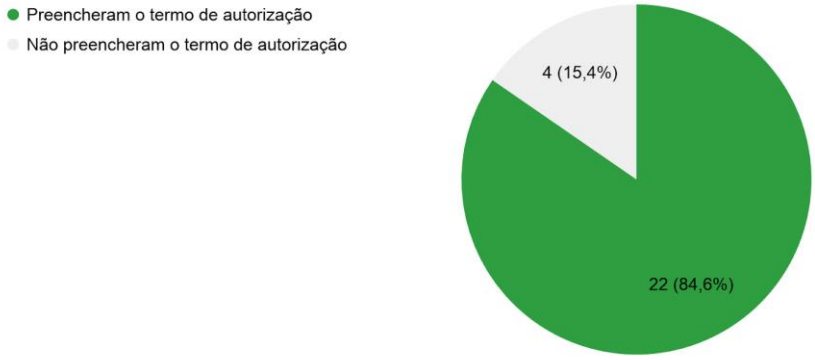
Nesta seção apresenta-se os frutos do presente projeto, desde os artigos conseguidos e o processo de diagramação até o roteiro explicativo produzido.

3.1 Termos de autorizações recolhidos

Após o contato com os autores, dos 26 trabalhos selecionados, 22 aceitaram ter seu artigo no e-book em organização, como mostra a Figura 4. O autores do presente projeto acreditam que foi alcançado uma quantidade relevante de artigos, sendo que 84,6% dos egressos consultados demonstraram interesse em ter seus trabalhos publicados. Assim, acredita-se que os autores dos trabalhos produzidos como projeto final do Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do IFPR, Campus Assis Chateaubriand acreditam no potencial do e-book como um divulgador de suas pesquisas.

ISSN 2446-7618

Figura 4. Quantidade de termo de autorização.



Fonte: Autoria própria, 2020.

3.2 Diagramação do e-book

Com a escolha do software de diagramação — o Scribus —, foi feito o modelo de páginas que o e-book seguirá. Nas Figuras 5 e 6, estão exemplos onde esses modelos já foram aplicados, modelo das páginas dos capítulos e modelo das páginas comuns, respectivamente. Por meio de uma reunião, essa escolha foi discutida e aprovada por todos os autores do presente projeto.

Figura 5. Modelo dos capítulos.

Fonte: Autoria própria, 2020.

Figura 6. Modelo das páginas comuns.

Fonte: Autoria própria, 2020.

ISSN 2446-7618

3.3 Roteiro explicativo

Esse roteiro tem o intuito de demonstrar ao leitor o necessário para que o mesmo consiga produzir seu próprio e-book. Para isso, é indicado a seguir todos os conteúdos pesquisados e já validados, além de detalhes com base no que se percebeu durante a construção do e-book gerado pelo presente projeto.

3.3.1 Produção do e-book

Antes de começar com a diagramação é essencial encontrar os conteúdos que estarão no e-book, no caso da coleção de artigos — como é o caso do e-book que está em organização nesse projeto — é essencial escolher o critério de seleção dos artigos e produzir um termo de autorização para ter uma evidência de que os escritos presentes no livro digital tem permissão dos autores para serem divulgados publicamente e com a cedência dos direitos autorais. Além do termo de autorização é preciso dos artigos completos, para isso dois meios se destacam: pedir aos autores esses artigos ou procurar por algum responsável que já tenha esses — no caso dos artigos dos projetos finais de curso, o professor desse componente curricular. No presente projeto, para ter acesso aos escritos completos foi utilizado os dois meios, é importante destacar que os autores nem sempre têm seu artigo final, o que acaba fazendo com que seja necessário entrar em contato com terceiros, seus orientadores.

Em relação ao formato dos artigos, ter esses em formato editável facilita a cópia dos textos para enquadrá-los na editoração via Scribus. Como quando foi pedido os artigos do presente projeto ainda não se tinha conhecimento disso, a maioria estava em formato PDF. O site I love PDF — https://www.ilovepdf.com/pt — foi útil para a conversão desses escritos para Word. Além disso, é preciso de todas as imagens dos artigos para que possam ser organizadas separadamente na diagramação, para conseguir essas imagens também pode ser utilizado o site I love PDF, o qual extrai todas as imagens de um PDF. Esse site afirma que,

> Seus arquivos são apenas seus. Enquanto os arquivos estão em nossos servidores, eles estão fortemente protegidos e ninguém pode acessá-los. Nós apenas os mantemos por um período máximo de 2 horas, para que você possa baixá-los. Logo depois, eles são totalmente removidos de nossos servidores. Você também pode eliminar o documento por si mesmo no final de cada conversão. Nós não iremos ver, copiar ou analisar seus arquivos de maneira alguma. (10)

Assim, não há perigo dos artigos serem usados por outras pessoas e com outros fins, é um meio útil e seguro que garante que os arquivos são apagados do site após um período de tempo. Mesmo existindo essa ferramenta, a qual foi necessária para o projeto, sugere-se que os próximos artigos de Projeto Final de Curso sejam entregues em um formato editável junto a uma pasta que contenha todos as imagens utilizadas nesse, isso facilitará a organização dos próximos e-books.

Com todo material recolhido é possível dar início a diagramação. Para isso é essencial fazer o download do software escolhido — https://www.scribus.net/downloads/ — e entendê-lo. Para a familiaridade do software e o entendimento básico do Scribus , software de diagramação escolhido, a playlist Scribus básico do canal Valeu Cara — a qual pode ser acessada pelo link https://www.youtube.com/playlist?list=PLhVpRntKYP-ZMM4rZpDo1cP8SIoAfc6n8 —

ISSN 2446-7618

foi essencial. Ademais, conteúdos do site https://wiki.scribus.net/canvas/Trabalhando_com_quadros_de_texto foram utéis para consultas de necessidades específicas. Algumas explicações dos mesmos conteúdos da playlist supracitada estão presentes neste site em forma de texto, isso acaba sendo útil quando já está trabalhando com o software, mas ocorre o esquecimento de como proceder com alguma função desse.

Algumas funcionalidades do software não estão detalhadas na playlist Scribus básico, por isso será indicado outros conteúdos que foram necessário. O vídeo "Justificação de textos a nível profissional" ensina como deixar o texto com uma justificação agradável, sem espaços muito grande entre as palavras, esse pertence ao mesmo canal da playlist supracitada e pode ser acessado pelo link: https://youtu.be/4SJrCL71mAA. Outro vídeo deste canal que foi essencial e ajudou a acelerar o processo de diagramação é o "Textos fluindo automaticamente por várias páginas" — https://youtu.be/Z-7648TyhqM —, com essa funcionalidade os textos continuam de uma caixa de texto para outra, o que é ideal para diagramação com textos grandes, como no caso do e-book. Além desses, o vídeo "Índice automático" — https://youtu.be/AJtKOZtHsOQ —, ensina a criar um índice automático no Scribus.

Assim, fica perceptível que qualquer um que pesquisar e buscar informações tem a capacidade de criar o seu próprio e-book. No próximo tópico, será explicado sobre como conseguir um ISBN para o e-book produzido.

3.3.2 Como obter ISBN

O International Standard Book Number identifica publicações, como livros, apostilas e materiais relacionados — impressos ou digitais. Esse é um padrão numérico da obra, seus treze números indicam: título, autor, país, editora e edição. O ISBN é reconhecido em mais de 200 países, incluindo no Brasil, é lido por sistemas gerais de catalogação, bibliotecas e redes de varejo, sendo praticamente fundamental em uma publicação. O ISBN pode ser emitido por pessoas físicas ou jurídicas, para que o mesmo seja solicitado é necessário fazer um cadastro na Câmara Brasileira do Livro (CBL) [(11)].

Esse cadastro é feito no site da CBL, o qual pode ser acesso por esse link http://cbl.org.br/. Com o cadastro realizado, é preciso ir na opção adquirir ISBN, na qual é oferecida a possibilidade de compra única ou por lotes do mesmo, cada unidade tem o custo de R$ 22,90. Para obter o ISBN é preciso preencher um formulário com dados da obra, da autoria, informações complementares, classificação da obra e arquivos da obra. Esse processo do pedido do ISBN é explicado de forma detalhada no site da CBL — veja no link https://servicos.cbl.org.br/isbn/como-solicitar-um-isbn/. A maioria das plataformas de autopublicação não exigem o ISBN, mas como dito anteriormente é algo que só acrescenta ao e-book e é obrigatório em muitas livrarias. No próximo tópico, será explicado sobre a publicação dos e-books.

3.3.1 Publicação dos e-books

O e-books podem ser publicados em mais de uma plataforma, entre as mais conhecidas estão: Kindle Direct Publishing, Google Livros e Clube de Autores. Além desses meios de publicação independente, os e-books também podem ser divulgados em sites e redes sociais, mas esses meios não permitem rentabilidade financeira, como as plataformas supracitadas. No caso do e-book que está sendo

ISSN 2446-7618

organizado, não há nenhum objetivo financeiro, busca-se apenas a divulgação dos artigos produzidos pelos alunos do curso Técnico em Informática Integrado ao ensino médio, assim, um dos meios de divulgação que será utilizado é o site de divulgação do projeto.

Para a publicação na Amazon, a qual é feita pelo Kindle Direct Publishing, o vídeo “Como publicar um e-book na Amazon” — https://youtu.be/YSJal97moHk — do canal Projeto Escrita Criativa é intuitivo e explica de uma forma fácil. Da mesma forma, o vídeo “Como publicar o seu livro no Clube de Autores” — https://youtu.be/qaav4zxSNl4 — do mesmo canal explica de maneira simples e fácil como é feito a publicação no Clube dos Autores. Para a publicação no Google Livros indica-se a leitura da explicação da própria Google Livros, a qual pode ser acessada pelo link: https://support.google.com/books/partner/answer/3289675?hl=pt-BR. Esses são meios que permitem a publicação de livros digitais sem uma editora, fica evidente que a partir da autopublicação todos têm a capacidade de publicar um livro digital ou físico.

3.4 Projetos Correlatos

É fato que as tecnologias digitais atuais aliadas à Internet promoveram “uma efervescência de informações caracterizadas pela rapidez e agilidade com que essas circulam” (12). Tais informações estão disponíveis ao público em diversos formatos, dentre os quais pode-se citar sites, redes sociais e o livro digital.

O livro digital especificamente tem se mostrado um meio de divulgação científica da atualidade e aparece frequentemente como uma coletânea de artigos completos oriundos de vários projetos. É indiscutível que os meios digitais de acesso a informações potencializam a democratização da disponibilidade de conteúdos, os quais passam a fazer parte da vida de pesquisadores e da sociedade em geral.

Diante desse contexto, destaca-se projetos como o livro para publicações coletivas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). No qual, Servidores do IFRN estão organizando um livro de publicações coletivas, chamado "A EDUCAÇÃO DIANTE DO ESPELHO: Covid-19 e as janelas de responsabilidades na e no pós-pandemia”, o qual tem o intuito de reunir e publicar “experiências de ensino, pesquisa, extensão e gestão” durante o período vivenciado na pandemia do coronavírus (13). Portanto, essa iniciativa demonstra que em outras unidades do Instituto Federal também foi identificada a demanda de se produzir um livro no formato de coleção de artigos, como no presente projeto.

Outro exemplo de e-book é “As Práticas e a Docência em Música” organizado por Josiane Paula Maltauro Lopes, Doutora em Música. Esse livro digital é uma coleção de artigos, os quais se relacionam com a temática do livro que como apontado pelo título visa a prática e a docência em música (14). Esse compilado de artigos deu origem a um conjunto de informações que traz contribuições para a área do mesmo. Do mesmo modo, o livro digital produzido no presente projeto busca oferecer uma coletânea de artigos que colabore com informações válidas da área do Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio, visto que os artigos presentes no e-book serão desse curso.

Além disso, é fato que o livro digital pode ser usado como meio de divulgação em diversas situações para transmitir informações, como por exemplo a que está sendo vivenciada no ano de 2020 — a pandemia do Covid-19. É evidência disso o e-book "RETOMADA DAS ATIVIDADES DOCENTES DE FORMA REMOTA

ISSN 2446-7618

E EMERGENCIAL NA PANDEMIA: direito de imagem, direitos autorais, deveres e obrigações" disponibilizado pelo Sindicato dos Trabalhadores da Educação Básica, Técnica e Tecnológica do Estado do Paraná junto a Bordas Advogados Associados, o qual traz informações sobre o ensino nesse novo contexto com um olhar jurídico (15).

Portanto, é evidente que mesmo com propostas diferentes os projetos buscam tornar público saberes que necessitam de um meio de divulgação para serem disseminados. Isso comprova que na atualidade existem variadas formas de divulgação científica, as quais estão disponíveis para serem utilizados e possuem a capacidade de auxiliar no processo de disponibilização das pesquisas científicas realizadas.

4 CONCLUSÃO

Neste trabalho foram abordados os assuntos: divulgação de artigos científicos por meio do e-book; a organização de uma coletânea de artigos e o seu processo na prática; divulgação independente; e os trâmites processuais para produção e publicação de livros digitais, incluindo a análise dos meios de diagramação e a verificação das plataformas de publicação mais conhecidas.

Com base no que foi desenvolvido, foi possível constatar que a ciência precisa ser divulgada, principalmente a que tem menos visibilidade por falta de divulgação, como é o caso dos artigos selecionados, neste contexto a implantação do e-book como um meio de tornar público os escritos científicos é um processo que vai ao encontro do amplo acesso ao conhecimento para toda a sociedade. Já quanto organização do e-book, sua diagramação e publicação foi identificado que se trata de um processo mais simples do que o imaginado pela maioria das pessoas e que poderá ser desenvolvido sem grandes dificuldades futuramente pelo colegiado do curso, viabilizando a prática da publicação periódica desse.

Além disso, ressalta-se que a escolha de um software de diagramação foi uma das decisões que demandou muitas pesquisas e estudos, assim espera-se que as informações trazidas neste artigo sobre esses meios sejam úteis e ajudem a economizar o tempo de quem pretende diagramar um livro digital. Também ficou perceptível que a internet tem muitas informações, desde as que fornecem informações muito úteis até algumas que acabam sendo superficiais, por isso no roteiro foi indicado as informações consideradas melhores e mais eficientes, também visando uma economia de tempo de quem pretende diagramar e publicar um e-book.

Destaca-se ainda que no início desta pesquisa o custo para fazer registro na plataforma de solicitação do ISBN era de R$ 290,00 mais o preço da taxa de emissão do mesmo que era de R$ 22. Porém, após a mudança da Agência Brasileira do ISBN ser passada da Fundação Biblioteca Nacional para a Câmara Brasileira de Livro, houve alterações no custo, sendo que agora o cadastro na plataforma é gratuito, assim, é preciso pagar apenas RR22,00, valor do ISBN. Esse fato é positivo não somente para este projeto mas para todos que pretendem registrar-se.

Por fim, os autores trabalham também com a hipótese de que se o e-book for incluso na plataforma do Google Livros, sua divulgação e disponibilidade serão muita contributivas para este projeto, logo, assim que houver o registro no ISBN, será incluso no site do projeto e no Google Livros. Também terá a possibilidade do e-book produzido estar disponível na Amazon.

ISSN 2446-7618

Agradecimentos

Agradecemos a todos que participaram e que apoiaram o desenvolvimento desse projeto. O orientador Eduardo Alberto Felippsen, o qual esteve em todo o processo de desenvolvimento desse, trazendo contribuições para que esse pudesse se desenvolver e se aprimorar cada vez mais. Também a coorientadora Larissa da Silva Medola que esteve no desenvolvimento do projeto, agregando com dicas, sugestões e revisões. E o coorientador Adrian Lincoln Ferreira Clarindo que esteve presente no projeto auxiliando na organização do e-book e possibilitando a produção de um livro digital organizado e revisado. Ademais, agradecemos ao professor do componente curricular Projeto Final de Curso Olavo José Luiz Junior, o qual deu acesso aos artigos selecionados, e também a todos os autores que permitiram que seus escritos estivessem presente no livro digital que está em organização.

REFERÊNCIAS

1 COHEN, Marcel. Resumo da História da Escrita. **Revista de História**, São Paulo, v. 40, n. 81, p. 137, 29 mar. 2017. Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA). http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-9141.rh.1970.128945. Disponível em: <https://doaj.org/article/cc84123f9152417d9d61357287cc0e3a>. Acesso em: 25 mar. 2020.

2 BRITO, Armando Assis de Sousa e. OS MATERIAIS NA HISTÓRIA DA ESCRITA: das placas de argila da suméria às pastilhas de silício dos processadores actuais. **C.Tecn. Mat.**, Lisboa, v. 19, n. 3-4, p. 41-59, jul. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0870-83122007000200006&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 02 abr. 2020.Processo de corte de jato de água com abrasivo. Disponível em: <http://ciencia.hsw.uol.com.br/questao553.htm>. Acesso em: 6/07/2011.

3 FERREIRA, Fernando Coelho Martins; MIRANDA, Luis Fernando Moreira; MORAS, Monique. IMPACTO DOS E-BOOKS NA CADEIA EDITORIAL BRASILEIRA: uma análise exploratória. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 58, n. 5, p. 494-505, set. 2018. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s0034-759020180505. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75902018000500494&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 06 abr. 2020.

4 BICAS, Harley E. A. Publicações Científicas. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, [S.L.], v. 62, n. 5, p. 549-549, out. 1999. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s0004-27491999000500001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27491999000500001&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 05 jun. 2020.

5 TRZESNIAK, Piotr (2009): A estrutura editorial de um periódico científico. In: A. A. Z. P. Sabadini, M. I. C. Sampaio, & S. H. Koller (Orgs.), **Publicar em psicologia: um enfoque para a revista científica** (pp. 87-102). São Paulo: Associação Brasileira de Editores Científicos de Psicologia; Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo.

6 GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

ISSN 2446-7618

7 Instituto Federal do Paraná (Paraná). Resolução nº 50, de 14 de julho de 2017. INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ (Paraná). **Estabelece as normas de avaliação dos processos de ensino-aprendizagem no âmbito do IFPR**. 2017. Disponível em: https://reitoria.ifpr.edu.br/resolucao-no-50-de-14-de-julho-de-2017/. Acesso em: 19 set. 2020.

8 IANZEN, Adriane; PINTO, José Simão de Paula; WILDAUER, Egon Walter. Os sistemas de proteção de direito digital (DRM): tecnologias e tendências para e-books. **Encontros Bibli**: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação, [S.L.], v. 18, n. 36, p. 203-230, 17 abr. 2013. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). http://dx.doi.org/10.5007/1518-2924.2013v18n36p203. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/view/23763>. Acesso em: 08 maio 2020.

9 KINDLE DIRECT PUBLISHING. **Introdução ao Kindle Create**. Disponível em: https://kdp.amazon.com/pt_BR/help/topic/GUGQ4WDZ92F733GC. Acesso em: 03 nov. 2020.

10 I LOVE PDF. **Nossa equipe de suporte responde as seguintes perguntas, quase todos os dias**. 2020. Disponível em: https://www.ilovepdf.com/pt/ajuda/preguntas-frequentes. Acesso em: 28 out. 2020.

11 CAMARA BRASILEIRA DO LIVRO. **Manual do Usuário ISBN**. São Paulo: Câmara Brasileira do Livro, 2020. 35 p.

12 PORTO, Cristiane de Magalhães; PALACIOS, Marcos Silva. O lugar e o peso da autopublicação na internet e a cultura científica no Brasil. **Revista Educação e Cultura Contemporânea**, [S.L.], v. 9, n. 18, p. 53-74, 06 set. 2012. Disponível em: <https://doaj.org/article/41973b8fd7de4837bac27e5aafc6b6ab?gathStatIcon=true>. Acesso em: 04 jul. 2020.

13 IFRN (Rio Grande do Norte) (org.). **Abertas inscrições para submissão de artigos. 2020**. Disponível em: https://portal.ifrn.edu.br/campus/reitoria/noticias/abertas-inscricoes-para-submissao-de-artigos. Acesso em: 09 set. 2020.

14 LOPES, Josiane Paula Maltauro (org.). **As Práticas e a Docência em Música. Ponta Grossa**: Atena Editora, 2019. 82 p. Disponível em: https://www.atenaeditora.com.br/wp-content/uploads/2019/08/e-book-As-praticas-e-a-Docencia-em-Musica-4.pdf. Acesso em: 09 set. 2020.

15 BORDAS, Francis Campos. **RETOMADA DAS ATIVIDADES DOCENTES DE FORMA REMOTA E EMERGENCIAL NA PANDEMIA: direito de imagem, direitos autorais, deveres e obrigações**. [S. L.]: Sindicato dos Trabalhadores da Educação Básica, Técnica e Tecnológica do Estado do Paraná, 2020. 16 p. Disponível em: http://www.bordas.adv.br/2020/08/04/retomada-das-atividades-docentes-de-forma-remota-e-emergencial-na-pandemia-direito-de-imagem-direitos-autorais-deveres-e-obrigacoes/. Acesso em: 11 set. 2020.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE

9º Seminário de Inovação e Tecnologia do IFSul
9th Innovation and Technology Seminar IFSul
10 a 13 de Novembro / November 10th to 13th, 2020
Sapucaia do Sul – RS – Brasil

inovtec
ISSN 2446-7618

ANÁLISE DA EVASÃO DE UM CURSO PROFISSIONALIZANTE À DISTÂNCIA NA ÁREA DE ELETRICIDADE

Andrade, R.L. [1]
Kroetz Ayres Castro, A.T.[2]

[1] *Mestre em ciência dos materiais, Rocelito Lopes de Andrade, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, R. Pinheiro Machado, 205 Novo Hamburgo - RS, Rocelito.andrade@gmail.com*
[2] *Mestre em Educação, Aline Tamires Kroetz Ayres Castro, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, R. Pinheiro Machado, 205 Novo Hamburgo - RS, alinetkac@gmail.com*

(Todas as informações contidas neste artigo são de responsabilidade dos autores)

Resumo

Este trabalho relata a experiência inédita na promoção de um curso profissionalizante (Reparador de Eletrodomésticos) à distância e gratuito oferecido por uma escola pública (Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia – Campus Novo Hamburgo). O **objetivo** deste trabalho é a análise da evasão do curso em sua primeira edição (junho a outubro de 2020) e a proposição de ações de redução da evasão em suas próximas edições, mantendo o caráter inclusivo de uma escola pública. **O método utilizado** para análise da evasão do curso tem por base a abordagem quantitativa com comparação do perfil dos alunos ingressantes com os alunos concluintes; realizou-se também a análise do rendimento escolar nos diferentes tópicos do curso, a avaliação da qualidade do curso e a coleta de sugestões de melhoria informadas pelos estudantes. **Os resultados** deste trabalho mostram que a evasão do curso tem forte relação com o nível de escolarização prévio, com a técnica de divulgação do curso, com a idade, sexo e, principalmente, com a renda do estudante. **Concluiu-se** que uma parte significativa dos fatores que geraram evasão dos estudantes do curso EaD são questões estruturais/conjunturais do estudante, muitas de caráter social/financeiro. Este trabalho propõe algumas ferramentas de combate à evasão por parte das instituições de ensino: uma correta divulgação (conteúdo e meio) do curso, a execução de um curso de qualidade e que adicione real valor ao estudante e a construção de materiais didáticos adaptados ao uso de smartphones.

Palavras-chave: Ensino profissionalizante; Evasão escolar; Curso Reparador de Eletrodomésticos; Educação a distância

ANALYSIS OF SCHOOL DROPOUT IN A DISTANCE VOCATIONAL COURSE IN THE ELECTRICITY AREA OFFERED BY A PUBLIC SCHOOL

Abstract

This research reports the unprecedented experience in the promotion of a distance learning and free professional training course (Appliance Repairer) offered by a public

ISSN 2446-7618

school (Federal Institute of Education Science and Technology - Campus Novo Hamburgo). The objective of this work is to analyze the evasion of the course in its first edition (June to October 2020) and to propose actions to reduce evasion in its next editions, maintaining the inclusive character of a public school. The method used to analyze the evasion of the course is based on the quantitative approach with comparison of the profile of incoming students with graduating students; the analysis of school performance in the different topics of the course was also carried out, the evaluation of the course quality and the collection of suggestions for improvement reported by the students. The results of this work show that the dropout rate of the course has a strong relationship with the level of previous education, with the technique of disseminating the course, with age, sex and, mainly, with the student's income. It was concluded that a significant part of the factors that caused evasion of students in the course are structural/cyclical issues of the student, many of social/financial nature. This research proposes some tools to combat evasion on the part of educational institutions: a correct dissemination (content and medium) of the course, the execution of a quality course that adds real value to the student and the construction of teaching materials adapted to the use of smartphones.

Key words: E-learning vocational education; School dropout in e-learning; Home Appliance Maintenance e-learning course; E-learning

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização sobre o curso

Conforme prevê a Constituição do Brasil[1] em seus artigos 23, 205 e 227, é dever do poder público proporcionar os meios de acesso à educação, mais especificadamente à qualificação para o trabalho e à profissionalização.

Conforme a lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008[2], os Institutos Federais de Educação Ciência e Tecnologia (IFs), tem por finalidade a oferta de Educação Profissional e Tecnológica (EPT) e exercem o papel de instituições acreditadoras e certificadoras de competências profissionais, formando e qualificando cidadãos com vistas na atuação profissional nos diversos setores da economia, com ênfase no desenvolvimento socioeconômico local, regional e nacional.

Também conforme sua Lei de Criação[2], em seu Art. 7º, os IFs possuem como objetivos, entre outros:

> II - Ministrar cursos de formação inicial e continuada de trabalhadores, objetivando a capacitação, o aperfeiçoamento, a especialização e a atualização de profissionais, em todos os níveis de escolaridade, nas áreas da educação profissional e tecnológica;
>
> V - Estimular e apoiar processos educativos que levem à geração de trabalho e renda e à emancipação do cidadão na perspectiva do desenvolvimento socioeconômico local e regional;

Além das questões legais, a EPT é uma modalidade de ensino de extrema relevância estratégica para o Brasil. Além do potencial para a ampliação de oportunidades de inserção socioprodutiva de milhões de brasileiros, a EPT contribui para impulsionar a produtividade e a competitividade nacional. Neste sentido o Ministério da Educação (MEC) através da Secretaria de Educação Profissional e

ISSN 2446-7618

Tecnológica (SETEC) criou o Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (PRONATEC). O PRONATEC divulga periodicamente o Guia Pronatec que é o documento que relaciona os cursos de qualificação profissional e Formação Inicial e Continuada (FIC) do país. Atualmente o guia Pronatec conta com 646 cursos FIC com a carga horária mínima exigida, o perfil de conclusão, os requisitos para acesso e as respectivas ocupações de acordo com a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO). São cursos ofertados gratuitamente em âmbito nacional, em parceria com a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, entre outras instituições públicas de ensino.

Devido à pandemia causada pelo COVID-19, no mês de abril de 2020 a SETEC-MEC decidiu, de forma inédita, fomentar a oferta dos cursos FIC do catálogo PRONATEC em formato EaD**.** Os requisitos para fomento do curso eram que as ofertas deveriam constar no guia PRONATEC de cursos FIC, com oferta, exclusivamente, na modalidade de educação a distância (EaD), que fosse disponibilizada a inscrição e efetivação da matrícula em sistema on-line e tivessem início até 1/06/2020.

O IFSUL-NH atendeu ao chamado da SETEC-MEC através do curso 589 do catálogo PRONATEC: Reparador de Eletrodomésticos**.** O curso requer ensino fundamental I e possui Classificação de Ocupações Associadas (CBO) sob o número 9542-05. Como adaptação à modalidade EaD, e considerando a periculosidade no trabalho com eletricidade, a coordenação do curso no IFSUL-NH decidiu incluir a restrição de idade mínima de dezoito anos.

O curso foi construído pelo IFSUL-NH dentro do ambiente virtual de aprendizado (AVA) mundialmente conhecido e gratuito chamado Moodle. Com duração de 200 horas e prazo máximo de conclusão de cinco meses, o projeto pedagógico do curso foi desenhado com 20 tópicos sequenciais, cada tópico contendo texto base ricamente ilustrado, videoaulas, atividade de avaliação e recuperação, fórum de dúvidas e discussão, materiais complementares e uma *live* semanal com os professores. O curso totaliza 43 apostilas, 85 videoaulas, 42 atividades de avaliação, 21 avaliações de recuperação, 6 *lives* e 20 fóruns de dúvidas e discussões. Priorizando a segurança do trabalho, o tópico inicial do curso trata profundamente sobre a segurança no trabalho com eletricidade.

O curso Reparador de Eletrodomésticos contribui com a sociedade ao promover aos seus participantes formação gratuita e qualificada que possibilita aumento da renda familiar a partir da criação de pequenos empreendimentos ou ainda, economia doméstica por meio do reparo de seus próprios eletrodomésticos.

A proposta pedagógica do curso se consolida a partir de um processo formativo planejado para atender às demandas socioeducacionais sem as barreiras espaço temporais do ensino presencial e com estratégias de ensino e aprendizagem que estimulem a participação ativa dos estudantes.

Por fim, ainda que proporcione qualificação profissional rápida, o curso de Reparador de Eletrodomésticos desenvolve, além dos conteúdos de segurança, matemática básica, conceitos de eletricidade e eletrônica, princípios de funcionamento e como consertar os diferentes equipamentos eletrodomésticos, aspectos da formação humana e integral, contribuindo com o desenvolvimento de cidadãos críticos e autônomos.

Na busca por eficiência no uso dos recursos públicos e conhecedora do histórico de elevado índice de evasão em cursos EaD, a coordenação do curso estabeleceu ferramentas de monitoração de evasão. São estas ferramentas e seus resultados obtidos que serão tratados neste trabalho.

ISSN 2446-7618

1.2 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é a análise da evasão da primeira edição do curso EaD Reparador de Eletrodomésticos (junho a outubro de 2020) promovido pelo IFSUL-NH/SETEC/MEC e a proposição de ações para sua redução, a fim de manter o caráter inclusivo de uma escola pública da rede Federal.

1.2.1 Objetivos Específicos

● Análise da evasão absoluta e relativa desde a inscrição até a conclusão;
● Análise da evasão em função da localização geográfica dos estudantes;
● Análise da evasão em função de como o estudante ficou sabendo do curso;
● Análise da evasão em função do sexo do estudante;
● Análise da evasão em função da etnia do estudante;
● Análise da evasão em função da escolaridade do estudante;
● Análise da evasão em função do interesse que levou o estudante a fazer a inscrição do curso;
● Análise da evasão em função do dispositivo de hardware de acesso ao AVA;
● Análise da evasão em função da renda do estudante;
● Análise da evasão em função da faixa etária do estudante;
● Análise da evasão em função dos diferentes tópicos do curso;
● Análise da opção pela avaliação de recuperação dos diferentes tópicos do curso;
● Análise das reprovações nas atividades de avaliação e recuperação;
● Análise da avaliação do curso pelos concluintes em suas diversas componentes;
● Análise das sugestões de melhoria;

1.1 Educação a distância e evasão escolar

A modalidade de ensino a distância tem atingido expressivo número de estudantes devido às suas características, como: possibilidade de abranger um grande público, ampliando e democratizando o acesso; conseguir conciliar estudo e trabalho; acessar a plataforma por dispositivos móveis; e a liberdade de escolher o local e o horário para os estudos. Contudo, tais características exigem que o estudante compreenda a sua parcela de responsabilidade e comprometimento, diferenciando-se da postura costumeiramente adotada nos processos de educação presencial.

A evasão escolar sempre teve destaque nas pesquisas da área de educação e continuará sendo tema de interesse tanto nos aspectos ligados à qualidade do ensino quando em relação às questões econômicas referentes aos custos dos serviços oferecidos. Sendo assim, além de compreender o atual cenário da educação a distância no Brasil, é importante refletir e estudar sobre as taxas de sucesso e insucesso alcançadas nessa modalidade de ensino.

A última versão do censo da EaD no Brasil publicado pela Associação Brasileira de Educação a Distância (ABED, 2019) indica que houve um aumento de quase 200% na oferta de cursos totalmente a distância de 2017 para 2018, demostrando que a

ISSN 2446-7618

modalidade vem crescendo e atraindo um público de estudantes cada vez maior. Ainda será necessário aferir os dados, mas com o advento da pandemia do COVID-19 é esperado que este número cresça ainda mais no ano de 2020.

A oferta de cursos EaD é liderada pelos cursos de pós-graduação lato sensu (1.905 em 2018), seguida dos cursos de graduação tecnológicos. Já em relação aos técnicos profissionalizantes, em 2018 foram ofertados 171[1] cursos totalmente na modalidade EaD com total de 69.319 matrículas. O censo relata ainda grande diversificação de cursos e áreas, mas a oferta ainda é maior nas ciências humanas, "áreas que demandam menos laboratórios e atividades presenciais"[3].

Em relação à evasão na modalidade de educação a distância, apesar de continuar sendo preocupante, os números têm mostrado redução. Segundo o censo, um dos fatores que pode ter contribuindo para a redução das taxas é a busca de informações das instituições de ensino sobre os motivos desse fenômeno. Em 2017 cerca de 50% das instituições desconheciam os motivos da evasão dos seus estudantes e no ano seguinte 88,2% afirmaram conhecer os motivos da evasão.

Pesquisas na área apontam alguns dos fatores que motivam a evasão na educação à distância. Conforme destaca Umekawa[4]: "as causas da não permanência estudantil são múltiplas e correspondem tanto a variáveis internas à própria ação instrucional, quanto a elementos externos à mesma situação". Vellozo e colegas[5] - a partir de um mapeamento dos estudos efetuados acerca da evasão na educação a distância realizado nas bases de dados CAPES e SCiELO com o descritor 'evasão na EaD' entre os anos de 2013 à 2018 - destacam que os principais fatores que motivam a evasão dos estudantes estão na estrutura dos cursos, capacitação de professores e tutores para o modelo de acompanhamento a distância, o material didático utilizado, o uso das tecnologias da informação e comunicação (TIC), a autonomia dos estudantes no processo de aprendizagem e o suporte técnico administrativo que o curso oferece. Além disso, os estudos localizados pela pesquisa indicam que "quanto maior o envolvimento do aluno no curso, menor a probabilidade de evasão"[5].

Além destas pesquisas, no Anuário Estatístico da Educação Aberta e a Distância[6], é apontado que entre os motivos mais frequentes para a evasão pelo aluno estão o financeiro (35%) e a falta de tempo (22,9%). Já os estudos de Bizarria e equipe[7] (2015) indicam a importância da figura do tutor para a redução da evasão, pois este está em interação permanente com os estudantes, sendo capaz de criar vínculo e acolher suas demandas específicas.

Destaca-se que a maioria das pesquisas sobre evasão nos cursos EAD no Brasil dizem respeito ao nível superior, havendo poucas iniciativas em relação aos cursos profissionalizantes, objeto de estudo deste artigo. Portanto realizamos uma relação com os dados gerais encontrados nas pesquisas existentes, sabendo que é necessário investir em pesquisas mais detalhadas sobre a evasão nos cursos FIC profissionalizantes.

Na sequência, respectivamente, apresentamos a metodologia do estudo, os resultados e as discussões, tecendo relações entre os dados encontrados e as pesquisas existentes, assim como proposição de ações para a redução da evasão em suas próximas edições, mantendo o caráter inclusivo da instituição escolar pública.

---

1 Destes, 26 em Instituições Educacionais Públicas Federais; 41 em instituições Educacionais Públicas Estaduais; 39 em Instituição Educacional Privada com fins lucrativos; 5 em Instituição Educacional Privada sem fins lucrativos; 60 em Instituições do SNA (SESI, SENAI, SENAC, SESC, SENAT, SEBRAE, etc.).

ISSN 2446-7618

2 MATERIAL E MÉTODO

Para a obtenção dos dados necessários às análises previstas nos objetivos deste trabalho foi utilizado como método o preenchimento obrigatório de questionários de entrada e saída no curso utilizando recursos de programação e funções de administração disponíveis na plataforma Moodle. Adicionalmente aos questionários obrigatórios, as tutoras do curso entraram em contato com estudantes evadidos na busca pelos motivos da evasão.

Os dados do questionário de entrada utilizado (perfil do estudante) foram: (1). Sexo; (2). Idade; (3). Até que serie/ano você estudou? (4). Como você ficou sabendo do curso? (5). Por que se interessou pelo curso? Escolha a que mais se aplica. (6). Como você vai acessar os materiais do curso? (7). Como você obtém o sinal de internet? (8). Estado; (9). Raça/Etnia; (10). Renda familiar per capita; (11). Além do curso Reparador de Eletrodomésticos, qual ou quais o(s) outro(s) curso(s) à distância (EaD) você gostaria de fazer?

As mesmas onze questões do questionário de entrada foram repetidas no questionário de saída e adicionalmente foram acrescentadas outras dez questões:

1. De 0 a 10, como avalia o conteúdo das apostilas?
2. De 0 a 10, como avalia a qualidade das videoaulas?
3. De 0 a 10, como avalia a qualidade dos questionários?
4. De 0 a 10, como avalia a importância dos fóruns de dúvidas?
5. De 0 a 10 como avalia o suporte dados pelos professores conteudistas?
6. De 0 a 10 como avalia o suporte dados pelas tutoras via moodle e whats?
7. De 0 a 10, como avalia as *lives* dos sábados?
8. De 0 a 10, como avalia o curso como um todo?
9. Qual tópico(s) você acha que deve(m) melhorar?
10. O que você acha que deve melhorar no curso?

Os dados de evasão foram calculados considerando como alunos ingressantes aqueles alunos que efetuaram a primeira atividade do Moodle, ou seja, aqueles que preencheram o questionário de entrada.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

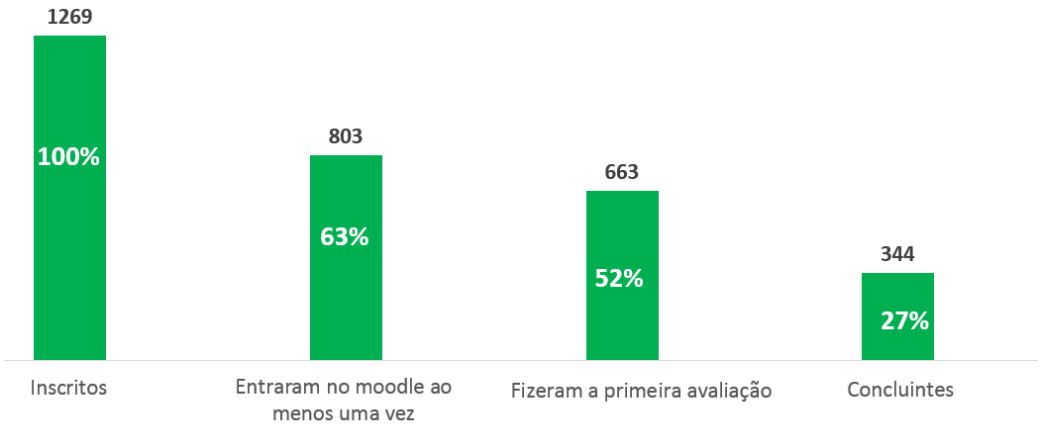


Figura 1 – Evolução do número de estudantes da inscrição até a conclusão. Fonte: pesquisa dos autores, 2020

ISSN 2446-7618

A Figura 1 revela que dos 1.269 inscritos, 465 (37%) jamais acessou o Moodle. Dos 803 que acessaram o Moodle apenas 795[2] responderam ao questionário inicial e 663 estudantes concluíram a primeira avaliação. Ou seja, 18% dos estudantes inscritos tiveram contato com o curso mas evadiram logo na primeira ou segunda semana. Os evadidos nesta primeira etapa foram contatados sobre os motivos da desistência: 71% informaram "falta de tempo", 12% relataram que o curso se mostrou "muito difícil", 3% informaram "problemas financeiros", 5% informaram "falha na divulgação do curso", 2% informaram "falta de internet" e 7% não quiseram informar o motivo.

Estes dados iniciais, revelam a importância da adequada divulgação do curso, informando previamente e com detalhes o conteúdo do curso e o tempo de dedicação necessária. Tendo em vista a redução da evasão, esforços devem ser feitos nas próximas edições de forma que o estudante tenha condições de conhecer o curso e detalhes antes de efetuar sua inscrição.

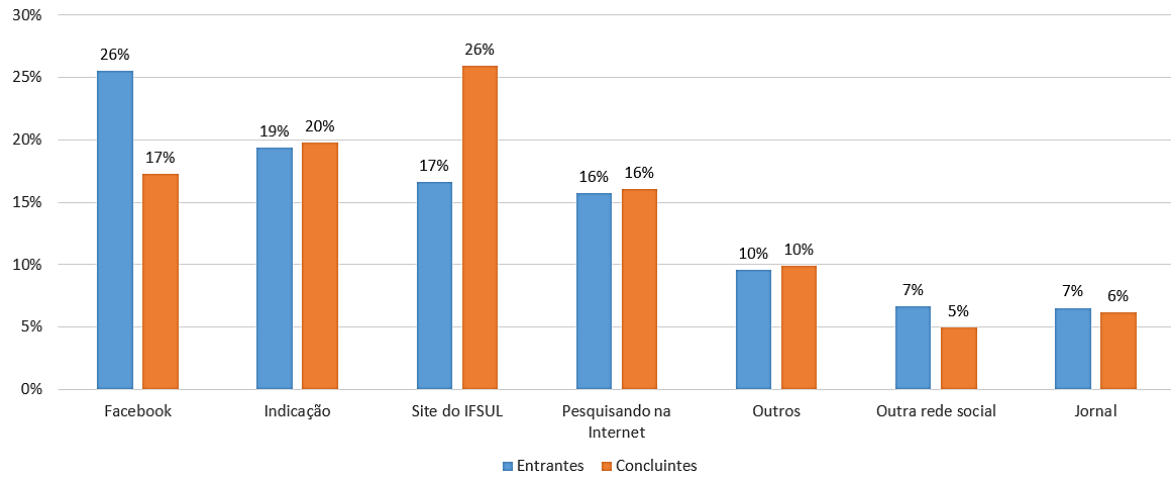


Figura 2. Distribuição percentual dos estudantes ingressantes e concluintes em função de como os estudantes obtiveram a informação sobre o curso. Fonte: pesquisa dos autores, 2020

A Figura 2 revela a distribuição percentual dos estudantes ingressantes e concluintes em função de como os estudantes obtiveram a informação sobre o curso. Notamos que a maioria dos estudantes obtiveram a informação sobre a existência do curso através do Facebook, mas foi justamente este o canal de divulgação que gerou a maior evasão. Dos 207 estudantes que ficaram sabendo do curso pelo Facebook apenas **59** concluíram o curso. Já dos 135 estudantes que ficaram sabendo do curso pelo site do IFSUL, **90** concluíram o curso.

Estes resultados evidenciam a diferença para a divulgação do curso entre "mídia empurrada" e "mídia puxada". Na primeira, a informação chega ao estudante por definição do emissor da mensagem, na segunda o estudante usa a mídia para buscar a informação **de seu interesse.** Esta diferença evidencia a grande importância do uso do site da instituição como meio para a divulgação adequada e eficiente de seus cursos.

2 Os dados relativos a **alunos ingressantes** foram calculados tendo por base este número.

ISSN 2446-7618

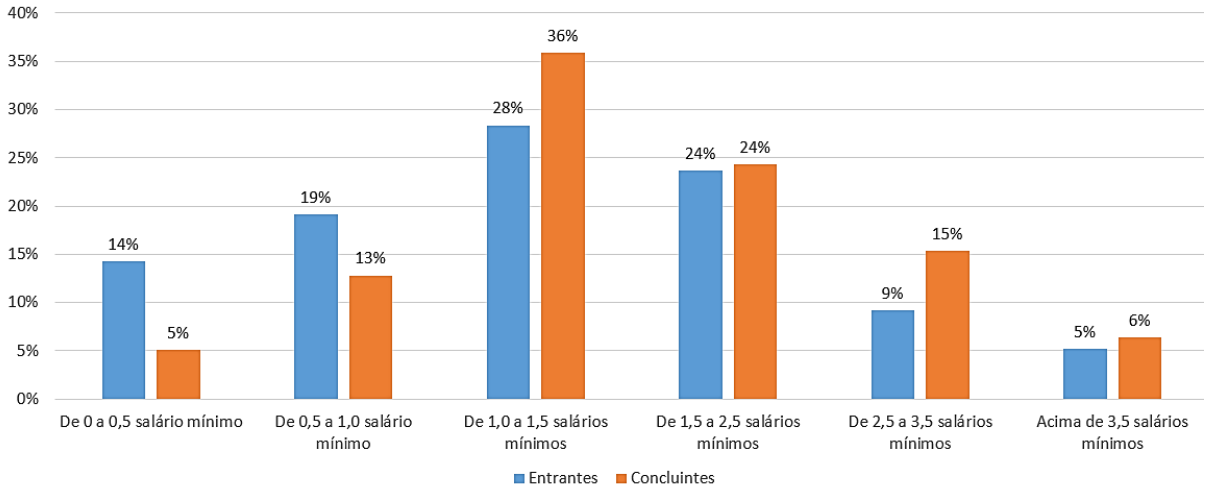


Figura 3. Distribuição percentual dos estudantes ingressantes e concluintes em função da renda. Fonte: pesquisa dos autores, 2020

O gráfico da Figura 3 vai ao encontro da literatura quando mostra claramente que a evasão está relacionada com a renda do estudante, aqui quantificada em salário mínimo por pessoa (smpp). De cada 200 estudantes ingressantes com renda acima de 1smpp, **106** concluem o curso. De cada 200 ingressantes com renda inferior a 1smpp apenas **48** concluem o curso.

O gráfico da esquerda da Figura 4 ilustra a evasão em função do estado da federação, considerando os cinco estados brasileiros com maior número de matrícula. À direita na Figura 4, o gráfico revela a distribuição, estado a estado, de como os estudantes obtiveram a informação sobre o curso.

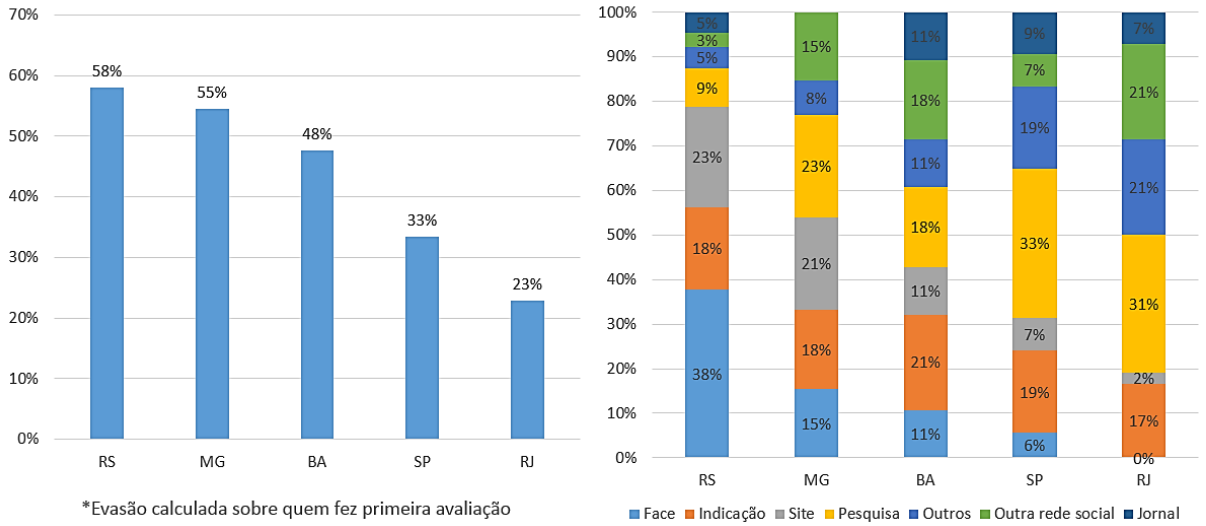


Figura 4. (Direita) Evasão em função do estado da federação. (Esquerda) como o estudante ficou sabendo da existência do curso segmentado por estado da federação. Fonte: pesquisa dos autores, 2020

Ao observamos os dois gráficos da Figura 4, levando em consideração a informação da Figura 2, fica evidente que o motivo da elevada diferença entre os índices de evasão em função do estado da federação está relacionado ao método de

ISSN 2446-7618

divulgação. Estudantes dos estados como RJ, SP e BA ficaram sabendo da existência do curso majoritariamente através de mídias “puxadas”, enquanto no RS a maioria dos ingressantes obtiveram a informação sobre a existência do curso através de mídias “empurradas”.

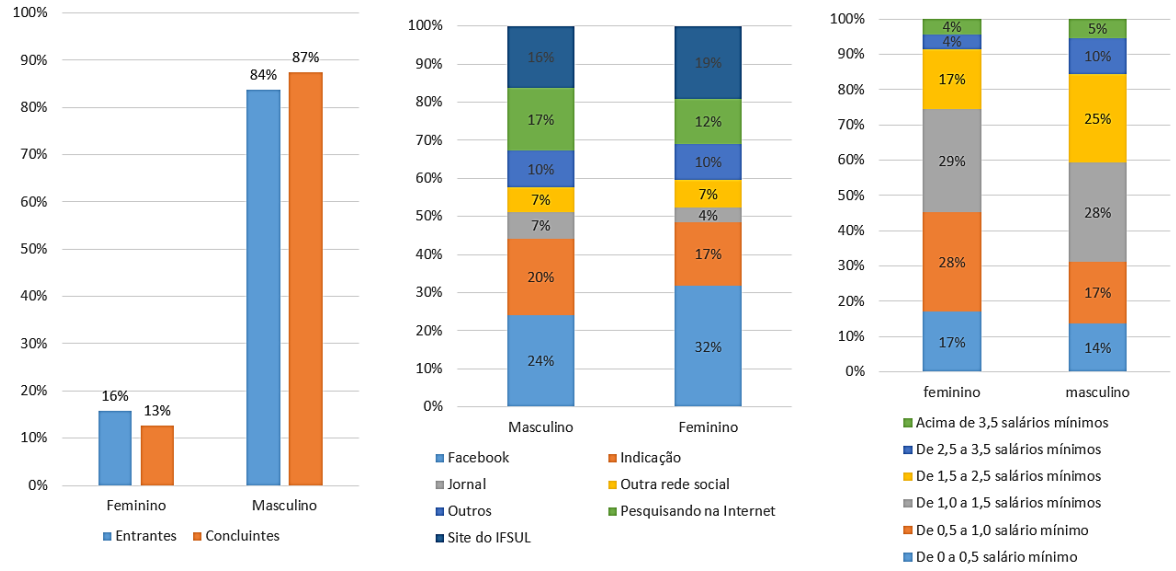


Figura 5. (Esquerda) Distribuição percentual dos estudantes ingressantes e concluintes em função do sexo. (Centro) como o estudante ficou sabendo da existência do curso segmentado por sexo. (Direita) como o estudante ficou sabendo da existência do curso segmentado por renda per capta. Fonte: pesquisa dos autores, 2020

Ao observamos gráficos da Figura 5, levando em consideração a informação da Figura 2 e Figura 3, concluímos que os motivos da diferença entre os índices de evasão em função do sexo estão relacionados ao método de divulgação e, principalmente, à renda per capta da família do estudante: 30% dos estudantes masculinos possuem renda inferior a um salário, já no público feminino este índice sobre para 45%.

.

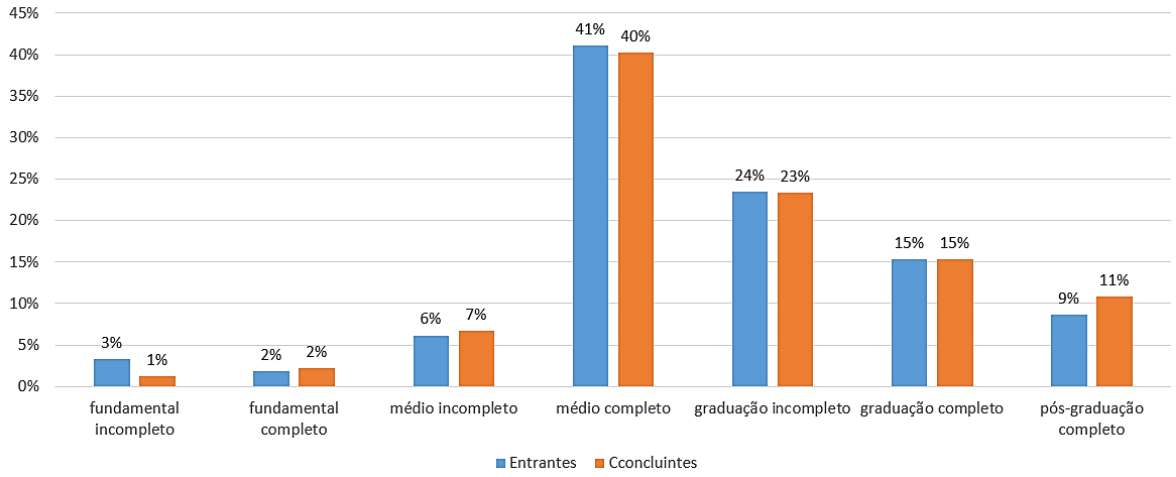


Figura 6. Distribuição percentual dos estudantes ingressantes e concluintes em função da instrução. Fonte: pesquisa dos autores, 2020

ISSN 2446-7618

O gráfico da Figura 6 mostra que a evasão também está relacionada com escolaridade do estudante. Apenas 3% dos ingressantes possuíam escolarização inferior a ensino fundamental completo. Já nos estudantes concluintes o percentual de estudantes com ensino fundamental incompleto caiu para apenas 1%.

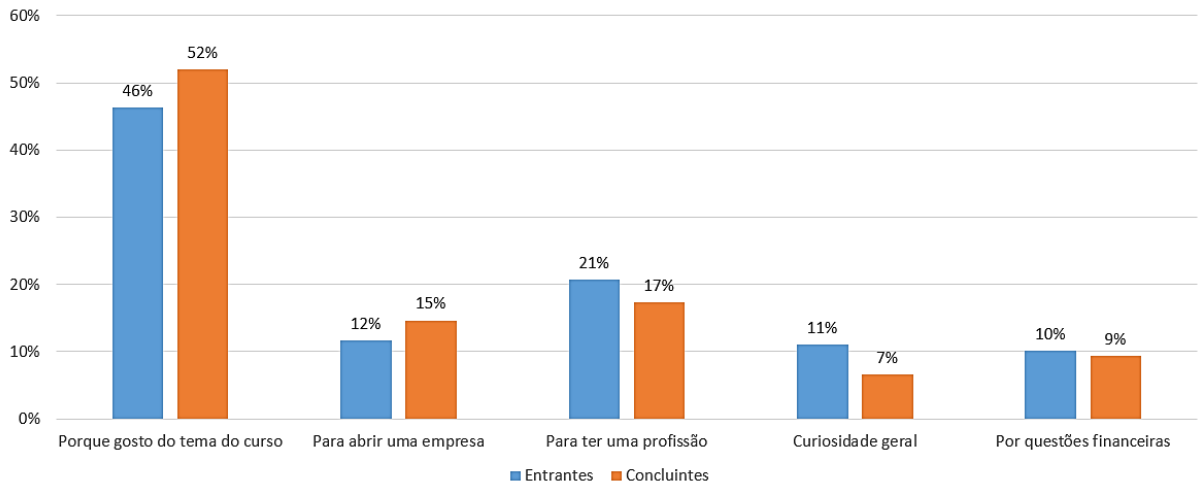


Figura 7. Distribuição percentual dos estudantes ingressantes e concluintes em função do interesse pelo curso. Fonte: pesquisa dos autores, 2020

O gráfico da Figura 7 mostra que outro fator que impacta na evasão é o interesse do estudante pelo curso. Dos 87 estudantes que ingressaram por "curiosidade geral" apenas 24 concluíram o curso. Comparativamente, de cada 87 ingressantes que ingressaram porque "gostam do tema", **43** completaram o curso. Ou seja, o índice de conclusão do curso daqueles que se inscreveram "porque gostam do tema" foi quase o dobro dos que se inscreveram por "curiosidade geral".

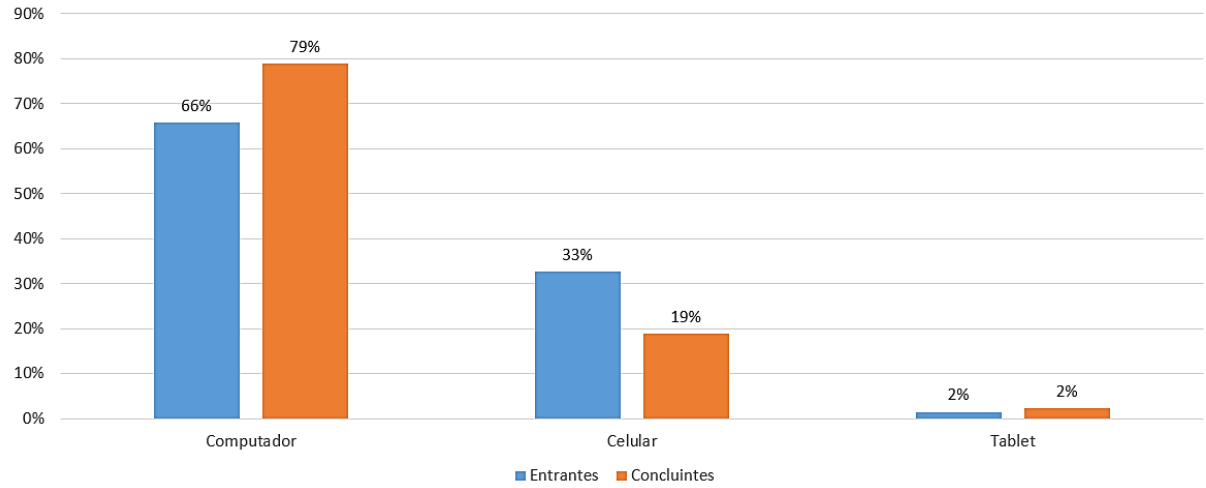


Figura 8. Distribuição percentual dos estudantes ingressantes e concluintes em função do dispositivo de acesso. Fonte: pesquisa dos autores, 2020

O gráfico da Figura 8 mostra que a evasão também tem forte relação com o hardware que o estudante utiliza para acessar o AVA. Um terço dos estudantes ingressantes informaram que acessariam o curso através de celular, porém apenas 20% dos concluintes informaram que utilizaram o celular para acompanhar o curso.

ISSN 2446-7618

Este dado revela a importância para os cursos EaD gratuitos, oferecido por escolas públicas inclusivas, construírem materiais didáticos adaptados ao uso de celulares.

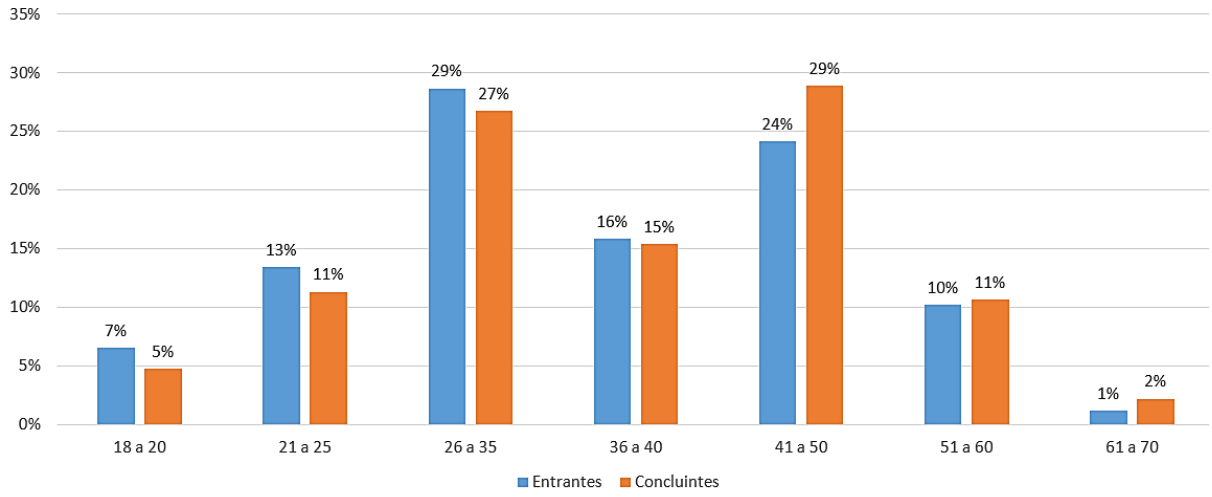


Figura 9. Distribuição percentual dos estudantes ingressantes e concluintes em função do dispositivo de acesso. Fonte: pesquisa dos autores, 2020

O gráfico da Figura 9 revela que a evasão possui uma importante relação com idade do estudante. Quanto maior a idade, menor a evasão. Todos os estudantes ingressantes maiores de 60 anos concluíram o curso. Outros 53% dos estudantes ingressantes entre 41 e 50 anos concluíram o curso. Mas apenas 31% dos estudantes ingressantes entre 18 e 20 anos concluíram o curso. Trata-se de um dado importante e que merece um estudo mais aprofundado para compreensão dos perfis de estudantes que procuram os cursos EaD.

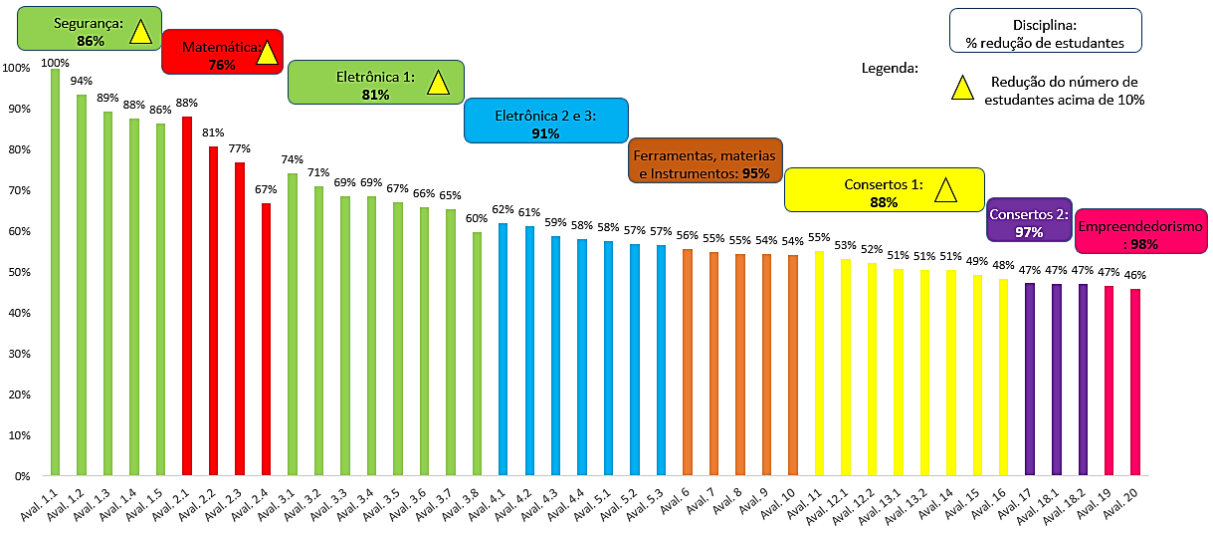


Figura 10. Participação nas avaliações. Fonte: pesquisa dos autores, 2020

As avaliações são muito importantes no processo de aprendizado, pois verificam tanto o rendimento do estudante como a capacidade do curso em ensinar. Assim, a participação nas avaliações foi monitorada. O gráfico da Figura 10 mostra a

ISSN 2446-7618

participação dos estudantes em cada uma das 42 atividades de avaliação. Além de um acompanhamento da evasão durante o processo esta estratégia se constitui como uma ferramenta importante para destacar/alertar o atendimento aos objetivos do curso disciplina a disciplina.

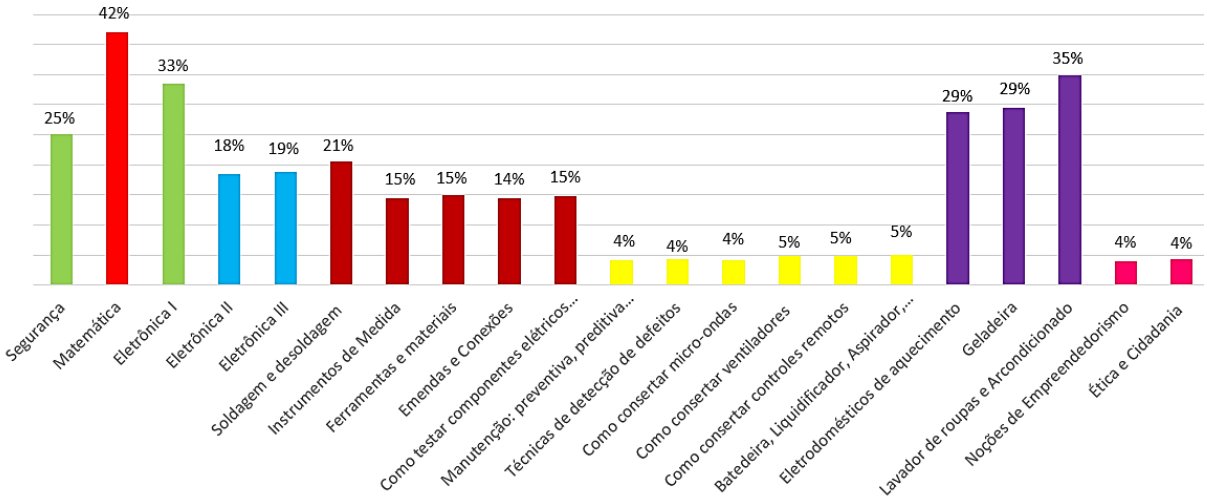


Figura 11. Opção pela avaliação de recuperação. Fonte: pesquisa dos autores, 2020

A Figura 11 e a Figura 12 mostram a opção pela avaliação de recuperação feitas pelos estudantes. Trata-se de uma importante opção pedagógica do curso que muito colabora com a redução da evasão. Mesmo sem ter reprovado na disciplina o estudante pode optar por efetuar a atividade de recuperação. Isto permite ao estudante que já domina os conteúdos do tópico acelerar o curso sem comprometer a qualidade e os conhecimentos necessários à certificação.

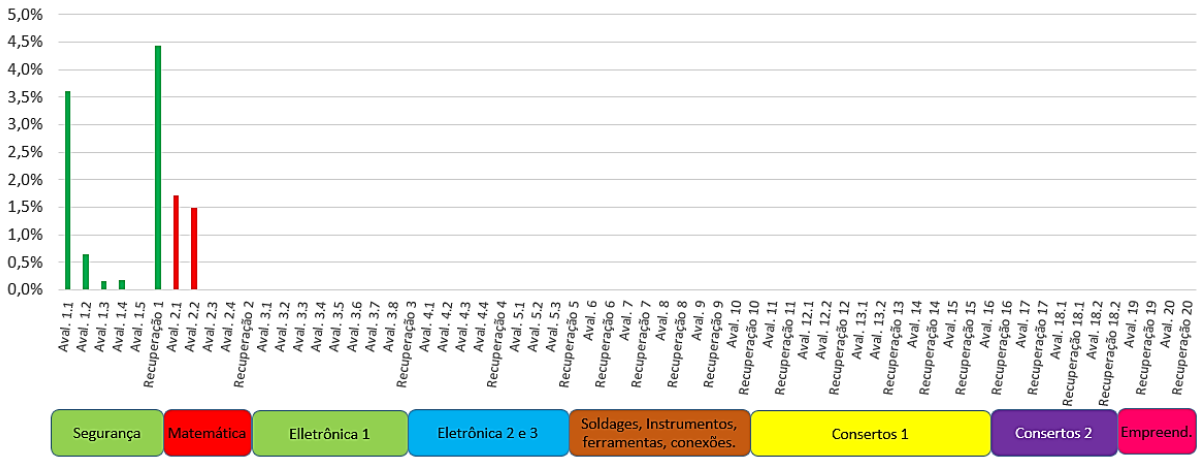


Figura 12. Reprovações em avaliações. Fonte: pesquisa dos autores, 2020

ISSN 2446-7618

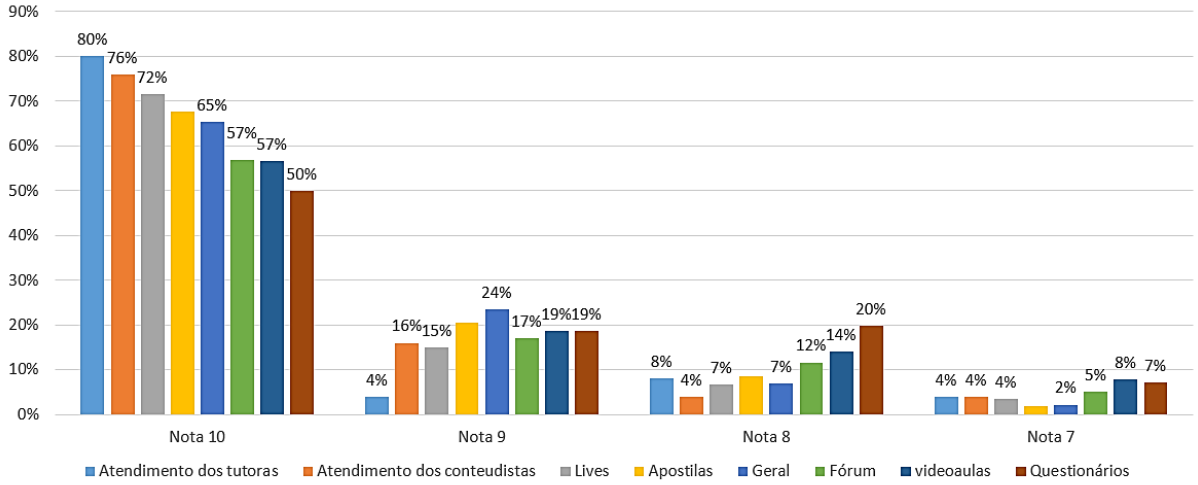


Figura 13. Avaliação do curso pelos concluintes. Fonte: pesquisa dos autores, 2020

A Figura 13 mostra a avaliação do curso pelos estudantes concluintes. Apesar do alto índice de evasão, 90% dos estudantes concluintes avaliaram o curso com nota superior a nove, com destaque especial às *lives* (aulas práticas síncronas) onde mais de 70% dos estudantes avaliaram este recurso como nota máxima (dez) e ao atendimento das tutoras e professores conteudistas onde mais de 75% dos estudantes avaliaram com nota máxima (dez).

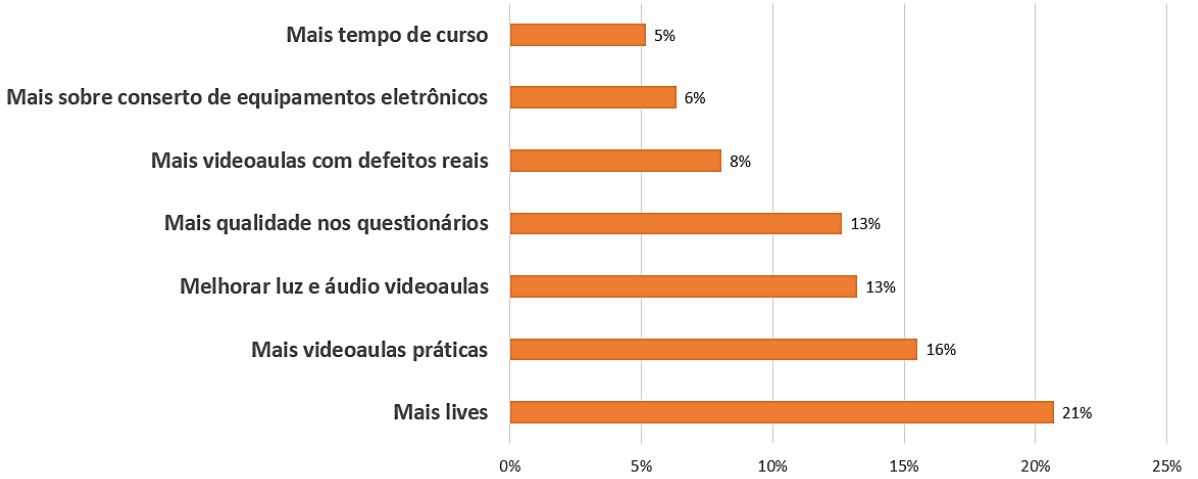


Figura 14. Sugestões de melhoria dos concluintes (respostas acima de 5%). Fonte: pesquisa dos autores, 2020

A Figura 14 mostra as sugestões de melhoria dos estudantes concluintes: 30% dos concluintes responderam que o curso está perfeito e não necessita de melhorias e 6% dos concluintes informaram que não tinham sugestões para oferecer.

"Mais *lives"*, "mais videoaulas práticas" e "mais videoaulas com defeitos reais" somam quase 50% das sugestões de melhoria, revelando o quanto o estudante valoriza a parte prática do curso. Na perspectiva dos estudantes, são as aulas práticas que adicionam valor ao curso, em detrimento da base teórica.

ISSN 2446-7618

Cabe à organização do curso mesclar aulas práticas e teóricas de forma a não desestimular os estudantes, mantendo a base teórica necessárias para a certificação condizente com a função e priorizando a segurança do estudante.

Os dados gerais de avaliação do curso, principalmente quando consideramos o fato de tratar-se de uma primeira edição, foram bons. Mas os dados levantados neste trabalho e a busca incessante por eficiência no uso dos recursos públicos possibilitam a implementação de melhorias em futuras edições.

Finalmente identificamos que as 19 questões da pesquisa de satisfação priorizam as respostas sobre os pontos negativos de curso. Sugerimos que na próxima edição seja adicionada à pesquisa questões de reforço positivo, como por exemplo: “quais foram os fatores decisivos de sua permanência e conclusão do curso”.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se através deste trabalho que uma parte significativa dos fatores que geraram evasão dos estudantes do curso EaD Reparador de Eletrodomésticos foram questões estruturais/conjunturais do estudante, muitas de caráter social/financeiro: sexo, escolaridade, interesse pelo tema, dispositivo de acesso, renda e faixa etária. Por outro lado, a pesquisa revelou que existem várias ferramentas eficazes de combate à evasão por parte das instituições de ensino: adequada divulgação do curso (conteúdo e meio), a execução de um curso de qualidade que adicione real valor ao estudante, e a construção de materiais didáticos adaptados ao uso de smartphones.

Mesmo considerando a escassez de recursos e vagas no ensino público profissionalizante gratuito do Brasil, é incorreto (ilegal) o uso dos resultados desta pesquisa, na definição de eventuais restrições de acesso a cursos profissionalizantes EaD oferecidos por instituições públicas de ensino. Conforme estabelece a Constituição do Brasil[1], cabe ao poder público oferecer educação para toda a população, independente do seu grau prévio de instrução, renda, sexo, e, especialmente e com absoluta prioridade, aos jovens.

Destaca-se que a maioria dos cursos EAD no Brasil dizem respeito ao nível superior, havendo poucas iniciativas em relação aos cursos profissionalizantes, especialmente os cursos predominantemente práticos, o que torna este artigo de enorme valor para instituições que desejam ofertar cursos FIC à distância.

Recomenda-se a continuação do investimento em pesquisas sobre a evasão nos cursos FIC EaD, bem como a execução de uma nova edição do curso Reparador de Eletrodomésticos implementando as sugestões de melhoria tratadas neste trabalho para que seja possível efetuar uma nova aferição da evasão.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos colegas da equipe de execução do FIC-Ead Reparador de Eletrodoméstico que colaboraram com sugestões na execução desta pesquisa ou no auxílio técnico. Agradecimentos também ao IFSUL representado pelo Campus Novo Hamburgo, pela pró-reitoria de Extensão e pró-reitoria de Ensino, pelo Departamento de Educação a Distância e Novas Tecnologias (DETE) que através de recursos proveniente da SETEC/MEC financiaram a execução do curso.

ISSN 2446-7618

REFERÊNCIAS

1 BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 1 nov. 2020

2 BRASIL. **Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008.** Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11892.htm. Acesso em: 2 nov. 2020.

3 ABED. **Censo EAD.BR: relatório analítico da aprendizagem a distância no Brasil 2018**. ABED – Associação Brasileira de Educação a Distância. Camila Rosa (tradutora). Curitiba: InterSaberes, 2019. Disponível em: http://abed.org.br/arquivos/CENSO_DIGITAL_EAD_2018_PORTUGUES.pdf. Acesso em: 3 nov. 2020.

4 UMEKAWA, Elienay Eiko Rodrigues. **Preditores de fatores relacionados à evasão e à persistência discente em ações educacionais a distância.** Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, USP Ribeirão Preto, 2014. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59137/tde-23032014-115420/publico/ARQUIVO.pdf. Acesso em: 3 nov. 2020.

5 VELLOZO, Sarah R. G. et all. **Evasão na educação a distância: uma revisão sistemátIca. In: Revista EdaPECI.** São Cristóvão (SE), v. 19. n.3, p. 85-94, set./dez. 2019. Disponível em: https://seer.ufs.br/index.php/edapeci/article/view/12213/pdf. Acesso em: 3 nov. 2020.

6 SANCHEZ, Fábio. **Anuário brasileiro Estatístico da Educação Aberta e a Distância, 2009.** 2ª ed. São Paulo: Instituto Monitor, 2009. Disponível em: http://docplayer.com.br/3560568-Anuario-brasileiro-estatistico-de-educacao-aberta-e-a-distancia.html. Acesso em: 3 nov. 2020.

7 BIZARRIA, Fabiana P. de A. et all. **Papel do tutor no combate à evasão na EAD: percepção de profissionais de uma instituição de ensino superior**. In: Revista de Educação, Ciência e Cultura. Canoas, v.20, n.1, jan./jul. 2015. Disponível em: https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Educacao/article/view/1616. Acesso em: 3 nov. 2020.

ISSN 2446-7618

A CLASSE-QUE-VIVE-DO-TRABALHO E OS DESAFIOS EM TEMPOS DE PANDEMIA: REFLEXOS NO TRABALHO DOS PROFESSORES

Vieira, E. G. S.[1]
Caetano, M. R. [2]

[1] *Mestranda, Edenir Gomes dos Santos Vieira, IFSUL e edenirgomes@gmail.com.*
[2] *Doutora, Maria Raquel Caetano, IFSUL e caetanoraquel2013@gmail.com.*

Resumo
O objetivo deste artigo é mostrar que os professores da rede pública de ensino, seja federal, estadual ou municipal sofrem com a precarização das condições de trabalho, que a pandemia evidenciou esse fato, e que os movimentos determinantes dessa precarização afetam também os educandos e o ensino, em si. No desenvolvimento metodológico, utilizamos o levantamento e análise de referenciais teóricos e bibliográficos sobre o tema, tendo em Ricardo Antunes o referencial central e utilizamos como exemplo a pesquisa realizada com professores da rede estadual do RS. O tema é importante porque vivemos um período de acelerada debilitação das relações de trabalho, especialmente no setor da educação, que foi agravado com a pandemia e o surgimento do imaginário de que a tecnologia pode suprir o ensino que era realizado na escola. Concluímos que as ferramentas tecnológicas ajudam a mediar o ensino, mas não podem substituir os professores e nem deveriam estar sendo utilizadas para precarizar o trabalho.

Palavras-chave: trabalho; professores; precarização; pandemia.

.

THE CLASS-THAT-LIVES-FROM-WORK AND THE CHALLENGES IN TIMES OF PANDEMIC: REFLECTIONS ON THE WORK OF TEACHERS

Abstract
The purpose of this article is to show that public school teachers, whether federal, state or municipal, suffer from precarious working conditions, that the pandemic evidenced this fact, and that the determinant movements of this precariousness also affect students and the teaching itself. In the methodological development, we used the survey and analysis of theoretical and bibliographic references on the theme, with Ricardo Antunes as the central reference and we used as an example the research carried out with teachers from the state network of RS. The theme is important because we live in a period of accelerated weakening of labor relations, especially in the education sector, which was aggravated by the pandemic and the emergence of the imaginary that technology can supply the teaching that was carried out at school. We understand that technological tools help to mediate teaching, but cannot replace teachers and should not be used to make work precarious.

Key words: job; teachers; precariousness; pandemic.

1 INTRODUÇÃO

A pandemia da Covid-19[1] revelou um Brasil dividido e a falta de habilidade e vontade dos governos de lidar com questões importantes como a Educação. A supervalorização dos interesses do mercado, em detrimento dos interesses da

ISSN 2446-7618

população também saltaram aos olhos. A tecnologia passou a ser vista como uma aliada possível para os alunos "não perderem o ano letivo", mesmo que metade deles não tenham acesso a tais recursos. O cenário de descaso com a Educação, no entanto, não data do início da pandemia, mas está desenhado há décadas. A precarização das relações de trabalho figura como um dos fatores determinantes. Os professores integram a classe-que-vive-do-trabalho e a cada dia são mais desmerecidos e desvalorizados o que diretamente impacta na qualidade da educação pública.

Este artigo foi realizado a partir de pesquisas bibliográficas e da análise de um estudo realizado pelo CPERS, Centro de Professores do Estado do Rio Grande do Sul, com professores da rede estadual de ensino. O objetivo deste artigo é mostrar que os professores da rede pública de ensino, seja federal, estadual ou municipal sofrem com a precarização das condições de trabalho, situação que restou agravada pandemia, e que os alunos também são afetados. Dentre os autores pesquisados, Ricardo Antunes (2009) é o referencial central, no entanto, merecem destaque também Paro (2001), Frigotto (1996) e Marx (1983). A importância do estudo é porque vivemos um período de acelerada debilitação das relações de trabalho, afetando sobremaneira o setor da educação. A pandemia agravou a questão, com o imaginário de que a tecnologia pode suprir de modo virtual o ensino realizado na escola na modalidade presencial. Até mesmo as políticas adotadas pelos governos evidenciaram esse entendimento.

1.2. A revisão da literatura

O termo trabalho possui diferentes significados, variando conforme o momento histórico. Nos dias atuais, é resumido a sinônimo de emprego, como quantidade de tempo pago por uma determinada atividade. Na realidade, emprego, no início do uso desse termo, significava empreitada, uma ocupação ocasional. Já o termo trabalho, por volta do século XIII, significava atividade manual e a oferta desse tipo de trabalho era chamada mão de obra. Estar trabalhando significava estar em uma relação de subordinação com aqueles que detinham os meios de produção. Nesse aspecto, o termo trabalho passou a ser usado com o sentido de atividade.

Com o desenvolvimento das relações produtivas capitalistas, o vocábulo trabalho começou a ser utilizado como sinônimo de emprego remunerado e o trabalhador passou a integrar a classe trabalhadora. Em suma, a redução do termo trabalho à emprego, deveu-se ao processo histórico que transformou os significados e também se deveu às relações sociais dominantes. Podemos então dizer que o trabalho se tornou uma mercadoria a ser negociada em troca de um pagamento. (FRIGOTTO, 2009).

Nesta pesquisa, o termo trabalho é conceituado a partir da perspectiva do materialismo histórico-dialético de Marx e Engels. Assim, passamos a emprestar palavras desses autores, para conceituar que trabalho "é a condição básica e fundamental de toda a vida humana; e em tal grau que, até certo ponto, podemos afirmar que o trabalho criou o próprio homem"(Engels, s.d., p. 269). Nesse mesmo sentido, Marx (1984) diz que o trabalho útil, visto como criador de valor de uso é "uma condição de existência do homem, independentemente de todas as formas de sociedade, eterna necessidade natural de mediação do metabolismo entre homem e natureza e, portanto, vida humana".

ISSN 2446-7618

Para Marx (1983), é possível o trabalho não alienado, sem a exploração suportada pelo homem trabalhador em submissão ao homem que vive do trabalho alheio.

> Antes de tudo, o trabalho é um processo entre o homem e a Natureza, um processo em que o homem, por sua própria ação, media, regula e controla seu metabolismo com a Natureza. Ele mesmo se defronta com a matéria natural como uma força natural. Ele põe em movimento as forças naturais pertencentes à sua corporalidade, braços e pernas, cabeça e mão, a fim de apropriar-se da matéria natural numa forma útil para sua própria vida. Ao atuar, por meio desse movimento, sobre a Natureza externa a ele e ao modificá-la, ele modifica, ao mesmo tempo, sua própria natureza. Ele desenvolve as potências nela adormecidas e sujeita o jogo de suas forças a seu próprio domínio. (MARX, 1983, p. 149-50)

Toda as espécies interagem com a natureza para retirar as condições de sobrevivência, a exemplo da alimentação e da reprodução, para garantir a continuidade das espécies. Marx (1983) defende, no entanto, que as demais espécies agem por instinto, sem mentalizar suas ações, diferentemente, o homem idealiza, realiza a ação na imaginação, antes de colocá-la em prática; é uma ação física e intelectual ao mesmo tempo. Além disso, no trabalho humano existe intencionalidade, vontade, objetividade, subordinação da natureza à sua vontade.

> Mas o que distingue, de antemão, o pior arquiteto da melhor abelha é que ele construiu o favo em sua cabeça, antes de construí-lo em cera. No fim do processo de trabalho obtém-se um resultado que já no início deste existiu na imaginação do trabalhador e, portanto, idealmente. Ele não apenas efetua uma transformação da forma da matéria natural; realiza, ao mesmo tempo, na matéria natural seu objetivo, que ele sabe que determina, como lei, a espécie e o modo de sua atividade e ao qual tem de subordinar sua vontade. E essa subordinação não é um ato isolado. Além do esforço dos órgãos que trabalham, é exigida a vontade orientada a um fim, que se manifesta como atenção durante todo o tempo de trabalho, e isso tanto mais quanto menos esse trabalho, pelo próprio conteúdo e pela espécie e modo de sua execução, atrai o trabalhador, portanto, quanto menos ele o aproveita, como jogo de suas próprias forças físicas e espirituais. Os elementos simples do processo de trabalho são a atividade orientada a um fim ou o trabalho mesmo, seu objeto e seus meios (MARX, 1983, p. 149-50).

Nesta mesma linha, Lukács (1980), complementa que o trabalho não apenas garante ao homem sua existência, como o diferencia das demais espécies e o torna um ser social.

> Somente o trabalho tem, como sua essência ontológica, um claro caráter intermediário: ele é , essencialmente, uma interrelação entre homem (sociedade) e natureza, tanto inorgânica (utensílio, matéria prima, objeto do trabalho, etc.) como orgânica, interrelação que pode até estar situada em pontos determinados da série a que nos referimos, mas antes de mais nada assinala a passagem, no homem que trabalha, do ser meramente biológico ao ser social" (LUKÁCS, 1980:4).

Ao tratarmos da relevância do trabalho que faz do homem um ser social, importante destacar que o processo histórico transformou as relações de trabalho e, portanto, nem todo trabalhador consegue sua liberdade através do trabalho, mas, ao contrário, muitos são aprisionados. O trabalho possui então uma dualidade, pois, ao mesmo tempo que é o meio de produção do ser social, também não podemos defender que trabalhar é o único objetivo da vida humana, assim, não faz sentido considerar que o trabalho que escraviza, aliena,

ISSN 2446-7618

desumaniza, seja ideal para a construção do ser social. Na realidade, o trabalho é uma dimensão para a libertação do ser social, logo, não pode ser válido se aprisiona o homem, em vez de libertá-lo.

No processo de produção existe, conforme Marx (2004), uma relação que impede de o trabalho ser realizado de modo que simultaneamente proporcione a realização da natureza humana, e isso, para o autor, promove a alienação. Esta alienação surge como a divisão social do trabalho e a delimitação entre os executores de ordens e os que dão as ordens. Nesse aspecto, se o homem é obrigado a trabalhar, exclusivamente em troca de garantir suas necessidades humanas imediatas, ele acaba aceitando constrangimentos e submissões. A capacidade de trabalho deixa de servir para a libertação e passa a ser um produto que o trabalhador vende, para se manter vivo. O produto desse trabalho se torna estranho ao seu produtor, porque não pertence ao trabalhador, mas àqueles que dão as ordens. Esse é o contexto para a acumulação de riquezas por parte daqueles que se tornaram proprietários do produto do trabalho dos trabalhadores. Ou seja, a propriedade privada começa no processo do trabalho.

Esclarecido está, a partir dos autores citados, que o trabalho é o meio pelo qual o homem produz a sua existência. Se, para existir é preciso trabalhar, logo, é inadmissível pessoas viverem do trabalho de outras. Sempre que um trabalhador vende sua força de trabalho em uma relação de subordinação e precarização da sua condição humana, estaremos diante de um trabalho alienante, inadequado para construir o homem enquanto ser social.

Quanto ao servidor público, podemos afirmar que pertence à classe dos trabalhadores, pelo fato de viverem do seu trabalho, mas o motivo não é apenas este, conforme demonstrado a seguir, a partir de Antunes (2009). O autor permite a conclusão de que professores da rede pública de ensino compõem a classe-que-vive-do-trabalho

Nos dias atuais é um equívoco pensar que apenas os operários das fábricas compõem essa classe dos trabalhadores. Segundo Antunes (2009), “a classe-que-vive-do-trabalho, a classe trabalhadora, hoje inclui a totalidade daqueles que vendem sua força de trabalho, tendo como núcleo central os trabalhadores produtivos”, completa ainda dizendo que essa classe “incorpora a totalidade do trabalho social, a totalidade do trabalho coletivo assalariado”. Nas palavras do autor, a classe-que-vive-do-trabalho

> Ela não se restringe, portanto, ao trabalho manual direto, mas incorpora a totalidade do trabalho social, a totalidade do trabalho coletivo assalariado. Sendo o trabalhador produtivo aquele que produz diretamente mais-valia e participa diretamente do processo de valorização do capital, ele detém, por isso, um papel de centralidade no interior da classe trabalhadora, encontrando no proletariado industrial o seu núcleo principal. Portanto, o trabalho produtivo, onde se encontra o proletariado, no entendimento que fazemos de Marx, não se restringe ao trabalho manual direto (ainda que nele encontre seu núcleo central), incorporando também formas de trabalho que são produtivas, que produzem mais- -valia, mas que não são diretamente manuais (idem). Mas a classe-que-vive-do-trabalho engloba também os trabalhadores improdutivos, aqueles cujas formas de trabalho são utilizadas como serviço, seja para uso público ou para o capitalista, e que não se constituem como elemento diretamente produtivo, como elemento vivo do processo de valorização do capital e de criação de mais- valia (ANTUNES, 2009, p. 102).

ISSN 2446-7618

O trabalho, quando utilizado como um meio direto de valorização do capital, será um trabalho produtivo, tendo em vista que é produtivo todo o trabalho que serve para a autovalorização do capital. O trabalho produtivo garante não apenas a sobrevivência do trabalhador, mas também o lucro para o patrão. O exemplo trazido pelo próprio Marx (1984) ajuda na compreensão da questão.

> O trabalhador produz não para si, mas para o capital. Não basta, portanto, que produza em geral. Ele tem de produzir mais-valia. Apenas é produtivo o trabalhador que produz mais-valia para o capitalista ou serve à autovalorização do capital. Se for permitido escolher um exemplo fora da esfera da produção material, então um mestre-escola é um trabalhador produtivo se ele não apenas trabalha as cabeças das crianças, mas extenua a si mesmo para enriquecer o empresário. O fato de que este último tenha investido seu capital numa fábrica de ensinar, em vez de numa fábrica de salsichas, não altera nada na relação. O conceito de trabalho produtivo, portanto, não encerra de modo algum apenas uma relação entre a atividade e efeito útil, entre trabalhador e produto do trabalho, mas também uma relação de produção especificamente social, formada historicamente, a qual marca o trabalhador como meio direto de valorização do capital. (MARX, 1984, p. 105)

Embora o capital considere improdutivo o trabalho que implica em serviço, valor de uso, e considere produtivo apenas o que produz mais-valia, valor de troca, mercadoria, na verdade existe nesse conceito uma incongruência. Ao apontar essa contradição, Marx (1980) evidencia que, na realidade, todo trabalho é produtivo: “Uma cantora que vende seu canto por conta própria é um trabalhador improdutivo. Mas, a mesma cantora, se um empresário a contrata para ganhar dinheiro com seu canto, é um trabalhador produtivo, pois produz capital” (Marx, 1980, p. 396).

Retornando a Antunes (2009), então, a classe-que-vive-do-trabalho também inclui os trabalhadores improdutivos, como o setor de serviços, cuja atividade não é um elemento produtivo, diretamente, mas é consumido como valor de uso e não como trabalho que cria valor de troca. Esse segmento de trabalhadores é crescente nos tempos atuais e abrange os assalariados em uma ampla escala, incluindo o setor de serviços, envolvendo os trabalhadores das fábricas que não criam diretamente valor e os trabalhadores de setores como turismo, bancos, comércio, serviços públicos, etc. Conforme o autor, a visão ampliada é fundamental para a compreensão do que é a classe trabalhadora hoje:

> Considerando, portanto, que todo trabalhador produtivo é assalariado e nem todo trabalhador assalariado é produtivo, uma noção contemporânea de classe trabalhadora, vista de modo ampliado, deve, em nosso entendimento, incorporar a totalidade dos trabalhadores assalariados (ANTUNES, 2009, p. 102).

Alargando ainda mais a classe-que-vive-do-trabalho, Antunes (2009) enquadra nela os que estão desempregados, “pela vigência da lógica destrutiva do capital” e todo o contingente formado pelo proletariado industrial e o conjunto dos assalariados que vendem a sua força de trabalho (proletariado rural, trabalhadores do setor de serviço), como também o proletariado precarizado, subproletariado moderno, part time, terceirizados, trabalhadores informais. Compreender esse panorama é fundamental para reconhecer que o mundo do trabalho vem sofrendo mutações importantes. Da classe-que-vive-do-trabalho o autor exclui os gestores do capital, seus altos funcionários; aqueles detentores

ISSN 2446-7618

de capital que vivem da especulação e dos juros; pequenos empresários urbanos e rurais.

Consoante Antunes (2009), o setor de serviços vem sendo afetado também pelas mutações tecnológicas e organizacionais e a consequência é que cada vez mais se submete à racionalidade do capital. Ele cita o exemplo do trabalho bancário e a privatização dos serviços públicos, que geraram desemprego, durante a última década. Para o autor, o setor de serviços significou um forte contingente de assalariados na nova configuração da classe trabalhadora.

Nos países centrais, os trabalhadores com 40 anos ou mais, acabam sendo excluídos do mercado de trabalho atual, isso porque foram acostumados a atividades extremamente especializadas – típicas do fordismo – e não desenvolveram a característica da multifuncionalidade – requerida pelo toyotismo – a capacidade de atuar em várias e diferentes funções.

As mudanças ocorridas na economia mundial, nos últimos anos, provocaram alterações na forma de se analisar a classe trabalhadora e impõem uma expansão da visão, sendo que os prestadores de serviços também estão dentro da categoria e aqui mesmo entram os servidores públicos. Essa ideia foi melhor aprofundada pelo autor em obra posterior, que passamos agora a expor.

Na primeira parte do seu livro O Privilégio da Servidão, Antunes (2018) fala sobre o proletariado da era digital e explica sobre a explosão do novo proletariado de serviços. Um dos subtópicos se chama “Classe média ou novo proletariado de serviços?”. Trata-se de uma continuidade do tema anterior do autor “A classe- que-vive-do-trabalho”. O autor prepara o convite para o referido tópico afirmando que os atores do setor de serviços são integrantes da classe trabalhadora e questiona se estamos realmente diante de uma classe média emergente ou do novo proletariado de serviços.

A hipótese de Antunes (2018) sustenta que essa classe compõe o novo proletariado, pelo distanciamento do trabalho intelectual, e fatores outros, como o “assalariamento, proletarização e mercadorização”. A classe média, analisada em sentido ontológico, não pode ser caracterizada pelo critério apenas da renda percebida e nem pelo papel que ocupam no processo de trabalho. A exemplo temos os servidores públicos, advogados, médicos, entre outros, que desempenham atividade tida como intelectual e, no entanto, vêm enfrentando um processo de precarização e assalariamento (ANTUNES, 2018).

Assim, acrescenta o autor, que os estratos mais baixos da classe média, que são os assalariados, “tendem, no plano da objetividade, a se aproximar da classe trabalhadora, ainda que sua aspiração tenda a se dirigir para o topo da pirâmide social” (ANTUNES, 2018). O crescimento dos novos assalariados de serviços vem contribuindo, em escala global, para movimentos de greves, manifestações e lutas sociais.

Essa classe média, conforme Antunes (2018), não compõe uma nova classe social, em vez disso, compõe parcela do proletariado, é uma nova morfologia da classe-que-vive-do-trabalho, “compreende distintos polos que são expressões visíveis da mesma classe trabalhadora... em suas heterogeneidades, diferenciações e fragmentações.” (ANTUNES, 2018).

Os professores, servidores públicos das redes federal, estadual e municipal de educação vendem sua força de trabalho, fazem parte do setor de serviços, sofrem com a precarização das relações trabalhistas e são, portanto, integrantes da classe-que-vive-do-trabalho.

ISSN 2446-7618

1.3. Pandemia, tecnologia e precarização do ensino

Importante contextualizar que o mundo foi afetado pela pandemia da covid-19, no ano de 2020. Dia 11 de março a OMS, Organização Mundial de Saúde anunciou que a covid-19 havia se transformado em uma pandemia[2], pois estava espalhada em todo o mundo. No dia seguinte foi registrada a primeira morte pela doença no Brasil[3]. Esse fato obrigou o governo a implementar medidas de distanciamento social, com isso foi determinado o fechamento dos comércios e a suspensão dos serviços públicos presenciais.

O que se viu no Brasil, de março em diante, foi uma mortandade de pessoas, acirramento de ânimos entre os negacionistas da pandemia e o restante da população, a pressão do comércio para não perder lucro e os governos federal, estaduais e municipais – de um modo geral – agindo contra a vida e a favor do mercado, sem preocupação primeira com a preservação da saúde da população trabalhadora. Entre tantos desdobramentos, os servidores públicos foram colocados como vilões do momento, já que muitos serviços tiveram de ser paralisados, incluindo os professores.

A Medida Provisória 934, publicada em 1º de abril de 2020 e transformada na Lei 14.040, de 18 de agosto de 2020, flexibilizou a obrigatoriedade de escolas e de universidades cumprirem a quantidade mínima de dias letivos estabelecidos pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDBEN, porém a carga horária mínima de 800 horas deve ser cumprida. Ainda a Medida Provisória 936, de 20 de março de 2020, transformada na Lei 14.020, de 6 de julho de 2020, possibilitou a suspensão do contrato de trabalho do professor e, também, a redução de jornada e de salário. Essas normas atingiram os docentes, pois muitos passaram a não contar com o salário integral, houve redução das horas de trabalho com os alunos; contudo, o cumprimento da carga horária necessária de 800 horas não foi flexibilizada.

Na Educação Básica, os professores passaram a gravar vídeos e a elaborar atividades para os alunos, realizando também aulas síncronas. Na rede pública a medida foi adotada, mesmo sabendo os governos que grande parte dos alunos não tem acesso à Internet e nem a computadores para acompanhar as aulas.

Em pesquisa realizada pelo Centro de Professores do estado do Rio Grande do Sul, o CPERS – identificou que 98% dos professores(as) estão trabalhando mais do que prevê o contrato de trabalho durante a pandemia e 40% dos respondentes relataram que não possuem acesso à Internet com a velocidade e estabilidade adequadas para realizar o trabalho a distância.

Essa pesquisa contou com 3,9 mil respondentes e 2.131 questionários considerados válidos contemplando 872 escolas de 282 municípios. A pesquisa (CPERS,2020) revelou nas perguntas descritivas, a denúncia feita pelos educadores(as) sobre o desgaste físico e psicológico, insônia, ansiedade, tristeza e incertezas, ressaltando ainda os salários atrasados, as

[2] Informações da OMS, disponível em:https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875. Acesso em 10/10/2020

[3] Notícia amplamente divulgada pela imprensa. Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/ noticia/2020-06/primeira-morte-por-covid-19-no-brasil-aconteceu-em-12-de-marco. Acesso em 10/10/2020.

ISSN 2446-7618

cobranças da Secretaria da Educação e a continuidade da retirada de direitos durante a pandemia. Uma questão recorrente é a dificuldade de conciliar o aumento na carga de trabalho com o cuidado de filhos pequenos, o preparo das refeições, o trabalho doméstico e os cuidados com a saúde.

> Portanto, o trabalho vai além da carga horária contratada, ficando o professor disponível nos três turnos para responder as perguntas e tirar dúvidas especialmente através do watsApp, indo além, planejar atividades, elaborar material seja em conteúdo digital ou físico e corrigir as atividades realizadas pelos alunos (CPERS,2020).

A precarização do trabalho constitui uma estratégia econômica, política e social alicerçada no sistema capitalista, ao envolver processos de terceirização, fomentar o desemprego, pagar salários irrisórios, expropriar o tempo do trabalhador com horários estafantes e, em muitos casos, ininterruptos. E no contexto da pandemia que impõem as pessoas um processo de quarentena que faz com que os trabalhadores se mantenham isolados, mas trabalhando remotamente de forma continua.

Em entrevista realizada pelo Centro de Professores do Estado do Rio Grande do Sul, um dos professores denuncia a situação calamitosa

> *Divido minha mesa de jantar com trabalhos dos alunos, livros, telefone, cadernos, celular e um computador que o uso excessivo estragou. Se não fossem os descontos da greve, poderia ter comprado um computador melhor, um celular também. Tudo que consegui foi acumular dívidas(CPERS,2020).*

Conforme o professor, ao todo, ele atende 24 turmas nos três anos do Ensino Médio e de Educação de Jovens e Adultos, somando 562 alunos(as). Ele *se reveza com os afazeres domésticos, como tantos outros pelo país,*

> É um desafio diário, mas estamos perseverando. É preciso lembrar que existe uma logística em nossas casas, como preparar a alimentação, cuidar dos espaços, manter a nossa saúde mental e dos nossos filhos, entre tantas outras coisas (PROFESSOR,2020).

Falando sobre a alienação, Antunes e Alves (2004) abordam a separação absoluta do trabalho, em que a alienação assume a forma de perda de sua própria unidade: trabalho e lazer, meios e fins, vida pública e vida privada, entre outras formas de disjunção dos elementos de unidade presentes na sociedade do trabalho. Esse é o cenário que os professores das redes públicas em geral, têm vivenciado nesse período de pandemia com a expansão do trabalho em domicilio.

Vera Lessês do CPERS, acrescenta ainda os salários congelados há praticamente seis anos, parcelados e atrasados, o desmonte do Plano de Carreira com a retirada de direitos garantidos, apesar da grande mobilização dos educadores. "*E agora este massacre em plena pandemia*"(CPERS,2020,s/p). Tudo isso traz consequências aos educadores que são somatizadas em ataques de pânico, hipertensão e outras enfermidades gerando crises de esgotamento, estresse e adoecimento físico e psíquico (idem).

No contexto do capitalismo e com a permanente crise do capital, os cortes são explicados por Boaventura Santos dizendo que [...] a crise financeira

ISSN 2446-7618

permanente é utilizada para explicar os cortes nas políticas sociais (saúde, educação, previdência social) ou a degradação dos salários. […] a pandemia vem apenas agravar uma situação de crise a que a população mundial tem vindo a ser sujeita. Daí a sua específica periculosidade. (SANTOS, 2020, p.5-6).

Nas universidades também foi colocada em prática a estratégia da educação por videoconferência, em substituição aos encontros presenciais. Se entre os alunos da educação básica houve prejudicados, no ensino superior a situação se repetiu, não obstante as precauções das instituições públicas de realizarem pesquisa com os acadêmicos para sondar sobre as condições de acesso às tecnologias e à Internet.

A pandemia, entretanto, aqui é retratada para exemplificar as ações do governo que reforçam o distanciamento social entre as classes e precarizam as condições de trabalho dos professores. A verdade é que, independentemente da pandemia, o avanço da tecnologia já vinha sendo visto como um potencial perigo para os trabalhadores da educação, em razão do interesse de grandes grupos econômicos de dominarem o setor e transformarem a educação em uma mercadoria.

Na ideia de tratar a educação como um produto, há uma interpretação errônea do que vem a ser a Educação. Na realidade, a escola é o espaço da ação pedagógica que transforma o aluno; ele, portanto, é o resultado do trabalho pedagógico desenvolvido pelo professor e pela escola, o sujeito que a escola se propôs a formar, conforme Paro (2001):

> o processo pedagógico constitui verdadeiro trabalho humano, que supõe a existência de um objeto de trabalho que, no caso, é o próprio educando. É este que, de fato, constitui o objeto da ação educativa e que, no processo, se transforma (em sua personalidade viva) no novo produto que se visa realizar" (PARO, 2001, p. 93).

Outro aspecto importante a pontuar é que as tecnologias devem servir de instrumento para a ação pedagógica e não serem utilizadas para reduzir postos de trabalho e muito menos para segregar alunos, aprofundar diferenças, impedir o aprendizado coletivo que se faz no contato com o outro.

> o emprego do computador no processo pedagógico, assim como o uso de qualquer tecnologia, exige do educador uma reflexão crítica. Refletir criticamente sobre o valor pedagógico da Informática significa também refletir sobre as transformações da escola e repensar o futuro da educação (HAYDT, 2011, p. 211).

Estamos diante de uma situação mais ampla que o simples imediatismo de promover aulas através do computador e Internet. Há que se pensar em todo o contexto do futuro da educação, dos educandos e dos educadores. Tudo isso passa por planejamento estratégico no modelo proposto por Vasconcellos (2002), superando o ingênuo, espontâneo, não sistematizado.

4 CONCLUSÃO

O trabalho é ação necessária para o homem construir sua própria existência. Ninguém deve viver do trabalho do outro; quando isso acontece estamos diante de um cenário de exploração do homem pelo seu semelhante. É o que acontece no sistema capitalista. Quanto mais intensa é a exploração, maior a alienação nesse processo de trabalho.

ISSN 2446-7618

As teorias sobre as relações de trabalho sempre consideraram os operários das fábricas e indústrias como classe trabalhadora, cuja mão-de-obra gera mais valia e riqueza para os patrões. Os trabalhadores do setor de serviços não costumavam ser enquadrados, mesmo estes sendo trabalhadores assalariados.

Estudos desenvolvidos por Antunes (2009) falam sobre a classe-que-vive-do-trabalho, na qual o autor explica sobre a ampliação da classe trabalhadora, provocada pela precarização das condições de trabalho. Agora, o setor de serviços faz parte e nele estão contemplados todos os que vendem sua força de trabalho, incluídos aí os servidores públicos, por conseguinte, os professores.

Um dos fatores que contribuíram para o aumento dessa classe e da precarização das relações de trabalho foi o avanço da tecnologia. No setor da educação o fenômeno é sentido e comprovado pela adoção de políticas públicas que relegam o professor a segundo plano, aumentam a distância social entre as classes e comprometem o futuro da educação enquanto projeto de soberania nacional.

O episódio da pandemia foi emblemático para evidenciar a intenção de desmonte da educação pública e consequentemente a precarização do trabalho do professor com longas jornadas, causando inclusive seu adoecimento. Todas essas considerações, fazem acender um alerta para a necessidade de ações coletivas por parte dos professores e de um planejamento sistematizado da educação pública do país.

REFERÊNCIAS

1 ANDRÉ, Marli, LUDKE, Menga. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

15 ANTUNES, Ricardo. ALVES, Giovanni. As mutações no mundo do trabalho na era da mundialização do capital. **Educação e Sociedade**, Campinas, v.25, n.87, p.335-351, 2004.

11 ANTUNES, Ricardo. **O privilégio da servidão: o novo proletariado de serviços na era digital**. 2ª ed. São Paulo: Boitempo, 2018.

6 ANTUNES, Ricardo. **Os sentidos do trabalho: ensaio sobre a afirmação e a negação do trabalho**. 2ª ed. São Paulo: Boitempo, 2009.

12 BRASIL. Lei 14.040, de 18 de agosto de 2020. Estabelece normas educacionais excepcionais a serem adotadas durante o estado de calamidade pública reconhecido pelo Decreto Legislativo nº 6, de 20 de março de 2020; e altera a Lei nº 11.947, de 16 de junho de 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20192022/2020/lei/L14040.htm#:~:text=O%20PRESIDENTE%20DA%20REP%C3%9ABLICA%20Fa%C3%A7o,eu%20sanciono%20a%20seguinte%20Lei%3A&text=1%C2%BA%20Esta%20Lei%20estabelece%20normas,20%20de%20mar%C3%A7o%20de%202020.. Acesso em: 05/11/2020.

ISSN 2446-7618

13 BRASIL. Lei 14.020, de 18 de agosto de 2020. Institui o Programa Emergencial de Manutenção do Emprego e da Renda; dispõe sobre medidas complementares para enfrentamento do estado de calamidade pública reconhecido pelo Decreto Legislativo nº 6, de 20 de março de 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14020.htm#:~:text=Art.%201%C2%BA%20Esta%20Lei,de%20import%C3%A2ncia%20internacional%20decorrente%20do Acesso em: 05/11/2020.

14 CPERS Sindicato.526 alunos, 24 turmas, dois filhos, salários cortados. A realidade do educador gaúcho.25.9.2020. Disponível em https://cpers.com.br/562-alunos-24-turmas-dois-filhos-salario-cortado-a-realidade-do-educador-gaucho-na-pandemia/?fbclid=IwAR1m090LWdJGNaW4wrnONzU-vD6xDVKnluxPPyPWzbm9JSPKM8xOYvo7xm8. Acesso em 19 de out.2020.

3 ENGELS, F. **Sobre o papel do trabalho na transformação do macaco em homem. In: MARX, K.; ENGELS, F. Obras escolhidas. São Paulo: Alfa-Omega, s.d.**

2 FRIGOTTO, Galdêncio. **A formação e profissionalização do educador frente aos novos desafios**. In: ENDIPE, 8, 1996, Florianópolis. P. 389-406.

18 HAYDT, Regina Célia C. **Curso de Didática Geral**. São Paulo: Ática, 2011.

7 LUKÁCS, Georg. (1980) **The Ontology of Social Being: Labour**. Merlin Press, Londres. Tradução Prof. Ivo Tonet (Universidade Federal de Alagoas).

8 MARX, Karl**. Manuscritos Econômico-Filosóficos.** São Paulo: Boitempo Editorial, 2004.

6 MARX, Karl**. O Capital.** Vol. I, tomo 1, São Paulo: Abril Cultural, 1983**.**

5 MARX, Karl**. O Capital.** Vol. I, tomo 2, São Paulo: Abril Cultural, 1984**.**

10 MARX, Karl. **Teorias da mais-valia: história crítica do pensamento econômico** (Livro IV de O capital). Vol. I. São Paulo: Civilização Brasileira, 1980.

17 PARO. Vitor Henrique. **Escritos sobre Educação**. São Paulo: Xamã, 2001.

16 SANTOS, Boaventura de Sousa. **A cruel pedagogia do vírus**. São Paulo: Boitempo, 2020.

19 VASCONCELLOS, Celso dos Santos. **Planejamento: Projeto de Ensino-Aprendizagem e Projeto Político Pedagógico – elementos metodológicos para a elaboração e realização**. 10ª ed. São Paulo: Libertad, 2002.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-GRANDENSE

9º Seminário de Inovação e Tecnologia do IFSul
9th Innovation and Technology Seminar IFSul
10 a 13 de Novembro / November 10th to 13th, 2020
Sapucaia do Sul – RS – Brasil

inovtec
ISSN 2446-7618

TECNOLOGIAS POSSIBILITANDO DIÁLOGO ENTRE DOCENTES EM MINICURSO NÃO PRESENCIAL

Eltz, P.T.[1]
Wolffenbuttel, P. P.[2]

[1]*Doutora em Diversidade Cultural e Inclusão Social, Patricia Thoma Eltz, IFSUL, patriciaeltz@sapucaia.ifsul.edu.br*
[2]*Doutora em Educação, Patricia Pinto Wolffenbuttel, IFSUL, patriciawolffenbuttel@sapucaia.ifsul.edu.br*

Resumo

Essa pesquisa de abordagem qualitativa do tipo estudo de caso teve como questão norteadora como contribuir com a formação continuada de docentes propondo debates e reflexões sobre as juventudes e temas atuais em minicurso não presencial. O estudo teve início com a proposição do minicurso “Docência na Educação Profissional: temas atuais em discussão” com objetivo de oportunizar o debate sobre temas atuais relacionados à prática educativa. Os dados foram coletados durante o minicurso em três momentos distintos: no primeiro momento os docentes responderam um questionário sobre suas percepções frente às características das juventudes atualmente. No segundo momento, um fórum oportunizou reflexões e registros compartilhados sobre as características da juventude de cada docente em relação ao jovem na atualidade. O terceiro momento reuniu dados a partir da participação dos docentes em webconferências com especialistas. No geral, observou-se que os docentes consideram que seu tempo de juventude era melhor, e que o jovem de hoje possui fragilidades emocionais, entre outros aspectos preocupantes. Assim, inferimos que a proposta de um minicurso abriu espaço para leituras, reflexões e discussões frente a temas atuais e contribuiu para a formação continuada dos docentes. A proposta possibilitou também aos docentes a aproximação com tecnologias digitais.

Palavras-chave: Formação continuada; Juventudes;Tecnologias digitais;Reflexões docentes.

TECHNOLOGIES ENABLING DIALOGUE BETWEEN TEACHERS IN A NON-PRESENTIAL MINICURSE

Abstract

This qualitative research of a case study type had as a guiding question how to contribute to the continuing education of teachers by proposing debates and reflections on youth and current themes in a short classroom course. The study started with the proposal of the mini-course “Teaching in Professional Education: current topics under discussion” in order to provide an opportunity to debate current issues related to educational practice. The data were collected during the mini-course at three different times: in the first moment, the teachers answered a questionnaire about their perceptions regarding the characteristics of young people today. In the second

ISSN 2446-7618

moment, a forum provided reflections and shared records on the characteristics of the youth of each teacher in relation to the youth today. The third moment gathered data from the participation of teachers in web conferences with specialists. In general, it was observed that the teachers consider that their youth time was better, and that today's youth has emotional weaknesses, among other worrying aspects. Thus, we infer that the proposal for a short course opened space for readings, reflections and discussions regarding current issues and contributed to the continuing education of teachers. The proposal also enabled teachers to get closer to digital technologies.

Keywords: Continuing education; Youths; Digital technologies; Teaching reflections.

1 INTRODUÇÃO

O distanciamento físico configurou-se como medida necessária neste momento de pandemia mundial e a suspensão de aulas presenciais foi essencial para cumprir o protocolo de proteção à comunidade acadêmica. A oferta de um minicurso integralmente não presencial para docentes possibilitou a atualização em temas relevantes e contribuiu para a formação continuada, além de aproximar os participantes por meio de tecnologias digitais e preservar o vínculo entre os mesmos.

De abordagem qualitativa e seguindo princípios metodológicos de estudo de caso, o ponto de partida da presente pesquisa foi o minicurso intitulado “Docência na Educação Profissional: temas atuais em discussão”. Os docentes aderiram ao curso por interesse próprio e um dos principais temas debatido foi sobre as diferentes juventudes. Da riqueza das discussões emergiu a questão norteadora desse estudo: como os docentes percebem as juventudes de seus alunos e como relacionam às características de suas próprias juventudes?

Pensar reflexivamente sobre nossas vivências cotidianas foi o princípio fundamental no qual se apoiou o projeto de formação continuada para docentes. A reflexão sobre a ação educativa é um momento essencial, pois, é pensando criticamente sobre o já vivido que se pode melhorar a próxima prática (FREIRE, 2011). Nesse paradigma não existe ensino sem pesquisa, a postura investigativa é assumida pelo próprio docente ao incluir a indagação em sua formação permanente, assumindo assim sua incompletude.

As rápidas transformações da sociedade são visíveis nos espaços acadêmicos e nos provocam à reflexão sobre diferentes desafios. No contexto atual, pode-se observar que jovens estudantes apresentam diferentes demandas, algumas relacionadas a novas formas de aprender e ensinar e outras que transcendem a questões específicas do processo de ensino.

Estar atento às necessidades do bem estar do jovem e pensar em mudanças, nos instiga ao debate como educadores. O presente texto debruça seu olhar sobre as diferentes juventudes e se origina em pesquisa realizada com docentes participantes do minicurso. Assim, apresenta-se referencial teórico, metodologia, resultados e discussão, conclusões e referências.

ISSN 2446-7618

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo de caso é um tipo de investigação que trata sobre uma situação específica, procurando encontrar as características e o que há de essencial nela. Gil (2007) conceitua o estudo de caso como um estudo aprofundado sobre objetos que podem ser um indivíduo, uma organização, um grupo ou um fenômeno e que pode ser aplicado nas mais diversas áreas do conhecimento.

O presente estudo, de abordagem qualitativa, partiu de dados oriundos do minicurso não presencial já referido neste texto, realizado na plataforma Moodle[1]. O objetivo geral foi oportunizar aos docentes do IFSUL o debate sobre temas atuais relacionados à prática educativa. Os assuntos tratados no minicurso foram organizados em dois tópicos. O primeiro tópico intitulado A(s) juventude(s) de nossos jovens estudantes destacou o que sabemos sobre os alunos que ajudamos a formar; as expectativas dos estudantes da Geração Z, as fragilidades das relações, estresse e a epidemia de ansiedade e depressão. O segundo tópico intitulado Docência no cenário atual destacou as diferenças entre gerações de professores e estudantes, o autoconhecimento como princípio para construção da autonomia de professores e estudantes e o sofrimento emocional no contexto escolar: como o professor pode auxiliar.

Os temas foram trabalhados através de leituras orientadas, participações em fórum, análise de vídeos, participações em webconferências[2], produção escrita individual a partir de questões propostas. O debate foi possibilitado de forma síncrona por meio de perguntas, respostas e comentários durante as webconferências e, de forma assíncrona, nas atividades em que os docentes fizeram registros e publicaram no fórum.

Os dados dessa investigação provêm de diferentes instrumentos e foram coletados em dois momentos no decorrer do minicurso. No início, os docentes responderam um questionário na plataforma Google Forms[3] sobre suas percepções frente às características das juventudes atualmente, compondo o primeiro momento de dados dessa pesquisa. Na sequência, as atividades solicitadas no curso foram, prioritariamente, leitura de textos e análise de vídeos que dialogavam com os temas das webconferências. O segundo momento para a coleta de dados foi a realização de um fórum que oportunizou reflexões e registros compartilhados sobre as características da juventude de cada docente em relação ao jovem na atualidade. Por fim, o terceiro momento para a coleta de dados foi a partir da participação dos docentes em webconferências com especialistas convidados da área da saúde mental.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

[1] Moodle é um tipo de plataforma online e gratuita de aprendizado a distância. É um sistema de gerenciamento de aprendizado, que oferece a possibilidade de disponibilizar cursos e treinamentos de forma online. O nome do sistema Moodle é uma sigla em inglês para Modular ObjectOrientedDynamic Learning Environment.

[2]Webconferência é um recurso tecnológico que possibilita conectar professores, tutores e alunos, por meio da Internet, para a realização de eventos e/ou aula online.

[3]Google Forms é um serviço gratuito para criar formulários online. Nele, o usuário pode produzir pesquisas de múltipla escolha, fazer questões discursivas, solicitar avaliações em escala numérica, entre outras opções. A ferramenta é ideal para quem precisa solicitar feedback sobre algo, organizar inscrições para eventos, convites ou pedir avaliações.

ISSN 2446-7618

A aprendizagem é inerente aos seres humanos e decorre de um contínuo e interativo processo de construção de saberes. O sujeito aprende quando apreende, ou seja, quando é capaz de estabelecer novas relações, realizar nexos que tenham valor adaptativo em sua vida pessoal e profissional. Assim, para o docente é essencial aprender para ensinar, bem como ensinar para aprender, parafraseando o mestre Paulo Freire (2011) ao referir que "não há docência sem discência". Assim, para ser professor, não basta a formação inicial. Os saberes que emergem da prática educativa possibilitam reflexões e ocupam lugar privilegiado na construção de conhecimentos profissionais de docentes. Abrir espaços de formação continuada é um princípio básico em diferentes âmbitos e modalidades de educação.

Entende-se formação continuada de professores como um processo permanente e constante de aperfeiçoamento dos saberes necessários à atividade dos educadores. A formação continuada é considerada pela LDB[4] direito de todos os profissionais que trabalham em qualquer estabelecimento de ensino, uma vez que não só ela possibilita a progressão funcional baseada na titulação, na qualificação e na competência dos profissionais, mas também propicia o desenvolvimento dos professores.

Os jovens vivem em constante movimento, são ávidos para conhecer, provar o novo, consumir, aprender. Mas, sugerem muitos desencantos com a política convencional, com a sociedade, vivenciando hostilidades, ambientes ríspidos, falta de compreensão (ABRAMOVAY; CASTRO, 2015). As diferentes juventudes não são "estados de espírito" e sim uma realidade palpável que tem sexo, idade, raça, fases, uma época que passa cuja duração não é para sempre, ou seja, uma geração. Depende, fundamentalmente, de suas condições materiais e sociais, de seus contextos, de suas linguagens e formas de expressão. Por isso, os jovens têm importância crucial para o entendimento das sociedades modernas, o seu funcionamento e suas transformações. Entender a juventude é compreender a própria modernidade em diversos aspectos como a arte, a cultura, o lazer e o consumo, entre outros.

Entende-se que a aprendizagem pode acontecer ao longo da vida e não apenas em uma etapa. De acordo com o relatório da Unesco (DELORS, 2003), as pessoas podem oportunizar uma educação continuada para acompanhar e se atualizar constantemente em relação às mudanças da sociedade. A adoção da tecnologia digital e da internet e a demanda da educação continuada crescem a passos largos, fazendo com que os processos educacionais sejam revistos, tendo em vista a necessidade de adequação de materiais didáticos para a modalidade on-line (MATTAR, 2014).

Nesse sentido, espaços de formação continuada podem possibilitar aos professores a apropriação das tecnologias digitais como um elemento do processo de ensino e de aprendizagem. Para além da construção desses novos conhecimentos, há a possibilidade de oportunizar espaços de reflexão sobre a trajetória pessoal e profissional. O objetivo de estratégias que pretendam proporcionar a reflexão consiste em desenvolver nos professores competências metacognitivas que lhes permitam conhecer, analisar, avaliar e questionar a sua própria prática docente, assim como os

[4]Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei nº 9394/96. Artigos 13 e 62.

ISSN 2446-7618

substratos éticos e de valor a ela subjacentes. Nesse sentido, pode-se inferir que algumas estratégias pretendem ser como espelhos, oportunizando aos professores que possam se perceber refletidos e através desse reflexo, adquirir maior autoconsciência pessoal e profissional (GARCIA, 2005).

Portanto, entende-se a formação continuada como aliada dos educadores, pois é possível pensar e discutir com mais significado e sentido estando imerso na ação educativa, procurando compreender nossas atitudes e sentimentos que emergem do cotidiano. É essencial encontrar espaços de interação entre as dimensões pessoais e profissionais na formação continuada de docentes (NÓVOA, 1995).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

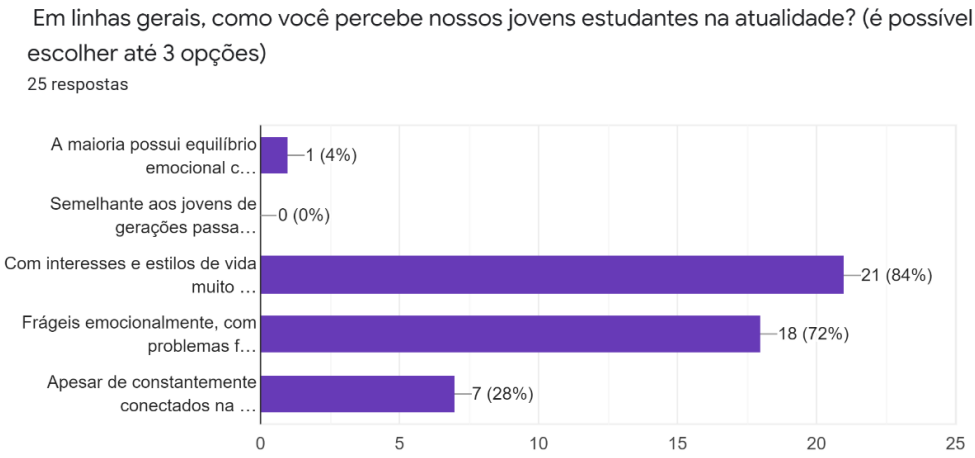
Tivemos vinte e cinco (25) docentes inscritos e dezenove (19) que concluíram o minicurso. A maioria dos participantes tinha entre cinco (5) e quinze (15) anos de experiência na docência, com titulação de mestrado, alguns com doutorado; muitos formados em diferentes cursos de licenciaturas e alguns com bacharelados. De forma geral, o grupo de docentes participantes era diversificado em relação às áreas de formação, aspecto que contribuiu para o enriquecimento dos debates.

4.1 Primeiro momento

O questionário foi realizado na plataforma Google Forms e dividido em quatro questões. Tivemos vinte e cinco (25) respostas. Os registros foram organizados com a sigla D, indicando docente e número para facilitar a compreensão.

A primeira questão foi “Como você percebe nossos jovens estudantes na atualidade?” As alternativas indicam as seguintes opções: A maioria possui equilíbrio emocional com bons vínculos familiares; Semelhante aos jovens de gerações passadas; Com interesses e estilos de vida muito diferentes de gerações passadas; Frágeis emocionalmente, com problemas familiares e relações sociais superficiais; Apesar de constantemente conectados na internet, possuem equilíbrio emocional, maturidade e autonomia para o enfrentamento dos desafios atuais da sociedade, da vida de estudante e do futuro em relação ao mundo do trabalho. Os docentes poderiam marcar até três opções conforme apresenta o gráfico 01.

Gráfico 01 – Percepções frente aos jovens estudantes na atualidade



ISSN 2446-7618

Fonte: gráfico elaborado pelas autoras.

Percebe-se que duas opções foram indicadas pela maioria dos docentes. Ou seja, os docentes percebem os jovens estudantes com interesses e estilos de vida muito diferentes de gerações passadas e frágeis emocionalmente, com problemas familiares e relações sociais superficiais. Ainda na primeira questão, os docentes tiveram a oportunidade de escrever uma resposta diferente, se necessário. Tivemos oito (08) respostas apresentadas no quadro 01.

Quadro 01 – respostas diferentes para a primeira questão

Penso que com relação ao último item há uma diferença muito grande entre os alunos do 1º ano e os formandos. Observo que a grande maioria vai desenvolvendo o equilíbrio emocional e a maturidade satisfatoriamente (D1).
Muita insegurança em relação ao mundo do trabalho (D2).
Minhas respostas são referentes somente aos alunos de Engenharia Mecânica. Percebo que muitos não tem autonomia para estudar(...) Existem turmas muito heterogêneas, de um lado alunos já atuando no mercado de trabalho e com um bom conhecimento de alguns conteúdos ministrados e de outro lado alunos com total desconhecimento do conteúdo e total desconhecimento do que irão fazer com o que estão aprendendo (D3).
Fiquei na dúvida se os jovens em questão são os adolescentes dos cursos técnicos ou os jovens da engenharia (D4).
Com interesses de aprendizado superficiais e pouca disposição para o aprofundamento de temáticas. Parece que "tudo já está pronto e ao alcance de um clic" (D5).
Há muitos jovens que apresentam certa maturidade e autonomia e aqueles que são mais frágeis emocionalmente, mais respaldados hoje do que em gerações passadas (D6).
(...) Quando se coloca, por exemplo, a expressão "geração Z", pode-se estar usando um estereótipo que é restrito a uma classe média ou alta, frequentadora de centros urbanos bastante informatizados, onde há uma diversidade cultural muito ampla e consolidada. Isso não se reflete necessariamente em periferias, áreas rurais ou cidades menores e com cultura local mais conservadora. Portanto, a resposta depende da delimitação de "quem é o jovem" que está sendo analisado (D7).
Com um desejo/pressão por individualidade e sucesso cada vez maior (D8).

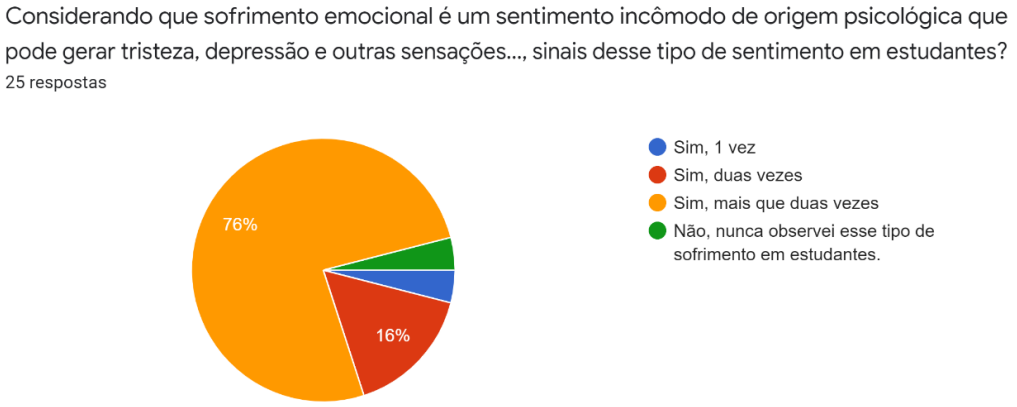
Fonte: Quadro elaborado pelas autoras

Interessante observar que ao expressar suas percepções sobre a juventude na atualidade, pode-se perceber alguma reflexão sobre as próprias vivências. O entendimento da maioria optando pela resposta de que a juventude atual se caracteriza por possuir interesses e estilos de vida muito diferentes de gerações passadas, pressupõe uma comparação e sinaliza para a importância de, como docentes, aprendermos sobre nosso jovem estudante.

A segunda questão do questionário foi “Considerando que o sofrimento emocional é um sentimento incômodo de origem psicológica que pode gerar tristeza, depressão e outras sensações negativas, você já observou, em sua prática docente, sinais desse tipo de sentimento em estudantes?” O gráfico 02 apresenta as respostas.

Gráfico 02: Já observou alguns sinais de sofrimento emocional nos estudantes

ISSN 2446-7618

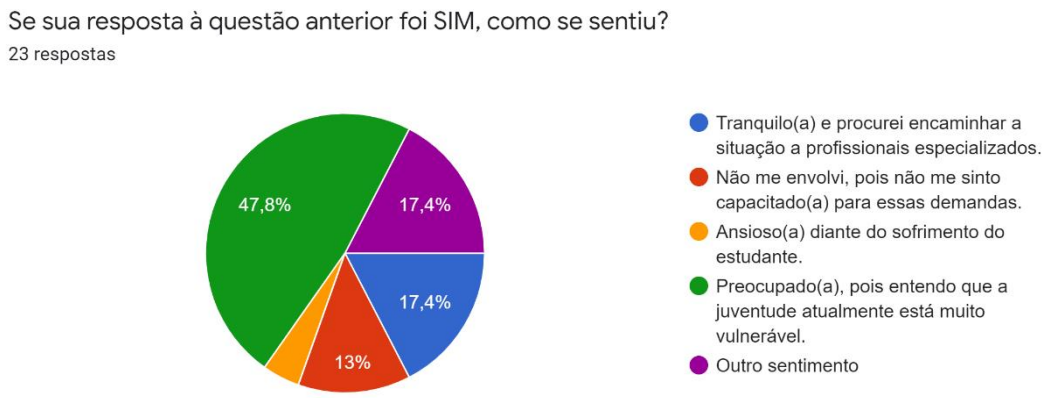


Fonte: gráfico elaborado pelas autoras.

Nesta questão, é possível perceber que 76% indicou que sim já observou esse sofrimento mais que duas vezes na sua prática docente. Salienta-se que 16% indicou que observou duas vezes sofrimento emocional nos estudantes.

A terceira questão foi "Como se sentiu?" As opções possíveis eram: Tranquilo(a) e procurei encaminhar a situação a profissionais especializados; Não me envolvi, pois não me sinto capacitado(a) para essas demandas; Ansioso(a) diante do sofrimento do estudante; Preocupado(a), pois entendo que a juventude atualmente está muito vulnerável; Outro sentimento. O gráfico 03 apresenta as 23 respostas obtidas.

Gráfico 03: Sentimentos dos docentes



Fonte: gráfico elaborado pelas autoras.

Nota-se que 47% se sentiu preocupado (a), pois entende que a juventude atualmente está muito vulnerável. Vale ainda destacar os outros sentimentos que apareceram descritos no Quadro 02.

Quadro 02: Outros sentimentos dos docentes

Observei que muitos estudantes não se acham em condições de atender às demandas do curso. Isso produz desmotivação e ansiedade. O sentimento foi de compaixão por já ter tido vivido situações parecidas com às dos alunos (D1).

ISSN 2446-7618

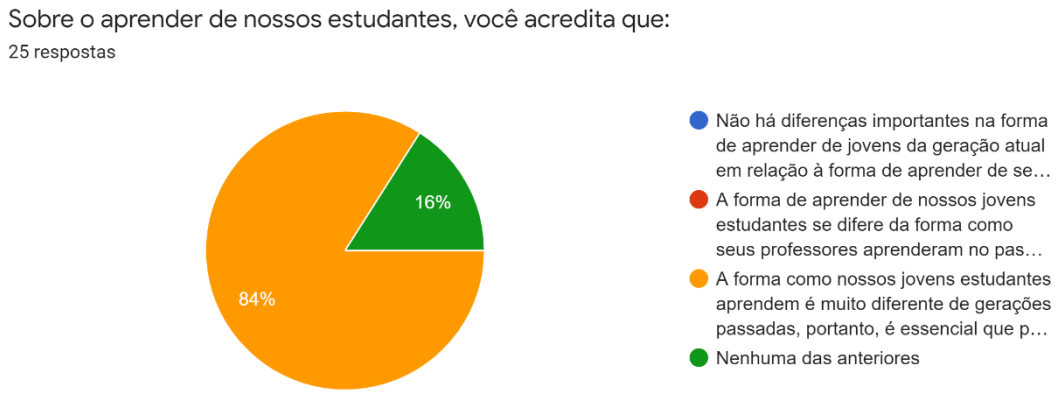
Embora ansioso com a situação do aluno, sempre comentei a situação com o coordenador do curso ou diretamente com o setor pedagógico (D2).
Frustrada, apesar de perceber que a pessoa estava diferente, mais introspectiva e tristonha ela não quis se abrir. Comentei que tínhamos psicóloga no Campus. Outros episódios logrei conectar-me e conseguimos falar e juntos, conversamos e trocamos ideias e ao final sempre sugiro que converse com a profissional responsável (D3).
Algumas situações nos causam espanto e preocupação também. Mas mesmo preocupado ou surpreso, entendo que é necessário ser paciente e sempre encaminhar a situação através dos canais adequados, respeitando também a privacidade do caso. (D4).

Fonte: quadro elaborado pelas autoras.

Analisando as respostas das duas questões anteriores observa-se a preocupação dos docentes em relação a possíveis fragilidades emocionais dos estudantes. Nesse sentido, evidencia-se a importância de espaços de diálogo com profissionais especializados em saúde mental e possibilidades de troca entre os docentes, podendo compartilhar suas próprias fragilidades diante das necessidades dos estudantes.

A quarta e última questão foi “Sobre o aprender de nossos estudantes, você acredita que:” As opções possíveis eram: Não há diferenças importantes na forma de aprender de jovens da geração atual em relação à forma de aprender de seus professores; A forma de aprender de nossos jovens estudantes se difere da forma como seus professores aprenderam no passado, no entanto, não há necessidade de novas estratégias de ensino, pois o aluno tem fácil acesso a informações e pode aprender sozinho; A forma como nossos jovens estudantes aprendem é muito diferente de gerações passadas, portanto, é essencial que professores busquem novas estratégias de ensino; Nenhuma das anteriores.
O gráfico 04 apresenta as 25 respostas.

Gráfico 04: Sobre o aprender dos estudantes



Fonte: gráfico elaborado pelas autoras.

Foi possível notar que 84% percebe que a forma como nossos jovens estudantes aprendem é muito diferente de gerações passadas, portanto, é essencial que professores busquem novas estratégias de ensino. Vale ainda destacar que outros 16% não se identificaram com nenhuma das opções possíveis, mas tiveram a oportunidade de descrever essa percepção na questão seguinte. O quadro 03 apresenta cinco descrições trazidas como respostas.

ISSN 2446-7618

Quadro 03: Outra descrição sobre o aprender dos estudantes

Para aprender precisa-se estar em paz e concentrado além da motivação. Temos hoje grande quantidade de material audiovisual que favorece muito o aprendizado. Mas o aprofundamento do conhecimento e a fixação definitiva em nossa mente se dá através da leitura silenciosa (D1).
Estratégias de ensino mais antigas são funcionais em muitos casos, mas é necessário adaptá-las e reavaliá-las diante das mudanças do perfil do alunado ao longo das épocas (D2).
Há diferenças, novas estratégias devem ser adotadas, mas também há estratégias do passado que funcionam (D3).
O ensino e a aprendizagem são áreas de pesquisa que estão em constante evolução. Tecnicamente, não há nada fisiológico que torne "as gerações passadas" diferentes das "gerações atuais". Obviamente, existem diferenças de contexto em virtude dos momentos históricos em que cada geração cresceu (...) (D4).
O contexto do aprender é diferente, principalmente pela facilidade de acesso à informação, redes sociais etc., há a exigência de se aprender e de se aplicar mais rápido o que se aprendeu. Mas o processo de aprender continua exigindo concentração, leitura, envolvimento, produção, e é aqui que as dificuldades aparecem (D5).

Fonte: quadro elaborado pelas autoras.

As respostas dos docentes, no geral, revelam suas percepções sobre as diferenças entre as gerações também em relação aos processos de aprender. Partindo do entendimento de que para aprender é condição essencial reconhecer e aceitar que não sabemos tudo, esse questionário oportunizou aos docentes uma reflexão inicial sobre seus conhecimentos e seus desconhecimentos sobre alguns temas a serem estudados no minicurso. Além disso, possibilitou às organizadoras do minicurso oportunizar uma atividade para reflexão e discussões sobre as juventudes, na intenção de qualificar o processo formativo dos envolvidos, compondo o segundo momento de dados desta pesquisa.

4.2 Segundo momento

O debate de temas nos fóruns promove a aprendizagem colaborativa, no qual os participantes trazem experiências e conhecimentos diversificados, previamente adquiridos ou construídos, e interagem para criar um conhecimento compartilhado. Foi solicitado que cada docente pensasse e registrasse reflexões sobre sua própria juventude e sobre a juventude atual considerando os seguintes aspectos: interesses, atitudes, crenças e aprendizagens. Tivemos dezenove (19) respostas registradas.

Nessa atividade do fórum foi possível observar que as considerações trazidas estavam em sintonia com os textos lidos, pois remeteram ao entendimento do porquê usar o termo juventude no plural e não somente no singular. São muitas e diversas juventudes, seja pela diferença geracional, pela diversidade social, cultural entre outras.

Na sequência, apresentamos alguns aspectos que, no geral, chamaram a atenção:

- Todos destacaram diferenças significativas entre suas próprias juventudes, de gerações anteriores e as juventudes de nossos estudantes, aspecto observado igualmente em registros de professores mais jovens.

- A maioria dos docentes, ao caracterizar as diferentes juventudes, analisou que em seu tempo era melhor, estudantes eram mais disciplinados, os métodos de estudos eram mais proveitosos. Em relação aos jovens de hoje, no geral, foram atribuídos poucos aspectos positivos, principalmente no que diz respeito ao excesso

ISSN 2446-7618

de uso da internet, redes sociais em detrimento de comprometimento e atenção em aulas.

- Considerando as características elencadas, foi possível observar a recorrência de percepção dos docentes sobre o desafio frequente para ensinar os jovens de hoje.

Os aspectos descritos pelos docentes como caracterização da juventude atual estão em sintonia com as reflexões apresentadas no primeiro momento nas respostas do questionário. Há elementos que chamam a atenção, pois ao comparar, a maioria dos docentes destacou que a juventude de gerações anteriores era melhor em relação a métodos de estudos, disciplina e comprometimento, por exemplo. Analisando esses dados, pode-se pensar que as percepções dos docentes poderiam contribuir para o surgimento de resistências naturais em aceitar e trabalhar com o jovem atualmente. O diferente é muitas vezes desconhecido e pode provocar desconforto. Para trabalhar com o novo, é essencial a desconstrução de projeções que tenham por base nossas vivências pessoais, podendo assim, abrir espaço para novas construções com base na aceitação do novo desafio, do nosso próprio processo de aprender como docente.

4.3 Terceiro momento

Reuniões ou conferências virtuais se caracterizam por serem encontros realizados através da internet, em tempo real, com a utilização de aplicativos com recursos de compartilhamento de voz, vídeo, textos e arquivos. Essas reuniões permitem estabelecer um contato visual entre o alunos e professores, deixando de ser um mero referencial simbólico que faz contato por cartas eletrônicas para desenvolver a personificação dos indivíduos envolvidos na interação (BRITO, 2003).

Webconferência é um excelente recurso tecnológico no apoio ao processo de ensino e de aprendizagem, pois facilita o acesso ao palestrante, oportunizando a interação, de forma que os participantes possam assistir em tempo real, compartilhar suas ideias e tirar dúvidas em relação ao conteúdo que estão estudando. Dessa forma, a webconferência contribui para o desenvolvimento da aprendizagem, oportunizando espaço de compartilhamento de ideias e de reflexões.

Durante o minicurso, foram realizadas três webconferências e tivemos vários registros positivos dos docentes nos chats e na avaliação final do minicurso. Esses registros foram organizados com a sigla D, indicando docente e número para facilitar a compreensão.

A primeira webconferência sobre as expectativas de estudantes da geração Z e sofrimento emocional no contexto atual foi avaliada como boa e muito boa e teve uma duração de uma hora e meia. Destaca-se o comentário de um docente participante: “Tema relevante e que merece mais debate e troca de experiências. A psicóloga tem uma fala envolvente. Recomendo novos encontros em outras capacitações ou oportunidades (D1).” Outro comentário: “Obrigado pelo conteúdo, foi muito legal, tanto a apresentação quanto a discussão. Parabéns! (D2).” Percebe-se que os docentes valorizaram a fala da psicóloga e se sentiram envolvidos na discussão.

Durante a primeira webconferência vale destacar outro comentário de um docente: “Deveríamos abrir mais espaço para a conversa em sala de aula e não só nos prendermos a "vencer conteúdos" (D3)”. Percebe-se aqui a importância da reflexão sobre a própria prática. Na segunda e terceira webconferências tivemos

ISSN 2446-7618

comentários positivos e negativos, diferente da primeira que só contou com pontos positivos.

A segunda webconferência sobre as fragilidades psíquicas dos adolescentes na contemporaneidade também foi avaliada como boa e muito boa. Destaca-se um comentário realizado por um docente participante: “Parabéns, muito bons os textos e a fala de hoje!!!! (D4).” Outro comentário: “Achei que o tema ficou meio repetitivo e a apresentação foi muito longa. Não houve muita novidade em relação aos textos preliminares à conferência (D5).” Percebe-se que a maioria dos docentes gostaram da web, mas o comentário do D5 indica que o tempo de fala precisa ser observado. Vale destacar que essa web teve uma duração de duas horas, mas não foi a mais longa.

A terceira webconferência sobre as diferenças entre gerações e o momento atual também foi avaliada como muito boa e teve uma duração de duas horas e meia. Destaca-se outro comentário de um docente participante: “Além do domínio do tema a forma como ele interagiu com o grupo possibilitou muitas trocas (D6)”. Apesar disso, destaca-se outro comentário: “Achei que a conversa foi muito para um lado meio senso comum de "os adolescentes são mimados" e não se tratou muito dos seus problemas e como ajudar a enfrentá-los (D7).” Percebe-se que a interação durante a web é importante e foi valorizada pelo docente participante. Destaca-se que o palestrante questionava os docentes e esperava para ouvir respostas ou no chat ou através do microfone.

Outro comentário também precisa ser destacado: “Foi excelente, só acredito que pegou um pouco pesado ao generalizar a "geração Y" (D8).” Percebe-se que os docentes valorizaram a fala, mas o comentário de D8 traz uma reflexão importante sobre as generalizações, prática que precisa ser evitada nos dias de hoje em que a diferença precisa ser respeitada.

Considerando as avaliações dos docentes e os comentários presentes nos chats no decorrer das três webconferências oportunizadas pelo minicurso, observamos que foi um espaço produtivo para reflexões, pois as manifestações evidenciam que os docentes se sentiram instigados a manifestações. Mesmo existindo críticas a alguns aspectos do momento, pode-se considerar que a participação do docente, a escuta e a expressão de suas percepções emergem de reflexões.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresentado nesse texto oportunizou-nos observar a importância de ofertar momentos de formação continuada sobre diferentes temas aos docentes. A provocação para pensar nas características de nossos estudantes, remeteu a reflexões sobre nossa própria juventude. A participação ativa dos docentes, nos momentos síncronos de debate nas webconferências com especialistas, reiterou o interesse dos mesmos nos temas discutidos, em especial destacamos, sobre as diferentes juventudes e o sofrimento emocional de jovens na atualidade.

Realizada a avaliação do minicurso, observou-se que em relação às atividades propostas, os docentes consideraram que levaram a reflexões sobre os temas debatidos e oportunizaram a expressão de seus pensamentos. Em relação à organização do minicurso na plataforma Moodle, à apresentação do material e à clareza nas orientações, os docentes consideraram muito boas e boas. Destaca-se o

ISSN 2446-7618

comentário de um docente: “Ótima organização dos materiais e tempo para estudo dos materiais disponibilizados (D9).”

Retomando questão norteadora deste estudo, acreditamos que foi possível contribuir com a formação continuada de docentes propondo debates e reflexões sobre temas atuais em minicurso não presencial. Por fim, mesmo com aulas suspensas e distantes fisicamente nesse momento de pandemia, foi possível interagir, trocar vivências e construir aprendizagens. Também, podemos concluir que os docentes participantes do curso, no geral, percebem a juventude de seus alunos com fragilidades emocionais. Outros aspectos que foram destacados pelos docentes, chamam a atenção por serem preocupantes como descomprometimento, falta de disciplina e de organização para estudos, a presença de problemas familiares e de relações sociais superficiais.

Foi possível observar que os docentes conseguiram estabelecer algumas relações entre características de jovens estudantes de hoje, com aspectos vividos em suas próprias juventudes. As análises que fizeram e compartilharam no fórum possibilitaram que refletissem sobre as diferenças existentes entre as gerações e as necessidades de pensar a prática docente nos dias atuais. No geral, observou-se que os docentes consideram que seu tempo de juventude era melhor, aspecto que nos convida a pensar sobre novos espaços de debate sobre esse assunto.

Encerramos o minicurso e esse estudo acreditando nos próximos diálogos para pensarmos coletivamente sobre enfrentar e trabalhar com o que é diferente e desconhecido para nós. Oportunizar novos diálogos que auxiliem a construirmos caminhos para educação voltada a atender os estudantes de hoje, sem a projeção de estudantes idealizados, que têm por referência, muitas vezes, nossa própria juventude.

Para além dos aspectos observados como construtivos que contribuíram para novas reflexões e debates entre os participantes, destacamos que as vivências no minicurso oportunizaram aos envolvidos, a saber, coordenadoras proponentes do minicurso e docentes participantes, experiências com o uso de tecnologias digitais. As restrições decorrentes da pandemia nos colocaram frente ao desafio de organizar atividades pedagógicas não presenciais, a fim de retomar o calendário de aulas do corrente ano. O minicurso, por ser integralmente não presencial, possibilitou a todos a interação com tecnologias digitais, configurando-se em um breve ensaio e experiência inicial sobre as atividades pedagógicas não presenciais.

REFERÊNCIAS

1 FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

2 GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2007.

3 ABROMOVAY, Miriam; CASTRO, Mary Garcia. **Ser jovem no Brasil hoje: políticas e perfis da juventude brasileira** (2015). Disponível em: https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=55825619-323e-712f-2f0a-f7b2fb31b673&groupId=265553. Acesso em agosto de 2020.

ISSN 2446-7618

4 DELORS, Jacques et al. **Educação: um tesouro a descobrir**. 8. ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: MEC: UNESCO, 2003.

5 MATTAR, João. **Design Educacional: educação a distância na prática**. São Paulo: Artesanato Educacional, 2014.

6 GARCÍA, Carlos Marcelo. **Formação de Professores: para uma mudança educativa**. Porto, Pt: Porto, 2005.

7 NÓVOA, Antônio. **Profissão Professor**. Lisboa: Porto, 1995.

8 BRITO, BRITO, Mário Sérgio da Silva. Tecnologias para EAD - Via Internet. In: ALVES, Lyan; NOVA, Cristiane (Orgs**). Educação e tecnologia: trilhando caminhos**. Salvador: Editora da UNEB, 2003.

ISSN 2446-7618

ESTUDO COMPARATIVO DE SOFTWARES ASSISTIVOS PARA DEFICIENTES VISUAIS: UM ESTUDO DE CASO EM UMA ESCOLA DE ENSINO TÉCNICO

Viana, B. L.[1]
Moraes, G. P. [2]
Viana, T. L.[3]
Dos Santos, D. R. [4]
De Freitas, L. C.[5]

[1] *Estudante de Tecnologia em Redes de Computadores, Betânia Lobo Viana, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), betanialoboviana@gmail.com.*
[2] *Estudante de Tecnologia em Redes de Computadores, Geise Pantoja Moraes, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), geise2011moraes@gmail.com.*
[3] *Estudante de Tecnologia em Redes de Computadores, Tânia Lobo Viana, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), tanialoboviana@gmail.com.*
[4] *Estudante de Tecnologia em Redes de Computadores, Daniel Rabelo dos Santos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), danielstronda36@gmail.com.*
[5] *Docente, Lilian Coelho de Freitas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), liliancoelhofr@gmail.com.*

Resumo
A Tecnologia Assistiva é um ramo do conhecimento científico que visa garantir independência, inclusão social e qualidade na vida de pessoas com algum tipo de deficiência. No entanto, é necessário lembrar que cada indivíduo possui diferentes níveis de conhecimento em relação ao manuseio da tecnologia. Portanto, é importante que a individualidade e os talentos dessa pessoa sejam aumentados e usados da melhor maneira possível, inclusive na escolha da tecnologia a ser usada. O objetivo do artigo é analisar o desempenho de softwares utilizados para promover a inclusão digital de pessoas com deficiência visual, obter um estudo comparativo dos softwares existentes para inclusão digital de deficientes visuais, além de fornecer novas formas de se inserir no contexto digital através dos softwares testados. Para testar o desempenho dos softwares, informações sobre a experiência de usabilidade dos usuários foram coletadas por meio de questionários realizados no Google formulário, conforme os seguintes aspectos: navegação na Internet, facilidade de manipulação de texto, descrição audiovisual, sistema operacional que pode ser utilizado. O estudo foi realizado com estudantes do Instituto Federal do Pará - Campus Tucuruí.

Palavras-chave: Tecnologia assistiva; Deficiência visual; Inclusão; *software* assistivo.

A COMPARISON OF ASSISTIVE SOFTWARE USED BY VISUALLY IMPAIRED STUDENTS: A CASE STUDY IN A BRAZILIAN SCHOOL

Abstract
Assistive Technology is a branch of scientific knowledge that aims to guarantee independence, social inclusion and quality in the lives of people with some type of disability. However, it is necessary to remember that each individual has different

ISSN 2446-7618

levels of knowledge in relation to the handling of technology. Therefore, it is important that the individuality and talents of that person are increased and used in the best possible way, including when choosing the technology to be used. The objective of the article is to analyze the performance of software used to promote the digital inclusion of visually impaired people, to obtain a comparative study of existing software for the digital inclusion of visually impaired people, in addition to providing new ways of inserting themselves in the digital context through software. tested. To test the performance of the software, information about the users' usability experience was collected through questionnaires carried out on the Google form, according to the following aspects: Internet browsing, ease of text manipulation, audiovisual description, operating system that can be used. The study was carried out with students from the Federal Institute of Pará - Campus Tucuruí.

Key words: Assistive technology; Visual impairment; Inclusion; Assistive *software*.

1 INTRODUÇÃO

Na atualidade sabe-se que é imprescindível o acesso à informação para que os direitos e a ascensão social dos cidadãos sejam garantidos, mas os que possuem deficiências graves na visão, principalmente os mais desfavorecidos não têm conhecimento sobre o que os avanços tecnológicos possibilitaram as pessoas (CARVALHO et al, 2018) (1).

Os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no censo demográfico de 2010 apontavam cerca de 6,5 milhões de deficientes visuais no país, sendo divididos entre pessoas cegas e pessoas com baixa visão (NORMANDI; TARALLI, 2016) (2). Pode-se entender que muitos indivíduos nessa situação são tratados com descaso e muitas vezes privados do convívio nas esferas sociais, esses indivíduos não possuem total acesso à locomoção, sinalização nas vias, tecnologias de comunicação, arte, cultura, lazer e até mesmo os seus direitos como cidadão não são totalmente garantidos.

É fato que a Tecnologia Assistiva desempenha um papel fundamental para os deficientes visuais permitindo-lhes desempenhar tarefas que seriam praticamente impossíveis sem o auxílio apropriado. A ausência deste apoio impõe restrições quase intransponíveis ao acesso na inclusão digital, além de impedir a inclusão destes indivíduos na era da informação e comunicação.

No Brasil, os deficientes visuais começaram a ter acesso a tecnologia a partir do desenvolvimento de softwares específicos para realizar leitura de telas como o DOSVOX, *VirtualVision*, Orca (exclusivo para o sistemas Linux), *VoiceOver* (Apple), NVDA e o *Jaws* (*software* proprietário) (CAMPELO et al., 2011) (3). Desse modo, foi possível que os deficientes visuais pudessem entrar em contato com a área da informática, tanto para realizar cursos através de um computador ou para se inserir nas comunicações sociais utilizando a internet.

Acessibilidade é algo essencial para melhoria da qualidade de vida das pessoas com alguma deficiência, ela deve estar presente nos espaços, no meio físico, no transporte, na informação e comunicação, inclusive nos sistemas e tecnologias da informação e comunicação. No caso dos Deficientes Visuais, se faz necessário divulgar os recursos acessíveis para acesso ao computador, recursos esses que serão os olhos deles para enxergar e navegar no computador e internet. As tecnologias digitais estão presentes em muitos lugares, seu uso está presente

ISSN 2446-7618

em atividades simples do dia a dia e a pessoa com Deficiência Visual não pode ficar privada de utiliza-las.

Os princípios deste estudo estão postos no contexto da promoção da inclusão social e digital de pessoas com deficiência visual, por meio de políticas públicas que busquem inserir esses indivíduos na sociedade valorizando a contribuição de cada um, propiciando independência, desenvolvimento de habilidades e competências, além de melhor qualidade de vida.

Para comprovar a acessibilidade desses *softwares* é preciso realizar verificações e testes, identificando dessa forma problemas no funcionamento e considerando modificações a implementar. Os métodos que mais são utilizados para avaliação de acessibilidade estão baseados na verificação de conformidade das diretrizes do WCAG para criação de conteúdos acessíveis (para páginas da internet) e testes com usuários com deficiência (CARVALHO et al, 2018) [(1)].

Desse modo, o artigo tem como objetivo realizar um estudo de caso para analisar os *softwares* assistivos para deficientes visuais. Cinco leitores de tela foram utilizados pelos autores para a realização do estudo. Este estudo de caso permitirá analisar possíveis adaptações que podem ser feitas para a melhoria da acessibilidade dos usuários com deficiência às tecnologias digitais.

Fundamentada na Política Nacional de Educação Especial, a inclusão educacional trata-se de um direito do aluno e demanda modificações na concepção e nas práticas de gestão, salas de aula e no preparo do corpo docente, a fim de que, cumpra-se o direito de todos terem acesso à escolarização. Quando a escola inclui pessoas com deficiência, transforma-se o ambiente em um local mais propício à aprendizagem, tal processo é individual tendo o aluno deficiência, ou não. Assim, quanto mais artifícios e recursos a escola proporcionar, as limitações do aluno serão reduzidas (PAPA et al., 2015) [(4)].

Para Papa et al. (2015) [(4)] a premissa que norteia a educação inclusiva está no olhar ao aluno, tanto individualmente como coletivamente (de forma colaborativa), atentando para suas competências e dificuldades. Segundo os autores, o processo de inclusão não deve ser limitado à matrícula do aluno no ensino regular, mas garantir ao docente e à escola estrutura indispensável à sua atuação pedagógica.

1.1 *Softwares* assistivos

Dentre os diversos modelos de Tecnologia assistivas existentes destinados aos deficientes visuais, podemos dividi-los em dois grupos: tecnologia assistiva para usuários de baixa visão e tecnologia assistiva para usuários cegos. Os usuários de baixa visão podem utilizar o LentePro. Consiste em um ampliador de telas desenvolvido por meio do Projeto Dosvox, pelo Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (NCE-UFRJ). Propiciando o uso do computador por pessoas que possuem visão subnormal. Por meio dele, o que aparece na tela é ampliado em uma janela (assemelhando-se a uma lupa) (PROJETO DOSVOX, 2002) [(5)].

Os *softwares* assistivos com o intuito de atender os deficientes visuais são conhecidos como leitores de tela. Os leitores de tela tratam-se de programas destinados a interagir com o sistema operacional do computador executando a captura de informações textuais e em seguida as transformando em respostas faladas através de um sintetizador de voz (CARVALHO et al, 2018) [(1)]. Assim, o deficiente visual pode estar em contato com todas as ferramentas e recursos do

ISSN 2446-7618

sistema, pois os leitores de tela permitem a utilização dos comandos do sistema operacional, dos aplicativos do computador e do próprio leitor de tela. Esses comandos podem ser acionados pelo teclado do computador o que possibilita a interação do deficiente visual com as várias ferramentas computacionais que o sistema pode oferecer. A seguir apresentaremos os softwares utilizados no estudo.

1.1.1 *Non-Visual Desktop Access* (NVDA)

O NVDA é um *software* livre para leitura de telas. Ele possui licença pública geral (GPL), ou seja, qualquer pessoa que desejar modificar o código fonte do programa pode fazê-lo. Através de uma voz sintética o deficiente visual pode interagir com o computador e o sistema operacional (*Windows*). O pacote de instalação é fácil e simples de utilizar, possuindo suporte para acesso à linha de comando do sistema (prompt), e-mail e além disso conta com a tradução para diversos idiomas, como: português do Brasil, vietnamita, italiano, finlandês, francês, alemão, entre outros. A linguagem de programação utilizada para construção do *software* é a linguagem Python, tentando sempre tornar o mais acessível possível os controles e elementos do sistema operacional, permitindo ao usuário buscar ativamente qualquer informação que precise (NAPNE/SIE – IFET RS, 2009) [(6)].

Criado pela empresa NV Acess, o *software* é capaz de executar a partir de uma unidade flash, USB ou outra mídia sem necessidade de instalação. O leitor realiza leituras da tela inteira e possui atalhos que ajudam o usuário a se localizar durante a utilização do computador (NV ACESS, 2019) [(7)].

1.1.2 DOSVOX

O DOSVOX é um sistema operacional desenvolvido pelo núcleo de computação eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) no Brasil em 1994, de forma inicial ele deveria funcionar em ambiente DOS (sistema operacional em disco), o seu nome surgiu a partir daí DOSVOX, o latim vox. que significa voz (CANEJO, 2016) [(8)]. No ano de 2002 o sistema foi modificado para que ele também funcionasse em ambiente Windows, pois o DOS se tornou obsoleto não atingindo mais os requisitos de funcionalidade e versatilidade requeridas pelo sistema, após essa mudança foi permitido o trabalho com mais de uma interface devido o Windows ser um sistema multitarefa.

O DOSVOX busca tornar a interação homem-máquina mais simples levando em conta as especificidades e limitações dessas pessoas, não somente lendo o que está escrito na tela, mas promovendo um diálogo amigável, através de programas específicos e interfaces adaptadas, propiciando facilidade de uso para os usuários que miram no computador um meio de comunicação e acesso que deve ser confortável e de fácil entendimento (CANEJO, 2016) [(8)].

1.1.3 JAWS

O JAWS é um software proprietário (o usuário necessita de uma licença de uso ou pagamento para poder utilizá-lo), o qual é utilizado para a leitura de telas. É disponibilizado para o sistema operacional windows e é o mais conhecido mundialmente quando se trata de acessibilidade de pessoas com deficiência visual, contando com diversos atalhos do teclado e com suporte a mais de 16 idiomas, incluindo o português do Brasil. Objetiva facilitar a navegação e utilização das ferramentas da internet sem a necessidade de auxílio de terceiros (SALT, 2014) [(9)].

ISSN 2446-7618

No geral o *software* possui uma gama de ferramentas para dar ao usuário final total conhecimento do que está sendo realizado no computador, com um bom sintetizador que se adapta a qualquer sintetizador disponível no computador, entretanto o hardware necessita ter uma configuração mais complexa e capacidade de armazenamento de HD, memória e processador para que o JAWS tenha um bom desempenho (SANTOS; CORDEIRO; FERREIRA, 2018) (10).

1.1.4 DOLPHIN

É um *software* proprietário para deficientes visuais, surdos e com baixa visão que possui um sintetizador de voz ou da linha Braille apresentando os elementos da tela do computador. A versão 17 suporta diversos idiomas, inclusive o Português e possui compatibilidade com o Vocalizer, Licença ILM ou Dongle, sintetizador de voz Vocalizer Expressive, sintetizador de voz Eloquence, sintetizadores de voz para mais de 20 idiomas - Português, Inglês, entre outros (TECNOVISÃO, 2019) (11).

O Dolphin é um leitor de tela referência atualmente que pode reproduzir os elementos apresentados na tela do computador através do sintetizador de voz ou da linha Braille. Desse modo, propiciando que pessoas com baixa visão, cegas ou surdas interajam com o computador de forma independente.

1.1.5 ORCA

O Orca é um leitor de tela gratuito que pode ser instalado no sistema operacional Linux. Ele funciona por meio da digitação nas linhas de comando do terminal, é pouco utilizado devido o Linux não ser a preferência dos usuários de sistemas computacionais, além da dificuldade para utilizar o terminal do sistema que é uma tarefa complexa para leigos (CAMPELO et al., 2011) (3).

De acordo com Gnome Help (s.d) (12) o leitor opera com aplicativos e pacotes de ferramentas que possuam suporte à Interface do Provedor de Serviços de Tecnologia Assistiva (AT-SPI), a melhor infraestrutura quando se trata de acessibilidade em ambientes Solaris e Linux. Entre os aplicativos que possuem suporte à esta tecnologia estão incluídos: kit de ferramentas GNOME Gtk +, o kit de ferramentas Swing da plataforma Java, LibreOffice, Gecko e WebKitGtk.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa possuiu uma abordagem quantitativa e qualitativa, que para Zanella (2013) (13) trata de inserir os pesquisadores no fenômeno que será estudado, não se limitando apenas nas interpretações estatísticas, mas também na compreensão de um determinado grupo social, uma associação e suas dificuldades.

Para realização dos testes de desempenho de softwares para inclusão digital foi necessário realizar um estudo do estado da arte de softwares inclusivos através de pesquisa bibliográfica aprofundada que reuniu dados sobre os softwares disponíveis. A pesquisa bibliográfica é uma forma de permitir que o pesquisador tenha uma cobertura mais ampla do fenômeno a ser estudado (ZANELLA, 2013) (13).

A verificação da experiência de usabilidade foi realizada com os alunos no IFPA Campus - Tucuruí. Primeiramente, realizou-se um levantamento dos discentes deficientes visuais que estavam matriculados na instituição e depois eles foram convidados a participar da pesquisa. Depois da confirmação dos discentes, escolheu-se alguns softwares para utilização como ferramenta de avaliação dos

ISSN 2446-7618

leitores de tela. Eles realizaram os testes com os softwares utilizando a internet, leitura de PDF's, edição de arquivos de texto e planilhas. Em seguida, responderam em um formulário *Google* algumas questões abertas e fechadas que indicavam o quanto cada leitor de tela se adequou às suas necessidades.

Os sistemas operacionais utilizados nos testes de usabilidade foram: *Microsoft Windows* 7 *Ultimate* e *Linux Ubuntu* 14.04 (disponibilizado pelo IFPA). Para a análise dos *softwares* a equipe utilizou os sistemas *Microsoft Windows 7 Home Premium* e o *Linux 16.04 LTS*.

Os leitores de tela utilizados para os testes foram: JAWS versão 9.0 para *Windows* (pode ser utilizado gratuitamente por 40 minutos), Dolphin versão 18.02 para *Windows* (pode ser utilizado gratuitamente durante 30 dias, após esse período o usuário precisaria adquirir a licença de uso), DOSVOX versão 4.6 para *Windows* (disponibilizado gratuitamente), NVDA versão 2015.2 para *Windows* (disponibilizado gratuitamente) e o Orca versão para *Linux* (disponibilizado gratuitamente é um leitor nativo do sistema).

Em relação a navegação na internet para leitura de links, página completa, tabelas e listas de opções foram utilizados os browsers: *Internet Explorer* versão 8 padrão do sistema operacional *Windows* especificamente para o JAWS (o leitor precisa de interfaces estáticas para realizar uma boa navegação o que é oferecido pelo *Internet Explorer*) e o *Google Chrome* versão 79.0.3945.130 disponibilizado pela *Google LLC* para os outros leitores (a interface dinâmica e utilização de *Javascript* oferecida pelo navegador torna difícil a leitura dos sites pelo JAWS e DOSVOX).

Os softwares aplicativos utilizados para os testes de facilidade de manipulação de texto e leitura da tela foram: *Microsoft Word, Excel (Microsoft Office* 2013 versão 15. 0. 4569. 1506) e *Adobe Reader* (versão 19.021. 20061).

Os computadores utilizados para os testes foram:

- Desktop ZOTAC Asus - CORE i5; *Windows 7 Ultimate*; 4 GB RAM DDR2; 360 SATA.

- Notebook SEMP Toshiba - AMD C70 APU; *Windows 7 Home Premium*; 4GB RAM DDR2; 320 SATA.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nessa seção serão apresentados e discutidos os resultados obtidos na pesquisa. Estarão presentes o produto das entrevistas com os alunos deficientes visuais e professores a respeito dos *softwares* assistivos potencializadores de aprendizado para os discentes com necessidades educacionais especiais (NEE's).

3.1 Testes com os deficientes visuais

A pesquisa foi realizada com 3 deficientes visuais (todos do sexo masculino e com graus de deficiência visual diferentes) do IFPA - *Campus* Tucuruí, pode-se notar que os entrevistados possuem escolaridades distintas (Tabela 1).

Tabela 1. Nível de escolaridade e grau de deficiência dos entrevistados

Participante	Escolaridade	Grau de deficiência
A	Ensino médio completo	Deficiente visual total
B	Ensino médio incompleto	Deficiente visual total
C	Ensino superior incompleto	Baixa visão

Fonte: Dados oriundos da pesquisa

ISSN 2446-7618

Todos os discentes entrevistados têm acesso ao computador, 1 somente em casa, 1 somente na instituição e 1 possui acesso tanto na instituição quanto em casa. Também é válido frisar que dos três participantes, dois deles utilizam o computador e a Internet diariamente e um destes só tem acesso uma vez na semana (Tabela 2).

Tabela 2. Que local utiliza o computador e com que frequência usa o computador e a Internet?

Participante	Local que utiliza computador	Frequência de uso de computador e internet
A	Somente na escola	Uma vez por semana
B	Somente em casa	Diariamente
C	Em casa e na escola	Diariamente

Fonte: Dados oriundos da pesquisa

Os entrevistados também relataram há quanto tempo utilizavam algum leitor de tela (3, 6 e 8 anos). Durante a pesquisa notou-se que o *software* utilizado com nível de experiência mais avançado foi o DOSVOX, o NVDA obteve a 2º colocação (Cada discente possui um nível diferente de experiência), os demais *softwares* (ORCA, JAWS e Dolphin) foram avaliados unanimemente como nível iniciante (Tabela 3).

Tabela 3. Qual o seu nível de experiência no uso de leitores de tela?

***Softwares*/ Participante**	**NVDA**	**DOSVOX**	**JAWS**	**ORCA**	***Dolphin***
A	Intermediário	Avançado	Iniciante	Iniciante	Iniciante
B	Intermediário	Intermediário	Iniciante	Iniciante	Iniciante
C	Avançado	Avançado	Iniciante	Iniciante	Iniciante

Fonte: Dados oriundos da pesquisa

3.1.1 Análise quanto à leitura de tela dos arquivos do pacote Office e LibreOffice

O Quadro 1 mostra a análise dos participantes, quanto à leitura de tela dos arquivos do pacote *Office* e *LibreOffice*.

Pôde-se notar que os *softwares* que obtiveram melhor desempenho para a leitura de arquivos foram os pagos (*JAWS* e *Dolphin*), por possuírem uma variedade de configurações permitindo uma melhor adequação às necessidades dos usuários.

SOFTWARES ASSISTIVOS	**PARTICIPANTES**		
	A	**B**	**C**
NVDA	*Word* - Faz a leitura letra por letra e palavra por palavra, salva o arquivo por meio de atalhos de teclado do próprio *Windows*. *Excel* – Faz a leitura das células, lê o número da linha e da coluna.	*Word* – Lê o que está sendo escrito, ou seja, se houver erros na digitação pode ser corrigido. Utiliza teclas de atalho do próprio sistema. *Excel* – Lê o que está escrito na célula e sua localização (linha / coluna).	*Word* e *Excel* - Tem a necessidade de estar familiarizado com o teclado do computador, para saber os atalhos da ferramenta.

ISSN 2446-7618

DOSVOX	*Word* e *Excel* – Não faz leitura, apenas inicializa o programa.	*Word* - não lê imagens nos arquivos. *Excel* - Não tem função para tabelas, é algo a ser melhorado. Lê a barra de ferramentas e menu. *Excel* – Lê o que está sendo digitado, e também a linha e a coluna separadamente.	*Word* – Tags para formatação, gera arquivo formatado, dentro do próprio sistema não há um programa em si. *Excel* - Não tem possibilidade de acesso a ferramenta só tem acesso a planilha eletrônica do próprio sistema importando o arquivo com formato diferente.
JAWS	*Word* – Lê as letras enquanto o usuário digita, trocando a tonalidade quando a letra é maiúscula. *Excel* – Lê as células, assim como a localização da célula (linha e coluna) e caso ela esteja em branco o leitor avisa o usuário.	*Word e Excel* – Manuseio do aplicativo complicado, pois, tem que saber as teclas especificas para cada função da ferramenta.	*Word* e *Excel* - Complicada utilização, pois modifica os atalhos do teclado do Sistema Operacional (tem seus próprios atalhos).
DOLPHIN	*Word* – Lê arquivos já escritos, e destaca a tela de início.	*Word* - Lê até as janelas flutuantes que aparece no programa,	*Word* e *Excel* – De fácil utilização, porém possui teclas especificas para cada função.
ORCA	O participante não conseguiu acessar o *LibreOffice Writer* nem o *LibreOffice Calc*, caracterizando o acesso a estes como dificultados.	Não foi testado com o participante.	Não foi testado com o participante.

Quadro 1. Comparação de leitura dos pacotes do Office (Word e Excel) e LibreOffice.

Fonte: Dados oriundos da pesquisa

3.1.2 Análise quanto à leitura de arquivo em PDF

A leitura de arquivos em formato PDF é um requisito de grande importância na escolha de um leitor de tela, pois a leitura de livros, revistas, artigos em formatos

ISSN 2446-7618

digitais se tornam mais acessíveis aos usuários portadores de deficiências visuais. No Quadro 2, encontra-se a avaliação dos participantes considerando este requisito

SOFTWARES ASSISTIVOS	**PARTICIPANTES**		
	A	**B**	**C**
NVDA	A leitura da tela foi agradável.	Demora um pouco a conversão de PDF para voz, e a voz é muito robótica.	Lê normalmente, mas a voz poderia ser melhorada, além disso não lê imagens presentes no arquivo.
DOSVOX	Não abre diretamente arquivos em PDF, pois, realiza conversão para a extensão .txt. A leitura deste arquivo convertido e boa embora não leia tabelas ou imagens.	Deveria ser melhorado, pois precisa antes transformar em .txt o arquivo.	A ferramenta é funcional, porém a todo um processo de conversão do arquivo para que seja feita a leitura, quando o PDF tem imagens a leitura é prejudicada.
JAWS	É possível abrir o arquivo e ler, a leitura e boa facilitando o acesso e compreensão do que está escrito.	Boa leitura do arquivo, além de ler linha por linha.	Demora muito tempo para iniciar a leitura de um arquivo, porém lê bem e é possível compreender o que está sendo falado.
DOLPHIN	Muito boa leitura, lê linha por linha do arquivo, porém a voz é robotizada.	Boa leitura, lê linha por linha do arquivo.	Leitura mais direta.
ORCA	A voz é muito robótica, além disso o software não lê o texto completo do arquivo, somente o nome e a quantidade de páginas.	Não foi utilizado com o participante.	Não foi utilizado com o participante.

Quadro 2. Leitura de arquivos em PDF (Adobe Reader).

Fonte: Dados oriundos da pesquisa

O melhor leitor de tela, quanto a esse requisito foi o *JAWS (*software proprietário), pois lê o arquivo linha por linha, além de apresentar um bom sintetizador que facilita a compreensão do arquivo. Os *softwares* leitores gratuitos ainda deixam muito a desejar quanto a essa função, necessitando de melhorias.

3.1.3 Análise quanto à navegação em páginas da Internet

Os participantes também avaliaram os *softwares* quanto a navegação em páginas da Internet (conforme mostra o Quadro 3). Observou-se que os *softwares* gratuitos apresentam bastante limitações, pois só realizam uma boa leitura quando a página é mais estática (formatados somente em *html, php e css*). Enquanto os softwares pagos trabalham muito bem com páginas dinâmicas (com *Java Script* e

ISSN 2446-7618

Frameworks), lendo toda a página, porém há um período de espera para que isso ocorra.

SOFTWARES ASSISTIVOS	**PARTICIPANTES**		
	A	**B**	**C**
NVDA	Faz a leitura das opções da tela e *links.*	Lê as páginas de pesquisa os *links* têm atalhos para acesso aos links, embora não descreva as imagens.	Para chegar até a opção desejada demora muito a leitura de página, pois, são muitos *links* em uma só página.
DOSVOX	Há limitações para a pesquisa, não faz leitura dos *links* muita dispersão do som.	Recusa algumas buscas, limitação de acesso diário, poderia ter descrição das imagens.	É complicado utilizar a internet, pois, os sites são dinâmicos e complicado para o sistema compilar, além disso há uma limitação de acesso diário (100 buscas).
JAWS	Faz leitura de *links* na tela facilitando a compressão e navegação através destes.	Lê o que está na página inicial e os cabeçalhos, possui atalhos dinâmicos que facilitam a navegação.	Tem variadas opções para realizar a navegação o que facilita percorre as páginas, faz a leitura de *links.*
DOLPHIN	Lê bem a página e os *links*, porém não lê imagens.	Lê o que está na página inicial e os cabeçalhos, possui atalhos dinâmicos que facilitam a navegação.	É de fácil compreensão a leitura de tela.
ORCA	Não lê imagens, lê bem as páginas.	Não foi utilizado com o participante.	Não foi utilizado com o participante.

Quadro 3. Acesso à Internet com os navegadores Internet Explorer e Google Chrome.

Fonte: Dados oriundos da pesquisa

3.1.4 Análise quanto aos sintetizadores de voz

O sintetizador de voz é muito importante para o entendimento do que está sendo lido e repassado ao usuário, por isso é importante que este seja bem

ISSN 2446-7618

configurado. Os participantes avaliaram também esse requisito, conforme mostrado no Quadro 4.

SOFTWARES ASSISTIVOS	**PARTICIPANTES**		
	A	**B**	**C**
NVDA	Sintetizador com tom de voz agradável.	Voz robótica e artificial, embora possua boas opções para configuração da voz.	Sintetizador muito robotizado, entediante.
DOSVOX	A voz é boa e de fácil compreensão o tom é robotizado.	Bom sintetizador com bom tom de voz.	O sintetizador ainda é precário, mas para as atividades que se propõe tem uma boa utilização.
JAWS	Bom sintetizador e com bom tom de voz. Informa ao usuário algumas teclas de atalho que podem ser utilizadas.	Bom sintetizador de fácil compreensão.	Bom sintetizador com bom tom de voz.
DOLPHIN	O sintetizador tem um tom de voz bem fluido.	Bom sintetizador da de entender bem o que é falado porque o tom de voz é menos robotizado.	O sintetizador é muito robotizado não permitindo uma boa compreensão
ORCA	Tom de voz pouco agradável, muito robótica e de difícil compreensão.	Não foi utilizado com o participante.	Não foi utilizado com o participante.

Quadro 4. Análise dos sintetizadores de voz.

Fonte: Dados oriundos da pesquisa

Conforme a avaliação, a maior dificuldade foi encontrada nos *softwares* gratuitos, pois estes possuem menos opções de sintetizadores. Além disso, as vozes sintetizadas são muito robotizadas, apresentando ruídos que dificultam a compreensão. Entre os *softwares* pagos, o mais bem avaliado foi o *JAWS* por possuir um sintetizador com um tom agradável e de fácil compreensão, de acordo com os participantes.

ISSN 2446-7618

3.1.5 Melhor *software* assistivo de acordo com os participantes

Após a utilização dos *softwares*, os participantes foram perguntados sobre qual *software* melhor atendeu suas necessidades, quanto aos itens avaliados. Esses resultados são mostrados no Quadro 5.

PARTICIPANTES		
A	**B**	**C**
JAWS: Porque ele atende bem as necessidades e é tem todas as ferramentas necessárias para melhor acesso as informações do computador.	**DOSVOX:** Mais fácil de se manipular e bom entendimento para realização de tarefas.	**DOSVOX:** Pela interação com usuário, possui um guia de fácil entendimento do sistema e é gratuito.

Quadro 5. Melhor *software* assistivo de acordo com os participantes.

Fonte: Dados oriundos da pesquisa

Conforme a avaliação, o melhor *software* gratuito foi o DOSVOX levando em conta que os usuários já possuem conhecimento dos atalhos e funcionalidades, além disso ele tem maior facilidade de acesso e um bom entendimento para a realização de tarefas. Dos *softwares* pagos, os participantes se dividiram entre o *JAWS* e o *Dolphin*, pois os dois possuem uma interface que permite melhor interação entre a pessoa e o computador.

Os *softwares* assistivos são um avanço para a inclusão digital, embora ainda haja muito a ser melhorado. Esses *softwares* são úteis para a integração do usuário com deficiência visual, possibilitando acessibilidade, acesso a conhecimento e autonomia.

4 CONCLUSÃO

Ensinar pessoas com deficiência ainda é um desafio para os sistemas de ensino. É preciso refletir a cada momento sobre os processos inclusivos. Esses processos requerem que as instituições estejam sempre a par de novas metodologias e práticas, além de contínuo desenvolvimento pedagógico e educacional que ocasione uma nova percepção das diferenças que circundam todos os alunos em sala.

O objetivo da pesquisa foi alcançado, uma vez que, os testes foram realizados com sucesso e os resultados demonstraram os pontos fortes e fracos de cada *software* analisado. Os resultados colhidos mostram que embora deem assistência ao usuário, há muito a ser melhorado, principalmente nos *softwares* gratuitos, nos quais as reclamações dos usuários foram principalmente o sintetizador de voz.

Entender e aprender a respeito dos *softwares* assistivos voltados especificamente para deficientes visuais dá possibilidades ao professor de capacitar-

ISSN 2446-7618

se para melhorar suas práxis pedagógica e a introduzir novas formas de ensino que sejam eficientes para atender esse público de maneira adequada.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer as pessoas que colaboram neste período de produção do artigo, primeiramente à Deus. Foi assim essa trajetória alguns dias de muito trabalho que sempre havia uma luz para nos guiar e a escuridão foram os obstáculos que enfrentamos no dia-a-dia para compreender e montar este artigo. Seguindo os reconhecimentos fica o nosso muito obrigado a Professora e Mestra Lilian Coelho de Freitas que orientava e dava ideias de como fazer o artigo a mesma também foi uma grande parceira nessa trajetória apoiando e dando sempre incentivo para continuar o trabalho. Agradecemos também ao Instituto Federal de Tecnologia e Educação do estado do Pará campus Tucuruí, e aos funcionários e professores que ajudaram de diversas formas na construção desse artigo. Não poderíamos deixar de agradecer também aos alunos que nos ajudaram participando da pesquisa e nos ajudando nos testes dos aplicativos. Agradecimentos também aos nossos familiares e amigos que estão sempre nos apoiando em nossa jornada acadêmica.

REFERÊNCIAS

1 CARVALHO, Lucas Pedroso et al. Análise de Acessibilidade no Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle: Um Estudo de Caso do Uso do MIS com Leitores de Tela. In: Conferência Internacional sobre Informática na Educação. 2018. p. 174-185.

2 NORMANDI, Diego; TARALLI, Cibele Haddad. Design para inclusão: procedimentos de pesquisa em design para acessibilidade de pessoas cegas ao serviço de cinema. e-Revista LOGO, v. 5, n. 2, p. 72-92, 2016.

3 CAMPELO, Robson. A. et al. Inclusão digital de Deficientes Visuais: O uso da Tecnologia Assistiva em Redes Sociais online e Celulares. In: Computer on the Beach 2011, 2011, 10p.

4 PAPA, Fernanda et al. Inclusão: Uma Mudança no Olhar da Comunidade Escolar para a Construção de uma Escola Melhor Inclusiva. Boas Práticas na Perspectiva da Educação Especial Inclusiva, 2015. vol. 1, p. 70.

5 PROJETO DOSVOX “Computação para deficientes visuais”. Núcleo de Computação Eletrônica (NCE) da UFRJ. 2002. Disponível em: http://intervox.nce.ufrj.br/dosvox. Acesso em: 21 out. 2020.

6 NAPNE/ SIE- IFET RS. Manual Leitor de Tela NVDA. Manual de utilização. Bento Gonçalves: IFRS, 2009. 20p.

7 NV ACCESS. Sobre o NV Access. 2019. Disponível em: <https://www.nvaccess.org/files/nvda/documentation/userGuide.html>. Acesso em: 25. jan. 2020.

8 CANEJO, Elizabeth. Dosvox: rompendo barreiras da comunicação. Journal of Research in Special Educational Needs. v.16, n.1, 2016. 399-401p.

9 SALT SOFTWARE. JAWS. 2014. Disponível em: <http://licenciamentodesoftware.com.br/jaws-para-windows-software-para acessibilidade-de-deficientes-visuais/>. Acesso em: 18 out. 2020.

ISSN 2446-7618

10 SANTOS, João G.D.S.; CORDEIRO, Aline Gomes; FERREIRA, Pedro Paulo A.. Estudo da acessibilidade de websites com foco na percepção de usuários com deficiência visual. In: WORKSHOP DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO (SBSI), 14., 2018, Caxias do Sul. Anais Estendidos do XIV Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, jun. 2018. 28-31p.

11 TECNOVISAO SOFTWARE. Dolphin. 2019. Disponível em: <http://tecnovisao.net/tecnovisao/produtos/detalhes/cod/74/>. Acesso em 18 out. 2020.

12 GNOME HELP. Introdução ao Orca Screen Read. s.d. Disponível em: <https://help.gnome.org/users/orca/stable/introduction.html.en> Acesso em 18 out. 2020.

13 ZANELLA, Liane Carly Hermes. Metodologia de pesquisa. 2ª ed. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/ UFSC, 2013. 134p

ISSN 2446-7618

ANÁLISIS DE FLUJO DE MATERIAL EN FRICTION STIR WELDING SOBRE ALEACIONES DE ALUMINIO DE USO AEROESPACIAL.

Feloy, L. E.[1]
Maffia, E.G.. [2]
Ruiz Diaz, F.E.[3]
Lacoste, J.A[4]
Cozzarin, A.L.[5]
[1] *Ingeniero en Materiales, Lucas Eugenio Feloy,UNLP. lucas.feloy@ing.unlp.edu.ar.*
[2] *Dr. Ing. Metalúrgico, Gustavo Ernesto Maffía, UNLP*
[3] *Ingeniero en Materiales, Fernando Ezequiel Ruiz Diaz, UNLP*
[4] *Ingeniero Mecánico, Juan Adrián Lacoste, UNLP*
[5] *Ingeniera Mecánica, Ana Laura Cozzarin, UNLP*

Resumen
La soldadura por fricción-agitación es un proceso de unión de materiales en estado sólido basado en la deformación plástica del material. Esta técnica presenta grandes ventajas frente a la soldadura convencional en términos ambientales, energéticos y de versatilidad. Tiene, además, un gran potencial para la unión de aleaciones de aluminio de alta resistencia, aunque en la actualidad ya se utiliza para, prácticamente cualquier material.

El flujo del material, en el proceso de soldadura por fricción-agitación, es un aspecto clave para lograr uniones sin la presencia de defectos, siendo su análisis un fenómeno complejo debido a la cantidad de variables que lo influencian. Por lo tanto, una de las formas estudiarlo es mediante microscopia Esta técnica permite observar lo sucedido durante el paso de la herramienta y así entender los fenómenos que se desarrollan durante el proceso de soldadura.

El objetivo de la primera parte de este trabajo es analizar el flujo del material en el cordón de soldadura para entender la incidencia de la acción de la herramienta en el proceso de unión. La temperatura alcanzada en el cordón de soldadura es función de la geometría, la velocidad de giro y de avance de la herramienta. Si se trabaja con la misma herramienta (geometría) es posible controlar la cantidad de calor aportado controlando los parámetros de velocidad de giro y de avance. Así, el aumento de la velocidad de giro y disminución de la velocidad de avance resultan en un aumento de la temperatura producto del mayor aporte de energía. El aumento de la temperatura incrementa la plasticidad del material resultando en un proceso que requiere menores esfuerzos, pero al mismo tiempo se magnifican mecanismos de ablandamiento en las zonas inmediatas a la soldadura producto de cambios microestructurales.
La segunda parte de este trabajo se centra en la búsqueda de los parámetros que optimizan las propiedades de la soldadura, es decir, aquellos a través de los cuales se obtienen mayor resistencia de los cordones soldados.

ISSN 2446-7618

Palabras-clave: Friction Stir Welding; soldadura Aluminio; Propiedades mecanicas

MATERIAL FLOW ANALYSIS IN FRICTION STIR WELDING ON AEROSPACE USE ALUMINUM ALLOYS.

Abstract
Friction stir welding is a process for joining materials in solid state based on the plastic deformation of the material. This technique has great advantages compared to conventional welding in terms of environment, energy and versatility. It also has great potential for joining high-strength aluminum alloys, although it is currently used for practically any material.
The flow of the material, in the friction-stir welding process, is a key aspect to achieve joints without the presence of defects, being its analysis a complex phenomenon due to the number of variables that influence it. Therefore, one of the ways to study it is by microscopy. This technique allows us to observe what happened during the passage of the tool and thus understand the phenomena that develop during the welding process.
The objective of the first part of this work is to analyze the flow of the material in the weld bead to understand the incidence of the action of the tool in the joining process The temperature reached in the weld bead is a function of the geometry, the speed of rotation and the advance of the tool. When working with the same tool (geometry), it is possible to control the amount of heat supplied by controlling the turning speed and feed rate parameters. Thus, the increase in the turning speed and the decrease in the forward speed result in an increase in temperature as a result of the greater energy input. The increase in temperature increases the plasticity of the material, resulting in a process that requires less effort, but at the same time, softening mechanisms are magnified in the areas immediate to the weld as a result of microstructural changes.

The second part of this work focuses on the search for the parameters that optimize the properties of the weld, that is, those through which greater resistance of the welded beads is obtained
Key words: Friction Stir Welding, Aluminium welding, mechanical properties .

1. INTRODUCCIÓN

A finales de 1991 fue concebido y desarrollado por The Welding Institute (TWI) un nuevo método de soldadura, el cual se denominó Friction Stir Welding (FSW). Este nuevo proceso demostró a lo largo de estos últimos años tener un gran potencial para la realización de cualquier tipo de uniones, en especial para aleaciones de aluminio.

En el proceso FSW una herramienta cilíndrica compuesta de dos cuerpos, el hombro y el pin, la cual gira a un determinado número de revoluciones, es introducida lentamente por una fuerza axial, entre la línea de unión de las dos chapas o placas a unir, las cuales se encuentran dispuestas a tope una con otra.

ISSN 2446-7618

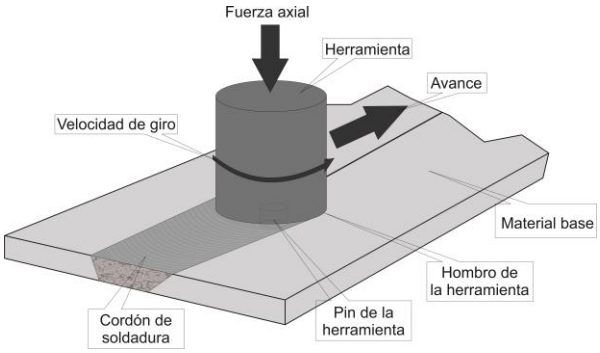


Figura1. esquema de funcionamiento del proceso de soldadura por fricción-agitación.

El calor de fricción es generado por el contacto entre el hombro de la herramienta de soldadura giratoria con la superficie de las chapas a soldar y la deformación del material promovida por el pin de la herramienta. Este calor provoca un ablandamiento del material, sin llegar a la fusión, favoreciendo la deformación del mismo. El movimiento de rotación y avance de la herramienta promueve un flujo y mezclado del material desde un borde hacia el otro de la soldadura, lo cual conduce a la unión, en estado sólido, entre las dos piezas.

Entre las principales variables a considerar en el proceso de soldadura FSW, las cuales son fácilmente controladas, se destacan:

- Velocidad de rotación de la herramienta.
- Fuerza axial que se aplica sobre la herramienta.
- Velocidad de avance de la herramienta.

El diseño de la herramienta juega un importante rol en la calidad final de la soldadura, como así también, en la velocidad de soldadura.

En un primer desarrollo del presente trabajo se ponen en evaluación dos tipos de herramientas, con morfologías y características particulares; para ello se evalúa el flujo de material a través de técnicas de microscopía. Mediante esta técnica es posible estudiar los vestigios de lo sucedido en el paso de la herramienta y así entender los fenómenos del proceso. Una singularidad se encontrará en el plano de las imágenes obtenidas, la mayoría de los análisis micrográficos que se muestran en las publicaciones son en el plano transversal al cordón de soldadura. Un objetivo de este trabajo es analizar el flujo del material en el cordón desde un plano de vista superior, con la intención de entender más en profundidad la incidencia de la acción de la herramienta en el proceso de unión.

Una vez establecida la incidencia de la morfología de la herramienta se trabajó la hipótesis de que la reducción del calor aportado al material se traduce en un aumento en las propiedades mecánicas de la zona del cordón de soldadura, debido a que no se activarían los mecanismos térmicos que las reducen. La forma de controlar el calor aportado por la herramienta es mediante la modificación de la velocidad de giro y de avance de la misma y el método de evaluación utilizado es a través de ensayos mecánicos de tracción.

2. MATERIAL y MÉTODOS

ISSN 2446-7618

2.1. Análisis de flujo

Si se analizan los fenómenos que se llevan a cabo en la soldadura por batido se puede decir que algunas de las variables que modifican el flujo del material durante el proceso son, en principio, los parámetros operativos, es decir, la velocidad de avance, la velocidad de giro, la fuerza axial y la geometría de la herramienta. Todo esto luego se traduce en el aspecto fundamental que es la temperatura punto a punto de la región de soldadura. Claro que se pueden considerar otros aspectos más complejos que modificarán el flujo del material, por ejemplo, la heterogeneidad del mismo.

Para este trabajo, se realizaron soldaduras sobre chapas de aluminio de aleación 2219 en estado de entrega T81 de 5 mm de espesor cuyas propiedades se muestran en la **Tabla 1**
.

Tabla 1. Propiedades del material utilizado.

Aleación	Dureza [HB]	Tensión de fluencia a 20 ºC [MPa]	Tensión de fluencia a 400 ºC [MPa]
AA 2219-T81	135	374	22

Durante el transcurso de las experiencias prácticas de soldadura realizadas, y con el fin de comparar los resultados según el objetivo del trabajo, se utilizaron dos herramientas. La primera en ser utilizada es una herramienta integral de pin cilíndrico roscado, cuyas dimensiones están estandarizadas bajo norma métrica. La **Figura 2** muestra una imagen de la herramienta fabricada en acero H13 y con un tratamiento térmico de temple que permitió tener una dureza superficial de 43 HRC.

Figura 2. Herramienta integral de pin roscado

El diseño de la herramienta integral se mantuvo dentro del abanico de diseños estándar propuesto por la bibliografía.
La segunda herramienta utilizada, mostrada en la **Figura 3 (a)**, fue una herramienta compuesta diseñada para este trabajo en particular. Consta de un cuerpo fabricado en acero 4140 templado y un pin de acero rápido con la geometría que se muestra en la **Figura 3 (b)**.

ISSN 2446-7618

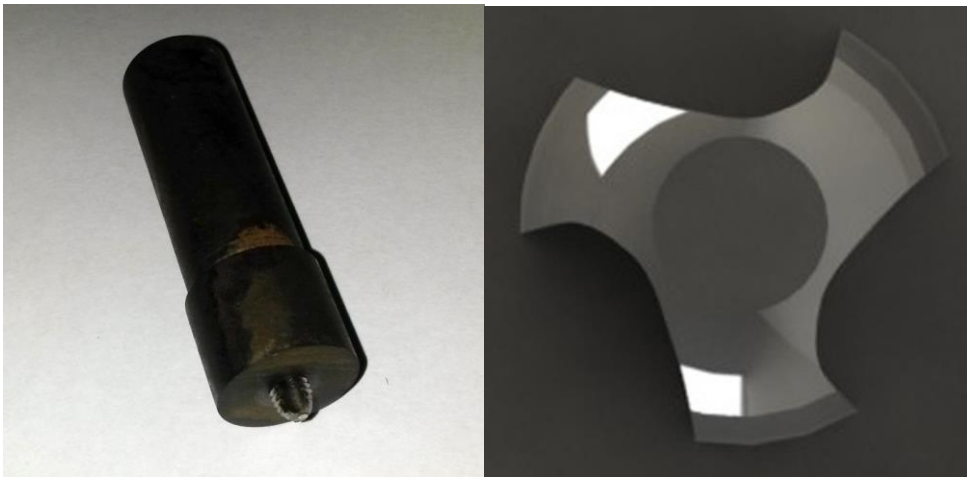


Figura 3.(a) Herramienta Compuesta y **(b)** Perfil del pin de la herramienta compuesta.

Como se mencionó anteriormente, es necesario determinar una serie de parámetros operativos para la realización de las soldaduras por fricción-agitación. Además de las dimensiones de la herramienta, los determinantes son la velocidad de giro y la velocidad de avance de la misma.
Existen en la actualidad una amplia variedad de modelos analíticos publicados que permiten realizar una estimación de los parámetros operativos para lograr soldaduras sanas. En particular, para este trabajo se utilizó el modelo publicado por J. Qian, que se presenta como uno de los más completos teniendo en cuenta múltiples características del material y del proceso. Sobre la base de éste y de otros modelos existentes, se calcularon los parámetros operativos necesarios para realizar las experiencias.

Para cumplir con el objetivo planteado de analizar las características del flujo de material, se realizaron repetidas experiencias con cada herramienta manteniendo constante los parámetros operativos de velocidad.
Como se puede observar en la **Figura 4**, se realizaron cordones de 150 mm de longitud con la particularidad de que cuando el pin se encontraba totalmente inmerso en el material y el hombro ya generaba la presión esperada, se mantenía la herramienta en el lugar por el lapso de 30 segundos para lograr una estabilidad térmica de régimen en la región aledaña. Una vez pasado ese tiempo se permitía el avance de la herramienta según lo planificado.

Análisis del flujo

Terminadas las experiencias prácticas comenzó el análisis de la microestructura del cordón. Para la preparación de las muestras, se cortó la soldadura de forma transversal. La misma fue incluida en un polímero para ser manipulada adecuadamente. Paso seguido se procedió al proceso tradicional de lijado y pulido. Posteriormente, las probetas fueron atacadas con el reactivo de Keller, compuesto por ácido clorhídrico 20 ml, ácido nítrico 20 ml, ácido fluorhídrico 5 ml, agua destilada 20 ml.

ISSN 2446-7618

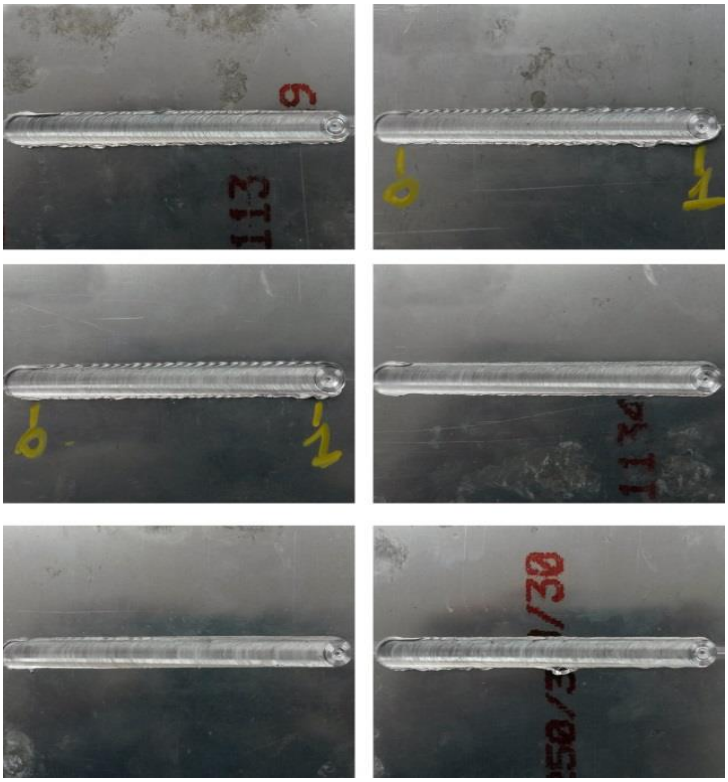


Figura 4. Selección de imágenes de soldaduras realizadas.

2.2 Optimización de Propiedades mecánicas

La planificación de la velocidad de giro y de avance de la herramienta fue desarrollada sobre la base de experiencias anteriores. La realización de las soldaduras para la generación de las muestras fue mediante la herramienta compuesta con sus dimensiones controladas según el procedimiento de medición de la herramienta desarrollado bajo la norma AWS D17.3. La herramienta denominada M4 presenta un diámetro de hombro de 12 mm y de pin de 4,5 mm.

Se midieron en las experiencias 2 parámetros particulares, el torque generado por el motor y la temperatura del material en el proceso de unión. El torque del motor fue obtenido directamente del controlador del mismo. El procedimiento de medición de temperatura constó de la introducción de una termocupla tipo K de alta sensibilidad en el material base hasta la línea de unión de las chapas, como se muestra en la **Figura 5**, y la recolección de datos mediante un pirómetro digital con data logger. Aunque se sabe que el método no es capaz de dar la temperatura exacta del proceso, debido a que la termocupla interfiere en el flujo y por lo tanto, en la temperatura puntual, se entiende que es el método que puede brindar más ajustadamente la temperatura de la región.

ISSN 2446-7618

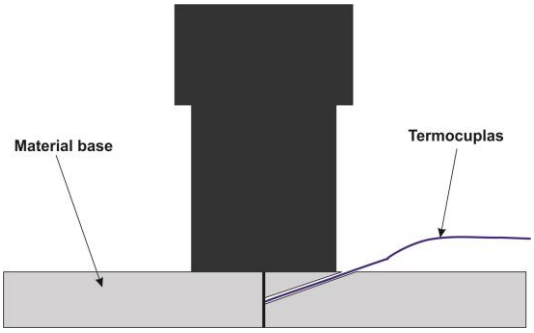


Figura 5. *Esquema de posición de termocupla.*

La **Tabla 2** en el apartado de resultados muestra las mediciones tomadas durante la generación de las muestras. En ella se puede observar un cambio importante en el aspecto del torque desarrollado por el motor impulsor del usillo, promovido por el descenso de la temperatura del material.

Una vez realizadas las muestras, se corroboró su sanidad bajo las condicionantes de la norma AWS D17-3 y procedimientos de autoría propia. Estos procedimientos especifican que luego de generada la muestra, se deben practicar las siguientes operaciones:
Inspección visual de la muestra.
Micrografía de la sección transversal del cordón.

Inspección visual

Todas las muestras generadas en esta tanda fueron aprobadas por la inspección visual. Ninguna mostró signos de falta de penetración, cavidades eclosionadas o excesivo flash o desalineación.

Ensayos metalográficos

Para completar la inspección de las muestras con el objetivo de determinar su sanidad, se procedió a realizar micrografías de la sección transversal del cordón. El procedimiento generado bajo la norma anteriormente mencionada para la realización de estas micrografías determina que se deben obtener dos cortes del cordón según el esquema mostrado en la **Figura 6**.

El resultado de este análisis también fue exitoso. No se vieron muestras de falta de penetración en el cordón y la estructura de la zona de batido no mostró defectos. La **Figura 7** muestra una selección de las quince micrografías obtenidas

ISSN 2446-7618

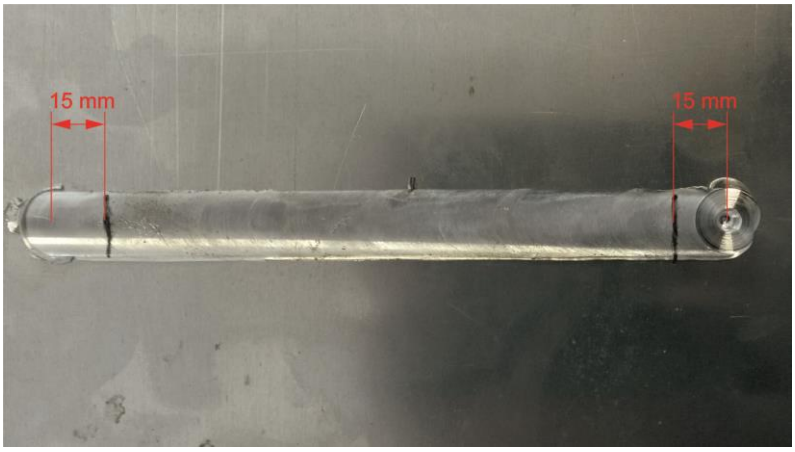


Figura 6. Esquema de corte de probetas para el análisis micrográfico.

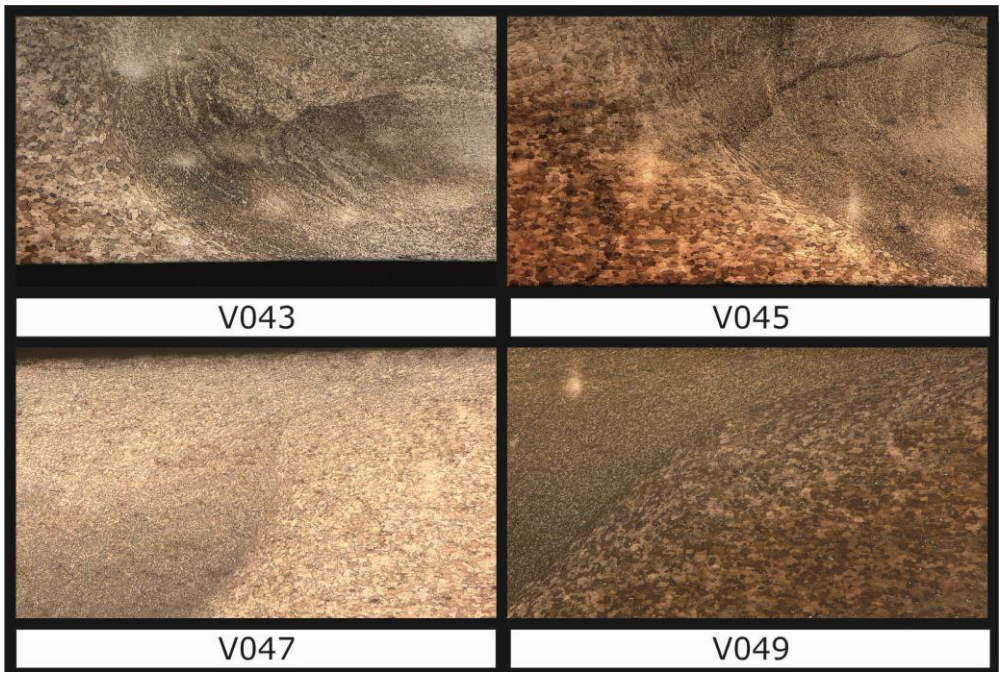


Figura 7. Selección de micrografías tomadas con 50x

Las imágenes son elocuentes, como se puede observar, no existen muestras de defectos, tanto de falta de penetración, como internos en el cordón.

Ensayos mecánicos.

Luego de haber demostrado la sanidad de las muestras realizadas se procedió a medir las propiedades mecánicas logradas por las uniones. Para esto se prepararon probetas de tracción según norma IRAM 766. La **Figura 8** muestra el esquema de la probeta.

ISSN 2446-7618

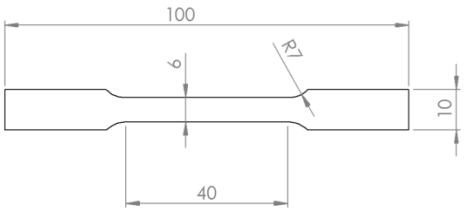


Figura 8. probeta subdimensionada según norma IRAM 766

Los ensayos de las probetas de las muestras soldadas se realizaron con extensómetro a la rotura. Este método permite determinar de manera más exacta la tensión de fluencia. Para un mejor resultado, se realizaron 4 probetas por muestra. Esto es debido a que la desviación estándar de los resultados es significativamente mayor a los del material base. Los resultados se muestran en la **Tabla 2** de la sección correspondiente.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.2 Análisis de flujo

La **Figura 9** muestra una selección de las micrografías realizadas a los cordones de soldaduras. Estas micrografías fueron logradas mediante una composición de imágenes para lograr el conjunto. De esta manera se pudo analizar más en profundidad y con más detalle todas las zonas que componen al cordón.
Las micrografías identificadas con (A y B) fueron tomadas de cordones realizados con la herramienta integral, mientras que las identificadas con (C y D) son de cordones realizados con la herramienta compuesta.
Comenzando el análisis por las soldaduras realizadas con la herramienta integral, se debe resaltar que el resultado de las experiencias no fue homogéneo. Si bien todas las soldaduras fueron realizadas bajo los mismos parámetros, algunos se presentaban absolutamente sanos, mientras que otros mostraban el defecto tipo “túnel”, típico de este proceso **Figura 9 A**.
Profundizando la interpretación de las micrografías de soldaduras sanas, se puede decir que se observa una zona de batido amplia y bien definida. En su interior, se distingue una mezcla aleatoria de material fuertemente deformado plásticamente (tono oscuro) y material recristalizado (tono claro). Las líneas de deformación plástica se encuentran orientadas hacia el lado de avance de la herramienta (izquierda de la imagen).

ISSN 2446-7618

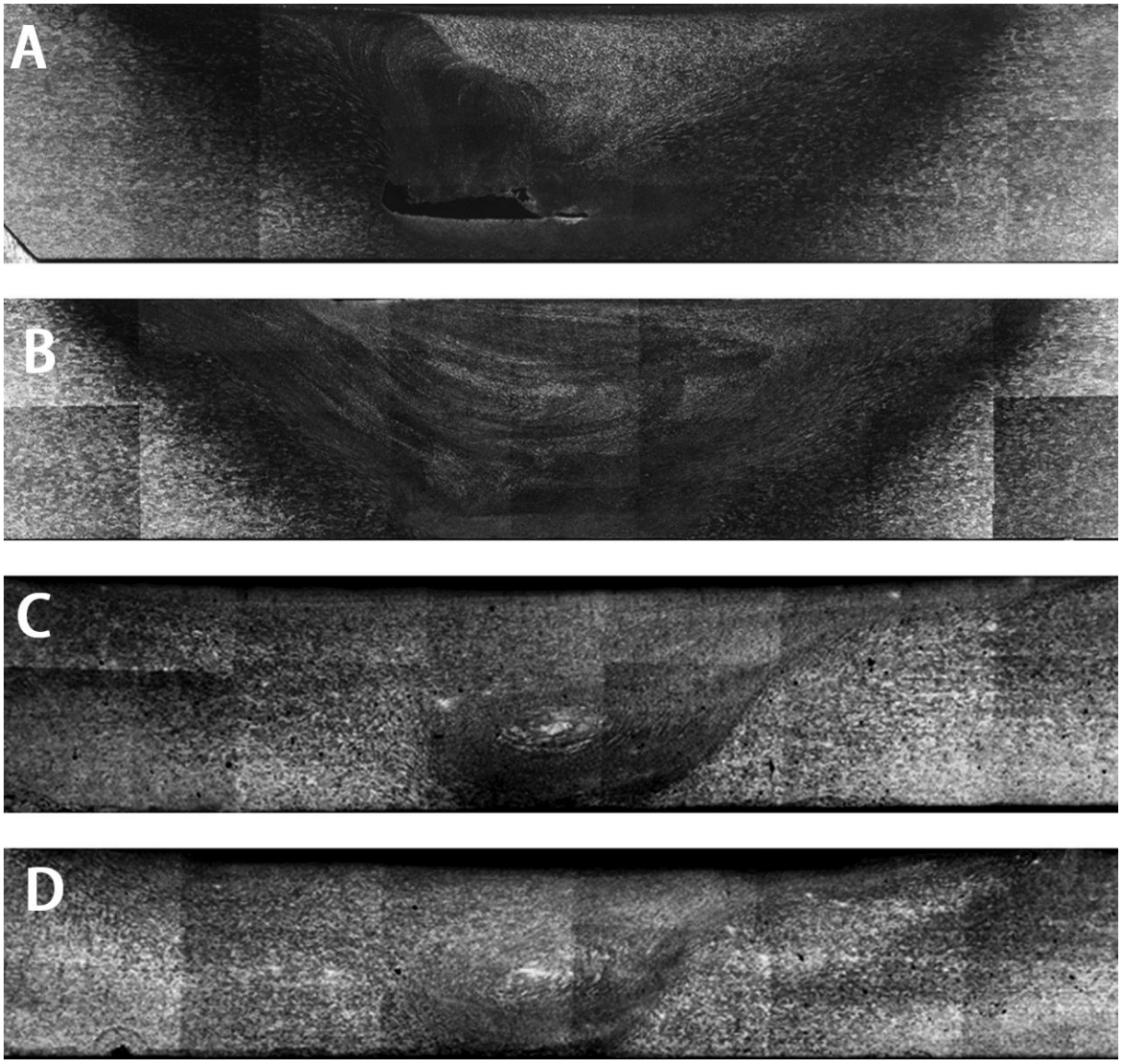


Figura 9. Selección de imágenes de micrografías de soldaduras realizadas.

En los límites de la zona de batido, es decir dentro de la zona denominada termomecánicamente afectada, se puede diferenciar una interface entre el material batido y el deformado plásticamente. La **Figura 10** muestra un detalle de lo mencionado. Del lado del material base, se puede ver que los granos tienen una deformación plástica en un sentido hacia abajo de la chapa. Esto quiere decir que el material batido en la zona aledaña fluyó en ese sentido.

ISSN 2446-7618

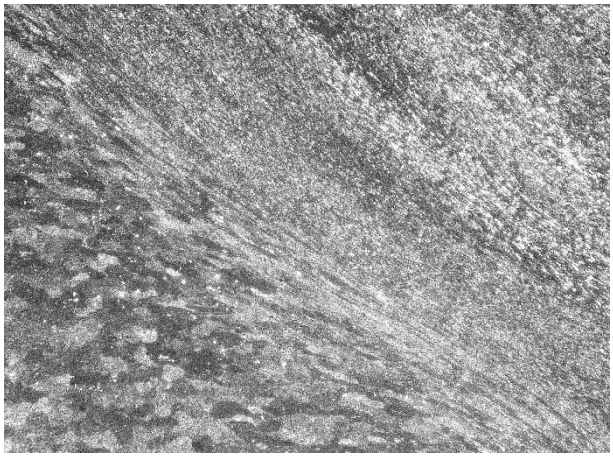


Figura 10. Interface entre el material batido y la zona termomecánicamente afectada.

La explicación de este fenómeno radica en la geometría de la herramienta. Como se explicó en el apartado correspondiente, la herramienta integral fue fabricada con un pin roscado bajo norma métrica. El giro de la herramienta, generó no solo un movimiento del material alrededor del pin, sino que también generó un movimiento vertical dentro del cordón. La **Figura 11** muestra un esquema que intenta explicar lo mencionado.

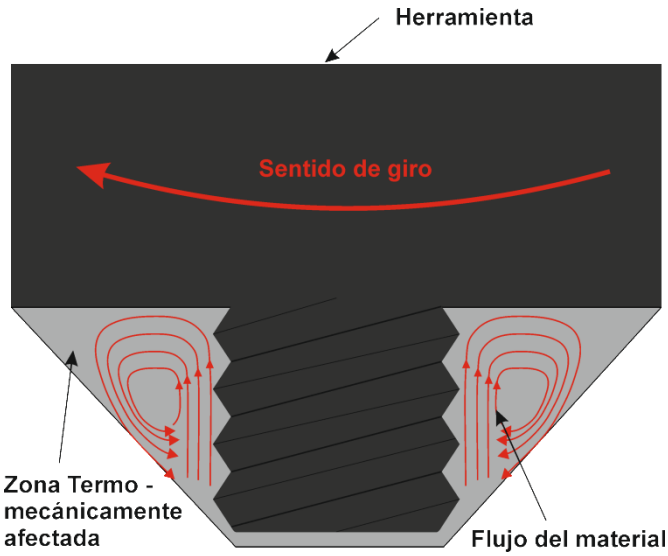


Figura 11. Esquema de flujo de material

Si se toma en cuenta esta traslación de material y se vuelca el análisis hacia la soldadura con defecto, se puede ver que sobre vacío se observa una gran cantidad de material deformado plásticamente con una orientación vertical. El grano contenido dentro de este dominio no recibió la energía suficiente para recristalizar como le sucedió a la parte central del cordón. Probablemente, sea éste el motivo que hizo que genere el defecto propiamente dicho.
Si se observan las micrografías de las soldaduras realizadas con la herramienta compuesta, rápidamente se destaca que la morfología del cordón es significativamente distinta.
Es importante aclarar que, a diferencia de las soldaduras realizadas con la herramienta anterior, todas las uniones hechas con la herramienta compuesta estuvieron libres de defectos.

ISSN 2446-7618

Como primera instancia, la zona de batido es más pequeña y con una delimitación no tan clara como en el caso anterior. En su interior se distingue claramente a los granos del material recristalizados y con pocos vestigios de deformación plástica. Esto es la traducción del hecho de que prácticamente toda la región absorbió la energía suficiente para que se dé dicho fenómeno.
La geometría de esta herramienta no debería fomentar el movimiento vertical del material ya que su diseño de surcos longitudinales no tiene este objetivo. Esto se comprueba mirando la región de transición entre la zona de batido y el material base. Como se puede observar en la **Figura 12**, el material deformado plásticamente contiguo al material batido, no posee una dirección preferencial, señal de que el flujo de material es primordialmente en el plano transversal al eje de la herramienta.

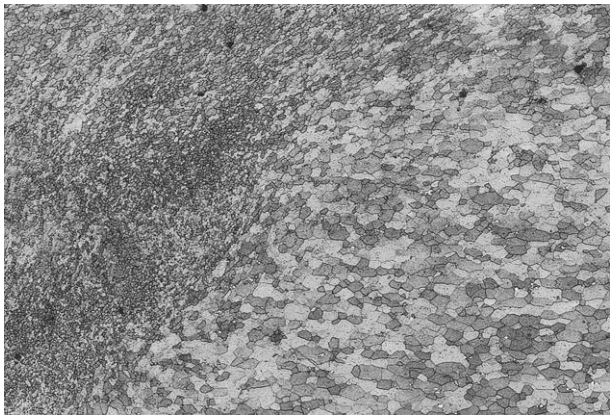


Figura 12. Interface entre el material batido y la zona termomecánicamente afectada.

Para ampliar la información sobre el flujo de material durante el proceso, se decidió realizar una nueva micrografía pero desde otro plano.
Gracias a la capacidad operativa del equipo que se dispone para realizar las soldaduras, se propuso estudiar el botón de salida de la herramienta al final de las soldaduras. Ya que es posible solicitarle a la máquina que en el instante que deja de avanzar para realizar el cordón se eleve la herramienta sin dejar de girar, la zona aledaña a la misma queda congelada, con lo que se supone una muy buena aproximación de lo que sucede durante el proceso.
Se realizaron micrografías en un plano a 1 mm de distancia de la superficie del material base a soldaduras hechas por ambas herramientas. Las **Figuras 13 y 14** muestran el resultado.

ISSN 2446-7618

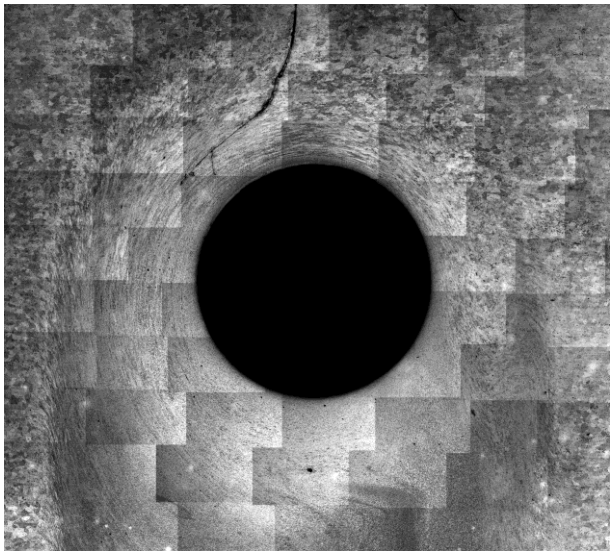


Figura 13. Esquema de flujo de material

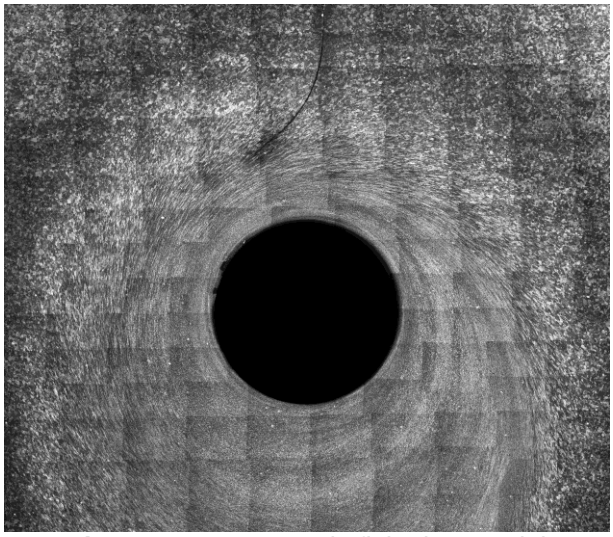


Figura 14. Esquema de flujo de material

Al igual que las imágenes de la sección transversal, éstas se conformaron mediante una composición de micrografías.
La diferencia entre ambas condiciones es significativa. Son tres los puntos importantes que la caracterizan.
La zona de ataque
La zona de avance
La zona de retroceso
Comenzando por la zona de ataque, las diferencias sobresalen en dos aspectos particulares, la cantidad de material batido y la longitud de la separación de las chapas hasta desaparecer. En la figura 10 se puede observar una importante cantidad de material batido frente a la herramienta, de hecho la dimensión de esta región es aproximadamente el 20% del diámetro del pin de la herramienta. En el caso de la herramienta integral, la situación es totalmente distinta. El material batido aparece en el sector izquierdo del pin, mientras que en el frente de la herramienta, existe solo material con una fuerte deformación plástica.

ISSN 2446-7618

Si el análisis se centra en la longitud de separación de las chapas, también es posible observar una significativa diferencia. Para tomar una medida arbitraria, se decidió medir esta condición mediante el ángulo positivo en sentido anti horario desde una arista que une el centro del orificio dejado por el pin y la separación de las chapas sin deformación plástica, y una arista que une el mismo centro y el punto donde se deja de observar la separación mencionada.
En el caso de la soldadura realizada por la herramienta integral, este ángulo es de 50º aproximadamente, mientras que en la otra es de 20º. Esta diferencia por sí sola no tiene una consecuencia directa en el resultado de la soldadura, pero habla a las claras del estado del material en esa zona.
El segundo punto importante en las diferencias de ambas soldaduras es la región denominada de avance de la herramienta, representada en este caso por el material a la derecha del pin.
En la **Figura 13** se puede observar que el flujo de material batido en esta región es escaso o prácticamente nulo. Mientras que en la **Figura 14** se observa un importante volumen de material batido que traspasa por esta región hasta el frente de la herramienta.
El tercer punto está íntimamente relacionado con los otros dos y es la cantidad de material que se encuentra girando con la herramienta. Esta condición se hace explícita en la **Figura 14** En ella se puede observar claramente que hay una importante porción de material que sigue girado con la herramienta sin importar el avance. Este fenómeno no se evidencia así en la figura 9. En el cuadrante superior derecho de la zona aledaña al pin de la herramienta, se puede observar que prácticamente no hay material batido girando desde la parte trasera del mismo. Esta condición del material comienza a aparecer en el cuadrante superior derecho y gira con la herramienta hasta la parte trasera de la misma, pero no vuelve hacia el frente.

Para la evaluación de propiedades mecánicas, se midió la Tensión de fluencia y la resistencia máxima para una serie de condiciones con temperaturas picos decrecientes. En la **Tabla 2** se muestran los resultados de las mediciones y los ensayos de experiencias realizadas.

ISSN 2446-7618

Tabla 2. Datos medidos de la generación de muestras de esta tanda

Muestra	Velocidad de giro [RPM]	Velocidad de avance [mm/min]	Coeficiente de aporte de calor[1]	Torque [Nm]	Temperatura máxima medida [°C]	Tensión de fluencia [MPa]	Tensión máxima [MPa]
001	2900	180	16,1	5,4	416,4	182,2	316,4
002	2800	180	15,6	5,53	392,1	183,5	319,4
003	2700	180	15,0	5,1	366,5	181,4	329,2
004	2600	180	14,4	5,3	393,4	177,8	325,5
005	2500	180	13,9	5,4	356,4	185,1	355,3
006	2300	180	12,8	6,2	375,3	185,3	343,3
007	2100	180	11,7	6,9	343,4	183,8	330
008	1900	180	10,6	7,5	361,2	188,1	335
009	1700	180	9,4	8,1	347,5	190,5	346
010	1500	180	8,3	9	351,3	193	351
011	1300	180	7,2	10,2	355,7	193	341,1
012	1100	180	6,1	11,7	353,7	189,8	336
013	1100	195	5,6	12,5	356,4	184	306
014	1100	210	5,2	12,7	349,3	191	345
015	1100	225	4,9	13,8	344,4	180	341

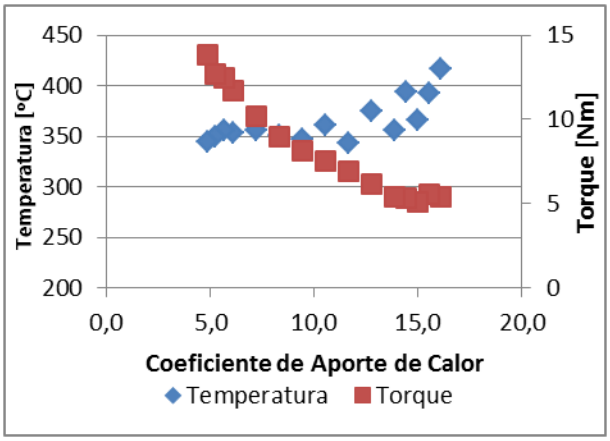


Figura 15. Gráfico de temperatura máxima medida y torque medido en función al coeficiente de aporte de calor.

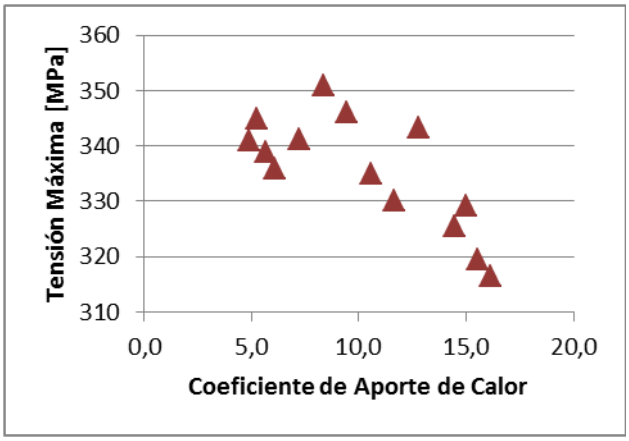


Figura 16. Tensión Máxima en función al coeficiente de aporte de calor.

Como se observa, el torque medido fue ascendiendo ininterrumpidamente a medida que se avanzaba con la planificación, tanto en las muestras donde se mantuvo la velocidad de avance constante como en la etapa donde se mantuvo la velocidad de giro constante y se varió el avance. Está demás decir que la condición opuesta se observó en la temperatura medida durante el proceso debido al calor aportado.

[1] El Coeficiente de aporte de calor es una medida comparativa del calor aportado que relaciona la velocidad de giro con la velocidad de avance de la herramienta.

ISSN 2446-7618

Probablemente lo más importante se mostró en los resultados de los ensayos mecánicos donde se puede observar que a medida que se reduce el calor aportado, se aumentan las propiedades mecánicas.

Este fenómeno no hace más que confirmar lo que físicamente se supone sobre el aporte de calor al material. Queda determinar, como aportan cada uno de los parámetros a este efecto, que como se explicó anteriormente no lo hacen de manera proporcional.

Lo importante de este aspecto y que cumple con el análisis planteado en este trabajo es que se diseñó la planificación para disminuir la temperatura del proceso y eso fue particularmente lo sucedido. No solo se encuentra demostrado por el aumento del torque aplicado por el usillo, sino que también se midió la temperatura del cordón de soldadura durante el proceso.

4 CONCLUSIÓN

La primera conclusión que se desprende de este trabajo es que el diseño de la herramienta es un factor clave en el proceso de soldadura por fricción-agitación. Con lo cual, es posible asegurar que las variables operativas del proceso, no son solo la velocidad de giro, la velocidad de avance y la fuerza axial, sino que a estas tres hay que sumarles la cuarta que es la geometría de la herramienta.
Individualizando el análisis de cada herramienta, se puede decir que no parece beneficioso el hecho de que el diseño de la herramienta integral promueva un flujo de material vertical para la aleación con la que se trabajó. La hipótesis que pretende explicar esto es que, como se puede observar en la figura – el material que fluye verticalmente por el pin, tiende a ir hacia la parte externa del cordón al chocarse con el hombro de la herramienta. Este efecto hace que el pin se quede sin material a alta temperatura alrededor y por lo tanto, el flujo del material se hace plástico y no viscoso lo que promueve la falta de llenado y como consecuencia los defectos ya conocidos en esta soldadura.
Por el contrario, el diseño de la herramienta compuesta promueve el flujo en un plano transversal al eje del pin en vez de colineal, haciendo que más material quede girando con el pin. Este material es desplazado de esa posición solamente por material fresco que entra en el circuito debido a la velocidad de avance.

En cuanto a la optimización de propiedades, el trabajo, en general, pudo confirmar la hipótesis propuesta. Es decir, quedó demostrado que a medida que se aporta menos calor a la soldadura, la eficiencia mecánica de las mismas aumenta.

Las muestras realizadas resultaron libres de defectos. Si bien se buscó, como se mencionó anteriormente, bajar la temperatura del proceso, no se evidenciaron inconvenientes resultantes de esto. Lo que todavía está quedando pendiente en estas soldaduras es analizar la microestructura de la zona de batido para ver la evolución de la recristalización de los granos y la aglomeración de precipitados.

Todos los eventos físicos previstos fueron demostrados. A medida que se avanzó en la reducción del calor aportado, la temperatura disminuyó y la respuesta del material se mantuvo acorde. Un aspecto llamó la atención de este resultado. La temperatura del material descendió hasta un cierto valor, 350 ºC aproximadamente, y frenó su

ISSN 2446-7618

caída. Mientras que el torque de la herramienta siguió aumentando. No es posible con los análisis realizados en este trabajo determinar la causa real de este fenómeno, con lo que queda pendiente para futuros estudios.

Los resultados de los ensayos mecánicos de las muestras en promedio resultan de una eficiencia[2] en la unión que supera el 77%, y en algunos casos puntuales por encima del 80%, aumentando más del 10 % sobre valores obtenidos en las primeras tandas. Si bien la tensión de fluencia es baja con respecto a la del material base, con valores máximos que superan el 55 %, esta tensión ya es superior a la obtenida por los métodos convencionales de unión por fusión del material.

[2] Eficiencia que se mide en función a la tensión máxima. Tomada con respecto al resultado del ensayo transversal al sentido de laminación debido a la orientación que tienen las chapas con las que se generaron las muestras.

5 Agradecimentos

Los autores agradecen al PROINTEC I&D de la UNLP, en cuyas instalaciones se realizaron las experiencias presentadas; a Danilo Vucetich quien fue participe en la gestación de este trabajo y a Pedro Carlos Hernandez Júnior y IFSUL por la oportunidad.

6 REFERENCIAS

1 Mishra, R. S. and Ma, Z. Y. Friction stir welding and processing. Materials Science and Engineering. 2005, Vol. 50, pp. 1 - 78.

2 American Society for Metals. Metals Handbook - Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special Purpose Materials. s.l. : American Society for Metals, 1992. Vol. 2.

3 Nandan, R., DebRoy, T. and Bhadeshia, H. K. D. H. Recent advances in friction-stir welding - Process, weldment structure and properties. Progress in Materials Science. 2008, Vol. 53, pp. 980 - 1023.

4 Ulysse, P. Three-dimensional modelling of the friction stir welding process. International Journal of Machine Tools and Manufacture. 2002, Vol. 42, pp. 1549 - 1557..

5 . International Standard Organization. ISO 25239-2. Friction Stir Welding - Aluminium - Part 2: Design of weld joints. 2011

6 Arora, A., y otros, y otros. Strains and strain rates during friction stir welding. Scripta Materalia. 2009, Vol. 61, págs. 863 - 866

7 Gerlich, A., Su, P. y North, TH. Peak temperatures and microstrutures in aluminium and magnesium alloy friction stir spot welds. Science and Technology of Welding & Joining. 2005, Vol. 10, 6, págs. 647 - 652.