



O DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO SOB A ÓTICA ERGONÔMICA: UMA CONTRIBUIÇÃO À RESPONSABILIDADE SOCIAL DA INSTITUIÇÃO E À FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR DO DISCENTE

Carlos Gonçalves Cerqueira (Uniara)
cgcerqueira@yahoo.com.br

José Luís Garcia Hermosilla (Uniara)
hermosilla@linkway.com.br

Ethel Cristina Chiari da Silva (Uniara)
e-chiari@uol.com.br

Cláudio Luiz Piratelli (Uniara)
clpiratelli@yahoo.com.br

Walther Azzolini Junior (Uniara)
wazzolini

Este é um trabalho multidisciplinar de caráter descritivo, desenvolvido por alunos de graduação, nas áreas de engenharia de produção, fisioterapia e psicologia, cujo objetivo é o desenvolvimento de um elevador para piscina fisioterápica, paara auxiliar na tarefa de movimentação de pacientes que necessitam de cuidados especiais. O grupo de pesquisa em contato com a clínica fisioterápica envolvida, levantou suas necessidades e por priorização detectou que o elevador era o produto mais demandado tendo alto custo de aquisição. As etapas que se seguiram foram, a pesquisa de mercado, o levantamento das restrições físicas do local, a elaboração e teste das diferentes propostas, tendo o cuidado de considerar as opiniões dos usuários, e a finalização do projeto escolhido considerando em sua análise os fatores financeiros, ergonômicos e psicológicos. O resultado final mostrou-se extremamente rico no que tange a agregação de valor à formação profissional e pedagógica do aluno, além de congregar esforços de forma interdisciplinar para a geração de soluções de baixo custo e alto desempenho para problemas sociais, como o tratamento fisioterápico de pacientes com necessidades especiais, ao mesmo tempo em que promove a responsabilidade social da instituição.

Palavras-chaves: Ergonomia, Fisioterapia, Desenvolvimento de produto, Multidisciplinaridade.

1. Introdução

Segundo Iida (1990), o desenvolvimento da área de ergonomia passou por três fases distintas, onde sua abrangência e também seu grau de complexidade aumentaram proporcionalmente. Na primeira etapa de desenvolvimento da ergonomia, no período pós-segunda guerra, a atuação dos especialistas da área se restringia a aspectos pontuais do produto, mais especificamente ao dimensionamento de botões em painéis de aeronaves, sendo estes técnicos acionados somente nestas etapas de dimensionamento. Na segunda e subsequente fase evolutiva da ergonomia, por volta da década de 60, a atuação dos profissionais da área foi estendida ao produto como um todo, porém sem uma visão sistêmica do processo em geral, característica esta que só veio a aparecer a partir da década de 70, quando a ergonomia começou a avaliar não somente os aspectos do produto em si, mas de que forma o trabalho poderia ser adaptado ao homem e quais seriam realmente as características que estes (homens) exigiriam.

É natural imaginar que no decorrer deste processo evolutivo, outros fatores passaram a fazer parte do processo de análise e de tomada de decisão dos profissionais da área, seja pelo avanço tecnológico das áreas em si, elucidando situações antes desconhecidas, seja pelo avanço das fronteiras da área de ergonomia, as quais não guardam uma delimitação clara com as das outras áreas, em função de sua interdisciplinaridade. Este processo evolutivo não foi um privilégio apenas da ergonomia; dentro da engenharia, outras áreas tiveram trajetórias semelhantes como, por exemplo, a qualidade (FAESARELLA, 1998; SHIBA, 2001; BROCKA, 1990).

O presente trabalho descreve a experiência vivenciada por um grupo de alunos do curso de engenharia de produção no interior do Estado de São Paulo, na cadeira projeto do produto, enfatizando destacando os aspectos ergonômicos. A pesquisa descritiva qualitativa utilizou como método de coleta de dados questionários semi estruturados e a pesquisa técnica na Internet.

O trabalho teve como prerrogativa o desenvolvimento de um produto com ênfase em sua função social e foi concebido com base nas necessidades da clínica de fisioterapia da mesma instituição de ensino. O grupo de pesquisa da graduação em contato com o coordenador da clínica de fisioterapia envolvida levantou e priorizou suas necessidades, concluindo que o elevador para a piscina fisioterápica era o equipamento de maior prioridade em função da natureza das atividades da clínica, que não dispunha do mesmo devido ao seu alto custo de aquisição.

O equipamento indicado (elevador) tem como função facilitar o acesso dos pacientes à piscina fisioterápica, tanto em sua entrada como na sua retirada, uma vez que tais pacientes necessitam de auxílio físico para isto, em função da natureza de sua patologia.

O elevador foi considerado prioritário para a clínica, que é uma prestadora de serviços a comunidade, em função de 2 aspectos:

- 1) elevado risco de acidentes envolvido no atual processo de locomoção (manual) dos pacientes que utilizam a piscina,
- 2) elevado número de funcionários envolvidos no processo de colocação e retirada do paciente na piscina.

O fator ergonômico possui importante papel no desenvolvimento do produto em questão, devido a sua grande interface com o usuário direto (paciente) que possui limitações físicas e também em função da correlação entre o desempenho do equipamento com o resultado do tratamento fisioterápico proporcionado ao paciente. Segundo Slack (2002), ergonomia ou “engenharia de fatores humanos” também se preocupa com a forma pela qual as capacidades sensoriais das pessoas são afetadas através dos aspectos neurológicos do projeto.

A justificativa para o desenvolvimento do produto fundamenta-se no resultado de pesquisa preliminar envolvendo centros especializados em serviços fisioterápicos e fabricantes de equipamentos médicos, que indica a carência na maioria das clínicas que dispõem de piscina para uso terapêutico, de equipamento que auxilie na colocação e remoção do paciente da piscina. Além da escassez do equipamento, outros aspectos importantes caracterizam este

processo de movimentação dos pacientes, como tempo de realização, risco envolvido e sobrecarga tanto física quanto psicológica dos fisioterapeutas.

A baixa oferta deste tipo de produto (elevador fisioterápico) no mercado nacional e o alto custo de importação têm levado as clínicas fisioterápicas a restringirem a oferta de serviços desta natureza, diminuindo as opções de tratamento de pacientes com estas necessidades.

2. Desenvolvimento do produto

No desenvolvimento de produto, de qualquer natureza, é importante respeitar a fase de elaboração do planejamento estruturado, o qual proporciona uma visão sistêmica do processo ao mesmo tempo em que contribui para aumentar a eficiência dos recursos envolvidos como material humano, tempo, financeiro, dentre outros.

De uma forma geral as etapas consideradas no processo de desenvolvimento de produtos são 7: (1) selecionar o projeto, (2) montar equipe do projeto, (3) identificar clientes em prospecção, (4) descobrir a necessidades destes clientes, (5) traduzir as necessidades, (6) estabelecer itens de controle e (7) desenvolver características e metas do produto e processos, conforme Juran (2001) e Slack (2002).

No entanto, o desenvolvimento do produto em questão deve considerar a demanda ergonômica de igual forma, pois a atividade principal está relacionada ao atendimento às pessoas com necessidades de auxílio físico. Kmita (2003) esclarece este aspecto do projeto ergonômico utilizando-se do método de Design Macroergonômico, o qual também foi respeitado nas etapas de desenvolvimento do elevador.

A eficiência sistêmica, ou seja, não só a do produto em si, mas a do sistema como um todo, no qual ele está inserido, só será maximizada, se os conceitos ergonômicos forem incorporados nas análises de desenvolvimento do projeto desde seu início, fato este compartilhado por Moraes (2003), e comprovado em seu estudo utilizando a interface homem-máquina na área de informática.

A idéia do grupo de pesquisa de desenvolver o elevador nasceu da exigência de uma das cadeiras do curso de engenharia de produção; assim sendo, a fase de seleção do projeto do produto, no primeiro momento, foi apresentado como parte da grade curricular do curso de engenharia, sendo proposto, a cada grupo, a concepção, o desenvolvimento e a fabricação de

um produto qualquer. Nesta fase realizou-se o primeiro *Brainstorming* onde foram geradas inúmeras idéias com diferentes aplicações, sendo de consenso dos integrantes do grupo, a idéia da criação de um produto que agregasse valor social e que pudesse ser empregado na própria instituição; no caso um equipamento para auxiliar pacientes com limitações físicas no acesso ao tratamento hidroterápico.

O trabalho, apesar de ter sido originado em um grupo de alunos da graduação, foi conduzido de maneira multidisciplinar, envolvendo as áreas de engenharia de produção e fisioterapia, fazendo com que as necessidades para o desenvolvimento do produto bem como suas utilizações fossem amplamente investigadas, permitindo desta forma uma análise mais abrangente quando da consideração de fatores como custos da execução do produto, aspectos ergonômicos, aplicabilidade, funcionalidade, segurança, dentre outros.

Um dos primeiros ganhos que o trabalho proporcionou, originou-se de sua característica multidisciplinar, permitindo a análise da situação sob diversas óticas e conseqüentemente exigindo do grupo a busca por outras fontes de informações além daquelas tradicionalmente disponíveis. Este aspecto é considerado de grande contribuição para a formação do engenheiro no que se refere ao desenvolvimento de competências de intelecção, análise, síntese, comunicação, cidadania e relacionamento humano, conforme defende Addor (2004). No entanto, no que se refere ao produto, o ganho especificamente com a incorporação da ergonomia no projeto, somente ocorrerá, se esta for inserida desde as fases iniciais do projeto, segundo Dul (2000).

A equipe multifuncional, através de um *brainstorming*, facilitou a identificação dos clientes e antecipou suas necessidades. Assim sendo foram identificadas as patologias e/ou procedimentos clínicos cirúrgicos dos pacientes que poderiam fazer uso do equipamento como: fraturas, entorses, luxações e amputações relacionadas aos membros inferiores em fase de reabilitação; desordens traumáticas e ortopédicas da coluna vertebral; acidente vascular encefálico (AVE); trauma raqui-medular (TRM); paralisia cerebral; distrofia muscular progressiva; artroplastias de quadril e joelho; artrose de quadril, joelho e coluna; artrite reumatóide; polineuropatia diabética; entre outros.

Com base em entrevistas semi-estruturadas envolvendo os profissionais da clínica de fisioterapia, notou-se que ela deixa de atender um grande número de pacientes com tais

patologias, devido a complexidade do acesso a piscina, prejudicando uma parcela carente da sociedade, visto que a clínica atende pacientes do Sistema Único de Saúde (SUS).

A elaboração de fluxogramas de processos auxilia na identificação de outros clientes que, embora não façam uso do equipamento, auxiliam de diferentes formas no desenvolvimento do mesmo. Segundo Juran (2002), quando os fluxogramas são preparados por equipes multifuncionais, obtêm-se benefícios como: compreensão do todo, identificação de clientes anteriormente negligenciados, identificação de oportunidades de melhoramento e facilita a compreensão de limites. Com a elaboração de fluxogramas, foram identificados clientes como: a própria instituição de ensino que além de financiar o projeto, fará uso da experiência vivenciada para elaboração de novos projetos; a clínica de fisioterapia que fará uso do equipamento; os fisioterapeutas que operarão o equipamento e a sociedade que será beneficiada em vista da possibilidade de aumento da oferta de tratamentos fisioterapêuticos, além obviamente do próprio corpo discente envolvido.

Concluída a fase de definição dos usuários e já tendo de igual forma delineado suas necessidades específicas, que no caso eram relativas ao uso do elevador fisioterápico, procedeu-se um estudo junto a clínica, visando identificar os benefícios nos aspectos de aumento de oferta de serviço, segurança, motivação e ergonomia que o desenvolvimento de um equipamento pudesse trazer para esta atividade.

Em ampla pesquisa realizada via internet sobre equipamentos disponíveis no mercado interno, tanto nacional quanto importado, concluiu-se que além da baixa oferta do produto, grande parte era acionada hidráulicamente. Sob a ótica funcional, tais produtos foram considerados de alto desempenho, no entanto com relação às características ergonômicas e principalmente de segurança, os mesmos expunham tanto o operador (fisioterapeuta) como o paciente, a riscos de acidentes em função da alta pressão hidráulica de trabalho no sistema.

Dos equipamentos pesquisados, 3 poderiam ser considerados como os mais comuns, podendo-se ver a diferença entre eles nas figuras 1, 2 e 3 como seguem. Dentre os equipamentos analisados, o da figura 3 foi que mais se aproximou do projeto idealizado pelo grupo e que levou em consideração os atores envolvidos, no entanto seu acionamento manual poderia trazer algum desconforto e possível lesão ao operador.

Assim sendo, de posse do problema e do resultado da pesquisa dos diversos produtos oferecidos no mercado, o grupo de pesquisa deu início ao desenvolvimento do novo produto. Apesar da maioria dos produtos pesquisados serem de atuação hidráulica, o projeto deveria ser de atuação elétrica, justificada pelo menor esforço físico a ser executado, maior facilidade de operação e melhor controle das possíveis variáveis que poderiam conduzir a falhas no sistema, principalmente a humana, complementando a escolha anteriormente realizada.



Figura 1 – Equipamento Pneumático



Figura 2 – Guincho Hidráulico



Figura 3 – Manual

Optou-se então em otimizar este equipamento (figura 3), considerando as informações levantadas em um novo brainstorming com os fisioterapeutas, alunos e pacientes. O objetivo não era fazer do produto uma cópia da figura, mas sim concebê-lo com melhorias ergonômicas, de segurança e de operacionalização, sendo que uma das principais citadas foi o emprego de um moto redutor com freio para facilitar seu acionamento e eliminar os riscos que possivelmente seriam causados por uma falha na rede elétrica, sem, no entanto eliminar o acionamento manual.

O desafio foi apresentar um projeto, para o desenvolvimento de um equipamento que atendesse a necessidade de aumentar a oferta de utilização da piscina, assim como atender aos aspectos de segurança e ergonomia, levando a uma substancial redução da sobrecarga da atividade por parte do fisioterapeuta, reduzindo o número de pessoas envolvidas na tarefa, como também um maior conforto e motivação para o paciente.

A etapa de projeto é considerada de grande importância no quesito econômico, pois o planejamento realizado implica em otimização tanto na utilização dos recursos quanto no cumprimento dos prazos estipulados. No caso específico, a minimização dos riscos é um dos itens prioritários desta etapa. Cardella (1999) salienta que a fase do projeto é a mais econômica para controlar riscos, demonstrando a relação entre a necessidade financeira para a solução de um problema desta natureza e a etapa do desenvolvimento onde este se encontra, conforme a tabela a seguir:

Fases do desenvolvimento	Necessidade monetária
Projeto	01
Detalhamento	10
Execução	100
Operação	1000
Manutenção com acidente grave	10000

Fonte: Adaptado de Cardella (1999).

Tabela 1 – Etapa do desenvolvimento *versus* necessidade financeira

Uma importante ação que deve ser tomada no decorrer do desenvolvimento e execução de um projeto é o estabelecimento e acompanhamento das metas. Neste caso o grupo optou em controlar o projeto por meio de quatro indicadores de desempenho, como seguem:

- a) Custo: determinado pelo valor estipulado em projeto e limitado em 50% do valor do produto similar encontrado no mercado.
- b) Tempo: conforme cronograma.
- c) Qualidade: onde foi empregada uma variação da ferramenta de análise do efeito e modo de falha (*femea*) que tem como objetivo reduzir os riscos apontados.
- d) Confiabilidade do usuário direto e indireto sobre o equipamento proposto: informação subjetiva que visa checar a confiança que os usuários diretos e indiretos depositam no equipamento proposto.

A concepção gráfica do produto ocorreu por meio do software *SolidWork*, onde a grande versatilidade para realizar modificações e a elevada definição permitindo uma melhor visualização dos componentes do produto, facilitam a elaboração do orçamento e a escolha dos processos de fabricação, conforme pode ser visto na figura 4.

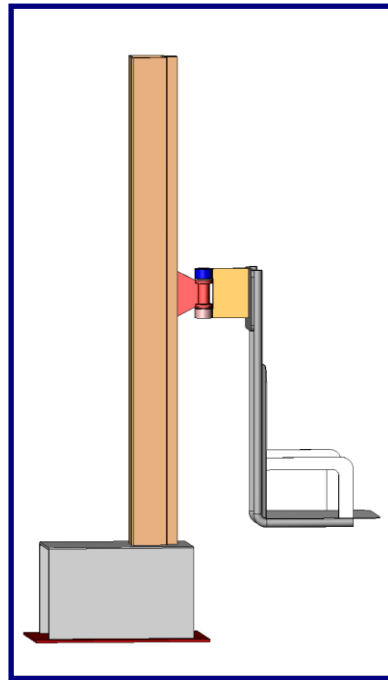


Figura 4 – Modelo conceitual proposto

3. Considerações finais

O trabalho de desenvolvimento do produto realizado pelo corpo discente sob a orientação dos professores das áreas envolvidas (engenharia de produção e fisioterapia), provou ser não apenas uma contribuição para a solução de um problema em particular, mas uma importante experiência acadêmica e profissional com responsabilidade social.

Vários foram os ganhos com a referida experiência:

- a) Do ponto de vista didático: a oportunidade de interagir teoria e prática dentro de uma realidade fiel em grande parte ao mundo empresarial.
- b) Do ponto de vista profissional: possibilitar ganhos reais e em escala, de conhecimentos variados, integrados e práticos, extraídos do próprio mercado.
- c) Do ponto de vista social: o desenvolvimento de produtos de baixo custo com escala social de atendimento, contribuindo para a reintegração do cidadão na sociedade, através de um produto que incorpora toda uma avaliação de

esforços físicos, postura ergonômica tanto do atendido como do atendente, para a melhoria da qualidade do serviço prestado.

Uma outra importante contribuição e de igual impacto sobre a sociedade como um todo e em especial à universidade, é o desenvolvimento humano alcançado pelos pesquisadores discentes, que tiveram sua formação potencializada devido a agregação de conhecimentos multidisciplinares, transpondo neste sentido os limites das salas de aula. A experiência prática vivenciada pelo grupo contribuiu também para desenvolver fatores mais intangíveis como valorização pessoal, cidadania, espírito de equipe, dentre outros, contribuindo para a evolução do aluno como profissional cidadão, permitindo sua maior integração responsável à sociedade.

A experiência acadêmica fomentada pela universidade e integrada tanto à sociedade civil quanto à acadêmica, é um desafio para a maioria das instituições, no entanto mostra-se imprescindível para a evolução formativa e cidadã do futuro profissional, do qual são exigidas soluções rápidas e eficientes para uma sociedade que vem se mobilizando de forma acelerada frente aos problemas socioambientais.

4. Referências Bibliográficas

ADDOR, F. (2004) – Disciplina “gestão de projetos solidários”: resultado de uma experiência exitosa. *XXIV Enegep - Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Florianópolis/SC.

BROCKA, B. & BROCKA, M.S. (1994) - Gerenciamento da qualidade. São Paulo: Makron Books.

CARDELLA, B. (1999) – *Segurança no trabalho e prevenção de acidentes : uma abordagem holística : segurança integrada à missão organizacional com produtividade, qualidade, preservação ambiental e desenvolvimento de pessoas* – São Paulo : Atlas.

DUL, J. & WEERDMEESTER, B.(2000) – Ergonomia prática ; tradução Itiro Iida – 2ª impressão - São Paulo : Edgard Blücher.

FAESARELLA, I.; CARPINETI, F.C. & SACOMANO, J.B. (1998) - *Gestão da Qualidade : conceitos e ferramentas* . São Carlos, EESC – USP.

JURAN, J. M. (2001) – *A qualidade desde o projeto : novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços* – 3ª.ed., São Paulo : Pioneira Thomson Learning.

IIDA, I. (2000) – *Ergonomia : projeto e produção* – 6ª. ed., São Paulo – Edgard Blücher.

KMITA, S.F.; PORTICH, P. & GUIMARÃES, L.B.M. (2003) – Custos ergonômicos + 7 perdas: 8 perdas no sistema de produção. *XXIII Enegep - Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Ouro Preto/MG.

MORAES, A. (2003) – Ergonomia a projeto de produtos, informações, interfaces da interação homem-computador e espaços arquiteturais: ensino e pesquisa. *XXIII Enegep - Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Ouro Preto/MG.

SHIBA, S. ; GRAHAM, A.; WALDEN, D. (1997) - *TQM: quatro revoluções na gestão da qualidade*. Porto alegre: Artes Médicas.

SLACK, N.; CHAMBERS, S. & JOHNSTON, R. (2002)– *Administração da produção* - 2ª ed. – São Paulo : Atlas.

PEREZ, R. L.; OGLIARI, A. & BACK, N. (2003) – Sistema de medição de desempenho aplicado nos processo de projeto (SiMDAP). *IV Congresso Brasileiro de Gestão em Desenvolvimento de Produtos (CBGDP)*, Gramado.