

# Sensores aplicados no monitoramento da homogeneidade térmica na extrusão com rosca simples

**Neste trabalho foi investigada a capacidade dos sensores de temperatura por infravermelho de fornecer informação sobre a homogeneidade térmica e o desempenho de fusão de extrusoras com rosca simples. Para tanto, sensores por infravermelho foram posicionados no canhão de uma extrusora desse tipo, um próximo à extremidade da rosca e um adaptado na matriz instrumentada. Os resultados obtidos foram comparados com os conseguidos por um sensor de malha de termopares localizado na entrada da matriz da extrusora. Foram usados dois graus de polietileno de alta densidade nos experimentos, com três geometrias de rosca de extrusora e uma faixa de velocidades de rosca para determinar os parâmetros do processo.**

*J. V. Sorroche, E. C. Brown, A. L. Kelly e P. D. Coates*

**A** medição e controle da temperatura da resina fundida durante a extrusão de polímeros é de importância fundamental para ter uma execução bem-sucedida do processo. A fusão do material e o resfriamento subsequente do produto moldado são as etapas que limitam a velocidade dentro da extrusão, determinando as taxas de produção do processo e sua efi-

ciência. As propriedades do fluxo de polímero fundido dependem da temperatura; logo, a medição e o controle deste parâmetro possuem influência direta sobre a estabilidade do processo. A morfologia do produto e as propriedades mecânicas dependem da homogeneidade da temperatura da resina fundida e de suas taxas de resfriamento. Infelizmente, os perfis de temperatura dos fluxos de resina fundida que são gerados por uma rosca rotativa são complexos e sua medição é inerentemente difícil. Sensores intrusivos afetam o perfil do fluxo e a temperatura do material que eles tentam medir. Por sua vez, os sensores não intrusivos são limi-

tados a medições de valores médios tomados ao longo de certo volume de resina fundida, proporcionando apenas uma indicação parcial das temperaturas. Normalmente são usados termopares montados sobre as paredes, por meio de laços de controle proporcional-integral-derivativo (PID), para regular a temperatura das peças metálicas do equipamento. Essa abordagem geralmente constitui um método adequado de controle. Contudo, os sensores localizados na parede metálica não se encontram em contato com a resina fundida e, portanto, não podem proporcionar uma indicação de sua temperatura.

Termopares engastados na superfície da parede metálica (ou seja, com sua ponta em contato com a resina fundida) proporcionam uma indicação da temperatura naquela parede. Contudo, esses sensores são fortemente influenciados pela temperatura da parede metálica<sup>(1)</sup>. O isolamento das adjacências do termopar, de material cerâmico, pode reduzir a

J. Vera Sorroche, E. C. Brown, A. L. Kelly e P. D. Coates são do IRC in Polymer Engineering, da Universidade de Bradford, localizada no Reino Unido. Este artigo foi apresentado como palestra na edição de 2012 da Conferência Técnica Anual (Antec) da Sociedade dos Engenheiros do Plástico (SPE), realizada de 2 a 4 de abril em Orlando (EUA). Reprodução autorizada pela SPE – Seção Brasil. Tradução e adaptação de Antonio Augusto Gorni.

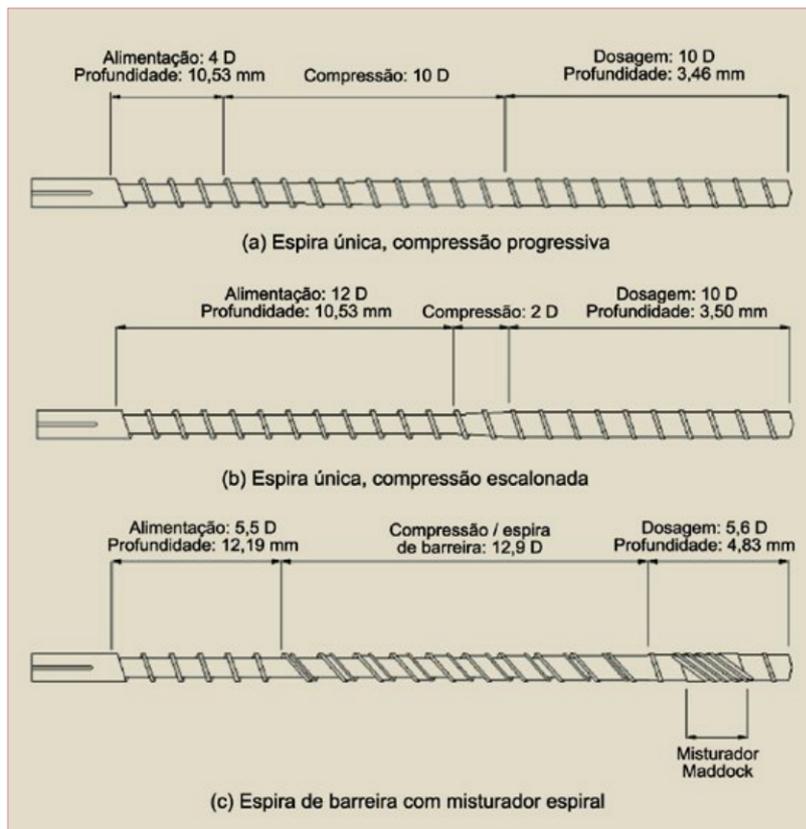


Fig. 1 – Geometrias das roscas de extrusora usadas

influência da temperatura do metal e proporcionar uma melhor indicação dela na resina fundida, ainda que muito próximo à parede. Os perfis de temperatura do fluxo de resina fundida são complexos e formam um gradiente desde a parede até o centro do fluxo, de forma que esta informação possui uso limitado. Termopares que se projetam (de forma motorizada e manual) têm sido utilizados numa tentativa de medir o perfil de temperatura por meio do fluxo de resina fundida<sup>(2, 3)</sup>. Eles podem proporcionar dados úteis; contudo, estão sujeitos a erros de condução ao longo de seus comprimentos e geram aquecimento por cisalhamento ao redor da ponta.

As malhas ou grades de termopares têm sido usadas para determinar o perfil bidimensional da temperatura de um fluxo de resina

fundida<sup>(4, 5)</sup>. Esses sensores são construídos a partir de uma malha de fios nus e opostos de termopar, com cada ponto de cruzamento formando uma junção de termopares que fornece valores padronizados de voltagem. Essa técnica é intrusiva e afeta o fluxo de resina fundida, mas o pequeno diâmetro dos fios de termopar usados minimiza a perturbação no fluxo. Há também óbvias limitações na instalação de tais sensores em aplicações industriais, já que ela cria alguns problemas, como a presença de linhas de solda no produto final, além dos associados à fragilidade desses instrumentos.

Os sensores por infravermelho oferecem um método não intrusivo e com resposta rápida para a medição de temperatura<sup>(6, 7)</sup>. Eles operam por meio da detecção da energia infravermelha irradiada

pelo polímero fundido por uma janela feita com vidro de safira e fibras ópticas. Esses dispositivos já se mostraram úteis na extrusão e na moldagem por injeção, processos nos quais a rápida resposta dinâmica (10 ms) do sensor o torna particularmente adequado. Contudo, a área ou volume preciso de resina fundida medida pelos sensores por infravermelho não é clara e depende do material<sup>(8)</sup>. Os fabricantes de sensores por infravermelho especificam uma “profundidade de penetração” de 2 a 8 mm a partir da parede.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a adequabilidade das medições por infravermelho das temperaturas de resina fundida durante o processo de extrusão, usando uma extrusora de rosca simples altamente instrumentada. Foram feitas medições no processo utilizando um sensor por infravermelho instalado na matriz e no canhão da extrusora, as quais foram comparadas com os resultados obtidos por um sensor de malha de termopares instalado na matriz de extrusão. Foram quantificados os efeitos da geometria da rosca da extrusora e da viscosidade do polímero sobre as temperaturas medidas.

## Procedimento experimental

Todas as medições foram realizadas numa extrusora de rosca simples com diâmetro de 63,5 mm (Davis Standard BC60, produzida pela norte-americana Davis Standard). Foram usados dois graus de polietileno linear de alta densidade (PEAD): Ineos HD5050EA (índice de fluidez do fundido de 4,0 g/10 min, 2,16 kg, 190°C) e Ineos HM5411EA (índice de fluidez do fundido de 0,12 g/10 min), ambos fabricados pela norte-americana Ineos. Três tipos de rosca foram utilizados durante os experimentos, os quais apresentavam

**ZEPPELIN**  
Systems

Soluções em armazenagem e manuseio de sólidos

**BULKILTER**®

Inclinador para contêineres de 20'



Para carregamento e descarregamento de granéis secos em pó ou pellets movimentados em contêineres padrão 20' conforme ISO 668:1995, com liner interno.

Os contêineres podem ser inclinados sem uso de caminhões basculantes, o que reduz o custo de fornecimento de matéria prima.

Construída de aço carbono, a unidade possui sistema matriz hidráulico, controles automatizados integrados com CLP e IHM bem como dispositivos completos de segurança.

**ZEPPELIN SYSTEMS Latin America Ltda.**  
Rua João XXIII, 650 - Cep: 09851-707  
São Bernardo do Campo - SP  
Tel +55 11 4393-9410  
Fax +55 11 4392-2333  
vendas@zeppelin-la.com  
www.zeppelin-la.com



## PROCESSO

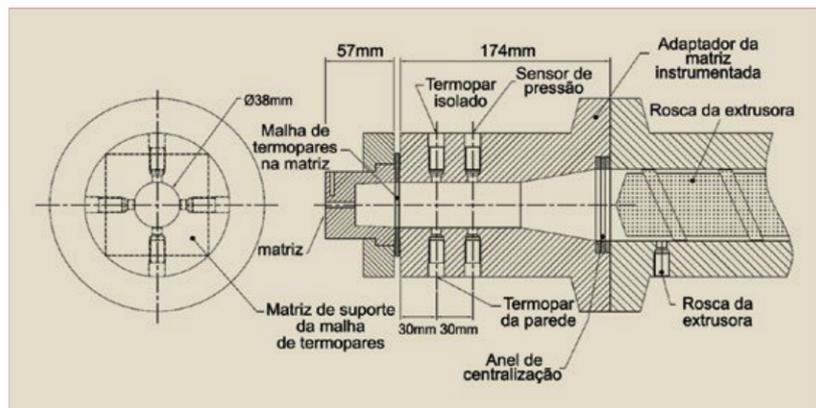


Fig. 2 – Matriz de extrusão instrumentada

razão L/D igual a 24. Esses projetos de rosca para poliolefinas foram selecionados para permitir a comparação entre as condições de fusão com roscas tipicamente usadas na indústria dos polímeros, mas não foram especificamente concebidos para este estudo. As representações esquemáticas dos projetos de rosca estão mostradas na figura 1; os detalhes são fornecidos abaixo:

- 1) taxa de compressão igual a 3, com compressão progressiva;
- 2) taxa de compressão igual a 3, com compressão escalonada;
- 3) taxa de compressão igual a 2,5, espiras de barreira com misturador Maddock espiral.

Um sensor por infravermelho Dynisco MTX (da norte-americana Dynisco) foi engastado na extrusora em duas posições, em um adaptador da rosca instrumentada e no final do canhão da extrusora, na seção de dosagem da rosca da extrusora. Os detalhes sobre a localização dos sensores estão mostrados na figura 2. O sensor por infravermelho possuía tempo de resposta especificado igual a 10 ms e foi calibrado estaticamente para cada polímero dentro de uma faixa de temperaturas estabelecidas. Um sensor de pressão de resina fundida (Dynisco PT422A) e um

termopar com diâmetro de 1,0 mm instalado na parede, inserido em uma bainha com isolamento cerâmico, também foram montados no adaptador da matriz. Foi utilizada uma malha de termopares localizada na entrada da matriz de extrusão para obter dados de referência sobre a temperatura. Essa técnica já foi anteriormente descrita em detalhes<sup>(4)</sup> e consiste de um arranjo bidimensional de junções interconectadas e expostas de termopares, montado em uma moldura para suporte, a qual se encontra mostrada esquematicamente na figura 3. Foram realizados experimentos para cada combinação de polímero e de rosca de extrusora. O perfil de temperaturas para a extrusora variou desde 140°C na extremidade de alimentação até 200°C na matriz

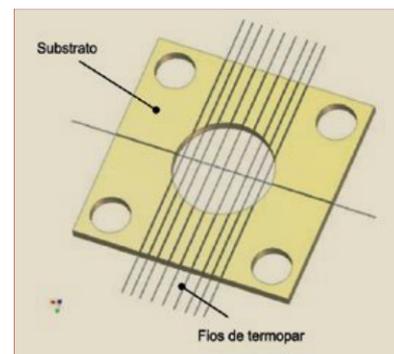


Fig. 3 – Sensor constituído de malha de termopares

e no final do canhão. Para cada condição, a extrusora era operada sob uma faixa de velocidades de rosca desde 10 até 90 rpm, em velocidade de 20 rpm. Foi dado tempo suficiente para que ocorresse estabilização do processo em cada condição antes que as medições fossem feitas. Os dados foram capturados sob frequência de 20 Hz por meio de um sistema comum de aquisição de dados e programas computacionais de monitoramento desenvolvidos internamente.

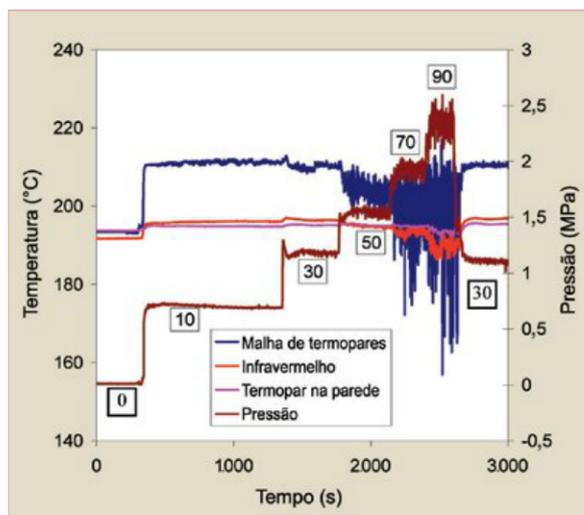


Fig. 4 – Comparação entre os valores de temperatura medidos e dados de pressão; grau HD5050EA com rosca apresentando compressão progressiva

### Resultados e discussão

Um conjunto de dados primários está mostrado na figura 4, para o caso específico de uma rosca de compressão progressiva, sob velocidades de rotação de rosca iguais a 10, 30, 50, 70 e 90 rpm. Foi constatado que a pressão da resina fundida aumentou com a velocidade da rosca, tendo rapidamente alcançado o equilíbrio em cada

velocidade. O termopar na parede refletiu apenas a temperatura do polímero na parede de metal ou próximo a ela, mantendo níveis relativamente constantes, exceto na velocidade máxima, de 90 rpm, quando ela diminuiu em torno de 2°C. As medições de temperatura feitas por meio de uma junção da malha de termopares (10,5 mm a partir da linha central) refletiram maiores desvios na temperatura à

medida que se elevou a velocidade da rosca, mostrando que a temperatura global alcançava valores máximos sob velocidade de rosca igual a 30 rpm. Foi constatado que extrusoras de rosca simples apresentam uma capacidade limitada de fusão sob altas velocidades de produção, especialmente quando as roscas apresentavam projetos com espira única. A figura 4 também apresenta o grande nível de variação da temperatura de resina fundida sob altas velocidades de rosca, enquanto os níveis de variação de pressão permaneceram relativamente constantes. O sensor por infravermelho estava localizado no adaptador da matriz instrumentada durante este experimento, e detectou apenas flutuações limitadas de temperatura quando a rosca se encontrava sob altas velocidades. Isso presumidamente resulta da profundidade relativamente limitada do volume

Multi-União: Tecnologia, Qualidade e Produtividade

**EMBALA NORDESTE 2013**

**Linhas:**

- Perfil
- Tubo flexível (mangueiras)
- Haste de Pirulito/Cotonete/Canudo
- Tubo Conduite
- Tubo Espiralado

**Cilindros e Roscas:**

- Construção e Recuperação
- Mono / Dupla
- Extrusão
- Injeção
- Sopro
- Termoplástico / Termofixo / Borracha / Alimentos

**25 ANOS**

**MULTI-UNIÃO**

Tel: 19 3476-7631  
vendas@multiuniao.com.br  
www.multiuniao.com.br

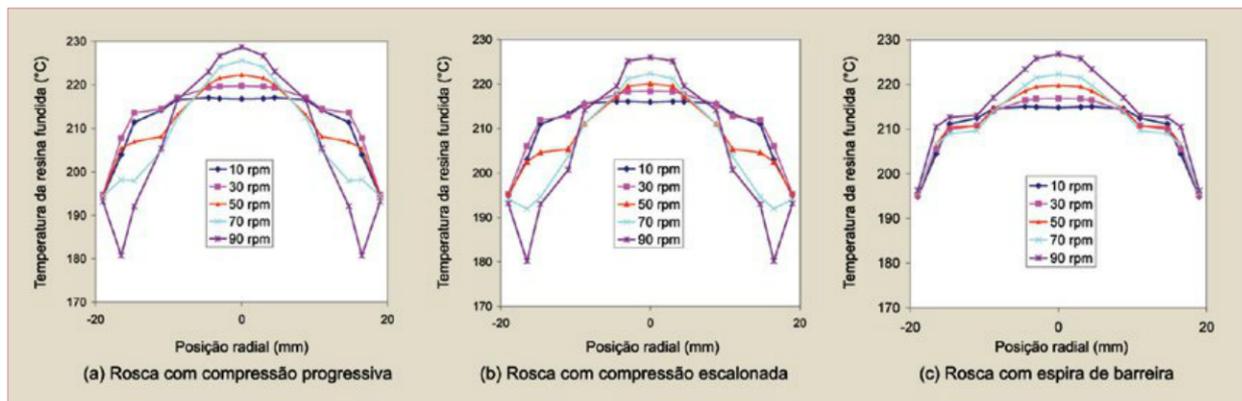


Fig. 5 – Perfis medidos de temperaturas de resina fundida para o grau HD5050EA sob temperatura programada de 200°C

envolvido na medição feita pelo sensor, tendo sido constatado que era da ordem de 2 a 5 mm para esse polímero<sup>(6)</sup>.

Os perfis radiais de temperatura da resina fundida, medidos usando-se a malha de termopares (ponderados ao longo de um período de

um minuto), estão presentes na figura 5 para o grau HD5050EA para cada tipo de rosca de extrusora. Os dados de temperatura de todas as roscas mostraram uma significativa dependência em relação à velocidade de rosca programada e associada à velocidade

de produção da extrusora. Sob baixas velocidades, de 10 e 30 rpm, os perfis de temperaturas gerados pelas roscas foram muito similares, com a massa do polímero no centro do fluxo apresentando temperatura de aproximadamente 215°C e caindo na direção da parede da

SABE PORQUE VOCÊ VAI ACERTAR EM GRANDE ESTILO?

Porque o maior fabricante de camara quente do mundo está no Brasil!

- CAMARAS QUENTES
- MULTIPLAS CAVIDADES
- BICOS VALVULADOS
- CONTROLADORES DE TEMPERATURA
- CONTROLADORES SEQUENCIAIS
- PORTA MOLDES
- APLICAÇÕES ESPECIAIS

Nós acreditamos no Brasil e por isso investimos em estrutura, tecnologia de ponta e nos melhores equipamentos.  
**Venha nos conhecer!**



nautilus biz

**YUDO**

AV. SANTOS DUMONT, 7855 - ZONA INDUSTRIAL NORTE - JOINVILLE - SANTA CATARINA + 55 47 3435 - 0022

## PROCESSO



**PLASCAMIL**  
Recuperação de Plásticos

Especializada na recuperação de resinas plásticas de ABS, polietileno, polipropileno, poliestireno, policarbonato e poliamida entre outros.

**QUALIDADE NO SEU RECUPERADO**



**Fone: 2063-9260**  
www.plascamil.com.br  
atendimento@plascamil.com.br

matriz. Sob maiores taxas de produção, o valor de pico da temperatura para todas as roscas aumentou para um máximo de cerca de 225 a 230°C. Contudo, no caso da rosca com espira de barreira, a temperatura da resina fundida aumentou pelo volume total de fluxo, enquanto para as roscas com espira única foram constatadas regiões com menor temperatura medida na direção das paredes da matriz. Imagine-se que isso resulte da fusão menos eficiente proporcionada pelas roscas com espira única, fazendo com que o leito sólido de polímero no canal da rosca se funda completamente mais tarde, ao longo do comprimento da rosca<sup>(9)</sup>. Esses resultados demonstram a complexidade dos perfis de temperatura de resina fundida gerados na extrusão, dando destaque à dependência da temperatura em relação à posição radial, geometria da rosca e velocidade.

Os dados medidos a partir do sensor por infravermelho engastado na extremidade do canhão da extrusora estão mostrados na figura 6, para ambos os graus de PEAD e três geometrias de rosca. Amostras representando poucos segundos de dados coletados também estão presentes para destacar o nível de detalhe das medições periódicas de temperatura. Esses dados representam as medições de temperatura da resina fundida feitas por meio da profundidade do canal da rosca na seção de dosagem. Naturalmente, para uma dada localização do sensor por infravermelho, os dados apresentam natureza periódica e são interrompidos uma vez a cada rotação da rosca, pela ação da sua espira passando pela ponta do sensor por infravermelho. O efeito da espira da rosca pode ser observado em cada uma das medições, ou na

forma de um mergulho periódico, ou de um pico de temperatura. A figura 6 mostra que, a 10 rpm, os valores medidos de temperatura para cada geometria de rosca apresentaram natureza similar; para cada rotação da rosca associou-se um valor mínimo à passagem da espira da rosca, seguido de um aumento até a temperatura máxima, a qual diminuiu gradualmente durante a rotação antes de cair bruscamente na próxima espira. É interessante constatar que foi observada uma diferença no formato da evolução da temperatura entre os dois polímeros, tendo sido observado que ela era relativamente independente da geometria da rosca da extrusora. No caso do PEAD com menor viscosidade, a temperatura medida para a maioria das rotações da rosca foi relativamente constante, enquanto para o grau com maior viscosidade a temperatura diminuiu de forma linear a cada passagem da espira. Valores médios de temperatura nessa velocidade da rosca foram similares para cada geometria de rosca e, em todos os casos, o PEAD com maior viscosidade apresentou maior temperatura.

Sob velocidade de rosca igual a 50 rpm, as temperaturas medidas usando a rosca com espira de barreira apresentaram um nível superior de repetitividade do que aquelas medidas quando foram utilizadas as duas roscas com espira única. A interrupção da espira nessa velocidade de rosca foi representada por um pico agudo de temperatura, sugerindo que a temperatura da resina fundida era menor que a da rosca para essa condição. As temperaturas entre os picos periódicos exibiram níveis significativos de variação para as duas roscas com espira única, particularmente para o grau HD5050EA, que

**FABRICAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE ROSCAS E CILÍNDROS**

A ECUS ABC é especialista na fabricação e recuperação de roscas e cilindros para máquinas injetoras, extrusoras e sopradoras.



**Serviços**

- Análise Técnica
- Recuperação
- Fabricação
- Projetos especiais
- Acessórios

www.ecusabc.com.br  
Fone: 11 4549-2781



apresentava menor viscosidade. Aparentemente essa variação é resultado das instabilidades de fusão, registradas previamente pelos autores usando a técnica da malha de termopares<sup>(10)</sup>. A temperatura média da resina fundida para o grau HD5050EA, com menor viscosidade, foi comparável com a obtida para todas as três geometrias de rosca, enquanto para o grau HM5411 o valor medido de temperatura foi máximo para a rosca de barreira, possivelmente devido à maior viscosidade desse material, fazendo com que ocorressem maiores níveis de cisalhamento viscoso.

A partir da figura 6 pode-se constatar que, para uma velocidade de rosca de 90 rpm, a temperatura da resina fundida medida pelo sensor por infravermelho no caso da rosca com espira de barreira apresentou evolução periódica repetitiva, com faixa de aproximadamente 3°C para o grau HM5411EA e 6°C para o grau HD5050EA. Isso indica uma consistência relativamente estável da resina fundida que está saindo da rosca da extrusora. As evoluções de temperatura para as duas roscas com espira única exibiram variações significativamente maiores, de até 20°C no caso do grau HD5050EA com a rosca de compressão escalonada. As temperaturas médias também foram menores no caso das roscas com espira única. Esses resultados sugerem que a medição feita por meio do sensor por infravermelho ao longo da profundidade do canal de dosagem foi sensível à homogeneidade da resina fundida, a qual é definida pela capacidade de fusão da rosca da extrusora.

As figuras 7 e 8 comparam as médias dos valores medidos de temperatura e a variação desse parâmetro, obtidas a partir do



**Moinhos Rone**  
Eficiência e praticidade  
em máquinas para moagem

Diversos modelos adaptáveis  
às necessidades do cliente.

- Modelos de alta produção e com baixo nível de ruído
- Moinhos de baixa e alta rotação
- Transportes pneumáticos
- Aglutinadores

**MOINHOS RONE**

moinhos@rone.com.br • +55 11 4186-3777 • www.rone.com.br

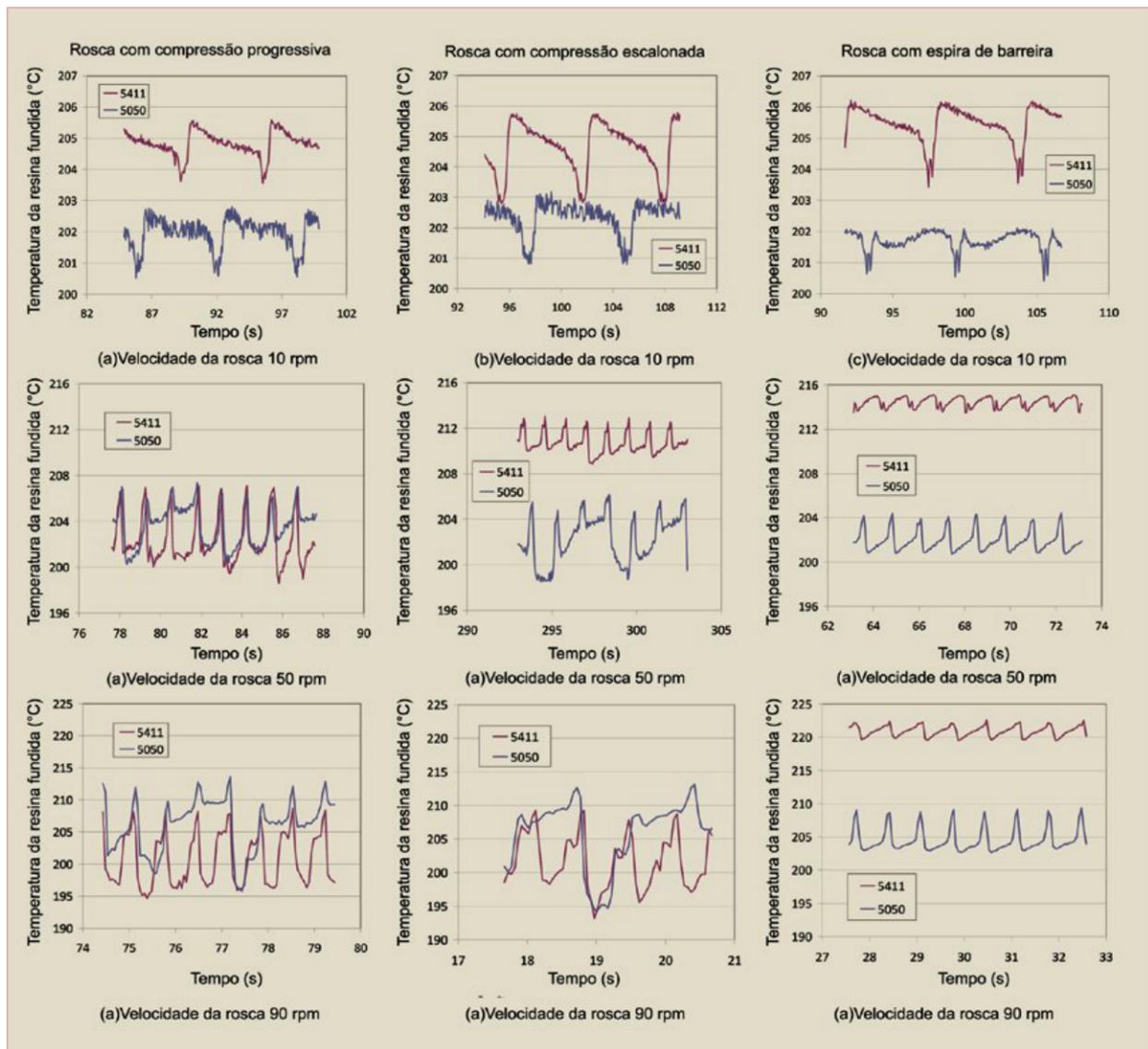


Fig. 6 – Temperatura de resina fundida medida com o sensor por infravermelho no canal da seção de dosagem; a temperatura programada da trinca foi igual a 200°C

sensor por infravermelho localizado no canhão da extrusora, com as correspondentes medições efetuadas pela malha de termopares localizada na entrada da matriz de extrusão, para o grau HM5411EA processado sob rosca com compressão progressiva ou com espira de barreira, respectivamente, ao longo de um minuto. A temperatura global medida pela malha de termopares foi calculada a partir da média de cada uma das sete junções, e os

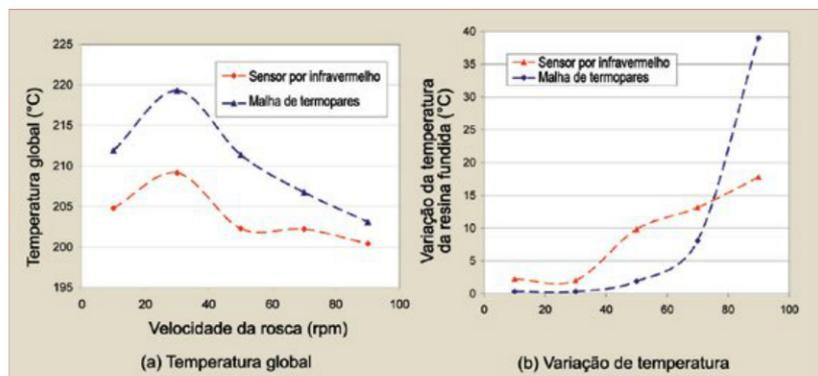


Fig. 7 – Comparação entre as medições de temperatura de resina fundida para o grau HM5411 a 200°C usando rosca com compressão progressiva

e sendo significativamente maior para a rosca com compressão progressiva. Foi verificado, quando usadas maiores velocidades de rosca, menores níveis de flutuações de temperatura medidas pelo sensor por infravermelho que os medidos pela malha de termopares, devido ao fato da temperatura medida pelo sensor infravermelho se tornar representativa de um volume massivo de resina fundida, em vez de ser a temperatura correspondente a um ponto específico.

### Conclusões

Foi constatado que a temperatura da resina fundida na matriz de uma extrusora de rosca única varia significativamente com a distância radial a partir do

centro do fluxo, dependendo da geometria da rosca de extrusora, velocidade de rotação da rosca e viscosidade do polímero fundido. Foi mostrado que as medições feitas por meio de um sensor por infravermelho de temperatura localizado no canhão da extrusora, próximo à extremidade da rosca, refletem a temperatura global da resina fundida na matriz de extrusão e mostraram-se sensíveis a flutuações causadas por instabilidades de fusão. Esses resultados sugerem que, com uma análise cuidadosa, a termometria por infravermelho não intrusiva no canhão da extrusora pode fornecer informações úteis sobre a temperatura e homogeneidade térmica do fluxo de resina fundida no interior da matriz de extrusão. ■

### REFERÊNCIAS

- 1) SHEN, X.; MALLOY, R.; PACINI, J. *SPE-ANTEC Tech. Papers*. 918, 1992.
- 2) KIM, H. T.; COLLINS, E. A. *Polym. Eng. Sci.* 11, 83, 1971.
- 3) HULATT, M.; WILKINSON, W. L. *Polym. Eng. Sci.* 18, 1978, p. 1148.
- 4) BROWN, E. C.; KELLY, A. L.; COATES, P. D. *Rev. Sci. Instrum.* 75, 2004, p. 4.742.
- 5) KELLY, A. L.; BROWN, E. C.; COATES, P. D. *Polym. Eng. Sci.* 46, 2006, p. 1.706.
- 6) OBENDRAUF, F.; LANGECKER, G. R.; FRIESENBICHER, W. *Int. Polym. Proc.* 13, 71, 1998.
- 7) MAIER, C. *Polym. Eng. Sci.* 36, 1.502, 1996.
- 8) LAI, G. Y.; RIETVELD, J. X. *Polym. Eng. Sci.* 36, 1.755, 1996.
- 9) HAN, C. D.; LEE, K. Y. *Polym. Eng. Sci.* 31, 831, 1991.
- 10) BROWN, E. C.; KELLY, A. L.; COATES, P. D. *SPE-Antec Tech. Papers*, 732, 2003.



O mundo precisa de soluções inteligentes.

VISITE-NOS NA

EMBALA  
NORDESTE2013  
27-30 AGOSTO RECIFE - CLANHA

PLASTech  
Brazil  
2013

2013  
difference



Sistema de Reciclagem de PET Superlavagem a Quente - Bottle-to-Bottle

• Moinhos • Trituradores • Extrusoras Granuladoras • Aglutinadores • Sistemas para reciclagem de PET, PE, PP • Projetos Especiais

EMAG

Máquinas para plásticos.  
Máquinas para um mundo melhor!

**SEIBT**  
SOLUÇÕES PARA A INDÚSTRIA DO PLÁSTICO

Nova Petrópolis - RS  
+55 (54) 3281.6000 - seibt@seibt.com.br  
www.seibt.com.br

níveis de variação foram calculados de maneira similar a partir da ponderação de cada uma das junções da malha. Os valores medidos de temperatura determinados pelo sensor por in-

fravermelho para ambas as roscas foram menores que os valores ponderados a partir da malha de termopares, possivelmente devido ao fato de o volume de medição do sensor por infra-

vermelho ser altamente influenciado pelo polímero fundido próximo à parede do canhão. Para ambas as roscas (figura 7a e 8a), as duas temperaturas medidas exibiram tendência similar, sugerindo que o sensor de infravermelho poderia ser usado para proporcionar uma indicação da temperatura global da resina fundida na matriz. Os níveis de variação da temperatura da resina fundida (figuras 7b e 8b), obtidos a partir de ambas as técnicas, indicaram tendências similares, aumentando de magnitude à medida que se elevava a velocidade da rosca,

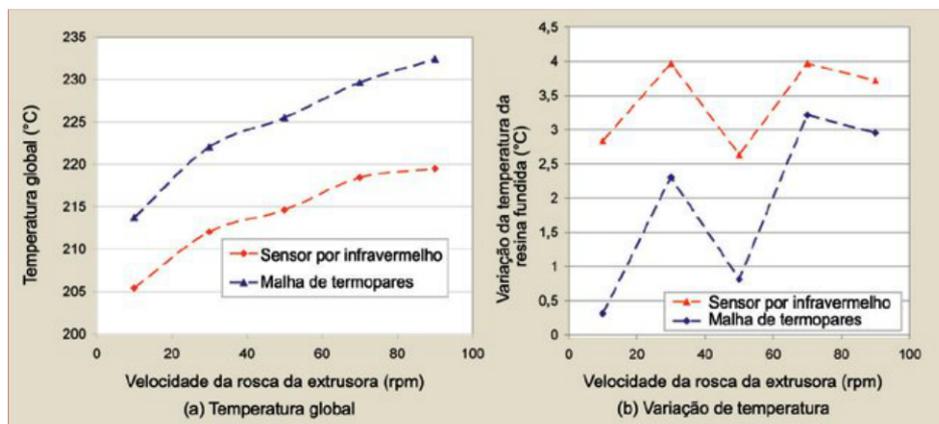


Fig. 8 – Comparação entre as medições de temperatura de resina fundida para o grau HM5411 a 200°C usando rosca com espira de barreira

**SUA MELHOR OPÇÃO EM SOLUÇÕES PARA RESISTÊNCIAS ELÉTRICAS INDUSTRIAIS**

Resistências Alumínio Fundido      Resistências Microtubulares

Resistências Cartucho de Alta e Baixa Densidade

Resistências Coleiras e Planas em Mica      Resistências Coleiras e Planas em Cerâmica

- Confiabilidade
- Tratamento personalizado
- Melhor custo e benefício

**heatcon**

Rua Abaetetuba, 326 - Jd. Califórnia - CEP: 06409-100 - Barueri/P  
 Telefax: (0xx11) 3685-3099  
 heatcon@heatcon.com.br  
 www.heatcon.com.br

**15 ANOS OFERECENDO SOLUÇÕES EM MASTER BATCH E PIGMENTOS PARA PLÁSTICOS**

- Suporte Técnico com atendimento personalizado
- Fornecemos amostras para testes
- Desenvolvimento de cores em até 5 dias
- Pigmentos LMP (livre de metais pesados)
- Pigmentos para todos os tipos de resinas plásticas

ISO 9001

**UM LEQUE DE POSSIBILIDADES**  
 O pigmento certo para seu produto

**PETRO MASTER**  
 Indústria e Comércio de Plásticos Ltda.

Rua Prof. Ulysses Lemos Torres, 21 - Vl. Nova York - São Paulo - SP  
 Fone: (11) 2721.9258 - Fax: (11) 2725.7776