

## **REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NO CILINDRO DE PLASTIFICAÇÃO NUMA MÁQUINA INJETORA DE PLÁSTICOS**

Valter Dalla Corte Junior, [valterdcjunior@yahoo.com.br](mailto:valterdcjunior@yahoo.com.br)<sup>1</sup>  
Paulo Roberto Wander, [prwander@ucs.br](mailto:prwander@ucs.br)<sup>2</sup>  
Carlos Roberto Altafani, [craltafi@ucs.br](mailto:craltafi@ucs.br)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Akeo Industrial Ltda., Bento Gonçalves – RS – Brasil

<sup>2</sup>Universidade de Caxias do Sul, Núcleo de Pesquisa em Projetos e Fabricação, Caxias do Sul – RS – Brasil

**Resumo:** Este trabalho visa apresentar técnicas que propiciam economia de energia em indústrias de injeção de polímeros, buscando descrever, de forma simplificada as tecnologias disponíveis, técnicas de redução de consumo e pontos de maior desperdício de energia. O estudo fundamenta-se na análise do sistema de plastificação do equipamento de injeção. O objetivo é propor um comparativo do consumo de energia elétrica do equipamento com a utilização de mantas térmicas, confrontando os resultados com os valores encontrados através de cálculos por transferência de calor. Com a utilização das mantas térmicas é possível uma redução de aproximadamente 9,5 kWh por dia no consumo do equipamento, bem como um retorno do investimento necessário para a aquisição das mantas em menos de 18 meses. Outra vantagem diz respeito à redução da temperatura superficial externa que reduz o risco de acidentes com queimaduras de operadores durante o funcionamento da injetora.

**Palavras-chave:** máquina injetora, balanço de energia, transferência de calor, consumo de energia

### **1. INTRODUÇÃO**

No mundo globalizado aliar qualidade, alta produtividade e custos operacionais reduzidos é o grande desafio que enfrentam as indústrias de plástico. Para alcançar estes objetivos é necessário o aprimoramento de diversos fatores presentes no processo de injeção.

Entretanto, como o processo de injeção depende diretamente de outros fatores ou variáveis, assim é preciso deter um conhecimento mais técnico, que compreenda o maquinário, a ferramenta de injeção, o polímero a ser injetado, à refrigeração necessária para a ferramenta e o sistema de aquecimento adequado para a melhor plastificação do material.

### **2. BALANÇO DE ENERGIA NO SISTEMA DE INJEÇÃO**

Rothe (2002) apresenta a energia presente e aquela economizada no processo de moldagem por injeção e moldes. No processamento dos plásticos, a prioridade máxima deve ser dada para a energia economizada. No entanto, deve-se saber que tipo de energia é requerido para moldagem por injeção, que energia é perdida – e como – essa energia perdida pode ser recuperada. Esta informação é melhor obtida com a ajuda de energia equilibrada.

#### **2.1. Balanço energia da máquina injetora e do molde**

A energia efetivamente consumida durante a moldagem por injeção necessariamente depende do tipo de plástico que será usado no processo, o desenho final do produto, condições do processo e o tipo da máquina empregada.

Considerando o equilíbrio da energia empregada na injeção na máquina injetora, deve-se primeiro considerar máquina, molde e controle de temperatura como uma unidade. A energia qualitativa fluente do processo de injeção pode ser visto na Fig. (1), onde as setas dentro e fora do volume de controle que envolve o equipamento referem-se aos fluxos de energia. Observa-se que toda a energia elétrica que alimenta a máquina, servindo para transmitir movimento, aquecer e controlar, é convertida em calor e influencia no aumento da temperatura do polímero, da água de resfriamento e do ar ambiente. Esses fluxos de energia de saída são mostrados na Fig.(1).

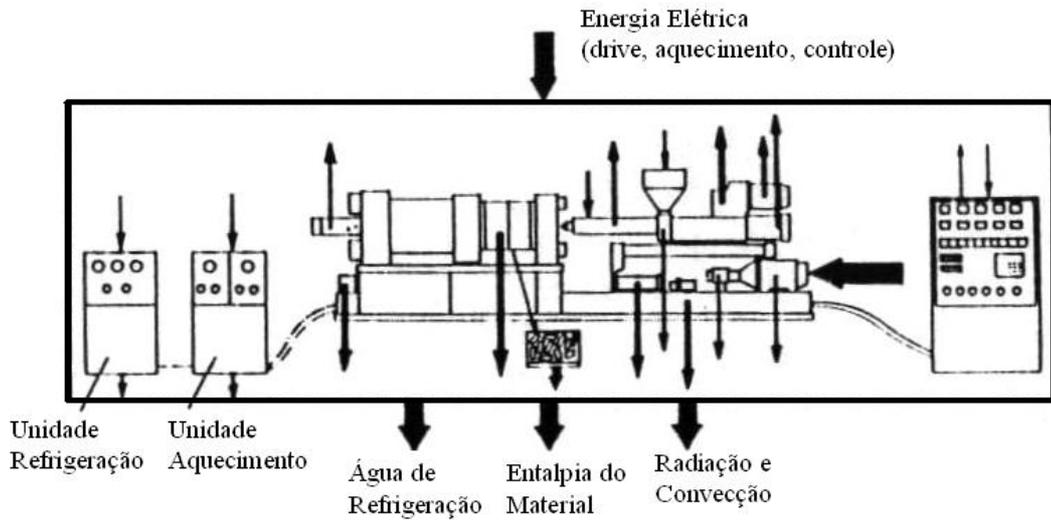
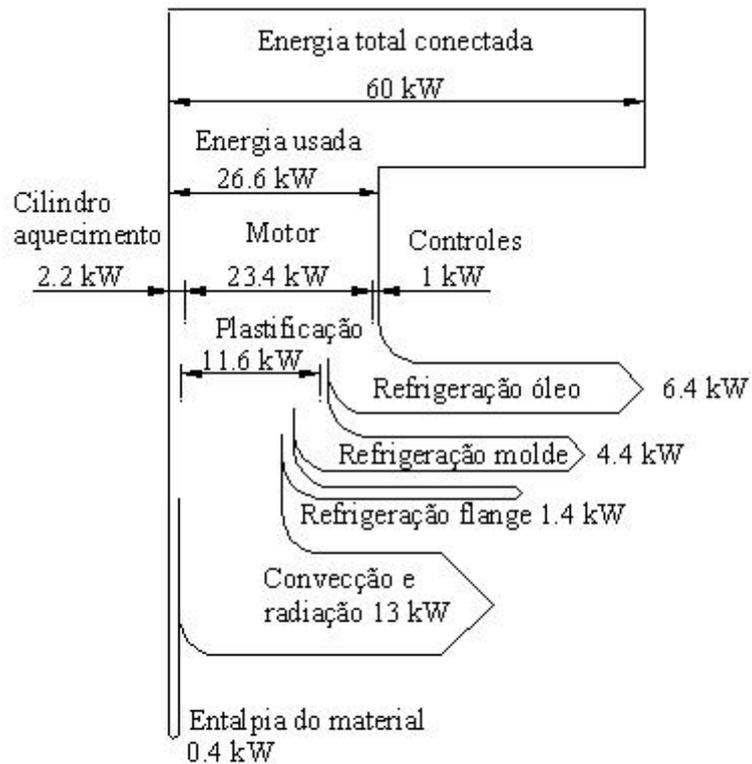


Figura 1 - Energia no processo de injeção adaptado de Rothe, 2002.

A energia em transformação é normalmente representada pelo diagrama de Sankey, e produz informações quantitativas pela espessura das faixas. A Figura (2) ilustra tal diagrama para uma máquina em particular, na qual identifica-se o montante da energia utilizada por hora, ou seja, em kWh. Observa-se que ao redor de 43% da carga instalada tem sido consumida, ou seja, os 26,6 kW de energia são utilizados dos 60 kW de energia instalada. Muita da energia usada é colocada fora em forma de calor, entre convecção e radiação são desperdiçados 13 kW. A plastificação, que com 18,5 segundos requer cerca de metade do tempo, precisa de 45,3% da energia usada no exemplo em particular.



Máquina 2400kN, ABS, peça com 299 g, tempo de ciclo 38 s, consumo por hora

Figura 2 - Diagrama de Sankey adaptado de Rothe, 2002.

## 2.2. Melhorias na operação das injetoras

A energia consumida não só depende do modelo da máquina, da matéria-prima e do tipo da moldagem, mas também das condições do processamento que está em parte bastante ligado ao modelo da mesma. Condições estas que estão relacionadas com a temperatura de processamento, velocidade de injeção, temperatura do molde e outros ajustes da máquina.

Observações feitas por Rothe (2002) mostram que considerável quantidade de energia pode ser economizada por ferramentas e modelos de máquinas mais modernas, isolamento do cilindro de plastificação e molde, otimização de molde, ou seja, da correta operação de todo o equipamento.

O autor fez uma estimativa hipotética e conservadora sobre a energia economizada com uma máquina moderna operando com algumas melhorias importantes. Comparando as novas condições de funcionamento com o antigo modo de produção, ainda hoje freqüentemente encontrado, Rothe (2002) obteve os seguintes resultados no consumo de energia:

- alta eficiência de fechamento – redução de 4%;
- distribuição variável na bomba ou múltipla distribuição constante nas bombas com sistema hidráulico otimizado – redução de 13%;
- pressão constante, mantida com acumulador de pressão – redução de 8%;
- impulso adequado do parafuso por sistema hidráulico – redução de 4%;
- cilindro de plastificação isolado – redução de 2%;
- molde e mangueiras isoladas – redução de 2%;
- molde otimizado – redução 2%; e
- ajuste e funcionamento otimizados – redução de 5%.

Embora individualmente as reduções acima possam parecer pequenas, no conjunto a economia de energia é considerável, ou seja, de 40%. Talvez os valores apresentados possam gerar dúvidas, em muitos casos, são absolutamente realistas. Portanto, o que se observa é que com a chegada de novas tecnologias, apreciável economia de energia será obtida.

Richardson (2004) mostra que em muitas das transformações químicas, calor é liberado ou absorvido, e os fluidos necessitam ser aquecidos ou esfriados em instalações químicas, tais como fornos, evaporadores, secadores, reatores entre outras. Geralmente um grande problema para que essas transformações aconteçam é a transferência de calor à velocidade desejada.

Desde que exista uma diferença de calor entre duas partes de um sistema, haverá transferência de calor de uma ou mais de entre as três diferentes maneiras, que são a transferência por condução, convecção e por radiação.

A transferência de calor é a energia térmica devida a uma diferença de temperatura no espaço, essa transferência pode ser calculada através de equações básicas e equações diferenciais, seguindo as correlações necessárias para cada método de transferência de calor (Incropera, 2008).

## 3. METODOLOGIA

As características técnicas de cada equipamento variam de acordo com seus fabricantes, podendo assim ser um equipamento mais robusto ou mais eficiente, ou específico para determinada aplicação de produtos e até mesmo a clientes. O equipamento que será analisado nesse trabalho é utilizado para a injeção de peças plásticas, dentre elas puxadores e gavetas para móveis, possui uma capacidade de injeção de 790 cm<sup>3</sup> e uma força de fechamento de 200 toneladas.

O equipamento analisado é composto por cinco zonas de aquecimento: uma zona comanda o aquecimento do bico de injeção, sendo composta por apenas uma resistência; as demais zonas controlam duas resistências cada. Desse modo uma zona controla a primeira parte do cilindro, uma zona comanda a parte central do cilindro, a outra parte central e a última a parte de alimentação do cilindro de plastificação. A potência do sistema de aquecimento é de 14,3 kW, sendo que a potência total instalada da máquina injetora analisada é de 44,3 kW.

As análises do sistema de aquecimento foram realizadas durante a produção de um mesmo produto para todos os casos, o qual é injetado em Acrilonitrila-butadieno-estireno (ABS) natural, sendo o peso da cada peça de aproximadamente 28,1 g. O molde desse produto possui 8 cavidades, possibilitando assim uma produção de 360 peças por hora, resultando assim num total de 10.116 g/h.

Para o presente estudo a temperatura de processamento do ABS variou entre 165 °C e 190 °C, sendo essa variação programada ao longo da cada zona de aquecimento. Como o equipamento de injeção possui o sistema de aquecimento do cilindro de plastificação dividido em diversas zonas, foram utilizados os seguintes valores: no bico de injeção que estava programado em percentual, programou-se 20 %, ou seja, permanecendo ligado 20 % de um minuto, a primeira zona com 190 °C, a segunda com 185 °C, a terceira com 175 °C e a última com 165 °C.

A efetivação desse trabalho fundamentou-se nos seguintes itens:

- Análise das potências do equipamento, através de instrumentos de medição elétrica e catálogos do fabricante;
- quantificação do consumo do sistema de aquecimento e as perdas para o ambiente, através da análise de imagens por termo-visão; e

- análise do consumo de energia para a plastificação do material, a partir de um analisador de energia elétrica, avaliando os consumos por capacidade de plastificação.

Para efetuar as análises mencionadas foi necessária a utilização dos instrumentos a seguir especificados:

- analisador de energia marca Sultech, modelo ST9600R, precisão 0,5 V e 0,5 A;
- câmera termográfica marca ThermoCAM, modelo Flir T360 Western, precisão de  $\pm 2$  °C;
- multímetro marca Minipa, modelo ET-2033, com resolução de 0,1 mV; e
- termopar tipo K.

O sistema de aquecimento existente na máquina de injeção analisada possuía inicialmente uma proteção metálica que envolvia as resistências elétricas. Essa proteção, a qual pode ser vista na Fig. (3) é em aço inoxidável AISI 304 e não possui isolamento térmico.

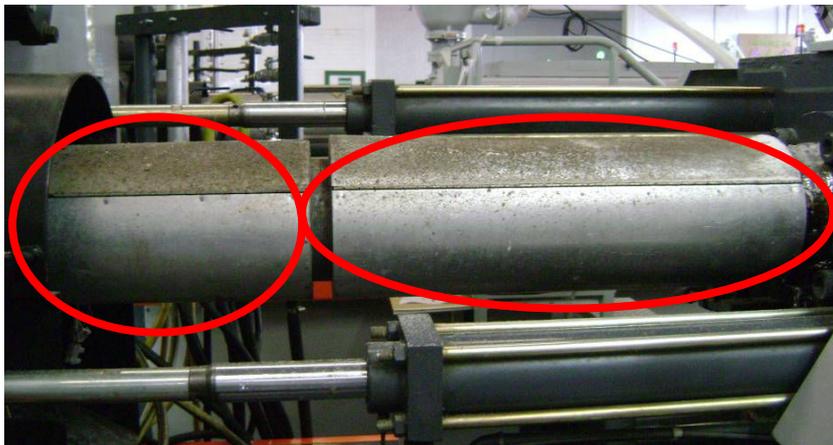


Figura 3 – Cilindro de Aquecimento.

A proposta de melhoria para o sistema de aquecimento restringiu-se à utilização de mantas isolantes para redução de energia dissipada por radiação ao ambiente. Essa proposta se justificou pela praticidade de instalação, manutenção e também pelo baixo custo de aquisição. As mantas são fabricadas em fibra de vidro e cerâmica, na forma de lâminas ou placas, ou seja, são três camadas de cerâmica e uma de fibra de vidro, possuindo assim uma espessura de aproximadamente 25 mm. As mantas são fornecidas com largura ideal para cada resistência e a forma construtiva e os materiais utilizados permitem que o regime de operação ocorra em temperaturas de superfície interna de até 600 °C.

A Figura (4) mostra a disposição das mantas isolantes em torno do cilindro de plastificação, podendo ser visto que as mantas são compostas por várias partes, facilitando assim a colocação e o acesso para manutenção das resistências elétricas de aquecimento.



Figura 4 – Cilindro de plastificação com as mantas térmicas.

## 4. Resultados

### 4.1. Medição de temperatura superficial

Para se fazer a análise de transferência de calor do cilindro de plastificação para o meio ambiente foi necessário se fazer as medições superficiais da superfície externa do cilindro somente com a proteção metálica e, posteriormente, com as mantas de isolamento.

No período que foram feitas as medições de temperatura superficial do cilindro de plastificação somente com a proteção metálica, a temperatura média ambiente foi de aproximadamente 27°C. Na superfície a temperatura média foi em torno de 94 °C, podendo variar de acordo com as temperaturas programadas no equipamento para cada zona de aquecimento. A leitura do termopar tipo K no apresenta a temperatura que pode ser visualizada na Fig. (5).



Figura 5 – Leitura da temperatura superficial.

Durante as medições de temperatura superficial das mantas de isolamento do cilindro de plastificação, a temperatura média ambiente ficou em torno de 23 °C. As medições da temperatura superficial ficaram abaixo de 50 °C e a Fig. (6) mostra a medição executada em uma das zonas de aquecimento, sendo a temperatura indicada a de maior valor.



Figura 6 – Temperatura superficial com manta térmica.

Para confrontar as medidas de temperatura feitas com o termopar, foi feita uma análise termográfica da superfície externa do cilindro com proteção metálica e com as mantas. Nas imagens foram selecionadas áreas para encontrar a temperatura média da superfície, ajustando-se na câmera a emissividade da superfície para buscar-se a temperatura média daquela que mais se aproximava das medidas com o termopar. A emissividade ajustada foi de 0,88 para a proteção metálica e de 0,98 para as mantas térmicas.

A temperatura média na área selecionada na Fig. (7) é de 106,2 °C, a qual se refere à primeira zona de aquecimento.

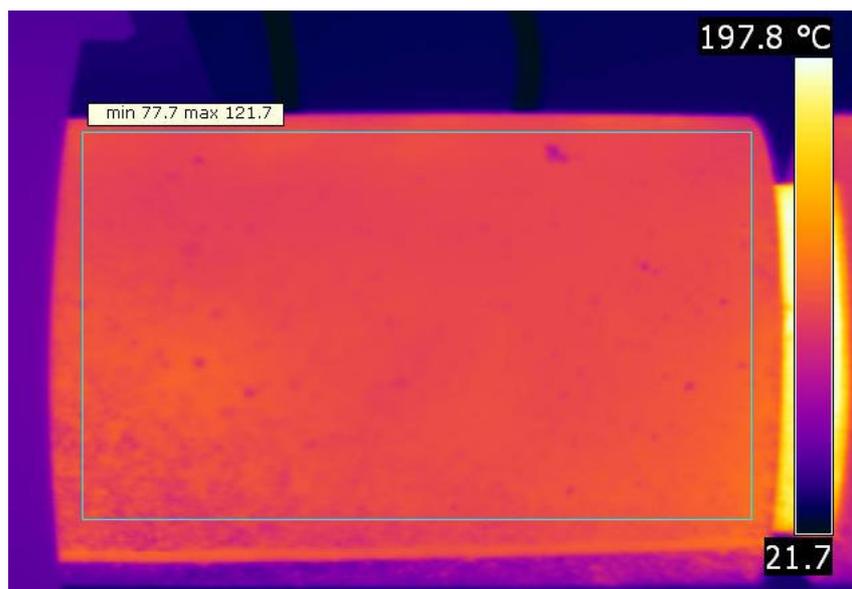


Figura 7 – Termograma da primeira zona de aquecimento com a proteção metálica.

Posteriormente, com a retirada das proteções metálicas dando lugar a mantas isolantes. Na Figura (8) é mostrada a imagem termográfica também da primeira zona de aquecimento, mas com as mantas térmicas instaladas. A temperatura média na área selecionada na Fig. (8) é de 52,4 °C. Pode ser visto na Fig. (8) pequenas regiões onde a temperatura é maior que a média, pois as mesmas situam-se nas junções das mantas, não garantindo uma perfeita isolação.

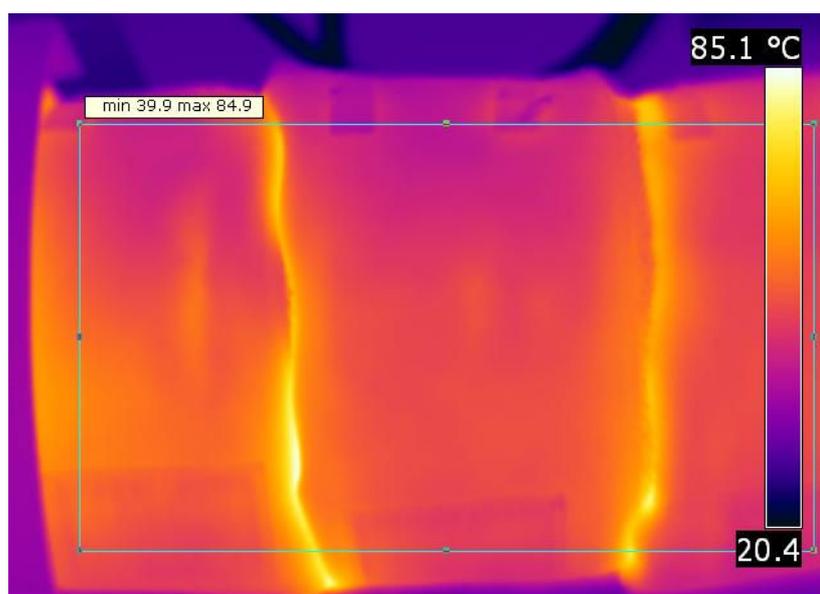


Figura 8 – Termograma da primeira zona de aquecimento com as mantas térmicas.

O comparativo das variações das temperaturas superficiais no cilindro de plastificação pode ser visto na Fig. (9), mostrando que existe uma variação de temperatura considerável entre uma condição e a outra.

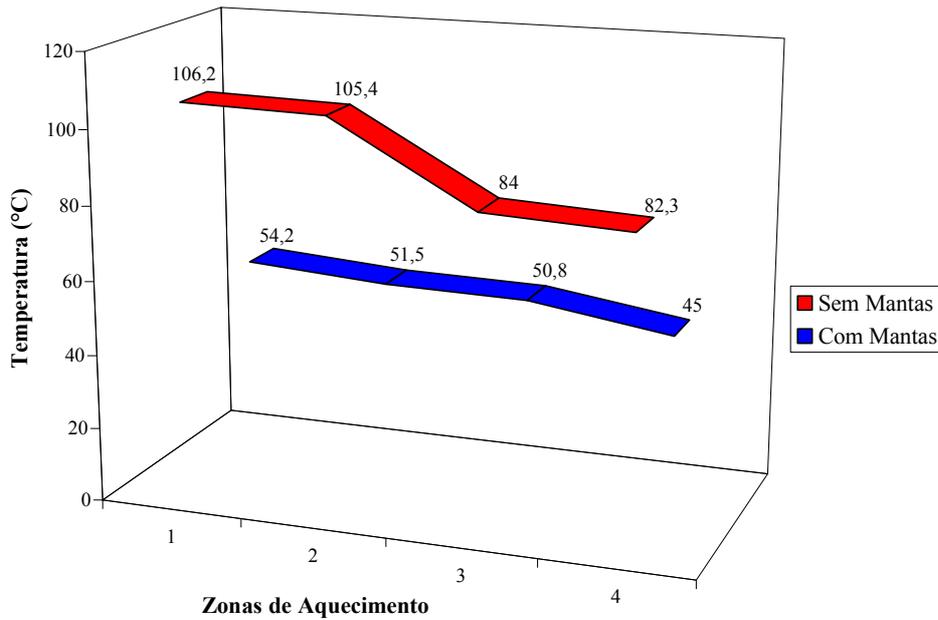


Figura 9 – Comparativo das temperaturas superficiais.

A condição com a utilização das mantas isolantes apresentou uma redução média de 46 % na temperatura superficial.

#### 4.2. Análise de transferência de calor

Desprezando a transferência de calor por condução no próprio sólido foi calculada a quantidade de calor perdida durante o aquecimento do cilindro de plastificação por meio de convecção e radiação para o meio envolvente, sendo a energia total perdida calculada pela soma dessas quantidades. Para o cálculo do calor transmitido por convecção  $q_{conv}$  foi utilizada a equação da lei do resfriamento de Newton, ou seja

$$q_{conv} = \bar{h} \times A_{sup} \times (T_{sup} - T_{amb}) \quad (1)$$

onde  $\bar{h}$  é o coeficiente de transferência de calor por convecção [ $W/m^2K$ ],  $A_{sup}$  é a área superficial externa do cilindro de plastificação [ $m^2$ ],  $T_{sup}$  é a temperatura superficial [K] e  $T_{amb}$  é a temperatura ambiente [K]. A temperatura superficial foi extraída das medidas apresentadas no gráfico da Fig. (9). A transferência de calor por radiação  $q_{rad}$  foi calculada pela equação

$$q_{rad} = \varepsilon \times \sigma \times F_{1-2} \times A_{sup} \times (T_{sup}^4 - T_{viz}^4) \quad (2)$$

onde  $\varepsilon$  é a emissividade da superfície,  $\sigma$  é a constante de Stephan-Boltzmann igual a  $5,67 \times 10^{-8}$  [ $W/m^2K^{-4}$ ],  $F_{1-2}$  é fator de forma entre a superfície externa e a superfície circunvizinha (considerado igual a 1) e  $T_{viz}$  é a temperatura da superfície circunvizinha [K] e considerada igual a temperatura ambiente.

Para o equacionamento da energia perdida por convecção foi utilizado os valores dos coeficientes de convecção de calor ( $\bar{h}$ ) calculados a partir da correlação empírica proposta por Churchill e Chu para convecção livre de cilindros horizontais segundo Incropera (2008), ou seja

$$\bar{Nu} = \frac{\bar{h} \times D}{k} = \left\{ 0,6 + \frac{0,387 \times Ra_D^{1/6}}{\left[ 1 + (0,559 / Pr)^{9/16} \right]^{8/27}} \right\}^2 \quad (3)$$

onde  $\bar{Nu}$  é o número de Nusselt médio,  $D$  é o diâmetro do cilindro [m],  $k$  é o coeficiente de condutividade térmica do fluido [ $W/m.K$ ],  $Ra_D$  é o número de Rayleigh e  $Pr$  é o Número de Prandtl. O número de Rayleigh é calculado por

$$Ra_D = \frac{g \times \beta \times (T_{sup} - T_{amb}) \times D^3}{\nu \times \alpha} \quad (4)$$

onde  $g$  é a aceleração da gravidade local [ $m/s^2$ ],  $\beta$  é o coeficiente de expansão térmica do fluido [ $K^{-1}$ ],  $\nu$  é a viscosidade cinemática do fluido [ $m^2/s$ ] e  $\alpha$  é a difusividade térmica [ $m^2/s$ ], sendo essas propriedades do fluido determinadas na temperatura de filme  $T_f$  [K].

Os coeficientes de convecção de calor resultaram em aproximadamente de  $5,6 W/m^2.K$  para as chapas de aço e de cerca  $4,4 W/m^2.K$  para as mantas térmicas.

A área de transferência de calor foi calculada através das dimensões do cilindro de plastificação do equipamento e refere-se à área superficial externa da proteção metálica ou das mantas isolantes. As áreas para as duas condições de proteção externa do cilindro e das 4 zonas de aquecimento já mencionadas são respectivamente: com a proteção metálica 0,23 m<sup>2</sup>, 0,21 m<sup>2</sup>, 0,21 m<sup>2</sup> e 0,19 m<sup>2</sup>; com as mantas térmicas 0,25 m<sup>2</sup>, 0,22 m<sup>2</sup>, 0,22 m<sup>2</sup> e 0,20 m<sup>2</sup>. Para o cálculo do calor perdido por radiação foram utilizadas as emissividades ajustadas na análise termográfica, ou seja, de 0,88 para a proteção metálica e de 0,98 para as mantas térmicas.

Os valores de energia calculados por transferência de calor são apresentados na Tab. (1).

**Tabela 1 – Quantidade de energia perdida calculado por transferência de calor.**

	Proteção Metálica			Manta Térmica			% Redução
	Q <sub>conv</sub> (W)	Q <sub>rad</sub> (W)	Q <sub>total</sub> (W)	Q <sub>conv</sub> (W)	Q <sub>rad</sub> (W)	Q <sub>total</sub> (W)	
ZONA 01	102,70	146,55	249,25	33,60	51,67	85,27	65,79
ZONA 02	92,14	130,97	223,11	27,72	42,03	69,75	68,74
ZONA 03	66,29	85,11	151,40	26,85	40,60	67,45	55,45
ZONA 04	58,94	75,05	133,99	19,47	28,60	48,07	64,12
TOTAL			757,75			270,53	
Redução de calor perdido			487,22			Média	63,53

Embora pareça pequena a redução de calor perdido pela superfície externa do cilindro de plastificação (apenas 487 W), o percentual de redução foi significativo, isto é, ao redor de 64 %. Isso repercutirá, certamente, no consumo de energia elétrica do processo de aquecimento, pois o uso das mantas térmicas permitirá conservar mais efetivamente o calor no cilindro de plastificação, requerendo menor consumo de energia elétrica para manter as mesmas temperaturas mencionadas antes.

Um estudo interessante que pode ser feito diz respeito à análise de um coeficiente combinado de perda de calor que avalia ao mesmo tempo a perda por radiação e por convecção. Para obter esse coeficiente deve-se dividir a perda total de calor pela área e pela diferença de temperatura entre a superfície e o ambiente. Fazendo os cálculos obtém-se um valor de  $h_{comb} = 13,06 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  para o cilindro com proteção metálica e  $h_{comb} = 11,01 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$  para o cilindro com as mantas térmicas. Comparando os resultados obtidos no cálculo do coeficiente de transferência de calor por convecção observa-se a maior influência da radiação na perda de calor, mesmo quando a temperatura superficial é mais baixa como no caso das mantas térmicas.

### 4.3. Análise do consumo de energia elétrica

Uma forma prática para quantificar e até mesmo apresentar os resultados obtidos com melhorias voltadas para a área energética é apresentando os dados de consumo de energia elétrica, em kWh.

A análise envolveu as medições do consumo de energia elétrica no processo de aquecimento do polímero sem e com a montagem das mantas de isolamento ao redor das resistências, sendo as medições realizadas num período de 3 horas. As condições de operação da máquina injetoras foram praticamente iguais, tanto no aspecto do tipo e número de peças produzidas, como com relação à temperatura ambiente.

A Figura (10) apresenta os valores do consumo de energia elétrica na condição inicial com as proteções metálicas e após a instalação das mantas térmicas.

Verifica-se pela Fig. (10) que durante o período analisado a economia de energia obtida com a instalação das mantas térmicas foi de 1,17 kWh. Assim, como esse equipamento opera diariamente por 24 horas, foi possível economizar aproximadamente 9,5 kWh por dia. Considerando que o equipamento opere num regime de trabalho de 24 horas diárias, 22 dias mensais e 12 meses ao ano, com um custo de energia elétrica de R\$ 0,40/kWh o resultado da economia obtida com a instalação das mantas é de R\$ 988,42 anuais. Considerando o custo das mantas térmicas de R\$ 1.290,00 e fazendo uma análise de investimentos pelo método do Valor Presente Líquido segundo Casarotto (1992), o *Pay Back* é de menos de 18 meses.

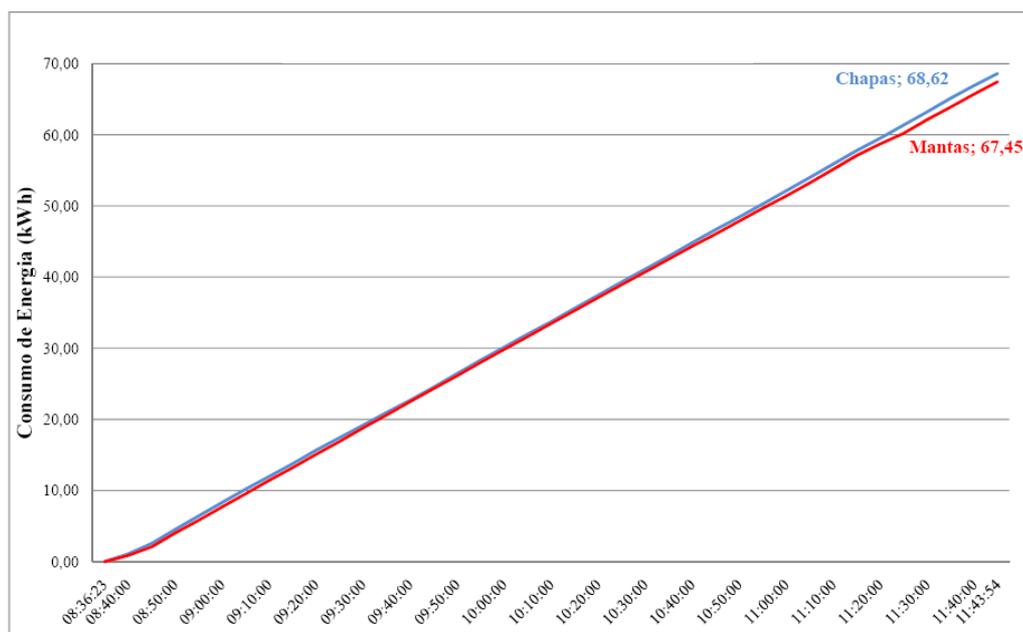


Figura 10 – Comparativo do consumo de energia.

Comparando os valores calculados nas análises por transferência de calor e a do consumo de energia elétrica, pode-se perceber que houve uma pequena variação. Na análise da transferência de calor foi encontrada uma redução no calor perdido de aproximadamente 487 W, enquanto pela medição de consumo a redução foi de 390 W, ou seja, uma diferença percentual de 19,91% entre o valor medido e o calculado. A diferença pode ser atribuída a vários fatores: incertezas na medição das temperaturas (ocasionada pela resistência de contato entre o termopar e a superfície de medição), no ajuste da emissividade na câmara termográfica, na leitura do consumo de energia elétrica do equipamento e pelo uso de uma correlação empírica de transferência de calor. Além disso, pode haver outras perdas, como através de pontes térmicas, por exemplo.

## 5. CONCLUSÕES

A análise termográfica do cilindro de plastificação mostra que a temperatura na superfície do cilindro é elevada, favorecendo a transferência de calor para o ambiente, conseqüentemente perdendo energia. Através da utilização de mantas térmicas foi possível reduzir a perda de calor para o ambiente em aproximadamente 487 W.

Ainda pela análise termográfica é possível verificar que para as duas zonas iniciais do cilindro de plastificação não houve uma redução muito grande na temperatura superficial, isso pelo fato de serem regiões que operem com uma temperatura programada mais alta. Dessa forma, se fosse possível utilizar uma manta térmica com maior espessura, seria possível reduzir ainda mais a perda de calor no cilindro de plastificação.

A proposta de implantação das mantas térmicas no cilindro de plastificação gera uma economia anual da ordem de R\$ 990,00 em energia elétrica e avaliando os custos de implantação e economias de energia elétrica obtidas, a proposta possui um *Pay Back* de 18 meses, assegurando a viabilidade de se fazer o isolamento do cilindro.

Outro aspecto relevante para a instalação das mantas térmicas é o fato que há uma redução razoável de calor dissipado para o ambiente e considerando que se têm várias máquinas injetoras instaladas e funcionando simultaneamente, é possível que haja uma redução da temperatura interna do prédio. Visto que muitas empresas preocupam-se com o bem estar de seus colaboradores, assim as mantas térmicas podem auxiliar na redução da temperatura do ambiente e aumentar o conforto térmico no verão, além de ser mais seguro, pois evita o contato direto do operador com a alta temperatura.

## 6. REFERÊNCIAS

- Casarotto, F.N., Kopittke, B.H., 1992, “Análise de Investimentos”, 5ª ed, Editora Vértice, São Paulo.
- Incropera, F.P., Dewitt, D.P., 2008. “Fundamentos de transferência de calor e massa”, 6ª edição, LTC Editora, Rio de Janeiro.
- Richardson, J. F., Couloson, J. M., 2004. “Tecnologia química”, Fundação Calouste Gulbenkian, 4ª edição, Lisboa.
- Rothe, J., 2002. “Apostila de Moldação por Injeção”, Departamento de Engenharia de Polímeros, Universidade do Minho.

## 7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

Os trabalhos escritos em português ou espanhol devem incluir (após direitos autorais) título, os nomes dos autores e afiliações, o resumo e as palavras chave, traduzidos para o inglês e a declaração a seguir, devidamente adaptada para o número de autores.

## REDUCTION OF THE ENERGY CONSUMPTION IN A CYLINDER PLASTIFICATION OF A PLASTIC INJECTION MACHINE

Valter Dalla Corte Junior, [valterdcjunior@yahoo.com.br](mailto:valterdcjunior@yahoo.com.br)<sup>1</sup>

Paulo Roberto Wander, [prwander@ucs.br](mailto:prwander@ucs.br)<sup>2</sup>

Carlos Roberto Altafani, [craltafi@ucs.br](mailto:craltafi@ucs.br)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Akeo Industrial Ltda., Bento Gonçalves – RS – Brazil

<sup>2</sup>University of Caxias do Sul, Engineering Design and Manufacturing Research Group, Caxias do Sul – RS – Brazil

**Abstract:** *This work show different techniques to obtain energy savings in polymer injection industries, describing briefly the technologies available and where there are more waste of energy. The study is based at the plastification system of the injection equipment. The objective is to compare the electricity consumption with and without thermal insulation and also to evaluate the practical results with those encountered through heat transfer equations. With thermal insulation utilization it's possible to save 9,5 kWh per day in the equipment consumption what gives a return of investment in less than 18 months. Another advantage is the external temperature reduction that reduces the risk of personal injury during equipment operation.*

**Keywords:** *plastic injection machine, energy balance, heat transfer, energy consumption reduction*