

REDUÇÃO NO CONSUMO DE GÁS NATURAL DO FORNO DE REAQUECIMENTO DE LUPAS DURANTE PERÍODOS DE NÃO PRODUÇÃO*

Vitor Vianna de Castro Moreira¹
Gabriel Augusto da Fonseca²
Danilson Gonçalves de Melo e Silva

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo descrever a mudança do procedimento operacional no forno de reaquecimento de lupas, da linha de laminação a quente de tubos de aço sem costura da Usina Barreiro da VSB, durante períodos de não produção, com foco na redução de consumo de gás natural. De acordo com a prática antiga, o forno era mantido a 750°C durante os períodos supra, por meio da utilização dos queimadores principais ligados. Com a nova metodologia, apenas os queimadores auxiliares de chama piloto permaneceram ligados, sem preocupar-se com a manutenção da temperatura de conservação de 750°C. Posteriormente, o forno era religado e aquecido a uma taxa de 150°C/h até atingir a temperatura de *setpoint* de produção. Essa alteração foi bem sucedida e não causou problemas operacionais e de segurança. O tempo mínimo de parada para que esta prática fosse considerada economicamente viável foi de 6 horas e 30 minutos. O novo procedimento operacional gerou uma redução no consumo de gás natural em aproximadamente 4.500 Nm³ por evento de 24 horas, gerando uma economia anual estimada em R\$ 440,00 em 2019.

Palavras-chave: Energia; Forno de Reaquecimento; Tubos de aço sem costura; Economia.

REDUCING NATURAL GAS CONSUMPTION OF THE REHEATING SHELL FURNACE DURING NON-PRODUCTION PERIODS

Abstract

The present work aims to describe the changes made in the operational procedure of the reheating shell furnace, of the hot-rolling of seamless tubes line at Barreiro Plant of VSB, during non-production periods, focusing on reducing natural gas consumption. According to the previous procedure, the furnace was kept at 750°C on these periods, using the main burners. With the new procedure, the furnace is naturally cooled, maintaining only the auxiliary burners with a pilot light turned on, without worrying about the conservation of temperature. Subsequently, the furnace is heated with a rate of 150 °C/h until it reaches the setpoint temperature of production. This procedure change was successful and didn't cause operational and security problems. The minimum stoppage time needed for the natural cooling to be economically favorable is 6 hours and 30 minutes. The new procedure reduced the natural gas consumption in 4.500 Nm³, considering 24 hours of stoppage, achieving an estimated annual economy on the thermal energy costs of R\$440.000,00 in 2019.

Keywords: Energy; Reheating Furnace; Seamless Tubes; Economy.

¹ Estudante de Engenharia Metalúrgica, Universidade Federal de Minas Gerais, Superintendência de Laminação a Quente, Vallourec Soluções Tubulares do Brasil S.A., Belo Horizonte – MG, Brasil.

² Técnico em Mecânica, Técnico Industrial, Energia e Utilidades – Térmica e Refratário, Vallourec Soluções Tubulares do Brasil S.A., Belo Horizonte – MG, Brasil.

³ Engenheiro Químico, Doutor, Engenheiro, Energia e Utilidades – Térmica e Refratário, Vallourec Soluções Tubulares do Brasil S.A., Belo Horizonte – MG, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

1.1 – Laminação Contínua

Na Usina Barreiro da Vallourec Soluções Tubulares do Brasil (VSB), a linha de Laminação Contínua, também chamada de RK, é a responsável por transformar os blocos cilíndricos de aço de 180 mm de diâmetro em tubos, com diâmetro externo variando entre 26,9 e 177,8mm [1]. Para isso, utiliza-se o processo de laminação a quente de tubos sem costura, por meio do fluxo de produção mostrado na Figura 1.

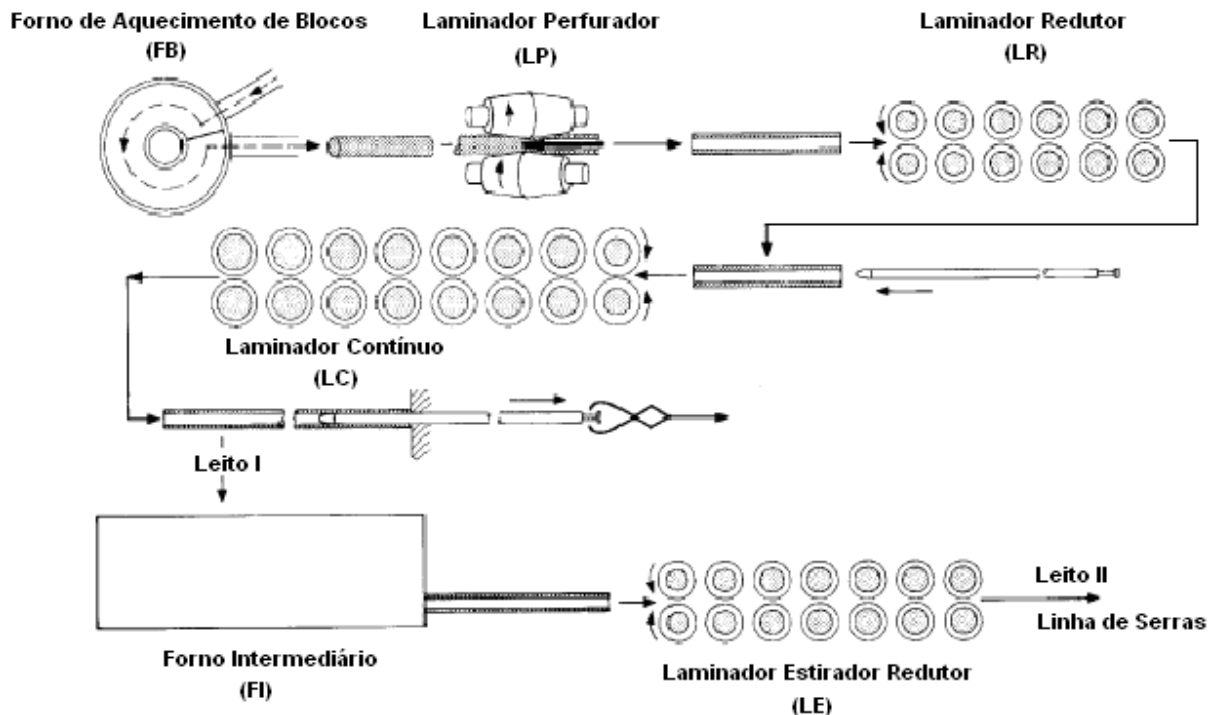


Figura 1 – Fluxo de produção da Laminação Contínua (RK)

O primeiro equipamento da linha produtiva representada na Figura 1 é o forno de aquecimento de soleira rotativa (*rotary hearth furnace*). Conforme Carvalho [2], este equipamento é responsável por aquecer os tarugos cilíndricos, de forma que este seja perfurado por um conjunto ponta-biela no Laminador Perfurador (SWW). Após isso, o tarugo perfurado, denominado de lupa nesta etapa, segue para o Laminador Redutor (HRW), que irá padronizar o diâmetro do material, para que ele tenha sua espessura definida no Laminador Contínuo (KWW). Em seguida, a lupa vai para o Forno Intermediário (NWO), que reaquece o material para que ele possa ser conformado no Laminador Estirador Redutor (SRW), que irá definir o diâmetro final do tubo. Por fim, o material é resfriado e cortado no comprimento desejado, podendo seguir para o cliente final ou para a etapa de tratamento térmico.

1.2 – Forno Intermediário (NWO)

O forno intermediário, mais conhecido como forno NWO, é um forno retangular do tipo *walking beam* (Figura 2) e que tem a função de realizar o reaquecimento das lupas que chegam do Laminador Contínuo, com temperaturas de aproximadamente 600°C, até temperaturas em torno de 930°C, para que sejam conformadas no Laminador Estirador Redutor (SRW).



Figura 2 – Forno de Reaquecimento de Lupas (NWO)

O forno tem 27 metros de largura, 7,8 metros de comprimento e 2,4 metros de altura. Ele possui 32 posições, 6 zonas de aquecimento e 6 zonas de encharque, além de 72 queimadores do tipo on-off, que fazem a queima do gás combustível, gerando energia térmica. Esses queimadores são equipados também com queimadores auxiliares de chama piloto, para garantir a queima do gás combustível. Esses pilotos aumentam a segurança operacional, possibilitando que o forno seja religado em qualquer temperatura e de maneira automatizada, sem que haja risco de explosão na câmara interna. O revestimento refratário do teto é feito em fibra cerâmica refratária e as paredes e soleira são revestidas em material isolante refratário.

1.3 – Justificativa

No período anterior ao desligamento da área de Siderurgia na Usina Barreiro, os queimadores do forno NWO utilizavam como combustível principal o gás de alto-forno. O gás natural também era utilizado, porém como fonte secundária e somente nos casos em que uma maior demanda de energia térmica era necessária. Com a desativação da Siderurgia e conseqüentemente, o desligamento dos Altos-fornos, o forno NWO passou a trabalhar com 100% de gás natural, o que aumentou consideravelmente o custo de energia térmica da Laminação Contínua.

Um dos principais gastos que impactam no custo térmico do forno é o consumo de gás natural durante períodos de não produção. Nesses períodos, de acordo com o antigo procedimento operacional, o forno era resfriado com uma taxa de 50°C/h, para que as zonas de aquecimento e encharque fossem mantidas a 750°C. Depois, o forno era aquecido até a temperatura de 900°C, com uma taxa de 50°C/h, para o retorno da produção. Esse procedimento era adotado uma vez que, este insumo não apresentava custos adicionais para a VSB.

Para garantir a competitividade da VSB perante o mercado de tubos de aço sem costura, tornou-se essencial reduzir os gastos com gases combustíveis, pois eles correspondem um dos maiores custos da Laminação Contínua. Desta forma, foi realizada uma mudança no procedimento operacional do forno NWO durante períodos de não produção. Os queimadores principais foram desligados, permanecendo ligados apenas os pilotos. Posteriormente, o forno era aquecido com uma taxa de 150°C/h até a temperatura de *setpoint* de produção. Com esse novo procedimento, foi possível reduzir o consumo de gás natural durante esses períodos, além de diminuir o tempo necessário para aquecimento do forno.

1.3– Objetivos

O presente trabalho teve como objetivo principal descrever a mudança de procedimento feita no forno NWO durante períodos de não produção. A força motriz para esta prática foi a redução no consumo de gás natural, comparando o procedimento antigo e o proposto.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 – Metodologia

Com o procedimento proposto, após o término da produção, os queimadores principais são desligados através do bloqueio das válvulas do rack de gás natural dos queimadores principais. As portas de enformamento e desenformamento do forno ficam fechadas. O damper do canal de fumos é fechado e o ventilador de ar de combustão e o ventilador de tiragem dos fumos são desligados. Assim, se tem a menor taxa possível de resfriamento do forno, preservando o calor armazenado pelo refratário e reduzindo a energia térmica necessária para o aquecimento do equipamento para início de produção.

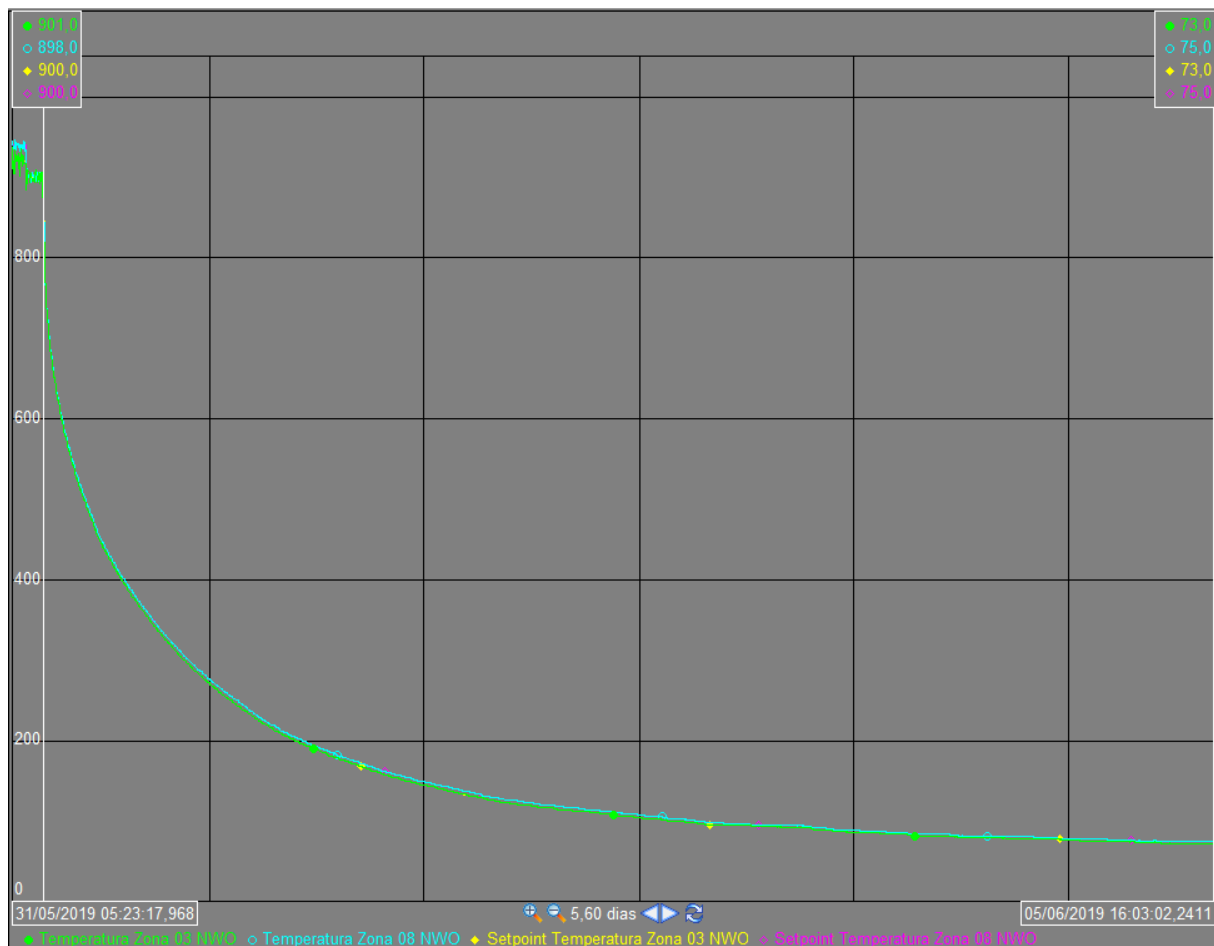
Durante o período de parada, 24 queimadores de chama piloto, distribuídos nas zonas de aquecimento e encharque, ficam ligados para garantir a queima do gás natural dentro do forno, pois, de acordo com a Ficha de Informação de Segurança para Produtos Químicos (FISPQ) fornecida pela GASMIG [3], a temperatura de autoignição do GN está na faixa de 482°C - 632°C. Assim, para ambientes com temperatura menor do que 632°C, o gás não é queimado, aumentando o risco de explosão no religamento do forno. Para início do aquecimento, são ligados os queimadores principais correspondentes aos queimadores auxiliares e, a partir de 750°C, os demais queimadores principais são habilitados. A taxa de aquecimento é de 150°C/h e é mantida constante até o forno chegar à temperatura de 900°C, sendo realizado o enformamento do material logo em seguida.

Para medir as temperaturas do ambiente interno do forno, são utilizados termopares do tipo K. Estes estão instalados no teto de cada uma das 12 zonas do forno. Para a medição de vazão de gás natural, são utilizadas placas de orifício, que registram a vazão por diferença de pressão antes e depois do medidor. A coleta e armazenamento dos dados de temperatura e vazão de gás natural medidos pelos instrumentos são feitas pelo Sistema PIMS (Plant Information Management System), desenvolvido pela empresa OSIsoft. A análise dos dados de vazão de gás natural e a comparação do consumo entre o procedimento antigo e atual foram feitos com o auxílio do software de planilhas eletrônicas Microsoft Office Excel 2010 e do software estatístico MiniTab 18.

2.2 – Resultados e Discussão

2.2.1 – Curvas de Resfriamento e Aquecimento

Com o objetivo de obter as curvas de resfriamento e aquecimento do forno no novo procedimento e verificar se os 24 queimadores principais são capazes de aquecer o forno com uma taxa de 150°C/h, um experimento foi realizado durante uma parada de 136 horas. As curvas mencionadas são mostradas nas Figuras 3 e 4.



A taxa média de resfriamento no período foi de aproximadamente 6°C/h, mas a temperatura interna do forno cai rapidamente nas primeiras horas de parada. Quando a temperatura interna vai se aproximando da temperatura do ambiente externo, a taxa de resfriamento é drasticamente reduzida, chegando próxima de 1°C/h nas últimas 45 horas de resfriamento.

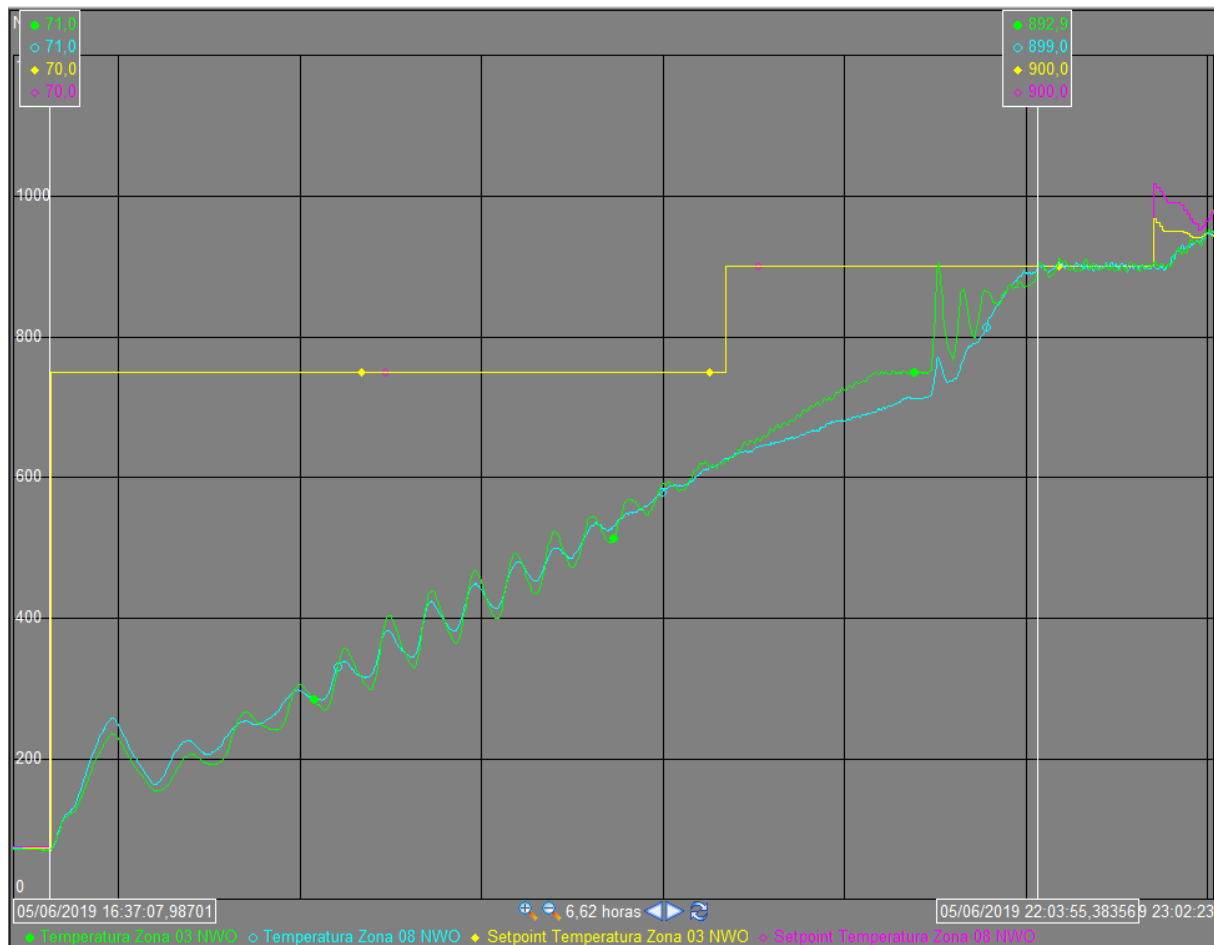


Figura 4 – Curva de aquecimento do forno NWO

Foi possível observar também que os queimadores foram capazes de aquecer o forno na taxa desejada de 150°C/h, em média, com o forno alcançando os 900°C em 5h e 30 min. A taxa média até 750°C foi de 135°C/h, um pouco abaixo do desejado, mas essa diferença foi compensada no aquecimento após 750°C.

2.2.2 – Comparação do consumo de gás natural entre os procedimentos

Para comparar o consumo de gás natural entre os dois procedimentos (antigo e proposto), foram coletados os dados no Sistema PIMS. Os consumos médios nesses períodos encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Comparação de consumo de gás natural entre resfriamento natural e conservação

Consumo resfriamento natural (Nm ³ /h)	Consumo conservação 750°C (Nm ³ /h)
4,00	275,18

O consumo de gás natural no período de resfriamento natural é referente aos queimadores de chama piloto. De acordo com o manual do equipamento, cada queimador de chama piloto consome 0,185 Nm³/h. Considerando que 24 deles ficam ligados, se tem o consumo nominal de 4,44 Nm³/h (Figura 5). Logo, o consumo real está de acordo com o consumo esperado.

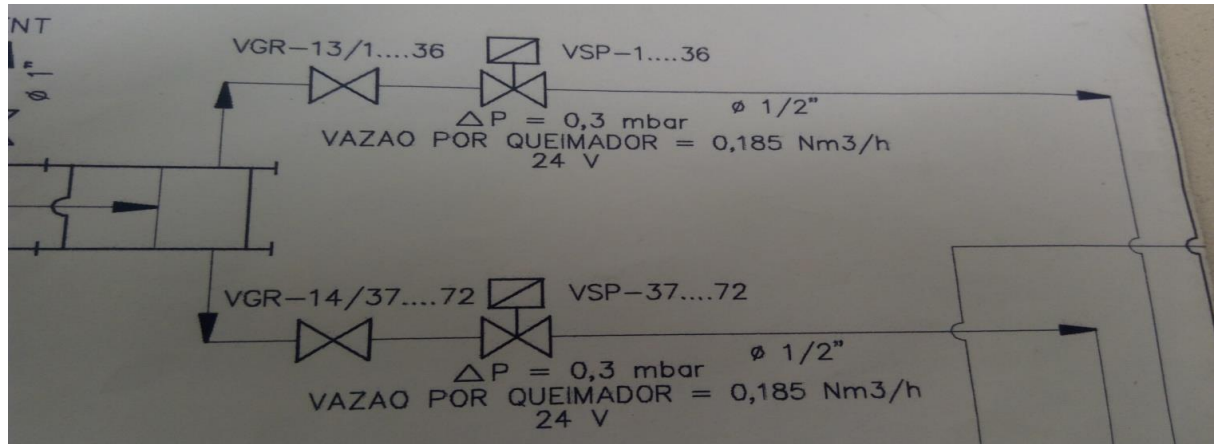


Figura 5 – Vazão de gás natural dos queimadores pilotos [4]

A economia gerada foi de 271,18 Nm³/h de gás natural, uma redução de 98,55%. Apesar dessa redução expressiva no consumo, para tempos curtos de parada, se torna mais viável conservar a temperatura do forno a 750°C, pois como a temperatura do forno cai rapidamente quando os queimadores principais são desligados, se consome mais gás natural no aquecimento até a temperatura de 900°C do que quando é feita a conservação de temperatura.

Para achar o ponto a partir do qual se torna economicamente favorável realizar o resfriamento do forno (*break-even point*), foi comparado o consumo durante aquecimento do forno nos dois procedimentos. O consumo médio durante aquecimento depois da conservação é de 574,38 Nm³/h (obtidos a partir de dados históricos). Como o consumo durante aquecimento depois do resfriamento natural varia de acordo com a temperatura inicial de aquecimento, foi ajustada uma equação que correlaciona a vazão de gás natural com a temperatura do forno. Para isso, foram utilizados os dados coletados durante o aquecimento no teste da parada de 136 horas e depois foi feita uma regressão quadrática no Minitab (Figura 6). A vazão de gás natural está em Nm³/min e a temperatura em °C.

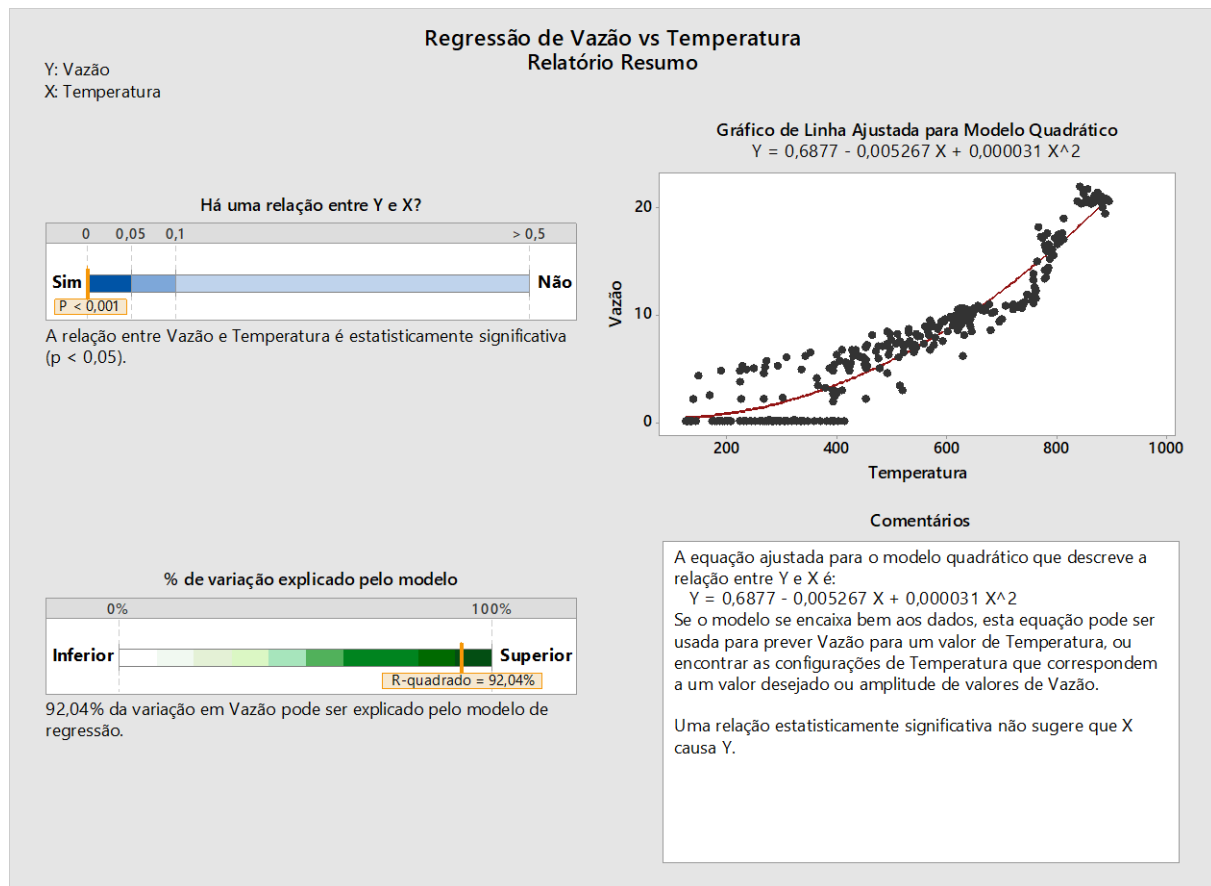


Figura 6 – Vazão de gás natural durante aquecimento depois do resfriamento natural do forno

Depois de feita a comparação, concluiu-se que a partir de 6,4 horas se torna viável financeiramente realizar o resfriamento natural do forno (Figura 7). Considerando uma parada de 24 horas, a economia de gás natural alcançada é de 4.500 Nm³, aproximadamente. Como não há produção na Laminação Contínua aos Domingos, pode-se contabilizar 48 dias de parada (excluindo 4 semanas de parada para manutenção no ano). Assim, a redução no consumo pode chegar a 216.000 Nm³/ano, o que geraria um impacto financeiro próximo a kR\$ 440 em 2019.

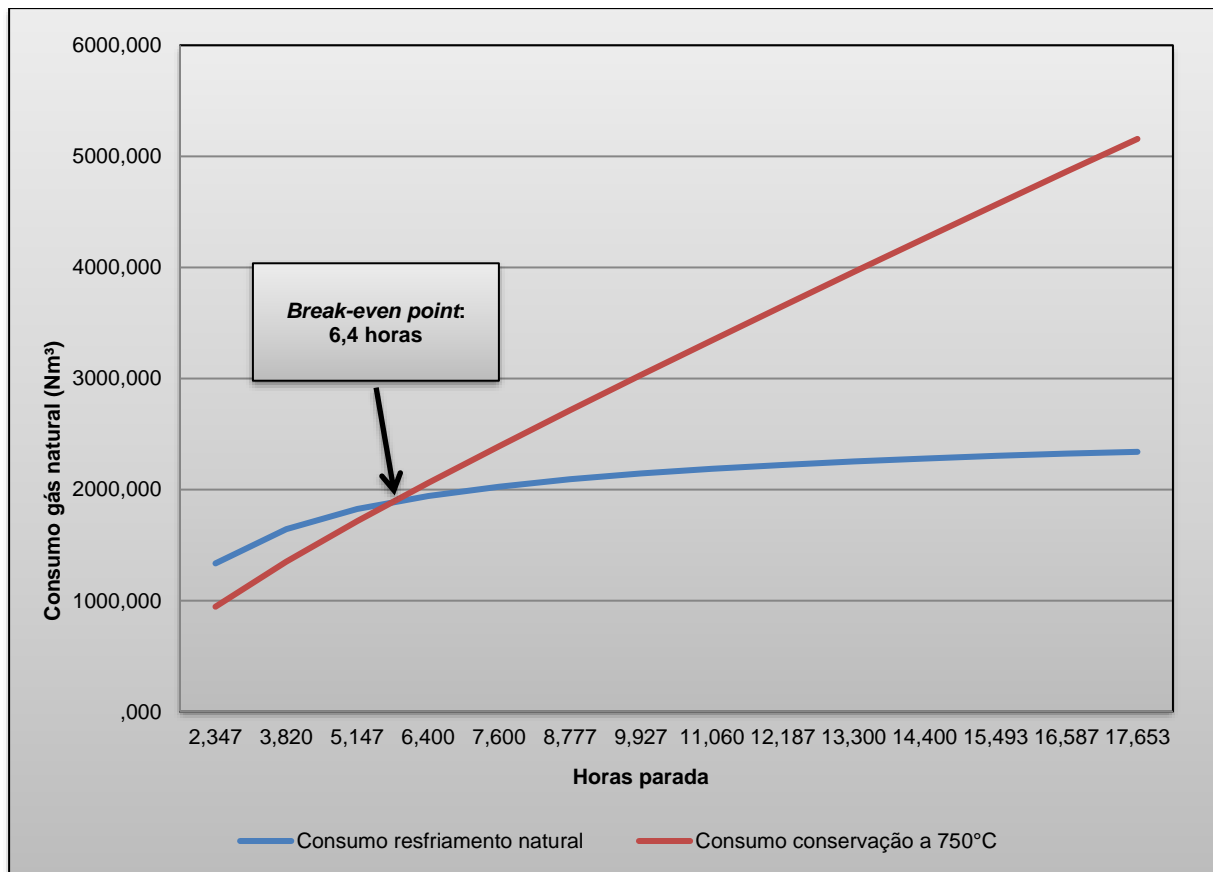


Figura 7 – Comparação consumo conservação x resfriamento

3 CONCLUSÃO

Com esse trabalho foi possível constatar que não houve nenhum problema operacional e de segurança na alteração do procedimento adotado para o forno NWO durante períodos de não produção. A taxa de aquecimento desejada foi alcançada, evitando atrasos no início da produção.

Houve uma expressiva diminuição no consumo de gás natural para períodos de parada maiores do que 6,4 horas com o novo procedimento. Considerando uma redução de 4.500 Nm³ de gás natural em uma parada de 24 horas, a economia poderia chegar a kR\$440,00. Essa alteração no padrão operacional pode ser aplicada para outros fornos de reaquecimento similares, desde que haja um número suficiente de queimadores principais equipados com queimadores auxiliares de chama piloto, para que o risco de acidentes seja minimizado.

Agradecimentos

À Vallourec Soluções Tubulares do Brasil S.A., pelo incentivo à pesquisa e desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

- 1 Ferraz PP. Estudo dos Processos de Amaciamento no Laminador Contínuo da V&M do Brasil. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 2009. Dissertação de Mestrado em Engenharia Metalúrgica.
- 2 Carvalho RN. Aspectos da Precipitação e da Recristalização na Laminação Contínua de Tubos sem Costura. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 2007. Tese de Doutorado em Engenharia Metalúrgica.
- 3 Companhia de Gás de Minas Gerais GASMIG. Gás Natural Características Físicas e Químicas [acesso em 11 jun 2019]. Disponível em: <http://www.gasmig.com.br/GasNatural/Paginas/CaracteristicasFisicasQuimicas.aspx>.
- 4 Retherm Termo Tecnologia LTDA. Sistema de Combustão Forno NWO de Reaquecimento. 1994.