

IMPACTO DE PARADAS NÃO PROGRAMADAS NA EFICIÊNCIA DE UM FORNO DE AQUECIMENTO DE BARRAS*

*Kássio Nogueira Cançado¹
Luís Fernando Oliveira Rodrigues²
Lis Nunes Soares³*

Resumo

O objetivo desse trabalho é analisar a eficiência de um forno de aquecimento de barras quantificando o impacto de paradas não programadas na linha de produção. Para isso foram realizados 3 balanços energéticos durante um período de 7 horas. O primeiro balanço foi realizado em um intervalo com registro de paradas, o segundo no período subsequente sem ocorrência de paradas e o terceiro englobando o período total produção analisado (balanço 1 + balanço 2). Tomando-se como referência o resultado do balanço energético sem ocorrência de paradas temos duas situações: a eficiência do forno no período com ocorrência de paradas apresentou uma queda de 27% em relação ao período sem paradas, em relação ao período total de produção a redução foi de 20%. Esses resultados permitiram fazer a projeção, que se a produção ocorresse sem paradas, o potencial de redução seria aproximadamente 15% no tempo total de produção com uma redução de aproximadamente 23% no consumo de combustível. Portanto, destaca-se a importância de um plano de manutenção eficiente, com o objetivo de minimizar o tempo de linha de produção parada e o consumo de combustível, além de aumentar a qualidade aquecimento a vida útil do equipamento térmico.

Palavras-chave: Eficiência Energética; Redução de custos; Manutenção; Paradas não programadas.

IMPACT OF UNPLANNED STOPAGES IN THE EFFICIENCY OF BAR HEATING FURNACE

Abstract

The objective of this work is to analyze the performance of a bar heating furnace and quantify the impact of unplanned stoppages. For this, 3 energy balances were performed during a 7-hour shift. The first with occurrences of stoppages, the second without stoppages and the third corresponding to the entire production period (balance 1 + balance 2). Taking as reference the balance of the period without stoppages we have two situations: The period with stoppages showed an efficiency decrease of 27% in relation to period without stoppages and the total production decrease 20% also In relation to this period. These results led to the following projection: If production occurs without stoppages, the reduction potential would be approximately: 15% of production time with 23% in fuel cost. These values show the importance of an efficient maintenance plan, with the objective of minimizing the time of production line stopped and the consumption of fuel, besides increasing to the quality heating the useful life of the thermal equipment.

Keywords: Energy Efficiency; Cost Reduction; Maintenance; Unplanned stoppages.

¹ Engenheiro Mecânico, Bacharel, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

² Engenheiro Mecânico, Mestrando, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

³ Engenheira Mecânica, Doutora, Engenheira de Processos Sênior, Área de Tecnologia Térmica/Superintendência Geral de Produção, Vallourec Tubos do Brasil S.A., Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

O objetivo desse trabalho é analisar o rendimento de um forno de aquecimento de barras quantificando o impacto de paradas não programadas no mesmo. Para isso foram realizados 3 balanços energéticos. O primeiro considerou um período de 5 horas de produção com ocorrência de 10 paradas, totalizando um tempo parada de aproximadamente 40 minutos, O segundo balanço considerou um período de 2 horas de produção sem ocorrência de paradas, o terceiro e último balanço englobou um período de 7 horas de produção, correspondendo a toda a campanha de produção analisada e englobando os dois intervalos citados anteriormente.

Os balanços térmicos foram realizados durante uma grande campanha de produção, com o forno permanecendo carregado com o mesmo material e o mesmo setpoint durante todo o tempo de análise. Isto permite aproximar o regime de funcionamento do forno de um regime permanente. Vale ressaltar, que todas paradas tiveram uma curta duração não havendo mudança de setpoints do forno e, portanto não invalidando a premissa anterior.

Paradas não programadas afetam diretamente o ritmo do forno, cujo sistema de controle, na grande maioria das vezes, não consegue responder em tempo hábil, penalizando o rendimento. As análises dos balanços energéticos nos permitem mensurar o impacto das paradas na eficiência do processo, e através disso, estimar os potenciais de ganho de eficiência e estudar alternativas para redução de consumo.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O forno estudado neste trabalho, possui sistemas recuperadores de calor para pré aquecimento de ar e gás de alto forno. Os balanços de energia consideraram o volume de controle global do forno, isto é incluindo os recuperadores de calor de ar e gás.

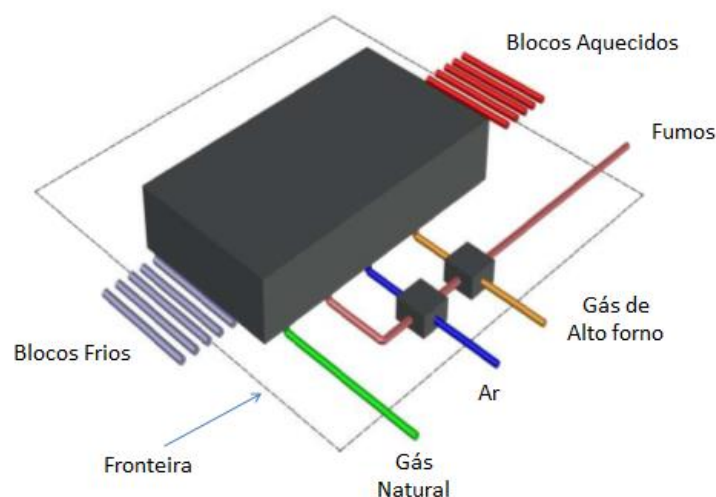


Figura 1 – Volume de Controle Global

O balanço de energia de um volume de controle é definido pela equação 1 [1]

$$\sum Energia_{Entrada} - \sum Energia_{Saída} = 0 \quad (1)$$

No caso do volume de controle representado pela Figura 1 a energia que entra no volume é composta por:

- Combustão do Gás Natural (considerando combustão completa)
- Combustão do Gás de Alto Forno (considerando combustão completa)

A energia que deixa o volume de controle é composta por:

- Barras de aço aquecidas;
- Perdas por transferência de calor [2] (Radiação e convecção das paredes do forno para o ambiente);
- Fumos (Gás queimado – energia não aproveitada nos recuperadores de ar e gás);
- Outras perdas – Perdas não calculadas, mas presentes no volume de controle como, por exemplo: ar infiltrado, excesso de ar ,etc.

Assim a equação do balanço de energia pode ser reescrita na forma da equação 2:

$$\dot{E}_{gás\ natural} + \dot{E}_{gás\ de\ alto\ forno} - \dot{E}_{Aquecimento\ de\ barras} - \dot{E}_{Transferencia\ de\ calor} - \dot{E}_{Fumos} - \dot{E}_{Outras\ perdas} = 0 \quad (2)$$

A eficiência do forno é definida como a razão entre a energia útil ao processo (aquecimento de barras) e a energia total ofertada (energia fornecida pela combustão). Sendo definida pela equação 3:

$$Eficiencia = \frac{\dot{E}_{Aquecimento\ de\ barras}}{\dot{E}_{gás\ natural} + \dot{E}_{gás\ de\ alto\ forno}} \times 100 \quad (3)$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os resultados, foram normalizados em relação ao resultado do balanço 2 (sem ocorrência de paradas), considerado o caso ideal. Os resultados estão apresentados na tabela 1:

Tabela 1. Resultados dos Balanços Energéticos	
	Rendimento (Normalizado)
Balanço 1 (Com paradas)	73 %
Balanço 2 (Sem paradas)	100 %
Balanço 3 (Turno Completo)	80 %

A variação da energia de entrada, ritmo do forno (t/h) e rendimento estão representadas no gráfico da figura 2.

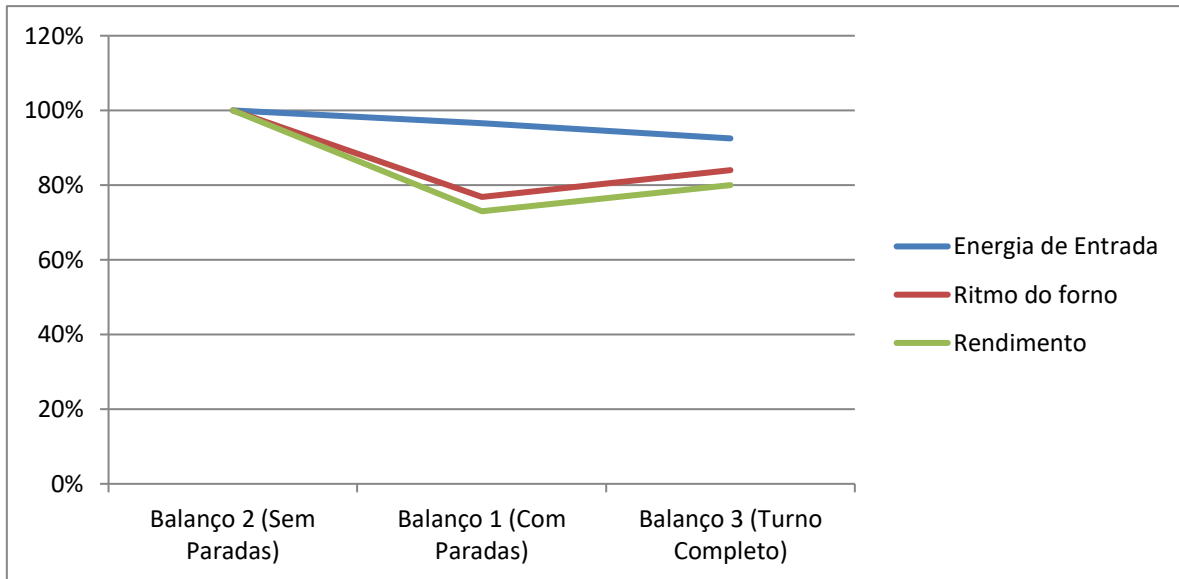


Figura 2 – Gráfico de Resultados

O Resultado dos balanços mostram que a ocorrência de paradas faz o ritmo do forno (t/h) cair significativamente ao passo que a energia de entrada não acompanha essa queda, isso deve-se ao fato de que na grande maioria dos casos, o sistema de controle do forno não consegue responder em tempo hábil, principalmente devido a aos pequenos intervalos de paradas ou por características próprias do equipamento. Como resultado tem-se uma queda de rendimento e consequente aumento do consumo.

A figura 3 apresenta uma projeção do rendimento do forno caso a campanha de produção ocorresse sem paradas e com o rendimento encontrado no balanço 2 (sem paradas).

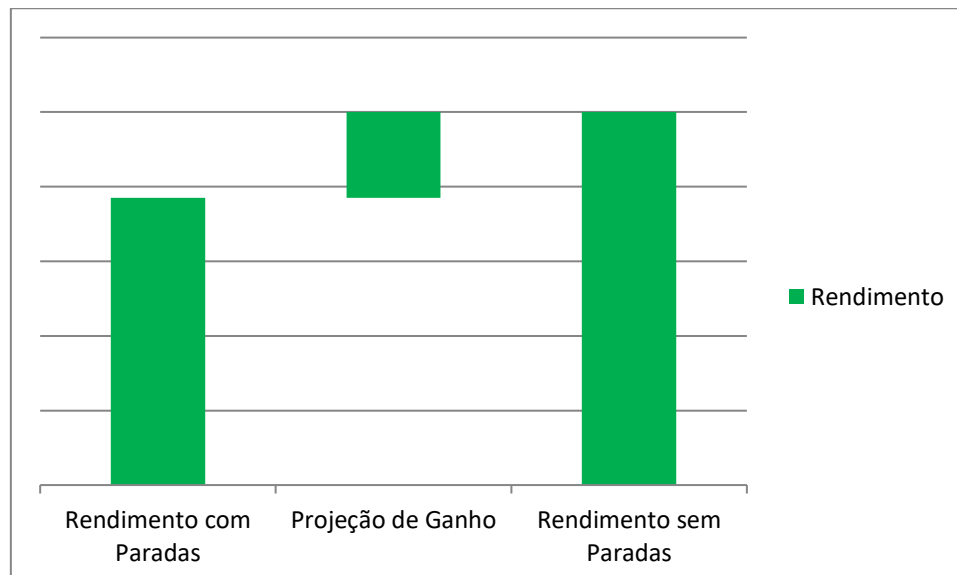


Figura 3 – Projeção de Ganho de Eficiência

As projeções mostram um ganho de rendimento de aproximadamente 20%.

A figura 4 mostra o potencial de redução de custo (consumo de combustível)

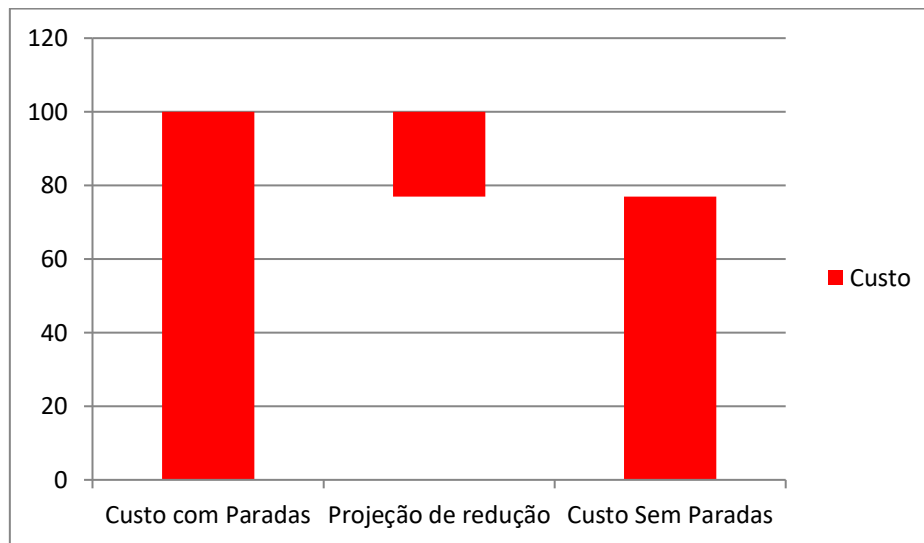


Figura 4 – Projeção de Economia

As projeções mostram um ganho de eficiência com potencial de economia de 23% e uma redução do tempo de produção de 15%.

4 CONCLUSÃO

Os resultados mostram a importância de se ter um plano de manutenção eficiente de modo a minimizar paradas não programadas. A redução destas, além de impactar diretamente o rendimento do forno com um grande potencial de economia, superior a 20% também contribui para ganhos secundários como redução do tempo de produção, aumento de qualidade dos produtos devido à melhor condição de aquecimento das barras e aumento da vida útil dos equipamentos térmicos. Os resultados deste trabalho também permitiram o estudo de outras estratégias visando a redução do tempo de paradas não programadas na linha de produção, como por exemplo o impacto da redução do ritmo produtivo na frequência de paradas. Outro ponto importante neste cenário é o sistema de controle do forno, uma vez que este esteja bem calibrado é capaz de responder com mais eficiência às variações do regime de operação do forno mitigando o impacto das paradas e contribuindo para a economia de energia com a garantia de manutenção da qualidade do produto final.

Agradecimentos

À empresa Vallourec Tubos do Brasil S.A. por fomentar trabalhos de pesquisa e desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

- 1 Cengel, Yunus. A., DeWITT, D. P., Termodinâmica, 7ªed. Rio de Janeiro: MC GRAW HILL, 2013, 680p.
- 2 INCROPERA, F. P., Boles, M. A., Fundamentos de transferência de calor e de massa , 5ªed. Rio de Janeiro: LTC, 2003, 698p.