

REDUÇÃO DO CONSUMO DE GLP NO FORNO DE REAQUECIMENTO DA LAMINAÇÃO 1 DA ARCELORMITTAL MONLEVADE ¹

*Eduardo Sérgio da Silva Gonçalves*²

*Marcos Cezar Mendes*³

*Evaristo A. A. Bellini dos Santos*⁴

*Gilson José Herthel da Silveira*⁵

Resumo

Devido ao baixo PCI do Gás de Alto Forno (GAF) e o não aproveitamento do gás de aciaria, o forno de reaquecimento de tarugos do Trem Laminador 1 da Arcelormittal Monlevade, faz uso do GLP na complementação energética, elevando o custo operacional. Neste trabalho são mostradas as análises de consumo de energéticos no forno de reaquecimento, bem como o plano de ação desenvolvido para a redução do consumo de GLP e os resultados obtidos.

Palavras-chave: GLP; Consumo; Forno de reaquecimento.

REDUCTION OF LPG CONSUMPTION IN THE RE-HEATING FURNACE OF ARCELORMITTAL MONLEVADE'S ROLLING MILL #1

Abstract

Due to low level of Blast Furnace Gas (BFG) low calorific value (LCV) and as the BOF gas is not used at the process, ArcelorMittal Monlevade's Rolling Mill #1 billets reheating furnace uses LPG for gas enrichment, what leads to operational costs increase. The fuel analysis consumption of the reheating furnace are shown in this paper, as well as the action plan developed for the reduction of LPG consumption and its results

Key words: LPG; Consumption; Reheating furnace.

¹ *Contribuição técnica ao 29º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades,, 13 a 15 de agosto de 2008, Porto Seguro, BA*

² *Analista de Processo da Área de Manutenção, Utilidades e Meio Ambiente da Arcelormittal Monlevade.*

³ *Coordenador Técnico da Área de Produção de Laminados da Arcelormittal Monlevade.*

⁴ *Gerente da Área de Manutenção, Utilidades e Meio Ambiente da Arcelormittal Monlevade.*

⁵ *Gerente da Área de Produção de Laminados da Arcelormittal Monlevade.*

1 INTRODUÇÃO

O forno de reaquecimento de tarugos do Trem de Laminação 1 internamente denominado Forno Davy, da Arcelormittal Monlevade teve seu início de operação em 1996 com uma produção nominal de 120 t/h e sua matriz energética utiliza como principais combustíveis o gás de Alto Forno (GAF) e o Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), sendo utilizado ainda o oxigênio no enriquecimento do ar de combustão.

A usina não possui coqueria com seus subprodutos energéticos, não acumula gases de processo em gasômetros, tem, portanto uma grande dependência do GAF para os processos que necessitam aquecimento. Como o Poder Calorífico Inferior (PCI) do GAF é baixo e insuficiente para assegurar boas taxas de aquecimento quer em relação ao tempo quer em relação à temperatura, nos fornos da laminação, a complementação energética via hidrocabornetos e/ou oxigênio para elevação da temperatura de chama se faz necessária.

Conforme pode ser observado na Figura 1, verifica-se que 89% da energia primária utilizada no forno Davy, advêm do GAF do oxigênio e do GLP. Nos 11% restantes estão contidos energia elétrica e o equivalente energético do nitrogênio, ar comprimido e água, calculados segundo metodologia e valores adotados nos Balanços Energéticos Globais (BEG) das siderúrgicas integradas brasileiras participantes da Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais (ABM).

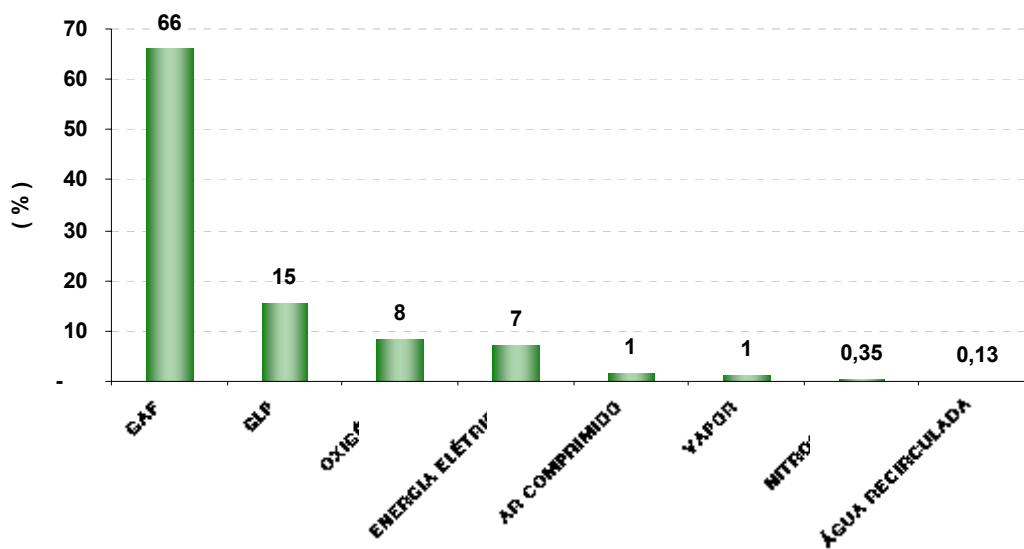


Figura 1. Matriz energética do Forno Davy

Ainda que o GLP represente apenas 15% da matriz energética do forno Davy em volume, o impacto deste no custo equivale a 23% do total do processo e, apesar de o GAF representar 59% deste custo (calculado de acordo com o preço do óleo combustível 1A), seu uso deve ser maximizado, pois trata-se de um combustível abundante na usina e o aumento da sua utilização implica na redução de custo com combustíveis comprados, trazendo ainda impacto positivo no fluxo de caixa da empresa.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Características do Forno Davy

O Forno Davy é do tipo Walking Hearth (soleiras caminhantes) originalmente construído com 12,8 m de largura, 28 m de comprimento, tem capacidade instalada de aquecer até 120 t/h de tarugos de seção 155 x 155 x 12.400 mm.

O forno é dividido em quatro zonas sendo:

- Zona 1: zona de pré-aquecimento. Constituída de 8 queimadores instalados na primeira parede frontal. Cobre a região de enformamento e possui as soleiras dentadas para melhor homogeneização da temperatura de pré-aquecimento.
- Zona 2: zona de aquecimento. Constituída de 8 queimadores na segunda parede frontal e possui soleiras planas.
- Zona 3: zona de homogeneização esquerda, constituída de 4 queimadores instalados no lado esquerdo da parede frontal do desenformamento.
- Zona 4: Zona de homogeneização direita, constituída de 4 queimadores instalados no lado direito da parede frontal do desenformamento.

O forno possui um sistema de controle de combustão chamado de duplo controle cruzado que obedece ao ritmo de produção da laminação aumentando ou diminuindo as vazões de combustíveis e ar de combustão automaticamente de acordo com a variação da temperatura. Este sistema de controle visa garantir que não haja superaquecimento das soleiras, empeno de tarugos e desperdício de energia e, por segurança, o sistema também garante que sempre haja uma atmosfera oxidante (excesso de ar) dentro do forno. O desenho esquemático do forno Davy é mostrado na Figura 2.

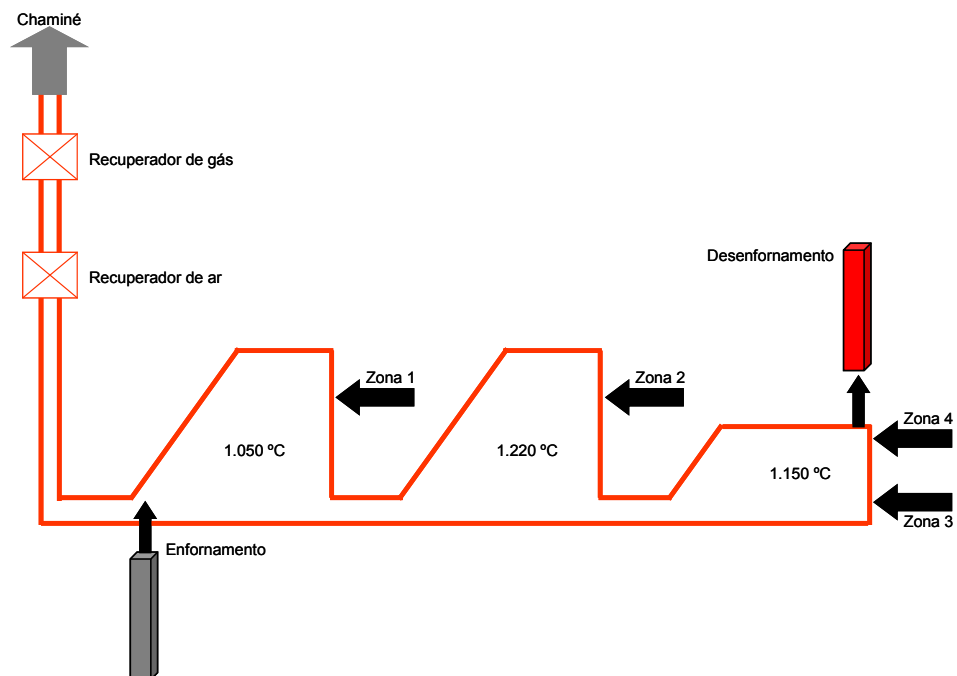


Figura 2: Desenho esquemático do forno Davy

2.2 Análise do Consumo de Energéticos no Forno Davy

Em condições normais de operação, a média de consumo de energéticos era de: GLP 316 t/mês, GAF 18.200 Ndam³/mês e O₂ 1.600 Ndam³/mês (média de janeiro a março de 2006). Considerando os elevados custos inerentes ao consumo de GLP, a Gerência de Área de Produção de Laminados 1 (GAPL1), decidiu implementar um projeto visando à redução do consumo deste fluido e consequentemente a redução do custo de produção.

Com um consumo específico médio de 5,72 kg de GLP por tonelada de fio máquina produzido no mesmo período supracitado, foi estabelecida uma meta desafiadora de redução para 4,50 kg/t, ou seja, uma redução de 21%.

Nas figuras 3, 4 e 5 é mostrada a evolução do consumo de GLP, GAF e oxigênio respectivamente, sendo que em abril e maio de 2006, houve um menor consumo devido a parada de 21 dias para aumento de velocidade do laminador, onde foram acrescentados equipamentos na laminação e as dimensões do forno passaram para 13,1 m por 33,5 m para atender a nova demanda de produção. A partir de junho, devido ao start up da nova configuração do laminador e do forno, houve uma menor necessidade de utilização de oxigênio e GLP. No mês de julho o consumo voltou ao patamar normal relativo aos primeiros meses do ano.

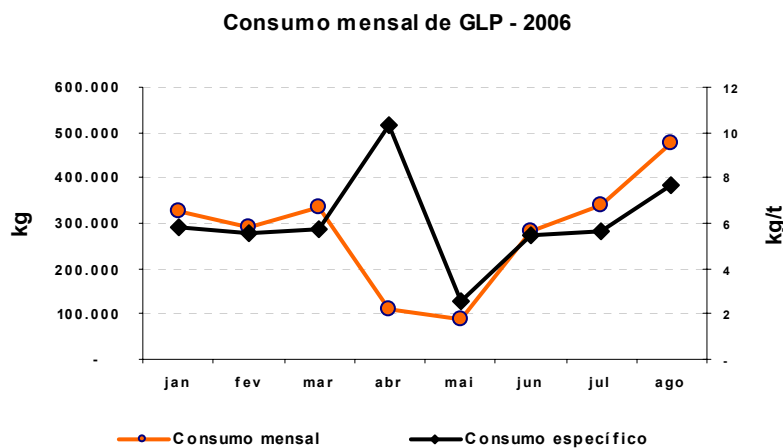


Figura 3: Consumo de GLP no forno Davy – 2006

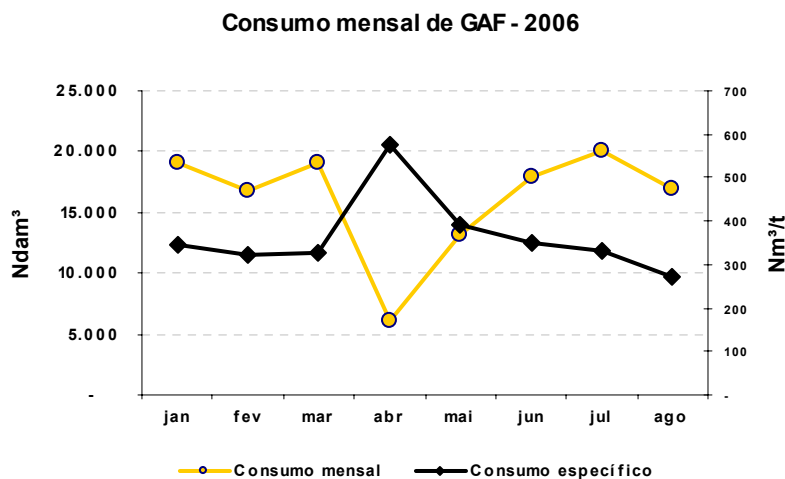


Figura 4: Consumo de GAF no forno Davy – 2006

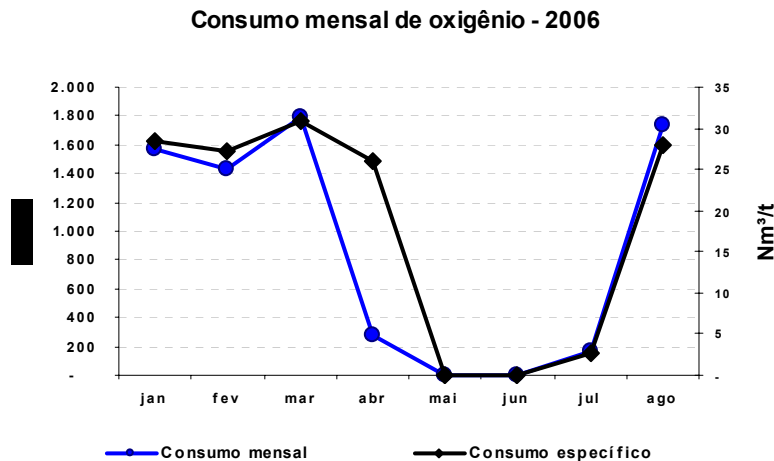


Figura 5: Consumo de oxigênio no forno Davy – 2006

2.3 Características do Problema

Havia muitos fatores que contribuíam de forma diferenciada para o problema, por isso foi feita uma análise geral nos parâmetros do processo, nas limitações do uso do GAF, no funcionamento de equipamentos, dos sistemas de controle, nos modos de operação e verificado o cumprimento dos padrões operacionais por parte dos forneiros.

Conduzindo a análise pelo método PDCA onde foram utilizadas ferramentas tais como, diagrama de pareto, brainstorming, gráfico seqüencial e métodos estatísticos levando a identificação de várias causas que contribuíam para o alto consumo de GLP tais como:

2.3.1 Limitação de vazão de fumos no canal de fumaça

O canal de fumaça está dimensionado para retirar as vazões de fumos da combustão do GAF com PCI de 960 kcal/Nm³. Em virtude de melhorias no processo do Alto Forno, este PCI baixou para patamares inferiores a 800kcal/Nm³ atingindo até 760 kcal/Nm³ o que aumenta a demanda de GAF para atingir a temperatura de desenformamento.

Esta nova demanda de GAF proporcionou um aumento na geração de fumos superior à capacidade de escoamento do canal de fumaça, ocasionando o aumento da pressão do forno e levando ao superaquecimento das estruturas das soleiras e do recuperador de ar.

2.3.2 Instrumentação com range de controle limitado

Em função da necessidade de aumento da vazão de ar e GAF, o range de controle dos instrumentos ficou defasado, não suportando as novas faixas de operação destes gases, gerando informações falsas de vazão e, conseqüentemente, dificuldades de controlar a combustão do forno.

2.3.3 Deficiências no analisador de oxigênio

O controle estequiométrico da combustão depende diretamente da confiabilidade das informações do analisador contínuo de oxigênio, o qual apresentava irregularidades como:

- Ausência de filtros para coleta de fumaça
- Tubulação de admissão de gases com entradas falsas de ar

- Sondas de admissão dos gases mal posicionadas
- Não confiabilidade nas informações das análises

2.3.4 Má qualidade do ar comprimido para acionamento dos instrumentos

A ausência e/ou falta de manutenção nos conjuntos de dreno de água e copos lubrificadores de ar comprimido causavam a piora na qualidade do ar e, conseqüentemente o agarramento de válvulas pneumáticas, controladores e cilindros de comando do forno e, dentre as válvulas mais sensíveis ao mal funcionamento eram as que controlavam as vazões de ar e de gás, ocasionando em dificuldade no controle do processo.

2.3.5 Dados não confiáveis da pressão do forno

Com a obstrução da tomada de pressão do forno, o transmissor enviava um sinal falso ao supervisor, dificultando a regulagem da pressão do forno através do comando de abertura ou fechamento da válvula da chaminé.

2.3.6 Falta de equalização dos queimadores

Havia diferenças de temperatura na mesma zona de aquecimento do forno, ocasionando variações de temperatura ao longo do tarugo. Isto acontecia devido à diferença das pressões de gases entre os queimadores.

2.4 Plano de Ação

Diante dos problemas identificados acima, foi desenvolvido um plano de ação para eliminação das causas que contribuíam para o alto consumo de GLP no forno Davy. Cada item foi estratificado, as ações foram definidas e nomeado um responsável pela execução das mesmas.

2.4.1 Limitação de vazão de fumos no canal de fumaça

Para resolver os problemas de limitação de vazão do canal de fumaça foi elaborado um estudo para definição das modificações necessárias no canal. Definiu-se comprar um projeto não só visando solucionar o problema em questão, mas também prevendo nova elevação da capacidade de produção dos atuais 120 para 140 t/h. O projeto leva em consideração o aumento das dimensões do forno ocorridas em 2006 e o PCI do GAF em 760 ao invés de 960 kcal/Nm³ como no projeto original.

Dentre as várias soluções apresentadas no projeto, destacam-se as referentes ao aumento da capacidade de tiragem do canal de fumaça, tais como:

- Aumento da seção de passagem do duto de fumos metálicos;
- Aumento da seção de passagem do duto de fumos em concreto. Alternativamente construção de um novo duto de fumos metálico;
- Substituição dos recuperadores de calor de ar e GAF;
- Substituição da válvula borboleta do canal de fumos.

Estas ações estão programadas para breve, em um momento oportuno, visto que há a necessidade de uma grande obra civil, escavações, e uma parada significativa do laminador para execução das atividades de instalação do novo canal de fumaça.

2.4.2 Instrumentação com range de controle limitado

Foi alterada a escala dos transmissores de vazão de ar e gás e feita a correção do supervisor do forno. Esta ação trouxe melhor flexibilidade operacional em função da maior confiabilidade das medições.

2.4.3 Deficiências no analisador de oxigênio

Com relação aos analisadores contínuos de oxigênio, foram instaladas novas sondas em posições estratégicas do forno, foi trocada a bomba de sucção dos gases, instalado um novo filtro na rede de coleta de amostra e instalados novos coletores de amostra, além de ter sido alterado o plano de inspeção deste equipamento, onde são checados diariamente os seguintes itens:

- Entupimento de válvula solenóide;
- Presença de água no filtro;
- Funcionamento da bomba de vácuo do analisador;
- Vazão da bomba de vácuo.

Estas ações trouxeram uma maior confiabilidade operacional do analisador de oxigênio, o que melhora a estequiometria da combustão.

2.4.4 Má qualidade do ar comprimido para acionamento dos instrumentos

Foram substituídos todos os conjuntos de dreno de condensado e lubrificadores de ar das linhas de alimentação dos atuadores do forno. Além disso, foram instalados novos conjuntos em pontos interpretados como críticos para a melhoria da qualidade do ar. Foi também alterado o plano de inspeção destes componentes para garantir a confiabilidade operacional.

2.4.5 Dados não confiáveis da pressão do forno

Foi feito novos furos com diâmetros maiores a fim de se evitar obstrução das mesmas e instaladas novas tomadas. Esta ação trouxe uma melhoria expressiva no controle de pressão do forno.

2.4.6 Falta de equalização dos queimadores

Foi incluído no check list dos forneiros a comparação dos valores de temperatura coletados pelos termopares na mesma zona (região esquerda e direita da zona) e sempre que a diferença entre os valores alcançassem um valor igual ou maior do que 5°C seria feita a equalização de pressão dos mesmos.

Esta ação trouxe uma melhor equalização de temperatura ao longo do tarugo e maior facilidade de ajuste de temperatura das zonas.

2.5 Verificação dos Resultados

Apesar de o canal de fumaça ainda não ter sido redimensionado conforme mencionado, com a implantação das outras ações, a meta do projeto já foi superada como pode ser observado na Figura 6.

Consumo mensal de GLP no forno Davy 2006-2007

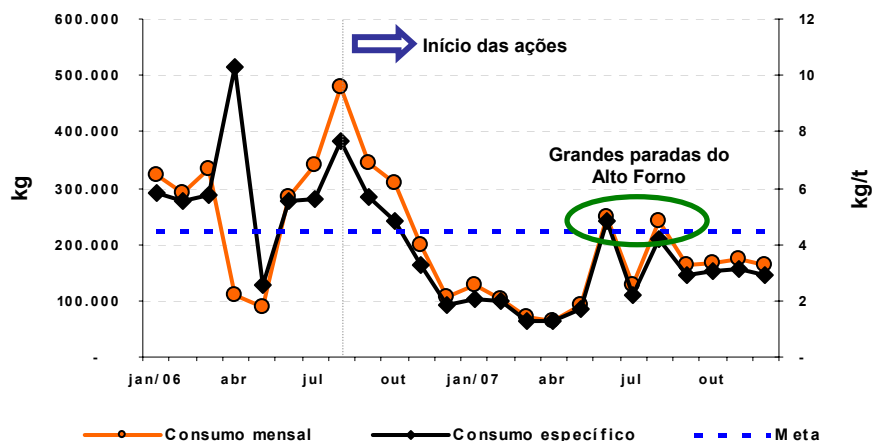


Figura 6: Consumo de GLP no forno Davy após implantação das ações

A expressiva redução do consumo de GLP se deve também ao sensível aumento no consumo de GAF como pode ser observado na Figura 7.

Consumo mensal de GAF no forno Davy 2006-2007

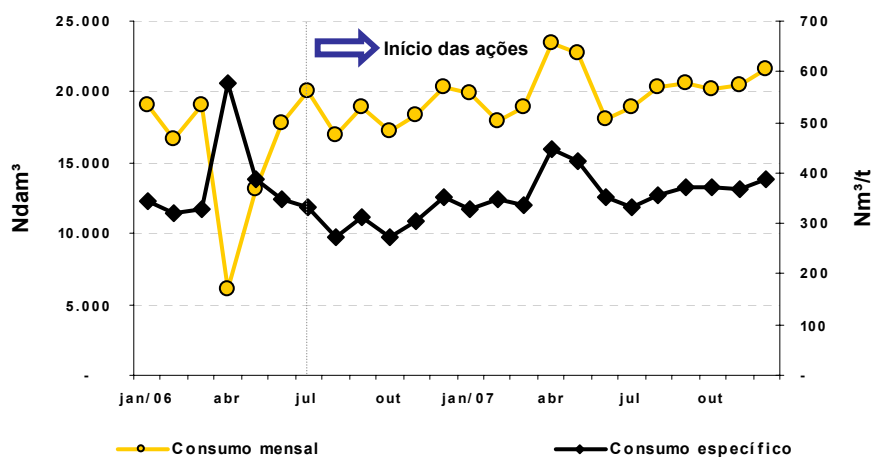


Figura 7: Consumo de GAF no forno Davy

Isto porque o melhor controle de combustão em virtude principalmente da maior confiabilidade das medições permitiu a redução da vazão de ar de combustão, reduzindo consequentemente a vazão de fumos no canal de fumaça. Já o consumo de oxigênio não sofreu grandes mudanças devido este variar conforme o modo de operação do forno (Figura 8).

Consumo mensal de oxigênio no forno Davy 2006-2007

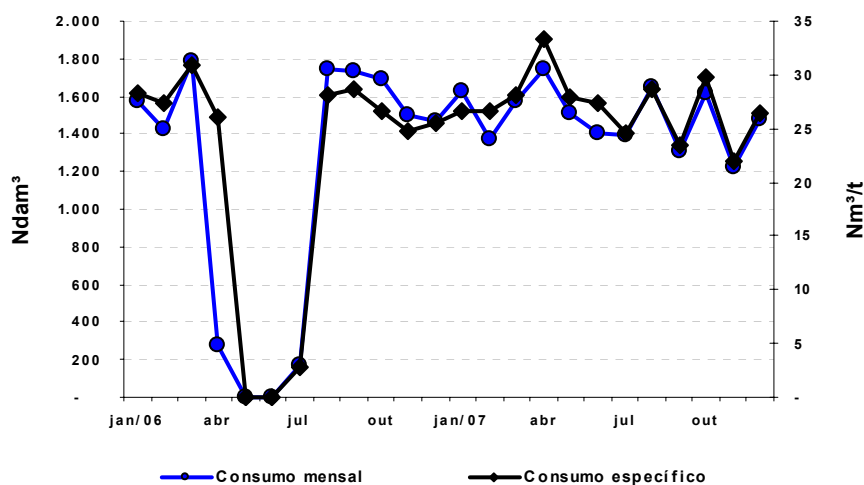


Figura 8: Consumo de oxigênio no forno Davy

Na planilha de custo com energéticos do forno Davy (Figura 9), pode ser observado que, mesmo com a parada do forno, conforme mencionado anteriormente, houve uma redução de 18% no custo em 2007 em relação a 2006. Como o consumo de energia elétrica não variou, este passou a ter um peso maior do que o custo com GLP e oxigênio.

Distribuição do custo dos energéticos no forno Davy - 2006/2007

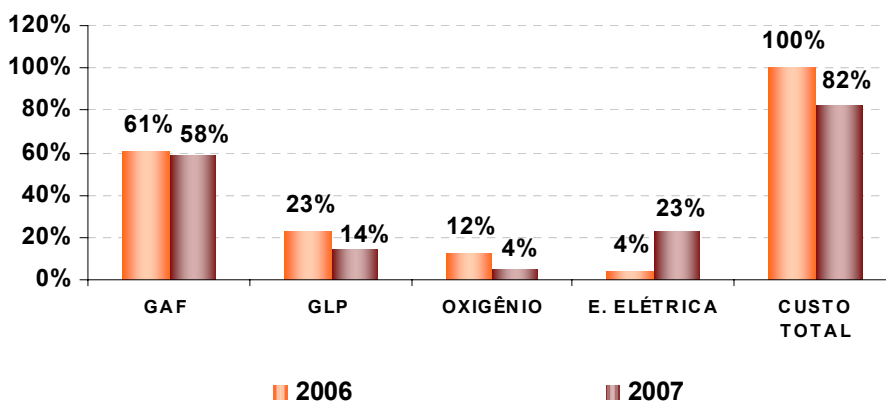


Figura 9: Planilha de custo com energéticos do forno Davy – 2006/2007

3 CONCLUSÃO

A redução do consumo de GLP, além de ganhos econômicos, trouxe benefícios à estabilidade operacional do forno, levou à redução da temperatura das soleiras e dos problemas advindos desta, contribuindo também para a redução no consumo de recursos naturais não renováveis (GLP) e das emissões de CO₂ na queima deste combustível.

Com o redimensionamento do canal de fumaça a ser executado, será possível reduzir ainda mais e até mesmo eliminar o consumo de GLP.