

# GASODUTO VALE DO AÇO: IMPLANTAÇÃO DO GÁS NATURAL VIA GASODUTO NA ARCELORMITTAL MONLEVADE<sup>1</sup>

*Eduardo Sérgio da Silva Gonçalves<sup>2</sup>  
Luiz Flávio Mourão Arantes<sup>3</sup>  
Vicente Aleixo Pinheiro Ribeiro<sup>4</sup>*

## Resumo

Desde setembro de 2010, a ArcelorMittal Monlevade ganhou flexibilidade e uma importante oportunidade para reduzir os custos da sua matriz energética devido à chegada do Gás Natural (GN) via Gasoduto Vale do Aço. A proposta do projeto englobou a substituição do Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), do Óleo Combustível 1A (OC1A) e do Gás Natural Comprimido (GNC) pelo GN via gasoduto. Para dar suporte à decisão de investimentos, além dos aspectos técnicos e econômicos internos, o ambiente macro econômico concernente ao GN também foi levado em consideração. Neste trabalho são mostradas as análises para adequação dos equipamentos internos, a estrutura do contrato de fornecimento, o projeto conceitual da rede interna de distribuição construída, os principais eventos ocorridos, os ganhos alcançados, as alternativas para aquisição do GN e a flexibilidade operacional da ArcelorMittal Monlevade em caso de interrupção do fornecimento de GN.

**Palavras-chave:** Gás natural; Matriz energética; Substituição.

## VALE DO AÇO PIPELINE: PIPELINE NATURAL GAS IMPLEMENTATION IN ARCELORMITTAL MONLEVADE STEEL WORK

### Abstract

Since September 2010, ArcelorMittal Monlevade has gained flexibility and an important opportunity to reduce the cost of its energy mix due to the arrival of the Natural Gas (NG) via *Steel Valley* Pipeline. The proposal of the project included the substitution of the Liquefied Petroleum Gas (LPG), Fuel Oil (OC1A) and Compressed Natural Gas (CNG) for natural gas via pipeline. To support the investment decision, in addition to domestic economic and technical aspects, the macro economic environment concerning the NG was also taken into account. This paper shows the analysis for adjustment of internal equipment, the structure of the contract, the conceptual project of the gas distribution built inside the main events, the gains achieved, the alternatives for the acquisition of NG and operational flexibility of ArcelorMittal Monlevade in case of interruption of supply of natural gas.

**Key words:** Natural gas; Energy mix; Substitution.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao 32º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 26º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 16 a 19 de agosto de 2011, Salvador, BA.*

<sup>2</sup> *Engenheiro Mecânico da Gerência de Engenharia de Manutenção da ArcelorMittal Monlevade*

<sup>3</sup> *Engenheiro Eletricista, Mestre em Engenharia da Energia - Gerência de Engenharia de Manutenção da ArcelorMittal Monlevade*

<sup>4</sup> *Gerente da Engenharia de Manutenção da ArcelorMittal Monlevade*

## 1 INTRODUÇÃO

A busca por ganhos em qualidade e redução de custos leva as empresas a conduzir esforços contínuos no sentido de estudar melhores alternativas de consumo de energia visando manterem-se competitivas no mercado. Neste âmbito, a ArcelorMittal Monlevade buscou a viabilização do Gás Natural via gasoduto do Vale do Aço em substituição aos outros combustíveis derivados do petróleo como o GLP, o OC1A e o GNC nos seus processos. Ainda que estes combustíveis representem uma pequena parcela no consumo de energia primária na ArcelorMittal Monlevade, como pode ser observado na Figura 1,<sup>(1)</sup> o impacto no custo da empresa é significativo e merece atenção especial.

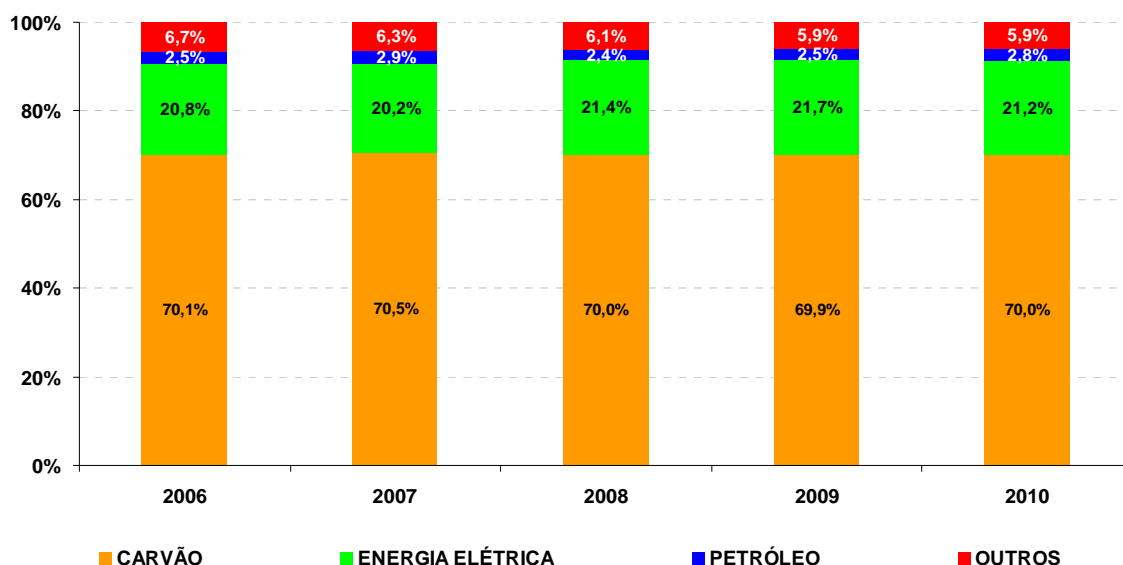


Figura 1. Distribuição dos diversos insumos energéticos da ArcelorMittal Monlevade.

A partir de um estudo de viabilidade econômica foi detectada a oportunidade de ganhos significativos através da substituição dos combustíveis anteriormente utilizados pelo GN via gasoduto. Outro estudo foi desenvolvido para avaliar a infraestrutura para a instalação do GN, bem como as modificações necessárias nos equipamentos devido às substituições. O objetivo do estudo era utilizar, além do óleo Diesel para alimentação dos veículos ferroviários e alguns sistemas de emergência, apenas o GN via gasoduto como derivado do petróleo para todos os processos da ArcelorMittal Monlevade. Após o início de operação do gasoduto do Vale do Aço, foi detectada outra oportunidade de ganhos através da injeção de GN nas ventaneiras do Alto Forno em substituição a parte do carvão utilizado para a produção de gusa.

Neste trabalho são mostradas as análises para adequação dos equipamentos internos, o projeto conceitual da rede interna de distribuição construída, os principais eventos ocorridos, os ganhos alcançados, as alternativas para aquisição do GN e a flexibilidade operacional da ArcelorMittal Monlevade em caso de interrupção do fornecimento de GN.

## 1.1 Características dos Processos da ArcelorMittal Monlevade

A ArcelorMittal Monlevade é uma usina siderúrgica integrada com capacidade instalada de 1.300.000 toneladas por ano de fio máquina de alta qualidade para diversas aplicações como cordoalhas para pneus, fixadores em geral, eletrodos, lâ de aço, molas, cabos de aço, construção civil dentre outros.

A empresa possui uma Sinterização com capacidade de 1.750.000 t/ano de sinter, um Alto Forno, com capacidade de produção de 1.120.000 t/ano de gusa, uma Aciaria com capacidade de 1.250.000 t/ano de aço bruto e dois laminadores, com capacidade de produção total de 1.300.000 t/ano de fio máquina. O fluxograma dos processos da ArcelorMittal Monlevade pode ser observado na Figura 2.



Figura 2. Fluxograma macro dos processos da ArcelorMittal Monlevade.

## 1.2 O Cenário Antes do Gás Natural

O GLP utilizado no Forno de Ignição da Sinterização; nos laminadores e nos Regeneradores do Alto Forno era utilizado para complementação energética ao GAF devido ao seu baixo Poder Calorífico Inferior (PCI).<sup>(2)</sup> A área do Alto Forno, que compreende os Regeneradores, o sistema de pré-aquecimento do GAF (*Pre-Heating*) e o sistema de Injeção de Carvão Pulverizado (ICP), utilizava o GNC para chama piloto. O GNC também era utilizado no processo de aquecimento de Carros Torpedo e de canais de corrida do Alto Forno; nos aquecedores de painelas da Aciaria; nas Máquinas de Oxi-Corte e nas Estações de Preaquecimento dos distribuidores da Máquina de Lingotamento Contínuo, além de toda a rede interna de maçaricos para manutenção da ArcelorMittal Monlevade. Eventualmente, o GLP também era utilizado nos aquecedores de painelas da Aciaria em substituição ao GNC por força contratual junto à empresa fornecedora para se atingir um consumo mínimo mensal com o objetivo de viabilizar a manutenção da instalação deste combustível na empresa. As caldeiras e os misturadores de ferro gusa da Aciaria utilizavam o OC1A nos seus processos. A Figura 3<sup>(1)</sup> mostra a evolução do consumo de combustíveis na usina desde 2006 até a chegada do GN em setembro de 2010.

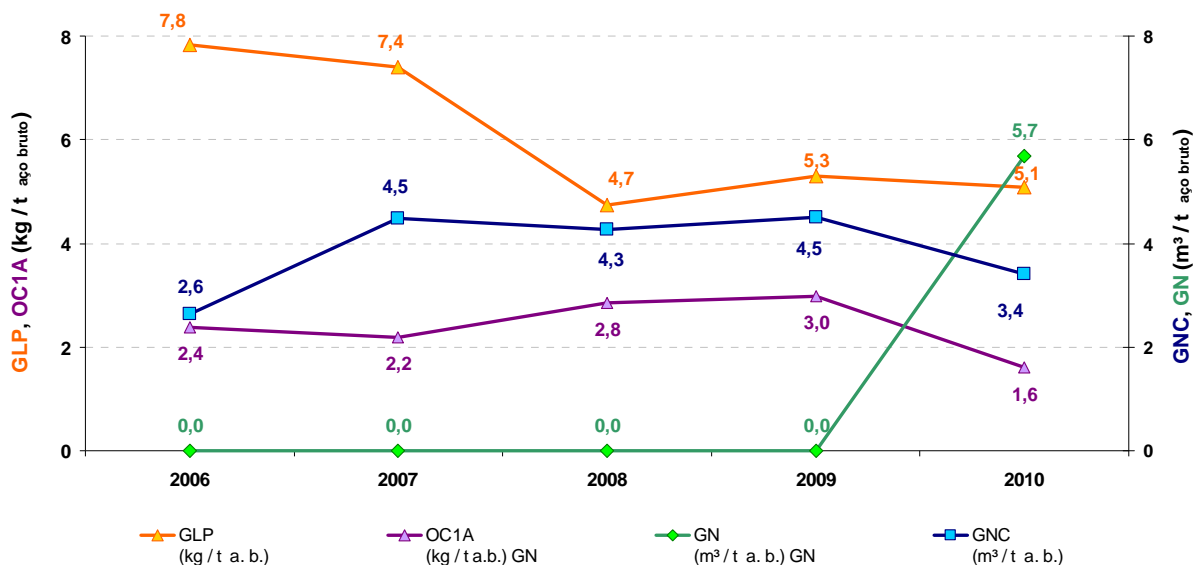


Figura 3. Consumo específico de combustíveis na ArcelorMittal Monlevade de 2006 a 2010.

Através da Figura 3 observa-se o decréscimo dos diversos combustíveis em virtude da sua substituição pelo GN.

## 2 METODOLOGIA

A partir do cenário anterior, várias etapas foram desenvolvidas de forma que a implantação do gás natural na ArcelorMittal Monlevade fosse técnica e economicamente viável e sem perdas ou transtornos para os processos produtivos.

### 2.1 Estudo de Viabilidade Econômica

O estudo de viabilidade econômica levou em consideração o investimento por parte da ArcelorMittal Monlevade referente ao ramal do gasoduto para a cidade de João Monlevade, os investimentos internos para a distribuição do GN às áreas consumidoras e o custo para a adequação dos equipamentos internos. O valor total dos investimentos previstos foi de aproximadamente 10 milhões de reais.

Segundo as premissas adotadas na época do estudo, considerando o volume dos combustíveis substituídos na Tabela 1 e o preço praticado na ocasião, o payback calculado foi de 3,7 anos conforme mostra a Figura 4.

Tabela 1. Previsão de economia na substituição dos combustíveis derivados do petróleo pelo gás natural

COMBUSTÍVEL	CONSUMO BASE	EQUIVALENTE EM GÁS NATURAL (m³/mês)	ECONOMIA (%)
GLP	600.000 kg/mês	750.000	41%
GNC	425.000 m³/mês	425.000	49%
OC1A	250.000 kg/mês	290.000	37%
<b>TOTAL</b>		<b>1.465.000</b>	<b>43%</b>

A análise do gráfico da Figura 4 apontou para a viabilidade econômica do projeto para a ArcelorMittal e sustentou a decisão da sua implementação.

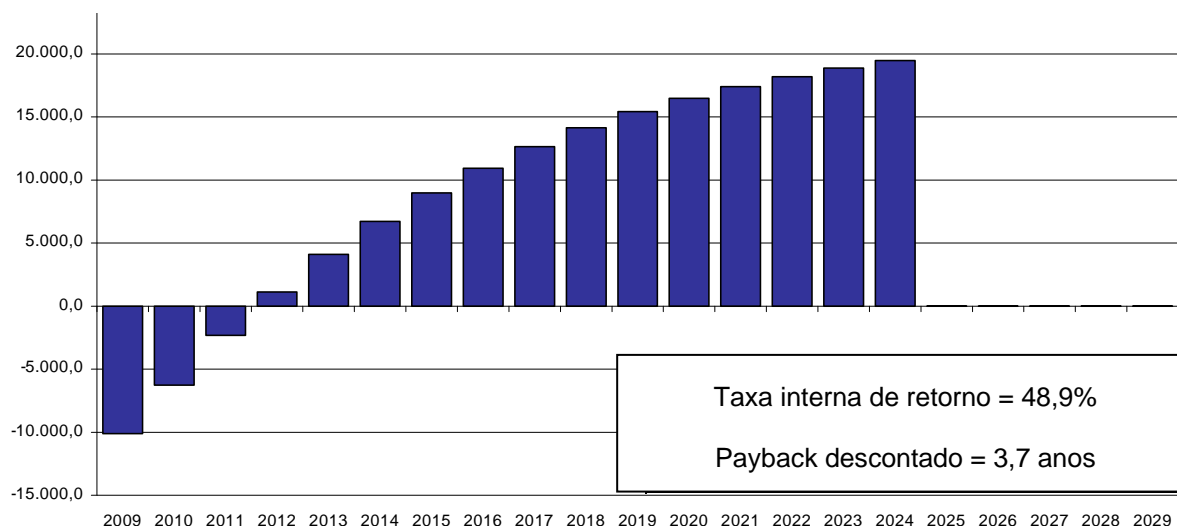


Figura 4. Previsão do Fluxo livre de caixa acumulado para o investimento.

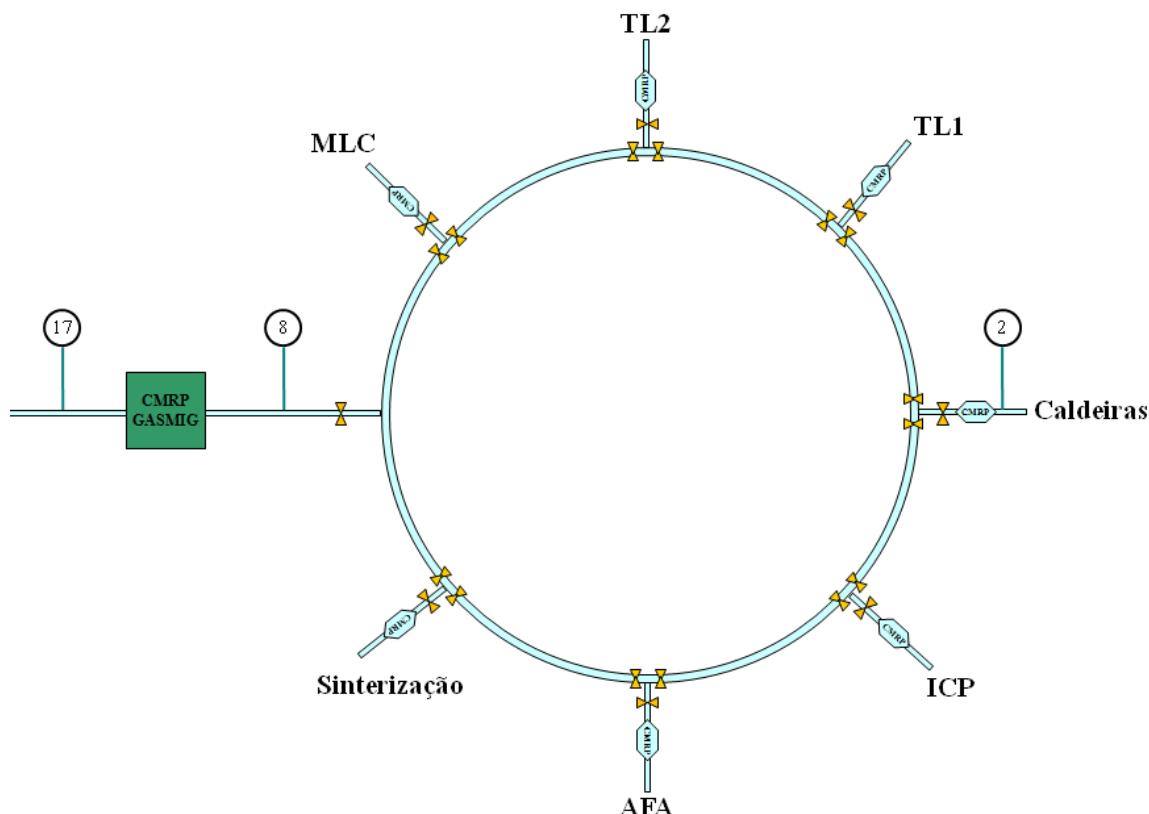
Além da viabilidade econômica, foram levados em consideração outros fatores importantes como o ganho com a segurança nos processos, redução expressiva do número de carretas em trânsito no interior da usina. Foi prevista também a desativação das instalações para armazenamento e distribuição de OC1A e GNC, bem como a simplificação das instalações para armazenamento, vaporização e distribuição de GLP, que foi mantido como *back up* para eventuais interrupções do fornecimento de GN.

Outro ganho significativo previsto deve ser citado como a redução expressiva dos impactos ambientais.<sup>(3)</sup>

## 2.2 Contrato de Fornecimento

O contrato de fornecimento do GN foi firmado entre a ArcelorMittal Brasil e a GASMIG em 2006, sendo que o início de fornecimento se deu em setembro 2010. O perfil de consumo considerou a vazão requerida com a usina operando em condições típicas. Em caso de consumos adicionais sazonais, quando da falta de Gás de Alto Forno em casos de parada do mesmo, por exemplo, a ArcelorMittal pode contratar volumes adicionais temporários desde que estes estejam disponíveis no mercado. O Volume Contratual Mensal (VCM) considerado foi de 1.600.000 m<sup>3</sup>/mês, com valores mínimo e máximo de consumo pré-estabelecidos em função deste. O contrato prevê a correção dos volumes pelo Poder Calorífico Superior (PCS) de forma a considerar a energia efetivamente consumida pela ArcelorMittal Monlevade. Desta forma são feitas medições diárias do Poder Calorífico Superior (PCS) do gás natural em relação ao PCS padrão de 9.400 kcal/m<sup>3</sup> (1 atm e 20°C).



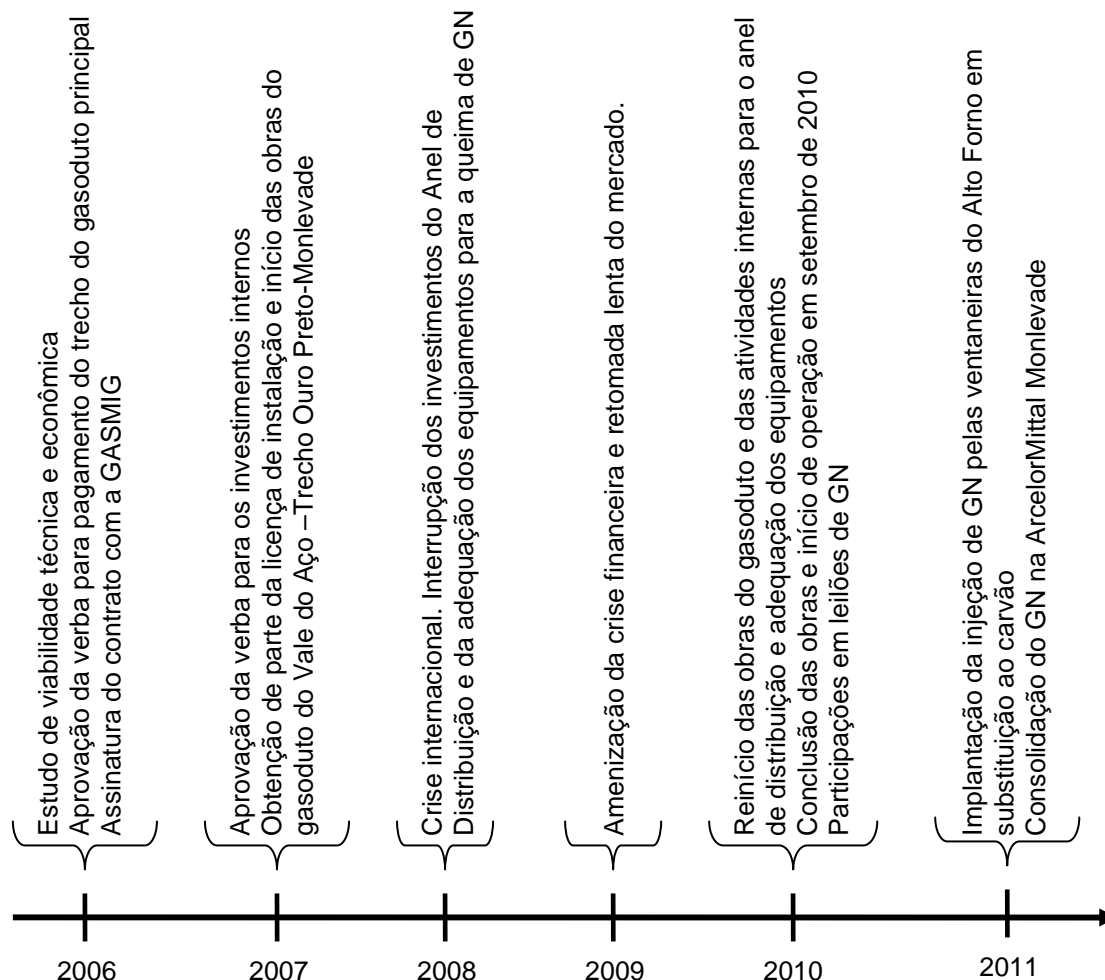


**Figura 6.** Filosofia do anel de distribuição de GN da ArcelorMittal Monlevade.

O terceiro projeto englobou as modificações e/ou regulagens dos equipamentos para a substituição dos combustíveis. A principal modificação realizada foi nas caldeiras, que utilizavam OC1A, onde foi necessária a completa substituição do sistema de combustão (queimadores, válvulas, tubulações e outros equipamentos) e dos sistemas de controle e segurança do processo (sistema supervisor, instrumentação, automatismo e procedimento operacional), sempre atendendo aos padrões de segurança exigidos para o processo de acordo com a Norma Regulamentadora NR13. Os outros processos: dos Laminadores (fornos de aquecimento); Sinterização (forno de ignição); Alto Forno (enriquecimento do GAF para os Regeneradores) e sistema de aquecimento de Carros Torpedo sofreram modificações apenas nos sistemas de medição e regulagens da relação ar/combustível para o controle da combustão.<sup>(4)</sup> Os outros processos já utilizavam o GNC e não demandaram modificações.

## 2.4 Principais Eventos

O contrato entre a ArcelorMittal Monlevade e a GASMIG foi assinado em 2006 e previa o início do fornecimento em 24 meses após a data da assinatura, mas fatores relativos à obtenção de licenças ambientais em determinados trechos onde passa o gasoduto do Vale do Aço, aliado com dificuldades de engenharia devido ao relevo muito acidentado da região e principalmente à crise financeira mundial que teve seu início em setembro de 2008, levaram a atrasos no cronograma das obras. A Figura 7 mostra os principais eventos ocorridos desde a assinatura do contrato até o início de fornecimento.



**Figura 7.** Histórico dos principais eventos da Implantação do GN na AMM.

A construção do Anel de Distribuição estava prevista para ser realizada em seis meses e mediante os atrasos em função das dificuldades encontradas pela GASMIG, a ArcelorMittal Monlevade ajustava o seu cronograma no sentido de reduzir os desembolsos com os investimentos. Desta forma, as obras para a construção do Anel de distribuição teve seu início em janeiro e conclusão em meados de agosto de 2010. No dia 08 de setembro de 2010 deu-se o início da pressurização com nitrogênio e testes do gasoduto do Vale do Aço e no dia 13 do mesmo mês se iniciou o consumo nos processos da ArcelorMittal Monlevade. A partir do dia 15 de setembro, todos os processos da usina de Monlevade já consumiam o GN via gasoduto. Em janeiro de 2011 deu-se início à injeção de GN no alto forno.

## 2.5 Ganhos Alcançados

Muitos ganhos decorrentes da substituição dos outros energéticos puderam ser verificados após a entrada do Gás Natural via gasoduto na usina de Monlevade. Dentre estes ganhos, destacamos os financeiros e os relativos à segurança no trabalho.



### 2.5.1 Ganhos financeiros

Como esperado na fase do estudo de viabilidade econômica, o ganho verificado pela substituição dos energéticos tais como o GLP, o GNC e o OC1A, foi, em média, da ordem de R\$ 600.000,00 por mês, o que significou economias de até 40% do valor gasto com estes combustíveis (Figura 8).

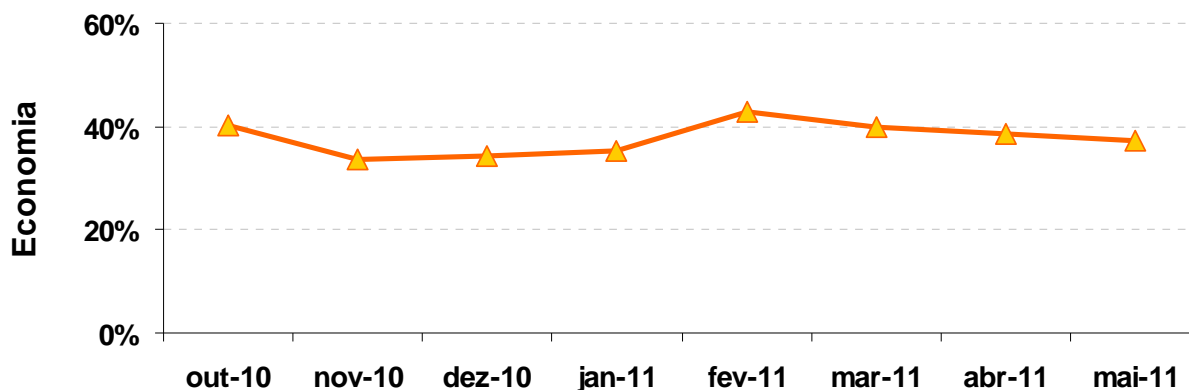


Figura 8. Percentual de economia obtida pelo GN frente ao GLP, OC1A e GNC.

Outra oportunidade de ganho verificada foi a atuação da empresa no mercado livre de Gás Natural que trouxe uma economia de aproximadamente R\$ 650.000,00 desde o início da operação em setembro de 2010 até maio de 2011, sendo que estes ganhos já estão contabilizados no gráfico da Figura 8.

### 2.5.2 Ganhos com manutenção e operação

Os ganhos com manutenção são visíveis, baseado na simplicidade das instalações, facilidade de queima e às características do GN.

As antigas instalações de GLP eram compostas de uma área de armazenamento de GLP líquido com cinco tanques de 115 m<sup>3</sup> cada, além de duas estações de vaporização compostas por geradores de água quente, bombas, trocadores de calor, compressores, válvulas, tubulações com isolamento térmico, etc. Para a operação segura desta instalação fazia-se necessário o cumprimento das determinações das normas NR-13 - Caldeiras e vasos de pressão e NR-20 – Líquidos combustíveis e inflamáveis. O trânsito de carretas para abastecimento dos tanques de GLP era de 30 carretas por mês, com uma operação que englobava riscos de segurança durante as descargas.

As instalações de OC1A eram compostas por dois tanques com capacidade para 30 toneladas cada, que necessitavam ser mantidos aquecidos a uma temperatura de 60°C para a redução da viscosidade do óleo, tornando-o adequado para a distribuição aos consumidores. A movimentação de carretas para o abastecimento de OC1A girava em torno de dez carretas por mês e a operação de descarga englobava riscos de segurança e de meio ambiente.

As instalações de GNC contemplavam uma área de estacionamento para três carretas com capacidade de armazenamento de 5.000 Nm<sup>3</sup> cada a uma pressão de 220 bar<sub>g</sub>; uma estação de redução de pressão com dois estágios para se atingir a pressão de operação da ordem de 2,2 bar<sub>g</sub> e uma sala de operação. A elevada pressão das baterias de GNC, a movimentação de 85 carretas por mês e a conexão na estação de redução de pressão eram outros agentes de risco para a segurança da usina.

Conforme exposto no item 2.4, a nova rede de Gás Natural é composta basicamente por: uma CMRP principal de propriedade da GASMIG e um anel onde cada consumidor é conectado por uma CMRP própria construída seguindo rígidos padrões de segurança. Esta configuração denota a simplicidade desta instalação frente às instalações necessárias para o consumo dos outros combustíveis citados neste item.

Em resumo o GN trouxe à usina de Monlevade uma redução nos custos de manutenção, bem como uma significativa economia de espaço físico.

### 2.5.3 Ganhos com segurança

Devido à densidade do Gás Natural em relação ao ar ser em torno de 0,6, em casos de vazamentos o Gás Natural se dissipa rapidamente. De acordo com a filosofia do projeto, todas as CMRPs estão em áreas abertas, o que, aliado à menor densidade do GN traz um ganho de segurança considerável em relação ao GLP que é bem mais denso que o ar em condições atmosféricas.

Outro ganho relativo à segurança no uso do GN é a sua alta temperatura de ignição (em torno de 622°C), o que dificulta uma ignição acidental, entretanto é importante ressaltar que fósforo e faísca podem causar ignição. Ademais o mesmo não entope maçaricos, aumenta a vida útil dos equipamentos que o utilizam e não exige tratamento dos gases de combustão.

## 3 CONCLUSÃO

Neste trabalho foram mostradas as análises para adequação dos equipamentos internos, a estrutura do contrato de fornecimento, o projeto conceitual da rede interna de distribuição construída, os principais eventos ocorridos, os ganhos alcançados, as alternativas para aquisição do gás natural e a flexibilidade operacional da ArcelorMittal Monlevade em caso de interrupção do seu fornecimento.

O mercado de gás no Brasil é extremamente “jovem” e está se estruturando, assim como a ArcelorMittal Monlevade está preparada para aproveitar as oportunidades na compra desta commodity, visando baixar seu custo operacional. Desta forma, uma abordagem financeira mostrou a viabilidade da utilização do GN, bem como citou algumas modalidades mercadológicas para a sua aquisição.

A aparente simplicidade das instalações de Gás Natural, comparada aos demais combustíveis é, sem dúvida, um ganho para a ArcelorMittal Monlevade no que tange a manutenção, segurança, operação e custos.

## REFERÊNCIAS

- 1 Balanço Energético Global 2010 – ArcelorMittal Monlevade.
- 2 GRAY, W. A. Kilham J. K.; Müller R. et al. Heat Transfer From Flames. London: Paul Elek, 1976.
- 3 CARVALHO JR., João Andrade de E LACAVA, Pedro Teixeira. Emissões em processo de combustão. São Paulo: Fundação Editora da UNESP 2003. 103 p.
- 4 ÇENGEL, Y. A.; BOLES, M. A. Thermodynamics. An Engineering Approach. 5ª ed. New York: McGraw-Hill, 2006.