

CONTROLE DE NÍVEL DO GASÔMETRO POR SUBSTITUIÇÃO DE COMBUSTÍVEL NA TERMOELÉTRICA: OTIMIZAÇÃO DO USO DE GÁS DE ALTO FORNO NA V&M DO BRASIL¹

Celso Dias Vieira²

Marcelo Versiani Carneiro³

Frederico Marques Rodrigues⁴

Resumo

Este trabalho descreve a modificação do sistema de controle de nível do Gasômetro da V&M do Brasil que teve como objetivos: a máxima utilização do Gás de Alto Forno (GAF) gerado internamente, a melhoria das condições operacionais e a redução de intervenções manuais na operação dos processos. A modificação consistiu na integração entre os sistemas de controle do Gasômetro e da Usina Termoeletrica (UTE), instalada na área interna da empresa. O novo sistema de controle passou a alterar a proporção de gás de alto forno e gás natural utilizada pela caldeira da UTE mantendo o nível do Gasômetro dentro de uma faixa de segurança, sem alterar a demanda energética solicitada pelo controlador de combustão da Caldeira. Como resultado desse trabalho, boa parte dos excessos de gás de alto forno no circuito passaram a ser aproveitados na caldeira da UTE ao invés de serem queimados nas tochas de segurança (*flares*) dos alto fornos.

Além disso, o sistema automático reduziu as intervenções manuais para troca de combustíveis e a necessidade de comunicação constante entre as equipes de operação dos vários processos envolvidos na atividade de controle de nível do Gasômetro. Isso gerou impactos positivos na qualidade dos produtos processados nos fornos consumidores de GAF e nas condições de trabalho das equipes envolvidas.

Palavras-chave: Gasômetro; Controle de nível; Gás de alto forno; Usina termoeletrica.

GASHOLDER LEVEL CONTROL BY REPLACEMENT OF FUEL IN THE THERMOPOWER PLANT: OPTIMIZATION OF BLAST FURNACE USAGE IN V&M DO BRASIL

Abstract

This paper describes the modification on the level control system of the gasholder of V&M do Brasil. The main objectives were the maximum utilization of the Blast Furnace Gas generated internally, the improvement of the operational conditions and the reduction of manual interventions on the process operation. The modification consisted of the integration of the level control system of the gasholder with the thermopower plant system installed on the site of V&M do Brasil. The new control system changes the proportion of Blast Furnace Gas and Natural Gas in the boiler of thermopower plant keeping the level of the gasholder within a safety range, not changing the energetic demand required by the combustion controller of the boiler. As result, part of the excess of Blast Furnace Gas has been used in the boiler of thermopower plant instead of be burnt in the Blast Furnace flares. Additionally, the automatic system has reduced the manual interventions to change the combustion gases and the necessity of constant callings between several operation teams of the process involved in the level gasholder control. This has generated positive results on the quality of the products manufactured in the furnaces that use Blast Furnace Gas and on the work conditions of the operation teams.

Key-words: Gasholder; Level control; Blast furnace gas; Thermopower plant.

¹ *Contribuição técnica ao 34º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 28º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 28 a 30 de agosto de 2013, Vitória, ES.*

² *Analista de Automação. V&M do Brasil. Belo Horizonte, Minas Gerais.*

³ *Engenheiro de Automação. V&M do Brasil. Belo Horizonte, Minas Gerais.*

⁴ *Engenheiro de Automação. IHM Engenharia. Belo Horizonte, Minas Gerais*

1 INTRODUÇÃO

A V&M do Brasil é uma siderúrgica integrada para a produção de tubos de aço sem costura. O processo de fabricação inclui dois alto fornos a carvão vegetal que tem como coproduto o gás de alto forno (GAF). Este gás gerado é distribuído e utilizado como combustível nos vários processos produtivos da empresa. Nestes processos o gás natural (GN) é a fonte de energia complementar ao gás de alto forno (GAF).

No processo de distribuição e utilização do GAF gerado existem vários equipamentos envolvidos e dentre eles um dos mais importantes é o Gasômetro.

O gasômetro é um reservatório de GAF com volume útil de 20.000 m³. Esse reservatório funciona por meio de uma tampa móvel, chamada de disco ou teto flutuante, que mantém o GAF do circuito a uma pressão controlada. A posição do teto flutuante (ou nível do gasômetro) determina o volume de GAF disponível nesse reservatório.

O Gasômetro possui três funções básicas:

- *Pressurização das redes de GAF:*

O gasômetro possibilita abastecer os diversos consumidores da usina, mantendo a pressão estável na rede de distribuição. Além disso, nos momentos de parada dos alto fornos, o gasômetro mantém as redes de GAF pressurizadas para evitar a entrada de ar.

- *Absorção de pequenas variações de produção e consumo de gás de alto forno:*

Nos momentos nos quais a produção de GAF nos alto fornos é maior que o consumo da usina o gasômetro absorve o excedente. Nos momentos em que a produção é menor que o consumo, o gasômetro cobre a diferença liberando o volume armazenado.

- *Homogeneização do GAF:*

O gasômetro contribui para a estabilidade da composição química do GAF acumulado a despeito de súbitas variações que possam ocorrer nos alto fornos. Isso reduz variações do poder calorífico do GAF contribuindo para uma maior estabilidade nos sistemas de combustão.

Nesse contexto, manter o nível do gasômetro dentro dos limites seguros para o processo e pessoas é a atividade mais importante do processo de distribuição de gás de alto forno.

O limitador nesse processo é que a capacidade de armazenamento não pode ser considerada como alternativa por prazos longos, pois enquanto a geração de gás dos alto fornos chega a taxas líquidas de 100.000 Nm³/h, a capacidade útil do gasômetro é de apenas 20.000 m³.

Isto significa dizer que se houvesse colapso na geração de gás, na situação de equilíbrio entre a oferta plena e consumo, a reserva do gasômetro seria suficiente apenas por 12 minutos. Por esta razão, nestas ocasiões tem que ser tomadas medidas drásticas e imediatas de corte de gás junto aos consumidores. Se o nível cair demais o disco pode encostar no fundo do gasômetro, despressurizando o circuito. Isso possibilita a entrada de ar na rede de gás criando uma atmosfera explosiva.

Por outro lado, se o nível subir demais o disco flutuante irá encostar nos batentes mecânicos da estrutura do gasômetro. Nesse momento a pressão de gás da rede aumentará possibilitando vazamentos de gás, tanto no próprio gasômetro quanta em vários pontos da rede de distribuição. Para evitar esse cenário, o sistema de controle existente aciona válvulas para a liberação do excedente de GAF para as tochas dos alto fornos. Energia é perdida para a atmosfera.

2 CENÁRIO ENCONTRADO

A distribuição do gás de alto forno da VMB é gerenciada a partir de uma cabine central de operação. O controle de nível do Gasômetro é uma das atividades executadas pelos operadores desta central. A Figura 1 apresenta um esquema básico do circuito de GAF da VMB:

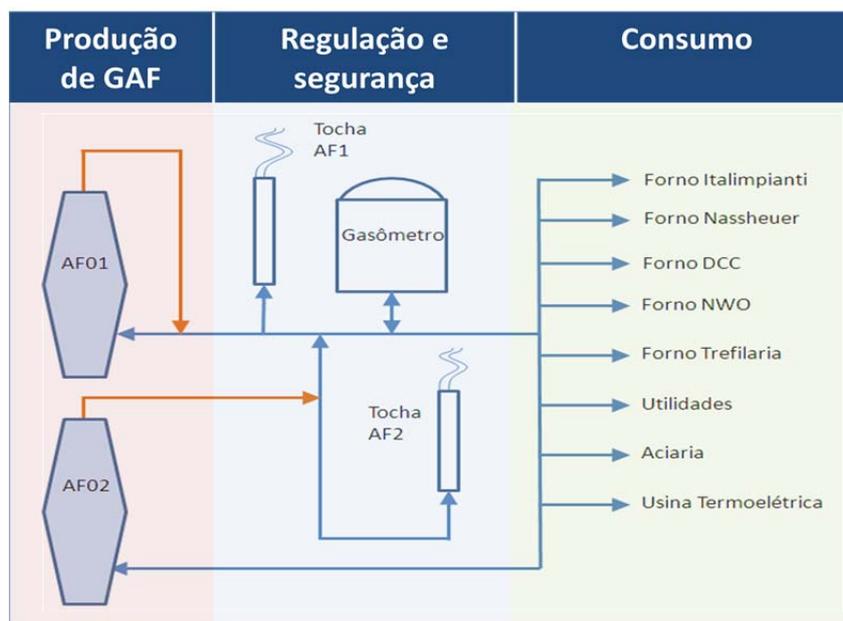


Figura 1 - Geração e distribuição de GAF da V&M do Brasil.

O controle de nível do gasômetro é feito em dois estágios: por meio da variação do consumo de GAF na usina e por meio da queima de GAF nas tochas dos alto fornos. A variação do consumo de GAF pela usina é feita por solicitação via telefone aos operadores dos maiores consumidores: quatro fornos de aquecimento e a usina termoelétrica (UTE). O operador da cabine central recebe as informações de geração e consumo pelos sistemas de informação disponíveis (sistema supervisório do gasômetro e sistema historiador da V&M), percebe a tendência do nível do gasômetro e toma a decisão de cortar ou liberar gás para os consumidores, conforme sua experiência.

A priorização de corte e liberação de consumo do GAF para estes consumidores é realizada seguindo um padrão operacional, a saber:

- forno de aquecimento com maior facilidade de realizar as trocas de combustível;
- forno de aquecimento das laminações com maior/menor utilização de GAF no momento;
- usina termoelétrica.

Na concepção da usina termoelétrica – projeto de parceria com a concessionária de energia elétrica – o objetivo era gerar energia a partir de uma sobra de GAF que a VMB não conseguia consumir internamente. Os benefícios para a VMB eram o menor custo, um *backup* de energia elétrica para as principais cargas na falta da energia da concessionária e o recebimento de Créditos de Carbono. Nesse sentido, a usina termoelétrica era a última opção para uma eventual redução de consumo de GAF.

Após 10 anos, com a otimização dos processos produtivos, não existe mais todo o excedente de GAF que motivou a instalação da termoelétrica. Assim sendo, verificou-se a necessidade de alguns ajustes e melhorias no sistema de distribuição de gás, a saber:

- **Melhor aproveitamento da energia**

Devido a natureza da operação do processo de controle de nível ser totalmente manual e dependente de vários operadores, notou-se um potencial de melhoria no que diz respeito à velocidade da adequação de “demanda x consumo” na situação de nível alto, evitando o descarte de gás.

- **Redução do risco de perda de qualidade dos produtos**

As constantes solicitações de substituição de combustível nos fornos consumidores da VMB provocam distúrbios no controle de temperatura, podendo causar perdas de qualidade nas laminações.

- **Estresse dos operadores envolvidos no processo**

Como existe muita variação no volume do GAF gerado, havia a necessidade de uma constante negociação da demanda disponível, entre os operadores da cabine central e os operadores das plantas consumidoras. Esta negociação provocava tensões no ambiente de trabalho. Foram verificadas situações de solicitação de mudança de posto de trabalho devido ao grande desgaste gerado.

3 PRINCIPAIS DESAFIOS DO PROJETO

Mesmo com estas expectativas de ganho, houveram desafios que precisaram ser vencidos para implantação do projeto:

- **Quebra de paradigma:** foi necessário mostrar que no balanço líquido de energia, a dinâmica de distribuição de gases proporcionava melhor aproveitamento da energia quando os fornos eram priorizados para consumo de GAF em relação à UTE.
- **Interface com a concessionária de energia elétrica:** pelo fato da termoelétrica ser de responsabilidade da concessionária houve a necessidade de uma negociação de caráter técnico e comercial para execução das atividades.
- **Falta de conhecimento acerca da infraestrutura existente na UTE.**

4 OBJETIVO

Este trabalho visa demonstrar a melhora do sistema de controle de nível do Gasômetro, tendo como grande motivação a eficiência energética. Adotou-se uma solução simples, com baixo custo de implantação. O resultado foi o melhor aproveitamento na utilização do GAF nos processos internos e a conseqüente redução na utilização de GN. Além disso, o projeto também proporcionou melhoria das condições de trabalho trazendo grande satisfação aos operadores envolvidos.

5 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

A partir dos problemas identificados foi iniciado o projeto para o desenvolvimento de um sistema de controle de nível do gasômetro por meio da troca de combustível nos consumidores da usina de forma automática.

Primeiramente, verificou-se que a priorização da utilização de GAF estava inadequada. A primeira opção de variação do consumo de GAF deveria ser a UTE e

não os fornos da laminação. Isso porque a UTE é a maior consumidora de GAF da VMB e não está associada à qualidade dos produtos.

Para evitar problemas de parada de processo e falhas operacionais durante a execução do projeto, foi desenvolvido um ambiente de testes de laboratório. Nesse ambiente, foi possível simular e aprovar tecnicamente as estratégias de controle dos sistemas de automação a serem implantados.

5.1 Descritivo Técnico

A Figura 2 apresenta o diagrama simplificado da solução adotada. O sistema possui duas malhas de controle PID (proporcional, integral, derivativo) para o nível do gasômetro. A primeira atua na abertura das válvulas que conduzem o GAF para as tochas e tem a função de garantir a segurança operacional.

Uma segunda malha de controle PID foi implementada para calcular o volume de GAF disponível para a UTE. Essa nova malha passou a ser o principal ativo controlador (malha de operação) e mantém o nível do gasômetro entre 50% e 87%. Acima de 87% o controlador de segurança entra em operação.

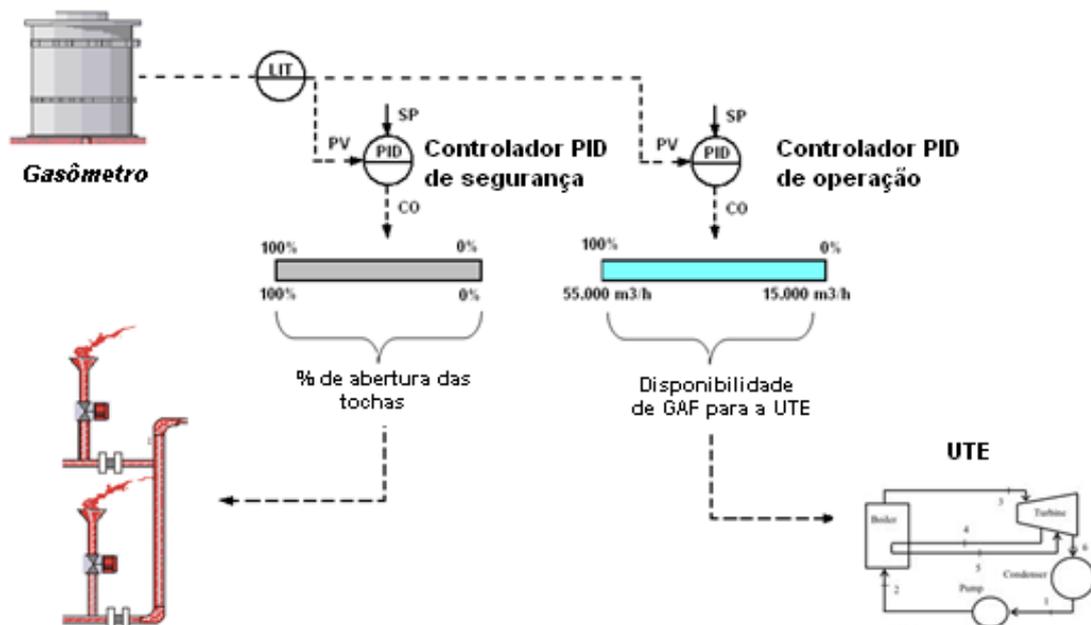


Figura 2 - Estratégia de controle do nível do gasômetro implantada.

A saída da malha de operação é enviada ao sistema da UTE, via cabo elétrico e sinal de 4 a 20 mA, como demanda de GAF disponível entre 15000 e 55000 Nm³/h. O valor de 15000Nm³/h garante uma vazão mínima de GAF para a UTE preservando as limitações do sistema de medição e controle.

A usina termoeletrica gera energia por meio de uma turbina acionada por vapor em alta pressão. Neste caso, a caldeira que gera o vapor para acionamento da turbina pode utilizar no seu sistema de combustão tanto o GAF puro quanto GN puro ou os dois combustíveis simultaneamente.

A principal malha de controle PID do sistema de combustão da UTE é a malha de controle de pressão de vapor da caldeira. Essa malha calcula a energia necessária para suprir o vapor para a turbina. A partir desse valor, são calculadas as vazões dos combustíveis e do ar de combustão. Nesse ponto o sistema foi modificado de forma a receber o sinal do controlador de nível do Gasômetro como valor disponível

de GAF e completar a energia necessária na combustão da caldeira com GN. É premissa para que o sistema funcione, que a caldeira da UTE esteja utilizando na combustão, o gás de alto forno e o gás natural simultaneamente.

Quando o nível do Gasômetro sobe, o controlador envia um sinal para o controlador da UTE aumentando a disponibilidade de GAF. O controlador da UTE recebe esta informação, aumenta o consumo de GAF de acordo com a demanda disponível e calcula a vazão de GN complementar mantendo a energia necessária para a produção de vapor. Com o aumento do consumo de GAF na UTE o nível do Gasômetro diminui e se mantém dentro da faixa de segurança.

Na condição de nível baixo do gasômetro, acontece o inverso. A disponibilidade de GAF informada é reduzida. E o sistema substitui GAF por GN. A redução no consumo de GAF contribui para a elevação do nível do gasômetro. A Figura 3 descreve os detalhes do sistema de controle de combustão da UTE.

Para evitar que a substituição de combustível viesse a provocar distúrbios no controle de pressão da caldeira e possível falha nos sistemas da turbina, foi realizada uma revisão dos parâmetros de sintonia das malhas de controle da caldeira da UTE. Também foi configurado um filtro para a informação de disponibilidade GAF proveniente do gasômetro. Este filtro garante variações de demanda suaves preservando a estabilidade do controle. Se necessário, é possível alterar a taxa de variação desse filtro para adequação de condições operacionais.

No supervísório de operação da UTE foi configurado um botão de seleção do modo de controle. O operador define se a disponibilidade de GAF será informada remotamente (pelo gasômetro) ou localmente. Desta forma, manteve-se o pleno domínio do operador da UTE sobre o seu processo. Caso ocorra qualquer falha do controle provocado por este automatismo o operador tem a possibilidade de desabilitar o sistema. Em contra partida, no supervísório da cabine central o operador recebe a informação de consumo de GAF e GN da UTE e se o sistema está habilitado ou não para controle em automático.

Malha de Controle de Pressão da Caldeira da UTE Barreiro

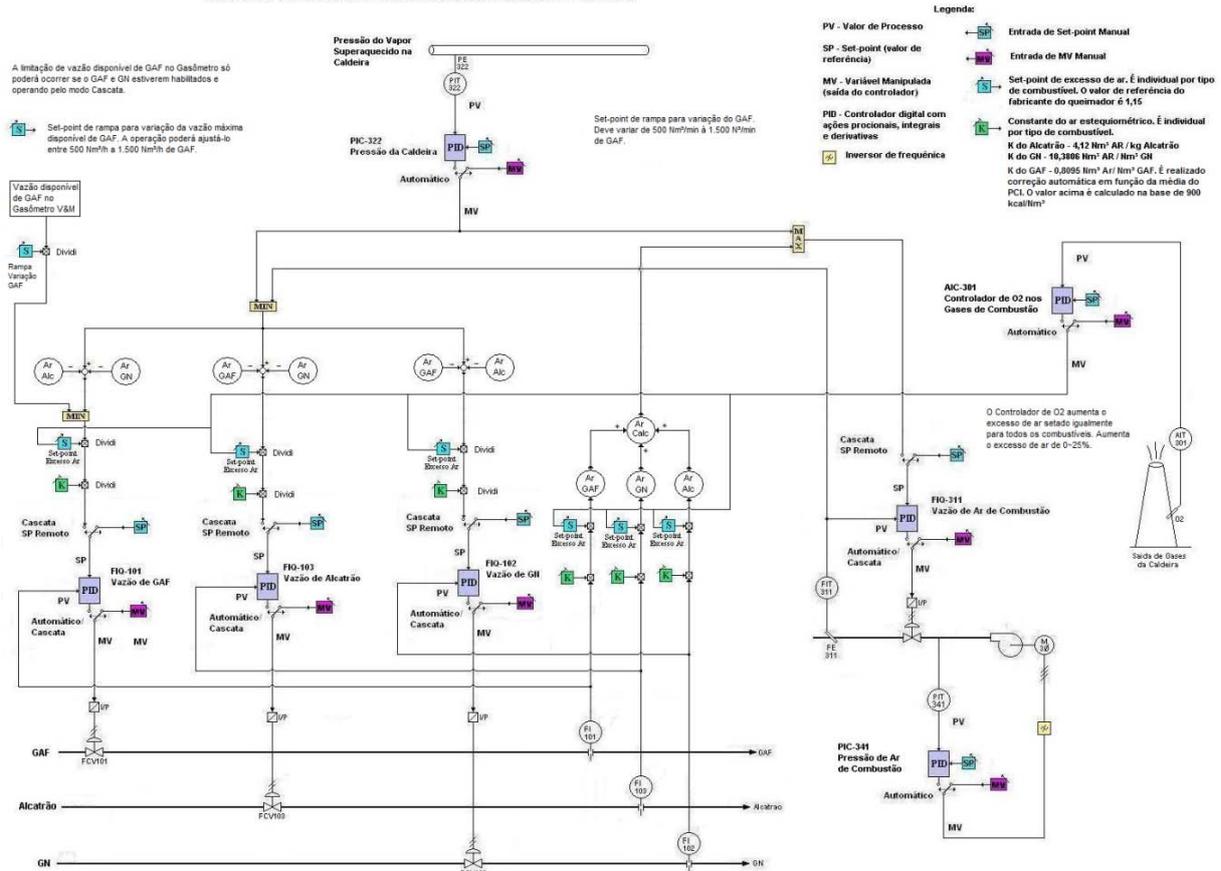


Figura 3- Malhas de controle da UTE Barreiro e interface com Gasômetro.

6 RESULTADOS

Com a implantação do projeto obteve-se resultados tangíveis e intangíveis em quatro dimensões.

6.1 Redução de Custo

Em 2012, antes da implantação do projeto, foram apuradas perdas médias de 15% da geração de GAF. Ou seja, de toda a geração de gás dos Altos Fornos da VMB, 15% deixava de ser utilizado em seus processos internos, ao mesmo tempo em que era comprada a mesma quantidade de energia em Gás Natural.

Após a implantação do projeto, as perdas médias de GAF em relação à produção total caíram para 11%. Em volume, de agosto de 2012 a março de 2013, mais de 20.000.000 m³ de GAF foram corretamente aproveitados no processo produtivo gerando economias superiores a R\$2.000.000,00.

A Figura 4 mostra o comportamento das principais variáveis do processo antes do projeto. Observa-se que em vários momentos onde o nível do Gasômetro estava alto, GAF estava sendo descartado nas tochas ao mesmo tempo em que GN estava sendo utilizado na UTE.

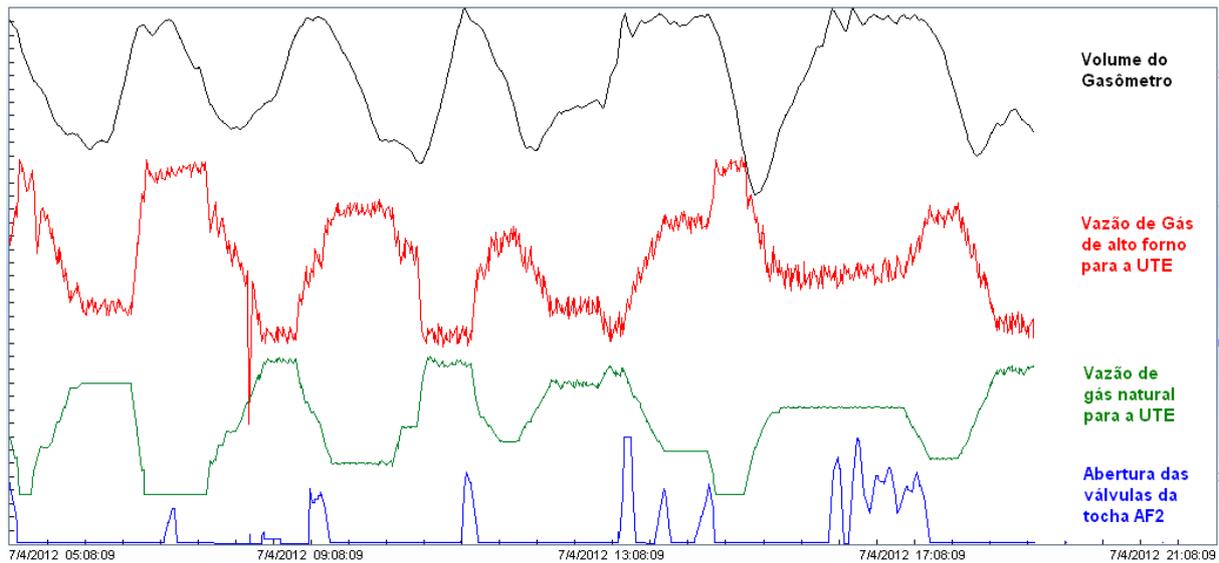


Figura 4- Controle de nível do Gasômetro antes do projeto.

A Figura 5 mostra o comportamento das principais variáveis do processo após o projeto. Observa-se que para uma situação semelhante (gráfico anterior) de alto nível do Gasômetro não houve o descarte de GAF nas tochas dos Alto Fornos. O excedente foi todo utilizado na UTE, substituindo o GN de forma automática.

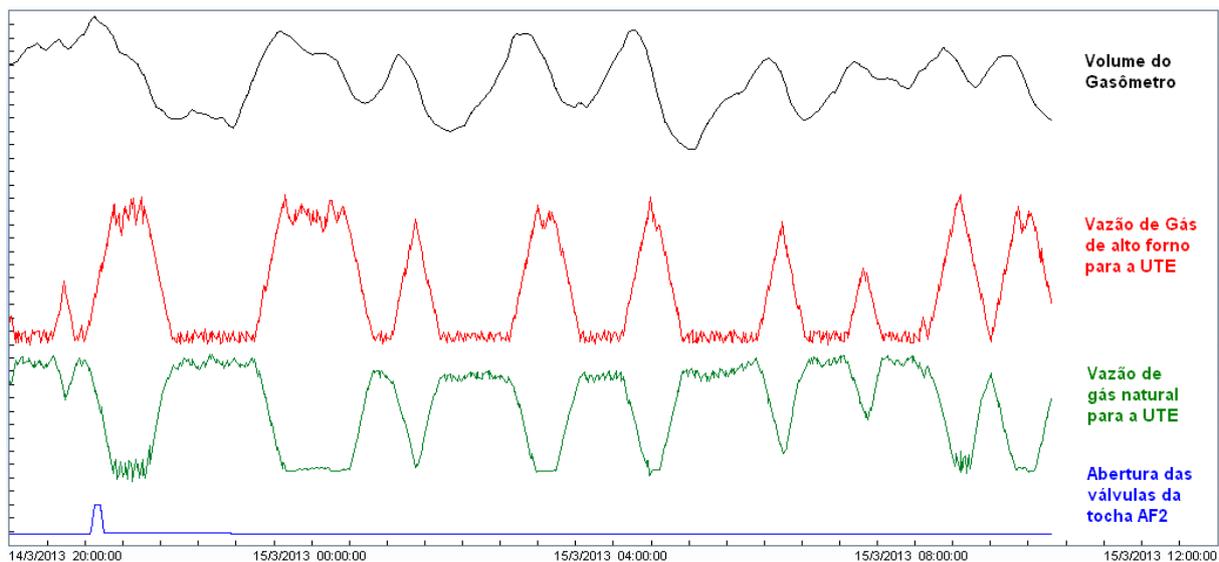


Figura 5 - Controle de nível do Gasômetro após implantação do projeto.

O gráfico da Figura 6 mostra a evolução do aproveitamento de GAF nos processos internos da VMB. Podemos observar a melhoria alcançada. Em 2012 a ação mais impactante foi a implantação deste projeto a partir do mês de agosto.

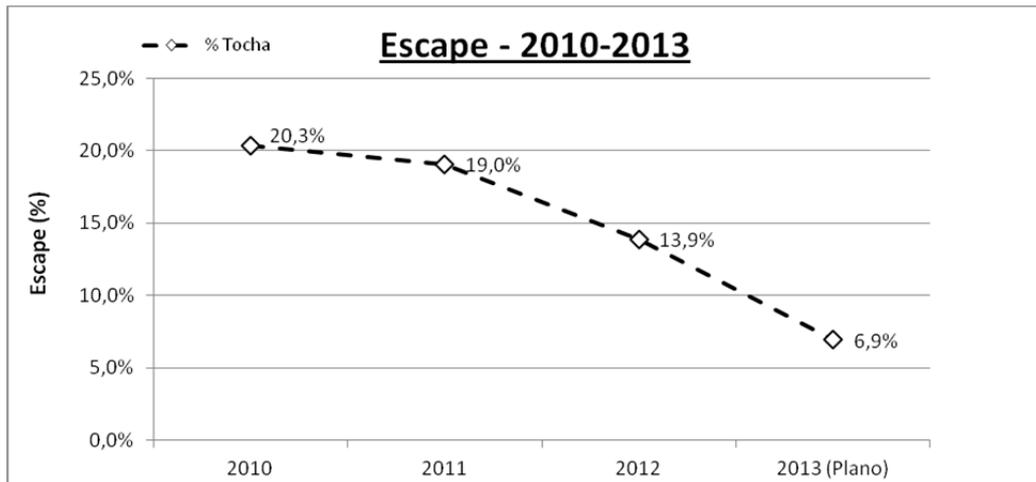


Figura 6 - Evolução das perdas de energia (escape de GAF para a tocha) em relação à produção total de GAF.

6.2 Qualidade

Pela forma de priorização e método de controle anterior, ocorriam muitas intervenções nos processos ligados diretamente à qualidade do produto. Com a implantação do projeto, o número destas intervenções foram reduzidas deixando o controle de temperatura dos fornos mais estável.

6.3 Segurança

Com a redução das intervenções do operador no processo ao automatizar o sistema de controle de nível do Gasômetro, o risco de acidentes no sistema de distribuição de GAF diminuiu.

6.4 Pessoal

Com o sistema automatizado a interface via contato telefônico entre o operador da cabine central e os operadores dos fornos consumidores de GAF não acontece com tanta frequência. Com isto, as tensões no ambiente de trabalho diminuíram. Este fato foi comprovado por meio de entrevistas realizadas com os próprios operadores dos sistemas.

6 CONCLUSÃO

A automação e as técnicas de controle aplicadas à distribuição do gás de alto forno mostrou-se uma abordagem promissora na VMB. Por meio de uma solução simples e de baixo investimento, resultados expressivos foram obtidos em várias dimensões: redução de custo, qualidade, segurança e pessoal. Além disso, a grande redução de consumo de energia observada vai de encontro com os programas corporativos de redução de emissões de carbono do grupo Vallourec.

Entretanto, ainda existe um caminho a ser percorrido. Temos um potencial de 6% da geração de GAF que precisa ser melhor aproveitado nos processos internos da usina. Nesse sentido, faz-se necessária a ampliação da variação automática de consumo de gás de alto forno para outras unidades dentro da VMB.

Este projeto abriu a visão da equipe técnica da VMB e já foram iniciados estudos para a ampliação do sistema e para o uso de tecnologias avançadas de controle visando uma melhor distribuição do gás de alto forno.