

NOVA FERRAMENTA DE GESTÃO PARA ANÁLISE DE DESEMPENHO DE MASSA DE TAMPONAMENTO DE ALTOS-FORNOS OTIMIZANDO O ESGOTAMENTO DE GUSA E ESCÓRIA¹

*Bruno Nunes Amorim²
Danilo Augusto Bomfim³
Roberto da Cruz Jr.⁴
Nivaldo Gomes Martinelli⁵
John H. B de Oliveira⁵*

Resumo

Massa de Tamponamento é um dos insumos primordiais para a operação e esgotamento dos Altos Fornos. A complexidade de correlacionar os parâmetros operacionais com a otimização deste produto, tem desafiado os usuários e fabricantes de refratários. Através desta nova ferramenta de análise, é possível, identificar e correlacionar fatores como a metodologia de operação da casa de corrida, os parâmetros dos altos-fornos e seus desvios com os índices de desempenho da massa de tamponamento, contribuindo para a assertividade e rapidez no desenvolvimento de novas formulações e otimização no esgotamento de gusa e escória. Foi criada uma nova rotina de gerenciamento de banco de dados, onde o tratamento e as análises são feitas sistematicamente através de interface simplificada. Parâmetros do alto-forno, metodologias de operação e índices de desempenho da massa de tamponamento são facilmente correlacionáveis em vários níveis. A nova ferramenta permite, ao mesmo tempo, análises amplas e específicas com confiabilidade; permitindo ao usuário segurança e agilidade na tomada de decisão. Trabalho desenvolvido entre a Saint-Gobain e a ArcelorMittal Tubarão possibilitou a identificação de interações e correlações entre os parâmetros avaliados permitindo tomadas de decisões mais rápidas tanto em relação aos ajustes de metodologia de casa de corrida como na agilidade do desenvolvimento de novas formulações de massa de tamponamento.

Palavras-chave: Massa de tamponamento; Gestão; Esgotamento; Correlação.

NEW MANAGEMENT TOOL FOR ANALYSIS OF PERFORMANCE OF TAP HOLE MIX TO IMPROVE THE PIG IRON AND SLAG DRAIN.

Abstract

Tap hole mix is a primordial stuff to blast furnace operation and drain. The high complexity to correlate operational parameters with the improvement that product had challenge users and producers of refractory. Using this analysis tool, is possible, identify and correlate items as operational methodology of casting house, blast furnace parameters and deviations of performance index of tap hole mix, contributing with the reliability and speed of developing of new tap hole formulation to improve the blast furnace drain of slag and pig iron. Was create a management routine of data, where all of treatments and analysis are making systematically using a simple interface. Blast furnace parameter, methodology of operation and performance index of tap hole mix are easily correlated in several levels of analysis. The new tool allows, in a same time, a wide and specific analysis with reliability, allowing to user security and speed in decision making. This work was developed in ArcelorMittal Tubarão enabled identify interactions e correlations between performance parameters analyzed speeding decision making to adjust related with casting house as well to develop new tap hole formulations.

Key words: Tap hole mix; Management; Drain; Correlation.

¹ *Contribuição técnica ao 39º Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas e 10º Seminário Brasileiro de Minério de Ferro, 22 a 26 de novembro de 2009, Ouro Preto, MG.*

² *Especialista em Engenharia de Aplicação, Saint-Gobain, Vitória, ES*

³ *Engenheiro de Vendas, Saint-Gobain, Vinhedo, SP*

⁴ *Especialista de Altos Fornos, AMT, Vitória, ES.*

⁵ *Técnico de Aplicação, Saint-Gobain, Vitória, ES.*

1 INTRODUÇÃO

Massa de Tamponamento é um dos insumos primordiais para a operação e esgotamento dos Altos Fornos. A complexidade de correlacionar os parâmetros operacionais com a otimização deste produto tem desafiado os usuários e fabricantes de refratários.

Foi desenvolvido então, uma ferramenta de gestão que permite avaliar a sua performance com os principais parâmetros operacionais bem como as metodologias de casa de corrida dos alto fornos. De simples utilização este sistema utiliza banco de dados único, permite a navegação entre as informações de diversos períodos, possibilitando suas comparações, visando assim um melhor entendimento e avaliação da performance das massas de tamponamento.

Devido a grande dinâmica envolvendo a evolução dos materiais refratários em altos-fornos é possível, em um curto espaço de tempo, avaliar a performance da massa de tamponamento em relação a condição operacional. Assim sendo possível propor ajustes de nas formulações das massas de tamponamento, bem com ajuste nas metodologias de casa de corrida.

2 METODOLOGIA

A interface simplificada permite agilidade para acessar as informações solicitadas conforme podemos visualizar na Figura 1.

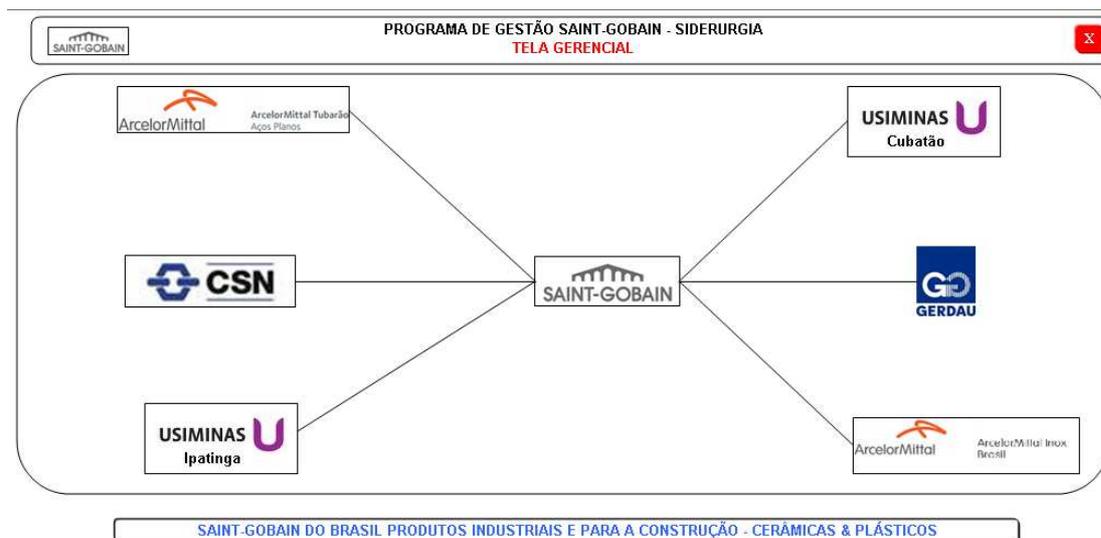


Figura 1 – Tela de Navegação – Interface das Usinas.

Baseados nos dados oferecidos pela usina siderúrgica é feito uma adequação para o modelo desenvolvido pela Saint-Gobain estando então aptos à serem utilizados nas planilhas e gráficos, conforme demonstrado na Figura 2.

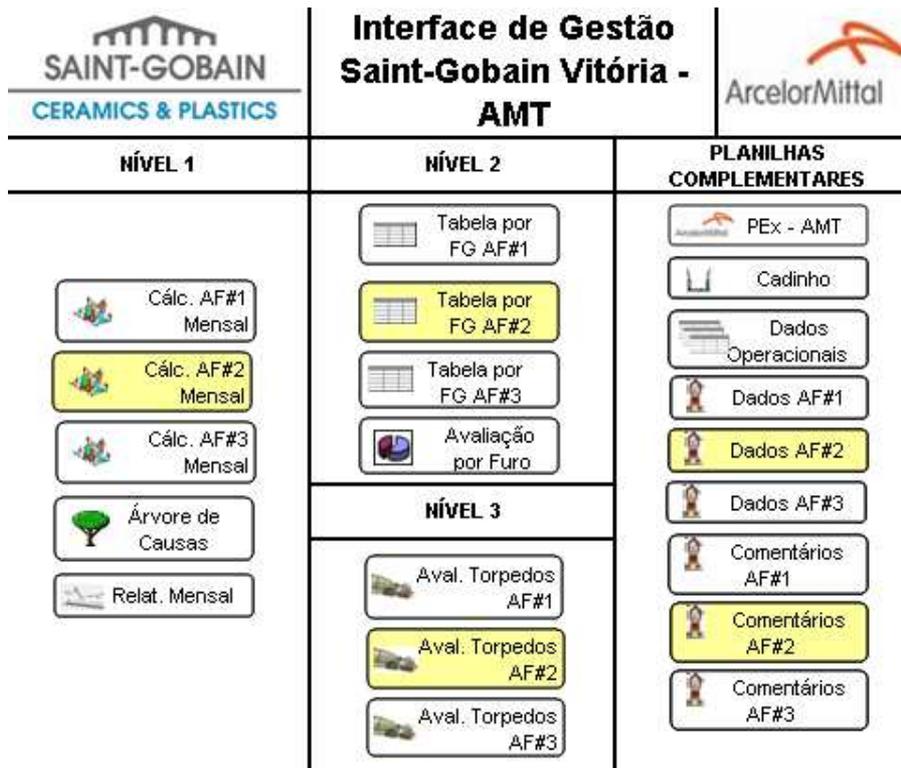


Figura 2 – Tela de Navegação – Interface de Dados.

A fim de simplificar as avaliações técnicas, foi montado um navegador que permite um rápido acesso às informações desejadas. Conforme mostrado na Figura 2, é possível utilizar diversos níveis de detalhamento; o nível 1, consiste em uma análise global dos dados do Alto fornos, não considerando as diferenças entre casas de corrida e furos de gusa.

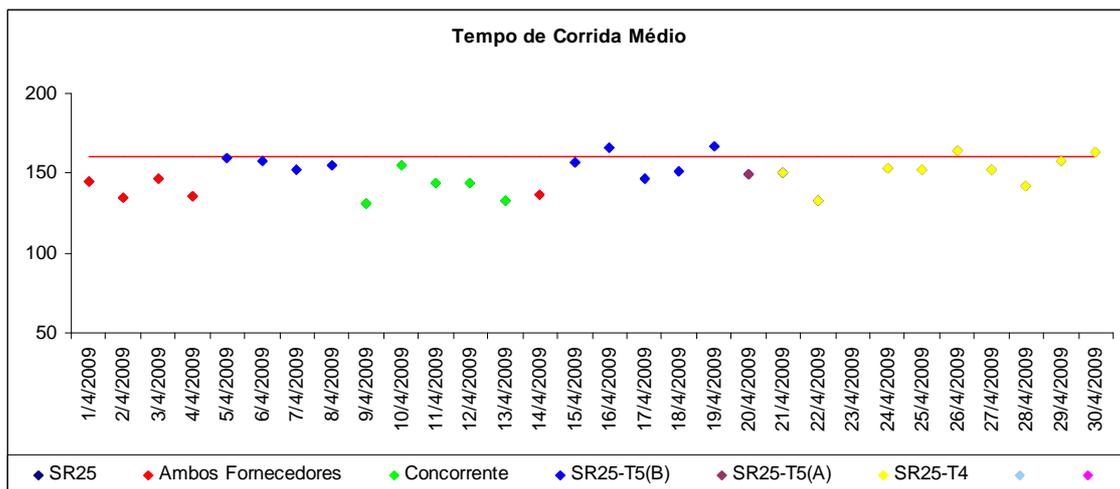


Figura 3 – Curva de avaliação global – tempo de corrida.

Uma boa vantagem deste nível é possível avaliarmos as curvas de tendência, tanto do material de consumo comum, quanto para testes aplicados (Figura 3).

Também para facilitar a identificação de desvios, é possível utilizar a ferramenta “Arvore de Causas” que indica quais são os parâmetros que apresentam desvios e quais são suas possíveis causas, acelerando e direcionando assim a

Tabela 2 – Valores médios por furo de gusa dos parâmetros de controle do alto-forno

Produto	Target	SAINT GOBAIN					
		SR25					
Casa de Corrida		CC1	CC4	CC1	CC1	CC2	CC4
Início	-	1/6/2009	5/6/2009	1/6/2009	2/6/2009	10/6/2009	1/6/2009
Final		6/6/2009	5/6/2009	2/6/2009	9/6/2009	12/6/2009	11/6/2009
Comprimento de Furo de Gusa		3.780	3.600	4.033	3.688	3.592	3.791
Tempo de Corrida		166,8	162,0	135,0	165,3	147,6	154,5
Corridas/Dia		8,6	8,0	8,5	9,3	9,3	9,0
Índice de Escória		96,16%	98,15%	90,52%	96,36%	93,55%	97,34%
Pressão de injeção		245,3	250,0	236,7	242,1	236,3	238,3
Número total de Corridas		15	1	3	24	12	46
Paradas de Pistão							2,17%
Retorno de Massa					4,17%	8,33%	
Trincas					4,17%	8,33%	2,17%
Consumo de Brocas		1,00	1,00	1,00	1,00	1,17	1,20
Diâmetro de Broca		53,0	53,0	53,0	53,0	52,5	53,0
Consumo de Barras							
Consumo de O ₂		0,33		0,33	0,08	0,42	0,09
Temperatura de Gusa		1.506,1	1.508,0	1.526,0	1.499,6	1.504,3	1.506,9

Também podemos verificar tendências específicas das casas de corridas ou dos furos de gusa, sendo possível correlacionar os diferentes parâmetros identificando possíveis influências, conforme podemos observar na Figura 5.

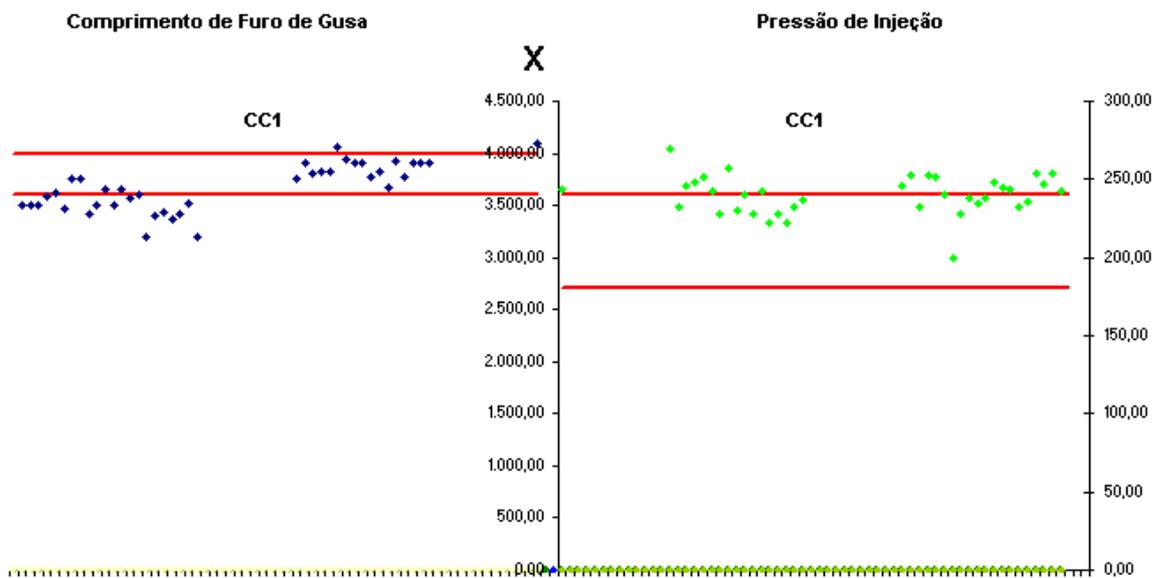


Figura 5 – Gráficos de avaliação por casa de corrida – Correlação Comprimento de furo de gusa x pressão de injeção.

Em um 3º nível de detalhamento, podemos avaliar o comportamento durante a corrida (desenvolvimento do diâmetro do furo de gusa durante a corrida), onde é possível avaliar o processo de início de corrida, como das ferramentas utilizadas até se a massa de tamponamento vem atendendo a demanda da produção. Na Figura 6 é apresentada uma curva de acompanhamento do diâmetro de broca utilizada para a abertura do furo de gusa em relação à quantidade de torpedos obtidos na corrida.

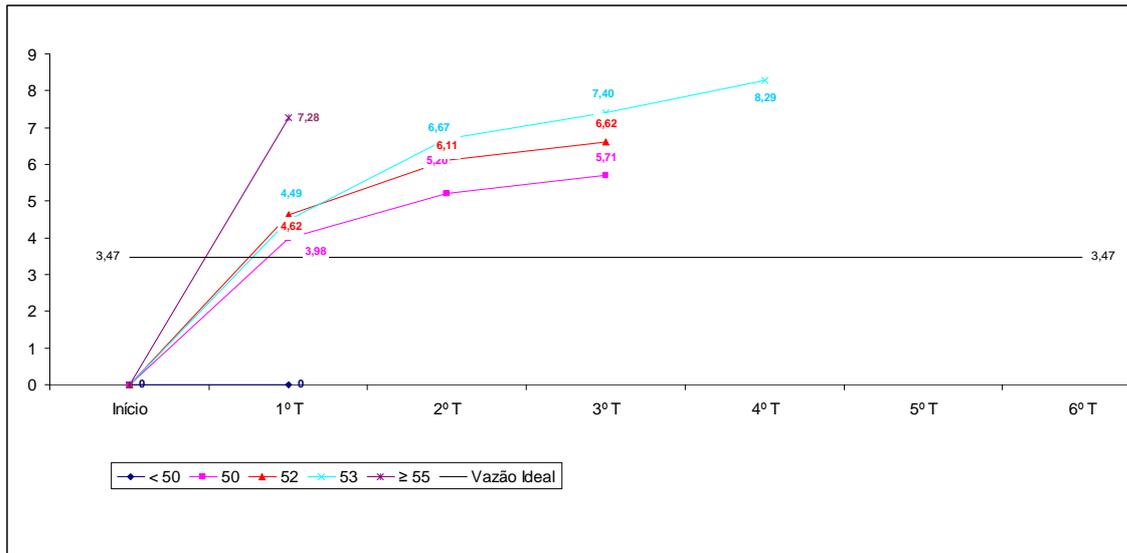


Figura 6 – Gráficos de evolução do diâmetro de furo de gusa.

Estão inclusas na ferramenta as planilhas complementares e de banco de dados. As complementares se tratam de informações específicas que contribuem para uma melhor avaliação dos dados (Cadinho e Dados Operacionais).

As do banco de dados; são os dados tratados de corridas e dos comentários dos acompanhamentos da aplicação que abastecem automaticamente os gráficos.

Tabela 3 – Comentários de acompanhamento de aplicação

	Número de Corridas	CFG	IE
Geral	AF apresentando melhora no número de corrida, mas foi muito influenciada pela instabilidade observada na primeira quinzena do mês.	Foram observadas muitas oscilações no comprimento de furo de gusa, devido à retornos de massa apresentados e Paradas de Pistão.	As Variações observadas são devido às paradas programadas do forno.
FG#1	Número de corrida baixo, devido ao tempo de corrida elevado, em operação apresentou média de 8,34 corridas/dia.	Início de operação no dia 23/03, com rápida recuperação de comprimento.	Não apresentaram grandes variações
FG#2	Número de corrida próximo ao solicitado em contrato. Foram utilizadas brocas menores (50 e 52mm) apresentou média de 9,71 corridas/dia.	FG operando desde o início do consumo de Março. Podemos atribuir a maior variação do comprimento à parada programada do forno, recuperando o comprimento rapidamente.	Não apresentaram grandes variações

Após uma avaliação criteriosa, é possível verificar o que pode ser feito, em relação à ajuste de formulação, que melhor atende a condição mais recente do forno.

Podemos resumir a metodologia de utilização dessa ferramenta pela Figura 7, que demonstra o fluxo para tomada de decisões, tanto operacional (ajuste de metodologia de casa de corrida) quanto de ajuste de formulação de massa de tamponamento.

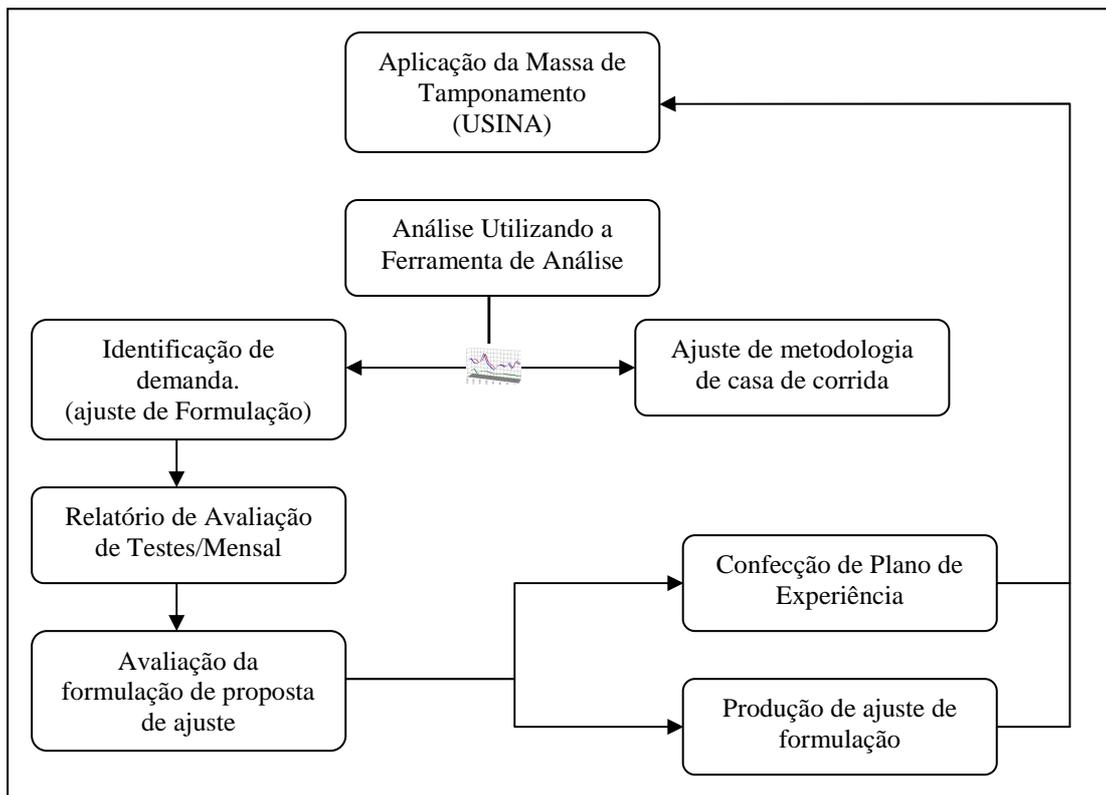


Figura 7 – Fluxograma de Utilização da Massa/Ferramenta.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esse trabalho foi desenvolvido juntamente com a ArcelorMittal Tubarão, onde contribuiu com a rápida demanda apresentada; podemos exemplificar a utilização deste sistema conforme foi utilizado no aplicados no AF#3.

Apresentar um bom esgotamento de gusa e escória sempre foi o principal objetivo dos fornecedores de massa de tamponamento.

Ao realizarmos análises rotineiras foi possível identificarmos semelhanças entre diferentes períodos de aplicação; estas análises servem como históricos possibilitando a utilização de conceitos ou formulações em situações mais recentes. Como podemos observar nas Figuras 8 e 9, em 2008 foram observadas pressões de injeção elevadas (Figura 9), que influenciaram diretamente os comprimentos de furo de gusa (Figura 8), através de análises dos dados operacionais e de performance da massa, foi possível sugerir um ajuste de formulação visando melhorar a injetabilidade, bem como ajustar a performance.⁽¹⁾

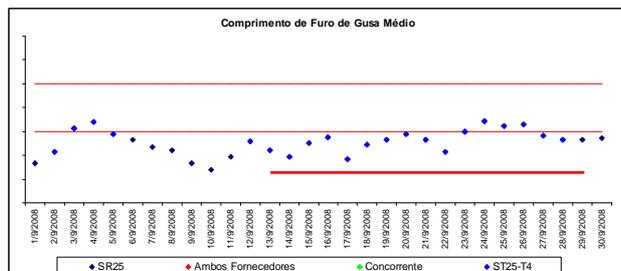


Figura 8 – Média de comprimento de furo – set/08.

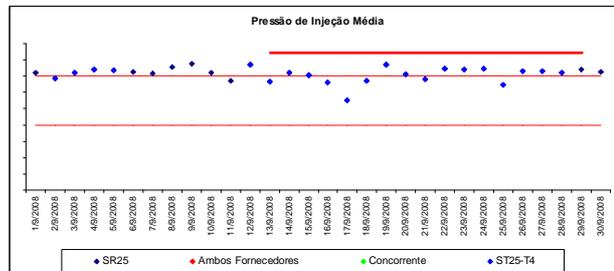


Figura 9 – Média de Pressão de injeção set/08.

Em destaque nas Figuras 8 e 9, segue o período de aplicação do ajuste sugerido.

Neste mesmo período foi avaliada a utilização dos diferentes diâmetros de broca para a abertura dos furos de gusa, na Figura 10 seguem as curvas observadas no mês de setembro de 2008, onde podemos identificar que diâmetros menores não influenciam negativamente no esgotamento do forno, e sim se comportam de forma muito semelhante à brocas maiores.

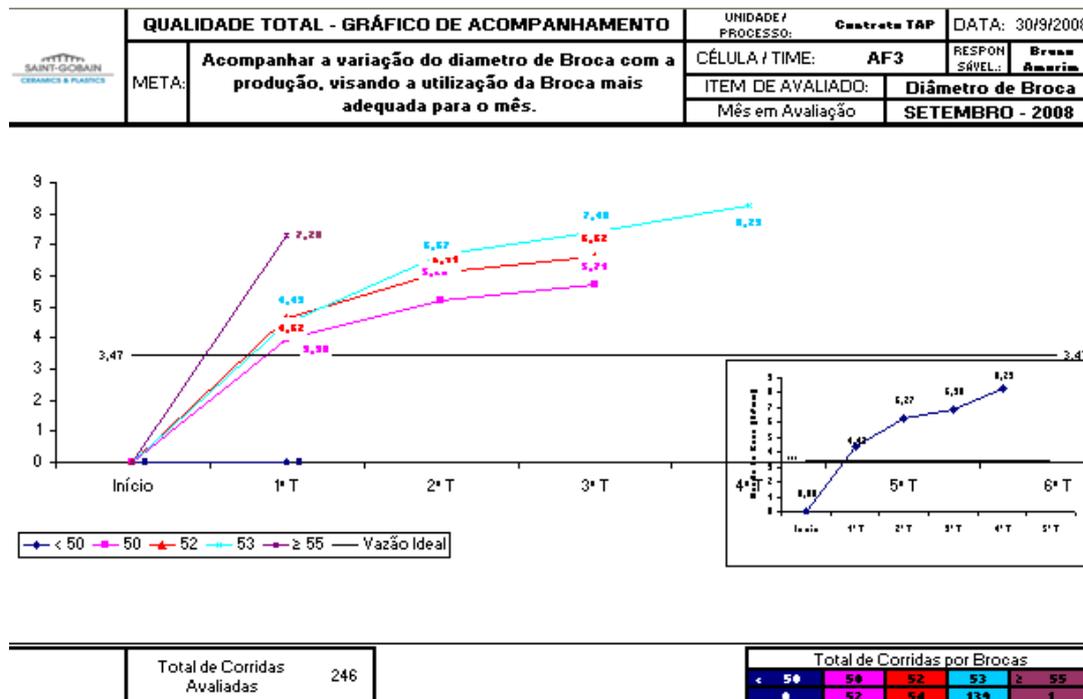


Figura 10 – Curva de Vazão de gusa por diâmetro de broca - Set/08.

Como o desenvolvimento de massa de tamponamento é um processo contínuo, novas formulações surgiram e se tornaram de uso contínuo.

Durante o consumo do mês de abril de 2009, foram observadas condições muito semelhantes às verificadas em 2008 conforme podemos verificar nas Figuras 11 e 12. Tais semelhanças de comportamento nos permitiram sugerir a utilização da mesma formulação daquele período. Em destaque nas Figuras o período de aplicação do material ajustado.^(2,3)

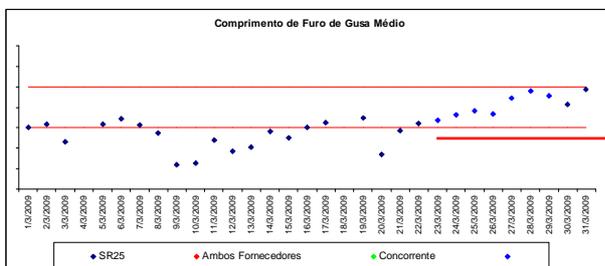


Figura 11 – Média de comprimento de furo – abr/09.

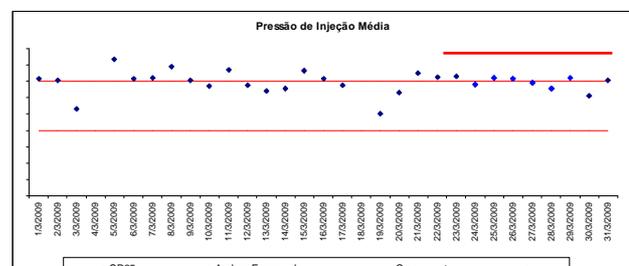


Figura 12 – Média de Pressão de injeção – abr/09.

Conforme podemos observar nas Figuras 13 e 14, o comportamento não se restringe apenas a uma casa de corrida ou furo de gusa, e sim de forma semelhante em ambas casas de corrida, indicando que um ajuste de formulação é mais indicado.

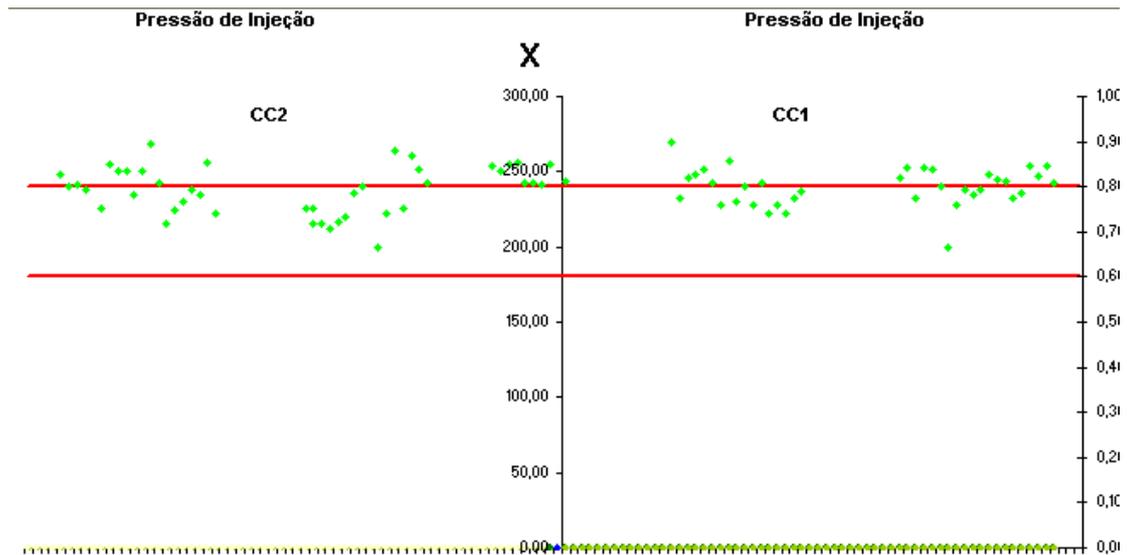


Figura 13 – Curva de correlação entre as casas de corrida – Pressão de Injeção.

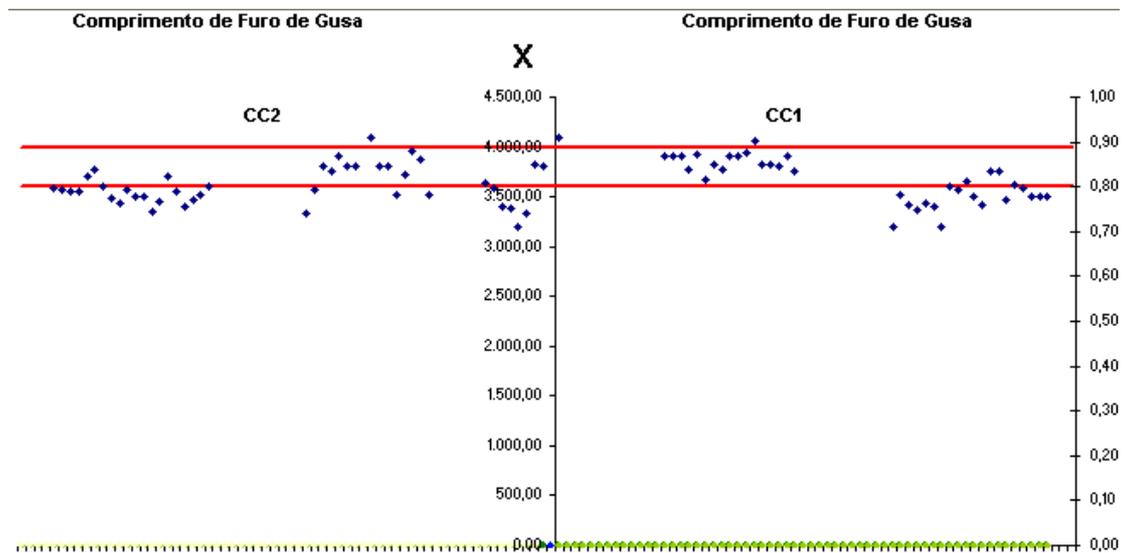


Figura 14 – Curva de correlação entre as casas de corrida – Comprimento de Furo.

Esta ferramenta é de grande valia, principalmente nas atividades diárias, pois devido a sua fácil atualização é possível realizar avaliações diárias permitindo um maior controle dos parâmetros e identificação de possíveis desvios. Na Tabela 4 podemos verificar a alteração da formulação em questão.

Tabela 4 – Alteração da formulação a partir da utilização da ferramenta

Material	Antes	Depois
SiC + C	++	+
SiO ₂ + Si	++	+
Al ₂ O ₃	+	++
Si ₃ N ₄	++	+

Fazendo uso de todas estas ferramentas é possível, de uma forma mais rápida identificar e atender uma demanda em cada usina, objetivando um melhor esgotamento do alto forno.

3 CONCLUSÕES

A ferramenta de análise permite uma agilidade no desenvolvimento das massas de tamponamento, permitindo também uma melhor adequação dos procedimentos e metodologias de casa de corrida permitindo um melhor esgotamento do alto forno. De estrutura simplificada permite a confecção de relatórios de aplicação de acompanhamento diário possibilitando avaliar possíveis desvios.

Agradecimentos

Agradeço à Saint-Gobain e ArcelorMittal Tubarão, pela oportunidade e suporte para desenvolver este trabalho.

REFERENCIAS

- 1 Amorim, Bruno N., Relatório de acompanhamento CST-006-08, p. 2-9,2008.
- 2 Amorim, Bruno N., Relatório de acompanhamento AMT-004-09, p. 2-7,2009.
- 3 Amorim, Bruno N., Relatório de acompanhamento AMT-007-09, p. 2-7,2009