

IMPACTOS DA BRITAGEM COMUM EM CARVÕES DE DIFERENTES RANKS*

Ana Christina Pitard Lima¹
Ana Patrícia Andrade Jaccard²
Luiz Afonso Andrade³
Rodrigo Ribeiro de Souza⁴
Pablo Amâncio de Freitas⁵
Eduardo Cezar Ribeiro⁶

Resumo

A análise dos carvões em mistura é de suma importância para redução dos custos e controle de qualidade de uma coqueria, esse trabalho trata da influência da cominuição comum de carvões de diferentes ranks, assim como suas implicações no processo de amostragem e consequentes desvios nas análises. O processo de produção da mistura de carvões na Ternium Brasil possuía um desvio não rastreado entre matéria volátil resultante da amostragem automática da mistura de carvões e a matéria volátil esperada pelo resultado da média ponderada dos carvões individuais no recebimento, para tal foram estudadas todas as etapas do processo de produção da mistura de carvões desde a variação dos carvões em pilha, escoamento em silos e na etapa anterior e posterior a britagem. Os dados foram comparados e foi feito um plano de ação para redução do desvio.

Palavras-chave: Matéria Volátil; Carvão; Granulometria; Amostragem.

COMMON CRUSHING IMPACTS IN DIFERENTS COAL RANKS

Abstract

The analysis in a coal blend is of great importance to the cost reduction and quality control in a coke plant, this article intend to discuss the influence of common crushing for diferente ranks coals, as their implications in the sampling and sequent analysis. The coal blending process at Ternium Brasil had a gap between the volatile matter analised from the blended coal automatic sampler and the volatile matter calculated from the proporcional average of the individual coals, for such were studied all the stages of the blend production process, from the natural difference in the stack, to the hopper flow until the crushing system. The data was analysed and na action plan was made to reduce the gap.

Keywords: Volatile Matter; Coal; Size distribution; Sampling.

¹ Engenheira Química, Graduada em Engenharia, Engenheira de Processos, Gerência de Unidade Técnica - Redução, Ternium Brasil, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

² Engenheira Química, Mestranda em Engenharia Metalúrgica, Engenheira de Processos, Gerência de Unidade Técnica - Redução, Ternium Brasil, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

³ Coordenador Unidade Técnica, Gerência de Unidade Técnica - Redução, Ternium Brasil, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁴ Graduando em Engenharia de Produção, Técnico Especialista de Qualidade, Gerência de Operação da Coqueria, Ternium Brasil, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁵ Técnico Operação Coqueria, Gerência de Operação da Coqueria, Ternium Brasil, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

⁶ Master Black Belt – Setec Consulting Group, Graduado em Engenharia, Especialista Engenharia Industria, Gerência Gestão Industrial, Ternium Brasil, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Um dos maiores custos na siderurgia é a seleção de carvões para coqueria e a preparação adequada dessa matéria prima contribui para otimizações na mistura e consequentes reduções no custo do produto final, atitudes cruciais para as empresas que querem se manter competitivas.

Dentre os parâmetros de controle de qualidade da mistura de carvões, o acompanhamento da análise imediata é a metodologia mais rápida para detecção de desvios no processo e possíveis contaminações de materiais, assim se faz importante a confiabilidade dos resultados obtidos nessa etapa.

Silva e col. (2008) associaram algumas propriedades ligadas à natureza do carvão, como matéria volátil, macerais reativos, HGI entre outros que são influenciados pelo seu rank. Um dos pontos a ser tratado nesse trabalho é a relação entre a dureza do carvão e sua matéria volátil e qual o efeito dessa diferença em processos sem britagem primária.

Ulhôa e Caldeira (2018) demonstraram que a matéria volátil de uma mistura de carvões é igual a média ponderada entre os voláteis de cada carvão individualmente e seu respectivo percentual na mistura, porém no início de 2018 foi identificado um desvio entre o percentual de matéria volátil esperado na mistura e o valor realizado, sendo o esse sempre menor ao calculado. Como não foi notada nenhuma alteração no processo que justificasse o aparecimento desse desvio, foi definida a utilização da metodologia seis sigma para a detecção das causas e assim determinar as soluções.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Introdução ao processo na Ternium Brasil

O processo de coqueificação da Ternium Brasil é *Heat Recovery* (recuperação de calor) com tecnologia *Stamp Charging* (compactação da carga enforada) e possui três baterias (A, B e C) com capacidade nominal de produção de 1,8 Mt, base seca, ao ano.

A Figura 1 apresenta os limites do fluxo de processos que devem ser considerados para o projeto, avaliação do desvio entre os resultados reais e planejados das matérias voláteis das misturas de carvões.

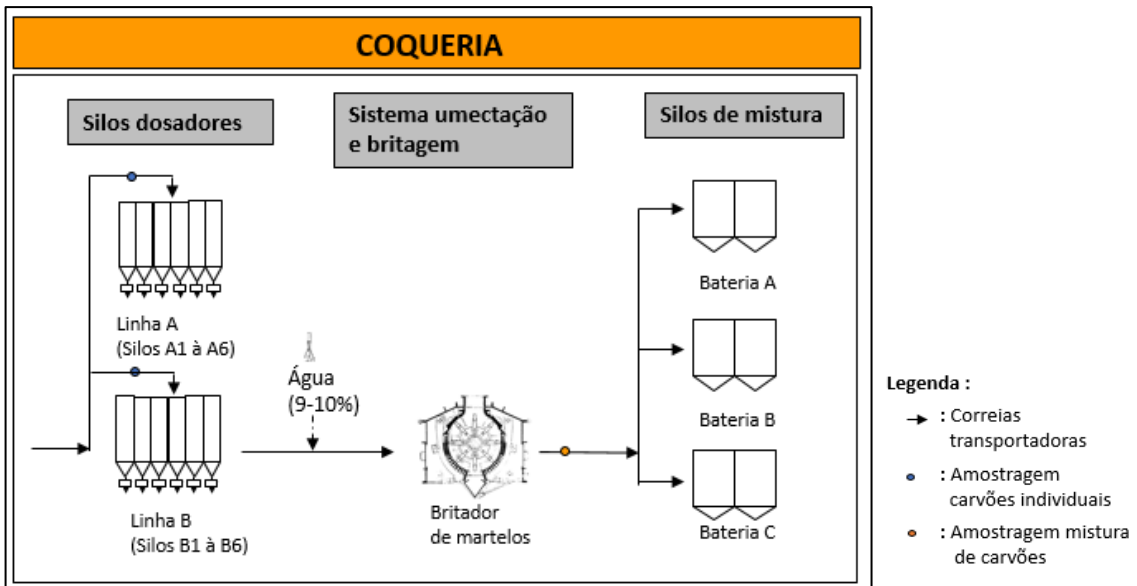


Figura 1: Processo de preparação de misturas na Ternium Brasil.

O fluxo é composto principalmente por silos dosadores, sistema de umectação, dois britadores de martelo em paralelo (sendo um em operação e outro liberado para manutenções de rotina) e sistema de amostragem automático da mistura. Os britadores A e B possuem dois sentidos de rotação: positivo e reverso, e seus sentidos são alterados de acordo com o tempo de uso e consequente desgaste dos martelos.

O sistema de dosagem é composto por 12 silos: 06 silos na linha A (A1 à A6) e 06 silos na linha B (B1 à B6). A dosagem de carvões (base úmida) é realizada através de balança em cada silo e seguem para o processo em uma correia única, a rotina de calibração é mensal e são feitas verificações diárias de possíveis desvios.

2.2 Análise do processo

As amostragens de carvão individual são realizadas como rotina durante o recebimento para os silos e a partir daí é gerado um resultado de análise por dia para cada material. Essa amostragem é feita de maneira manual e é retirada uma alíquota durante lotes do recebimento de acordo com o carvão em questão.

A amostragem da mistura de carvões é feita através de um amostrador automático, tipo *cross belt*, localizado após o britador de carvões e é realizada em duas etapas. A primeira etapa é um corte no fluxo da correia principal que transporta a mistura de carvões, por se tratar de um volume alto de material há um segundo raspador que fará um corte nesse lote selecionado, que é a segunda etapa. Essa operação é feita automaticamente de 15 em 15 minutos ao longo do dia, ao final de 24 horas de amostragem é formada uma mostra única.

A partir dessas amostragens uma análise imediata é realizada por dia de todos esses materiais e essa é a base de comparação desse projeto, o resultado calculado da matéria volátil pela ponderada dos carvões individuais em mistura, comparado ao resultado do amostrador automático da mistura de carvões.

As análises desse trabalho foram realizadas no laboratório da Ternium seguindo as normas apresentadas na Tabela 1. Anualmente o laboratório passa por auditorias interlaboratoriais de maneira a confirmar que todos os resultados gerados pelo mesmo são confiáveis, o desvio encontrado nas últimas auditorias é de apenas um sigma entre a matéria volátil analisada pelo laboratório interno e os demais laboratórios participantes.

Tabela 1. Normas para análises no laboratório da Ternium Brasil.

Análise	Norma
Imediata	ASTM D 7582
Granulometria	ISO1953

2.3 Identificação dos desvios

Inicialmente foram comparados os resultados de matéria volátil calculada pela média ponderada dos carvões e seu percentual em mistura com o resultado real, foram selecionados 6 meses como base de dados históricos para o problema e foi feita a comparação dos resultados obtidos no período e qual a tendência histórica dos desvios

O boxplot dos resultados apresenta um deslocamento nítido entre os teores de voláteis calculados e realizados em que o resultado do carvão blendado é menor que o resultado ponderado, a tendência é que o percentual de material volátil no resultado obtido no carvão blendado seja em torno de 1,2% menor que o resultado calculado da mistura pela matéria volátil dos carvões individuais (Figura 1.a).

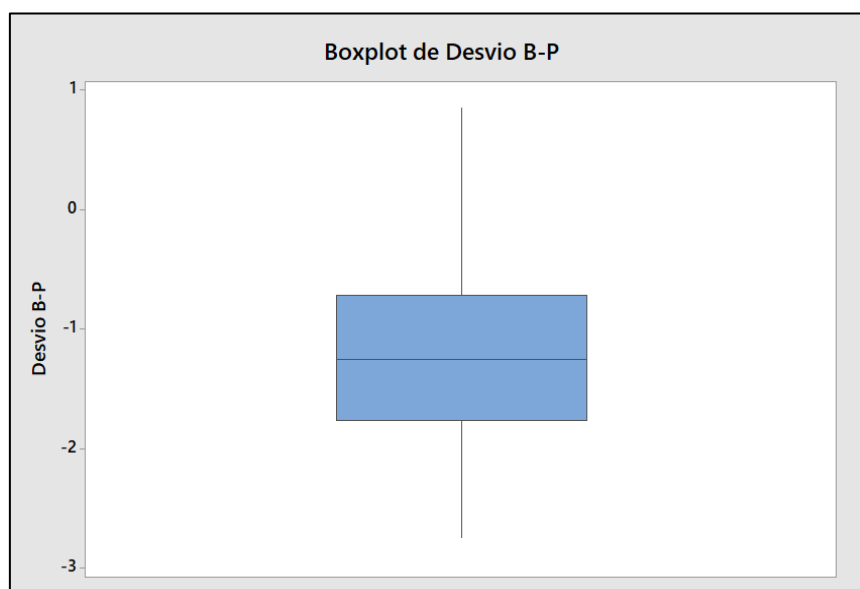


Figura 1.a: Quantificação do desvio entre a matéria volátil calculada e realizada.

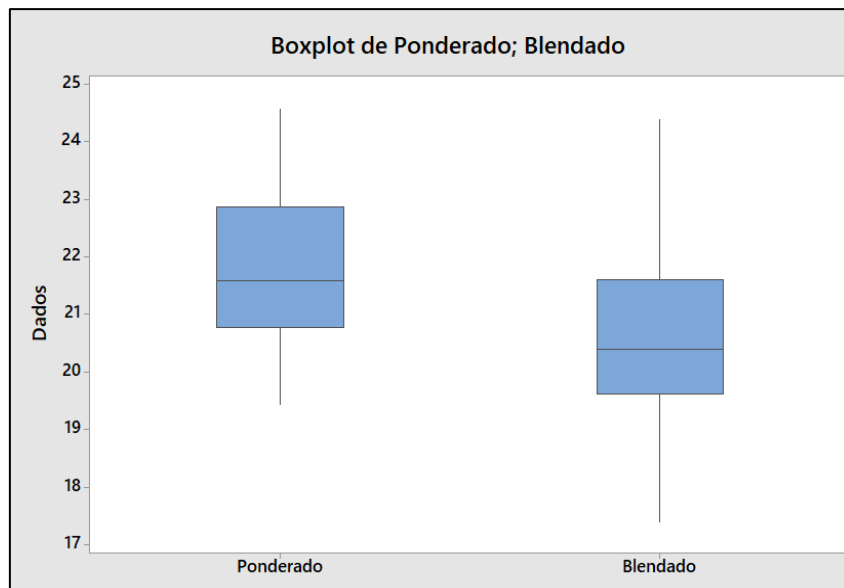


Figura 1.b: Quantificação do desvio entre a matéria volátil calculada e realizada.

O boxplot do resultado analítico e ponderado (Figura 1.b) projeta a tendência do desvio. Existem poucos resultados positivos (matéria volátil resultante da amostra na mistura de carvões maior ao calculado pela mistura), esse tipo de desvio demonstra um problema sistêmico no processo de produção da mistura de carvões ou na coleta dos dados.

De maneira a entender qual etapa do processo contribuíria com esse desvio foram selecionados os pontos chave para a análise da matéria volátil, verificando assim qual o ponto com tendência de redução da matéria volátil.

A primeira etapa de avaliação foi quanto a variação dos resultados dos carvões individuais no consumo das pilhas em pátio (Figura 2), de maneira a demonstrar que independente dos lotes de carvões utilizados a tendência se manteria.

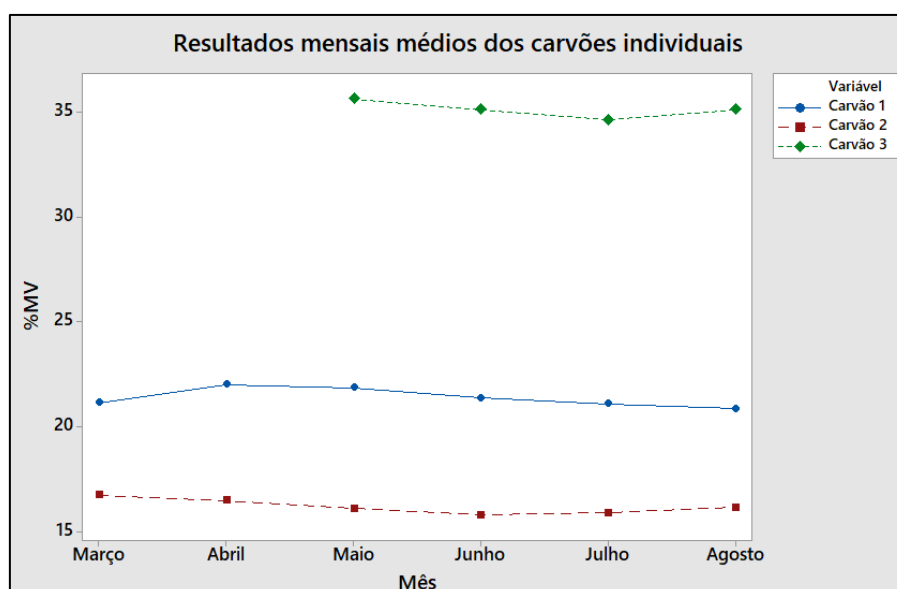


Figura 2: Acompanhamento resultados mensais dos carvões individuais.

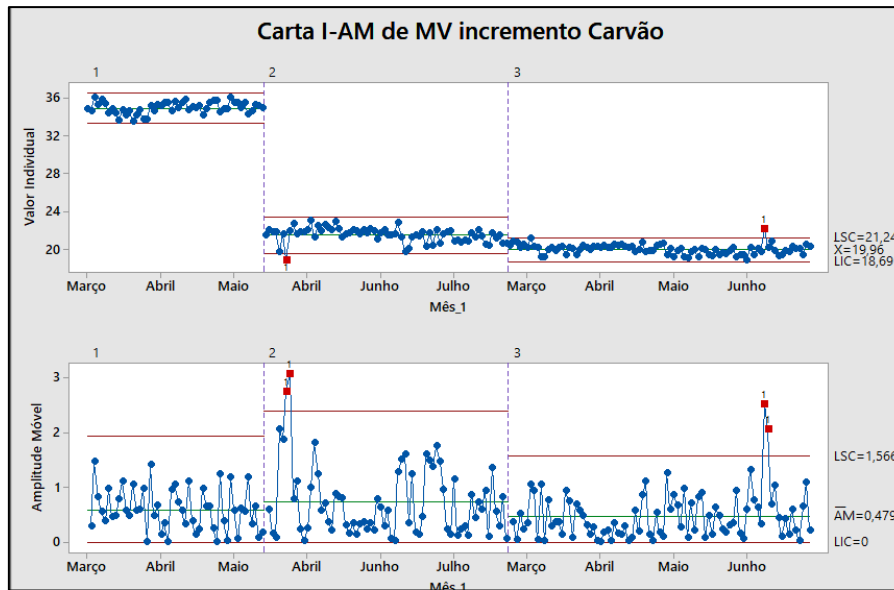


Figura 3: Variação de MV por carvão individual.

A Figura 3 mostra a evolução dos dados e a amplitude de variação, há a presença de poucos pontos fora de uma variação natural, e não há um desvio que caracterize ou justifique uma tendência do desvio encontrado nos dados.

Após identificado que a matéria prima em pátio não interfere na tendência de desvio foram verificados os valores posteriores a passagem dos carvões nos silos. O intuito foi verificar todas as etapas ao longo do processo para determinar a fonte do desvio entre os resultados, assim foram realizadas diferentes tomadas de dados ao longo do processo de produção da mistura de carvões, sendo avaliada a variação da matéria volátil nos silos (entrada e saída), variação no processo de britagem (antes e depois do britador).

Os resultados apresentados nas tabelas 2.a e 2.b não demonstraram nenhum indício de redução na matéria volátil durante esses processos (escoamento em silo e britagem), pela teoria também não faria sentido que processos físicos alterassem o percentual de matéria volátil no carvão.

Tabela 2.a. Comparação MV antes e após os silos de dosagem.

Carvão	Carvão 1	Carvão 2	Carvão 3
MV recebimento	37,27	22,25	21,87
MV dosagem	37,92	22,27	21,00

Tabela 2.b. Comparação MV antes e após os silos de dosagem.

Carvão	MV
Antes britagem	21,06
Após britagem	21,34

Com a intenção de entender se poderia haver algum tipo de segregação na correia, com diferentes concentrações de voláteis, foi feita a divisão e três faixas de um trecho de um metro de correia em 3 faixas (meio e as duas extremidades), assim como demonstrado na Figura 4.

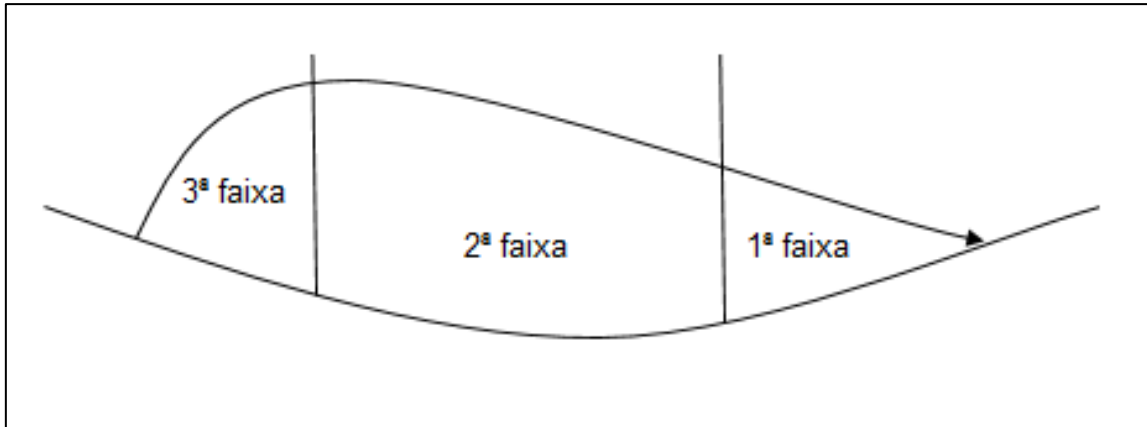


Figura 4: Esquema de caimento e divisões do carvão na correia posterior ao britador.

A intenção foi determinar a diferença na caída do material e se em alguma das faixas havia tendência de agrupamento de algum carvão específico. O resultado médio das análises, Tabela 3, comprova que a faixa 1 é a região com preferência de rolamento de partículas maiores, conseqüentemente com maior matéria volátil.

Tabela 3. Matéria volátil por faixa na correia

Posição na correia	3ª Faixa	2ª Faixa	1ª Faixa
Matéria volátil da faixa (%)	21,50	21,27	23,15

Para comprovar que a diferença de matéria volátil nas faixas é atribuída a diferentes carvões e não a diferentes granulometrias, foi analisado o percentual de material volátil por granulometria na mistura e em um carvão individual, os dados foram comparados e foi feita a regressão dos resultados de maneira a demonstrar a tendência de resultados, que estão demonstrados na Figura 5.

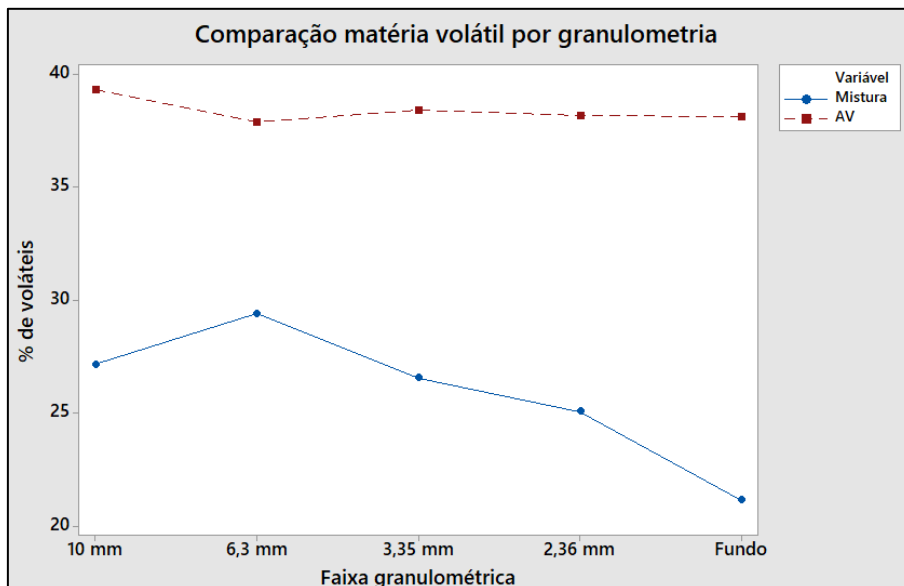


Figura 5: Comparação entre o percentual de voláteis em diferentes faixas de granulometria para um carvão individual e para a mistura de carvões.

Assim como previsto pela base teórica, a posição com maior granulometria possui o maior percentual de voláteis por consequência e como previsto o trecho com maior granulometria também possui o maior teor de voláteis.

O processo não possui britagem primária e, conseqüentemente todos os carvões são britados juntos gerando uma segregação de matéria volátil pela granulometria, causado pelo característico maior HGI de carvões alto voláteis. Essas partículas se concentram na borda da correia, conseqüente do caminho preferencial decorrente da caída dos carvões na saída do britador, os carvões com maior granulometria (em geral alto voláteis) ficam concentrados na faixa denominada como faixa 1.

Apesar dessa segregação ter efeito em termos de processo, o resultado de voláteis na mistura não deveria ser afetado. Ao se estudar o amostrador foi verificado que esse não faz o corte completo na correia como seria necessário, apenas o carvão com maior faixa granulométrica (o que tem concentração na faixa 1) não é amostrado, justificando o deslocamento nos resultados de teor de voláteis calculado e analisado na mistura.

A análise das variáveis do processo de preparação da mistura de carvões e os desvios entre a matéria volátil da mistura ponderada e a oriunda do amostrador automático demonstra que alguns itens também provocam alteração no resultado, como vazão da mistura de carvões, britador utilizado, sentido de rotação além de práticas operacionais. Essas interferências, que representam a menor parcela de contribuição com o desvio, foram ajustadas e representaram uma melhora de aproximadamente 25% no desvio.

No entanto, independente dessas variáveis o resultado do carvão amostrado deve refletir o processo, sendo assim necessário a troca de alguns componentes do amostrador, principalmente a conformação da faca, assegurando assim a amostragem completa da seção da correia e como resultado uma matéria volátil da mistura mais próxima da realidade. Foi desenvolvido então um plano de ação para troca desses componentes e ajuste completo do desvio.

3 CONCLUSÃO

O processo de preparo da mistura de carvões é de suma importância para a qualidade do coque, sendo a verificação da acurácia da mistura feita através de suas análises imediatas, um exemplo é a matéria volátil, resultados alterados podem mostrar possíveis contaminações ou distúrbios no processo.

A preparação da mistura de carvões na Ternium Brasil conta com uma britagem comum para todos os carvões, causando uma tendência de diferentes matérias voláteis por faixa granulométrica de mistura. Assim foi estudado todo o processo de abastecimento e mistura de carvões a fim de identificar qual o ponto responsável pelo desvio contínuo entre o resultado analítico e a ponderada dos carvões em mistura.

A causa principal do desvio, responsável pela maior participação no erro, se deve a uma falha no projeto do amostrador automático da mistura de carvões que por não

raspar a faixa completa da correia não coleta os materiais mais grossos (e com maior matéria volátil) que possuem preferência de queda em uma região da correia, denominada nesse artigo como faixa 1.

Como medida de correção para esse desvio foi desenvolvido um plano de ação que visa a adequação da faca do amostrador *cross-belt*, entre outras ações operacionais tais como atendimento do padrão de amostragem dos carvões individuais e do carvão blendado.

REFERÊNCIAS

- 1 SILVA GLR, DESTRO E, MARINHO GM, ASSIS PS Caracterização Química, Física e Metalúrgica das frações granulométricas da mistura de carvões da Gerdau Açominas; 2008.
- 2 ULHÔA MB; CALDEIRA J. Curso de Preparação de carvão para fabricação de coque de Alto Forno. Rio de Janeiro; Junho 2018.