

ELEVAÇÃO E ESTABILIZAÇÃO DO DI (150/15) DO COQUE EM FUNÇÃO DE MELHORIAS NO PROCESSO DE BRITAGEM DOS CARVÕES DA SUNCOKE ENERGY¹

Amilton Ferreira de Oliveira²
José Eustáquio da Silva³

Resumo

A SunCoke Energy, unidade Brasil, iniciou a operação em março de 2007, após a entrada em operação da primeira de suas quatro baterias de coque. Em dezembro de 2007 a planta iniciou sua operação integrada, envolvendo todas as áreas: preparação de carvão, baterias, caldeiras, dessulfuração e peneiramento de coque, tornando-se assim a primeira coqueria *heat recovery* em operação na América Latina. Os primeiros resultados de qualidade de coque, em particular a resistência a frio (DI 150/15), apresentavam valores inferiores aos esperados, embora suficientemente aceitáveis para consumo nos altos-fornos. Este *gap* nos valores de DI 150/15 no início de operação da planta motivou a empresa a estudar os fenômenos que mais impactavam na resistência do coque. Os estudos desenvolvidos foram fundamentados na metodologia MASP (Método de Análise e Solução de Problemas) o qual visa solucionar problemas seguindo uma aplicação lógica das ferramentas da qualidade seguindo as etapas do PDCA. No início dos estudos, observou-se que a granulometria da mistura de carvões poderia ter forte impacto no DI 150/15, confirmando os preceitos teóricos sobre qualidade de coque. Essa hipótese inicial foi confirmada após a realização das atividades na área de britagem, principalmente com aumento da rotação dos britadores que resultou numa melhor britagem da mistura de carvões, contribuindo significativamente para a elevação da resistência do coque.

Palavras-chave: Resistência mecânica; Britagem; Coque.

THE INCREASE AND STABILIZATION OF DI (150/15) AS A RESULT OF IMPROVEMENTS AT THE COAL CRUSHING AREA OF SUNCOKE ENERGY

Abstract

SunCoke Energy Brazil started operations in March 2007, after the start-up of the first of its four coke batteries. In December 2007 the plant started its integrated operation, involving all areas: coal preparation, batteries, boilers, de-sulfurization, and coke screening, becoming the first heat-recovery coke plant in operation in Latin America. The first coke quality results, especially cold strength (DI150/15), showed values less than the expected, however acceptable to blast furnaces consumption. This gap in the DI 150/15 values in the beginning of the plant operation prompted the company to study the phenomena that most impacted the coke strength. The studies developed were based on MASP methodology (Methods of Analysis and Troubleshooting) that aims to solve problems following a logical application of quality tools following PDCA steps. In early studies, it was observed that a coal blend's grain size could have strong impact on DI 150/15, confirming theoretical concepts about coke quality. This initial hypothesis was confirmed after the activities in the crushing area, especially with the increase of crusher speed. The activities resulted in a better crushing of the coal blend, contributing significantly to the increase in coke strength.

Key words: Mechanical strength; Grinding; Coke.

¹ Contribuição técnica ao 41º Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas e 12º Seminário Brasileiro de Minério de Ferro, 12 a 26 de setembro de 2011, Vila Velha, ES

² Coordenador de Qualidade. SunCoke Energy

³ Especialista de Processo. SunCoke Energy

1 INTRODUÇÃO

A exigência por níveis mais elevados de qualidade do coque é uma crescente nos dias atuais, visto que os altos-fornos são continuamente desafiados a aumentarem a produtividade e reduzirem os custos de produção do gusa.

Um dos principais parâmetros, quanto se fala em qualidade de coque, é sua resistência mecânica a frio, resistência essa que é exigida do coque nas regiões superiores dos altos-fornos, quando submetido à impactos variados durante o carregamento do forno e o contato com as partículas de minério de ferro.⁽¹⁾

Todos os esforços dos profissionais das áreas de produção de coque devem ser envidados para a produção de coque com uma qualidade adequada para os altos-fornos. Estes esforços são focados em dois grandes pontos: a correta seleção dos carvões que originarão o coque e o estreito controle das condições de processo, que compreendem desde a blendagem dos carvões até a classificação granulométrica do coque antes do envio para os altos-fornos.

Este trabalho, como prova do alinhamento da área de coqueria na melhoria contínua da qualidade de coque, mostra as ações realizadas na área de britagem de carvões da SunCoke Energy que resultaram num aumento expressivo da resistência mecânica do coque.

2 METODOLOGIA APLICADA

Utilizou como metodologia o MASP (Método de Análise e Solução de Problemas), o qual visa solucionar problemas seguindo uma aplicação lógica das ferramentas da qualidade e as etapas do PDCA.

Uma vez definido o problema a ser estudado, seguiram-se as fases de análises, plano de ação, verificação e padronização.

3 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

O problema caracterizou-se pelos baixos valores de DI 150/15 apresentados no início da operação integrada da planta de coque da SunCoke Energy. Os resultados apresentavam-se abaixo do limite especificado pelos Altos-Fornos da ArcelorMittal Tubarão e ArcelorMittal Longos, conforme mostrado na Figura 1.

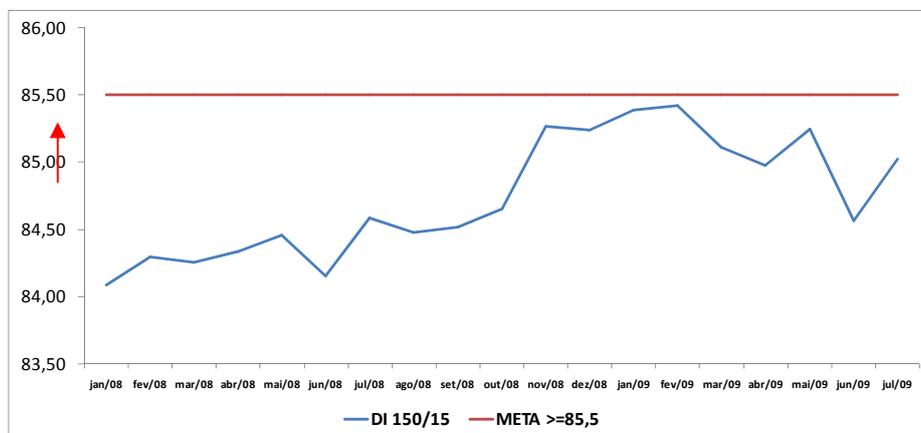


Figura 1. Evolução do DI 150/15, evidenciando os resultados inferiores à meta.

3.1 Perdas e Ganhos

A manutenção dos resultados de DI 150/15 nos níveis até então praticados implicavam em instabilidade operacional dos altos-fornos.

O trabalho se propôs a:

- elevar os valores de DI 150/15 para o patamar desejado (>85,5%);
- melhorar a performance operacional dos altos-fornos;
- identificar as causas principais que afetam a resistência mecânica a frio do coque; e
- otimizar a operação de britagem de carvões.

4 ANÁLISES

Iniciou-se o trabalho com o levantamento de todas as possíveis causas que potencialmente afetariam o DI 150/15 do coque, utilizando-se primeiramente reuniões multidisciplinares para discutir sobre o assunto (*brainstorming*) e, em seguida, as principais causas foram identificadas e plotadas no diagrama de Causa e Efeito, conforme mostrado na Figura 2.

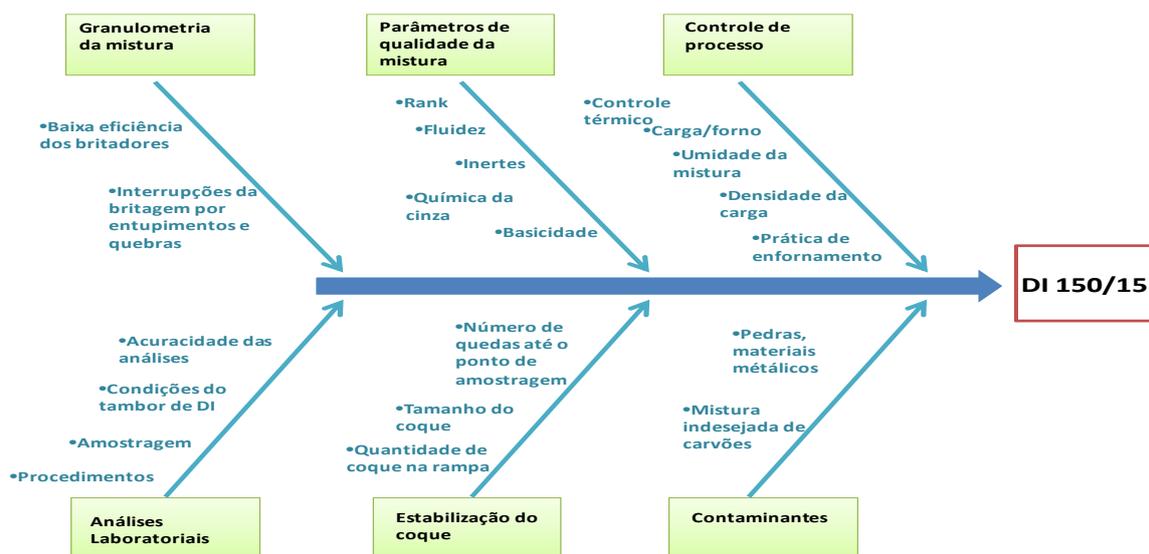


Figura 2. Diagrama de Causa e Efeito.

5 PLANO DE AÇÃO

As causas identificadas no diagrama de Causa e Efeito foram hierarquizadas e as que mais impactavam no DI 150/15 foram priorizadas para execução, conforme plano de ação.

As principais causas identificadas foram:

- granulometria da mistura de carvões inadequada;
- vulnerabilidade dos britadores quanto à materiais estranhos (pedras, peças metálicas); e
- metodologia inadequada para inspeção e limpeza dos britadores.

5.1 Ações Realizadas

5.1.1 Instalação de grades nas calhas que antecedem aos britadores

Em fevereiro de 2007, foram instaladas grades de retenção nas calhas de transferência do sistema de blendagem de carvões, situadas imediatamente antes dos britadores, de modo a segregar as frações maiores que 100 mm presentes nos carvões, como também outros materiais nocivos à boa operacionalidade dos britadores, como pedras, madeiras e outros materiais.

A Figura 3 mostra um modelo de grade utilizado para retenção dos materiais supracitados.



Figura 3. Modelo de grade utilizada para retenção de materiais posicionada antes dos britadores.

5.1.2 Aumento da rotação dos britadores

Os britadores de carvão existentes na SunCoke Energy são do tipo gaiola (Figura 4) e diferenciam-se dos britadores comumente usados na siderurgia nacional pois não dispõe de mandíbulas reguladoras ou martelos. Estes britadores utilizam como princípio de britagem a seletividade, ou seja, somente as partículas que necessitam ser britadas são efetivamente britadas, sejam por impacto ou cisalhamento. As partículas mais finas presentes no carvão não sofrem a ação das lâminas dos britadores, contribuindo assim para o controle dos superfinos nas misturas a serem enforçadas.

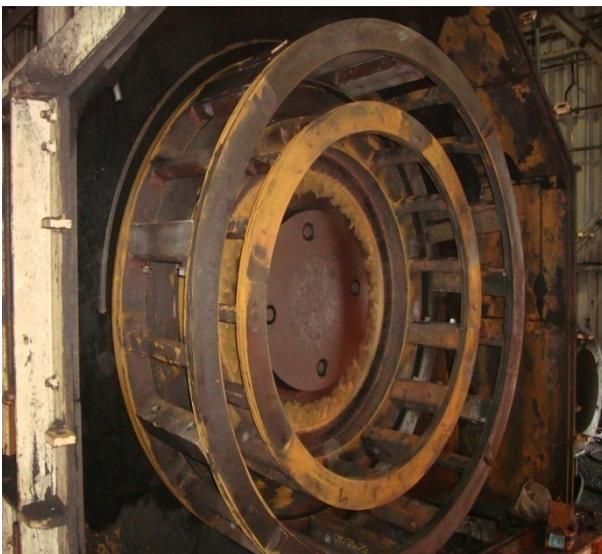


Figura 4. Britadores tipo gaiola utilizados na SunCoke Energy.⁽²⁾

Os estudos desenvolvidos mostraram que haveria um ganho potencial na qualidade da britagem dos carvões caso fossem realizadas modificações nos britadores que culminassem com o aumento da rotação dos mesmos. A Figura 5 comprova tal hipótese.

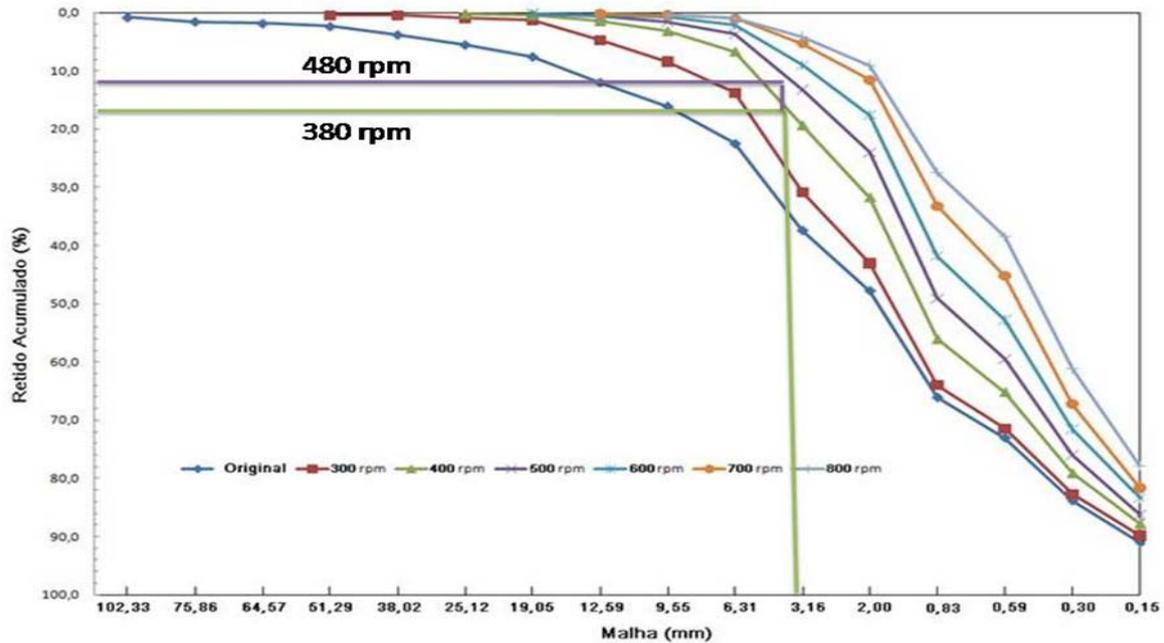


Figura 5. Influência da rotação dos britadores na granulometria.

Com base nas hipóteses levantadas, partiu-se para a execução das atividades que resultariam no aumento da rotação dos britadores. As atividades executadas foram:

- estudo conjunto com o fornecedor para avaliar a melhor forma de executar os serviços;
- especificação das novas polias e correias de transmissão;
- fabricação das polias;
- paradas intercaladas dos britadores “A” e “B”, e montagem do novo sistema de transmissão;
- balanceamento do rotor dos britadores
- testes de vibração a vazio;
- testes com carga;
- adequação do prédio de britagem em função na nova rotação dos britadores; e
- avaliação dos resultados de granulometria da mistura.

Após o término das ações os britadores A e B passaram a funcionar com uma rotação de 480 rpm, aumentado em 26% a rotação original que era de 380 rpm.

5.1.3 Instalação do detector de metais não-ferrosos antes dos britadores

Em 2009 foi concluída a instalação de um detector de metal na correia BC-219 cujo objetivo foi detectar e segregar os materiais metálicos não imantáveis presentes nos carvões. Para que sua instalação fosse possível foi necessária a relocação do separador magnético, já existente na correia BC-219, para que ambos funcionassem

em linha, configurando-se assim um sistema triplo de proteção para os britadores, composto pelas grades nas calhas de transferência, separador magnético e detector de metal.

6 VERIFICAÇÃO E APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Através dos resultados obtidos após a conclusão das ações na área de britagem de carvões, comprovou-se a hipótese de que a granulometria da mistura de carvões tem forte impacto na resistência mecânica a frio do coque.

Na Figura 6, pode-se perceber a evolução da granulometria da mistura após o aumento da velocidade dos britadores e o conseqüente aumento dos valores de DI 150/15.

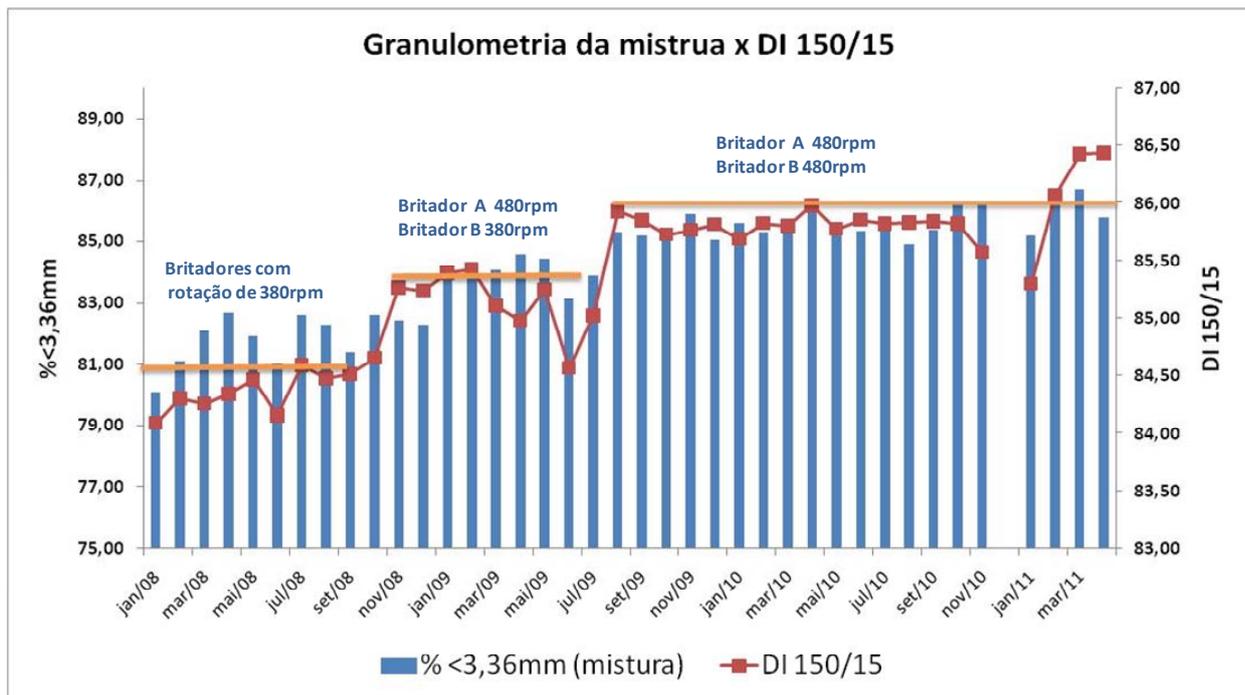


Figura 6. Evolução da granulometria da mistura e do DI 150/15.

Conforme mostrado na Figura 7, constata-se a forte correlação entre a granulometria da mistura e o DI 150/15. Percebe-se que a R2 foi de 0,839.

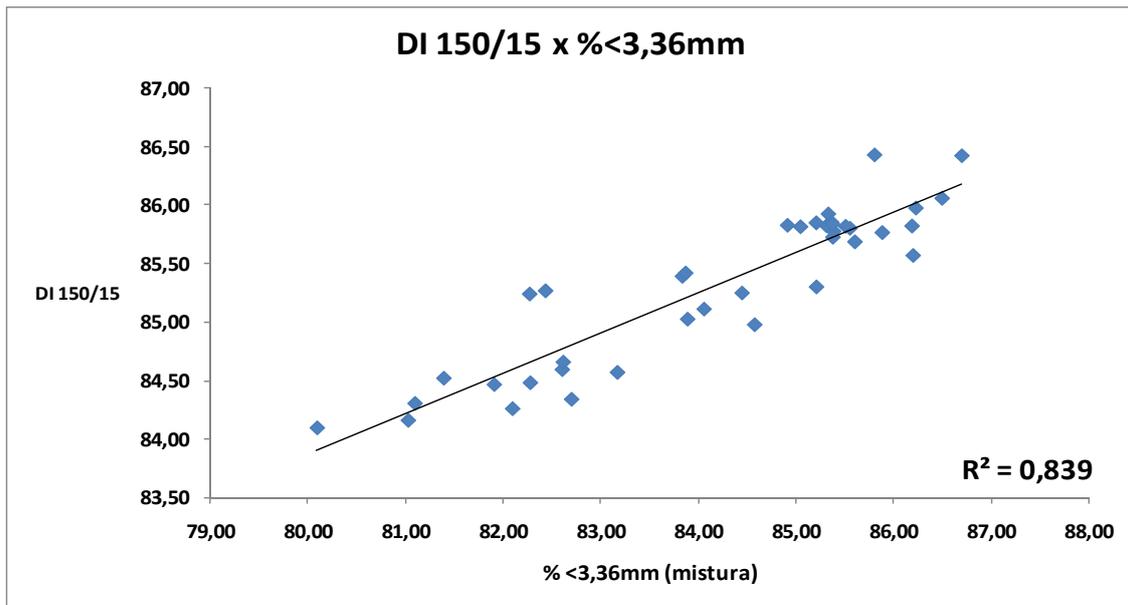


Figura 7. Correlação entre granulometria da mistura x DI 150/15.

Na Figura 8 pode-se constatar a evolução do DI 150/15, evidenciando o aumento dos valores para o patamar estabelecido ($\geq 85,5\%$).

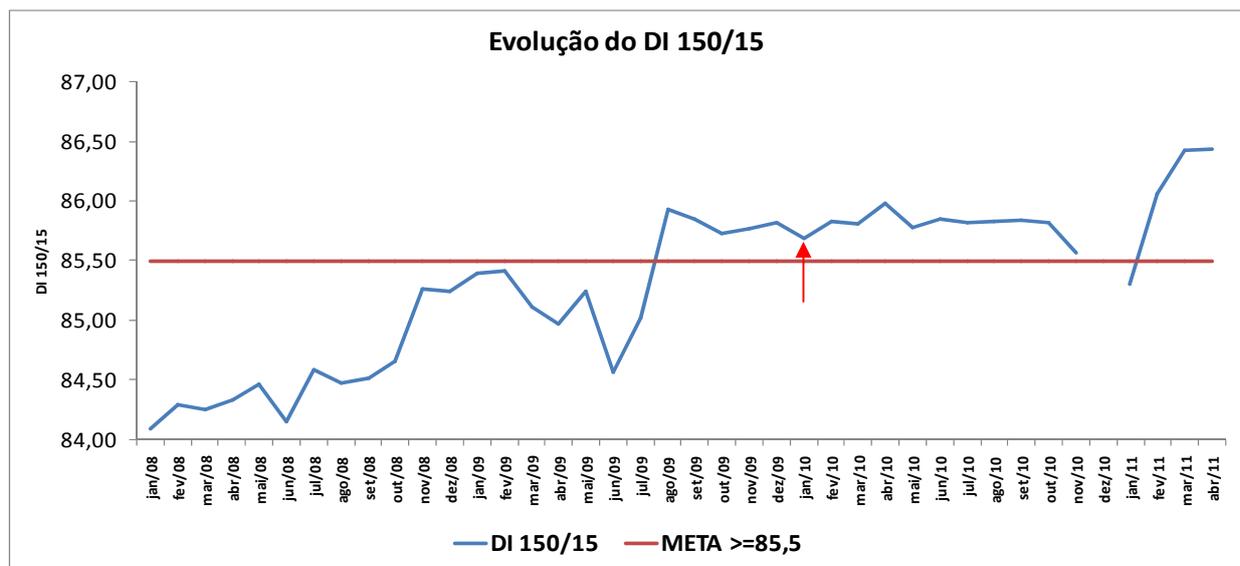


Figura 8. Evolução do DI 150/15.

Outra hipótese que foi comprovada foi a seletividade dos britadores, visto que após o aumento da rotação dos mesmos não foi evidenciado um aumento do superfino, fração <0,15 mm.

A Figura 9 mostra o comportamento da fração <0,15 mm das misturas, comparando-a com o aumento das frações <3,36 mm.

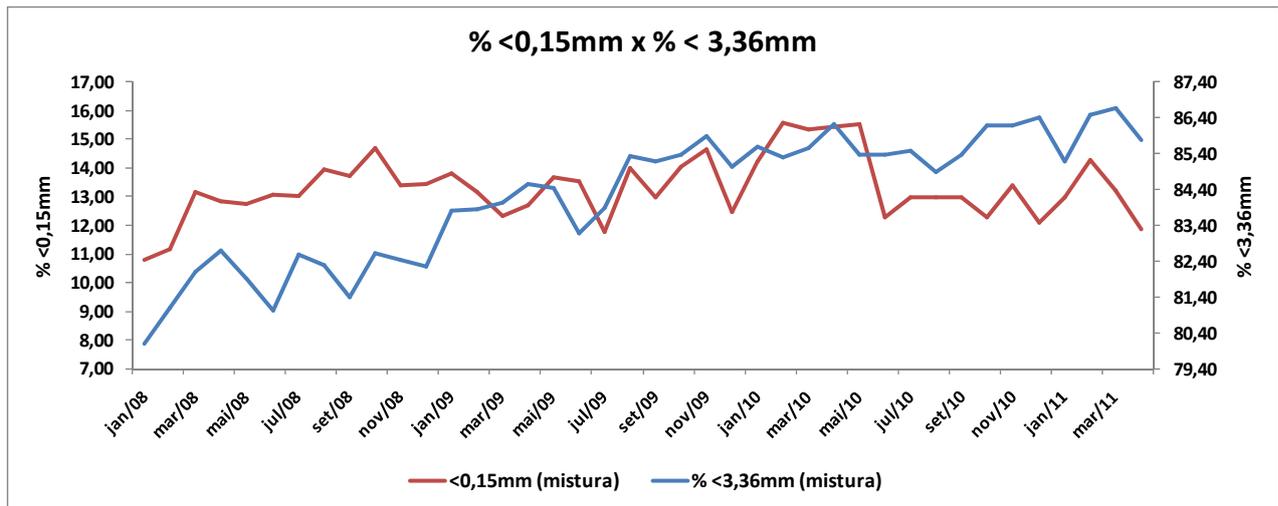


Figura 9. Granulometria da mistura (%<0,15 mm x %<3,36 mm).

7 PADRONIZAÇÃO

Após a implantação das atividades sugeridas no plano de ação, partiu-se para a fase de padronização destas, consistindo de:

- revisão dos procedimentos relativos à inspeção dos britadores;
- revisão do plano de manutenção preventiva para os britadores, grades das calhas e detector de metais não-ferrosos;
- elaboração e implantação de procedimentos para inspeção diária nas grades das calhas de transferência situadas antes dos britadores;
- treinamento das equipes de operação e manutenção com foco nas modificações realizadas na área de britagem de carvões;
- acompanhamento e avaliação estatística dos dados diários de granulometria da mistura em programa corporativo de controle da qualidade; e
- criação de troubleshooting para equacionar eventuais desvios de qualidade na área de britagem de carvões.

8 CONCLUSÕES

Mais uma vez comprovou-se a eficiência das ferramentas da qualidade para a resolução de problemas nos mais variados processos produtivos.

O uso do MASP, fundamentado nas técnicas PDCA, associado com o estudo das literaturas sobre qualidade de carvão e coque, juntamente com o trabalho das equipes multidisciplinares da SunCoke Energy (Engenharia, Produção, Manutenção e Qualidade) resultaram em:

- comprovação da hipótese de que o DI 150/15 é fortemente influenciado pela granulometria da mistura;
- aumento significativo (aproximadamente 4,5%) dos valores DI 150/15 do coque produzido pela SunCoke Energy; e
- diminuição significativa (aproximadamente 42%) do número de paradas do sistema de britagem seja por quebra dos britadores ou entupimento dos mesmos.

REFERÊNCIAS

- 1 ULHÔA, Murilo B. Caracterização de Carvão Para Fabricação de Coque de Alto-Forno. In: ULHÔA, Murilo B. Carvão Aplicado à Fabricação de Coque de Alto Forno. São Paulo: ABM, 2003.
- 2 CAGE-PACKTOR CAGE MILL FOR IMPACT CRUSHING. Disponível em: <http://www.gundlachcrushers.com/crushers/cage-paktor-cage-mill.cfm> Acessado em (26/05/2011).