

ADIÇÃO DE ÓLEO NA MISTURA DE CARVÕES PARA FABRICAÇÃO DE COQUE NA USIMINAS IPATINGA¹

*Marcello Barros Sabadin²
Diego Canez Fernandes²
Henriquison Magela Bottrel Reis³*

Resumo

Atualmente, a Usina de Ipatinga está vivenciando um cenário de produção de coque atípico devido a desativação da Coqueria 1 e da reconstrução da Bateria 3 (Coqueria 2). Neste contexto, vários esforços estão sendo direcionados na busca de alternativas para aumento da produtividade das coquearias (Bateria 4 da Coqueria 2 e Coqueria 3). Este trabalho apresenta os resultados da adição de óleo na mistura de carvões. A adição de óleo propicia o aumento da densidade de carga e, conseqüentemente, maior quantidade de carvão enforada por forno, elevando assim a produção de coque. Além disso, contribui na melhoria da qualidade do coque e na elevação da produção de gás de coqueria.

Palavras-chave: Coqueria; Adição de óleo; Densidade de carga.

OIL ADDITION INTO COAL BLEND FOR COKE PRODUCTION AT USIMINAS IPATINGA

Abstract

Nowadays, the Usiminas Ipatinga Plant is living an unfavorable scenario due to the shutdown of the Coke Oven Plant #1 and the reconstruction of Coke Battery #3 (Coke Oven Plant #2). In this context, many efforts are being directed in order to increase the productivity of the Coke Oven Plants (Coke Battery #4 of the Coke Oven Plant #2 and Coke Oven Plant #3). This paper presents the results of adding oil in the coal blend. The addition of oil provides the increasing in charge bulk density and consequently a greater amount of coal loaded per oven, thereby increasing the production of coke. Furthermore, it contributes in improving the coke quality and coke oven gas production.

Key words: Coke plant; Oil addition; Charge density.

¹ *Contribuição Técnica ao 43º Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-Primas, ABM, Belo Horizonte, MG, Brasil, 01 a 04 de setembro de 2013.*

² *Membro da ABM, Engenheiro Metalurgista, Gerência Técnica de Redução; Usiminas, Ipatinga, MG, Brasil.*

³ *Membro da ABM, Engenheiro Metalurgista, M.Sc., Gerência de Pesquisa e Desenvolvimento de Processos, Centro de Tecnologia Usiminas; Ipatinga, MG, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a Usina de Ipatinga necessita da aquisição de coque externo devido, principalmente, a desativação da Coqueria 1 e a reconstrução da Bateria 3 (Coqueria 2). Neste contexto, vários esforços estão sendo direcionados na busca para minimizar a dependência desse material. Uma alternativa que está sendo praticada é a adição de óleo diesel na mistura de carvões a coqueificar, visando o aumento de produtividade nas coquerias.

Com esse objetivo, foi necessário o desenvolvimento de um sistema para receber, armazenar e injetar óleo diesel na mistura de carvões. O sistema foi instalado em parceria com a empresa fornecedora de óleo combustível. O óleo diesel é injetado diretamente na mistura, antes do misturador de carvões (Figura 1).

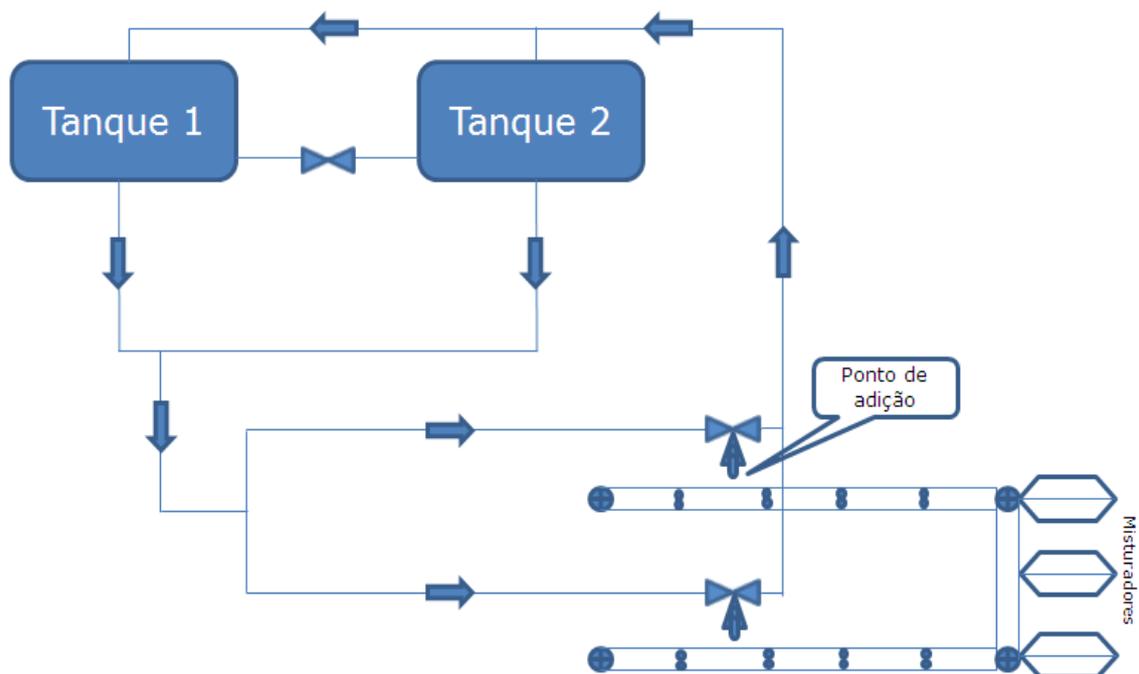


Figura 1. Desenho esquemático do *layout* do sistema de injeção de óleo diesel na mistura de carvões para as coquerias.

O óleo diesel é uma substância surfactante, a qual, por meio da estabilização esférica, diminui a tensão superficial da umidade. Esse efeito permite uma maior aproximação das partículas de carvão, reduz seu ângulo de acomodação elevando sua densidade. Ele é um composto formado, principalmente, por átomos de carbono e hidrogênio e, em baixas concentrações, por enxofre, nitrogênio e oxigênio. O óleo diesel utilizado na Usiminas é o comum (S500).

A adição de óleo diesel na mistura de carvões proporciona aumento da densidade de carga e, conseqüentemente, maior quantidade de carvão carregada por forno. Essa é uma maneira eficaz de elevação da produção, com o mesmo volume nominal das baterias de coque. Além desse ganho, pode-se obter uma melhoria na qualidade do coque, principalmente na sua resistência a frio (*drum index – DI 15/150*).

De acordo com a literatura,⁽¹⁾ o ganho com a adição de óleo diesel pode variar com o teor de umidade da mistura (Figura 2). A adição de 0,1% de óleo na mistura de carvão tem um efeito positivo de 20 kg/m³ a 30 kg/m³ na densidade de carga para umidades de 7% a 8%. Esse efeito cai de maneira significativa com o aumento de umidade. Com a umidade da mistura entre 9% e 10%, a adição de 0,1% de óleo não

tem efeito importante sobre a densidade de carga, contudo, já a adição de 0,2% apresentou ligeiro aumento de densidade de carga.

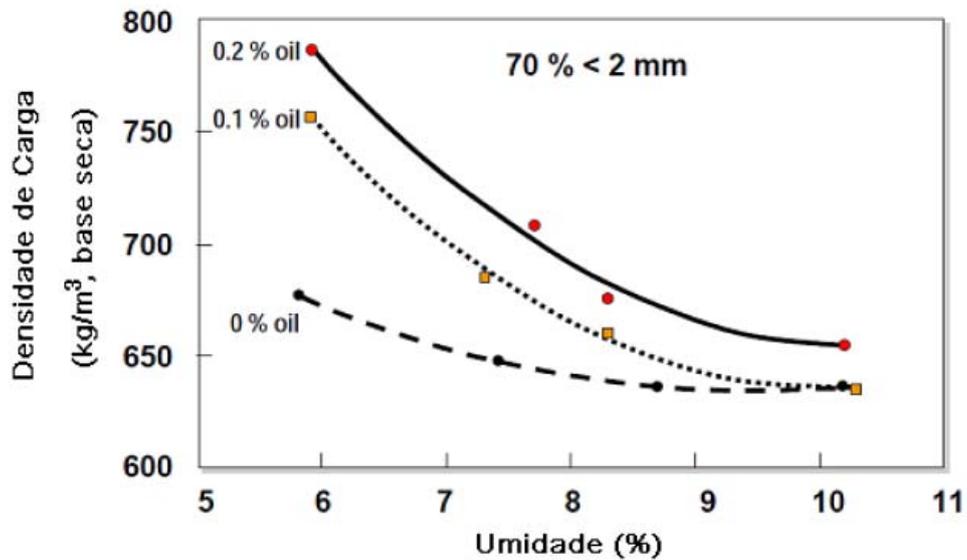


Figura 2. Efeito da umidade da mistura na taxa de adição de óleo e na densidade de carga.⁽¹⁾

O objetivo desse trabalho é avaliar a influência da adição de óleo diesel na mistura de carvões, nos parâmetros de processo e na qualidade do coque, considerando as condições de processo da Usiminas. Em conjunto é realizada uma avaliação da eficácia da adição de óleo diesel em misturas, com elevado percentual de umidade, por meio do ensaio de densidade de carga (*bulk density*) no Laboratório de Coqueificação do Centro de Tecnologia Usiminas – Unidade Ipatinga.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Sistema de Injeção de Óleo Diesel

O sistema de injeção de óleo diesel foi projetado para viabilizar sua dosagem sobre a mistura de carvões em quantidades pré-definidas. Sua operação é via sistema supervisório (Figura 3), localizado na sala de controle do pátio de carvões. O sistema é simples, possuindo um alto nível de automação, o que favorece sua operação e manutenção.

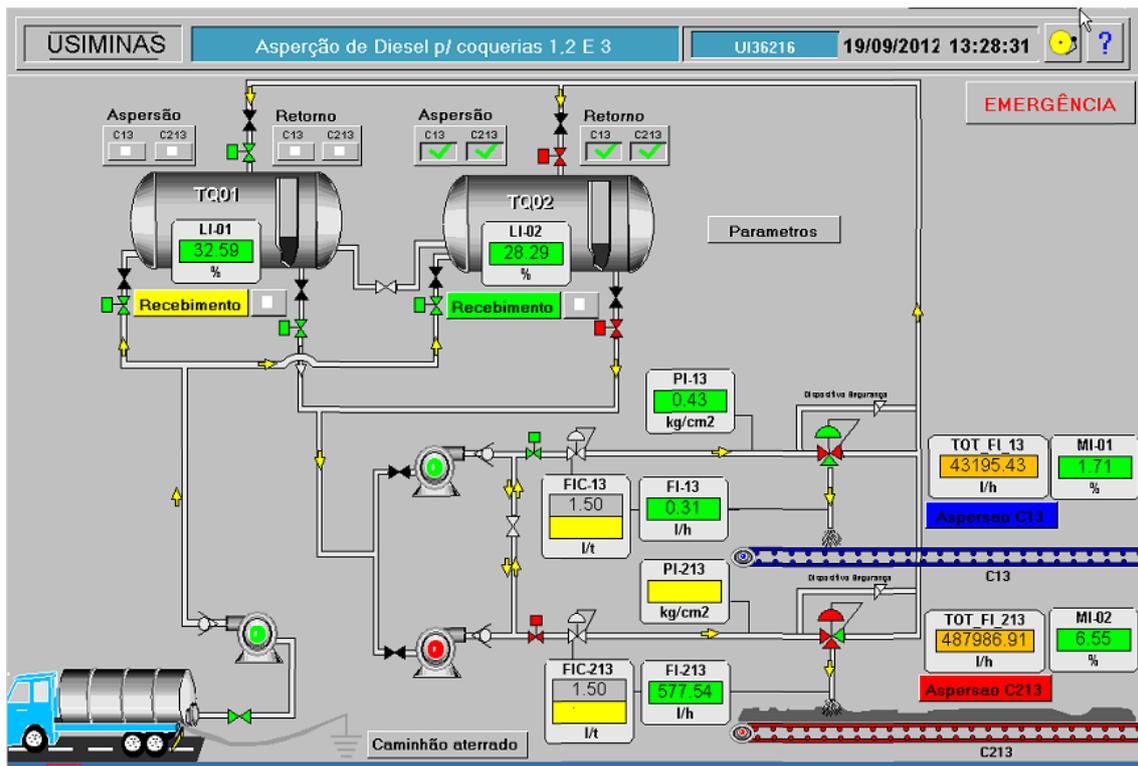


Figura 3. Fluxograma do sistema de adição de óleo diesel.

As principais variáveis de entrada são a vazão de óleo diesel e a definição da rota de injeção.

O sistema de injeção de óleo diesel é constituído por:

- dois tanques com volume igual a 15 m³ cada;
- engate rápido e bomba para recebimento de óleo diesel;
- sistema de aterramento;
- medição do nível dos tanques;
- válvulas controladoras de vazão;
- medidores de vazão;
- válvula três vias (uma entrada e duas saídas);
- bicos aspersores;
- medidores *online* de umidade;
- medidores de pressão;
- sistema de combate a incêndio; e
- supervisor com todos os controles dos parâmetros do sistema.

2.2 Testes em Escala Piloto

Numa primeira etapa, foram realizados testes em escala piloto (Centro de Tecnologia Usiminas) para avaliar o efeito da adição de óleo diesel na densidade de carvões, correlacionar a densidade da mistura de carvões com a umidade e definir o nível ideal de adição. Em todos os testes, foi mantida constante a granulometria da mistura.

Foram realizados os ensaios de densidade em sete níveis distintos, variando o percentual de umidade da mistura entre 8,0% e 14,0%. Em cada nível, os testes foram realizados, com e sem a adição de óleo diesel. Para a realização do teste com

adição de óleo diesel foi utilizado 1,5 litros por tonelada de carvão em base úmida (l/t).

Também foram realizados os ensaios de densidade em quatro níveis distintos, variando o volume de óleo diesel entre 1,0 l/t e 2,5 l/t. Para os testes, foram utilizadas misturas de carvões com 6% de umidade.

2.3 Testes em Escala Industrial

A Usiminas, Usina de Ipatinga, possui duas coqueiras. A Coqueira 2 é composta pelas Baterias 3 e 4, com 55 fornos de 6 metros cada e a Coqueira 3, composta pelas Baterias 5 e 6, com 40 fornos de 6 metros cada.

Numa segunda etapa do estudo, foram realizados os testes industriais na Coqueira 3, visando confirmar os resultados obtidos em escala piloto.

Os testes industriais compreenderam as seguintes etapas:

- esvaziamento de um dos três silos da Coqueira 3 (*coal bunker*), para armazenar somente a mistura de carvões com adição de óleo diesel (1,5 l/t);
- sequência normal de enforamento (carregamento do forno com a mistura e nivelamento da carga);
- medição de altura de carga em todas as bocas de carregamento (diferença entre altura da carga e o topo da coqueira). Essa medição é realizada com auxílio de uma ferramenta de aço, tipo tubo, contendo uma escala;
- verificação da densidade de carga utilizada no carregamento.

No desenho esquemático (Figura 4) é apresentado o ponto de medição (boca de carregamento) e a altura de carga medida.

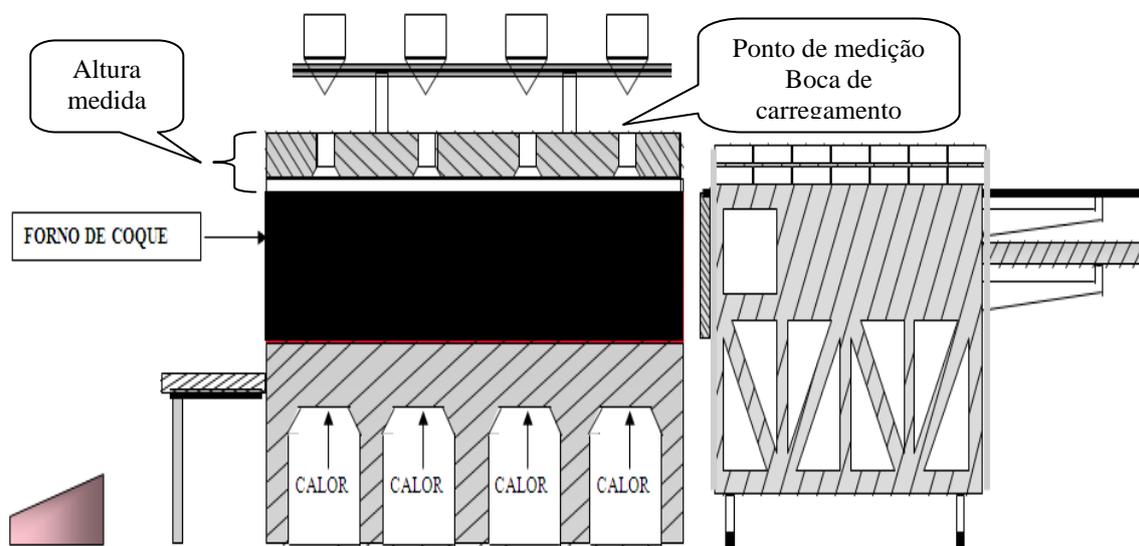


Figura 4. Desenho esquemático do forno de coque da coqueira.

Após estas etapas, é realizada a análise dos parâmetros de altura, entre a carga e o topo da coqueira e a densidade utilizada no carregamento. Caso a altura entre a carga e o topo aumente, eleva-se a densidade e, conseqüentemente, é enforada uma maior quantidade de carvão por unidade de forno.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Testes em Escala Piloto

Os resultados de densidade de carga da mistura obtidos, em escala piloto, são apresentados na Tabela 1 e Figura 5, de forma a comparar a eficácia da adição de óleo diesel entre cada nível (variação de umidade).

Tabela 1. Resultados dos ensaios de densidade de carga das misturas

Amostra	Umidade (%)	Densidade da mistura sem óleo diesel (kg/m ³)			Densidade da mistura com óleo diesel (kg/m ³)		
		1º Teste	2º Teste	Média	1º Teste	2º Teste	Média
Mistura (8,0% de H ₂ O)	8,00	753,4	747,8	750,6	847,4	853,0	850,2
Mistura (9,0% de H ₂ O)	9,00	737,9	739,3	738,6	824,9	819,3	822,1
Mistura (10,5% de H ₂ O)	10,53	746,4	745,0	745,7	785,6	781,4	783,5
Mistura (11,2% de H ₂ O)	11,20	771,6	767,4	769,5	754,8	753,4	754,1
Mistura (12,0% de H ₂ O)	12,00	764,6	771,6	768,1	752,0	753,4	752,7
Mistura (13,0% de H ₂ O)	13,00	788,4	781,4	784,9	777,2	780,0	778,6
Mistura (14,0% de H ₂ O)	14,00	796,9	803,9	800,4	768,8	773,0	770,9

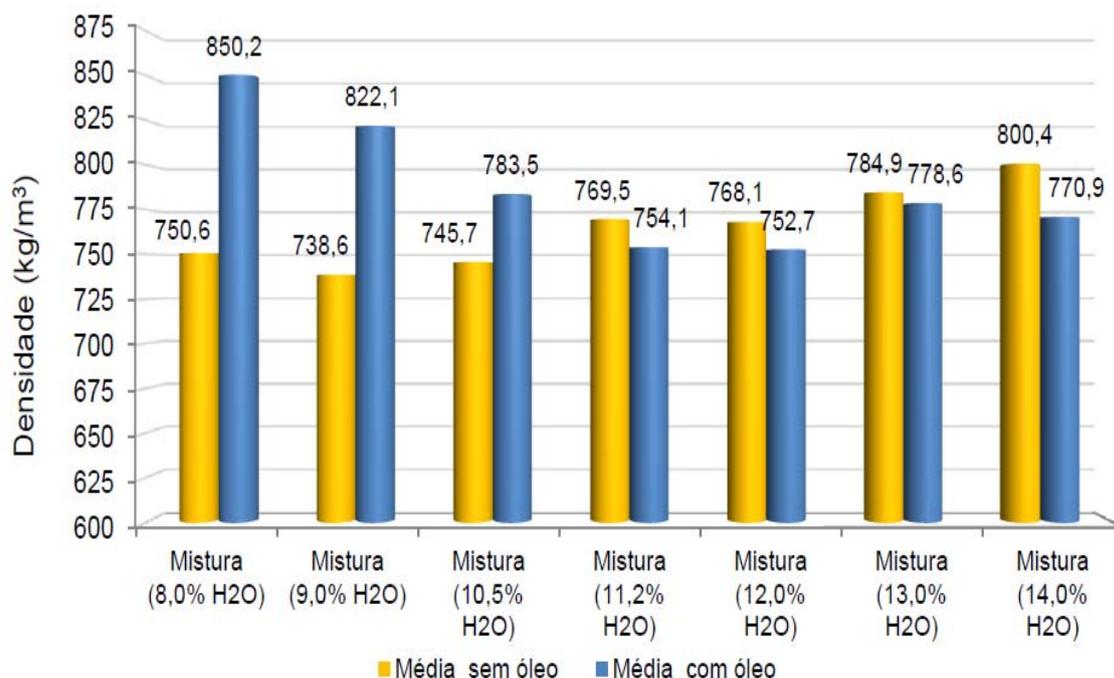


Figura 5. Eficiência da adição de óleo diesel por nível de umidade.

Observou o aumento de densidade de carga, com a adição de óleo diesel, nos primeiros níveis que possuem percentuais menores de umidade, destacando os níveis com 8,0% e 9,0% de umidade.

A partir do nível com 11,2% de umidade, a adição de óleo diesel (1,5 l/t) não influenciou no aumento de densidade de carga, pelo contrário, as misturas sem óleo apresentaram maiores índices de densidade de carga.

Os resultados do aumento da adição de óleo diesel na carga do forno piloto são mostrados na Figura 6. Pode ser verificado o aumento de 5,2% em peso, considerando o aumento de 1,0 l/t para 1,5 l/t de óleo diesel adicionado na mistura. Embora tenha sido observada a mesma tendência de aumento da carga com aumento da adição de óleo, nota-se que, alterando a adição de 1,5 l/t para 2,0 l/t, o efeito é menos acentuado, ou seja, aumento da carga em apenas 1,3% em peso. Já aumentando a adição de óleo de 2,0 l/t para 2,5 l/t, não se observou aumento na carga.

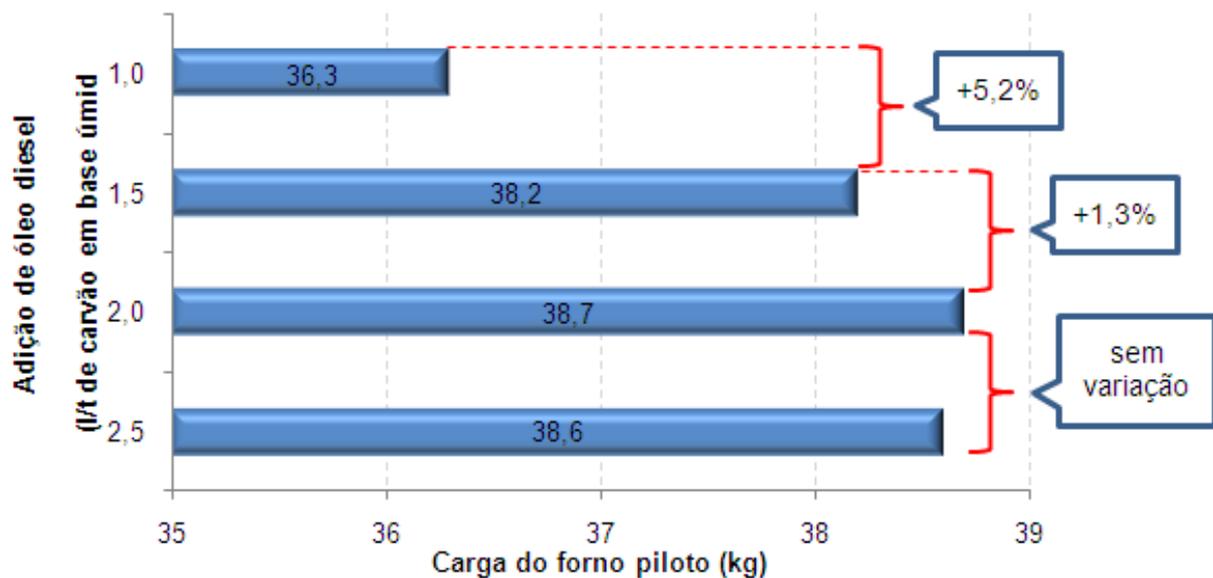


Figura 6. Aumento da carga do forno piloto em função da adição de óleo diesel.

3.2 Teste em Escala Industrial

Os resultados do aumento da carga enforada em base seca são mostrados na Figura 7. A adição de óleo diesel iniciou em junho de 2012, sendo adicionados 1,5 l/t desse material na mistura.

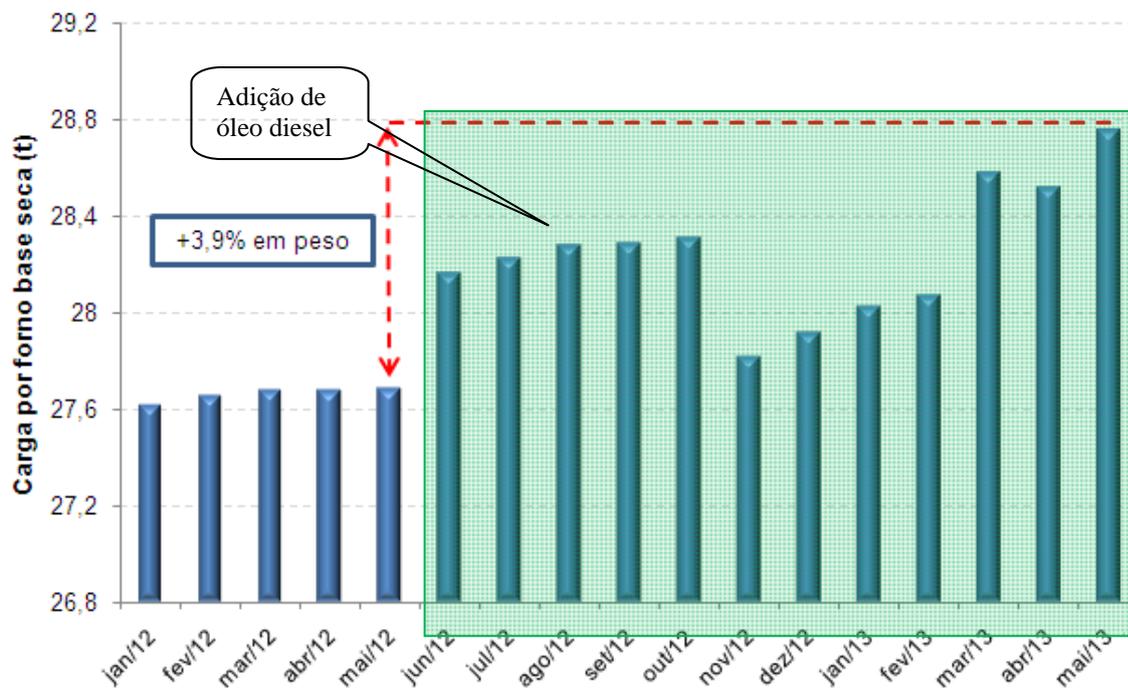


Figura 7. Aumento da carga por forno da Coqueria 3 em função da adição de óleo diesel.

Pode-se observar (Figura 7) um aumento de carga por forno, na Coqueria 3, com a adição de óleo diesel. No mês de maio de 2013, houve elevação de aproximadamente 3,9% em peso (média por forno). Cabe ressaltar que, no período de novembro de 2012 a fevereiro de 2013, houve redução da carga por forno em função da elevação da umidade da mistura de carvões (período de chuvas).

Em maio de 2013, foram obtidos resultados pontuais de até 29 t por forno de carga seca, ou seja, elevação de 4,8% em peso, em função da adição de óleo diesel na mistura.

Com a adição de óleo diesel, também se observou melhoria na qualidade do coque (*DI 15/150*), conforme apresentado na Figura 8. Durante o período de junho/12 a maio/13, não houve variação significativa no *mix* de carvões. Já em janeiro de 2013, houve uma queda do *DI 15/150* em função da utilização de um carvão na mistura que estava contaminado, ou seja, qualidade inferior à desejada.

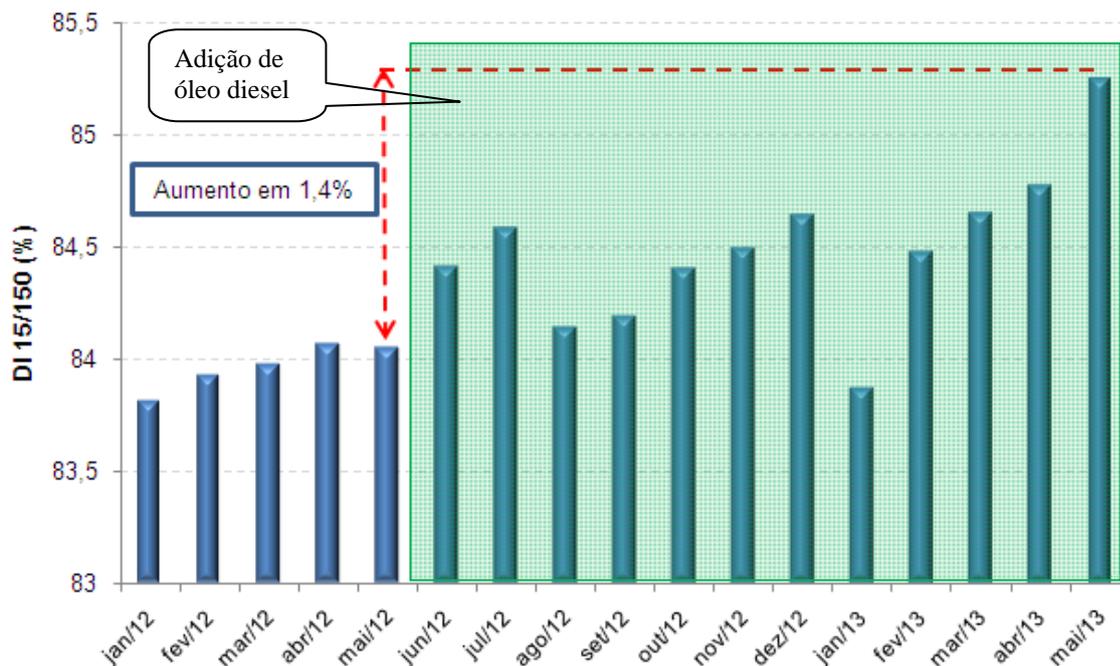


Figura 8. Elevação do *DI 15/150* da Coqueria 3 em função da adição de óleo diesel.

Pode-se destacar ainda que, em maio de 2013, houve elevação de aproximadamente 1,4% no *DI 15/150* do coque.

Outro benefício do uso de óleo diesel é na geração de gás de coqueria, pois está diretamente relacionada à carga por forno, ou seja, quanto maior a quantidade de carvão enfiado, maior produção de gás (COG).

4 CONCLUSÃO

A influência da adição de óleo diesel na densidade da mistura das coquerias foi avaliada por meio dos testes em escala piloto e em escala industrial.

Na Usiminas, Usina de Ipatinga, a adição de óleo na mistura de carvões a coqueificar tem contribuído para elevar a densidade de carga a ser enfiada, aumentando assim, a produtividade das coquerias, conseqüentemente, menor necessidade de aquisição de coque externo.

Ressalta-se ainda, a melhoria gradativa na resistência mecânica do coque (*DI 15/150*) em até 1,4%. Essa melhoria do coque, além de proporcionar estabilidade operacional nos altos-fornos, contribui para redução do coke-rate, ou seja, menor consumo desse material.

REFERÊNCIAS

- 1 KERKKONEN, O. Oil Addition to the Coal Blend at the Ruukki Coking Plant. Ruukki Production, Rautaruukki Oyj, Finland.