

ELIMINAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL PROVOCADO PELO PÓ DO DESEMPOEIRAMENTO DOS FORNOS ELÉTRICOS A ARCO DA ARCELORMITTAL INOX BRASIL ¹

Formulação de um briquete auto-redutor para utilização nos fornos elétricos a arco

Antônio Martins Quintão²

Carlos Roberto da Silva²

Edilberto Magos Pinto³

Hélio Bráz Loss⁴

Janeir Ribeiro Dutra⁵

Rogério Geraldo de Carvalho⁶

Ronaldo Dias⁷

Resumo

No processo dos fornos elétricos a arco a obtenção da liga metálica inoxidável é feita a partir de ligas, sucatas, fundentes, carburantes, oxidantes e obtém-se como produtos: carga metálica, escória, particulados e gases. Os particulados gerados durante o processo são captados pelo sistema de desempoeiramento e enviado para o pátio de resíduo e briquetagem. O pó, o principal efluente atmosférico do processo de forno elétrico, é gerado com a volatilização dos metais na região do arco, a oxidação e o carregamento de impurezas e finos pela exaustão. O trabalho desenvolvido, buscou a viabilização do consumo do pó excedente no processo do forno elétrico a arco, tendo em vista que o ambiente oxidante nos fornos elétricos a arco não é propício para sua utilização, pois é necessário um ambiente redutor para recuperar os óxidos metálicos contidos no pó. Foi desenvolvido então um briquete com o pó do FEA, cuja formulação contém material carburante e que à elevadas temperaturas obtém-se a redução e recuperação dos óxidos metálicos contidos no pó, permitindo a sua utilização nos fornos elétricos a arco e a eliminação completa do passivo ambiental.

Palavras-chave: Impacto ambiental; Briquete; Auto-redutor.

ELIMINATION OF ENVIRONMENTAL IMPACT CAUSED BY THE DUST COMING FROM ARCELORMITTAL STAINLESS BRAZIL'S ELECTRIC ARC FURNACE DEDUSTING SYSTEM

Formulation of a Self-Reducing Briquette to be used in the Electric Arc Furnaces

Abstract

In the electric arc furnace process, the stainless steel metallic alloy is obtained from alloys, scraps, fluxes, carburetant, oxidising agents and the resulting products are: metallic burden, slag, particulate and gases. The particulates generated during the process are captured by the dedusting system and conveyed to the residue and briquetting yards. The dust, the main atmospheric effluent of the electric furnace process, is generated by the volatisation of the metallic elements at the arc zone, the oxidation and the charging of residues and fines by means of exhaustion. The work developed intended to make the consumption of the excess dust from the electric arc furnace process feasible, bearing in mind that the oxidising environment in those electric ar furnaces is not adequate for its application, since it is necessary to have a reductant environment in order to recover the metallic oxides contained in the dust. Therefore, a briquette made from the EAF dust was developed, of which formulation contains carburetant material and at high temperatures the metallic oxides contained in the dust are reduced and recovered, thus allowing its use in electric arc furnaces and complete elimination of the environmental passive element.

Key words: Environmental impact; briquette; self-reducing

¹ *Contribuição técnica ao XXXIX Seminário de Aciaria – Internacional, 12 a 16 de maio de 2008, Curitiba, PR, Brasil*

² *Técnico em Metalurgia, Supervisor Técnico Aciaria de aços Inoxidáveis – ArcelorMittal Inox Brasil*

³ *Engenheiro Mecânico, Gerente Fornos Elétricos Aciaria de aços Inoxidáveis – ArcelorMittal Inox Brasil*

⁴ *Técnico em Metalurgia, Analista Técnico Aciaria de aços Inoxidáveis – ArcelorMittal Inox Brasil*

⁵ *Engenheiro Mecânico, Gerente Convertedor Aciaria de aços Inoxidáveis – ArcelorMittal Inox Brasil*

⁶ *Técnico em Informática, Supervisor Técnico Aciaria de aços Inoxidáveis – ArcelorMittal Inox Brasil*

1 INTRODUÇÃO

Na busca de soluções para problemas eventuais vivenciados por industriais integradas, onde o bom desempenho de cada fase é de vital importância para o sucesso na qualidade do produto, custo e a preservação ambiental na comunidade na qual está inserida. A criatividade e inovação são armas de extrema importância para a manutenção da melhoria contínua dos processos.⁽¹⁾ Um dos problemas vivenciados pela aciaria elétrica da ArcelorMittal Inox Brasil, era o crescimento de um passivo ambiental do pó do desempoeiramento gerado pelos Fornos Elétricos a Arco. O pó do sistema de desempoeiramento dos Fornos Elétricos a Arco da ArcelorMittal Inox Brasil, era enviado em sua totalidade para o pátio de resíduo, representando um passivo ambiental de alto potencial, pois sua geração era da ordem de 400t por mês (Figura 1). Por ser um material rico em óxidos, o Forno Elétrico de Redução, que produz Ferro Cromo Alto Carbono, oferecia excelentes condições para a recuperação de Cr, Fe e Mn, sendo assim, foi formulado um briquete de resíduos para compor a carga do Forno Elétrico de Redução, prevendo a utilização do Pó do desempoeiramento dos Fornos Elétricos a Arco, deslocando minérios com um maior valor agregado.⁽²⁾ Porém, o Forno Elétrico de Redução, não tinha condições de utilizar todo o pó que era gerado pelos Fornos Elétricos a Arco, e parte deste material continuava a ser enviado para o pátio de resíduos, gerando passivo ambiental, onde a necessidade da eliminação deste passivo, gerou a motivação para o desenvolvimento do projeto.

Dentro do fluxograma de produção de placas de aços inoxidáveis (Figura 2), os Fornos Elétricos a Arco apresenta um grande potencial na reciclagem de resíduos sólidos gerados no ciclo de produção de aços inoxidáveis e também de nichos de mercado, pois se encontram no início da etapa de elaboração das placas de aços inoxidáveis.

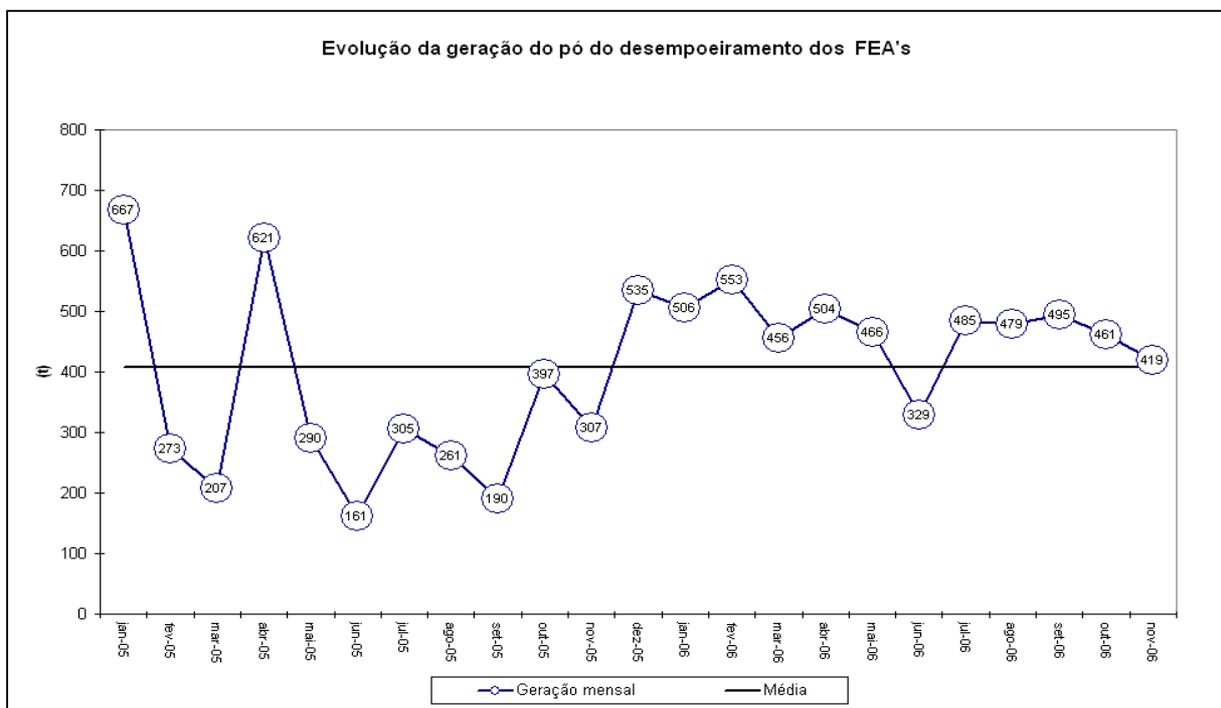


Figura 1 – Evolução da geração do desempoeiramento

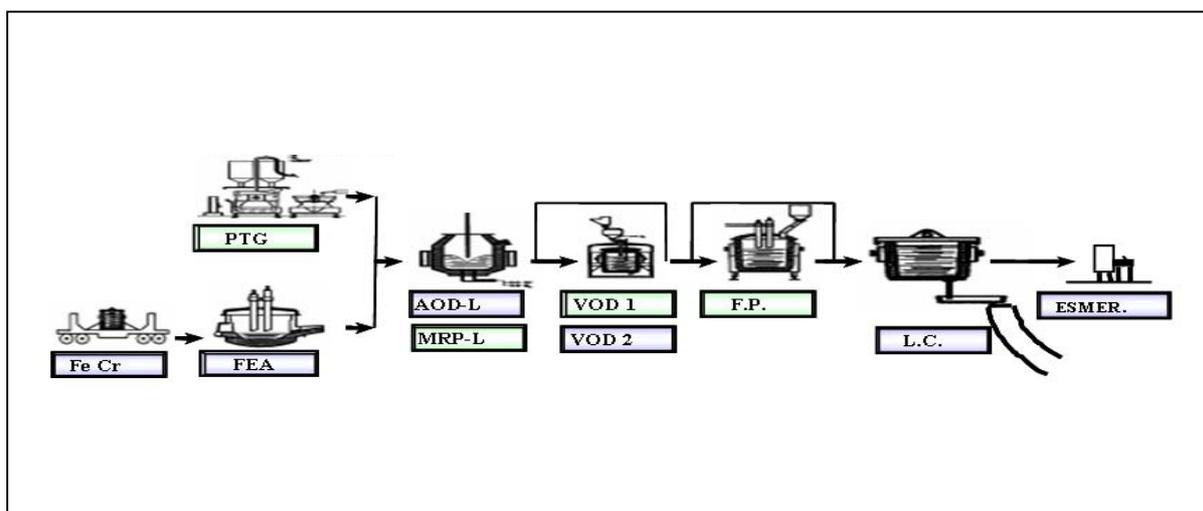


Figura 2 – Fluxograma da produção de placas de aços inoxidáveis

Devido a possibilidade de utilização de resíduos sólidos nos Fornos Elétricos a Arco, foi idealizado no projeto, a reciclagem do restante do passivo ambiental gerado pelo pó do desempoeiramento dos Fornos Elétricos a Arco como entrada de insumo no processo. Porém, o ambiente nos Fornos Elétricos a Arco é tipicamente oxidante e a composição do pó é rica em óxidos, sendo necessário adequações para a sua utilização, de forma, a obter-se redução deste óxidos. A prática que apresentou melhor aplicação na adequação da utilização do pó do desempoeiramento dos Fornos Elétricos a Arco, foi a do briquete com característica auto-redutora, onde o agente redutor, no caso o Carbono, é adicionado diretamente à mistura de resíduos a ser aglomerada, visando, a partir contato íntimo entre as partículas e à alta pressão parcial dos reagentes, obter altas velocidades de reação, e conseqüentemente, tempos de resistência nos fornos muito curtos. Os briquetes contendo estes resíduos podem ser reciclados diretamente na aciaria, substituindo parcialmente a sucata ferrosa de alto valor de mercado.⁽³⁾

Foi desenvolvido um briquete com característica auto-redutora, a partir do briquete de finos metálicos recuperados da escória de inoxidáveis. Como redutor, foi utilizado o fino de coque menor que 9 mm, obtido do underflow do peneiramento do coque do Alto-Forno nº 2 da ArcelorMittal Inox Brasil.

2 ANÁLISE DA CARACTERÍSTICA DOS INSUMOS PARA OBTENÇÃO DO BRIQUETE

2.1 Análise Química do Pó do Desempoeiramento dos FEA's

Com o objetivo de verificar a composição química do pó dos FEA's e o potencial dos componentes químicos que tornasse economicamente viável sua utilização, feito análise do pó via MEV (Figura 3), sendo constatado sua viabilidade.

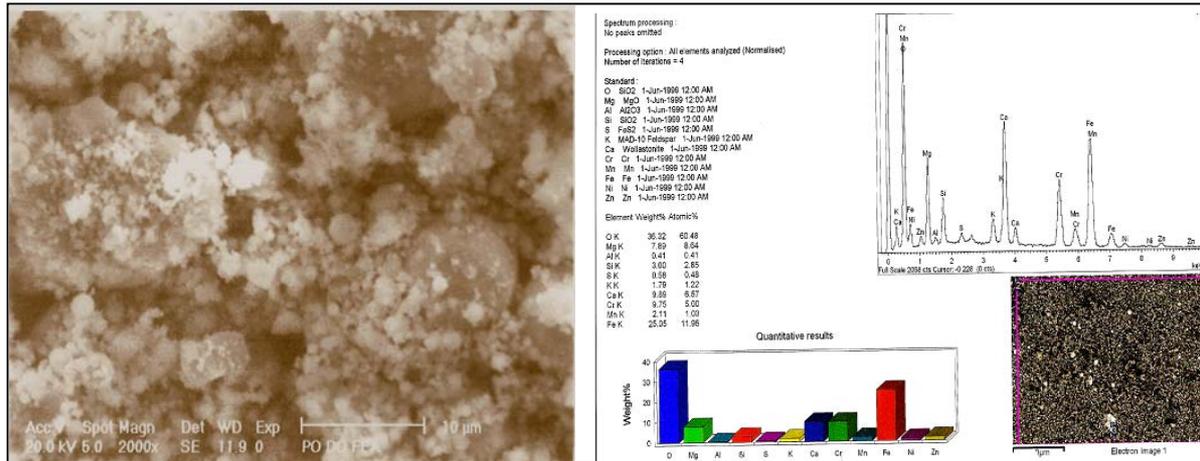


Figura 3 – Análise via MEV do Pó do desempoeiramento dos FEA's

2.2 Redutor

Foi utilizado como redutor, o coque fino menor que 9 mm, obtido como o underflow do peneiramento do coque do Alto-Forno nº2.

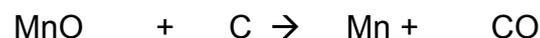
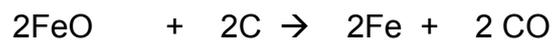
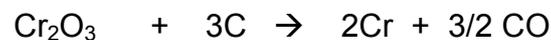
2.3 Matérias Metálicas Recuperados da Escória de Aços Inoxidáveis

Finos menor que 6,0mm recuperados a partir do beneficiamento da escória dos aços Inoxidáveis.

3 POSSÍVEIS REAÇÕES

A presença do carbono (Figura 4) inserido no briquete forma um ambiente redutor que favorece o contato direto com os óxidos de cromo, ferro e manganês e permite uma melhor redução destes óxidos⁽⁴⁾ contidos no recuperado da escória e do pó do FEA, aumentando a recuperação e rendimentos deste na liga. Parte deste carbono é incorporado no metal semi elaborado para obtenção de reação exotérmica no convertedor AOD.

3.1 Principais Reações



4 CARACTERIZAÇÃO DO BRIQUETE AUTO-REDUTOR



Figura 4 – Detalhamento da análise via MEV do briquete - Partículas de coque

5 MATERIAL E MÉTODOS

A ArcelorMittal Inox Brasil tem contrato com uma empresa, que lhe presta serviço dentro da própria planta para a fabricação dos briquetes (Figura 5), foi formulado então um briquete com 54,4% de finos de resíduos metálicos obtidos da recuperação da escória do aço inoxidável, 18,8% de Coque Breezer de, 18,8% de pó do desempoeiramento dos fornos elétricos a arcos e 8,0% de cimento e aglomerantes, apresentado uma resistência mecânica adequada para o carregamento nos fornos elétricos.

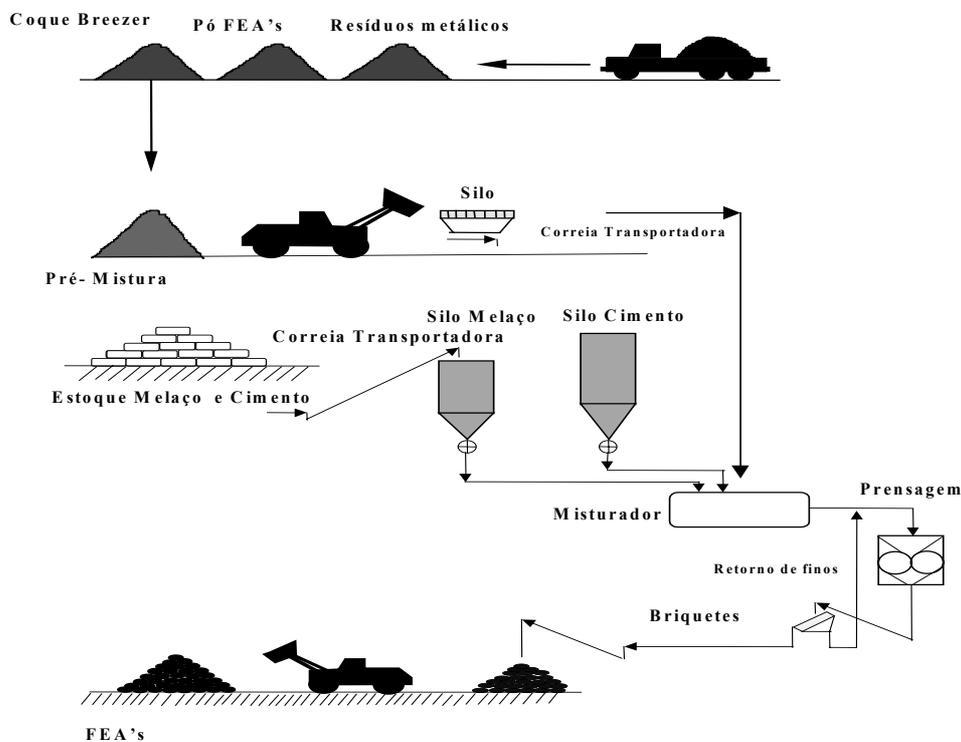


Figura 5 – Fluxograma da produção do briquete

5.1 Composição Química Básica dos Componentes do Briquete

5.1.1 Coque breezer (18,8%)

- 83,00% de Carbono fixo
- 0,90% de matérias voláteis
- 16,00% Outros

5.1.2 Materiais metálicos recuperados da escória de aços inoxidáveis(54,4%)

- Até 18,0 % de Cr
- Até 6,0 % de Ni
- Até 0,8 % de Mn
- Granulometria de 0 – 6,0mm
- Umidade - < 2,0%

5.1.3 Pó do desempoeiramento dos Fornos Elétricos a Arco (18,8%)

Rico em óxidos metálicos de Cromo e Ferro, além de Níquel, Molibdênio, Manganês, etc.

5.1.4 Cimento e aglomerante(8,0%)

- 4,0% de Cimento CP4(Ari)
- 4,0% de aglomerante (melaço de cana)

6 A REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Iniciamos com um lote de 150,0 t de briquete, onde foram acrescentados o coque fino e o pó do FEA. Feito o carregamento de forma gradativa iniciando com 3,0 t/corrida, fazendo um acompanhamento dos resultados com possíveis reações no forno ou variações não desejáveis na composição química do metal, principalmente num possível aumento do teor de fósforo, oriundo das cinzas do coque. Após testes do comportamento e composição química resultante, como não apresentou efeitos indesejáveis, passamos para um consumo, que é o ideal, de 8,0 t/corrida.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES:

7.1 Eliminação do Passivo Ambiental

Antes do desenvolvimento do projeto, era enviado em média 170 t/mês de pó do desempoeiramento dos FEA's para o pátio de resíduo. Com o desenvolvimento do projeto, pode-se observar (Figura 6) a eliminação do passivo ambiental. Parte do pó do desempoeiramento foi incorporado ao banho metálico via redução de óxidos e o restante foi agregado à escória, que posteriormente, após seu beneficiamento é vendida como fertilizantes e corretivos de solo (agrosilício).

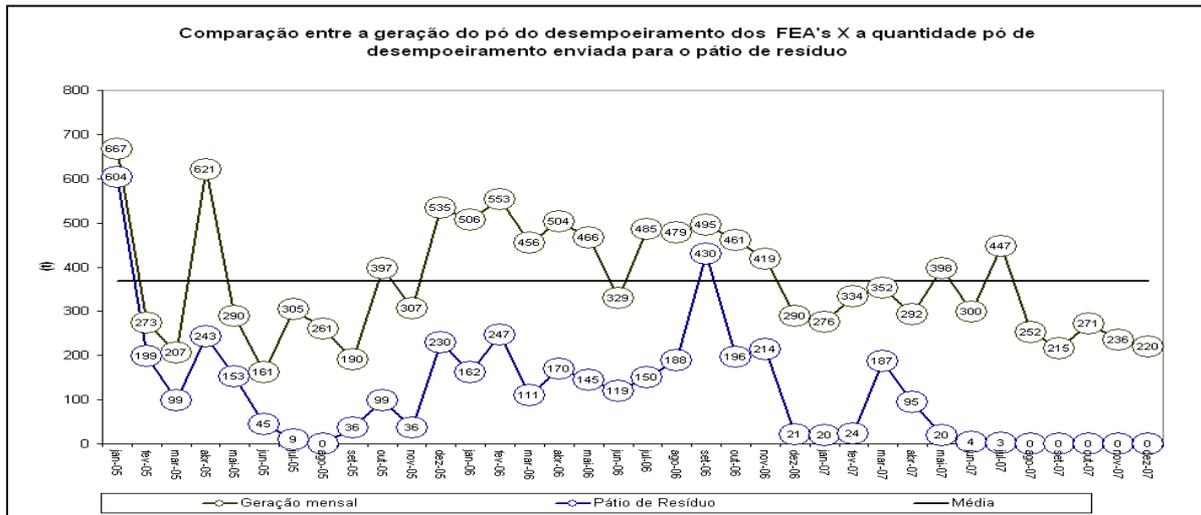


Figura 6 – Evolução da geração e envio do pó para o pátio de resíduos

7.2 Ganhos Adicionais Obtidos com o Projeto

7.2.1 Carburização nos FEA's

O FEA como produtor de um metal semi elaborado para processo posterior nos convertedores, precisa produzir uma liga com potencial energético químico elevado, para possibilitar ao convertedor obter temperatura com as reações exotérmicas do seu processo e a forma ideal é manter um teor elevado de Carbono na liga, aproximadamente 4,0%, para garantir este potencial. As fontes de carbono nos FEA's são as sucatas, Ferro Cromo e coque. Como a sucata utilizada nos FEA tem teores muito baixo de Carbono, na ordem de 0,010% e o Carbono do Ferro Cromo não é suficiente para obter este valor ideal, faz-se necessário a adição de Coque na carga para obtenção deste valor. Com a utilização do briquete, parte do coque necessário à carga, foi substituído pela fração em excesso de finos de Coque do briquete. O resultado da carburização nos FEA's, com a utilização de finos de Coque no briquete, foi melhorada significativamente.

7.2.2 Melhorias na relação Enxofre X Carbono

Existe no processo dos Fornos Elétricos a Arco da ArcelorMittal Inox Brasil, uma forte relação entre o teor final de Enxofre com o teor final de Carbono, onde menores valores de Enxofre no banho são obtidos quando se tem uma melhor carburização do mesmo. Nos processos onde a entrada de Ferro Cromo é da ordem de 13% da carga, a carburização via Ferro Cromo é na ordem de 27% e o restante é basicamente via coque metalúrgico granulado, onde a carburização não é satisfatória. Como citado anteriormente, a utilização do briquete representou melhorias significativas na carburização do banho, obtendo assim, redução nos teores finais de enxofre nos processos dependentes do coque metalúrgico para a carburização. Anteriormente, apenas 60% das corridas neste processo tinham teores finais de Enxofre abaixo de 0,03%. Com o projeto, onde grande parte das corridas estavam com teores finais de Carbono acima de 4,0%, este valor passou a ser da ordem de 88% das corridas (Figura 7).

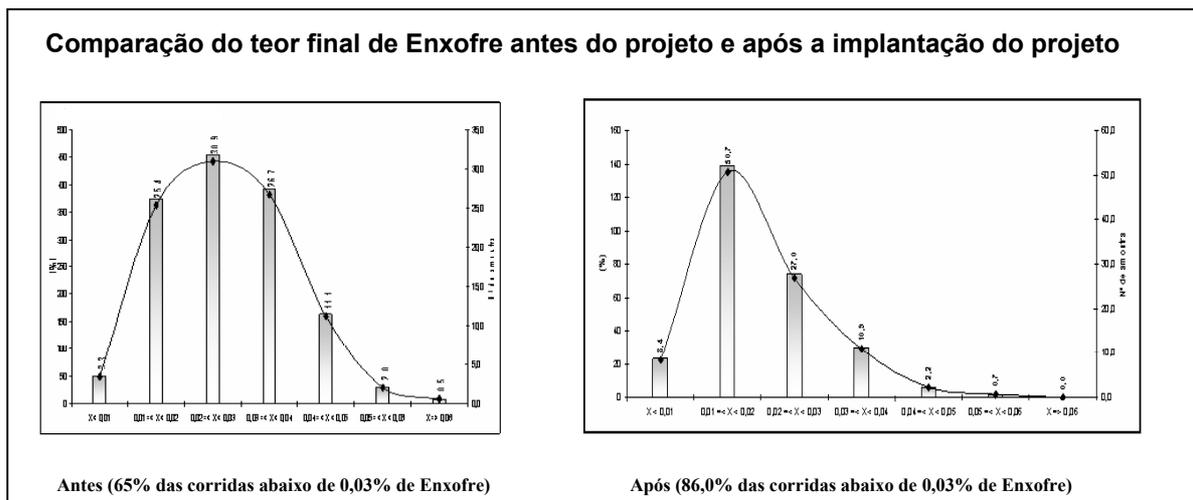


Figura 7 – Comparação do teor final do Enxofre

7.2.3 Redução de custos operacionais

A utilização do finos de coque no briquete, representou uma redução de custo na elaboração, pois este insumo é vendido por R\$80,00 /t e o coque metalúrgico é comprado a R\$200,00 /t. Com o projeto, cerca de 30% de coque metalúrgico foi substituído por finos de coque, representando um ganho de R\$2,20 por tonelada de aço vazado (Figura 8).

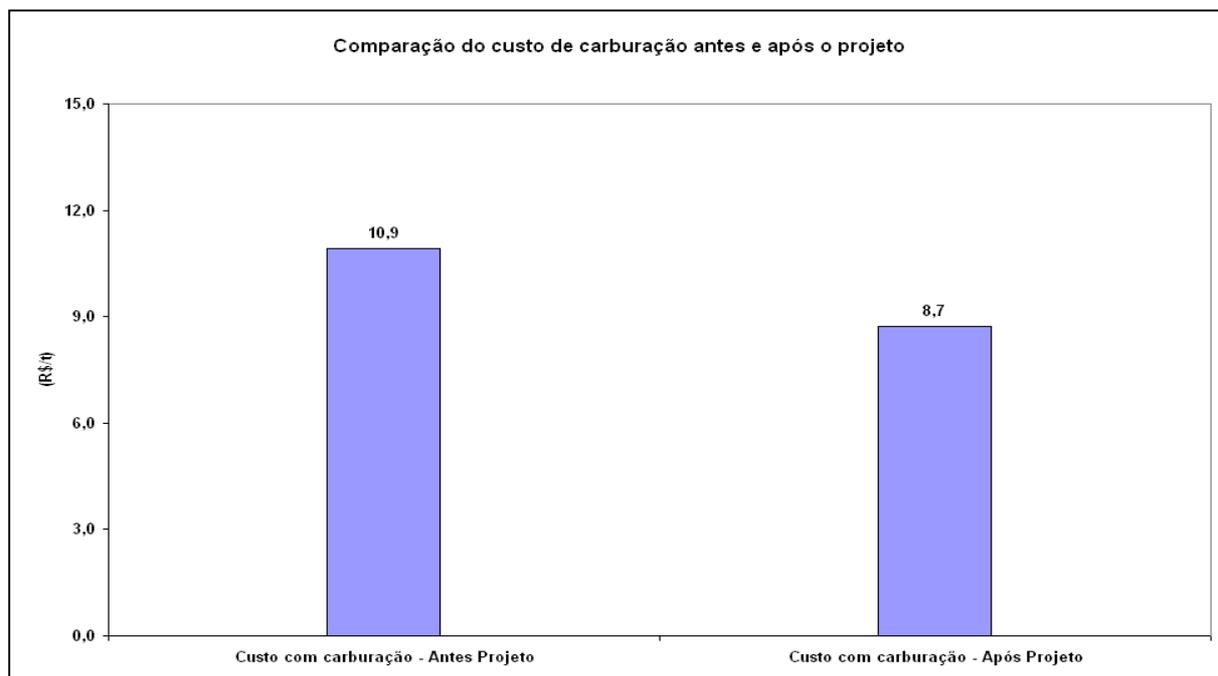


Figura 8 – Custo para carburação do aço inox semi elaborado

8 CONCLUSÕES

- Foi possível a eliminação do passivo ambiental gerado pelo pó do desempoeiramento dos Fornos Elétricos a Arco da ArcelorMittal Inox Brasil
- Foi possível uma melhor carburação nos processos dependentes de uma maior utilização de coque metalúrgico e redução do custo operacional para carburação;
- O projeto trouxe um melhor vazão no fluxo de utilização de material recuperado de escória de aços inoxidáveis, sendo a sua utilização em função do estoque de material recuperado de escória de aços inoxidáveis;
- Ganhos significativos no rendimento físico do processo, aumentando em 0,6% nos períodos de utilização, deslocando cerca de 60t de sucata;
- Aumento no % de óxidos com FeO, MnO e Cr₂O₃ na escória dos Fornos Elétricos a Arco, sendo corrigido com a redução na panela.
- Obtenção de teores final de Enxofre menores que 0,03%, contribuindo com a redução do percentual deste elemento nas placas de aços inoxidáveis, melhorando significativamente a qualidade dos produtos de inox.

Agradecimentos

Os autores deste projeto agradecem as equipes da Aciaria Elétrica, Meio Ambiente e Pátio de Metálicos que não mediram esforços em consolidar este projeto e contribuir significativamente para a eliminação de um passivo ambiental, gerando produtos de valor agregado.

REFERÊNCIAS

- 1 D'ABREU, J. C. Auto-redução: uma tecnologia inovadora para a siderurgia moderna. Revista Metalurgia & materiais, v.54, n.482, p.579, nov-dez.2008.
- 2 SANTOS, D. M. Recuperação do ferro das lamelas de Aciaria na forma de pellets auto-redutores: comparação entre processos de auto-redução e fusão-redução. Revista Metalurgia & Materiais, v.59, n.539, p.12-16, nov.2003.
- 3 D'ABREU, J. C. Estágio atual do desenvolvimento de briquetes, auto-redutores para a siderurgia brasileira. Revista Metalurgia & materiais, v.55, n.492, p.517, out.1999.
- 4 AUARIGUASI NETTO, P. G. Aspectos cinéticos de redução da misturas auto-redutoras de finos e resíduos. Revista Metalurgia & materiais, v.48, n.408, p.481-483, ago.1992.