

Reaproveitamento de pós do desempoeiramento e dos finos metálicos das escórias do convertedor MRPL (Refino de Metal por Lança) da Arcelor Mittal Inox Brasil

H. B. Loss¹, C. N. dos Santos^{2*}

¹Mestrando em Engenharia Industrial do Centro Universitário do Leste de Minas Gerais – Unileste – MG

² Departamento de Engenharia do Centro Universitário do Leste de Minas Gerais – Unileste – MG

(Recebido em 24/03/2011; revisado em 26/08/2011; aceito em 28/11/2011)

(Todas as informações contidas neste artigo são de responsabilidade dos autores)

Resumo:

A siderurgia é a indústria produtora de aço, a qual engloba os processos de obtenção de produtos à base de ferro. O aumento da produção de aço gera um aumento na produção de resíduos, como pós, lamas e escórias, e uma forma de diminuir os impactos ambientais é a utilização do processo de reciclagem. A gestão dos resíduos inclui medidas voltadas ao aumento da eficiência dos processos, de modo a reduzir sua geração e dar-lhes destinação adequada, priorizando sua recuperação, reutilização ou reciclagem. No presente trabalho, foram feitas as caracterizações dos finos metálicos das escórias e dos pós do desempoeiramento. Posteriormente foram produzidos briquetes com a mistura destas duas matérias primas e estes foram utilizados na carga metálica do MRPL em substituição a sucata metálica.

Os resultados obtidos de caracterização, simulação e produção dos briquetes, sugerem uma melhoria na concentração dos finos metálicos das escórias do MRPL para que os briquetes possam substituir a carga metálica do convertedor MRPL na produção de aços carbonos e aços de grãos não orientados (GNO).

Palavras-chave: Caracterização; gestão de resíduos; briquetes.

Abstract:

Metallurgy is the steel producing industry, which comprises the processes for obtaining iron-based products. The increase in steel production generates an increase in production of wastes, such fines and dusts, sludges, slags and one of the alternatives to reduce the environmental impacts is by using recycling process. Residue management includes measures aimed at increasing process efficiency so as to reduce its generation and provide the appropriate destination for them, prioritizing their recovery, reuse or recycling. In the present work, the characterizations of metallic fine of slag and of dust from the dedusting system were made. Posteriorly were produced briquettes with the mixture of these two raw materials and these were used in the metallic charge of MRPL in substitution the metallic scrap.

The results obtained from characterization, simulation and production of the briquettes suggest an improvement in the concentration of the slag fine metal of the MRPL so that the briquettes can replace the metallic load of the MRPL converter in the production of carbon steel and non-oriented electric steels (GNO).

Keywords: Characterization, wastes management, briquettes.

1. Introdução

A siderurgia gera uma quantidade enorme e diversificada de resíduos sólidos, dentre eles a escória de aciaria, que é formada nos processos de oxidação do aço. A composição desta escória depende da matéria-prima, tecnologia de produção do aço e até do revestimento do forno [1].

O MRPL, consiste em um convertedor de injeção de gases (oxigênio e gás inerte), típico de produção de aços carbonos ligados e aços elétricos [2]. Durante a operação do convertedor para o refino do aço, são gerados resíduos, como pós e lamas e estes são coletados nos sistemas de desempoeiramento e nas estações de tratamento de efluentes,

sendo objetos de pesquisas, com o objetivo de desenvolver alternativas para sua utilização com viabilidade técnica e econômica e eliminação deste passivo [3]. O pó do MRPL é um subproduto gerado no processo de conversão durante o refinamento do aço, apresenta uma granulometria inferior a 0,149mm sendo rico em óxidos de ferro (cerca de 70% em massa) e apresenta entre 10 e 20% de cálcio [4].

A gestão dos resíduos inclui diferentes processos, um dos processos mais utilizados para a aglomeração de partículas é o processo de briquetagem [5], pois apresenta baixos custos de produção se comparado com processos típicos de aglomeração como a sinterização ou a pelletização.

*Email: cnsantos03@yahoo.com.br (C. N. dos Santos)

Este trabalho teve como objetivo a caracterização dos pós do desempoeiramento e dos finos metálicos recuperados das escórias do MRPL, visando avaliar a melhoria do rendimento metálico com a utilização dos briquetes com a redução do passivo dos pós do desempoeiramento e dos finos metálicos das escórias do MRPL, dando uma aplicação comercialmente correta para os mesmos.

2. Materiais e métodos

2.1. Resíduos

Os resíduos utilizados nesse estudo não sofreram nenhum tipo de tratamento físico ou químico para a sua caracterização procurando manter a sua forma in natura. As amostras foram denominadas de PDM (pós do desempoeiramento do MRPL) e FMR (finos metálicos recuperados das escórias), conforme Figura 1. Para a retirada das amostras com o objetivo de uma caracterização representativa, utilizou-se um amostrador “Trier”, conforme recomendações ABNT NBR 10007:2004 [6].

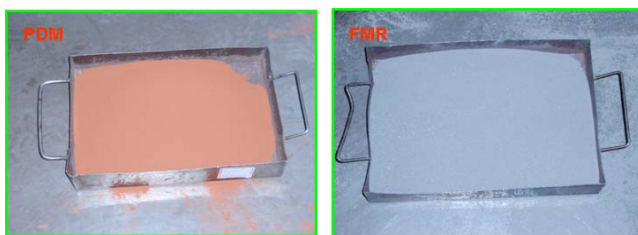


Figura 1. Amostras do PDM e FMR

Neste trabalho foram utilizadas as técnicas para a caracterização dos resíduos quanto as potencialidades de riscos ambientais (ABNT NBR 10004:2004), análise química via úmida, densidade pelo método de picnometria, umidade, granulometria utilizando malhas da série de Tyler e microscopia eletrônica de varredura (MEV). Para a determinação das classes dos resíduos foram feitos ensaios de lixiviação conforme NBR 10005:2004, ensaios de solubilização conforme NBR 10006:2004 bem como análises complementares para classificação de massa bruta como, por exemplo; pH, cromo total (CrTotal) e níquel (Ni) e análises visuais para determinação de cor e aspectos físicos da amostra.

A análise química via úmida é uma análise de caracterização de elementos de uma amostra podendo utilizar a técnica de calcinação da amostra com a abertura da mesma por fusão com peróxido de sódio (Na_2O_2). Utilizou equipamentos tais como balança Satorius modelo CP224S, bico de gás, balão volumétrico de 50mL +/- 0,12ml e Espectrômetro de Emissão Ótico ICP 5300DV da PerkinElmer. Para o cálculo da densidade utilizou-se o método de picnometria, uma determinação da densidade real de materiais sólidos, mediante a medição indireta da massa e do volume do sólido em balão volumétrico de fundo chato. Os equipamentos utilizados foram balança Satorius Modelo

CP224S e picnômetro de 50mL marca Blaubrand e água destilada. O procedimento para determinação da umidade consistiu em pesar uma porção de 5g da amostra e colocá-la para secar em uma estufa a uma temperatura de $100^\circ \pm 10^\circ\text{C}$ por um período de 90 minutos. Esta análise objetiva a determinação do teor de água contido em uma amostra. Os equipamentos utilizados foram balança Satorius modelo CP224S e estufa Quimis modelo Q317M92. Para a obtenção das micrografias utilizou-se o modelo Philips Modelo XL30 S FEG TMP.

2.2. Produção dos briquetes

Após caracterizar os pós metálicos separadamente, formulou-se briquetes com 50% de cada resíduo. A mistura dos resíduos foram feitos em um misturador Heiniche e utilizou uma prensa [7] de 3000 PSI com capacidade de 1000 t/mês. Utilizou cimento ARI CP5 de alta resistência inicial e melaço de cana-de-acúcar em pó da INDUMEL como ligante de cura rápida. Para a cura completa dos briquetes, os mesmos ficaram 5 dias em repouso. Foram produzidos 100t de briquetes para testes e foram denominados de PDFM (Figura 2).

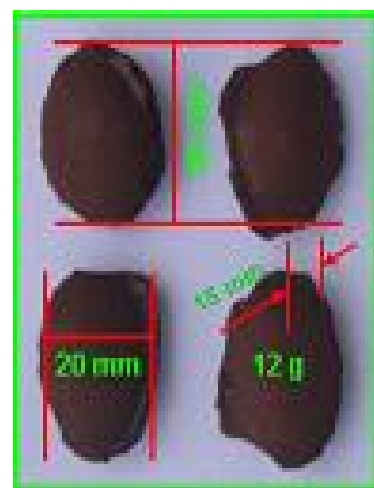


Figura 2. Briquetes PDFM

2.3. Determinação do processo de aglomeração dos resíduos

O processo utilizado para a aglomeração dos resíduos foi a briquetagem. Esse processo consiste na aglomeração de partículas finas em prensas [8] em que as forças de atração molecular de Van der Waals apresentam uma forte influência na aglomeração das partículas. Atualmente é um processo muito difundido e de baixo custo de produção, motivo pelo qual foi o escolhido nesse trabalho bem como pela existência de uma planta de briquetagem próxima a usina siderúrgica onde os testes foram realizados.

3. Resultados e Discussão

3.1. Caracterização dos resíduos

3.1.1. Análise química dos resíduos realizada pelo método de via úmida

A análise química dos resíduos mostrou que o PDM, apresentou teor de FeT de 50,97% enquanto o FMR de 59,40%. Tanto para o PDM quanto para o FMR foram caracterizados outros elementos tais como SiO_2 , CaO e MgO , isso sugere que esses elementos presentes, tais como SiO_2 , MgO e CaO , podem ser explicado pelo processo de formação dos gases CO e CO_2 que carregam estes óxidos ao atravessarem a escória [9]. O ferro total (FeTotal) é proveniente da atomização, que são as bolhas dos gases carregando metálicos e sendo succionados pelo desempoeiramento. Os elementos presentes no PDM são característicos do processo de oxidação do aço bem como elementos formadores de escória que são succionados pelo desempoeiramento e para o FMR estes elementos químicos são provenientes dos resíduos de escória incorporados aos metálicos recuperados da mesma.

3.1.2. Densidade dos resíduos

A densidade do PDM método de picnometria foi $3,96 \text{ t/m}^3$. Se consideramos uma densidade do aço de $7,8 \text{ t/m}^3$, podemos concluir que o teor metálico PDM é de 51%. Já a densidade do FMR foi $3,88 \text{ t/m}^3$, concluindo que o teor metálico é de 50%.

3.1.3. Umidade dos resíduos

A umidade do PDM foi de 0,29%. A baixa umidade é justificada, pois o processo de desempoeiramento é a seco em altas temperaturas, pois os finos são gerados durante o processamento da corrida de aço no convertedor MRPL [10]. A umidade do FMR foi de 1,48%. A maior umidade do resíduo FMR é devido ao processamento de movimentação das escórias ser a úmido para reduzir a geração de particulados.

3.1.4. Granulometria dos resíduos

A Figura 3 mostra a análise granulométrica simples e acumulada para PDM e para o FMR. Com a análise da granulometria observa-se que o PDM apresenta partículas muitas finas se comparado com o FMR.

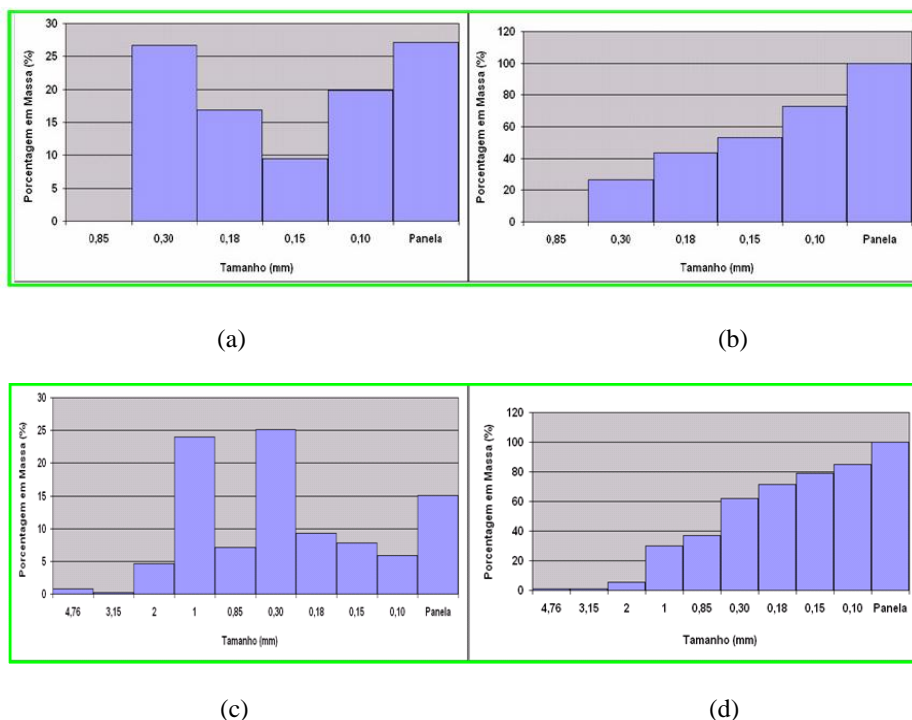


Figura 3. Distribuição granulométrica simples e acumulada do PDM respectivamente (a) e (b), para o FMR respectivamente (c) e (d)

3.1.5. Microscopia eletrônica de varredura (MEV) dos resíduos

As partículas caracterizadas do PDM, apresentadas na Figura 4, apresentaram uma mistura de óxidos dos elementos Si, Cr, Mn e Fe devido a formação de CO e CO₂ que borbulham através do aço e carregam na sua superfície gotas de metal [10]. Também apresentou CaO, MgO e SiO₂ que foi incorporado as gotículas de aço em ascensão que passaram pela camada de escória no convertedor MRPL.

Na Figura 5, as partículas caracterizadas do FMR apresentaram misturas elementos metálicos tais como Fe e Cr devido ao processo de perdas de aço durante as fases de refino e residuais de aço de panela e residuais de óxidos da escória

tais como CaO, MgO, SiO₂ provenientes da baixa concentração dos finos metálicos

3.2. Avaliação dos briquetes produzidos

Foram produzidas 18 corridas experimentais no convertedor MRPL da ArcelorMittal site Timóteo – MG. Os briquetes de resíduos PDFM substituíram a sucata metálica no convertedor MRPL, fazendo as devidas correções pelo teor metálico, ou seja, objetivou-se carregar a mesma quantidade de Fe metálico. Na Figura 6, podemos verificar o rendimento metálico das corridas com uso dos briquetes de resíduos PDFM. Observa-se baixo rendimento dos briquetes PDFM devido as perdas ao longo do processo de manuseio e a baixa resistência mecânica se comparado a sucata. Fato este que não ocorre com a sucata metálica, onde o rendimento desta é de 99%.

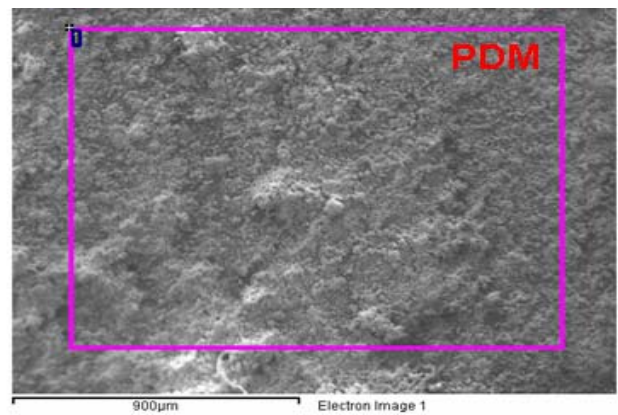
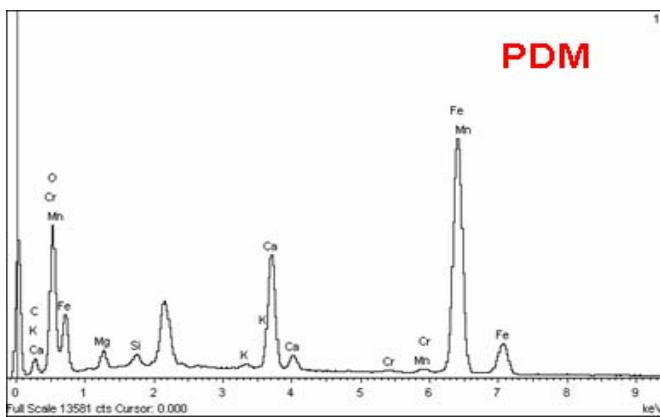


Figura 4. Caracterização pelo MEV do PDM

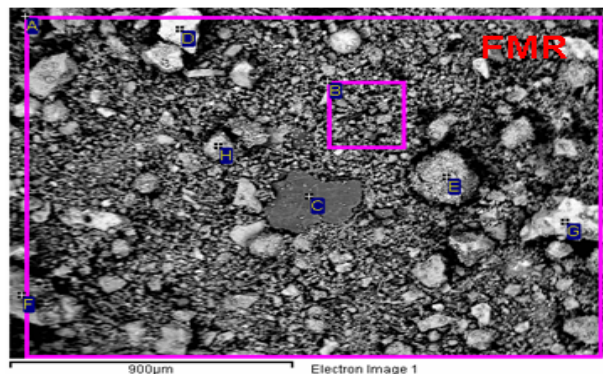
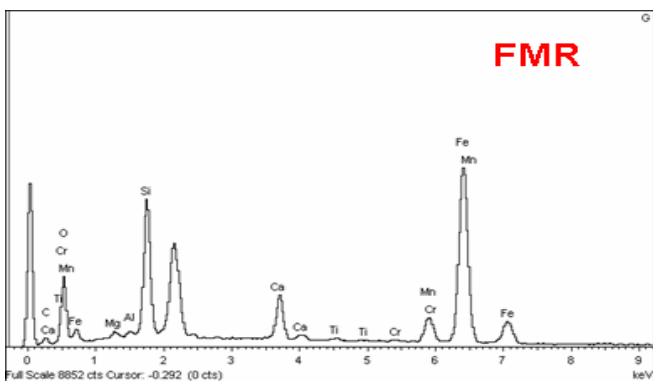


Figura 5. Caracterização pelo MEV do FMR

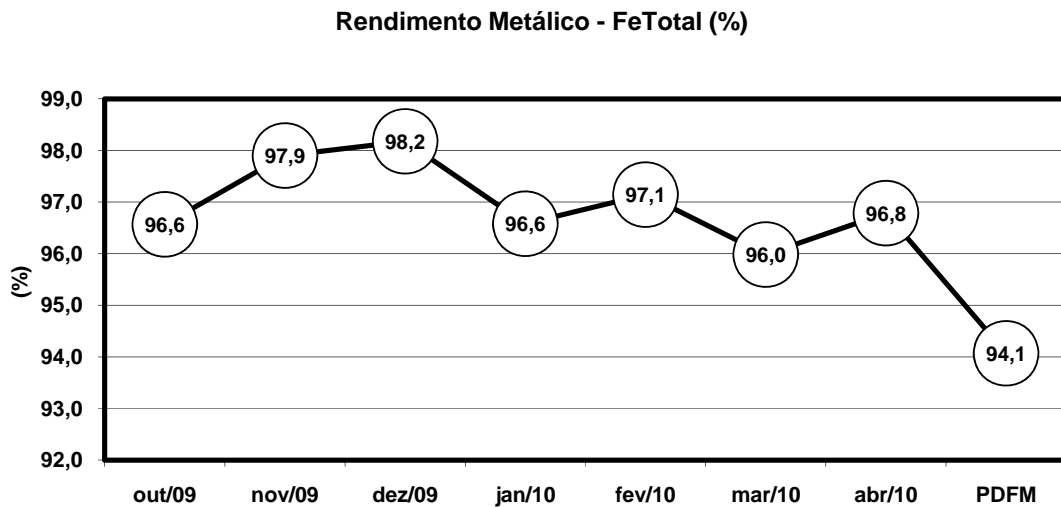


Figura 6. Rendimento metálico do convertedor MRPL

4. Conclusões

Os resíduos do processo de fabricação de aço inoxidável possuem altos teores de ferro, cromo e níquel e chumbo. Foram encontrados teores de FeTotal que sugerem a possibilidade de utilização desses resíduos em substituição a carga metálica do MRPL, depois de feitas as caracterizações físicas e químicas dos resíduos PDM e FMR. Porém, o rendimento metálico das corridas experimentais foram abaixo da série histórica do convertedor MRPL. Este fato foi evidenciado pelo FeTotal da escória que apresentou um maior percentual.

Observou-se que nem todo Fe do briquete incorporou à carga metálica do convertedor MRPL. Nesse caso para melhorar rendimento sugere-se trabalhar na concentração dos finos metálicos das escórias de carbono e aços elétricos e estudar a possibilidade de sinterizar estes resíduos o que acarretará uma melhor resistência mecânica consequentemente um melhor rendimento metálico.

Agradecimentos

Os autores agradecem à ArcelorMittal Inox Brasil pelo suporte com as análises e à Reciclos Reciclagem de Resíduos Industriais pela briquetagem dos resíduos.

Referências

- [1] Vieira, C. M. F., Monteiro, S. N., et al. Caracterização de escória de aciaria e efeito da sua granulometria nas propriedades de uma cerâmica argilosa. 17º CBECIMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 15 a 19 de Novembro de 2006.
- [2] Coimbra, D. L. Convertedor MRPL da ArcelorMittal Timóteo. Programa Curso para Técnicos. Timóteo, 2008.
- [3] Dutra, J. R., Loss, H. B., Pinto, E. M., et al. Eliminação do Impacto Ambiental Provocado pelo Pó do Desempoeiramento dos Fornos Elétricos a Arco da AMIB. XXXIX Steelmaking Seminar – International of ABM. Curitiba, 2008.
- [4] Santos, A. M. M., Tolentino, E., et al. Vitroceraização do subproduto da exploração do itabirito utilizando resíduos metalúrgicos como fonte de óxidos fundentes. 32ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. Ceará, 2009.
- [5] Carvalho, E. A., Brinck, V. Briquetagem. Centro de Tecnologia Mineral do Ministério da Ciência e Tecnologia. Rio de Janeiro, 2004.
- [6] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10007:2004. Amostragem de resíduos Sólidos, Rio de Janeiro. 2004.
- [7] Wilaipon, P. Physical Characteristics of Maize COB Briquette under Moderate Die Pressure. American Journal of Applied Sciences. Thailand, 2007.
- [8] Shoko, N. R., Malila, N. N. Briquetted chrome ore fines utilization in ferrochrome production at Zimbabwe alloys. Zimbabwe Alloys Limited. Zimbabwe, 2004.
- [9] Nolasco-Sobrinho, P.J. Reciclagem de Poeira e Lama Geradas na Fabricação de Aço Inoxidável. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, 2004.
- [10] Nolasco-Sobrinho, P. J., Espinosa, D. C. R., Tenório, J. A. S. Characterisation of dusts and sludges generated during stainless steel production in Brazilian industries. Ironmaking and Steelmaking, v. 30, n. 1, p.11-17, 2003.

