



AVALIAÇÃO DA SEPARAÇÃO DE ESPÉCIES DE ZINCO E FERRO EM LAMA DE ACIARIA LD POR SEPARAÇÃO MAGNÉTICA PARA RECICLAGEM NA SINTERIZAÇÃO¹

Alexandre Ramos Pereira da Silva²

Cleber Marques Silva Filho³

José Otávio Andrade Franco⁴

Marcelo Borges Mansur⁵

Marcos Vinícius Cantarino⁶

Maurício Soares Filho⁷

Resumo

Lamas de Aciaria são resíduos da indústria siderúrgica geradas no sistema de despoejamento dos convertedores LD. Tais resíduos são classificados em Lamas Grossa e Fina de Aciaria. Por apresentarem consideráveis teores de ferro total da ordem de 50-60%, possuem possibilidade de serem recicladas no processo de Sinterização. No entanto, é preciso adequar os teores zinco e álcalis, pois estes contribuem para danos ao refratário, aumento de perdas térmicas e elevação do consumo de coque no alto-forno. Como o zinco encontra-se em concentrações inferiores às do ferro, por volta de 0,5% na lama grossa e 4,5% na lama fina, uma alternativa para reduzir o custo do tratamento a ser empregado nas lamas, seria concentrar o ferro, aproveitando-se de sua natureza magnética, visando separar o zinco presente. Neste estudo, as Lamas Grossa e Fina de Aciaria LD foram caracterizadas fisicamente e quimicamente, sendo a Lama Grossa submetida a ensaios de separação magnética. Os resultados apontaram para uma boa eficiência de separação do zinco do ferro, principalmente para maiores tamanhos de partículas, baixas amperagens para equipamentos de separação magnética e o aproveitamento da porção de FeO para reciclagem na Sinterização.

Palavras-chave: Resíduos; Lamas de aciaria; Separação magnética; Ferro; Zinco.

EVALUATION OF ZINC AND IRON SPECIES SEPARATION IN BOF SLUDGE BY MAGNETIC PROCESS AIMING TO RECYCLE IN SINTER PLANT

Abstract

BOF sludges (Coarse and Fines) are residues the steelmaking process generated by BOF Dedusting System. To show a good iron contents (around 50-60%) have a possibility to recycle in Sinter Plant process. However is needing to adequate the zinc and iron contents, because its contribute to refractory denies, increasing loss temperature and coke rate in Blast Furnace. As zinc is low concentration than iron, around 0.5% (Coarse sludge) and 4.5% (Fines sludge), an alternative to decrease the BOF Sludge cost treatments will be concentrate iron that magnetic capacity aiming to separate the zinc contained in BOF Sludge. In this study, BOF Sludges (Coarse and Fines) was characterized (physical and chemical) being Coarse BOF Sludge treated using magnetic process. The outcomes shows a good separation efficiency (zinc to iron) at the top particle sizes, low magnetic intensity and making a good use FeO concentration to recycle in Sinter Plant.

Key words: Residues; BOF sludge; Magnetic process; Iron; Zinc.

¹ Contribuição técnica ao 65º Congresso Anual da ABM, 26 a 30 de julho de 2010, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

² Aluno do Curso de Graduação em Engenharia Metalúrgica da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG

³ Especialista de Utilidades e Meio Ambiente da ArcelorMittal Monlevade – Aços Longos

⁴ Gerente de Meio Ambiente da ArcelorMittal Aços Longos Brasil

⁵ Professor Doutor do Curso de Pós Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG

⁶ Analista de Utilidades e Meio Ambiente da ArcelorMittal Monlevade – Aços Longos e aluno do Curso de Pós Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG

⁷ Gerente de Engenharia de Manutenção, Utilidades e Meio Ambiente da ArcelorMittal Monlevade – Aços Longos

1 INTRODUÇÃO

A produção de aço via rota integrada resulta na geração média de 10 kg a 30 kg de resíduos (sob a forma de poeiras/pós/lamas/carepas) por cada tonelada de aço bruto produzido.⁽¹⁾ Tal proporção é ilustrada na Figura 1, tomando-se como referência a unidade industrial da ArcelorMittal Aços Longos Brasil, localizada em João Monlevade, MG. Este tipo de resíduo é normalmente gerado via ejeção de gotas de metal líquido, ejeção de gotas de partículas de escória, vaporização de metal (principalmente daqueles com alta pressão de vapor) e/ou arraste de partículas sólidas.⁽²⁾ Uma vez formado, o pó é arrastado ascendentemente pelos gases e recolhido sob a forma de uma lama na saída do sistema de lavagem de gases. Esta lama é classificada em frações grossa e fina, dependendo do tipo de classificador (parafuso ou centrífuga), sendo constituída basicamente de uma mistura de óxidos metálicos contendo ferro (em maior proporção, entre 40-60% em massa), zinco (cujo teor depende da quantidade de sucata alimentada), cádmio e chumbo. Dos metais que constituem a lama, zinco e ferro encontram-se presentes em maiores proporções nas lamas geradas na produção de aço, enquanto níquel e cromo predominam nas lamas da produção de aço inoxidável.

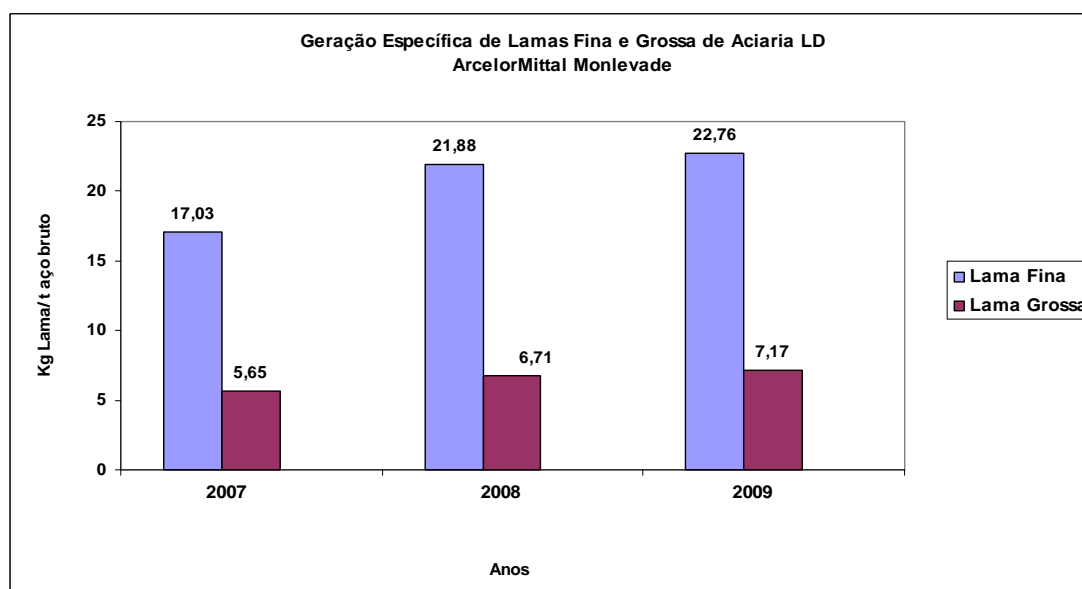


Figura 1. Geração específica das lamas finas e grossas de aciaria LD na ArcelorMittal Monlevade.⁽³⁾

A quantidade anual de lamas geradas no país é significativa. Em 2008, por exemplo, foram produzidos 35 milhões de toneladas de aço no Brasil, onde pelo menos 700 t - 1.000 mil t destas lamas foram produzidas. Logo, sua reutilização pode apresentar vantagens ambientais e econômicas. Uma possibilidade é a reciclagem do ferro presente na lama no processo de sinterização. Neste caso há necessidade de adequação da lama de aciaria previamente a sua reciclagem, visando à remoção de zinco e álcalis, elementos indesejáveis ao processo de produção de sinter. No caso das lamas geradas na produção de aço, a recuperação do zinco pode ser realizada mediante três rotas, a saber: pirometalúrgica, hidrometalúrgica ou rota híbrida (pirometalúrgica + hidrometalúrgica). A escolha entre a rota depende das características do material particulado, incluindo o tamanho das partículas, o teor dos elementos constituintes e as fases mineralógicas constituintes.

No caso das lamas foco do presente estudo, produzida na aciaria LD da ArcelorMittal Monlevade, a porcentagem de zinco total na fração grossa e na fração



fina situa-se, em média, em 0,5% e 4,5% em massa, respectivamente. Sabe-se, ainda, que o teor de ferro total, situa-se entre 50%-60% em massa. Além disso, o ferro encontra-se predominantemente sob menor teor de magnetita (Fe_3O_4) e ferrita de zinco ($\text{ZnO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$) e um maior teor de wustita (FeO).⁽³⁾ O zinco presente nas lamas de aciaria está nas formas de ferrita de zinco e óxido de zinco (ZnO). Logo ao fazer opção pela remoção e recuperação do zinco da Lama de Aciaria LD, o processo de tratamento mais recomendado é do tipo híbrido. Neste contexto, em vista dos custos operacionais envolvidos nas operações de tratamento envolvidas, faz-se importante incorporar uma etapa de pré-tratamento da lama a fim de maximizar a separação entre ferro e zinco, concentrando este último no material a ser destinado ao tratamento híbrido.

Sabe-se que a magnetita tem forte propriedade magnética, ou seja, constitui-se um óxido de ferro magnético natural. Sendo a separação magnética uma técnica amplamente empregada na concentração de minérios que possuem alto teor de Fe_3O_4 e de outras espécies ferrosas é importante avaliar se este método, quando inserido previamente à etapa pirometalúrgica, possibilitará via separação física, a concentração do ferro para uso direto na Sinterização. Outro item a ser verificado, seria avaliar a eficiência de separação do zinco do ferro, em faixas granulométricas de lama de Aciaria LD definidas, de modo a concentrar o máximo teor de ferro para o processo de produção de sinter, reduzindo a quantidade de Lama de Aciaria a ser destinada para o tratamento híbrido (piro + hidrometalúrgico).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização das Lamas de Aciaria

Amostras de Lamas Fina e Grossa de Aciaria LD foram coletadas no sistemas classificadores (Parafuso e Centrífuga) no sistema de tratamento de efluentes da lavagem de gases da Aciaria LD da ArcelorMittal Monlevade. A amostragem ocorreu de acordo com as premissas da norma NBR 10007:2004⁽⁴⁾ amostras foram levadas para o laboratório de Hidrometalurgia do Departamento de Engenharia Metalúrgica da UFMG. As amostras de lama grossa e de lama fina foram inicialmente pesadas, colocadas em bandejas de alumínio, e encaminhadas para secagem em estufa a aproximadamente 75°C a fim de determinar o teor de substâncias voláteis ou umidade. Após 12 horas na estufa, o material foi homogenizado empregando-se espátulas para acelerar o processo de desumidificação. A lama grossa encontrou-se totalmente seca em 24 horas. A lama fina foi deixada na estufa por 4 dias. O material seco foi desagregado, homogenizado, peneirado em 1,63mm e novamente pesado, sendo a diferença de massa atribuída ao teor de umidade das mesmas. Em seguida, as amostras foram submetidas a quarteamento utilizando-se um quarteador marca Quantachrome Siewing Rifler, modelo SRR5. As amostras foram quarteadas e divididas em 4 partes iguais, sendo tomadas 2 partes opostas entre si para a constituição de nova amostra. O quarteamento foi repetido sucessivas vezes para que se obtivesse amostras finais com a massa de 0,1kg de cada lama. As amostras de lama grossa e de lama fina foram acondicionadas em sacos plásticos lacrados para a realização dos ensaios subseqüentes.

Para a caracterização quantitativa da composição química elementar, amostras da lama grossa e fina foram solubilizadas em água régia e o teor dos metais presentes determinados por espectrometria em absorção atômica (AAS, do inglês Atomic Absorption Spectrometry), utilizando-se um Espectrômetro de Absorção Atômica

modelo AAnalyst 300 da Perkin Elmer. As análises por AAS são quantitativas e permitem determinar a concentração dos elementos metálicos.

A composição qualitativa elementar da lama grossa foi realizada por Fluorescência de Raios X – FRX, no Espectrômetro de Fluorescência de Raio X, marca Philips, modelo BW2400. A caracterização mineralógica das fases presentes foi realizada por Difração de Raios X – DRX, utilizando-se um Difrator Philips, modelo PW1710.

Em seguida foram realizados ensaios granulométricos nas lamas fina e grossa de aciaria, utilizando peneiramento simples seco-úmido, com o equipamento Bertel para a lama grossa e método de hidrociclonagem para a lama fina. Após avaliação dos resultados dos ensaios granulométricos realizados, verificou-se que de acordo com os princípios de separação física e equipamentos disponíveis, somente a lama grossa de aciaria LD deveria ser submetida aos ensaios de separação magnética. Assim, de acordo com os ensaios granulométricos e visando otimizar as operações em escala piloto e industrial, as faixas granulométricas estabelecidas para a lama grossa de aciaria LD foram somadas, de modo que a acumulação entre faixas resultasse em 25% em massa. Em seguida, para cada uma das faixas de tamanho, foram retiradas alíquotas visando encaminhar para caracterização quantitativa da composição química elementar, para saber os teores de zinco e ferro presentes em cada uma das faixas granulométricas avaliadas.

Tabela 1 - Distribuição granulométrica das amostras de lama grossa de aciaria LD destinadas à caracterização quantitativa da composição química elementar

Amostra	Faixa de Tamanho (mesh)	Faixa de Tamanho (mm)
1	20# a 35#	0,840 a 0,420
2	483 a 65#	0,297 a 0,210
3	100# a 150#	0,149 a 0,106
4	2003 a 400#	0,075 a 0,037

Ao final do ensaio, amostras das quatro faixas de tamanho foram coletadas, identificadas e pesadas para a realização dos testes de separação magnética.

2.2 separação Magnética

Antes de cada teste de separação magnética, as amostras foram misturadas com 100 mL de água em um béquer e homogeneizada, até obter-se uma polpa.

Os ensaios de separação magnética foram realizados no equipamento Jones (marca: Carpc, modelo: 3x4l série: 194-90) do Laboratório de Tratamento de Minérios do Departamento de Engenharia de Minas da UFMG. Outros materiais utilizados na preparação das amostras e na realização dos testes de separação magnética foram:

- balança Gehaka, modelo BK 600 (peso máximo: 61.000 g, peso mínimo: 0,2 g, erro: 0,1 g e desvio padrão: 0,01 g);
- proveta graduada (volume: 1.000 mL);
- becker (volume: 500 mL);
- oito bandejas de aço inox;
- estufa para secagem marca Soc Fable (temperatura máxima: 300°C, temperatura mínima: 50°C);
- duas matrizes do equipamento Jones de aberturas 1,5 mm e 3,8 mm; e
- quatro baldes de 20 L.

A variável operacional avaliada no estudo foi a amperagem do equipamento, que é diretamente proporcional ao campo magnético imposto durante os testes. Para cada faixa de tamanho, a amostra foi submetida a amperagens distintas, dando início em 7,0 A e decrescendo este valor até observar alguma separação magnética relevante. A matriz de abertura 1,5mm foi utilizada na separação magnética das três faixas de tamanho menores. A fração mais grosseira foi separada com a matriz de 3,8 mm de abertura.

Após regular a amperagem, a polpa foi despejada na matriz do equipamento. Em seguida, foi inserido com auxílio de uma proveta, cerca de um litro de água de lavagem na matriz. Repetiu-se este procedimento até o ensaio definitivo com separação magnética. Então, foi empregado mais um litro de água de lavagem para garantir a retirada de toda a parte não magnética da matriz. A amostra foi recolhida em um balde. Ao final, com o aparelho desligado, a matriz e o material magnético retido foram lavados para a obtenção da parte magnética. O material foi coletado também em balde.

O excesso de água foi retirado cuidadosamente dos baldes. A polpa foi identificada e transferida para as bandejas de aço inox. Posteriormente, as amostras foram secadas na estufa a uma temperatura de 150°C, por cerca de duas horas.

Após a secagem, recolheram-se ambas as frações, magnética e não magnética. As amostras foram pesadas e identificadas com relação às suas respectivas faixas de tamanho e susceptibilidade magnética. Em seguida, estas foram destinadas à caracterização quantitativa da composição química elementar, visando avaliar a porcentagem de ferro e zinco presentes nas parcelas magnéticas e não magnéticas de cada amostra.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização da Lama de Aciaria

A composição química elementar das lamas de aciaria são mostrada na Tabela 2.

Tabela 2 - Caracterização quantitativa da composição química elementar das lamas de aciaria

Elementos Químicos	Lama Fina	Lama Grossa
Zn (%)	4,37	0,51
Fe (%)	50,65	67,61
K (%)	0,0044	0,0210
Na (%)	0,045	0,014
Ca (%)	4,18	4,25
Pb (%)	0,068	<0,01
Si (%)	0,273	0,710
Mg (%)	1,49	2,43
Cd (%)	<0,02	<0,02
Cr (%)	0,023	0,038
C (%)	1,116	0,805

De acordo com Cantarino,⁽³⁾ teores de zinco relativamente maiores (8,5 vezes) foram encontrados na lama fina, enquanto que o oposto foi obtido para o ferro. Cálcio e magnésio foram as demais espécies encontradas em maior proporção nas lamas. Foram verificados baixos teores de chumbo e cádmio. Testes toxicológicos realizados de acordo com a norma NBR 10004:2004,⁽⁵⁾ não qualificaram as lamas de

aciaria (Grossa e Fina) como resíduo perigoso. Portanto, o material é considerado classe 2A não perigoso e não inerte.

O ferro é o metal que está presente em maior proporção na lama grossa e, segundo Cantarino,⁽³⁾ este se apresenta sob as formas ferrita de zinco ($ZnO.Fe_2O_3$), óxido de ferro (FeO) e principalmente como magnetita (Fe_3O_4). Magnetita é fortemente magnética enquanto que ferrita de zinco e óxido de ferro apresentam características magnéticas intermediárias. Com isso, espera-se, no ensaio de separação magnética, que alguma fração de ferro seja encontrada na porção não magnética, pois há outras forças envolvidas no sistema como, por exemplo, arraste de partículas ao longo do ensaio. Porém, espera-se que a maior quantidade de ferro fique na porção magnética do equipamento Jones, de modo que este metal seja concentrado e separado do zinco.

Também segundo Cantarino,⁽³⁾ o zinco presente na lama grossa encontra-se nas formas de ferrita de zinco ($ZnO.Fe_2O_3$) e óxido de zinco (ZnO). Assim, no ensaio de separação magnética, espera-se que a maior fração do óxido de zinco permaneça na fração não-magnética, enquanto que o sucesso na separação da ferrita de zinco dependerá da amperagem usada no ensaio. Com isso, após a separação magnética, espera-se encontrar teores de zinco e ferro nas amostras magnéticas e não-magnéticas, porém ferro sendo concentrado na porção magnética e zinco na não-magnética. Espera-se, ainda, que os demais óxidos metálicos que constituem a lama grossa sejam repelidos pelo campo magnético e, portanto, permaneçam na amostra não-magnética, concluindo a separação.

Os resultados dos testes de peneiramento realizados para as lamas fina e grossa de Aciaria LD seguem nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3- Distribuição granulométrica da amostra de lama grossa

Peneira	Abertura (mm)	% Retido Simples	% Acum. Acima	% Acum. Abaixo
20#	0,840	7,6	7,6	92,4
28#	0,590	5,6	13,1	86,9
35#	0,420	12,4	25,5	74,5
48#	0,297	12,0	37,5	62,5
65#	0,210	12,0	49,4	50,6
100#	0,149	18,3	67,7	32,3
150#	0,106	14,7	82,4	17,6
200#	0,075	10,4	92,8	7,2
270#	0,053	4,8	97,6	2,4
400#	0,037	2,0	99,6	0,4
-400#	0	0,4	100	0



Tabela 4-Distribuição granulométrica da amostra de lama fina

Peneira	Abertura (mm)	% Retido Simples	% Acum. Acima	% Acum. Abaixo
28#	0,590	7,6	7,6	92,4
35#	0,420	4,2	11,8	88,2
48#	0,297	2,8	14,6	85,4
65#	0,210	4,2	18,8	81,3
100#	0,149	4,9	23,6	76,4
150#	0,106	4,2	27,8	72,2
200#	0,075	6,9	34,7	65,3
270#	0,053	4,9	39,6	60,4
400#	0,037	3,5	43,1	56,9
-400#	0	56,9	100	0,0

Com base nos resultados apresentados, verifica-se que a lama grossa de aciaria apresenta boa oportunidade de concentração de ferro a partir do uso de separação magnética. Cinquenta por cento do material, está com granulometria acima de 0,21 mm, favorecendo o uso de processos de separação magnética como método de concentração de ferro e liberação do zinco. Visando otimizar o processo de concentração em massas significativas, foram definidas quatro faixas de tamanhos (conforme assinalados na Tabela 1), compreendendo aproximadamente 25% em massa do total. Com estas faixas pode-se estudar mais claramente a influência da liberação do material, que pode ser conceituada como a condição de liberdade mútua entre minerais presentes em um dado sistema. Há uma relação direta entre a fragmentação e a liberação das espécies minerais, ou seja, quanto maior o grau de redução sofrido pela partícula maior será a liberação.

No caso do estudo da granulometria realizado para a lama fina de aciaria foi observado que o material apresenta-se extremamente fino, com cerca de 40% com a granulometria até 0,037 mm. Em torno de 60% da lama fina de aciaria apresenta granulometria abaixo de 37 micrômetros. De acordo com Bruckard,⁽⁶⁾ esta granulometria é típica do resíduo pó de aciaria elétrica, sendo difícil realizar algum tipo de liberação via processos físicos. Estudos realizados por Bruckard,⁽⁶⁾ revelaram ter atingido bons níveis de concentração de ferro (cerca de 92%) usando hidrociclonagem. Porém, o limitante é que ao mesmo tempo em que se realiza a concentração de ferro, não é observado a separação do zinco. Tendo como base este raciocínio, decidiu-se realizar os testes de caracterização quantitativa da composição química elementar e separação magnética da lama grossa de aciaria LD.

Tabela 5 –T eores de zinco na lama grossa em função da faixa granulométrica

Faixa granulométrica	Concentração de Zinco (g/kg)	Massa de Zinco na amostra (g)	% Zinco na amostra
20# a 35#	2,73	0,0547911	0,273
48# a 65#	3,20	0,0640000	0,320
100# a 150#	3,99	0,0801192	0,399
200# a 400#	5,15	0,0913095	0,515



Tabela 6- Teores de ferro na lama grossa em função da faixa granulométrica

Faixa granulométrica	Concentração de Ferro (g/kg)	Massa de Ferro na Amostra (g)	% Ferro na Amostra
20# a 35#	493	9,89451	49,3
48# a 65#	734	14,68000	73,4
100# a 150#	868	17,42944	86,8
200# a 400#	907	16,08111	90,7

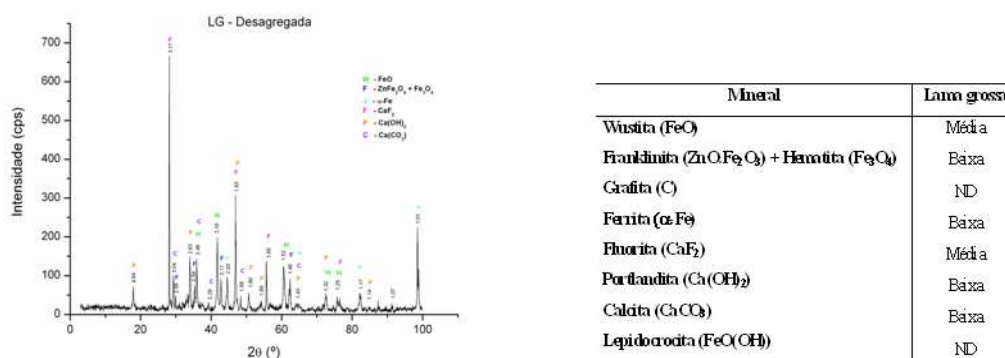


Figura 2. Difração de raios x e respectivas intensidades das fases mineralógicas presentes na Lama Grossa de Aciaria LD.

3.2 Separação Magnética

As massas iniciais das amostras e os respectivos teores de zinco e ferro antes do do ensaio de separação magnética encontram-se indicadas na Tabela 7.

Tabela 7- Massa inicial das amostras da lama grossa de aciaria e seus teores de zinco e ferro

Amostra	Faixas de Tamanho (mesh)	Massa (g)	Concentração de Ferro (g/kg)	Massa de Ferro (g)	Concentração de Zinco (g/kg)	Massa de Zinco (g)
1	20# a 35#	14,82	493	7,3062	2,73	0,0404
2	48 # a 65#	14,23	734	10,4448	3,20	0,0455
3	100# a 150#	14,35	868	12,4558	3,99	0,0572
4	200# a 400#	8,56	907	7,7639	5,15	0,0440

A fração mais fina possui uma massa relativamente menor e faixa de tamanho perto do limite inferior imposto pelo equipamento. Mesmo nestas condições, a mesma foi escolhida para iniciar os ensaios. A partir de 7,0 A, a amperagem foi decrescida de uma em uma unidade até atingir 3,0 A. Nesta primeira variação não foi observada nenhuma separação expressiva. Na segunda parte do ensaio, a amperagem foi variada de 3,0 A a 0,5 A, com uma variação de 0,5 A. Nesta situação, verificou-se que alguma massa foi separada. Finalmente, na última variação na amperagem do equipamento, foram utilizados os respectivos valores: 0,5 A, 0,4 A e 0,2 A. Somente na última amperagem se observou uma separação mais acentuada e que foi utilizada para realizar os testes subseqüentes, de acordo com as amostras em cada faixa de tamanho.



A seguir são apresentados os resultados de caracterização quantitativa da composição química elementar das amostras submetidas aos ensaios de separação magnética. Verificou-se uma perda média de massa ao longo dos ensaios, de cerca de 5%.

Tabela 8- Massa e caracterização quantitativa da composição química elementar das amostras, após ensaio de separação magnética com amperagem de 0,2 A

Faixa de Tamanho	Porção	Massa (g)	Concentração de Ferro na amostra (g/kg)	Massa Ferro na amostra (g)	Concentração de Zinco na amostra (g/kg)	Massa zinco na amostra (g)
20 a 45#	Não Magnética	5,8	673	3,9034	3,17	0,018386
	Magnética	8,55	227	1,94085	3,16	0,027018
48 a 65#	Não Magnética	3,87	723	2,79801	3,88	0,0150156
	Magnética	9,41	200	1,882	3,66	0,0344406
100 a 150 #	Não Magnética	4,05	803	3,25215	3,41	0,0138105
	Magnética	9,8	374	3,6652	5,87	0,057526
200 a 400#	Não Magnética	1,72	738	1,26936	3,88	0,0066736
	Magnética	6,24	482	3,00768	6,46	0,0403104

De acordo com a Tabela 8, observa-se que as massas de ferro presentes aumentam na porção não magnética, à medida em que se aumenta o tamanho de partícula, aliado a uma diminuição da massa de zinco presente. Isto pode ser explicado, devido à susceptibilidade magnética do FeO, aliado a sua média concentração, de acordo com os resultados de Difração de Raio X realizados. A baixa concentração de zinco está aliada à baixa susceptibilidade magnética e menor concentração de ZnO em detrimento à ferrita de zinco, que deve estar presente na porção magnética, devido a sua maior susceptibilidade. Por outro lado, observa-se que à medida em que se diminui o tamanho de partícula na porção magnética é observado um aumento na massa de ferro presente, aliada a um aumento da massa de zinco. Isto pode ser explicado, devido à maior susceptibilidade magnética e baixa concentração de magnetita e ferrita de zinco, de acordo com resultados de Difração de Raio X realizados, em detrimento às concentrações e susceptibilidades magnéticas de FeO e ZnO presentes, que predominantemente foram direcionados para a porção não magnética das amostras, durante o ensaio de separação magnética.

4 CONCLUSÕES

De acordo com o estudo realizado, ficou evidenciado que a técnica de separação magnética para tratamento da lama grossa de Aciaria LD para uso no processo de Sinterização é uma boa opção para a retirada do zinco presente. Observou-se que o método é extremamente promissor, no que tange ao uso de baixas amperagens nos equipamentos de separação magnética e o aproveitamento na Sinterização dos produtos oriundos da porção não magnética e em maior granulometria. Para o aproveitamento da porção magnética é necessário que seja realizado tratamento posterior, de modo que consiga eliminar a ferrita de zinco presente, onde pode ser avaliado diminuir-se as amperagens aplicadas ou juntar-se a esta porção a lama fina de aciaria de aciaria (em torno de 2/3 da geração específica de lama de aciaria da

ArcelorMittal Monlevade), para a realização de tratamento híbrido (piro + hidrometalúrgico). Este permite desestabilizar a molécula de ferrita de zinco através de fusão a baixa temperatura, permitindo com que o ferro e o zinco possam ser lixiviados de maneira seletiva, concentrando ferro e recuperando o zinco para posterior reutilização / reciclagem em outras atividades.

REFERÊNCIAS

- 1 Dutra, A., Paiva, P. & Tavares, L.. Alkaline leaching of zinc from electric arc furnace steel dust, p. 1-3, 2005.
- 2 Andrade, M., Silva, F. & Ogasawara, T.. Avaliação da Viabilidade Termodinâmica da Lixiviação de Ferritas de Zinco em Poeiras de Fornos Elétricos a Arco, p. 1-3, 2002.
- 3 Cantarino, M.V., Filho, C.C., Mansur, M.B.. Avaliação de diferentes fundentes visando a decomposição da ferrita de zinco presente em lama de aciaria, p. 1-6, 2009.
- 4 NBR 10007:2004 – Amostragem de Resíduos Sólidos.
- 5 NBR 10004: 2004 – Resíduos Sólidos – Classificação.
- 6 Bruckard W.J., Daveya, K.J., Rodopoulou, T., Woodcock, J.T. & Italianob, J.. Water leaching and magnetic separation for decreasing the chloride level and upgrading the zinc content of EAF steelmaking baghouse dusts, p. 1-4, 2005.
- 7 Andreucci, R.. Ensaio por Partículas Magnéticas, p. 5-16, 2007.
- 8 Araujo, A., Papini, R. & Rocha, S.. Métodos Magnéticos de Separação, p.5-7, 2007.
- 9 Hunt, P., Moskowitz, B. & Banerjee, K.. Magnetic Properties of Rocks and Minerals, American Geophysical Union, p. 1-7, 1995.
- 10 Langová, Š., Leško, J. & Matýsek D.. Selective leaching of zinc from zinc ferrite with hydrochloric acid. VŠB, Technical University Ostrava, Czech Republic 23 May 2008.
- 11 Leclerc, N., Meux, E. & Lecuire, J.-M., Hydrometallurgical extraction of zinc from zinc ferrites. Hydrometallurgy, v.70, p.175-183, 2003.
- 12 Papini, R. & Rocha, S.. Aula de Fundamentos e Equipamentos de Separação Magnética. Departamento de Engenharia de Minas, UFMG, p. 1-10, 2008.
- 13 Sampaio, J. & Luz, A.. Separação Magnética e Eletrostática, Centro de Tecnologia Mineral Ministério da Ciência e Tecnologia, p. 5-25, 2004.