

ESTUDO DE REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUO DE SIDERURGIA

Nilce Ortiz(*)

Maria Aparecida Faustino Pires(*)

Mônica Speck Casola(**)

(*)Divisão de Química Ambiental - Depto. de Engenharia Química Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares- IPEN. Travessa R, número 400. São Paulo/SP
Tel.: 816-9326 Cep: 05508-900- Fax(011)816-9325- nortiz@net.ipen.br

(**)Laboratório de Tratamento de Minérios e de Resíduos Industriais Divisão de Metalurgia - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT

RESUMO

O resíduo em estudo apresentou características favoráveis a sua reutilização. Apesar de ser composto por partículas muito pequenas 30 % abaixo da peneira ASTM # 325 (0,044 mm de abertura) O material é homogêneo sendo constituído predominantemente por magnetita (aproximadamente 90 %) e com reduzidos teores de material contaminante. Alguns testes de obtenção de corpos de prova foram feitos adicionando-se ao resíduo uma mistura argilosa proveniente da mesma região. Estes corpos de prova foram confeccionados em formato cilíndrico, secos e queimados sendo em seguida submetidos a ensaios de resistência a compressão. Os corpos de prova confeccionados com menor quantidade de argila são mais quebradiços e de um modo geral quanto maior a densidade a verde maior a resistência a compressão dos corpos de prova queimados. Os valores de resistência a compressão obtidos nestes estudos preliminares não alcançaram aqueles usados nos fornos siderúrgicos. Estudos adicionais estão sendo efetuados com outras argilas presentes na região visando o aumento da resistência à compressão dos corpos de prova preparados.

Palavras Chaves: Reciclagem, Resíduo Sólido e Siderurgia

INTRODUÇÃO

Muitos trabalhos estão sendo feitos visando a eliminação ou ainda a minimização da produção de resíduos nos diversos processos produtivos. Este trabalho vem colaborar com estes estudos canalizando esforços no re-direcionamento de alguns resíduos que têm sido estocados ao longo dos anos, visando reaproveitá-los no processo produtivo.

ABSTRACT

The solid waste under study showed some favorable characteristics concerning recycling, although its fine granulometry (30 % passes sieve ASTM #350- 0,044 mm) difficults its re-use directly in the process. It is an homogeneous material, approximately 90 % magnetite, with small amount of undesirable contaminants. Some tests and analysis were performed on test specimens manufactured with the residual mixed with a clay that occurs near the steel plant. The cylindrical shaped test specimens after dried were submitted to heat treatment and tested for compression resistance to break down. The test specimens with smaller amount of clay were brittle, and the test specimens with higher green density showed higher values for compression resistance. The values found in this preliminary study did not reach the characteristic values of pellets used on steel furnaces. Thus, additional studies should be carried out using other clays from occurrences near the steel plant region.

Key words : Recycling, Solid waste and Steelworks

O resíduo analisado apresentou resultados favoráveis à sua reutilização. O material é constituído predominantemente por magnetita (aproximadamente 90%) e possui reduzidos teores de material contaminante. Este resíduo, no entanto, é composto por partículas muito pequenas, 30% abaixo da peneira ASTM # 325 com 0,044 mm de abertura. O manuseio de pós assim compostos gera muita névoa e perda de material, o que inviabiliza sua reutilização diretamente no processo.

Alguns testes de obtenção de corpos de prova foram feitos adicionando-se ao resíduo uma mistura argilosa proveniente da mesma região que a unidade

Alguns testes de obtenção de corpos de prova foram feitos adicionando-se ao resíduo uma mistura argilosa proveniente da mesma região que a unidade siderúrgica. Estes corpos de prova foram confeccionados em formato cilíndrico e os mesmos foram submetidos a ensaios de resistência à compressão.

MATERIAIS E MÉTODOS DE ANÁLISE

Um dos maiores desafios da indústria siderúrgica é a eliminação dos particulados em suspensão nas diversas áreas, tanto no processo de produção quanto na estocagem. Muito tem sido feito neste sentido, através de precipitadores eletrostáticos e filtros manga e o ambiente de fábrica tem se tornado menos insalubre e poluído. Neste trabalho foram estudadas duas amostras destes particulados coletados, secos e estocados.

O material particulado em suspensão na unidade de aciaria é coletado através de filtros manga. Estes filtros são lavados e a suspensão obtida é levada até os espessadores sendo em seguida filtrada em filtro prensa. As tortas obtidas são levadas através de esteiras rolantes até o terminal aonde os caminhões são carregados e o resíduo é levado e estocado no bota-fora, que se encontra a mais ou menos 4 km de distancia da saída do material.

Os resíduos são compostos preponderantemente por magnetita. Este composto de ferro é também usado como matéria prima do alto forno⁽¹⁾. O presente trabalho foi direcionado para a caracterização e testes tecnológicos que visam o reuso deste resíduo no processo produtivo. O problema a ser contornado neste estudo é o resíduo ser constituído preponderantemente por partículas muito finas. Esta característica é prejudicial principalmente devido à facilidade de formação de névoa e poeiras quando de seu manuseio.

O presente trabalho objetivou o estudo da viabilidade do uso do resíduo como matéria prima no alto forno. A composição química do resíduo se mostrou adequada^{(1),(2)} no entanto, tem-se grandes problemas com a granulometria. Foram executados alguns testes de confecção de corpos de prova com o resíduo e uma argila da região. A mistura de argila quando adicionada à massa de preparo dos corpos de prova torna-a mais plástica, facilitando sua moldagem.

Os corpos de prova preparados foram secos, queimados e em seguida submetidos ao Teste de Resistência à Compressão (TRC). Estes corpos de prova confeccionados devem apresentar elevada resistência à compressão, devem ser resistentes o suficiente para serem carregados e suportarem o peso do próprio empacotamento no alto forno. A mistura de argila adicionada, deve ser das redondezas pois o transporte aumentaria muito os custos envolvidos no processo de reutilização. A mistura argilosa deve ser

adicionada em quantidades reduzidas pois o aumento de sua concentração resulta em aumento das concentrações de silício o que é desfavorável no processo de produção como um todo.

Amostras

As duas amostras foram coletadas no bota fora em duas áreas diferentes. Uma das amostras é mais antiga que a outra, ou seja uma das amostras foi mais oxidada, mais exposta à chuva e ao tempo do que a outra.

A argila foi coletada numa jazida explorada por uma indústria de cerâmica vermelha da região. Esta amostra de argila foi coletada com o propósito de ser adicionada ao resíduo, em quantidades crescentes. A adição da argila ao resíduo resulta no aumento das propriedades plásticas da massa de moldagem, favorecendo a confecção dos corpos de prova e conseqüente o processo de re-utilização do resíduo.

As amostras recebidas foram desagregadas utilizando-se britador de laboratório. Estas amostras após serem desagregadas foram classificadas utilizando-se uma série de peneiras, **Gráfico 1**. As frações granulométricas assim obtidas foram em seguida separadas magneticamente, através de imã manual, **Gráfico 2**. Através destas operações pode-se observar que os dois resíduos analisados são compostos por partículas muito pequenas e de grande resposta magnética.

Caracterização

Inicialmente as amostras foram submetidas a análise térmica diferencial. Esta análise teve como objetivo a avaliação da possibilidade dos resíduos apresentarem algum teor energético que permitisse seu reaproveitamento no processo produtivo. Os resultados, no entanto, não foram favoráveis, o resíduo apresentou apenas os esperados picos de secagem e perda de água. As frações obtidas através da classificação e em seguida através da separação magnética foram analisadas utilizando-se a técnica de difratometria de raios X. As frações magnéticas analisadas são constituídas predominantemente por magnetita. Estas mesmas frações obtidas foram analisadas utilizando-se fluorescência de raios X, **Tabela 1**

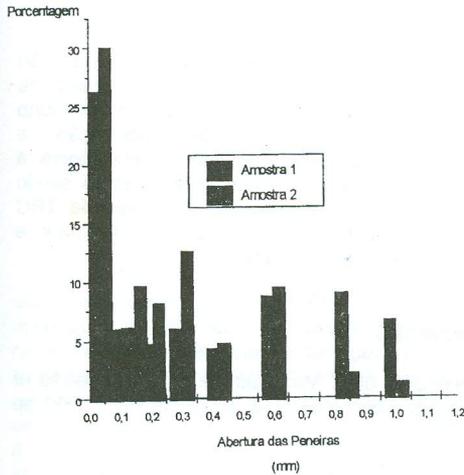


Gráfico 1: Análise Granulométrica - Porcentagem de amostra contida nas diferentes faixas granulométricas.

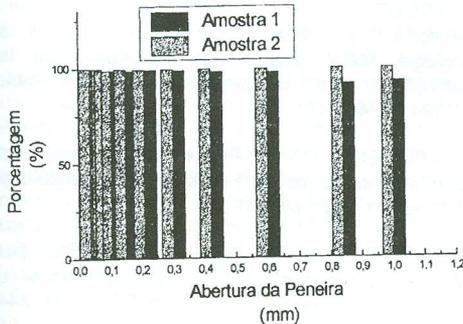


Gráfico 2 : Porcentagem de material magnético nas diferentes frações granulométricas

A argila da região foi analisada utilizando-se difratometria de raios X e apresentou os picos característicos de caulinita, mica e quartzo. A presença de mica na argila estudada deu indícios da possível melhoria nas propriedades dos corpos de prova confeccionados com a massa de resíduo e

argila. Uma vez adicionada ao resíduo, a argila auxiliaria na confecção dos corpos de prova e também no aumento de resistência dos corpos de prova queimados.

Tabela I : Resultado da análise química média da Amostra 1 e 2 por Fluorescência de Raios X nas frações granulométricas preponderantes.

| Fração | MgO | Al ₂ O ₃ | SiO ₂ | P ₂ O ₅ | MnO | Fe ₂ O ₃ |
|--------|------|--------------------------------|------------------|-------------------------------|------|--------------------------------|
| 0,30 | 4,02 | 0,17 | 1,71 | 2,13 | 1,93 | 89,3 |
| 0,21 | 3,88 | 0,16 | 1,74 | 2,15 | 1,93 | 89,4 |
| 0,15 | 4,79 | 0,15 | 1,79 | 2,2 | 1,89 | 88,4 |
| 0,105 | 5 | 0,16 | 1,72 | 2,14 | 1,9 | 88,3 |
| 0,044 | 4,15 | 1,29 | 46,6 | 1,78 | 1,14 | 40,4 |

Conformação de corpos de prova

Foram confeccionados 18 corpos de prova com a mistura de argila e resíduo em forma cilíndrica com área de base de 210 a 260 mm² e altura de 11 a 15 mm. A massa variava de 4 a 6 g e a densidade a verde de 1,3 a 2,2 g/cm³. Estes corpos de prova preparados foram secos a 100 °C por 6 h e em seguida foram calcinados a 1000 °C por 1 h, após resfriados foram submetidos aos Testes de Resistência à Compressão (TRC) baseado na norma NBR 6224/1988. Os valores obtidos para a TRC podem ser observados no Gráfico 3. Este gráfico demonstra a diminuição dos valores de resistência à compressão para misturas do resíduo e argila em quantidades crescentes de 85, 90 e 92 % de resíduo(amostra 1) e argila. O aumento da densidade à verde dos corpos de prova apresenta consequente aumento na resistência à compressão. Este efeito pode ser observado para todas as misturas:

O Gráfico 4 apresenta o mesmo comportamento da amostra 1 para a amostra 2. O aumento de densidade à verde diretamente relacionado com o de resistência a compressão, como o observado para a Amostra 2.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A TRC esta diretamente relacionada com a densidade a verde dos corpos de prova confeccionados e que de uma forma geral quanto mais resíduo é adicionado menos resistentes ficam os corpos de prova.

Os valores medidos de TRC para a amostra 1 não foram muito diferentes daqueles obtidos para a amostra 2. A amostra mais antiga (Amostra 1) apresenta aproximadamente as mesmas características que a amostra mais nova (Amostra 2)

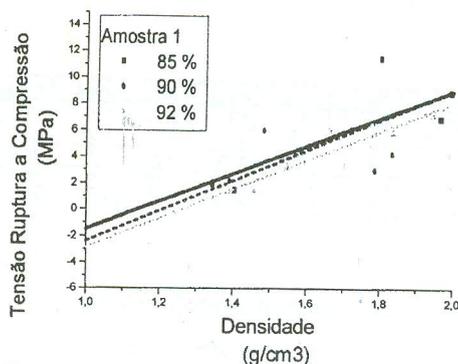


Gráfico 3: Resultados de TRC para as diferentes formulações da amostra 1

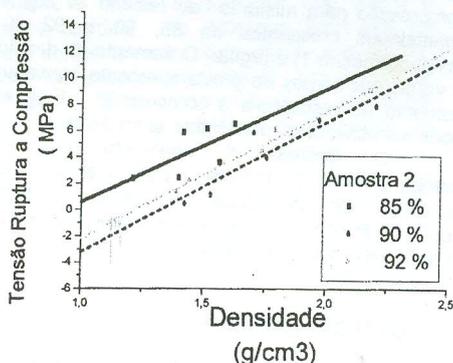


Gráfico 4: Resultado de TRC para as diferentes formulações da amostra 2.

Os resultados mostram que os maiores valores de TRC obtidos para os corpos de prova confeccionados neste estudo, estão abaixo dos

valores característicos dos corpos de prova de alimentação do alto forno⁽¹⁾⁽²⁾. Os valores médios de carga de ruptura para corpos de prova de minério de ferro variam de 25 a 34 MPa, enquanto que no presente estudo foram obtidos valores máximos de 14 a 15 MPa.

A adição da argila à massa do resíduo não atingiu os objetivos esperados. A argila, apesar de apresentar em sua composição a mica, auxiliou muito pouco na etapa de operação de conformação e também não apresentou aumento de resistência à compressão. Estudos complementares estão sendo efetuados visando o aumento dos valores de TRC para corpos de prova confeccionados com resíduo e outros tipos de argila da região.

REFERÊNCIAS

- (1) BRAY, J.L.- Steel Manufacture. In: Enciclopedia of Science and Technology, v13. Mc Graw-Hill, 1960 pp 89-102.
- (2) FIGUEIREDO Fº, P.M. and SCARRONE, A. - Estudo preliminar de laboratório da argila montmorilonítica do Arroio Bretanha, Jaguarão-RS. Revista Brasileira de Tecnologia v2, 1971. pp201-208
- (3) DYDA, M. ; STEVULA, L. and MADEJ, J - Melanites in ceramic products from the waste- brown mud- Mineralia Slowaca, 26 :197-205, 1994.
- (4) KRUGER, P.V. -Reciclagem na Indústria Siderurgica- In : 49o Congresso Internacional de Tecnologia Metalurgica e de Materiais- Vol IV- Associação Brasileira de Metais- Anhembi-São Paulo, out./1994, pp 461-471.
- (5) KRUGER, P.V. -Panorama mundial do aproveitamento de resíduos na siderurgia - Metalurgia & Materiais - Fev/95 pp 116-119.
- (6) MIGLIORE Jr, A.R. - Modélos Matemáticos para Avaliação do comportamento termomecânico de materiais frageis-São Carlos UFSCar-CCT,1992. 244p (Tese de Doutorado).
- (7) RACHNER, I.H.G.-Steel plant waste threathment- In: 49o Congresso Internacional de Tecnologia Metalurgica e de Materiais- Anhembi-SP, out/1994 ABM vol. IV- Tecnologia Mineral de Resíduos de Processos, Reciclagem de Materiais Metalicos, pp 473-491.