

APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DE AREIA DE SUCATAS ATRAVÉS DE AGLOMERAÇÃO POR SINTERIZAÇÃO¹

Josué Carlos Barreto²

Wesley Oliveira Costa³

Maria Antonina Magalhães Coelho⁴

Resumo

Esta pesquisa tem como objetivo estudar o aproveitamento dos resíduos finos gerados através do peneiramento de Areias de Sucatas e Sucatas de Gusa juntamente com o resíduo de finos de carvão. Os resíduos com diâmetros inferiores a 3,00 mm não são aproveitados pelas siderúrgicas, pois provocam queda na temperatura dos fornos. Nesta pesquisa foi usada uma metodologia de sinterização do material rico em ferro para aglomerar tais partículas, de tal forma que suportem a alta temperatura de entrada nos fornos sem se desintegrarem, não contribuindo para a queda da temperatura do forno. Estudos preliminares realizados em um protótipo de forno indicam que o método é viável. As amostras obtidas no processo de sinterização apresentam teores de ferro e resistência mecânica que indicam a viabilidade técnica e econômica para o aproveitamento do resíduo aglomerado.

Palavras-chave: Resíduos siderúrgicos; Sinterização.

STEEL RESIDUES AGGLOMERATION THROUGH SINTERING

Abstract

The aim of this study is to use steel fine residues originated from the dust of old steel objects as well as the residue of fine coal. The residues with less than 3,00 mm diameter can not be used in siderurgy blast furnace because it provokes fall in temperature of blast furnace. In this research it was used sintering methodology to agglomerate the iron particles, in a size that support the high temperature of entrance in blast furnace without disintegrating and not contributing for the fall in temperature of blast furnace. Preliminary studies in an oven archetype indicate that the method is viable. The samples obtained in the sintering process present iron amount and mechanical resistance that indicates the technical and economical viability of the process.

Key words: Siderurgical residues; Sintering.

¹ Contribuição técnica ao 62º Congresso Anual da ABM – Internacional, 23 a 27 de julho de 2007, Vitória – ES, Brasil..

² Graduando do curso de Engenharia de Produção Civil da UCL.

³ Graduando do curso de Engenharia de Produção Civil da UC.

⁴ MCs, Profa. no curso de Arquitetura da UNIVIX e Profa. no curso de Eng. de Produção Civil da UCL-Faculdade do Centro Leste.

1 INTRODUÇÃO

O aço é uma liga de ferro com teor de carbono que varia entre 0,06% e 1,7%, e é obtido do beneficiamento siderúrgico do ferro-gusa com adição de metais diversos para a produção de ligas especiais. Atualmente, no Brasil são consumidas 650 mil toneladas de aço laminado, por ano, e 25% delas são destinadas à fabricação de latas para indústria alimentícia.

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de minério de ferro, e o sexto maior produtor de aço e consegue reciclar 27% do aço produzido. A reciclagem é simples, sendo a sucata separada conforme o material predominante, lavada, prensada e fundida novamente, possibilitando 74% de economia de energia.

A sucata é estocada em baias ao ar livre nos pátios das siderúrgicas. Periodicamente, é feita a limpeza destas baias e, após peneiramento, a siderúrgica descarta a fração inferior a 3/8" (10,0 mm).

A empresa TJ Mineração retira este rejeito na Siderúrgica e, após novo peneiramento e separação do material não metálico, encaminha a fração que fica retida na peneira com diâmetro maior que 3,00 mm para aproveitamento em metalúrgicas. O material com diâmetro inferior a 3,00 mm é objeto deste estudo, pois foi verificado que este material ainda possui alto teor de ferro, porém devido à sua baixa granulometria, quando utilizado como matéria-prima, provoca queda na temperatura dos fornos inviabilizando o aproveitamento do mesmo.

Neste trabalho é desenvolvida uma pesquisa visando aglomerar as partículas com diâmetro inferior a 3,0 mm através da sinterização, para que assim suportem a alta temperatura de entrada nos fornos sem se desintegrarem e não contribuam para a queda da temperatura do forno.

A sinterização é a aglomeração de partículas minerais numa massa porosa, pela fusão incipiente, causada pelo calor resultante da queima de um combustível adicionado a elas.⁽¹⁾

A literatura consultada recomenda fazer uma mistura de carvão e calcário nas proporções de 85% coque e 15% calcário, distribuídos em camadas com os pós metálicos, ocorrendo, após esta distribuição, o aquecimento dos materiais até uma temperatura de 1270 °C.⁽²⁾

Na Conferência Mundial de Estocolmo, realizada em 1972, foi traçado um panorama sombrio dos impactos negativos sobre o meio ambiente, em função do lançamento e descarte inadequados de resíduos, efluentes e demais rejeitos de processos produtivos. Desde então, testemunhou-se um intenso trabalho dos órgãos governamentais de meio ambiente, os quais, respaldados em legislações, passaram a licenciar, fiscalizar e avaliar atividades impactantes dos recursos naturais, com ênfase na utilização de tecnologias de controle, que tratam as causas dos problemas.

Este trabalho teve como objetivo estudar um modo de viabilizar o aproveitamento de resíduos gerados através do peneiramento de Areias de Sucatas e Sucatas de Gusa, reduzindo assim o custo com matéria prima para a fabricação de aço em Siderúrgicas, bem como o custo da retirada e bota fora destes resíduos, agregando valor ao mesmo e contribuindo também com a preservação do meio ambiente.

2 MATERIAIS

2.1 Areia de Sucata

A areia de sucata é um resíduo proveniente do peneiramento de materiais retirados na limpeza de baias de estocagem de sucatas e gusa em siderúrgicas.

Este material é transportado por carretas até a Mineradora onde é depositado ao ar livre, como pode ser observado na Figura 1.

Com uma pá mecânica faz-se o abastecimento dos silos que, facilitados por vibradores, liberam o material para a correia transportadora, que o levam à peneira com abertura de 3,0 mm. O material que passa nesta peneira e que tem diâmetro inferior a 3,0 mm, é o material em estudo neste trabalho (Figura 2).

A separação do material metálico com diâmetro maior que 3mm é feita através de um rolo imantado que atrai o material ferroso, liberando por gravidade o restante do material. Na figura 2 pode-se observar o conjunto de equipamentos para este processo. Este material é encaminhado para metalúrgicas.

A Figura 3 mostra o resíduo de finos da areia de sucata (diâmetros menores do que 3,0 mm), denominado neste trabalho de **resíduo**.



Figura 1 – Areia de sucata depositada ao ar livre.



Figura 2 – Conjunto do processo para separação das partículas metálicas > 3mm.



Figura 3 – Resíduo em estudo já peneirado e depositado em pátios.

A análise química do resíduo está apresentada na Tabela 1 e a composição granulométrica na Tabela 2.

Tabela 1 – Análise Química do resíduo.

Amostras	Análise Química %										
	SiO ₂	Mn	Cão	MgO	Al ₂ O ₃	Fe	Cr	P	Zinco	Na ₂ O	K ₂ O
%	23,22	0,68	7,77	12,1	4,59	40,94	0,051	0,270	0,824	0,439	0,303

Tabela 2 – Análise granulométrica do resíduo.

Aberturas de peneiras (mm)	Fração retida (%)
12,70	0,00
9,52	0,21
6,35	0,42
4,76	0,32
3,00	0,86
2,00	8,84
1,00	27,39
0,500	23,75
0,250	18,42
0,150	8,94
0,125	1,06
0,105	2,98
0,075	2,66
< 0,075	4,15
Tamanho Médio (mm)	1,01
H ₂ O	5,30

2.2 Resíduo de Carvão Vegetal

O resíduo de carvão vegetal é proveniente da limpeza dos silos de estocagem deste carvão nas Siderúrgicas que fabricam o ferro gusa em fornos a carvão vegetal. É utilizado neste estudo como combustível no processo de aglomeração por sinterização. A Figura 4 mostra o carvão estocado.



Figura 4 – Fino de carvão vegetal.

2.3 Calcário

O calcário é um mineral proveniente de jazidas, extraído na natureza, e é utilizado neste trabalho como fundente (Figura 5).



Figura 5 – Calcário.

3 METODOLOGIA

Para este estudo foram coletadas amostras conforme NBR 7216, reduzidas conforme NBR 9941, sendo encaminhados para laboratório para análise química e caracterização granulométrica.

O protótipo do forno tomou como referência Soares⁽³⁾ que descreve o funcionamento de um forno Cubilô, como sendo um forno de cuba funcionando em contra corrente, onde o carvão tem a função de ser o elemento combustível e o sustentáculo da carga metálica. Embora seja considerado um forno em extinção o mecanismo de

fusão é muito simples, baseando-se na combustão do carvão a partir do ar soprado nas ventaneiras.

Como no processo de sinterização não ocorre a fusão total e o resíduo continua no estado sólido, foi feito um modelo de protótipo cuja forma facilitasse a descarga do resíduo sinterizado, como pode ser visto na Figura 6a. É composto de uma estrutura metálica em forma de tronco de cone com ventaneiras na sua parte inferior, como se pode ver em detalhe na Figura 5b, e com uma entrada de ar através de um compressor como pode ser observado nas Figuras 6 e 7.



Figura 5 a e 5b - Protótipo Cônico e em detalhe mostrando as ventaneiras.

A Figura 7 apresenta, também, as dimensões do protótipo sendo o seu volume de 37,22 dm³.



Figura 6 - Protótipo cônico com entrada de ar do compressor.

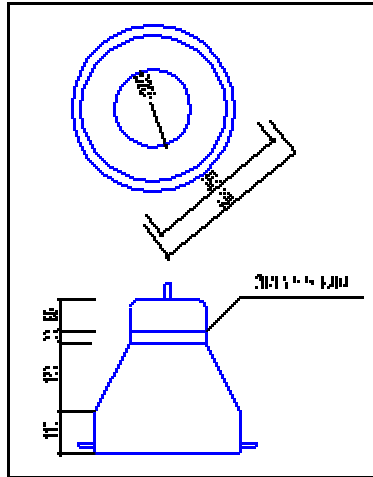


Figura 7 – Dimensões do Protótipo.

3.1 Projeto de Experimentos

Foram realizados vários experimentos para se obter a sinterização do resíduo. No primeiro experimento foi utilizado calcário em sua granulometria original (com diâmetro de 0 a 10mm). O carvão e o calcário (usados como combustível e fundente) foram misturados e colocados em camadas alternadas com o resíduo. Foi iniciada a combustão do carvão e acionada a entrada de ar pelas ventaneiras com vazão de 286 litros/minutos, com objetivo de se obter a queima do combustível e de atingir a temperatura de 1000 °C a 1200 °C, possibilitando assim a aglomeração do resíduo. Após 3 (três) horas, foi descarregado o resíduo e feito o resfriamento ao ar livre à temperatura ambiente.

No segundo experimento o calcário foi reduzido a dimensões de aproximadamente 3,0 mm seguindo o mesmo procedimento anterior.

No terceiro experimento o calcário foi reduzido a pó e o mesmo procedimento foi seguido.

No quarto experimento foram colocados todos os materiais previamente misturados e não em camadas.

No quinto experimento foi feito um ajuste nos teores de carvão e calcário.

4 APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

Primeiro experimento - o resultado obtido foi a sinterização de uma pequena parte da mistura, que ocorreu devido ao fato do calcário não ter calcinado, ficando em sua condição inicial, provavelmente devido a sua granulometria não ser adequada ao processo.

Segundo experimento - o resultado obtido foi a sinterização de aproximadamente 50% da mistura, que ocorreu devido ao fato do calcário não ter sido totalmente calcinado, provavelmente por ainda ter granulometria maior do que a adequada ao processo.

Terceiro experimento - A combustão desenvolveu-se da parte inferior para a parte superior do protótipo. Após 30 (trinta) minutos, observou-se o início da sinterização na parte superior do material (Figura 8), estendendo-se para todo o resíduo após 2 (duas) horas (Figura 9). O resíduo foi descarregado e feito o resfriamento ao ar livre à temperatura ambiente, como mostram as Figuras 10 e 11.



Figura 8 – Início da sinterização na parte superior.



Figura 9 – Finalização da sinterização.



Figura 10 – Descarga do resíduo.



Figura 11 – Resíduo sinterizado e sobra do processo.

O resultado obtido foi a sinterização de aproximadamente 79% do resíduo, provavelmente devido ao fato do resíduo, carvão e o calcário terem sido distribuídos em camadas.

Quarto experimento - Após 20 (vinte) minutos observou-se o início da sinterização na parte superior do resíduo, estendendo-se para todo o resíduo após 60 (sessenta) minutos. O resultado obtido foi a sinterização de aproximadamente 86% do resíduo, provavelmente devido ao fato do resíduo, carvão e calcário terem sido previamente misturados de forma homogênea e com uma granulometria adequada do calcário, fatos estes que facilitaram a calcinação.

Quinto experimento – A Tabela 3 apresenta os teores do quinto experimento.

Tabela 3 – Teores de materiais utilizados no quinto experimento.

MATERIAIS	MASSA (Kg)	MASSA ACUM.(Kg)	% MASSA
CARVÃO	0,800	0,800	6,84
CALCÁRIO	0,900	1,700	7,69
RESÍDUO	10,000	11,700	85,47
ÁGUA	0,900	12,600	
TOTAL	12,600		

O resultado obtido foi a sinterização de aproximadamente 93% do resíduo, devido, provavelmente, ao aumento do teor de calcário que provocou uma maior calcinação e também do resíduo, carvão e calcário terem sido misturados de forma homogênea. Foi feita a análise química do material sinterizado conforme mostra a Tabela 4.

Tabela 4 – Análise química do material sinterizado.

Teores	Análise Química %									
	SiO ₂	Mn	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe	TiO ₂	P	S	PPC
%	12,59	0,731	5,35	0,9	2,64	58,38	0,331	0,103	0,058	6,50

Pode-se observar na Tabela 4 que o teor de ferro do resíduo sinterizado é de 58,38%, o que mostra que o processo utilizado resulta em um material cujas características indicam que pode ser viável para aproveitamento em altos fornos a carvão. As Figuras 12 e 13 mostram o resultado da aglomeração do resíduo.



Figura 12 – Resíduo Sinterizado.



Figura 13 – Resíduo sinterizado, detalhe.

5 CONCLUSÕES

O resultado alcançado mostrou uma eficiência de 93% de resíduo sinterizado.

Pode-se observar assim que, para uma melhor aglomeração do resíduo utilizando carvão e calcário, devem-se utilizar teores adequados, de forma que não ocorra desperdício de carvão e calcário, nem excesso de resíduo que também pode comprometer a eficiência do processo de sinterização.

O resíduo aglomerado deve ser britado, peneirado e apresentar granulometria final que atenda às necessidades da Siderúrgica.

Desta forma verificou-se a possibilidade de utilização do resíduo aglomerado e, assim, obter redução de custos e uma diminuição da extração de matérias-primas, preservando os recursos naturais, uma vez que a crescente escassez de bens finitos vem obrigando o homem a repensar seus costumes e buscar novas tecnologias de recuperação dos resíduos gerados.

REFERÊNCIAS

- 1 ARAUJO, Luiz Antônio - Manual de Siderurgia – São Paulo : Arte & Ciência, 1997.
- 2 CHIAVERINI , Vicente – Metalurgia do pó: técnica e produtos – 4ª edição –São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 2001.
- 3 SOARES, Gloria de Almeida – Fundição: Mercado, Processos e Metalurgia – RJ: COPPE/UFRJ/SR-1,2000.