

AREIA DE FUNDIÇÃO DESCARTADA COMO MATÉRIA-PRIMA NA PRODUÇÃO DE CERÂMICA VERMELHA

G. R. MARTÍN-CORTÉS¹; S. COSIN¹; J. E. D'RITO²; F. J. ESPER¹;
F. R. VALENZUELA-DÍAZ¹; W. T. HENNIES³.

¹LMPSoI – PMT – EPUSP - Laboratório de Matérias Primas Particuladas e Sólidos Não-Metálicos do PMT-EPUSP – Departamento de Engenharia Metalúrgica e Materiais – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo germac@usp.br

²Mineração ITABRAS Ltda. Jundiaí, SP.

³PMI-EPUSP – Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

RESUMO

A Metalurgia no Brasil funde 3 Mt/ano de diferentes ligas metálicas destinadas à Indústria Automotiva, siderurgia e outros. A demanda projetada para 2011 é de 4 Mt. Das 600 fundições em todo o País, 224 utilizam o processo de modelagem de areia + CO₂ e delas 152 são destinadas a fundir bronze. Uma empresa como a Grofe com 50 funcionários funde 20 t/mês de bronze, descarta 15 t/mês de areia contaminada com elementos pesados como chumbo que são destinadas para aterros sanitários especiais, distantes para o transporte e caros de manter. Numa Indústria Cerâmica em Jundiaí foram produzidos 700 blocos de cerâmica vermelha onde se utilizou 1,0% da areia descartada. Os resultados tecnológicos dos mesmos são comparáveis aos tradicionais com o benefício ambiental de não serem destinados aos aterros acima referidos. Esse mesmo destino pode ser dado aos 2,5 Mt/ano de areia descartada apenas no Estado de São Paulo.

Palavras chave: areias de fundição rejeitadas, processo de fundição metalúrgica, cerâmica vermelha.

INTRODUÇÃO

Nos últimos quinze anos o LMPSoI - Laboratório de Matérias Primas Particuladas e Sólidos Não-Metálicos do PMT-EPUSP – Departamento de Engenharia Metalúrgica e Materiais – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo vem estudando as possibilidades de incorporar materiais provenientes dos rejeitos das diferentes produções industriais à produção de tijolos, telhas, lajotas e blocos para construção civil. Entre os objetivos do estudo se encontra diminuir a poluição ambiental e ao mesmo tempo melhorar as propriedades dos produtos finais para a construção civil.

Alguns dos exemplos são: estudo da influência do pó de aço rejeitado na siderurgia utilizada como reforço em cerâmica estrutural [1]; outro exemplo é o assunto principal do papel atual: o uso da areia rejeitada do processo metalúrgico de fundição na produção de tijolos e de outros produtos da cerâmica estrutural.

ANTECEDENTES, MATERIAL E MÉTODOS

No princípio de 2007, especialistas de Companhia METALÚRGICA GROFE LTD. de São Paulo contataram a pesquisadores e professoras do LMPSol - PMT - EPUSP procurando uma solução à preocupação deles com a disposição final das areias de fundição rejeitadas depois do processo metalúrgico.

Até hoje a companhia paga pelo aterro sanitário especial muito caro, em segurança, fora do cinturão de saúde da cidade com todas as conseqüências incluídas, quer dizer, primeiro armazenamento adequado em contêineres perto da fábrica, depois caminhões, fretes, salários e tempo para transportar estes contêineres até o lugar do aterro sanitário especial. Eles pediram aos pesquisadores do Laboratório uma solução sustentável para esta situação.

Os autores deste artigo fizeram um plano de trabalho para caracterizar as amostras de areia rejeitada pela distribuição do tamanho de partículas (Tabela 1 e Figura 1) e pela composição química (Tabela 2). [2]

Tabela 1 Distribuição granulométrica das areias descartadas de fundição pela Grofe.

Malhas (μm)	Tamanho (mm)	Retido (g)	Peso %	Peneirado a seco	
				Retido acumulado %	Passante acumulado %
850	0,850	0,90	0,11	0,11	99,89
600	0,600	2,20	0,26	0,36	99,64
425	0,425	63,80	7,47	7,83	92,17
300	0,300	216,60	25,35	33,18	66,82
212	0,212	319,00	37,33	70,51	29,49
150	0,151	185,00	21,65	92,16	7,84
106	0,106	30,30	3,55	95,71	4,29
75	0,075	0,80	0,09	95,80	4,20
53	0,053	24,50	2,87	98,67	1,33
-53	0,050	11,40	1,33	100,00	0,00

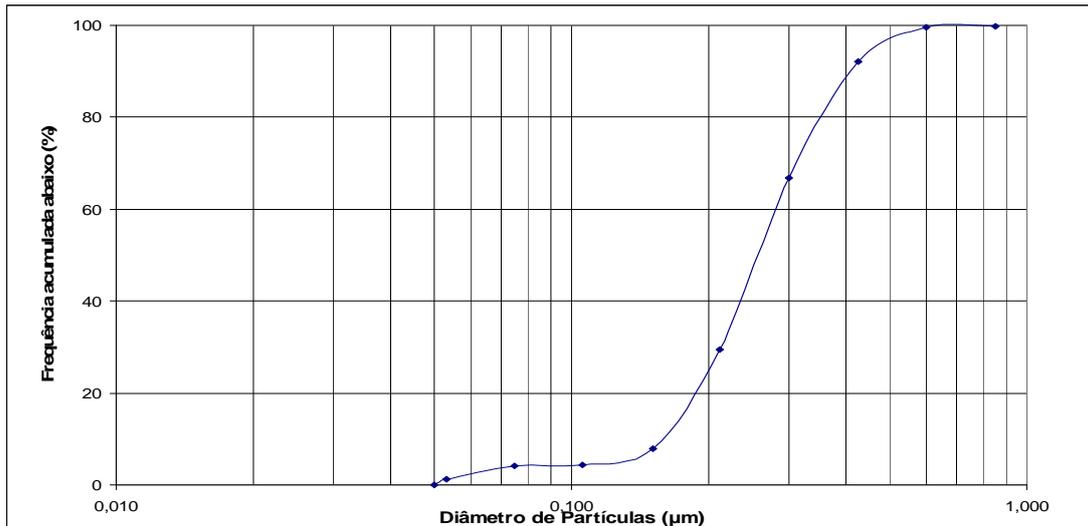


Figura 1. Distribuição granulométrica das areias descartadas da fundição Grofe.

Tabela 2 Composição química das areias descartadas da fundição Grofe.

Oxide	Na ₂ O	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	PbO
%	0,71	0,13	98,8	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,05	0,03	0,14	0,02

Como a tabela 2 mostra o teor de PbO está no limite inferior da norma. [3]

O plano proposto foi analisado por todo o grupo de especialistas envolvidos tanto do LMPSol quanto os da Grofe Ltd. Foi aprovado e executado o trabalho seguinte:

Foram preparadas amostras de composições (em peso) com: 1%, 5%, 10%, 20% e 30% em massa do material particulado rejeitado no processo de fundição após o uso na moldagem das peças de bronze. Depois de homogêneas as composições, para cada 500 g de mistura umedecida obtendo uma massa pastosa se conformaram manualmente 60 esferas. As esferas foram pesadas depois de conformadas (peso verde), para o cálculo da umidade de conformação. Depois da pesagem, os corpos de prova esféricos foram mantidos a temperatura ambiente por pelo menos 48 horas. Imediatamente depois de secos os corpos foram colocados em estufa a 60°C por 24 horas e depois a 110 °C.

Trinta esferas secas a 110°C foram avaliados no ensaio de resistência a compressão. Trinta esferas secas a 110°C foram queimados a 950°C em forno elétrico com velocidade de aquecimento de 10 graus por minuto e mesas de estabilização de temperatura de 30 minutos. Colocadas a esfriar a temperatura ambiente os corpos de prova foram avaliados com relação à cor, e submetidos ao teste de resistência a compressão. Os testes feitos com os corpos de prova

esféricos indicaram a possibilidade de incorporar até 30% da areia de fundição rejeitada na massa de produtos de Cerâmica Vermelha. Mas, a presença de metais pesados na composição química e a necessidade de proteger os trabalhadores levaram a decidir usar só 1% da areia rejeitada na massa a testar.

Então aquele % de material particulado rejeitado foi usado para conformação por extrusão dos corpos de teste prismáticos (tijolos). Foram pesados 1500 kg de argila e aproximadamente 15 kg de areia rejeitada para a composição. Com a massa elaborada foram conformados mais de 600 blocos estruturais industriais por extrusão. As Figuras 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, mostram o processo de conformação numa fábrica de cerâmica vermelha Brasileira do Município de Jundiá.



Figura 2. Preparação por peneiramento das areias para o teste de extrusão.



Figura 3. Seleção da argila para o teste de extrusão

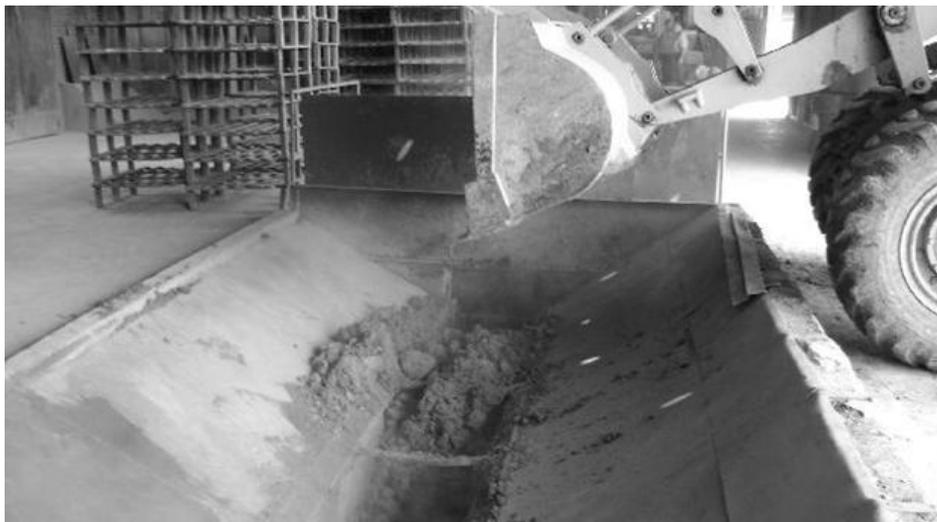


Figura 4. Início do processo de produção fabril depois da homogeneização da massa

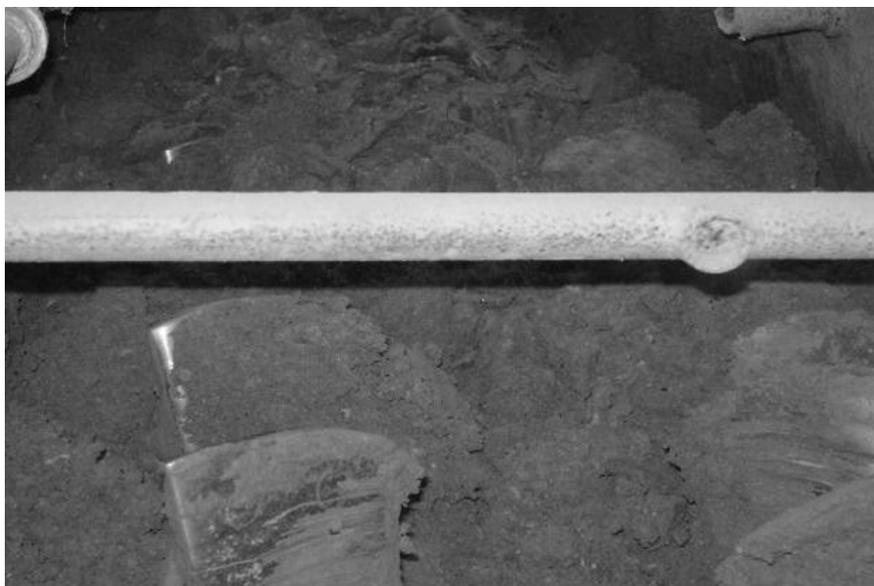


Figura 5. Mistura previa à extrusão



Figura 6. Extrusão e corte dos tijolos.



Figura 7. Marcado dos tijolos para identificação posterior.



Fig. 8 Pesagem dos tijolos do teste antes de secar e queimar a 700 – 900 °C.

Depois destes passos, 30 tijolos foram enviados para o ensaio de resistência à compressão como amostra representativa do todo o processo de conformação e queima junto com 30 tijolos tradicionais de cerâmica vermelha sem areia. Antes de executar o ensaio os tijolos foram submergidos em água (Figura 9) por quatro horas, depois foram medidos por todos os lados para calcular a área comum de cada tijolo. Então cada tijolo foi submetido ao ensaio de resistência a compressão em uma máquina universal. Todo o processo é mostrado nas fotografias seguintes (Figura 10, 11 e 12) e os resultados são apresentados à frente. [4]

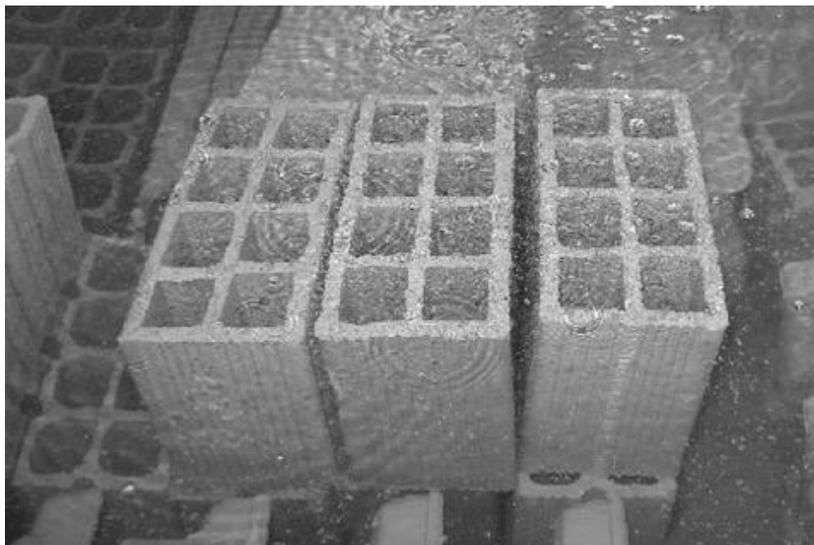


Figura 9. Tijolos submergidos em água antes do ensaio de resistência a compressão.

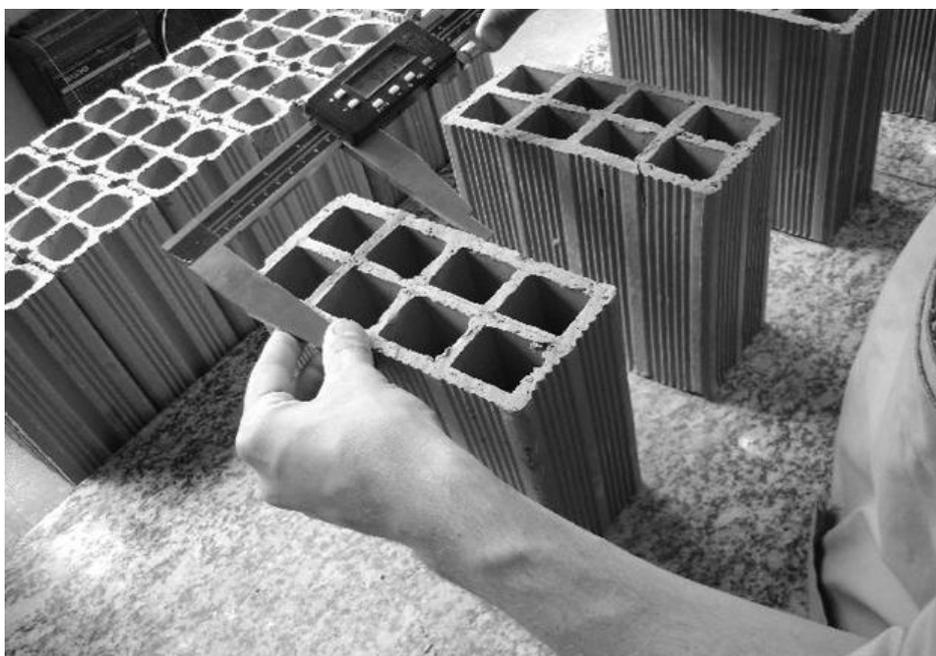


Figura 10. Medindo os lados do tijolo.



Figura 11. Ensaio de resistência a compressão, início e fim.

RESULTADOS

Os resultados do ensaio de resistência a compressão se mostram na tabela 3 abaixo:

Tabela 3 Resultados do ensaio de resistência a compressão

Tipo	Resistência a Compressão (MPa)
Grofe	3,1
White	3,2

Entretanto o laboratório onde os testes foram executados estabelece 1,5 MPa como valor mínimo de resistência a compressão; os tijolos conformados com a areia descartada do processo de fundição apresentaram como média o dobro dos valores exigidos. Valores praticamente iguais aos que apresentaram os tijolos tradicionais elaborados com "argilas Tagua".

Os resultados do teste de absorção de água apresentam valores menores ou iguais de 2,0%. Os mesmos se encontram dentro dos valores permitidos para tijolos de cerâmica vermelha.

Laboratório especializado em análise de águas executou o ensaio de lixiviação para determinar a composição química do material dos tijolos quebrados no ensaio de resistência à compressão e comprovar o comportamento do PB após os processos de elaboração da massa, extrusão e queima. Este laboratório emitiu certificado técnico analítico onde concluiu que os resultados obtidos se encontram dentro dos valores normalmente permitidos.

CONCLUSÕES

A adição de areia proveniente do processo de fundição a massa de argila para produzir tijolos, telhas e outros produtos de cerâmica vermelha representa uma solução útil e barata para a disposição do mesmo.

A aplicação destas areias descartadas para estas produções elimina ou reduz a necessidade de usar áreas especiais caras para a disposição final das mesmas depois de ser contaminadas no processo de fundição.

Tijolos produzidos com massas compostas por argilas vermelhas e areias procedentes do processo de fundição apresentam resistência à compressão suficiente para a construção civil, igual a que apresentam os tijolos tradicionalmente produzidos apenas com argilas vermelhas.

Por outro lado, o custo de produção destes tijolos será menor que o dos tijolos produzidos tradicionalmente porque diminui a quantidade de argilas boas a ser usadas em sua produção.

Outra boa notícia é que desta forma a vida útil dos depósitos de argilas Taguá para cerâmica vermelha pode ser prolongada evitando o distanciamento dos depósitos minerais das unidades de produção e das áreas em construção.

REFERÊNCIAS:

1. MACHADO, A. T., CARNEIRO, I. N. S., CARVALHO, A. L., SOUZA, C. A. C., CARDOSO, R. J. C., VALENZUELA-DIAZ, F. R. Influência da temperatura no comportamento mecânico de matrizes de cerâmica vermelha contendo pó de aciaria In: XV Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 2004, Porto Alegre, RS. CD ROM Anais do XVI CBECIMAT. , 2004. p.11011 – 10
2. COSIN, Shirley, KOZIEVITCH, V. F. J., SANTOS, Pérsio de Souza, MORENO, M. T., VALENZUELA-DIAZ, F. R. Estudos visando a incorporação de lodo de ETA em massas de cerâmica vermelha. Cerâmica Informação. , v.26, p.34 - 38, 2003.
3. COSIN, Shirley, KOZIEVITCH, Valquíria de F J, SANTOS, Pérsio de Souza, VALENZUELA-DIAZ, F. R. Influência de alguns aditivos na resistência após secagem de mistura Taguá de Jarinu, SP/lodo de ETA In: 48 Congresso Brasileiro de Cerâmica, 2004, Curitiba, PR,. CD ROM Anais do 48 CBC. São Paulo, SP,: Associação Brasileira de Cerâmica, 2004. p.19271 – 19279
4. SANTOS, Pérsio de Souza, COELHO, A. C. V., VALENZUELA-DIAZ, F. R., WIEBECK, H., TOFFOLI, S. M. Pesquisas sobre a reciclagem de alguns rejeitos sólidos no Laboratório de Matérias-Primas Particuladas e Sólidos Não-Metálicos (LMPSol) da Escola Politécnica da USP In: Seminário Nacional sobre uso/Reciclagem de Resíduos Sólidos Industriais, Secretaria do Estado de Meio Ambiente, 2000, São Paulo. CD ROM do Seminário. , 2000. p.01 - 21

REJECTED SANDS USED AS RAW MATERIAL IN THE STRUCTURAL CERAMICS PRODUCTION

ABSTRACT

Metallurgy at Brazil founds 3 Mt/year of different metallic alloys destined to the Carr Industry, metallurgy and others. The demand projected for 2011 is of 4 Mt. Of the 600 foundries in the whole Country, 224 use the process of moldings with sand + CO₂, of them 152 are destined to melt brass. A company as Grofe with 50 employees founds 20 t/month of brass, it discards 15 t/month of sand contaminated with heavy elements as lead that had to be destined for special sanitary landfills, distant for the transport and expensive to maintain. In a Ceramic Industry of Jundiaí, SP 700 blocks of structural ceramic were produced where it was used 1,0% of the discarded sand. The technological results of the same ones are comparable to the traditional ones with the environmental benefit of they be not destined to the referred landfills. That same destiny can be given to 2,5 Mt/year of sand discarded only in the State of São Paulo.

Key words: smelting discarded sand, metallurgical founding process, structural ceramic.