

INCORPORAÇÃO DE LAMA DE ALTO FORNO EM CERÂMICA VERMELHA PARA PRODUÇÃO DE TELHAS*

Roberta Lima de Souza Costa¹
Geyna Evellyn Silva de Jesus²
Alisson Clay Rios da Silva³
Sérgio Neves Monteiro⁴
Verônica Scarpini Candido⁵

Resumo

Este trabalho tem o objetivo de avaliar o efeito da incorporação de até 15% em peso de lama de alto forno proveniente de uma siderúrgica do estado do Pará, na massa argilosa composta de argila forte e argila fraca para a produção de telhas. O resíduo e as argilas, forte e fraca, foram beneficiados e tiveram sua composição química determinada por meio de fluorescência de Raios-X. Foram preparados corpos de prova por prensagem uniaxial a 20 Mpa para queima em forno de laboratório tipo mufla a 950°C. Foram avaliadas a absorção de água e o módulo de ruptura em flexão dos corpos queimados. Os resultados mostraram que a lama de alto forno é constituída predominantemente por compostos de ferro e que a incorporação de até 15% em peso pode melhorar as propriedades tecnológicas das cerâmicas queimadas.

Palavras-chave: Lama de alto forno; Cerâmica vermelha; Telhas

INCORPORATION BLAST FURNACE SLUDGE RED CERAMICS FOR TILES PRODUCTION

Abstract

This work has the objective of evaluating the effect of the incorporation of up to 15% by weight of blast furnace sludge from a steel plant in the state of Pará, in the clayey mass composed of strong clay and weak clay for the production of tiles. The residue and the clays, strong and weak, were benefited and had their chemical composition determined by means of X-ray fluorescence. Test specimens were prepared by uniaxial pressing at 20 MPa for firing in a muffle-type laboratory oven at 950oC. The water absorption and flexural modulus of the burned bodies were evaluated. The results showed that blast furnace slurry consists predominantly of iron compounds and that incorporation of up to 15% by weight can improve the technological properties of burnt ceramics.

keywords: Blast furnace sludge; Red ceramics; Tiles

¹ Engenheira de Produção. Mestranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Processos, Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém - PA, Brasil.

² Graduanda em Engenharia de Materiais, Faculdade de Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Pará (UFPA), Ananindeua-PA, Brasil.

³ Químico industrial, Doutor em Ciência dos Materiais, Professor Adjunto I, Faculdade de Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Pará (UFPA), Ananindeua-PA, Brasil.

⁴ Engenheiro de Materiais, PhD em Engenharia e Ciência dos Materiais, Professor, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Materiais/Departamento de Engenharia mecânica e Materiais, Instituto Militar de Engenharia (IME), Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

⁵ Bióloga, Doutora em Ciência dos Materiais, Professora Adjunta I, Faculdade de Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Pará (UFPA), Ananindeua-PA, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Dentre os diversos tipos de cerâmica, a cerâmica vermelha possui grande importância no cenário nacional, pois é o ramo industrial que produz blocos, tijolos, telhas, argilas expandidas e pisos intertravados. Estima-se que o faturamento anual desse setor se aproxime de 18 bilhões de reais gerando cerca de 293 mil empregos diretos e 900 mil indiretos [1].

Atualmente, observa-se que em muitas cerâmicas, há uma maior preocupação em formular composições que apresentem melhores parâmetros tecnológicos e há maior controle de qualidade do produto final. Essas mudanças no processo produtivo proporcionam maior economia de energia e maior lucro no produto final [2].

A indústria siderúrgica gera uma quantidade significativa e diversificada de resíduos sólidos [3]. O aumento das atividades industriais no mundo e a falta de gestão com os resíduos gerados nessas indústrias e a preocupação com as consequências desses descartes têm promovido pesquisas com propostas para uma destinação correta desses resíduos industriais [4].

Diversos são os tipos de resíduos que podem ser incorporados em massa argilosa para produção de peças de cerâmica vermelha e os resultados sobre as propriedades tecnológicas têm se mostrado positivos. Pinheiro *et al.* (2008) [5] avaliaram o efeito da adição de resíduos provenientes da produção de papel e massa cerâmica vermelha e observaram que a adição de 10% em peso de resíduo provocou um aumento na absorção de água com conseqüente diminuição da resistência à flexão. Os autores concluíram que a adição de até 3% em peso de resíduo contribuiu para a diminuição da absorção e aumento da resistência.

Vieira e colaboradores (2007) [6] ao estudarem a incorporação de lama de alto-forno em massa argilosa verificaram que a adição 2,5% em peso de resíduo não alterou significativamente as propriedades tecnológicas das cerâmicas. Já a incorporação a partir de 5% de lama contribuiu para aumentar a absorção de água, a retração linear e diminuir tensão de ruptura à flexão cerâmica queimada [7].

Dentre os diversos tipos de resíduos que são incorporados à cerâmica [8] vermelha destacam-se os resíduos de siderurgia [6]. Esses resíduos são gerados a partir do beneficiamento de insumos primários para a produção do aço e, quando são descartados incorretamente, podem causar problemas ambientais irreversíveis.

No Brasil existem cerca de 14 empresas privadas que controlam a produção do aço em 10 estados do país [8]. Estima-se que a produção de aço bruto, somente no ano de 2014, alcançou a marca de 33,9 milhões de toneladas, produção essa que levou o Brasil ao 9º lugar no ranking de produção mundial [8]. Nessa atividade, diversos tipos de resíduos sólidos são gerados dentre eles destaca-se a lama de alto-forno e os resíduos finos conhecidos como pó de balão e pó de despoeiramento, que podem ser ricos em óxidos ferro e silício (Fe_2O_3 e SiO_2) e óxidos fundentes.

A lama de alto-forno é gerada a partir da produção de ferro gusa, material com alto teor de carbono [9]. O conhecimento da composição química desse resíduo é de extrema importância para a decisão de descarte correto no ambiente ou reaproveitamento no próprio processo produtivo.

Nesse sentido, nota-se que a incorporação de lama de alto-forno em matriz cerâmica pode ser uma alternativa para destinação final ambientalmente correta

desse resíduo e contribuir para melhorar as propriedades tecnológicas das cerâmicas queimadas. Assim, este trabalho tem por objetivo de incorporar a lama de alto forno em massa argilosa para produção de telhas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para este estudo foram utilizados dois tipos de argilas (argila forte e argila fraca) provenientes do município de São Miguel do Guamá-PA e a lama de alto-forno, obtida de uma siderúrgica localizada no sudeste do estado.

As matérias-primas foram encaminhadas para a etapa de beneficiamento no laboratório de Materiais da Universidade Federal do Pará.

As argilas e a lama de alto-forno foram secas em estufa de modelo DIMATE, à temperatura de 110 °C durante 24h. Após essa etapa o material foi conduzido para o moinho de bolas de modelo Work Index série 005, onde foi realizada a etapa de desagregação, por um período de 30 minutos.

Em seguida, os materiais foram passados em peneira com abertura de 325 mesh e encaminhado para a Fluorescência de raios-X (FRX) que foi realizada utilizando o equipamento Axios Minerals da PANalytical a fim de determinar a composição química das argilas e do resíduo.

Após essa etapa, foram elaboradas três composições, correspondentes à incorporação do resíduo na massa argilosa, nos seguintes percentuais: 0, 5, 10 e 15% em peso. Estas composições foram homogeneizadas com adição de 8% de umidade, e em seguida, passadas em moinho de bola para sua homogeneização por 30min.

Corpos de prova foram confeccionados em matriz prismática e inicialmente secos a temperatura ambiente por 24h e, depois, colocados em estufa a 110°C até alcançarem peso constante para queima em forno a 950°C. O resfriamento foi feito desligando-se o forno. As propriedades físicas e mecânicas determinadas foram: absorção de água e tensão de ruptura à flexão em três pontos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

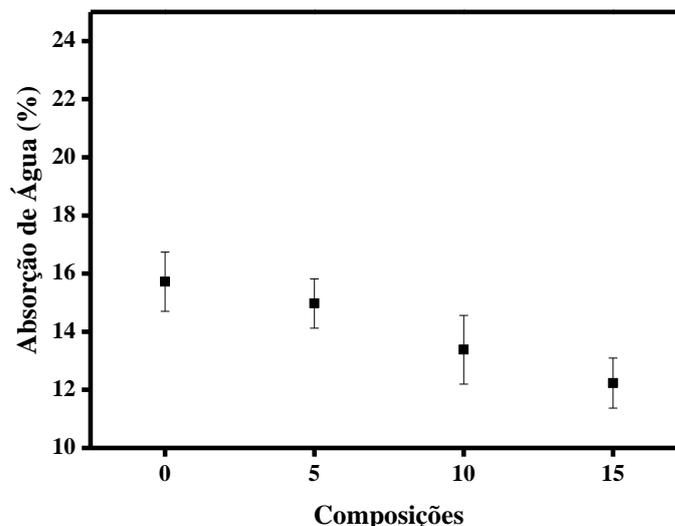
A tabela 1 apresenta a composição química das argilas e da lama de alto forno.

Tabela 1. Composição química das argilas e da lama de alto forno

Componentes	Argila Forte (% em peso)	Argila Fraca (% em peso)	Lama de alto forno (% em peso)
SiO ₂	46,42	62,8	2,70
Al ₂ O ₃	27,90	21,5	1,95
Fe ₂ O ₃	4,23	4,56	36,3
TiO ₂	1,30	1,07	0,21
MnO	0,11	-	0,38
MgO	0,72	0,23	0,30
CaO	0,21	0,02	4,99
K ₂ O	3,67	0,07	0,30
SO ₃	-	-	0,80
ZnO	-	-	0,49
Cl	-	-	0,65
PF	11,96	9,89	50,8

A análise química das argilas e da escória revelou que as primeiras são pobres em óxido fundentes que contribuem para a formação de fase líquida durante a queima. Além disso, as argilas apresentam teores, relativamente, elevados de óxidos de ferro. A escória de alto forno apresenta elevados teores de óxido de ferro e baixos teores de sílica e alumina. A presença de óxidos de ferro no resíduo pode intensificar a cor avermelhada das peças queimada.

A figura dois apresenta o padrão de absorção de água das peças cerâmicas queimadas a 950°C.

**Figura 1.** Absorção de água das composições estudadas.

Nota-se que, dentro de um erro estatístico, não há diferença significativa nos percentuais de absorção de água com a adição do resíduo. Entretanto, ao serem observados os valores médios dessa propriedade, observa-se que há uma diminuição nos valores dessa propriedade na medida em que há um aumento no percentual em massa do resíduo adicionado à massa argilosa. Destaca-se ainda que os valores de absorção de água são considerados baixos e estão dentro dos limites estabelecidos pela norma 13310/2005 [10]

A figura 2 apresenta o módulo de ruptura em flexão das cerâmicas queimadas.

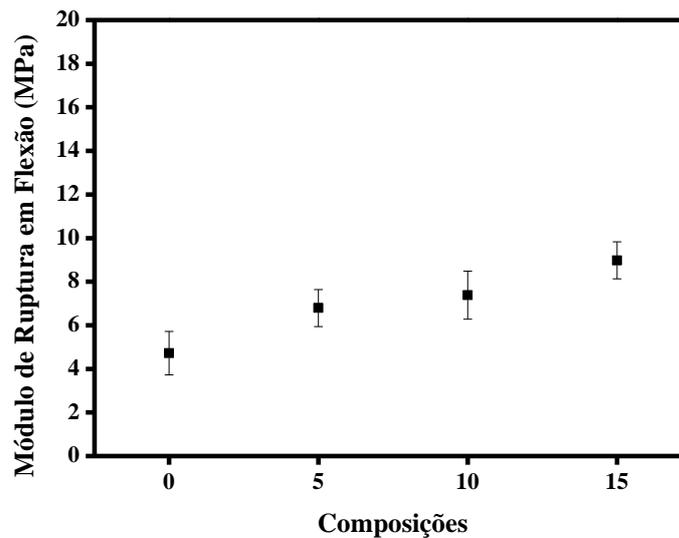


Figura 2. Módulo de ruptura em flexão das cerâmicas queimas.

A formulação composta apenas pela mistura argilosa apresentou o menor médio valor para o módulo de ruptura de flexão e a composição com 15% em peso do resíduo apresentou o maior valor médio para essa propriedade. Todas as formulações apresentaram valores para módulo de ruptura em flexão, maiores que os recomendados por norma [10]. Assim, nota-se que a incorporação de até 15% em peso de lama de alto forno pode contribuir para melhorar as propriedades tecnológicas das peças cerâmicas, diminuindo a absorção de água e aumentando, conseqüentemente, o módulo de ruptura em flexão.

4 CONCLUSÃO

A incorporação de lama de alto forno em massa argilosa para fabricação de telhas revelou que na medida em que há um aumento do percentual de resíduo adicionado, há uma diminuição da absorção de água e aumento do módulo de ruptura. Além disso, pode-se inferir que a composição com 15% em peso, apresentou o melhor desempenho tecnológico podendo ser indicado como constituinte mássico em massa argilosa para fabricação de cerâmica vermelha.

REFERÊNCIAS

- 1 Associação Nacional da Indústria Cerâmica (ANICER). Disponível em: <http://portal.anicer.com.br/setor/>. Acessado em abril de 2016.
- 2 IS Ramos, MG Alves, J Alexandre. Diagnóstico do Polo Cerâmico de Campos dos Goytacazes – RJ. *Cerâmica Industrial*, 2006; 11 (1): 28-32.
- 3 FF Ripoli. A Utilização do Rejeito Industrial Cerâmico - Chamote - como Fator de Qualidade na Fabricação de Elementos Cerâmicos: um Estudo Experimental. *Cerâmica*. 1997; 43: 281-282.
- 4 LHM Lima, SC Reis. Aproveitamento de resíduo siderúrgico em blocos cerâmicos argilosos. *E-xacta*. 2013; 6(2): 69-78.

- 5 RM Pinheiro, CMF Vieira, RS Rodriguez, SN Monteiro. Reciclagem de resíduo proveniente da produção de papel em cerâmica vermelha. Rev. Matéria. 2008; 13 (1):220-227.
- 6 CMF Vieira, CACM Dias, AV Mothé, R Sánchez, SN Monteiro. Incorporação de lama de alto forno em cerâmica vermelha. Revista Cerâmica, 2007; 53(328): 381-387.
- 7 B Das, S Prakash, S Reddy, VN Misra. An overview of utilization of slag and sludge from steel industries. Resources, Conservation & Recycling. 2006; 50: 1-18.
- 8 VS Candido, RM Pinheiro, SN Monteiro, CMF Vieira. Desenvolvimento de adoquim cerâmico, com argilas caulínicas, chamote e argilito. Cerâmica. 2013; 59, 310-316.
- 9 H Colpaert. Metalografia dos produtos siderúrgicos comuns. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.
- 10 Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT/NBR 15310:2005. Componentes Cerâmicos – Telhas – Terminologia, requisitos e métodos de ensaio.