



ESTUDO DA VIABILIDADE DE INCORPORAÇÃO DE LODO DE TINTURARIA EM CERÂMICA VERMELHA

Rangel, H.C. ^{1*}, Delaqua, G.C.G. ¹, Babisk, M.P. ¹ and Vieira, C. M. F. ¹.

1 -Laboratório de Materiais Avançados -LAMAV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro-UENF, Av. Alberto Lamego, 2000, 28013-602, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil.

*hugocrangel2015@gmail.com **

RESUMO

Junto com os avanços tecnológicos, a geração de resíduos da indústria, causa grandes preocupações. No entanto, tratando tais resíduos é possível obter um descarte limpo. As fábricas de tinturaria têxtil, durante a lavagem e o tingimento, produzem um lodo sólido que não pode ser descartado na natureza devido à presença de metais provenientes dos corantes e auxiliares de tingimento utilizados no processo. Assim, este trabalho avalia a incorporação desse lodo de tinturaria em produtos cerâmicos tradicionais. Corpos de prova foram confeccionados variando a porcentagem em peso de resíduo na cerâmica vermelha, e queimados à 850°C. Propriedades avaliadas: retração linear, absorção de água e resistência à ruptura. Aplicando um controle quantitativo desse resíduo, é possível obter com sucesso as propriedades requeridas para produtos cerâmicos, efeito da variabilidade natural das argilas. Com isso, além de ganhos para a cerâmica, a incorporação do resíduo também contribui para a preservação do meio ambiente.

Palavras-chave: *Cerâmica Vermelha, Resíduo, Lodo de Tinturaria.*

INTRODUÇÃO

A sociedade atual convive com um grande volume de resíduos gerados por diferentes setores industriais, onde tais devem ser estudados para que se desenvolva novas maneiras de processamento ou reaproveitamento dos mesmos, visando assim um menor impacto à natureza devido à presença demasiada desses resíduos. Partindo desse pressuposto, a incorporação de resíduos industriais em cerâmica vermelha tem se mostrado de amplas vantagens, desde a economia de matérias-primas durante os processos de fabricação de produtos cerâmicos, até na destinação final que não agrida o meio ambiente. ⁽¹⁾

As massas cerâmicas suportam a incorporação de resíduos industriais e urbanos devido à variabilidade natural das características da argila, e quando adicionados em quantidades controladas, os resíduos não provocam grandes alterações nas propriedades do produto final. ^(2,3)

A utilização de técnicas de processamento relativamente simples para a fabricação de cerâmica vermelha também favorece a incorporação dos mais variados tipos de resíduos. ⁽³⁾

A indústria têxtil gera durante seus processos de lavagem e tingimento gera efluentes que necessitam de tratamento antes de descartá-los na natureza, pois são altamente coloridos, devido

à presença de corantes que não se fixaram ao tecido durante o tingimento, e também metais pesados e reativos. Durante tal processo, é gerado um lodo que pode gerar grandes impactos ambientais nas fontes aquáticas, podendo ser visual e até mesmo gerar alterações nos ciclos biológicos que afetam os seres vivos aquáticos. ⁽⁴⁾ Com o tratamento desses efluentes, é possível descartar a água de tingimento na natureza, mas após este tratamento é obtido um lodo, que gera um problema ambiental para essas empresas.

Uma iniciativa promissora para a destinação ambientalmente correta deste resíduo é a incorporação dele na cerâmica vermelha, tão presente na construção civil, em diferentes produtos como por exemplo, telhas, tijolos e alvenaria. Isto é possível devido à variabilidade natural das características e propriedades das argilas, a facilidade de confecção dos produtos, o baixo desempenho técnico exigido, além da alta produtividade. Isto tudo favorece uma incorporação significativa de resíduos na estrutura final da cerâmica, trazendo ainda benefícios para a cerâmica. ⁽³⁾

Na fase de queima, as indústrias de cerâmicas vermelhas atingem temperaturas na faixa de 600°C a 1000°C, fator fundamental para a consolidação das partículas e desempenha um papel importante na redução dos efeitos ambientais causados pelos resíduos. Com isto, permite ainda a volatilização de compostos perigosos, bem como a alteração das características químicas dos materiais e a inertização de compostos potencialmente tóxicos e perigosos, através da fixação na fase vítrea. ^(3,5)

Desta forma, este trabalho tem como objetivo avaliar o potencial de incorporação do lodo de tinturaria em cerâmica vermelha, para que possa fornecer uma destinação ambientalmente correta a este resíduo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para este trabalho foram utilizadas como matérias-primas: uma massa cerâmica, tradicionalmente utilizada pela indústria, e lodo de tinturaria. As matérias-primas foram secas em estufa por 24 horas, e posteriormente cominuídas com o auxílio de almofariz e pistilo até passagem total em peneira de 40 mesh.

Em seguida, foram preparadas formulações variando a composição do lodo em 0, 3, 6, 9 e 12% na massa cerâmica. As massas foram umedecidas com 8% de água, e então confeccionados corpos de prova por prensagem uniaxial em uma matriz retangular de aço, nas dimensões 114,5 x 2,54 x 10 mm.

Após a secagem, os corpos de prova tiveram suas massas e dimensões medidas, e foram queimados a 850°C com taxa de aquecimento de 3°C/min, permanecendo na temperatura máxima por uma hora. Na sequência, foram definidas suas propriedades, como retração linear, absorção de água e resistência à ruptura.

Para a retração linear de queima, foram obtidas as dimensões dos corpos de prova antes e depois da queima e os cálculos foram realizados de acordo com a norma MB-305. ⁽⁶⁾

Para absorção de água foi utilizada a norma ASTM C373-72 ⁽⁷⁾, onde os corpos de prova foram pesados e colocados em um recipiente com água por 24 horas. Em seguida, a água superficial foi removida e eles foram pesados novamente.

Para tensão de ruptura por flexão, o ensaio foi realizado em três pontos, conforme ASTM C674-77 ⁽⁸⁾. Onde a carga aplicada pelo cutelo superior tem velocidade de 1mm/min e na sequência foi calculada a resistência mecânica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 (a) apresenta o gráfico gerado com os valores encontrados de absorção de água e seus respectivos desvios padrão. Usando como referência a NBR 15270-1 (2017), que indica uma faixa de absorção de água de 8% a 25%, como sendo a ideal para aplicações em blocos ou tijolos de vedação em parede vazada com furos ou vazadas horizontais, bem como para tijolos maciços ou perfurados para vedação, ou também usados como base estrutural. Sendo assim, todas as composições estudadas e na temperatura de queima de 850 °C atenderiam aos limites normatizados para produtos cerâmicos.⁽⁹⁾

Já a norma NBR 15310 (2009), indica que limite máximo permitido de absorção de água para aplicação em telhas cerâmicas seja inferior a 20%.⁽¹⁰⁾ Portanto, observa-se que todos os valores de absorção dos corpos de prova confeccionados com até 9% de incorporação de lodo, atendem aos limites máximos para aplicação em telhas. O fato da composição de 12% não atender aos limites normativos para confecção de telhas pode ser justificado pela maior presença de lodo na estrutura do material que pode se decompor durante a queima e gerar porosidade nas amostras, aumentando assim seu potencial de absorção de água^(3,11,12).

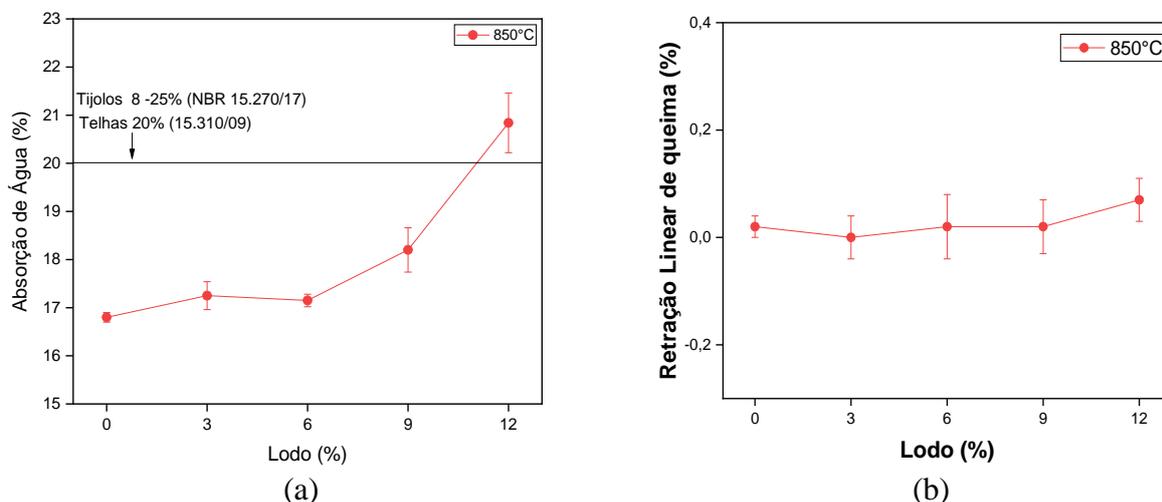


Figura 1: (a) Gráfico de Absorção de Água (%) e (b) Retração Linear de Queima.

Na Figura 1 (b) é apresentado o gráfico com os valores de retração linear de queima e seus desvios padrão. Durante a etapa de queima, além da sinterização, ocorrem decomposição e transformações de fases no material. A sinterização tende a fechar os poros dos corpos de prova conformados, o que gera uma retração linear na peça e quanto mais avançada é a sinterização, maior será a retração linear.⁽¹¹⁾

Analisando este mesmo gráfico, observa-se que em todas as composições a retração está abaixo de 1,0%. Tal parâmetro é de grande importância para determinação das dimensões finais da cerâmica vermelha. Consequentemente, é almejado que os valores de retração linear de queima fiquem situados dentro de uma faixa estreita, de modo que garantam uma constância na obtenção de um produto de cerâmica vermelha de alta qualidade.⁽¹²⁾ Mús (2002) recomenda que a retração máxima não seja superior a 2%, com intuito de evitar excessivas variações dimensionais dos produtos, bem como evitar trincas, devido às tensões geradas durante a queima⁽¹³⁾.

A Figura 2 apresenta os valores obtidos no ensaio de tensão de ruptura à flexão por três pontos em função da temperatura de queima em 850 °C. É possível observar que a incorporação do resíduo ocasionou uma perda na resistência mecânica das peças. Para Santos (1989)⁽¹⁴⁾, o recomendado para produtos cerâmicos queimados é uma resistência mínima de 2Mpa para tijolos, 5,5 Mpa para blocos e 6,5 Mpa para telhas. Tal diminuição de resistência foi ocasionada

pela porosidade gerada durante a queima do resíduo. No entanto, percebe-se que de todas as composições estudadas somente a 12% não atenderia os requisitos mínimos de resistência para tijolos. A temperatura pode ter influenciado na formação de fase líquida e conseqüentemente a consolidação das partículas, porém o aumento do resíduo logo gerou modificações em tal propriedade dos produtos cerâmicos.

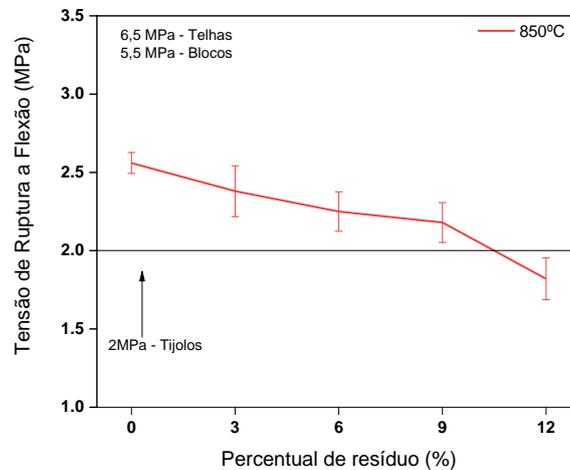


Figura 2: Gráfico de Tensão de Ruptura à Flexão por três pontos.

CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos, pode-se concluir que é viável a incorporação de lodo de tinturaria na produção de cerâmica vermelha, desde que em quantidade controlada, para que as propriedades das cerâmicas físicas e mecânicas não sejam prejudicadas.

Esta pesquisa mostrou-se de grande importância, pois apresenta uma forma ambientalmente correta para a destinação deste resíduo, que além de proporcionar redução de custos para indústria cerâmica, com economia de energia durante o processo da queima, proporciona ganhos ao ambiente, com a redução dos impactos gerados pela retirada desordenada da matéria-prima para a produção de artefatos cerâmicos, que é um recurso não renovável.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, proc. N°. 301634/2018.1, e à FAPERJ, proc. N°. E-26/200.847/2021 pelo apoio prestado a esta investigação.

REFERÊNCIAS

1. BABISK, M.P; VIDAL, F.W.H.; RIBEIRO, W.S.; COSTALONGA, M.; GADIOLI, M.C.B.; VIEIRA, C.M.F. Incorporação de resíduo de quartzitos em cerâmica vermelha. HOLOS. 2013. 6:169-177.
2. DONDI, M; MARSIGLI, M; FABBRI, B. Recycling of industrial and urban wastes in brick production: a review (Part 1). Tile Brick Int 1997;13(3):218–225.
3. VIEIRA, CMF; SANCHEZ, R; MONTEIRO, SN; LALLA, N; QUARANTA N. Recycling of electric arc furnace dust into red ceramic. Journal of Materials Research & Technology 2013; 2:88–92.

4. KUNZ, A.; PERALTA-ZANORA, P.; MORAES, S. G.; DURÁN, N. Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis. *Química Nova*, v. 25, n. 1, p. 78-82, 2002.
5. CARDOSO, Marília Duarte; CAMACHO, Alini Luísa Diehl; MORAES, Carlos Alberto Mendes. Avaliação Mecânica E Estrutural Da Adição De Escória Do Refino Secundário Via Aciaria Elétrica Em Material Cerâmico Em Função Do Tempo De Estocagem Do Resíduo. *MIX Sustentável*, [S.l.], v. 7, n. 1, p. 111-124, dez. 2020. ISSN 24473073.
6. ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas (1987). Argila, argamassas, concreto e cimento refratário – Determinação da retração linear após secagem, MB 305, Rio de Janeiro, 1987.
7. ASTM - American society for testing and materials. Water Absorptin, Bulk Density, Apparent Porosity and Apparent Specific Gravity of Fired Whiteware Products, C373-72, USA, 1972.
8. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM; C674-77 (1977) Flexural Properties of Ceramic Whiteware Materials, USA.
9. ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria Parte 1: Requisitos. NBR 15270-1, Rio de Janeiro (2017).
10. ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. Componentes cerâmicos – Telhas – Terminologia, requisitos e métodos de ensaio. NBR 15310, Rio de Janeiro (2009)
11. Delaqua, G.C.G., Ferreira, M. N., Amaral, L. F., Rodríguez, R.S.J., Carvalho, E. A., Vieira, C. M. F., Incorporation of sludge from effluent treatment plant of an industrial laundry into heavy clay ceramics, *Journal of Building Engineering*. Volume 47, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.job.2021.103451>
12. MORAIS, A. S. C. Incorporação de resíduo de vidro de lâmpada fluorescente em cerâmica vermelha. Tese de doutorado, Universidade estadual norte fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro, 2013.
13. MÁS, E. Qualidade e tecnologia em cerâmica vermelha. São Paulo: Editora Pólo Produções Ltda, 2002
14. Santos, P. S. Ciência e tecnologia das argilas. 2. Ed. São Paulo, Sp: Edgard Blücher, 1989. 408.91p.

FEASIBILITY STUDY OF INCORPORATION OF DYEING SLUDGE IN RED CERAMICS

ABSTRACT

Along with technological advances, the generation of residues from industry, causes major concerns. However, by treating such waste it is possible to obtain a clean disposal. Dyeing plants, during washing and dyeing, produce a solid sludge that cannot be discarded in nature due to the presence of metals from dyes and dyeing aids. Thus, this work evaluates the incorporation of dyeing sludge in traditional ceramic products. Raw materials were characterized. Specimens were made varying the percentage by weight of residue in the red ceramic, and fired at 850°C. Evaluated properties: linear shrinkage, water absorption and breaking strength. Applying a quantitative control of this sludge, it is possible to successfully obtain the properties required for ceramic products, which is an effect of the natural variability of clays. With this, in addition to gains for ceramics, the incorporation of the residue also contributes to the preservation of the environment.

Keywords: *Red Ceramics; Waste; Dyeing Sludge.*