

AValiação DO REAPROVEITAMENTO DO RESÍDUO DE CERÂMICA VERMELHA NA FABRICAÇÃO DE TIJOLO

Breno Parente Bezerra¹
Ione Amorim Bezerra Neta²
Suzana Barreto Noronha Ribeiro³
Laédna Souto Neiva⁴
Maria Isabel Brasileiro⁵

^{1,2,3,4,5} Materiais Cerâmicos, Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte – Ceará, Brasil,
bezerrap.breno@gmail.com; ioneamorimbezerra@gmail.com
suzananoronha13@gmail.com; laedna.neiva@ufca.edu.br
isabel.rodriques@ufca.edu.br

Introdução

O setor cerâmico é bastante heterogêneo e pode ser dividido de acordo com as matérias-primas, propriedades e aplicações. Segundo o Callister (2008), as cerâmicas vermelhas são constituídas de materiais com coloração avermelhada e são bastante utilizadas na construção civil, desde residências populares até prédios comerciais. Este segmento produz tijolos maciços ou furados, blocos e telhas.

Com o aquecimento no setor da construção civil, têm-se visto um crescimento no setor de cerâmica no Brasil tendo uma participação no PIB nacional de quase 1,0%. De acordo com a Associação Nacional da Indústria Cerâmica (2015), o número de cerâmicas vermelhas no Brasil corresponde a aproximadamente 6.903 indústrias. Conforme o SEBRAE-CE (2009), na Região do Cariri estão localizadas aproximadamente 30 fábricas possuindo uma gestão familiar.

Nos últimos anos, houve uma maior preocupação mundial ao reaproveitamento de resíduos sólidos. Visto que, a destinação inadequada dos resíduos é um dos maiores problemas da população. O que se tem visto na Região do Cariri é que esses resíduos, relacionados ao processo de obtenção das cerâmicas, só vem aumentando e sendo acumulados ao lado de fábricas e terrenos vizinhos, gerando desta forma, impactos ambientais, que ao longo dos anos, pode tornar-se irreparáveis.

Segundo Vieira (2004), os resíduos são as peças cerâmicas que apresentam defeitos quando saem de alguma etapa de fabricação. Eles podem ser os cacos que ocorrem quando as peças apresentam trincas que foram originadas ao longo do processo ou fragilizadas por terem sido queimadas além do tempo necessário. Há também as cinzas que são geradas da queima da lenha para fabricar as peças cerâmicas. As cinzas possuem origem orgânica e composição com grande quantidade de micronutrientes.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi estudar a incorporação dos resíduos na massa cerâmica, visando reduzir o impacto ambiental com uma destinação correta para esses resíduos. Além disso, reduzir custo da matéria-prima e do consumo de combustível.

Material e Métodos

Neste trabalho, foram utilizados, como matéria-prima, o resíduo proveniente do processo de fabricação de tijolos, o qual já foi processado e queimado na temperatura de sinterização e a argila gorda rica em plasticidade utilizada para a fabricação de peças cerâmicas. Esses materiais foram fornecidos por uma indústria, localizada no município de Crato (CE).

Foi obtida através da fluorescência de raios X a composição química do resíduo e da argila gorda. Utilizou-se o equipamento de FRX da marca Shimadzu (EDX-900), pela UFCG/LEMa – Laboratório de Engenharia de Materiais – Campina Grande – PB.

Foram formuladas 3 (três) misturas cerâmicas, utilizando a argila gorda usada para a fabricação de tijolo e o resíduo proveniente de refugo de tijolos queimados. O resíduo foi incorporado na argila gorda, cujas proporções são dadas na Tabela 1.

Tabela 1. Composição das misturas

Mistura	Matéria-prima	Teor de argila (%)	Teor de resíduo (%)
Massa 1		95	5
Massa 2	Argila gorda	90	10
Massa 3		85	15

O processo de mistura foi realizado no misturador com a argila gorda e o resíduo em forma de pó na presença de água. Foi misturada cada massa durante 15 minutos e em seguida em um moinho de martelo foram destorroadas, obtendo-se as massas com diferentes composições de resíduo para a realização de ensaios.

A conformação ocorreu por meio de prensagem uniaxial, onde foi usada uma prensa hidráulica para conformação de 75 (25 para cada massa) corpos-de-prova no total, utilizando uma matriz de aço inoxidável de seção retangular com dimensões de aproximadamente (8,0 x 2,5 x 1,0 cm³). Com o auxílio de uma balança analítica, os corpos-de-prova foram pesados e suas dimensões medidas com auxílio de um paquímetro após a conformação dos mesmos.

Os corpos-de-prova obtidos foram sinterizados em três temperaturas distintas: 850°C, 950°C e 1050°C. Após a queima as amostras foram novamente pesadas e suas dimensões medidas com auxílio de um paquímetro.

De acordo com a ABNT (1997), a característica mecânica dos corpos de prova que será calculada e investigada é a carga de ruptura à flexão simples. Este ensaio foi realizado no Laboratório de Cerâmica da Universidade Federal do Cariri (UFCA), onde foi utilizado o equipamento do modelo Flexi 1000 LX-650 da marca Gabbrielli. A distância dos apoios foi de 58 mm. Após o rompimento foram coletados os dados, carga aplicada e medidas de largura e espessura da região de rompimento do corpo-de-prova.

Resultados e Discussão

Na Tabela 2, estão ilustrados os resultados das composições químicas do resíduo e da argila gorda expressos em termos dos seus componentes óxidos principais.

Tabela 2. Composição química do resíduo e da argila gorda

Amostra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	TiO ₂	CaO	MnO	Cr ₂ O ₃	V ₂ O ₅	Rb ₂ O
Resíduo	65,3	18,50	8,069	4,043	2,644	0,962	0,222	0,067	0,062	0,052	0,017
	6%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Argila Gorda	61,9	22,68	6,40%	3,28%	3,74%	0,96%	0,78%	0,16%	0,16%	0,16%	0,16%
	5%	%									

Verificou-se que a sílica (SiO₂) é o constituinte majoritário de ambas as matérias-primas utilizadas. Além disso, as duas amostras apresentaram quantidades significativas de alumina (Al₂O₃) e hematita (Fe₂O₃), a qual proporciona aos blocos cerâmicos a cor avermelhada. Observou-se também baixos teores de óxidos alcalinos e alcalinos terrosos. A presença do titânio resultou na intensificação da cor desenvolvida por outros elementos. Notou-se também uma diminuição dos valores percentuais do resíduo em comparação ao da argila gorda, devido ao processo de queima. Comparando-se esses resultados ao estudo de Vieira (2011), foi observado que o percentual dos principais constituintes dos resíduos é semelhante, mesmo sendo em cidades diferentes.

Os resultados da retração linear estão representados no gráfico da Figura 1.

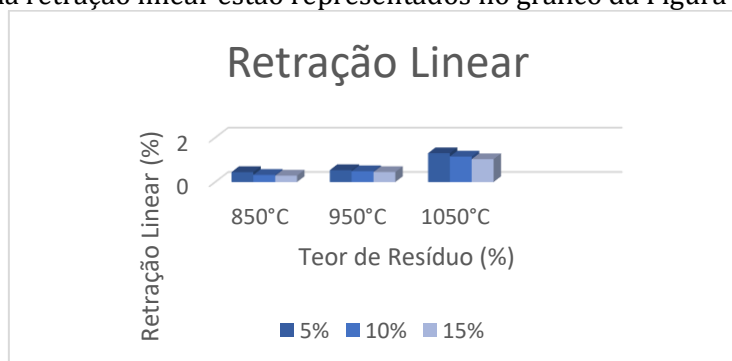


Figura 1. Retração linear em função do teor de resíduo incorporado e da temperatura de queima.

Segundo Dondi (2006), no processamento industrial a retração linear de queima considera-se ótima com valores menores que 1,5% e com a situação aceitável entre 1,5 a 3%. Foi observado que as três massas cerâmicas ficaram dentro dos valores citados anteriormente. Além disso, nas massas cerâmicas queimadas a 850°C ocorre uma pequena variação entre as formulações. Também foi verificado que com a elevação da temperatura de queima houve um aumento da retração linear das massas cerâmicas. Sendo que, este comportamento foi mais pronunciado na temperatura de queima 1050°C. Notou-se também que o acréscimo de teor de resíduo reduz a retração linear de queima. Consequentemente, quanto menor a retração, menor a possibilidade do aparecimento de trincas nas peças cerâmicas. Assim, a adição de resíduo na massa cerâmica não acarreta danos as mesmas.

A ruptura a flexão indica a capacidade de o material suportar esforços exercidos por uma carga podendo resultar em ruptura do mesmo. Os resultados de ruptura a flexão estão representados na Figura 2.

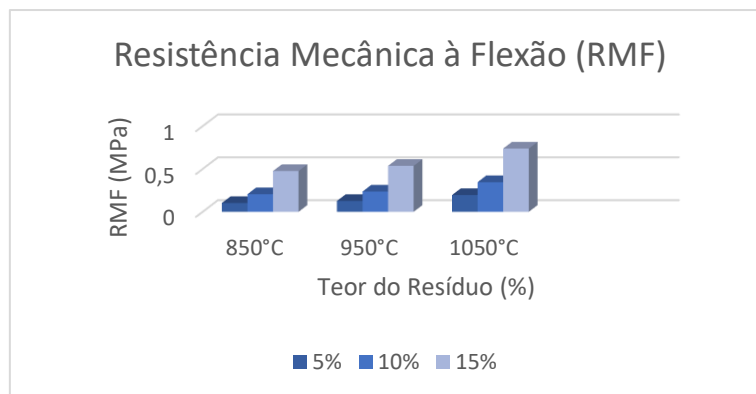


Figura 2. Resistência mecânica à flexão das misturas.

Foi verificado que com o aumento da temperatura de queima, aumentou-se a resistência de forma semelhante com a pesquisa de Zanotto e Migliore (1991). Observou-se também que a adição do resíduo influenciou positivamente para as três temperaturas analisadas, tendo um aumento da resistência mecânica do material. Conforme o estudo de Vieira (2011), o motivo disso possivelmente foi a combinação de alguns fatores, tais como atuação das partículas de compostos de ferro como inibidores de propagação de trinca e a redução da perda de massa durante a queima.

Entretanto, de acordo com a ABNT NBR 15270 (2005), os limites de tensão à flexão indicados para uso em cerâmica devem ser: $Trf \geq 1,5$ MPa para tijolos. Foi observado que as misturas de massas cerâmicas estudadas não alcançaram as exigências da norma. Este comportamento provavelmente esteja relacionado a falhas na execução da metodologia e aos procedimentos, tais como as temperaturas de sinterização e o teor de resíduos incorporados nas massas investigadas.

Conclusão

De acordo com os resultados obtidos, observou-se que a incorporação do resíduo na massa cerâmica influencia na plasticidade da mesma, proporcionando a redução da retração linear de queima das amostras analisadas.

Embora as características físico-químicas do material estudado atendam às especificações da norma para obtenção de tijolos de cerâmica vermelha, a resistência mecânica à flexão dos mesmos não foi satisfatória.

Desta forma, o gerenciamento de resíduos sólidos provenientes da indústria de cerâmica vermelha, reutilizados para a fabricação de novos produtos cerâmicos, consiste em uma alternativa aliada ao desenvolvimento sustentável.

Referências

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1997. Placas Cerâmicas e Revestimentos: especificação e métodos de ensaios. Rio de Janeiro.

ANICER. Associação Nacional da Indústria Cerâmica. 2015. Setor. Disponível em: <http://portal.anicer.com.br/setor/>.

CALLISTER, Jr., W. D. Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução. Rio de Janeiro: 7. ed. LTC. 2008

- DONDI, M. Caracterização tecnológica dos materiais argilosos: métodos experimentais e interpretação dos dados. *Cerâmica Industrial*, v.11, p.36-40. 2006.
- SAMUDIO PÉREZ, C. A., PADUANI, C., ARDISSON, J. D., GOBBI, D., THOMÉ, A. Caracterização de Massas Cerâmicas Utilizadas na Indústria de Cerâmica Vermelha em São Domingos do Sul – RS. *Cerâmica Industrial*, v.15, p.38-43. 2010.
- SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio Às Micro e Pequenas Empresas. Relatório Projeto Cerâmica Vermelha no Cariri. Ceará. 2009.
- VIEIRA, C. M. F., SOUZA, E. T. A, MONTEIRO, S. N. Efeito da incorporação de chamo-te no processamento e microestrutura de cerâmica vermelha. *Cerâmica*, p.254-260. 2004.
- ZANOTTO, E. D.; MIGLIORI, A. R. Propriedades mecânicas de materiais cerâmicos: Uma introdução. *Cerâmica*, v.37, p. 6–17. 1991.