

ESTUDO DA INCORPORAÇÃO DE CALCÁRIO EM TIJOLOS CERÂMICOS *

Markssuel Teixeira Marvilar¹

Jonas Alexandre²

Afonso Rangel Garcez Azevedo³

Euzébio Bernabé Zanelato⁴

Sergio Neves Monteiro⁵

Bruno Rangel Azevedo^{6,7}

Resumo

A incorporação de resíduos em materiais de construção, tais como em tijolos cerâmicos, é uma grande alternativa para o correto descarte de resíduos industriais. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho é a avaliar a possibilidade da incorporação de resíduos provenientes da indústria de rochas ornamentais (calcário) em tijolos cerâmicos, uma vez que o Brasil é um dos maiores produtores mundiais desta classe de rochas e ainda não existem alternativas plausíveis para o descarte destes dejetos. Para realizar esse estudo foram confeccionados e queimados a 900°C, corpos de prova contendo 0%, 10%, 20%, 30% e 40% de incorporação de calcário em massa cerâmica. Após período de secagem, os corpos de prova foram ensaiados para avaliação dos seguintes parâmetros: retração por secagem, absorção de água e resistência mecânica. Avaliando estas propriedades e comparando com os valores estipulados por norma, constata-se a possibilidade da incorporação de resíduo proveniente de rochas ornamentais em até 20% da massa cerâmica. Assim sendo, uma alternativa para o descarte destes rejeitos industriais estudados é incorporar em tijolos cerâmicos, devendo seu teor de incorporação ser limitado em 20% afim de não descumprir as exigências normativas.

Palavras-chave: Tijolos cerâmicos; Resíduo de rochas ornamentais; Calcário; Massa cerâmica.

STUDY OF THE INCORPORATION OF CALCARY IN CERAMIC BRICKS.

Abstract

The incorporation of residues into building materials, such as ceramic bricks, is a great alternative for the correct disposal of industrial waste. In this context, the objective of this work is to evaluate the possibility of the incorporation of residues from the ornamental (limestone) industry into ceramic bricks, since Brazil is one of the largest world producers of this class of rocks and there are still no plausible alternatives For the disposal of these wastes. To perform this study were prepared and burned at 900°C, test specimens containing 0%, 10%, 20%, 30% and 40% incorporation of limestone in ceramic mass. After drying period, the specimens were tested for the following parameters: drying retraction, water absorption and mechanical resistance. Evaluating these properties and comparing with the stipulated values by norm, it is possible to incorporate residues from ornamental rocks up to 20% of the ceramic mass. Therefore, an alternative to the disposal of these industrial waste is to incorporate in ceramic bricks, and its incorporation content should be limited by 20% in order not to violate the normative requirements.

Keywords: Ceramic bricks; Ornamental rock residue; Limestone; Ceramic.

* Contribuição técnica ao 72º Congresso Anual da ABM – Internacional e ao 17º ENEMET - Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Metalúrgica, de Materiais e de Minas, parte integrante da ABM Week, realizada de 02 a 06 de outubro de 2017, São Paulo, SP, Brasil.

- ¹ *Engenheiro Civil, mestrando em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ² *Engenheiro Civil, doutor em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ³ *Engenheiro Civil, doutorando em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ⁴ *Engenheiro Civil, doutorando em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*
- ⁵ *Engenheiro Metalúrgico, doutor em Ciência e Engenharia de Materiais, Seção de Engenharia Mecânica e de Materiais, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.*
- ⁶ *Engenheiro Civil, mestrando em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

O estudo da incorporação de resíduos industriais em materiais de construção é uma alternativa sustentável para os descartes de tais rejeitos. O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de rochas ornamentais, conforme pode ser visualizado nas figuras 1 [1], e por causa dessa excessiva produção milhares de resíduos são gerados e descartados no meio ambiente. Desta forma a incorporação destes resíduos em materiais de construção, como por exemplo, na incorporação de tijolos cerâmicos é uma alternativa plausível para a destinação correta destes resíduos.

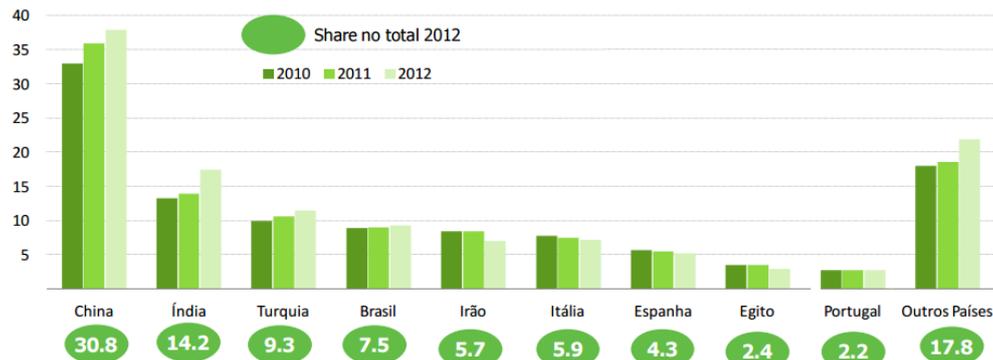


Figura 1. Produção mundial de rochas ornamentais de 2010-2012. Fonte: XXIV Report Marble and Stones in the World 2012, Abirochas, ES Research [1].

Neste estudo foram utilizados resíduos provenientes do beneficiamento do mármore. Este resíduo pode ser classificado como calcário caracterizado por apresentar granulometria muito fina. Destaca-se, que sendo o Brasil um dos maiores produtores de mármore mundial, conforme visto na figura 2 [1], a criação de tecnologias de reaproveitamento dos resíduos provenientes desta atividade fazem-se extremamente necessárias.



Figura 2. Principais produtores mundiais de Mármore e Granito. Fonte: XXIV Report Marble and Stones in the World 2012, Abirochas, ES Research [1].

Outros pesquisadores também estudaram a incorporação de resíduos industriais em tijolos cerâmicos. Como motivações para o presente estudo podem ser citados os trabalhos de Babisk [2] e o de Nicolite [3]. Babisk estudou a incorporação de resíduos de quartzitos provenientes do beneficiamento de rochas ornamentais, incorporando até 40% da massa cerâmica e queimando os corpos de prova á 800°C.

No estudo, os corpos de prova foram ensaiados a densidade aparente, absorção de água, retração linear e tensão de ruptura á flexão. A conclusão da pesquisa foi que a incorporação de até 20% do resíduo não prejudicou a absorção de água dos tijolos, se comparado com o valor do traço de referência com 0% de adição. Além disso, com adição de até 20% à resistência á flexão dos tijolos não foi prejudica, porém com adições acima deste valor houve queda da capacidade a flexão dos corpos de prova [2]. Os parâmetros obtidos por Basisk podem ser observados nas figuras 3, que apresenta a absorção de água dos corpos de prova, e na figura 4, onde é apresentada a resistência a flexão obtida.

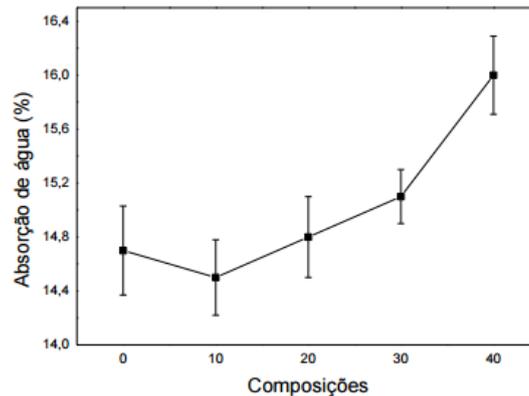


Figura 3. Absorção de água obtida por Basisk [2].

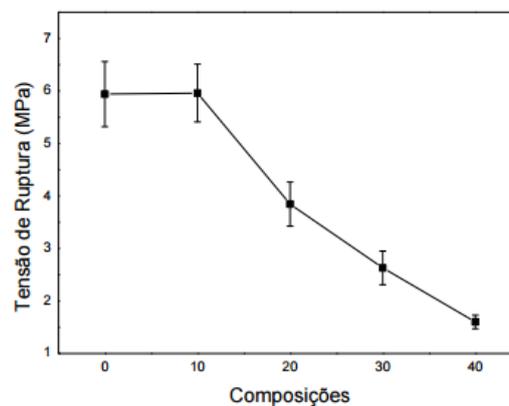


Figura 4. Resistência Mecânica obtida por Basisk [2].

Nicolite estudou o efeito da incorporação de resíduo proveniente da produção de alumina eletrofundida nas propriedades de tijolos cerâmicos, usando em seu estudo incorporações em até 20% do peso da massa cerâmica. Os corpos de prova confeccionados foram calcinados na temperatura de 900°C e em seguida ensaiados á absorção de água, a retração linear na queima e a resistência mecânica. A pesquisa identificou que, conforme se aumentava a incorporação do resíduo estudado, as propriedades tecnológicas dos corpos de prova pioravam. Entretanto utilizando 10% de incorporação de resíduo da produção de alumina é possível atender os limites estipulados pela norma de tijolos cerâmicos [3], isto é, limite de 22% de absorção de água e mais que 2MPa de resistência mecânica [4]. As figuras 05 e 06 apresentam os valores encontrados por Nicolite para os parâmetros absorção de água e resistência mecânica, respectivamente.

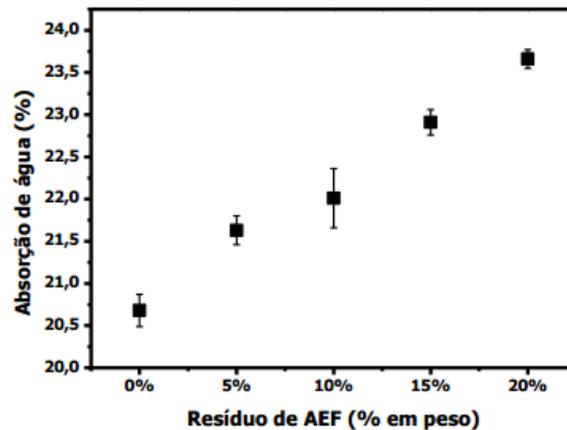


Figura 5. Absorção de água obtida por Nicolite [3].

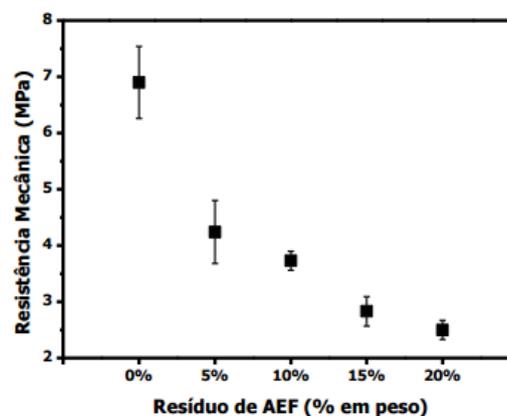


Figura 6. Resistência Mecânica obtida por Nicolite [3].

Motivado por esses estudos apresentados, e buscando encontrar uma solução ecológica para a destinação de resíduos provenientes da extração de rochas ornamentais, este trabalho tem por objetivo o estudo da incorporação do resíduo de indústrias de rochas ornamentais de mármore, ou seja, calcário em telhas cerâmicas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

As matérias primas utilizadas nessa pesquisa foram calcário proveniente do beneficiamento de rocha ornamental mármore da cidade de Cachoeiro de Itapemirim, e uma massa cerâmica típica da região de Campos dos Goytacazes.

Após coletadas, as amostras foram secas em estufa a 110°C por 24 horas. Os materiais triturados em moinhos de bolas por 30 minutos, e posteriormente passadas em peneira de abertura 40mesh (abertura de 420µm). Os dois materiais foram homogêneos, e foram preparadas misturas com incorporação de 10, 20, 30 e 40% de calcário na massa cerâmica. Um traço de referência sem incorporação do resíduo foi utilizado para comparação com os traços que continham incorporações.

Foram preparados corpos de prova em uma extrusora, com 8% de umidade nas dimensões 114,0x25,0x11,0mm. Após a prensagem in natura, os corpos de prova confeccionados foram secos em estufa a 110°C por 24 horas e, posteriormente,

medidos e pesados com uso de paquímetro e balança digitais. A queima foi realizada em forno tipo mufla com taxa de aquecimento de 2°C/min com temperatura de patamar de 900°C, onde foram mantidos na temperatura por 3 horas. O resfriamento foi dado por convecção natural após o desligamento do forno, até atingir a temperatura ambiente. Após resfriadas, as peças foram novamente medidas e pesadas.

Após queima, os corpos-de-prova foram submetidos a ensaio de determinação da retração linear de queima, absorção de água, através do ensaio de imersão por 24 h, e ruptura a flexão em três pontos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise química da massa cerâmica e do resíduo utilizado nestes estudos é apresentada nas tabelas 1 e 2, respectivamente. Analisando os dados encontrados é possível constatar a predominância de caulinita e quartzo, e parcela de mica na composição da argila utilizada. Essas características são típicas das argilas da região de Campos dos Goytacazes. Sobre o resíduo verifica-se predominantemente a presença dos óxidos $\text{SiO}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$.

Tabela 1. Caracterização Química da Massa Cerâmica

Argila	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	PF
	50,65	29,11	3,54	1,97	1,85	0,27	0,19	0,18	12,64

Tabela 2. Caracterização Química do Resíduo utilizado

Resíduo	SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	K_2O	TiO_2	SO_3	Na_2O	PF
	59,97	9,49	12,62	4,75	1,96	5,3	0,96	0,17	2,64	1,94

Analisando a retração por secagem dos corpos de prova é possível identificar que nenhum dos traços apresentou diferenças significativas em relação ao traço padrão sem incorporação de resíduos, o que evidencia que, ao menos com a análise desse parâmetro pode-se incorporar até 40% de resíduo sem prejuízos as propriedades dos tijolos cerâmicos. Os valores obtidos para retração por secagem são apresentados na figura 7.

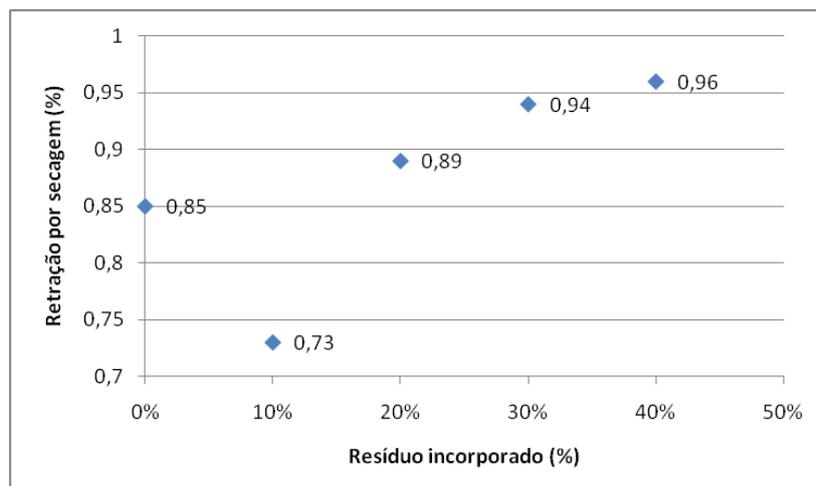


Figura 7. Retração por secagem.

Analisando o parâmetro absorção de água, apresentado pela figura 8, constata-se que para atender os limites estipulados por norma, deve se usar no máximo 20% de adição de resíduo de rochas ornamentais, uma vez que com adições acima deste valor a absorção de água passou a ser superior a 22%.

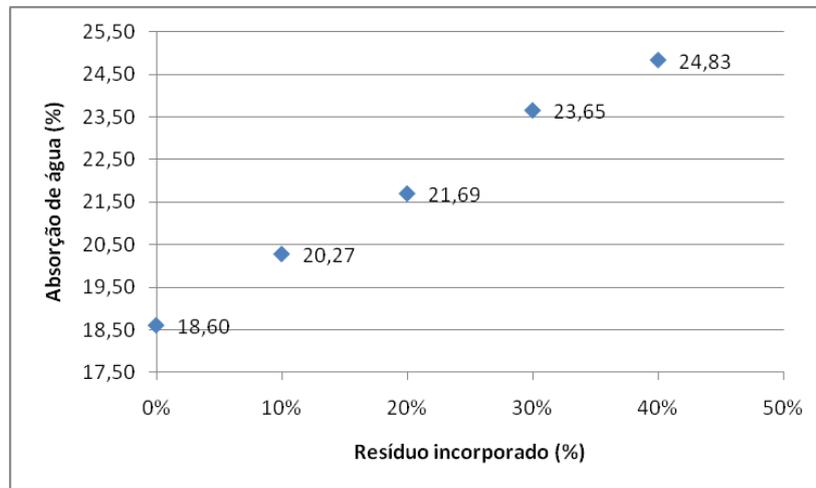


Figura 8. Absorção de água.

O último parâmetro analisado foi a resistência mecânica. Analisando esta propriedade, ilustrada no gráfico da figura 9, constata-se que apenas o traço com 40% de adição não atende ao limite de 2Mpa exigido pela ABNT, já que a resistência obtida por este traço foi de 1,87MPa.

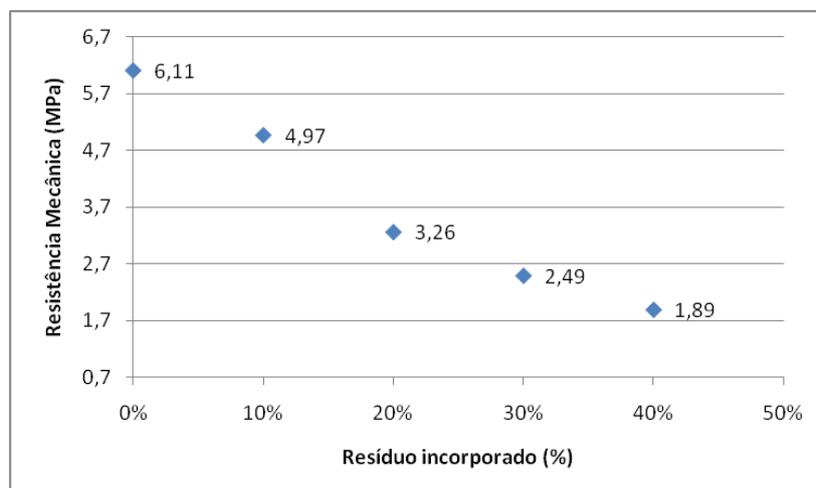


Figura 9. Resistência Mecânica.

4 CONCLUSÃO

Tomando como base os resultados obtidos é possível concluir que:

- Tratando-se apenas da retração por secagem todos os traços de incorporação apresentados possuem resultados satisfatórios.
- No que se refere à absorção de água, os traços com até 20% de incorporação atendem as exigências normativas.
- Analisando o parâmetro resistência mecânica, das proporções analisadas o único traço que não atende a normatização brasileira é o que incorpora 40% de resíduo.

Assim sendo é possível comprovar a viabilidade da incorporação do calcário proveniente das indústrias de rochas ornamentais em blocos cerâmicos, na porcentagem máxima de 20% para que não haja discordância com a norma técnica brasileira.

REFERÊNCIAS

- 1 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS - ABIROCHAS. Rochas Ornamentais no Século XXI. [acessado em 10 de maio de 2017]; Disponível em: <http://www.abirochas.com.br/br/index.html>.
- 2 M. P. Babisk, F. W. H. Vidal, W. S. Ribeiro, M. C. Aguiar, M. C. B. Gadioli e C. M. F. Vieira. Incorporação de Resíduos de Quartzitos em Cerâmica Vermelha. 2012; 06: 166-177.
- 3 M. Nicolite, G. C. G. Delaqua, L. F. Amaral, F. Vernilli, C.M.F. Vieira. Efeito da Incorporação de Resíduo da Etapa de produção da Alumina Eletrofundada nas propriedades da Cerâmica Vermelha. 60º Congresso Brasileiro de Cerâmica. 2016; 614-621.
- 4 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 15270-1 - Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação: terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.