

Utilização de resíduo de Mármore e Granito para redução da absorção de água de peças cerâmicas (Use of Marble and Granite residue to reduce the water absorption of ceramics)

E.B. Zanelato^{1,3*}; J. Alexandre¹; A.R.G. Azevedo^{2,3}; M.T. Marvila¹; T.L. Espírito Santo¹; T. Pirovane¹; G. Bruzzi¹; G.C. Xavier¹; A.A. Siqueira¹

¹ Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF – Laboratório de Engenharia Civil
Avenida Alberto Lamago, 2000, Campos dos Goytacazes, RJ, Parque California, Campos dos Goytacazes, RJ

² Universidade Federal Fluminense – UFF - Departamento de Engenharia Agrícola e Meio Ambiente

Rua Passo da Pátria, 156 – Bloco D (Escola de Engenharia), São Domingos, Niterói, RJ

³ Instituto Federal Fluminense – IFF – *Campus* Campos Centro

Rua Dr. Siqueira 273, Campos dos Goytacazes, RJ, Parque Tamandaré, Campos dos Goytacazes, RJ

*ebzanelato@gmail.com

Resumo

A produção de cerâmica vermelha impulsiona a economia de diversas regiões devido ao seu grande potencial de aplicação na construção civil. A utilização em tijolos e telhas cerâmicas é predominantes nos mais diversos tipos de construções no Brasil. No entanto, alguns parâmetros técnicos mínimos devem ser alcançados para que o desempenho destes artefatos cerâmicos seja satisfatório. Dentre as principais propriedades, a absorção de água pode ser destacada. O objetivo deste trabalho é avaliar a redução da absorção de água de massas cerâmicas utilizando resíduo de granito e mármore. Este trabalho apresenta elevada importância visto que existe uma grande quantidade de peças cerâmicas produzidas na região Norte Fluminense fora dos padrões permitidos pela norma. Para execução do trabalho foram realizadas as caracterizações da argila e dos resíduos, além de realização dos ensaios de absorção de água nas massas cerâmicas preparadas com diferentes níveis de incorporação de resíduo. Os resultados indicaram que o mármore apresenta elevado potencial de utilização para diminuição da absorção de água de massas cerâmicas.

Palavras chave: Granito, Mármore, Cerâmica vermelha, Absorção de água.

Abstract

The production of red ceramics boosts the economy of several regions due to its great potential of application in the civil construction. The use in bricks and ceramic tiles is predominant in the most diverse types of constructions in Brazil. However, some minimum technical parameters must be achieved in order for the performance of these ceramic artifacts to be satisfactory. Among the main properties, water absorption can be highlighted. The objective of this work is to evaluate the reduction of the water absorption of ceramic masses using granite and marble residue. This work presents high importance since there is a great quantity of ceramics produced in the North Fluminense region outside the standards allowed by the norm. To perform the work, the characterization of the clay and the residues were carried out, as well as the water absorption tests in the ceramic masses prepared with different levels of residue incorporation. The results indicated that the marble presents a high potential of use for reducing the water absorption of ceramic masses.

Keywords: Granite, Marble, Red ceramics, Water absorption

INTRODUÇÃO

A utilização de artefatos cerâmicos ainda se mostra predominante na construção civil em todo o território nacional. A construção civil utiliza tijolos para alvenaria, tanto na vedação quanto estruturais. Telhas são utilizadas como cobertura de casas. Revestimentos cerâmicos são utilizados como acabamento final nas mais diversas possibilidades nos interiores das edificações.

Com as mais diversas possibilidades de sua utilização, a normatização desses artefatos cerâmicos se faz necessário para um adequado controle tecnológico na sua execução para que o produto final apresente o desempenho adequado. Para este trabalho será analisada a cerâmica para a produção de blocos cerâmicos de vedação onde serão utilizadas as normas NBR15270-1 [1] e NBR15270-2 [2].

As normas estabelecem os critérios para a realização dos ensaios além de definir parâmetros mínimos de desempenho que as peças cerâmicas devem apresentar, dentre os ensaios normatizados, a absorção de água pode ser destacada.

A absorção de água é um parâmetro de elevada importância no desempenho de peças cerâmicas, visto que está diretamente relacionada com sua durabilidade, aparência e aderência. Além disso, de forma indireta, pode ser relacionada com a resistência pela porosidade. A absorção de água mínima e máxima para os blocos cerâmicos definidos pela norma são 8 e 25% respectivamente [1].

A obtenção dos parâmetros definidos pela norma não é simples para a indústria cerâmica de regiões onde a argila não apresenta características adequadas. A presença de caulinita, por exemplo, promove um comportamento refratário o que aumenta a perda de massa do material durante a queima e conseqüente aumento da porosidade [3].

A região norte Fluminense apresenta uma grande reserva de argila, o que motivou o desenvolvimento do mercado de cerâmica na região. No entanto, há predomínio de argilas caulínicas na região, promovendo deficiência no desempenho das peças cerâmicas fabricadas [4]. O aumento da temperatura de queima [5], melhor seleção das argilas são algumas das alternativas utilizadas para contornar o problema, no entanto, apresentam alto custo financeiro e maior impacto ambiental [6].

Uma forma de diminuir o impacto ambiental e os custos de fabricação das peças cerâmicas é a incorporação de resíduos [7]. Diversos são os materiais que são rejeitados pelas indústrias e se tornam um grande problema ambiental para os descartes desses materiais. A solução de menor

impacto é o reaproveitamento desse material em outro setor. Um exemplo desse reaproveitamento é a incorporação de resíduo de rocha ornamental em cerâmica. Diversos estudos já verificaram expressiva melhora no desempenho das peças cerâmicas com a incorporação tanto do mármore [8,9], quanto do granito [10, 11].

O objetivo deste trabalho é avaliar a absorção de água de massas cerâmicas preparadas com incorporação de resíduo de mármore e também de granito e comparar os resultados com os parâmetros definidos pela norma.

MATERIAIS E MÉTODOS

A argila utilizada no trabalho para confecção das massas cerâmicas advém de uma jazida explorada situada no município de Campos dos Goytacazes - RJ. Foram coletados um total de 23 kg de argila para caracterização.

Além da argila, com o intuito de melhorar as propriedades das peças fabricadas, será utilizado resíduo do corte de rochas ornamentais. Foram coletados tanto resíduo do corte e polimento de granito quanto de mármore. Os resíduos foram coletados em uma serralheria no município de Cachoeiro de Itapemirim – ES. Foram coletadas 15kg de cada resíduo, já que o mesmo é armazenado com grande umidade, na forma de lama, o que resulta numa diminuição expressiva de massa do resíduo após a secagem.

A caracterização dos materiais foi feita em duas etapas, a primeira física e a segunda química. A caracterização física é composta pelos ensaios de análise granulométrica, limites de Atterberg e densidade real dos grãos. Estes ensaios foram realizados tanto para a argila quanto para os resíduos, com exceção dos limites de Atterberg que não foi possível sua realização com o resíduo.

A análise granulométrica foi executada seguindo os padrões da norma NBR 7181 [12]. A fração retida do material na peneira de abertura 0,074mm (ABNT #200) foram classificadas por peneiramento. A fração passante do material na mesma peneira foi classificada por sedimentação. Para execução do ensaio de sedimentação foi feito o uso da substância hexametáfosfato de sódio, material com ação defloculante. Para classificar o solo foi utilizado o padrão de Casagrande (1942) – Unified Soil Classification System. Classificação esta também utilizada pelo U.S. Army Corps of Engineers (Aeroportos) e U.S. Bureau of Reclamation (Barragens).

O material utilizado nos limites de Atterberg foi destorroado e passado na peneira de abertura 0,42mm (ABNT #40). O ensaio de Limite de plasticidade foi realizado de acordo com a NBR 7180 [13], enquanto o limite de liquidez foi realizado de acordo com a NBR 6459 [14].

A determinação da densidade real dos grãos foi realizada conforme a NBR 6457 [15] e NBR 6458 [16], onde foi utilizado o picnômetro.

A caracterização química da argila e dos resíduos foi realizada pelo ensaio de determinação da composição química dos materiais, assim foi possível verificar os elementos químicos constituintes de cada material e suas respectivas quantidades. O ensaio utiliza o método da Espectroscopia de Energia Dispersiva de Raios X (EDX), no equipamento SHIMADZU EDX 700.

Após a caracterização dos materiais utilizados na confecção das massas cerâmica, argila, granito e mármore, foram realizados ensaios de caracterização da massa cerâmica com diferentes níveis de incorporação de resíduo; 0%, 5%, 10%, 15%, 20% e 25%. Para caracterização das massas cerâmicas foram confeccionados corpos de prova em extrusora e realizada a queima a 750°C e 950°C. Foram realizados ensaios de absorção de água em todas as combinações propostas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição granulométrica da argila apresentou 62,5% de argila e 28,9% de Sílte, totalizando 91,4% do material apenas nessas duas faixas granulométricas. O granito apresentou apenas 12,7% de argila e 70,7% de sílte, totalizando 83,4% do material nessas duas faixas granulométricas. Já o mármore apresentou 39,1% de argila e 49,4% de sílte, totalizando 88,5% somente nessas duas faixas granulométricas. Fica evidente pela granulometria que ambos os resíduos apresentam maior tamanho de grãos que a argila, no entanto, o mármore se mostra com dimensões mais próxima à argila que o granito. Devido a presença de pedregulho nos resíduos, foi necessário um prévio peneiramento do resíduo para sua retirada. A granulometria dos materiais pode ser verificada na Tabela 1.

Tabela 1 – Granulometria dos solos.

Amostra	Porcentagens Granulométricas							Sílte	Argila
	Pedregulho			Areia					
	Grosso	Médio	Fino	Grossa	Média	Fina			
Argila	-	-	-	0,4	0,8	7,4	28,9	62,5	
Granito	-	1,4	1,2	2,0	2,3	9,7	70,7	12,7	
Mármore	-	-	0,4	0,7	1,5	8,9	49,4	39,1	

A densidade real dos grãos e os limites de Atterberg são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Densidade real dos grãos e índices de Atterberg.

Limites de Atterberg e densidade real dos grãos.			
	Argila	Granito	Mármore
LL	68,7	-	-
LP	28,1	-	-
IP	40,6	-	-
Yg	2,62	2,58	2,64

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos na análise quantitativa dos elementos químicos presentes nos materiais estudados na pesquisa.

Tabela 3 – Composição química dos materiais.

AMOSTRA	Elementos (%)								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	TiO ₂	SO ₃	CaO	BaO	Outros
Argila	47,54	35,91	10,55	2,15	0,99	0,96	0,94	-	0,96
Granito	63,09	16,94	3,72	7,95	1,03	1,49	5,02	0,61	0,15
Mármore	39,12	16,57	3,44	4,09	0,44	0,33	35,55	0,11	0,35

A expressiva composição de óxido de silício é um forte indicativo da presença de sílica livre e de argilominerais como por exemplo a caulinita (Al₂O₃.2SiO₂.2H₂O), argilomineral comumente verificado por pesquisadores da região.

Após a caracterização dos materiais foram confeccionadas as massas cerâmicas com mármore e granito em incorporações de: 5%, 10%, 15%, 20% e 25%, além da referência sem incorporação de resíduo. A confecção das massas cerâmicas foi realizada por extrusão.

Após a confecção das massas cerâmicas os corpos de prova foram queimados nas temperaturas de 750°C e 950°C. Estes valores foram obtidos pelo seu uso recorrente nas cerâmicas da região.

A figura 1 apresenta os resultados obtidos no ensaio de absorção de água dos corpos de prova queimados a 750°C.

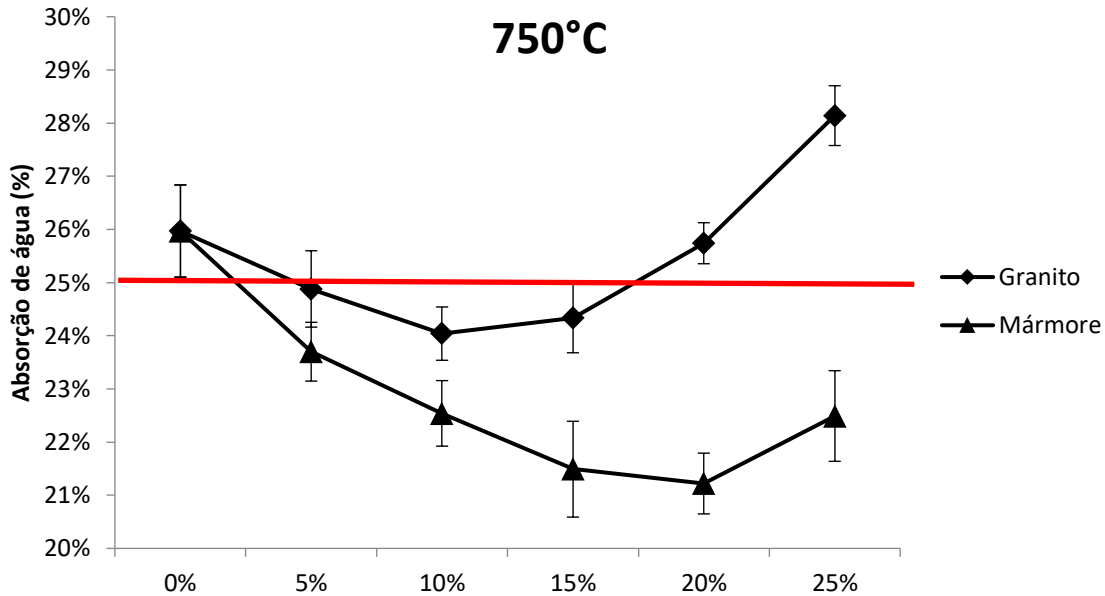


Figura 1 – Resultado do ensaio de absorção de água para queima à 750°C.

Os ensaios de absorção de água realizados nos corpos de prova queimados à 750°C indicam uma expressiva diminuição da absorção de água conforme se adiciona os resíduos.

Para o resíduo de granito, a queda na absorção de água acontece até o limite de 10% de incorporação, onde foi obtido o melhor desempenho no ensaio de absorção, assim, a partir desse valor, a absorção volta a crescer. Também é notável que até 20% de incorporação, não há prejuízo na absorção de água, sendo assim, considerando apenas o fator ambiental, seria possível adicionar até 20% de resíduo sem perda de desempenho.

A adição de Mármore se mostrou ainda mais efetiva que a do granito. O aumento da incorporação de mármore diminui a absorção de água até o limite de 20%, onde foi obtido o melhor desempenho. Todas as incorporações de mármore testadas apresentam desempenho superior à referência ou a adição de granito.

Também é notável que só foi possível alcançar o valor de 25% de absorção de água, limite imposto pela norma, quando os resíduos foram adicionados.

A Figura 2 apresenta os resultados obtidos no ensaio de absorção de água nos corpos de prova queimados a 950°C.

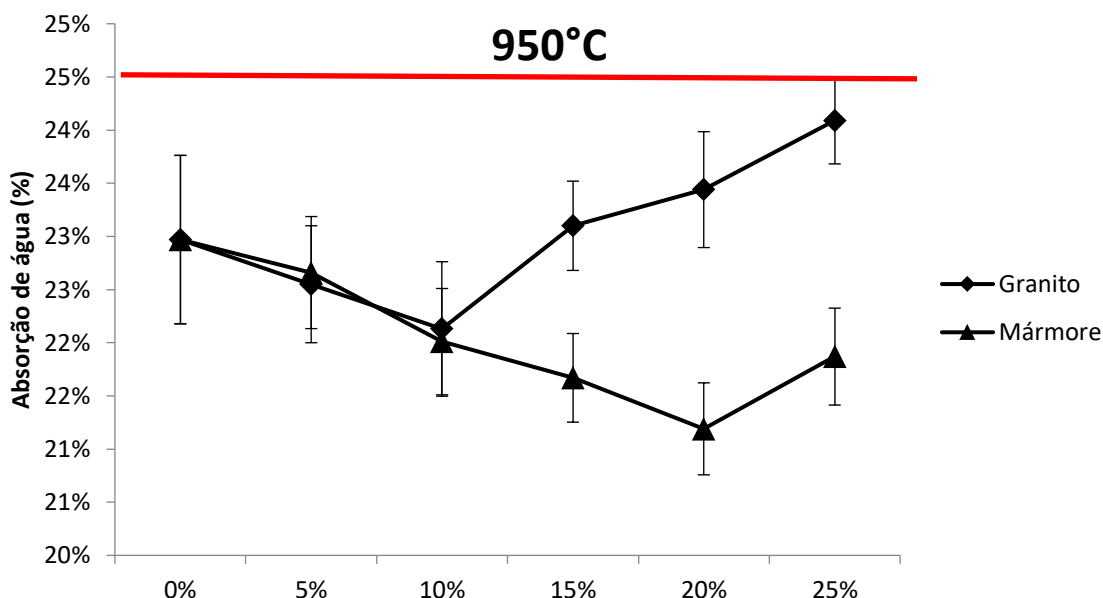


Figura 2 – Resultado do ensaio de absorção de água para queima à 750°C.

Assim como na temperatura de 750°C, os corpos de prova queimados à 950°C apresentam significativa diminuição da absorção de água conforme o resíduo é adicionado. Além disso, os valores de absorção para a queima de 950°C são expressivamente inferiores aos de 750°C.

A diminuição da absorção de água conforme o granito é adicionado atinge o melhor desempenho na incorporação de 10%. Após este valor a absorção de água apresenta significativo aumento da absorção. Neste caso, 15% de incorporação de granito já apresenta valores superiores à referência.

A incorporação de mármore mostrou-se novamente mais efetiva, onde apresenta diminuição da absorção até os mesmos 20% de incorporação obtido na temperatura de 750°C.

Diferentemente da temperatura de queima anterior, os valores obtidos até 10% de queima são similares, apenas após esta incorporação que o granito apresenta significativo aumento enquanto o mármore continua diminuindo a absorção.

Todas as incorporações testadas para a temperatura de queima de 950°C apresentam valores inferiores ao limite imposto pela norma.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir com os estudos realizados que a incorporação de granito e mármore são viáveis pela análise da absorção de água das massas cerâmicas. Para a temperatura de queima de 750°C a incorporação é fundamental, já que a referência sem resíduo não alcança o desempenho imposto pela norma.

Na comparação com os dois resíduos, verificou-se que o resíduo de mármore não só apresenta desempenho superior que o de granito como também permite uma incorporação superior. O resíduo de mármore alcança seu melhor desempenho com 20% de incorporação enquanto o de granito com apenas 10%.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as agências de fomento, CNPQ, CAPES e FAPERJ pelo apoio financeiro a pesquisa.

REFERÊNCIAS

- [1] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 15270-1, Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, RJ (2017).
- [2] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 15270-2, Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria Parte 2: Métodos de ensaios. Rio de Janeiro, RJ (2017).
- [3] C.M.F. Vieira; E.T.A. Souza; S.N. Monteiro. Efeito da incorporação de chamote no processamento e microestrutura de cerâmica vermelha. *Cerâmica*, São Paulo, v. 50, n. 315, p. 254-260, Sept. 2004.
- [4] C.M.F. Vieira, J.N.F. Holanda, D.G. Pinatti. Caracterização de massa cerâmica vermelha utilizada na fabricação de tijolos na região de Campos dos Goytacazes – RJ. *Cerâmica* 46 (2000) 154 – 161.
- [5] A.R.G. Azevedo, B.R. França, J. Alexandre, M.T. Marvila, E.B. Zanelato, G.C. Xavier. Influence of sintering temperature of a ceramic substrate in mortar adhesion for civil construction. *Journal of Building Engineering*, 19 (2018) 342-348.
- [6] A.C. Silva, M.P. Méxas, O.L.G. Quelhas. Restrictive factors in implementation of clean technologies in red ceramic industries. *Journal of Cleaner Production*, 168 (2017) 441-451.
- [7] M.T. Marvila, J. Alexandre, A.R.G. Azevedo, E.B. Zanelato, G.C. Xavier, S.N. Monteiro. Study on the replacement of the hydrated lime by kaolinitic clay in mortars. *Advances in Applied Ceramics*, 84 (2019) 1-8.
- [8] J.M.S. Moreira, M.N. Freire, J.N.F. Holanda. Utilização de resíduo de serragem de granito proveniente do estado do Espírito Santo em cerâmica vermelha. *Cerâmica*, 49(312), 262-267. (2003)

- [9] R.R. Menezes, H.S. Ferreira, G.A. Neves, H.D.L. Lira, H.C. Ferreira. Use of granite sawing wastes in the production of ceramic bricks and tiles. *J. Eur. Ceram. Soc.*, 25 (7) (2005), pp. 1149-1158
- [10] J.B. Silva, D. Hotza, A.M. Segadães, W. Acchar,. Incorporação de lama de mármore e granito em massas argilosas. *Cerâmica*, 51(320), 325-330. (2005)
- [11] W. Acchar, F.A. Vieira, D. Hotza. Effect of marble and granite sludge in clay materials. *Mater. Sci. Eng. A*, 419 (1–2) (2006), pp. 306-309.
- [12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1988). ABNT NBR 7181. Solo – Análise Granulométrica Conjunta. Rio de Janeiro.
- [13] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1988). ABNT NBR 7180. Solo – Determinação do Limite de Plasticidade. Rio de Janeiro.
- [14]] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS 2016). ABNT NBR 6459. Solo — Determinação do limite de liquidez.
- [15] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2016). ABNT NBR 6457. Amostras de solo - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização.
- [16] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2016). ABNT NBR 6458. Grãos de pedregulho retidos na peneira de abertura 4,8 mm - Determinação da massa específica, da massa específica aparente e da absorção de água.