

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DE ROCHA ORNAMENTAL PARA FABRICAÇÃO DE REVESTIMENTO RÚSTICO - TESTE INDUSTRIAL

A. T. Pacheco^{1,*}, S. N. Monteiro¹, R. A. Gama², C. M. F. Vieira¹

¹Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro-UENF

Laboratório de Materiais Avançados-LAMAV

Av. Alberto Lamego, 2000. Campos dos Goytacazes-RJ. CEP: 28013-602.

²Rodolfo Azevedo Gama Cerâmica, Rua Francisco Mota, 77. 4º Distrito – São Sebastião, Campos dos Goytacazes-RJ. CEP: 28145-000.

*alantpacheco@yahoo.com.br

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo produzir plaquetas de revestimento rústico com a utilização de resíduo proveniente da serragem de gnaisse em mistura com argila caulínica em substituição à areia. Foram preparadas composições com argila, areia e resíduo. As plaquetas foram queimadas em forno industrial do tipo abóboda na temperatura de 850°C. Foram determinadas as propriedades físicas e mecânicas de absorção de água e tensão de ruptura à flexão. Os resultados indicam que o resíduo não melhora as propriedades avaliadas em substituição à areia. Isto é atribuído, sobretudo, à baixa temperatura de queima utilizada.

Palavras-chave: argila; revestimento rústico; resíduo de rocha ornamental.

1 INTRODUÇÃO

O Segmento de Rochas Ornamentais em Santo Antônio de Pádua, situado ao noroeste do Estado do Rio de Janeiro, é a principal atividade econômica do município com geração de 6.000 empregos e faturamento de 4 milhões de dólares/mês⁽¹⁾. As pedras extraídas do município e utilizadas como rochas ornamentais são denominadas comercialmente de granitos e, após beneficiamento, são utilizadas como revestimento de paredes, muros, pisos, etc.⁽²⁾. A rocha existente

na região é um granulito milotinizado tendo variedades locais conhecidas como “pedra olho de pombo”, “granito fino”, “granito pinta rosa” e “pedra madeira”⁽³⁾. Após a atividade de lavra e preparação dos blocos e lajes brutas nas pedreiras, estes são enviados para as serrarias para a obtenção do produto final. O corte de blocos de granitos nas serrarias gera uma quantidade apreciável de rejeito na forma de polpa abrasiva chamado de “lama”. Esta lama é descartada diretamente em córregos e rios da região ou enviada para tanques ou lagoas de decantação que logo ficam repletos e têm de ser descartados com grandes transtornos ambientais e custo elevado. Estima-se que as cerca de 40 serrarias de Santo Antônio de Pádua gerem aproximadamente 1.200 toneladas de lama/mês, o que vem acarretando sérios problemas ambientais na região.

Uma alternativa tecnológica para a reciclagem deste tipo de resíduo é a incorporação em cerâmica vermelha. O setor de cerâmica vermelha utiliza a argila como matéria-prima principal para a obtenção de seus produtos como blocos de vedação (tijolos comuns), tijolos aparentes, blocos estruturais, telhas, pisos rústicos e manilhas.

No município de Campos dos Goytacazes, norte do estado do Rio de Janeiro, a produção de aproximadamente 40×10^6 peças/mês de cerâmica vermelha é basicamente voltada para a fabricação de blocos de vedação, produto de baixo valor agregado. De acordo com a Tabela 1⁽⁴⁾, observa-se que os blocos de vedação corresponderam a aproximadamente por 79% da produção de cerâmica vermelha no ano de 2005. O principal mercado consumidor é a região do Grande Rio com cerca de 60%. Em seguida aparecem Grande Vitória e Zona da Mata Mineira. Os demais mercados expressivos são a Região dos Lagos, Norte e Noroeste Fluminense.

A matéria-prima argilosa disponível na região é de comportamento refratário durante a queima^(5,6). Isto dificulta a obtenção de produtos de maior valor agregado dentro das especificações técnica com respeito à absorção de água e resistência mecânica. O emprego de matérias não plásticas e fundentes, como é o caso do resíduo investigado neste trabalho, na composição da massa cerâmica pode contribuir para melhorar a qualidade das cerâmicas de Campos dos Goytacazes.

Neste sentido, este trabalho tem por objetivo produzir plaquetas de revestimento rústico com a utilização de resíduo proveniente da serragem de gnaiss em mistura com argila caulínica de Campos dos Goytacazes.

Tabela 1. Produção da cerâmica vermelha de Campos dos Goytacazes em 2005.

Tipo de Produto	Produção	
	Quantidade	(%)
Bloco de vedação padrão (Lajota)	350.059.814	78,85
Bloco de vedação não padrão	3.056.144	0,69
Plaquetas	100.000	0,02
Telhas	11.640.000	2,62
Tijolo maciço e aparente	29.780.000	6,71
Bloco estrutural	1.620.000	0,36
Elementos vazados	456.000	0,10
Caneletas	100.000	0,02
Laje	46.737.600	10,53
Piso	410.000	0,09
Total	443.959.558	100,00

2 METODOLOGIA

Para realização deste trabalho foram utilizadas três diferentes matérias-primas: argila, areia e resíduo do beneficiamento de rocha ornamental, denominado de resíduo de granito. A argila e a areia são utilizadas pela Rodolfo Azevedo Gama Cerâmica para fabricação de produtos de cerâmica vermelha, incluindo as plaquetas rústicas, Figura 1, que na verdade, pertencem ao segmento de revestimento cerâmico, grupo AIII.



Figura 1. Plaquetas rústicas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização das matérias-primas

A Figura 2 apresenta os difratogramas de raios-X das matérias-primas. Observa-se que a argila apresenta picos predominantes da caulinita. Nota-se ainda a presença de quartzo e gibsitita. Já a areia apresenta uma constituição mineralógica mais complexa que a própria argila, sendo constituída de quartzo, caulinita, mica, gibsitita e microclina. O espectro de DRX do resíduo de granito apresenta picos característicos de mica muscovita, quartzo e de feldspatos (microclina, anortita e albita).

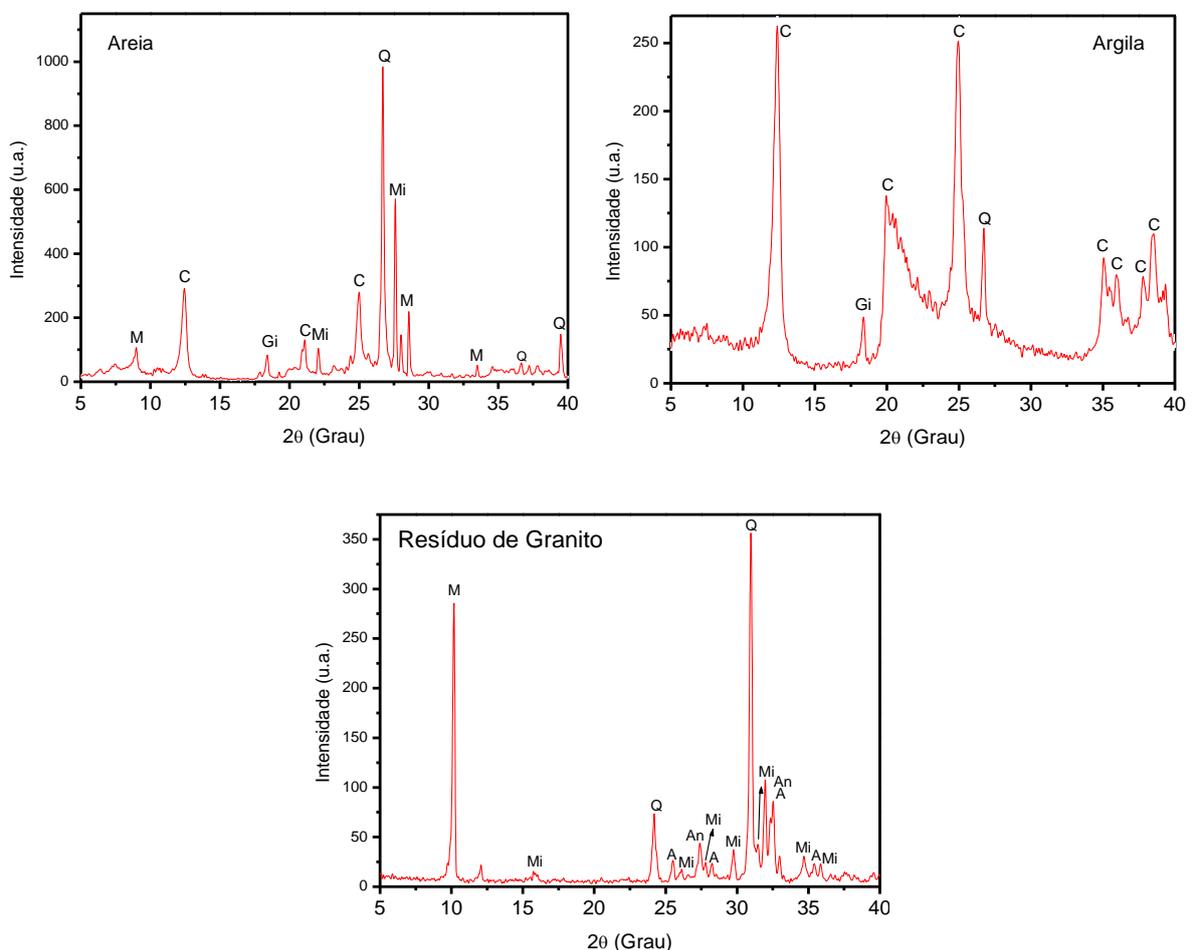


Figura 2. Difratogramas de raios X das matérias-primas. **A** = Albita; **Na** = anortita; **C** = caulinita; **Gi** = gibsitita; **M** = mica; **Mi** = microclina; **Q** = quartzo.

A Tabela 2 apresenta a composição química das matérias-primas. Observa-se que a argila apresenta uma quantidade de SiO_2 em torno de 50% e um teor de Al_2O_3 próxima de 30%, baixos percentuais de fundentes alcalinos e alcalino-terrosos e elevada perda ao fogo (PF). Estas características são típicas de argilas cauliníticas com elevado percentual de mineral argiloso. A argila ainda apresenta percentual intermediário de Fe_2O_3 , o que acarreta coloração creme da cerâmica após queima. A areia é predominantemente constituída de SiO_2 . Os demais óxidos observados na composição química da areia são provenientes de impurezas como feldspato potássico, a microclina, feldspatos plagioclásios, como a albita e ainda a caulinita e mica muscovita. O resíduo de granito apresenta elevado percentual de óxidos alcalinos ($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) que são provenientes do feldspato potássico, microclina, feldspato plagioclásio, a albita, e da mica muscovita. O teor de SiO_2 também está associado ao quartzo, entretanto, em menor quantidade em comparação com a areia.

Tabela 2. Composição química das matérias-primas (% em peso).

	Argila Clara	Areia Saquarema	Resíduo de Granito
SiO_2	50,14	61,28	67,52
Al_2O_3	26,93	14,58	11,80
Fe_2O_3	3,82	6,94	5,59
TiO_2	1,41	0,85	1,21
ZrO	-	-	0,08
MnO_2	-	0,17	-
K_2O	0,85	2,89	5,94
Na_2O	-	-	2,22
CaO	0,37	0,89	3,31
MgO	-	0,81	0,90
P_2O_5	-	0,24	0,43
PF	16,0	6,0	0,55

A Figura 3 mostra a distribuição de tamanho de partículas das matérias-primas. A argila apresenta uma elevada quantidade de minerais argilosos, 78,6%,

considerados por definição com tamanho de partícula inferior a 2 μm . Com relação aos materiais não plásticos, areia e resíduo de granito, é possível observar que o resíduo apresenta uma granulometria mais fina que a areia. A areia apresenta uma distribuição granulométrica concentrada na faixa de 0,05 a 0,4 mm, com granulometria média, d_{50} , de 0,13 mm. Por outro lado, o resíduo de granito apresenta um valor de d_{50} de 0,016. Esta característica do resíduo de granito é benéfica para a cerâmica já que vai possibilitar uma textura mais fina dos produtos e redução de defeitos como trincas, associadas sobretudo, às partículas de quartzo de elevado tamanho.

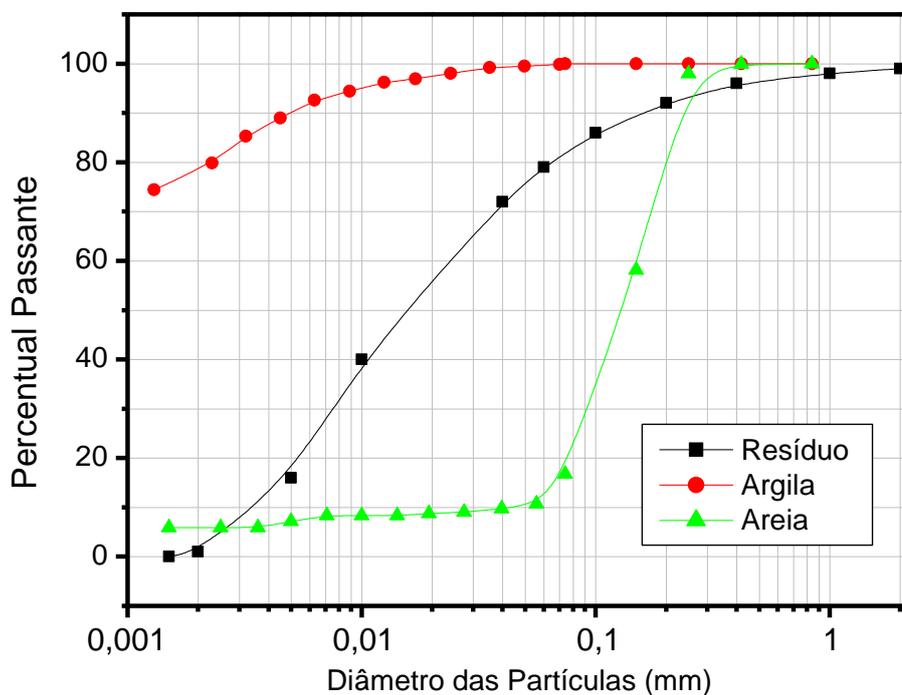


Figura 3. Curvas de distribuição de tamanho de partículas das matérias-primas.

3.2. Propriedades físicas e mecânicas

A Tabela 3 apresenta os valores de absorção de água e de tensão de ruptura à flexão das plaquetas produzidas .

Com relação à absorção de água, o valor médio exigido por norma deve ser superior a 10%⁽⁸⁾. É possível observar que todas as plaquetas atendem a exigência da norma. O menor valor da absorção de água para a formulação **A40R** deve estar associado ao melhor empacotamento a seco.

Com relação à resistência mecânica, o valor médio exigido deve ser igual ou superior a 8 MPa⁽⁸⁾. Nota-se que nenhuma formulação atendeu a exigência da norma. A melhor formulação foi a **A40R** com valor médio de 6,33 MPa. A formulação com 40% de resíduo, **A40RG**, alcançou o valor médio de 5,98 MPa. Já para a formulação com a mistura de areia e resíduo, **A20Ar20RG**, a resistência mecânica obtida foi de 4,67 MPa.

Os resultados indicam que o resíduo de granito não contribuiu para a redução da porosidade da cerâmica e ainda acarretou redução da resistência mecânica. Isto é devido à baixa temperatura de queima utilizada, aproximadamente 850°C, não ser suficiente para promover a formação de fase líquida das fases feldspáticas presentes no resíduo. É necessário um aumento da temperatura de queima para aproximadamente 1000°C, permitindo assim a formação de eutético entre o feldspato potássico e o quartzo. A má homogeneização do resíduo com a argila e a areia talvez também tenha contribuído para os resultados ruins. Isto pode ser minimizado realizando uma dupla laminação com as matérias-primas já previamente misturadas.

Tabela 3. Propriedades físicas e mecânicas dos blocos de vedação.

Propriedades	A40Ar	A20Ar20RG	A40RG
Absorção de água (%)	15,3 ± 0,2	17,4 ± 0,1	16,0 ± 0,9
Tensão de ruptura à flexão (MPa)	6,33 ± 1,16	4,67 ± 0,8	5,98 ± 0,80

4. CONCLUSÕES

Neste projeto de utilização de um resíduo do beneficiamento de rocha ornamental para a fabricação de plaquetas rústicas em substituição à areia, pode-se concluir que:

⇒ O resíduo de granito de Santo Antônio de Pádua é constituído principalmente por feldspatos (microclina, anortita e albita), quartzo e biotita. Seu teor de óxidos alcalinos (Na₂O + K₂O de 8,16%) e granulometria fina (4% em peso de resíduo retido em malha 200 e 15% retido em malha 325) o torna um potencial fundente cerâmico.

⇒ Em comparação com a areia investigada, o resíduo apresenta maior teor de fundentes, menor perda de massa durante a queima e uma granulometria mais fina.

⇒ O Teste Piloto mostrou que nas condições industriais de fabricação de plaquetas, o resíduo não apresentou melhoria da qualidade da cerâmica em comparação com a areia. Este resultado pode ser atribuído ao melhor empacotamento a seco das plaquetas quando se utiliza argila com areia.

⇒ Todas as formulações investigadas atenderam a exigência de norma para a absorção de água. Entretanto, com relação à tensão de ruptura à flexão, não foi possível atender ao valor mínimo de 8 MPa. É necessário melhorar ainda mais o empacotamento a seco da cerâmica e aumentar a temperatura de queima para ao redor de 1000°C, possibilitando assim a formação de fase líquida dos fundentes presentes no resíduo. Melhorar o sistema de homogeneização das matérias-primas também pode contribuir para melhorar a qualidade da cerâmica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPERJ, processos n. E-26/103.023/2008 e E-26/190.103/2008, ao CNPq, processo n. 306027/2008-9.

REFERÊNCIAS

1. Campos, A. R.; Silva, A. O. Instalação de Unidades de Tratamento de Efluentes de Serrarias de Rochas Ornamentais, em Santo Antônio de Pádua – RJ, CETEM, Relatório Técnico, p. 23, 1997.
2. Almeida, S. L. M.; de Chaves, A. P.; Leal Filho, L. S. Primeras Jornadas Iberoamericanas sobre “Caracterización y Normalización de Materiales de Construcción”. Programa CYTED. Madrid-Espanha. 2001.
3. Caniné, J. M. Pedra Miracema, a rocha ornamental de Santo Antônio de Pádua. Departamento de Recursos Minerais-DRM.1992.
4. Sebrae-RJ, APL Cerâmica do Norte Fluminense, Relatório Técnico, 2006.
5. Vieira, C. M. F.; Holanda, J. N. F.; Pinatti, D. G. Caracterização de Massa Cerâmica Vermelha Utilizada na Fabricação de Tijolos na Região de Campos dos Goytacazes-RJ. Cerâmica, vol. 46, n°297, pp14-17, 2000.

6. Monteiro, S. N.; Vieira, C. M. F. Characterization of Clays from Campos dos Goytacazes-RJ, Brazil. *Tile & Brick Int*, Freiburg, Alemanha, Vol.18, n. 3, pp152-157, 2002.
7. ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Solo – Análise Granulométrica. NBR 7181. 13 p., 1984.
8. ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Placas Cerâmicas para Revestimento – especificação e métodos de ensaio. NBR – 13818. 78 p. 1997.

USE OF ORNAMENTAL ROCK WASTE TO FABRICATE RUSTIC CERAMIC TILE – INDUSTRIAL TEST

ABSTRACT

This work has as its objective to produce rustic wall tiles with the use of a waste from the sawing of gnaiss rock mixed with kaolinitic replacing sand. Compositions were prepared using Clay, sand and waste, The wall tiles were fire in a industrial abóboda type furnace at 850°C. The physical and mechanical properties determined were water absorption and flexural rupture strength. The results indicated that the waste did not improve the evaluated properties by replacing sand. This is mainly due to the low temperature used in the experiment.

Key-words: Clay; rustic wall tile, ornamental rock waste.