

RECICLAGEM DE RESÍDUO DE ROCHA ORNAMENTAL EM REVESTIMENTO CERÂMICO GRESIFICADO

A. J. Souza ; J. N. F. Holanda

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, CCT-LAMAV, Grupo de Materiais Cerâmicos, Av. Alberto Lamego 2000, 28013-602, Campos dos Goytacazes-RJ. ajsouza@uenf.br

RESUMO

Na indústria de exploração e corte de rochas ornamentais enormes quantidades de resíduos na forma de pó fino são descartados. Este trabalho apresenta os resultados da incorporação de resíduo de rocha ornamental proveniente do estado do Rio de Janeiro em massa para revestimento cerâmico de piso gresificado. As massas cerâmicas com até 47,5 % de resíduo de rocha ornamental foram compactadas em 50 MPa. Os corpos cerâmicos foram queimados em 1190 °C usando um ciclo de queima rápida. As seguintes propriedades tecnológicas foram determinadas: retração linear, absorção de água, massa específica aparente e tensão de ruptura a flexão. Os resultados mostraram que o resíduo de rocha ornamental pode ser usado como uma matéria-prima alternativa na fabricação de revestimento cerâmico. O efeito do resíduo foi o de melhorar as propriedades físico-mecânicas dos corpos cerâmicos, resultando na obtenção de pisos gresificados de maior qualidade.

Palavras-chave: resíduo, rocha ornamental, piso gresificado, reciclagem.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores exportadores de rochas ornamentais (mármore e granitos) do mundo. Os estados brasileiros que mais se destacam na produção de

rochas ornamentais são: ES, MG, SP, CE, BA, RS e RJ⁽¹⁾. Durante o processo de extração e preparação das rochas para serem comercializadas em forma de lâminas, são geradas enormes quantidades de resíduos em forma de lamas acinzentadas. Essas lamas vêm sendo depositadas na natureza sem nenhuma preocupação com o meio ambiente. Quando secas essas lamas se transformam em pós finos podendo alcançar rios, lagoas, córregos e reservatórios naturais de água causando danos à saúde pública. Estes resíduos podem ser classificados do ponto de vista ambiental como sendo classe II A - não inerte⁽²⁾.

Os resíduos gerados no corte de rochas ornamentais, no entanto, podem ser de grande importância para a indústria de revestimentos cerâmicos. Eles podem ser incorporados às massas cerâmicas argilosas utilizadas para produção de pisos de alta qualidade⁽³⁾. Isto é possível devido aos seguintes fatores: i) sua composição químico-mineralógica; ii) por ser um material não plástico; e iii) por não causar poluição alguma durante a produção e uso dos produtos cerâmicos gresificados. Em geral esses resíduos são ricos em fundentes naturais tais como Na_2O , K_2O e CaO , que auxiliam o processo de sinterização das peças cerâmicas. De forma que podem ser incorporados as massas cerâmicas e contribuir para a formação de fase líquida no processo de sinterização. Além disso, eles podem substituir o material fundente natural (feldspatos sódico e potássico) nas massas cerâmicas para piso cerâmico gresificado, resultando na preservação de fontes de matérias-primas naturais e economia.

O objetivo principal deste trabalho é estudar a viabilidade da reciclagem de um resíduo de rocha ornamental gerado na indústria de rochas ornamentais do estado do Rio de Janeiro, como uma matéria-prima alternativa para fabricação de pisos cerâmicos gresificados de alta qualidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

No presente trabalho foram preparadas seis tipos de massas cerâmicas para piso vitrificado com até 47,5 % em peso de adição de resíduo de rocha ornamental (Tabela 1). Foram utilizadas no presente trabalho uma massa cerâmica padrão, cuja composição é comumente utilizada na indústria de revestimento cerâmico, e um resíduo de rocha ornamental em forma de pó fino proveniente do município de Santo Antônio de Pádua-RJ. As características físico-química e mineralógicas da massa cerâmica e do resíduo foram determinadas por Souza⁽⁴⁾.

Tabela 1 – Composição das massas cerâmicas (% em peso).

Massa Cerâmica	Caulim	Albita	Resíduo	Quartzo
MR	40	47,5	0	12,5
M10	40	37,5	10	12,5
M20	40	27,5	20	12,5
M30	40	17,5	30	12,5
M40	40	7,5	40	12,5
M47,5	40	0	47,5	12,5

As massas cerâmicas foram preparadas pelo processo via seca. As matérias-primas foram moídas a seco, separadamente, até atingirem tamanho de partícula inferior a 325 mesh (45 μm ABNT)⁽⁵⁾. As massas cerâmicas foram misturadas em moinho cilíndrico por 30 min, até que ficassem homogêneas. Em seguida foram granuladas manualmente em peneira de 40 mesh (420 μm ABNT) com 7 % de umidade e colocadas em dessecador, onde ficaram por 24 horas para garantir a homogeneidade da umidade.

Os corpos cerâmicos foram obtidos por prensagem uniaxial sob pressão de 50 MPa, numa matriz retangular de aço (11,50 x 2,54 x 0,75 cm^3)⁽⁶⁾. Foram posteriormente secos em estufa (110 °C por 24 h). A sinterização foi realizada em temperatura de 1190 °C em forno elétrico de laboratório, usando-se um ciclo de queima rápido (< 60 min.).

As seguintes propriedades tecnológicas foram determinadas: retração linear, absorção de água, massa específica aparente e tensão de ruptura a flexão em carregamento três pontos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta a retração linear de queima das peças cerâmicas sinterizadas a 1190 °C. Pode-se notar claramente que a incorporação de resíduo de rocha ornamental, em substituição a albita (feldspato sódico), na composição das massas cerâmicas teve uma forte influência no aumento da retração linear das peças queimadas. Isto ocorre devido a maior formação de fase líquida promovida pelo resíduo de rocha ornamental.

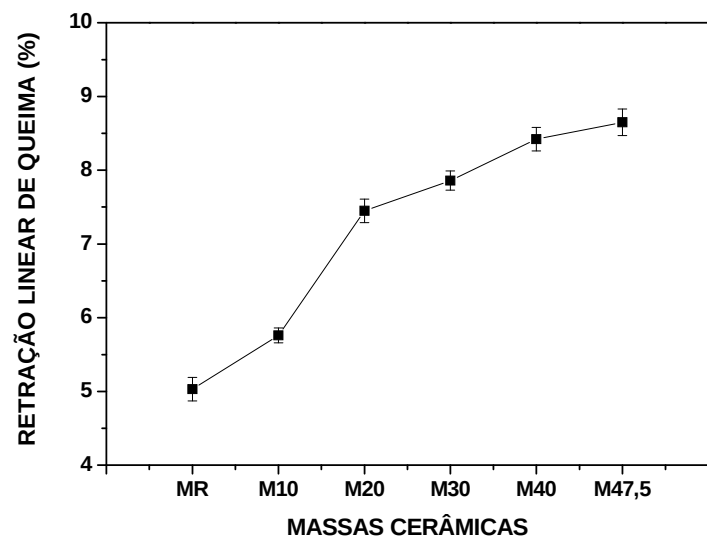


Figura 1 – Retração linear das peças cerâmicas sinterizadas a 1190 °C.

Na Figura 2 é apresentada a absorção de água das peças cerâmicas sinterizadas a 1190 °C. Pode-se observar uma queda significativa nos valores de absorção de água das peças cerâmicas. Isso ocorre devido ao fato de o resíduo de rocha ornamental ser rico em óxidos alcalinos (K_2O , Na_2O)⁽⁷⁾, que gera maior formação de fase líquida, eliminando assim a porosidade aberta no interior das peças cerâmicas.

Na Figura 3 é apresentado o comportamento da massa específica aparente das peças cerâmicas em função das massas cerâmicas preparadas com diferentes teores de resíduo de rocha ornamental. Nota-se que, com o aumento do percentual de resíduo adicionado às massas cerâmicas, ocorrem aumentos nos valores de massa específica aparente. Isso se deve a maior densificação das peças cerâmicas, provocada pela ação fundente do resíduo de rocha ornamental, que elimina grande quantidade de porosidade e faz com que as peças se densifiquem ainda mais.

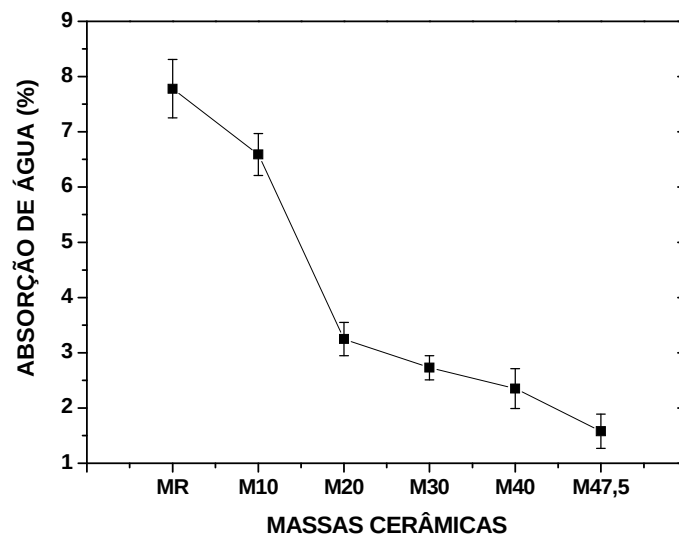


Figura 2 – Absorção de água das peças cerâmicas sinterizadas a 1190 °C.

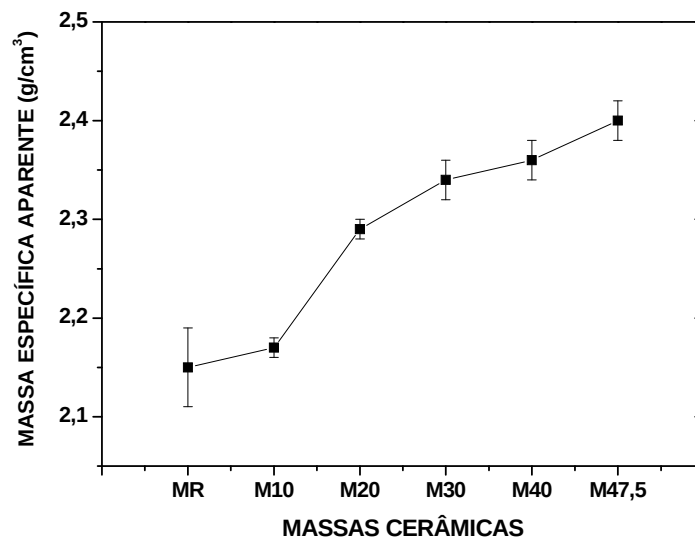


Figura 3 – Massa específica aparente das peças de piso cerâmico sinterizadas a 1190 °C.

Na Figura 4 é mostrada a influência da composição da massa cerâmica sobre a tensão de ruptura à flexão dos corpos cerâmicos. Pode ser observado que os valores desta importante propriedade aumentaram à medida que foi aumentado o percentual de resíduo incorporado à massa cerâmica. Isto se deve a maior formação de fase líquida com a introdução do resíduo, que resulta numa maior densificação dos corpos cerâmicos.

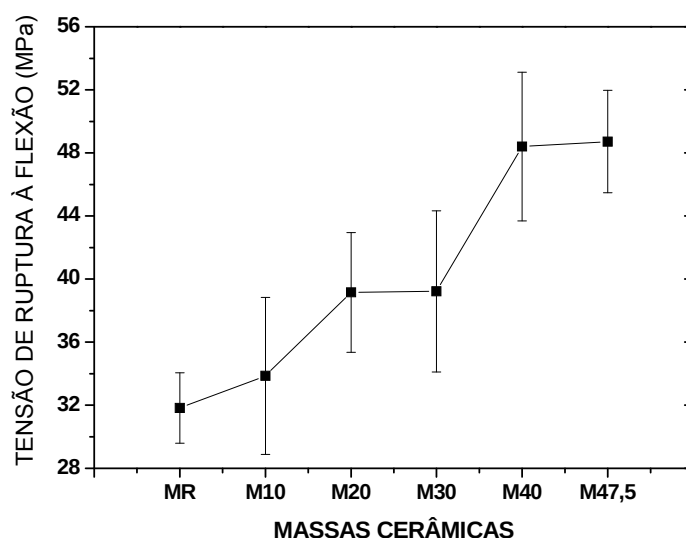


Figura 4 –Tensão de ruptura à flexão das peças cerâmicas sinterizadas em 1190 °C.

O resíduo de rocha ornamental apresentou efeito significativo na densificação e propriedades físico-mecânicas das peças cerâmicas sinterizadas. O aumento progressivo da substituição da albita pelo resíduo de rocha ornamental na composição da massa cerâmica de referência (amostra MR, isenta de resíduo), resultou no aumento da retração linear de queima e massa específica aparente com concomitante diminuição da absorção de água. Isto indica que o resíduo de rocha ornamental usado neste trabalho pode ser considerado um excelente fundente. A resistência mecânica das peças cerâmicas seguiu o comportamento das demais propriedades e aumentou com a adição do resíduo.

Os resultados mostraram que a adição do resíduo de rocha ornamental modifica a classe do tipo de piso cerâmico vitrificado. As massas cerâmicas MR e

M10 apresentam características de pisos BIIb - Semi-Poroso ($6,0 \% \leq AA \leq 10,0 \%$; $\sigma \geq 22 \text{ MPa}$). A massa M20 apresenta características de pisos BIIa - Semi-Grês ($3,0\% \leq AA \leq 6,0 \%$; $\sigma \geq 27 \text{ MPa}$). Já as massas M30, M40 e M47,5 apresentam características de pisos BIb – Grês ($0,5 \% \leq AA \leq 3,0 \%$; $\sigma \geq 27 \text{ MPa}$).

CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos neste trabalho pode-se concluir que há possibilidade de reciclagem do resíduo de rocha ornamental de Santo Antônio de Pádua-RJ, na fabricação de revestimentos cerâmicos para piso gresificado. Dessa forma, o resíduo de rocha ornamental pode ser inertizado. Além disso, o resíduo de rocha ornamental é rico em (K_2O e Na_2O), que são agentes fundentes. Com a adição do resíduo importantes propriedades são melhoradas tais como absorção de água e resistência mecânica. A adição do resíduo tende a melhorar a qualidade do piso cerâmico gresificado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- [1] Moya, M. M. Aspectos econômicos do granito ornamental utilizado como material de revestimento. En: Congresso Brasileiro de Geologia, 38, Balneário Camboriú. **Boletim Resumo Expandido**. Balneário Camboriú, SBG, 2: 129-131, 1994.
- [2] Mothé Filho, H. F.; Polivanov, H; Mothé, C. G. **Anais do 45º Congresso Brasileiro de Cerâmica, Florianópolis**, SC p. 401-412, (2001).
- [3] Menezes, R. R, Ferreira, H. S, Neves G. A, Ferreira, H. C. **Cerâmica** 48, 306 92-101 (2002).
- [4] ABNT, NBR 7181-84 Solo: Análise Granulométrica (1984).
- [5] Abadir M. F. Sallam, M. F., Bakr E. H. I. M. Preparation of Porcelain Tiles from Egyptian Raw Materials. **Ceramics International** 28: 303-310 (2002).

[6] SOUZA, A. J. *Estudo da substituição de fundente natural por resíduo de rocha ornamental em massa cerâmica para piso vitrificado*. 2008, 71p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) Universidade Estadual do Norte Fluminense, PPGECM-CCT, Campos dos Goytacazes – RJ.

[7] Dondi, M. Technological characterization of clay materials: experimental methods and data interpretation. *International Ceramics Journal*, October: 55 – 59 (2003).

RECYCLING OF ORNAMENTAL ROCK WASTE INTO VITRIFIED FLOOR TILE

ABSTRACT

In the ornamental rock industry huge amounts of waste in the form of fine powder are discarded. This paper presents the results of the incorporation of ornamental rock waste from the state of Rio de Janeiro into paste for manufacturing vitrified floor tile. The ceramic bodies with up to 47.5 wt.% of ornamental rock waste were compacted at 50 MPa. The ceramic bodies were fired at 1190 °C using a fast-firing cycle. The following technological properties were determined: linear shrinkage, water absorption, apparent density, and flexural strength. The results showed that the ornamental rock waste could be used as an alternative raw material in the manufacture of ceramic tile. The effect of the waste addition was to improve the physical-mechanical properties of ceramic bodies, resulting in floor tiles higher quality.

Key-words: waste, ornamental rock, floor tile, recycling.