

PREPARAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE MASSAS CERÂMICAS PARA PISO VITRIFICADO CONTENDO RESÍDUO DE ROCHA ORNAMENTAL

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 de um estudo sobre a preparação e caracterização de massas cerâmicas para piso vitrificado incorporada com resíduo de rocha ornamental proveniente do estado do Rio de Janeiro. As massas cerâmicas contendo até 47,5 % de resíduo foram preparadas pelo processo via seca e caracterizadas em termos de composição química, difração de raios-X, distribuição de tamanho de grânulos, massa específica real, propriedades plásticas, morfologia, massa específica aparente, massa específica vibrada e índice de Hausner. As massas preparadas apresentaram bom grau de cominuição, o qual favorece a reatividade entre as partículas. A adição do resíduo de rocha ornamental tende a diminuir levemente a plasticidade das massas cerâmicas. Além disso, as massas cerâmicas apresentaram boa escoabilidade.

Palavras-chave: massas cerâmicas, piso vitrificado, reciclagem, resíduo, rocha ornamental.

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 pisos cerâmicos vitrificados. 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 vitrificado, resultando na preservação de fontes de matérias-primas naturais e economia.

O objetivo principal deste trabalho foi estudar a preparação e caracterização de massas cerâmicas para piso vitrificado contendo resíduo de rocha ornamental da indústria do Rio de Janeiro.

MATERIAIS E MÉTODOS

No presente trabalho foram utilizadas massas cerâmicas para piso vitrificado com até 47,5 % em peso de adição de resíduo de rocha ornamental em substituição ao fundente natural (Tabela 1). Foram utilizadas uma massa cerâmica padrão para piso vitrificado 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⁾.

A Tabela 1 apresenta a composição das massas cerâmicas usadas neste trabalho (% em peso).

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 ficasse homogênea. Em seguida foram granuladas manualmente em peneira de 40 mesh (420 µm ABNT) com 7 % de umidade e colocada em dessecador, onde ficou por 24 horas para garantir a homogeneidade da umidade.

Foram realizadas análises de composição química das matérias-primas, difração de raios-X, distribuição de tamanho de grânulos, massa específica real, propriedades plásticas, morfologia dos grânulos, massa específica aparente, massa específica vibrada e índice de Hausner.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta a composição química das matérias-primas utilizadas no presente trabalho.

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

Matérias-Primas	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	NaO ₂	MnO	P.F.
Caulim	49,07	33,74	0,22	<0,01	0,30	0,061	1,97	0,52	-	14,01
Quartzo	98,97	0,41	<0,01	0,019	<0,01	<0,01	0,18	0,13	-	0,26
Albita	69,55	18,82	0,14	0,017	0,17	0,09	1,47	9,63	-	0,32
Resíduo	66,43	17,49	3,80	0,83	2,23	-	8,50	-	0,07	0,65

Os resultados mostram que o caulim é constituído essencialmente por SiO_2 e Al_2O_3 . Isto indica que o caulim é rico em caulinita. O alto conteúdo de SiO_2 presente no caulim é devido aos materiais de silicato (caulinita e mica muscovita) e a sílica livre (quartzo). A alumina (Al_2O_3) detectada no caulim está associada aos materiais de silicato⁽⁶⁾. O alto conteúdo de perda ao fogo do caulim é proveniente principalmente da eliminação da água de hidroxilas dos argilominerais. Verifica-se que as quantidades de óxido de ferro (Fe_2O_3) e óxido de Titânio (TiO_2) são baixas. Isto indica claramente que o caulim usado é um material de queima branca.

O quartzo usado neste trabalho é relativamente puro (98,97 %) sendo constituído quase que completamente de SiO_2 . A baixa perda ao fogo está relacionada à perda de água fisicamente adsorvida na superfície das partículas de quartzo.

O feldspato sódico (albita) utilizado neste trabalho é constituído principalmente por SiO_2 , Al_2O_3 e Na_2O . O óxido de sódio (Na_2O) é um dos elementos mais eficientes para promover a formação de fase líquida. A viscosidade desta fase líquida é uma função da proporção entre os óxidos formadores (SiO_2 , e Al_2O_3) e óxidos modificadores de rede Na_2O e K_2O . Enquanto o K_2O forma eutéticos em temperaturas mais baixas, o Na_2O é responsável por menores valores de viscosidade⁽⁷⁾. A baixa perda ao fogo está relacionada à perda de água fisicamente adsorvida na superfície das partículas de albita.

A amostra de resíduo de rocha ornamental é constituída basicamente por SiO_2 (66,43 %), Al_2O_3 (17,49 %) e K_2O (8,50 %), além de quantidades menores de óxidos de ferro, titânio, cálcio e manganês. O conteúdo elevado de K_2O indica claramente que o resíduo usado neste trabalho é proveniente do corte de rochas graníticas⁽⁸⁾.

A Tabela 3 apresenta a análise mineralógica das matérias-primas utilizadas neste trabalho.

A análise mineralógica por difração de raios-X mostrada na Tabela 3 nos apresenta as fases cristalinas presentes em cada matéria-prima. O caulim apresentou em sua composição mineralógica as seguintes fases cristalinas: caulinita, quartzo e mica. O Quartzo por ser constituído quase que completamente por SiO_2 apresentou somente a fase cristalina de quartzo. A albita apresentou fases de quartzo e albita. Já o resíduo de rocha ornamental apresentou as seguintes fases cristalinas: quartzo, albita, microclina, mica, hematita e calcita.

Tabela 3 – Análise mineralógica das matérias-primas utilizadas.

Matérias-Primas	Fases Cristalinas						
	Caulinita	Quartzo	Albita	Microclina	Mica	Hematita	Calcita
Caulim	X	X			X		
Quartzo		X					
Albita		X	X				
Resíduo		X	X	X	X	X	X

A Figura 1 mostra distribuição de tamanho de grânulos para a massa cerâmica M47,5. Verifica-se que a maior concentração dos grânulos encontra-se no seguinte intervalo de 150-250 μm . Isto é importante uma vez que as massas granuladas aumentam a compactidade das massas cerâmicas e, conseqüentemente, proporcionam um aumento da massa específica a verde das peças cerâmicas. Além do mais, provoca o efeito benéfico de diminuir a retração linear de queima⁽⁹⁾.

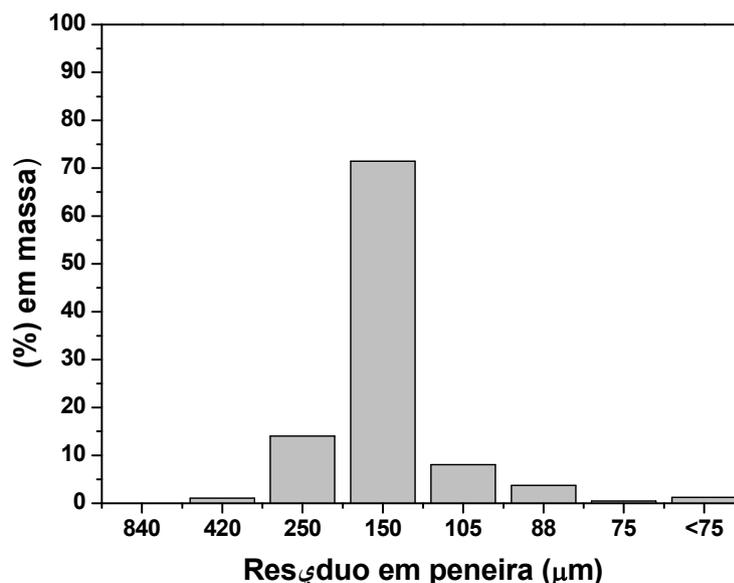


Figura 1 - Distribuição de tamanho de grânulos para a massa cerâmica M47,5.

A Figura 2 apresenta a morfologia dos grânulos da massa cerâmica M47,5, obtidas via microscopia eletrônica de varredura. Pode-se observar que os grânulos formados via granulação a seco apresentam morfologia irregular.

Os grânulos são formados a partir da umidificação das partículas que se aglomeram em torno de um núcleo. A principal causa da aglomeração é a coesão entre as camadas de umidade que encobre as partículas. Assim, os grânulos são compostos de partículas primárias ligadas entre si por meio de forças superficiais

(Van der Waals ou eletrostáticas entre partículas, ou ainda forças de capilaridade devido à presença de líquido dentro do grânulo⁽¹⁰⁾).

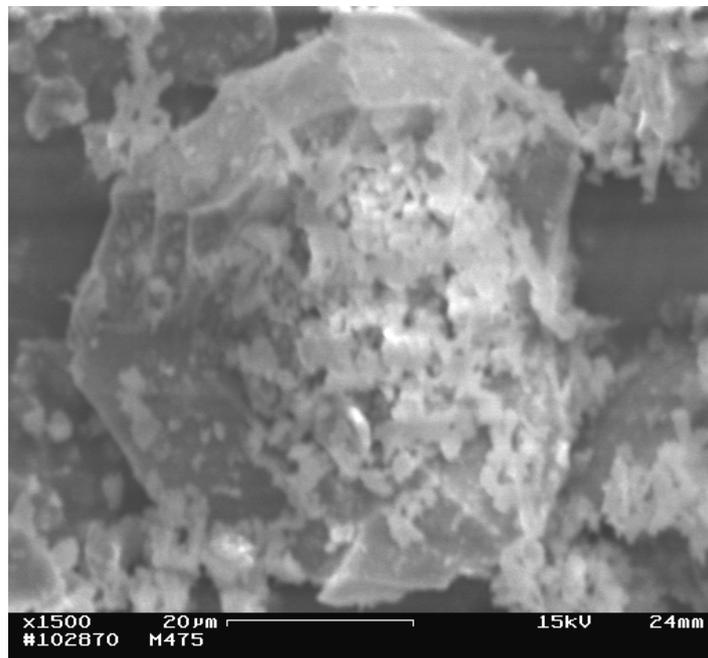


Figura 2 – Morfologia dos grânulos da massa cerâmica M47,5.

A Tabela 4 apresenta os valores obtidos para a massa específica aparente dos grânulos (MEAG), massa específica vibrada (MEV), índice de Hausner (IH) e resíduo de peneira (R) das massas cerâmicas preparadas. O índice de Hausner que corresponde à relação entre MEV / MEAG está fundamentalmente relacionado a escoabilidade do pó granulado⁽¹¹⁾. Quanto maior a escoabilidade mais facilmente as partículas tendem a se mover. Os resultados indicam que todas as massas cerâmicas apresentaram valores de IH próximos de 1. Isto indica que as massas granuladas por meio do processo via seca apresentam uma boa fluidez. Os resultados também mostram que o efeito do resíduo de rocha ornamental foi o de diminuir o valor do IH.

Na Tabela 4 podem ser encontrados também os valores de resíduo em peneira de 63 µm (250 mesh, ABNT) das massas cerâmicas. Os resultados mostram que as massas cerâmicas apresentam baixo resíduo de peneira (0,46 – 1,30 %). Em geral se observa uma leve tendência de aumento do resíduo de peneira com a incorporação do resíduo de rocha ornamental. Ressalta-se também que os valores obtidos de resíduo de peneira (> 63 µm) das massas cerâmicas estão dentro da faixa apropriada para fabricação de piso cerâmico vitrificado⁽⁴⁾. Pode-se notar que

Tabela 4 - Valores de algumas características das massas cerâmicas preparadas.

Massa Cerâmica	Características dos Pós				
	MEAG (g/cm ³)	MEV (g/cm ³)	IH	R (%)	Índice de Plasticidade
MR	0,386	0,419	1,086	0,72	15,5
M10	0,434	0,440	1,037	0,46	15,1
M20	0,422	0,438	1,037	1,08	14,3
M30	0,414	0,422	1,019	0,78	14,3
M40	0,410	0,418	1,019	1,30	14,0
M47,5	0,408	0,411	1,007	1,06	14,0

o resíduo de rocha ornamental provocou uma tendência de diminuição gradual da plasticidade das massas cerâmicas. Isto ocorre, provavelmente, devido à apreciável quantidade de partículas de quartzo livre existentes no resíduo de rocha ornamental.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitem concluir que há possibilidade de preparação de massas cerâmicas para piso vitrificado contendo resíduo de rocha ornamental de Santo Antônio de Pádua-RJ. Dessa forma, o resíduo de rocha ornamental pode ser inertizado. As massas preparadas apresentaram bom grau de cominuição, o qual favorece a reatividade entre as partículas. A adição do resíduo de rocha ornamental tende a diminuir levemente a plasticidade das massas cerâmicas. Além disso, as massas cerâmicas apresentaram boa escoabilidade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e FAPERJ 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] 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.

[5] ABNT, NBR 7181-84 Solo: Análise Granulométrica (1984).

[6] Santos, P. S. **Ciências e Tecnologia das Argilas. 2ª edição,** São Paulo: Edgard Blücher, 1989.

[7] Riella, H. G., Franjndlich, E. U. de C., Durazzo, M. Caracterização e Utilização de Fundentes em Massas Cerâmicas. **Cerâmica Industrial** 7 (3) Maio/Junho: 33-36. (2002).

[8] Dana, J. D., Hurlbut, J. D. **Manual de Mineralogia,** Rio de Janeiro – Brasil: Ed. Livros Técnicos e Científicos S. A. 1978.

[9] Nasseti, G., Timellini, G., Granulation of Powders for Whitebody Ceramic Tiles. **Ceramic Engineered Science Proceedings** 12:328-342., 1992.

[10] SAMPAIO, V. G., PINHEIRO, B. C. A., HOLANDA, J. N. F.. Granulação a seco de uma massa cerâmica para grês porcelanato. **Cerâmica** 53, 295-299, (2007).

[11] VARI, A., **Raw materials preparation and forming of ceramic tiles,** Italy: Editore SALA, Modena, 2004.

PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF CERAMIC MASSES FOR VITRIFIED FLOOR TILES CONTAINING ORNAMENTAL ROCK WASTE

ABSTRACT

In the ornamental rock-cutting industry huge amounts of wastes in the form of fine powders are discarded. This paper presents the results of a study on the preparation and characterization of ceramic pastes for vitrified floor tiles incorporated with ornamental rock waste from the state of Rio de Janeiro. The ceramic pastes containing up to 47.5% residue were prepared by dry process and characterized in terms of chemical composition, X-ray diffraction, granule size distribution, plastic properties, morphology, apparent specific mass, vibrated specific mass, and Hausner index. The ceramic pastes had a good degree of comminution, which favors the reactivity between the particles. The addition of ornamental rock waste tends to decrease slightly the plasticity of ceramic pastes. Furthermore, the ceramic pastes showed good flowability.

Key-words: ceramic pastes, floor tiles, recycling, waste, ornamental rock.