

INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE ROCHA ORNAMENTAL PROVENIENTE DE TEAR MULTIFIO EM MASSA CERÂMICA

Pedro Porto Pizetta

Aluno de Graduação em Engenharia de Minas do 8º período, IFES
Período PIBIC/CETEM: Setembro de 2013 a julho de 2014,
pedrop_p@hotmail.com

Mônica Castoldi Borlini Gadioli

Orientadora, Eng. Química, D.Sc.
mborlini@cetem.gov.br

1. INTRODUÇÃO

O setor de rochas ornamentais está crescendo cada vez mais no Brasil e principalmente no Espírito Santo, estado onde se concentra a maior parte da produção, correspondendo a 80% da exportação brasileira e com um crescimento médio de 10% ao ano em produção e movimentação de mercadorias (ABIROCHAS, 2014). Paralelo a esse aumento significativo está à geração de mais resíduos e do que fazer com esse material que em quase sua totalidade é depositado em aterros. Baseado na Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) que busca identificar os impactos ambientais durante o ciclo de vida de um produto e a sugerir melhorias ambientais, uma alternativa para esses resíduos é a sua incorporação na fabricação de cerâmica, levando em consideração também às características residuais finais do produto cerâmico.

2. OBJETIVO

O objetivo desse trabalho foi incorporar à massa cerâmica, resíduos da serragem de rochas ornamentais proveniente de tear multifio visando comparar com a cerâmica sem resíduo as propriedades tecnológicas e analisar, após todos os ensaios, o resíduo cerâmico final gerado em função dessa incorporação de resíduo de rocha.

3. METODOLOGIA

O resíduo de rocha utilizado foi obtido de empresa localizada no norte do Espírito Santo, sendo este proveniente da serragem dos blocos por meio de tear multifio. A argila amarela utilizada é caulínica e a sua composição química (ALTOÉ & BABISK, 2013) pode ser vista na Tabela 1.

Tabela 1: Composição química da argila (% em peso)

Composição (%)									
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	TiO ₂	P ₂ O ₅	P.F.
42,5	34,2	7,1	0,9	0,3	0,2	1,1	1,0	0,2	12,4

* PF: perda ao fogo

Foi feito o quarteamento do resíduo por meio de pilha alongada e quarteador Jones. O resíduo foi caracterizado por meio de difração de raios-X (DRX), análise química, tamanho de partícula, análise por microscopia eletrônica de varredura (MEV) e densidade. Para os ensaios de DRX, as amostras foram passadas a 74 µm (200 malhas).

O DRX foi obtido pelo método do pó, coletado em um equipamento Bruker-AXS D5005, utilizando radiação CoK α . A composição química foi determinada por espectrometria de fluorescência de raios-X (FRX) usando um espectrômetro WDS

modelo AXIOS da Panalytical e a perda por calcinação em equipamento Leco TGA-701. A distribuição do tamanho de partícula foi realizada utilizando o equipamento Mastersizer 2000, da Malvern Instruments e a densidade, por meio de picnometria (aparelho AccuPyc 1330 Pycnometer). Micrografia foi obtida por MEV utilizando o equipamento FEI Quanta 400.

A argila amarela e o resíduo foram peneirados utilizando peneira de 42 mesh (0,354 mm). Foram preparadas massas cerâmicas com incorporação de 0, 10, 25, 30 e 40% em peso de resíduo na argila, respectivamente, (Tabela 2) e com 8% de umidade, para contribuir para a fabricação das cerâmicas.

Tabela 2: Composição das massas cerâmicas (% em peso) e quantidade de corpos de prova (C.P.) em cada massa.

	M0	M10	M25	M30	M40
Quantidade C. P.	40	05	40	05	05
Resíduo de Rocha (%/g)	0	10 (50g)	25 (625g)	30 (150g)	40 (200g)
Argila Amarela (%/g)	100 (2500g)	90 (450g)	75 (1875g)	70 (350g)	60 (300g)

Os corpos de prova cerâmicos foram preparados por prensagem uniaxial a 20 MPa com ação única do pistão superior em uma matriz de aço com seção retangular (114,3 x 25,4 x 10 mm³). Compactados, os corpos de prova foram submetidos à secagem em estufa a 110 °C por 24 horas. Após serem medidos e pesados, os corpos de prova foram queimados a 1030°C e taxa de aquecimento de 2°C/min.

Após a queima, foram realizados os ensaios de tensão de ruptura à flexão (ASTM C674), absorção de água (ASTM C373) e retração linear (ASTM C326).

Os corpos cerâmicos com 0 e 25% de resíduo de rocha foram britados em um britador de mandíbulas e submetidos aos procedimentos de obtenção de extrato lixiviado e solubilizado conforme as normas NBR 10005 (ABNT, 2004a) e NBR 10006 (ABNT, 2004b) e seus resíduos finais foram classificados de acordo com a norma NBR 10004 (ABNT, 2004c).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 mostra a composição química do resíduo. Observa-se que o resíduo é composto por alta concentração de sílica (SiO₂) e Al₂O₃, o que é característica típica de rochas graníticas. Pode-se observar alta quantidade de Na₂O + K₂O, que são óxidos alcalinos provenientes principalmente da mica e feldspatos e podem atuar como fundentes e contribuir para a sinterização da cerâmica. A baixa quantidade de ferro (Fe₂O₃) é devido a não utilização da granalha na serragem, uma vez que o corte foi efetuado por tear multifio. A baixa perda por calcinação (PPC) é uma vantagem para a qualidade da cerâmica.

Tabela 3: Composição química (% em peso) do resíduo da serragem de blocos

Composição (%)											
Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	PPC
3,2	0,3	15,0	73,4	0,2	0,02	4,2	0,9	0,1	0,03	1,2	1,4

É mostrado na Figura 1 o difratograma de raios-X do resíduo estudado. Nota-se a indicação das fases mineralógicas relacionadas com os picos característicos de cada

mineral. Pode-se verificar as fases cristalinas referentes ao quartzo (SiO_2), microclina (KAlSi_3O_8), albita ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), além da presença de biotita. A microclina e a albita podem atuar como fundentes durante o processo de sinterização da cerâmica.

Foi observado que 10% das partículas do resíduo possuem tamanho de partícula inferior a 2 μm , o que corresponde a argilomineral. Também se observou que 50% das partículas do resíduo possuem tamanho de partículas de até 13 μm , comprovando que o material é bastante fino. Isto indica que o resíduo pode ser usado na cerâmica. A densidade do resíduo é de 2,86 g/cm^3 .

A micrografia obtida por MEV (Figura 2) mostra as partículas do resíduo. Observa-se o quartzo (SiO_2), que possui dureza e resistência a fragmentação, em meio a uma massa mais fina. É observada uma ampla faixa de tamanho de partículas, com morfologia irregular.

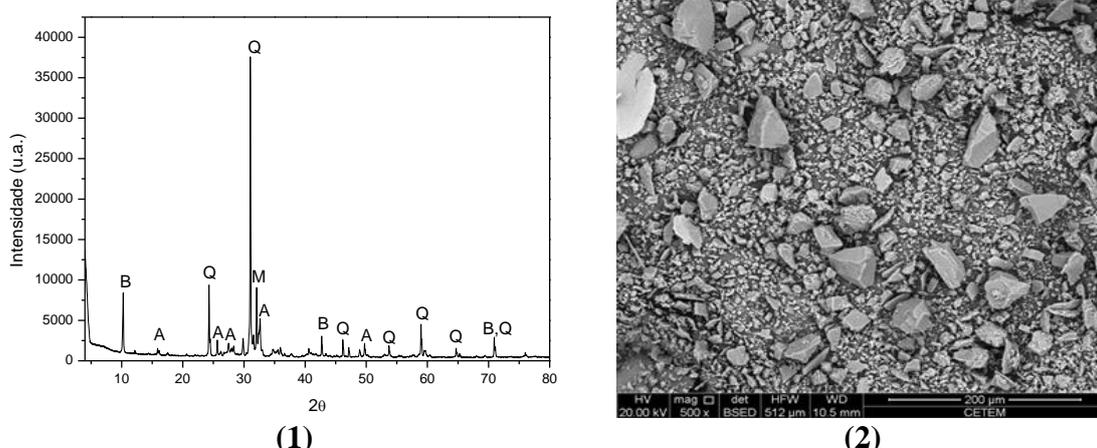


Figura 1: Difratoograma de raios-X do resíduo. A=albita, Q=quartzo, M=microclina, B=biotita
Figura 2: Micrografia obtida por MEV do resíduo de rocha.

A Tabela 4 apresenta os resultados da absorção de água, retração linear e resistência à flexão. Foi observado que não houve mudança nos valores obtidos na absorção de água, utilizando o valor do erro estatístico, quanto à adição de resíduo na massa cerâmica. A retração linear diminuiu nas massas com resíduo, e uma baixa retração contribui para um melhor controle dimensional do material. A resistência à flexão diminuiu com a adição de resíduo, com exceção da composição com 10% de resíduo, utilizando o erro estatístico. Isso ocorreu, provavelmente, devido ao quartzo, mineral que compõe o resíduo, que atua como inerte e pode contribuir na geração de trincas.

Tabela 4: Absorção de água (AA), retração linear (RL) e resistência à flexão (RF) das cerâmicas estudadas

Composições	M0	M10	M25	M30	M40
A.A. (%)	18,6±0,2	18,0±0,4	18,1±0,3	18,5±0,9	18,0±0,6
R.L. (%)	3,5±0,2	2,8±0,1	2,2±0,2	1,9±0,2	1,7±0,1
R.F. (MPa)	6,3±0,6	5,3±0,4	3,2±0,4	3,2±1,0	2,4±0,2

O resíduo de rocha utilizado nesse estudo foi classificado como não inerte devido à alta quantidade de alumínio e fenóis totais. Após a análise do extrato lixiviado e solubilizado da massa cerâmica contendo 0 e 25% de resíduo de rocha ornamental, os resultados mostraram que na massa cerâmica com resíduo, os parâmetros analisados estão de acordo com o padrão máximo exigido pela norma NBR ABNT 10004 (2004c).

O resultado da análise do extrato lixiviado e solubilizado da massa cerâmica sem resíduo apresentou um valor de alumínio acima do máximo permitido pela norma.

A presença de 25% desse resíduo de rocha proveniente de tear multifio na massa cerâmica resulta em um resíduo cerâmico classificado como inerte, de acordo com a NBR 10004 (ABNT, 2004c), o que contribui em uma utilização ecológica desse resíduo, tornando-o matéria prima na fabricação de cerâmica.

5. CONCLUSÃO

O resíduo de rocha apresenta óxidos alcalinos (Na_2O e K_2O), que contribuem para a sinterização da cerâmica durante a queima, e, portanto, podem contribuir para a redução da porosidade. A incorporação do resíduo de rocha na massa argilosa para produção de cerâmica é uma alternativa promissora, pois possibilita um destino ambientalmente correto para o resíduo, além de ser eficaz, uma vez que esta adição contribui em um material cerâmico de qualidade equivalente, comprovando sua viabilidade técnica.

6. AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, a minha família pelo incentivo, a minha orientadora Mônica Borlini pela dedicação, ao CNPq pela bolsa concedida (processo **159450/2013-6**), a equipe do Núcleo Regional do CETEM de Cachoeiro de Itapemirim/ES por toda a colaboração e ao IFES, CETEM e UENF pelo empréstimo dos equipamentos utilizados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTOÉ, T. P; BABISK M. P. **Desenvolvimento de Cerâmica Utilizando Lama Vermelha Gerada na Indústria de Beneficiamento de Alumina**. JIC. 4p. 2013

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. **Flexural Properties of Ceramic Whiteware Materials**. 4 p. C 674-77, USA, (1977).

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. **Standard Test Method for Water Absorption, Bulk Density, Apparent Porosity, and Apparent Specific Gravity of Fired Whiteware Products, Ceramic Tiles, and Glass Tiles**. 3 p. (ASTM C373-14).

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. **Standard Test Method for Drying and Firing Shrinkages of Ceramic Whiteware Clays**. 2 p. (ASTM C326 – 09).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS – ABIROCHAS. Disponível em < <http://www.abirochas.com.br/>> Acesso em 3 de junho de 2014

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólido**. 16p. (Norma ABNT NBR 10005). 2004a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos**. 3p. (Norma ABNT NBR 10006). 2004b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Resíduos sólidos – Classificação**. 71 p. (Norma ABNT NBR 10004). 2004c.