

ANÁLISE DA INCORPORAÇÃO DA LAMA ABRASIVA PROVENIENTE DO CORTE DE GRANITO NA PRODUÇÃO DE CERÂMICA VERMELHA

Adriel Martins da Silva (martins.adriel@hotmail.com)

Aluno de graduação do curso de Engenharia Química.

Keina Dalila dos Santos (dalila.ts@hotmail.com)

Aluno de graduação do curso de Engenharia Química.

Luan Regio Pestana (luanpestana@hotmail.com)

Aluno de graduação do curso de Engenharia Química.

Luís Ramon Silva Ferreira (luis-ramon-14@hotmail.com)

Aluno de graduação do curso de Engenharia Química.

Faiçal Gazel (faicalgazel@gmail.com)

Orientador coautor Mestre em Tecnologias Ambientais.

RESUMO

Uma consequência da expansão da indústria é o aumento da quantidade de resíduos gerados. Dentre os principais geradores, pode-se citar a indústria civil, que engloba a constante produção de materiais cerâmicos e outros, e a indústria de rochas ornamentais, setor muito forte no Espírito Santo. Nesse contexto, torna-se contínuo a busca de alternativas que visam reduzir a quantidade de resíduos gerados, ou formas de reaproveitamento que minimizarão os impactos causados pela disposição inadequada do material no meio ambiente. Diante desse cenário, foi analisada a incorporação da lama abrasiva, gerada pelo corte das pedras de granito por teares diamantados e cedida por uma empresa situada em João Neiva/ES, na confecção de corpos de provas cerâmicos de 0, 10 e 20% em massa de resíduo, queimados a temperaturas de 1000° e 1100°C. Os materiais confeccionados foram submetidos a testes de absorção, retração linear, perda ao fogo e ensaio de ruptura a flexão e, quando comparados aos valores tabelados estabelecidos pelas normas regulamentadoras, apresentaram resultados significativamente promissores para possível aplicação comercial.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos. Rochas Ornamentais. Meio ambiente.

1 – INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado um dos maiores produtores, com destaque no Espírito Santo. Entretanto, a gigantesca geração de resíduos é um complexante do processo, a perda de matéria-prima pode atingir até 83% da produção, sendo que um metro cúbico de rocha serrada gera aproximadamente 2,2 toneladas de lama (CAMPOS et al., 2014). O reaproveitamento deste resíduo na confecção de outros produtos visa reduzir os impactos ambientais produzidos pela lama residual do setor industrial e obter benefícios econômicos e ambientais. A confecção de cerâmica vermelha é uma solução que se apresenta viável ao destino da lama abrasiva. Para tanto, é necessário que o produto apresente um comportamento dentro dos padrões estabelecidos pelas normas regulamentadoras, a partir dos requisitos e métodos de ensaio do material, os quais levam em consideração a fabricação, dimensão, geometria e aspectos físicos, além de compreender também a permeabilidade, absorção da água e determinação da carga de ruptura à flexão.

2 –REFERENCIAL TEÓRICO

Na etapa de beneficiamento do processo produtivo de rochas ornamentais, o principal resíduo é gerado, decorrente da sequência de abrasão das rochas nos teares que são equipamentos responsáveis por serrar e definir as espessuras dos blocos extraídos (SOUZA, 2007) e confere o aspecto liso às peças, se trata de

uma mistura, a lama abrasiva, composta por pó de pedra e água. Geralmente essa mistura é armazenada nos pátios das serrarias, em tanques ou poços, para acúmulo diretamente no solo sem qualquer tipo de impermeabilização, como não há circulação do líquido, parte da eliminação se dá por evaporação e infiltração no solo, contaminando o solo e água subterrânea.

Usualmente classificam-se as argilas em “fracas” e “fortes”, em função de suas propriedades durante a queima, e também seus aspectos físicos e visuais. Essas argilas são misturadas empiricamente, de forma a equilibrar suas propriedades. Autores como AGUIAR (2012) apresenta composição da lama abrasiva com maior parte em de sílica e alumina, além da presença de outros óxidos em comum; esse resíduo tem uma similaridade maior com as argilas ditas “fracas”. Tal fato justifica a tentativa de substituir parte dessa argila usualmente aplicada na fabricação de produtos cerâmicos por esse resíduo.

No processo de fabricação de produtos cerâmico, a principal etapa é a de queima, pois nela acontecem as transformações químicas e físicas, sendo destacados a temperaturas de 900° a 1000°C em diante, em que ocorre as seguintes transformações (SILVA, 2006):

- de 900° a 1000°C: reações da sílica e da alumina com outros elementos, e formação de complexos silicoaluminatos que conferem ao corpo cerâmico as propriedades físico-mecânicas características;
- acima de 1000°C: amolecimento e fusão de silicoaluminatos com formação de uma fase vítrea que, englobando as partículas menos fundíveis, confere dureza, compactação, impermeabilidade e resistência mecânica característica ao corpo cerâmico.

Após a queima, o produto é inspecionado de acordo com sua elegibilidade, estocado e expedido para venda.

3 – METODOLOGIA DO TRABALHO

Os materiais utilizados foram duas argilas de características diferentes, definidas na literatura como “fortes” pela maior presença de argilominerais e argila “fraca” com uma composição mais arenosa, ambas foram coletadas na ARGIL, empresa produtora de cerâmica vermelha localizada no município de João Neiva, ES.

Para a confecção dos corpos cerâmicos, aplicou-se como base a norma ABNT – NBR 7181. Foram pesadas as quantidades de argila e lama especificadas na Tabela 1, para o preparo de 1,7 Kg de cada mistura, utilizando uma balança de precisão.

Tabela 1: *Propriedades dos principais produtos de cerâmicas vermelhas*

COMPOSIÇÕES	0 %	10%	20%
ARGILA FORTE (g)	850	850	850
ARGILA FRACA (g)	850	680	510
LAMA (g)	0	170	340

Fonte: Acervo do autor

As misturas preparadas foram moldadas em uma fôrma de 150 mm x 25 mm x 25 mm, padronizada segundo o NBR ISO 5014; em seguida compactadas a uma pressão de 20 MPa em uma Prensa Hidráulica Marcon MPH-15. Foram preparados um total de 30 corpos de provas planos, sendo 10 de cada composição definida.

A queima foi realizada em um Forno Mufla Vulcan 3-550PD cedido pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). Os corpos foram queimados em duas temperaturas: 1000°C e 1100°C, sendo queimados 15 corpos de prova em cada temperatura, 5 de cada composição preparada.

Após a queima foi realizado os ensaios físicos e mecânicos realizados nos corpos de provas foram os de retração linear à queima, perda ao fogo, tensão de ruptura à flexão e absorção.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise mostrou que as argilas e a lama apresentaram um percentual elevado de oxigênio que possibilita assumir que as composições de ambas as amostras estão, sobretudo, na forma de óxidos.

Em relação à Retração Linear à Queima (RLQ) os resultados podem ser observados na Tabela 2, é possível notar uma diferença de retração considerável nos corpos de prova entre as temperaturas de 1000°C e 1100°C; quando queimados à temperatura de 1100°C, as amostras apresentaram quase o dobro de retração do que as queimadas a 1000°C, sendo os resultados da composição de 10% ainda mais expressiva nessa diferença.

Tabela 2: Resultados de Retração Linear de Queima (RLQ); Perda ao Fogo (PF), Tensão de Ruptura à Flexão (TRF) e Absorção (ABS).

RESÍDUO (%)	RLQ (%)		PF (%)		TRF (MPa)		ABS (%)	
	1000°C	1100°C	1000°C	1100°C	1000°C	1100°C	1000°C	1100°C
0	3,573	6,978	14,747	15,157	7,804	10,227	24,604	16,828
10	2,816	7,194	12,577	12,953	7,522	16,262	23,992	14,848
20	3,532	7,172	12,419	13,589	8,727	20,352	21,388	13,468

Fonte: Acervo do autor

Em relação a Perda ao Fogo (PF), verifica-se na Tabela 2 uma maior perda de massa com o aumento da temperatura de queima, sendo que em temperaturas mais alta a perda de massa também é maior, ficando evidente em todas as composições.

Uma análise da Tabela 2 referente à Tensão de Ruptura a Flexão (TRF) permite perceber que todos os corpos de prova queimados a temperatura superior de 1100°C apresentam maior resistência em relação aos queimados a 1000°C. Tal resultado era antecipadamente esperado, uma vez que temperaturas superiores a 1000 °C permitem o amolecimento e fusão de silicoaluminatos. Independente da temperatura de queima, os materiais atenderam os requisitos exigidos e podem ser aplicados no uso de Telhas, Blocos e Tijolos Maciços. Portanto, maiores temperaturas de queima aumentam o percentual de fusão e sinterização, e com isso ocorrerá também um aumento da resistência mecânica.

É possível concluir com a análise da Tabela 2 que com o aumento da concentração dos resíduos nos corpos cerâmicos ocorre uma menor absorção (ABS), tal resultado pode ser justificado pela granulometria do resíduo. Sensorialmente este material apresenta partículas menores, com isso há formação um sólido mais compacto e menos espaços nas estruturas cristalinas, conseqüentemente, dificultando a absorção. Outra justificativa é a composição do resíduo, como discutido no teste de ruptura à flexão, a presença de materiais fundentes aumenta a sinterização dos corpos de prova e com isso há uma redução da absorção. A temperatura de queima também afeta na absorção, pois segundo SILVA (2006), a queima acima de 1000°C confere ao corpo cerâmico maior dureza, compactação, impermeabilidade, explicando o fato dos corpos cerâmicos queimados a 1100°C terem uma menor absorção.

O estudo realizado sobre o reaproveitamento da lama abrasiva na produção de cerâmica vermelha apresentou resultados significativamente promissores. Alguns resultados como a composição de 10% queimada na temperatura de 1000°C teve uma redução da retração não esperada. Essa disparidade pode ser consequência das dificuldades de leitura do comprimento dos corpos de prova, devido às perdas do material durante o transporte, especialmente as laterais; vale destacar que a mesma composição queimada a temperatura de 1100°C não apresenta interferência nos valores assim como as composições de 20%. Outro ponto é na Perda de Fogo e Tensão de Ruptura a Flexão, que pode ser explicado devido algum erro na formulação dos corpos de provas, possivelmente esses estavam menos úmidos quando foram levados a mufla, ocasionando essa disparidade de resultados. Mesmo com esse problema na porcentagem de 10% ainda é possível verificar a diminuição de massa com o acréscimo do resíduo na composição dos corpos de prova.

5 – CONCLUSÃO

Ao incorporar lama abrasiva proveniente do corte de rochas ornamentais na fabricação de cerâmica vermelha, os corpos de prova tiveram pouca ou insignificante alteração da retração linear e da perda ao fogo; enquanto nas propriedades de absorção e resistência à tensão de ruptura à flexão, os resultados dos testes demonstram que o uso do resíduo é benéfico e melhora a resistência, além de diminuir a absorção, ambos os efeitos desejados para tal produto.

6 – REFERÊNCIAS

1. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 5014: Produtos refratários densos e isolantes – Determinação do módulo de ruptura à temperatura ambiente. Rio de Janeiro, 2012;
2. ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7181: Solo: Análise Granulométrica. Rio de Janeiro, 1983;
3. AGUIAR, M. C. Utilização de resíduo de serragem de rocha ornamental com tecnologia de fio diamantado em cerâmica vermelha. 2012. 133f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro, 2012;
4. CAMPOS, A. R.; RIBEIRO, R. C. C.; CASTRO, N. F.; AZEVEDO, H. C. A.; CATTABRIGA, L. Resíduos: tratamento e aplicações industriais. In: VIDAL, F. W. H.; AZEVEDO, H. C. A.; CASTRO, N. F. (eds.). Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, p. 431-492, 2014;
5. FADINI, P.S. Quantificação de carbono dissolvido em sistemas aquáticos, através da análise por injeção em fluxo. Campinas, 1995. Dissertação de mestrado-Faculdade de Engenharia Civil-Universidade Estadual de Campinas, 1995.
6. SILVA, A. B.; Reaproveitamento da lama de aciaria com baixo teor de ferro metálico na fabricação de cerâmica vermelha. 2006. Dissertação (Mestrado na área de Análise e Seleção de Materiais) – Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, 2006;
7. SOUSA, J. G.; Análise ambiental do processo de extração e beneficiamento de rochas ornamentais com vista a uma produção: aplicação em Cachoeiro de Itapemirim-ES. 2007. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Análise Ambiental) – Faculdade de Engenharia UFJF, Minas Gerais, 2007;