

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DA EXPLORAÇÃO DE ESMERALDA DA SERRA DA CARNAÍBA - BA EM MASSA CERÂMICA PARA PRODUÇÃO DE PEÇAS CERÂMICAS DE REVESTIMENTO

Pedro Alan Araújo Silva¹, Raimison B. de Assis², Beliato S. Campos³, Talita Fernanda C. Gentil⁴, Tércio Graciano Machado⁵

¹Estudante do Curso de Eletromecânica - Instituto Federal da Bahia - Campus Jacobina (IFBA)

² Professor do IFBA - Campus Lauro de Freitas

^{3 e 4} Professora do IFBA – Campus Jacobina

⁵ Professor do IFBA - Campus Jacobina/Orientador

Resumo

A exploração de esmeraldas na Serra da Carnaíba – BA forma grandes volumes de resíduos de esmeralda que são constantemente abandonados no meio ambiente, degradando-o. Os principais constituintes desse resíduo são a mica, feldspato e molibdenita. Um outro fator importante e que vem crescendo nos últimos anos é o interesse no uso de resíduos minerais como aditivo na produção de material cerâmico, tentando aperfeiçoar a qualidade dos produtos e aumentar a variedade de aplicações. Os materiais de revestimento ou placas cerâmicas são aqueles materiais, na forma de placas usados na Construção Civil para revestimento de paredes, pisos, bancadas e piscinas de ambientes internos e externos. Recebem designações tais como: azulejo, pastilha, porcelanato, grês, lajota, piso, dentre outras. A proposta deste trabalho é estudar a incorporação do resíduo da exploração de esmeraldas em massa cerâmica para a produção de placas de revestimento, procurando agregar valor econômico e características estéticas únicas ao produto final. Misturas cerâmicas serão preparadas a partir de matérias primas caracterizadas por fluorescência e difração de raios X (FRX e DRX). Cinco composições serão preparadas utilizando índices de resíduos de esmeraldas de 0%, 10%, 20%, 30% e 40%. As amostras foram preparadas por prensagem numa prensa uniaxial com pressão de 3 MPa, queimadas a 850, 900 e 1000°C e caracterizadas visando estabelecer sua composição mineralógica, absorção de água, porosidade aparente, retração linear e módulo de ruptura à flexão. Testes preliminares sugerem que o resíduo de esmeraldas estudado pode ser incorporado na massa cerâmica com um percentual em torno de 20% em substituição ao feldspato sem comprometimento das propriedades do produto final.

Palavras-chave: Resíduo Mineral; Reciclagem; Revestimento cerâmico

Apoio financeiro: Instituto Federal da Bahia - IFBA.

Introdução

A Construção Civil é o setor responsável por um elevado consumo de recursos naturais, por esta razão, a relevância do desenvolvimento de materiais alternativos que atendam o setor, de forma a reduzir custos e impactos ambientais e absorver os resíduos sólidos. Neste cenário destaca-se a utilização de resquícios provenientes do setor minerário, em virtude do elevado volume de produção e quantia elevada de resíduos gerados em todas as fases do processo produtivo das atividades. (SILVEIRA, 2015)

As placas cerâmicas são constituídas, em geral, de três camadas. A primeira é o suporte ou biscoito. A segunda é o engobe, que tem função impermeabilizante e garante a aderência da terceira camada. E por último o esmalte, uma camada vítrea que também impermeabiliza, além de decorar a face superior do revestimento cerâmico. As principais funções desse revestimento são proteger e decorar. Proteger a base e a estrutura da construção, como os pisos e a parede. E decorar, dando acabamento ao ambiente, proporcionando conforto visual e estético.

Na exploração de esmeraldas na Serra da Carnaíba – BA gera grandes volumes de resíduos de esmeralda que são constantemente abandonados no meio ambiente. Os principais constituintes desse resíduo são a mica, feldspato e molibdenita. Outro fator importante e que vem crescendo nos últimos anos é o interesse no uso de resíduos minerais como aditivo na produção de material cerâmico, tentando aperfeiçoar a qualidade dos produtos e aumentar a variedade de aplicações.

Vários são os impactos socioambientais causados pela extração e beneficiamento de esmeraldas nos garimpos da Serra da Carnaíba, explorados de maneira desordenada e sem estudos prévios e técnicas especializadas. Um deles é o acúmulo de resíduos, lançados aleatoriamente no ambiente (CAVALCANTE, 2010; CALMON, 2004)

A proposta deste trabalho é estudar a incorporação do resíduo da exploração de esmeraldas em massa cerâmica para a produção de placas de revestimento, procurando agregar valor econômico e características estéticas únicas ao produto final. Misturas cerâmicas serão preparadas a partir de matérias primas caracterizadas por fluorescência e difração de raios X (FRX e DRX). Cinco composições serão preparadas utilizando índices de resíduos de esmeraldas de 0%, 10%, 20%, 30% e 40%. As amostras foram preparadas por prensagem numa prensa uniaxial com pressão de 3 MPa, queimadas a 850, 900 e 1000°C e caracterizadas visando estabelecer sua composição mineralógica, absorção de água, porosidade aparente, retração linear e módulo de ruptura à

flexão. Testes preliminares sugerem que o resíduo de esmeraldas estudado pode ser incorporado na massa cerâmica com um percentual em torno de 20% em substituição ao feldspato sem comprometimento das propriedades do produto final.

Metodologia

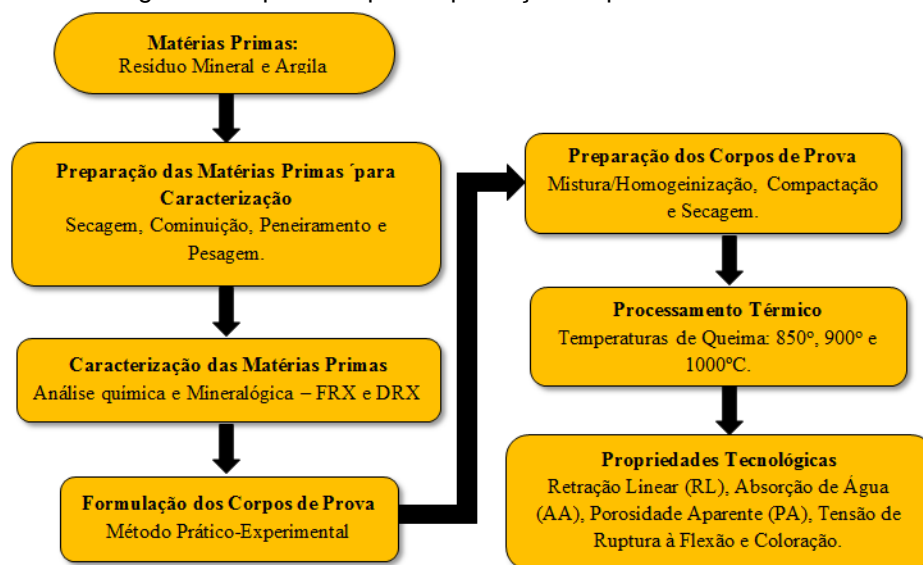
Neste trabalho as matérias primas utilizadas foi uma argila do município de Miguel Calmon – Ba e o resíduo mineral da exploração de esmeralda da Serra da Carnaíba, obtido in locu, dos garimpos da Carnaíba, município de Pindobaçu-BA; respectivamente.

A argila e o resíduo após a coleta passaram pelo processo de secagem em estufa a 57°C durante 24 h. Posteriormente, separadamente, foram cominuídos no moinho de bolas (esferas de aço) durante 30 min. Após essa etapa passaram na peneira de 200 mesh, sendo encaminhados para análise de fluorescência e difração de raios-X.

As formulações utilizadas neste trabalho foram desenvolvidas via procedimento experimental prático, determinando-se um total de 04 (quatro) formulações com percentuais distintos de resíduo mineral e uma formulação com argila, sem resíduo. A escolha deste procedimento se deu devido às características das matérias primas utilizadas, bem como da aplicação das mesmas. Uma análise preliminar foi realizada com o intuito de se reduzir o número de experimentos necessários.

A Figura 1 mostra simplificada da seqüência adotada neste trabalho.

Figura 1 – Fluxograma simplificado para a produção de placas de revestimento cerâmico.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Na formulação das massas cerâmicas é comum se utilizar do Planejamento Experimental e Estatístico com o intuito de diminuir o número de experimentos necessários para a otimização das mesmas. A escolha do procedimento deve-se as características das matérias primas utilizadas, bem como da aplicação das mesmas.

O Quadro I mostra a nomenclatura e composição das formulações adotadas nesse trabalho.

Quadro 1 – Formulações adotadas neste trabalho.

NOMENCLATURA DAS AMOSTRAS	ARGILA (%)	RESÍDUO MINERAL (%)
S	100	00
A	90	10
F	80	20
E	70	30
W	60	40

Fonte: Elaborado pelos autores.

Resultados e Discussão

A argila utilizada neste trabalho (Miguel Calmon – BA) apresenta um $9 < IP < 15$, sendo considerada medianamente plástica. O resíduo mineral, por sua vez, é um material não plástico.

As matérias primas utilizadas neste trabalho passaram pelo processo de peneiramento mecânico, sendo utilizado material particulado com granulometria passante na peneira de 200 mesh.

A Tabela 1 mostra o resultado de fluorescência de raios – X realizado na argila de Miguel Calmon – BA e No resíduo mineral da exploração de esmeraldas da Serra da Carnaíba - Ba.

Tabela 1 – Análise química – FRX das matérias primas.

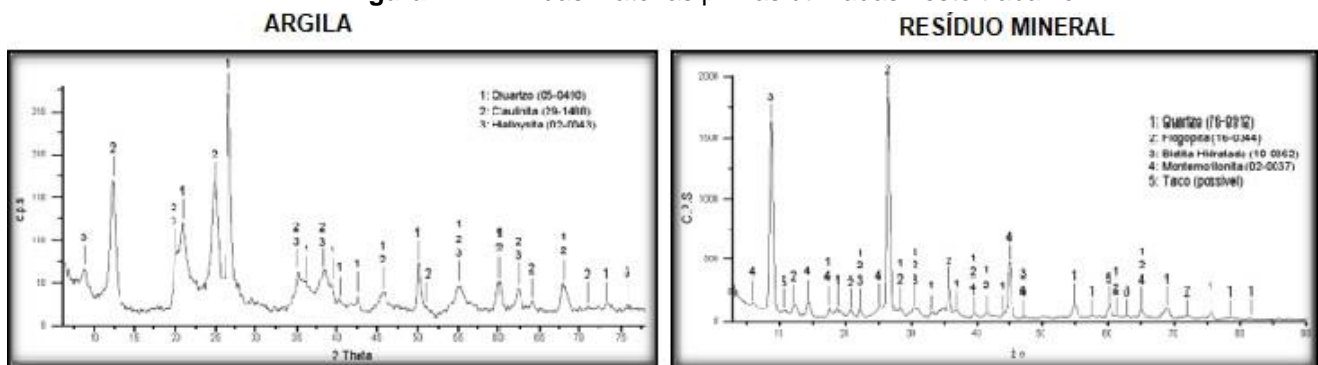
ÓXIDOS	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	SO ₃	CaO	Cl	P ₂ O ₅	CuO	ZrO ₂	Rb ₂ O	Outros	
%	56,14	32,33	1,76	6,41	0,96	1,40	0,22	0,38	0,07	0,07	-	-	-	0,26	Argila
	58,62	25,16	4,30	7,26	1,01	2,40	0,34	-	0,20	0,37	0,06	0,06	0,05	0,17	Resíduo Mineral

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na argila observa-se que o principal óxido presente é o SiO₂ (sílica), com teor de 56,14%, indicando a presença de silicatos (argilominerais, micas e feldspato) e sílica livre, na forma de quartzo, propiciando redução na plasticidade da argila. O outro óxido em maior proporção é o Al₂O₃ com 32,33%, geralmente combinado formando os argilominerais. O feldspato com teor de 1,76% é considerado um fundente e confere resistência mecânica quando queimado entre 950° e 1000°C. O óxido de ferro – Fe₂O₃ possui teor de 6,41%, propiciando uma tonalidade escura na massa cerâmica após a queima. O teor de 1,40% de MgO está associado a presença de dolomita.

No resíduo mineral da exploração de esmeraldas o óxido presente em maior quantidade é óxido de silício – SiO₂, com 58,62%, indicando a presença de silicatos (mica, feldspato), propiciando redução na plasticidade da massa cerâmica, seguido pelo óxido de alumínio – Al₂O₃ com 25,16%, indicando a presença de argilominerais. Apresenta óxido de ferro com 7,26%, fornecendo a tonalidade escura ao resíduo, óxido de potássio – K₂O, com 4,30% e óxido de manganês – MgO, com 2,04%. Os demais óxidos com teores inferiores a 1% são considerados impurezas.

A Figura 2 mostra o difratograma da argila de Miguel Calmon – BA e do resíduo mineral utilizado neste trabalho.

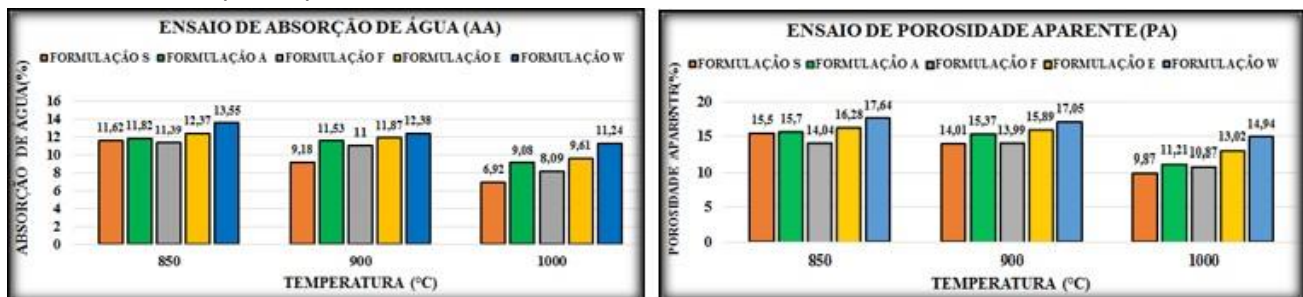
Figura 2 – DRX das matérias primas utilizadas neste trabalho.

Fonte: Elaborado pelo autores.

No difratograma da argila percebe-se a presença de quartzo (SiO₂), caulinita [Al₂Si₂O₅(OH)₄], estando em conformidade com os resultados obtidos na análise por fluorescência de raios-X. A halosita presente indica a presença de dolomita.

No difratograma realizado no resíduo percebe-se a presença da sílica - SiO₂, Biotita e flogopita, estando de acordo com a análise por fluorescência de raios-X.

A Figura 3 mostra os ensaios tecnológicos de absorção de água e porosidade aparente realizados nas amostras após os ciclos térmicos de queima.

Figura 3 – Ensaios tecnológicos de absorção de água e porosidade aparente realizado nas amostras após a queima a 850, 900 e 1000°C, durante 1 h.

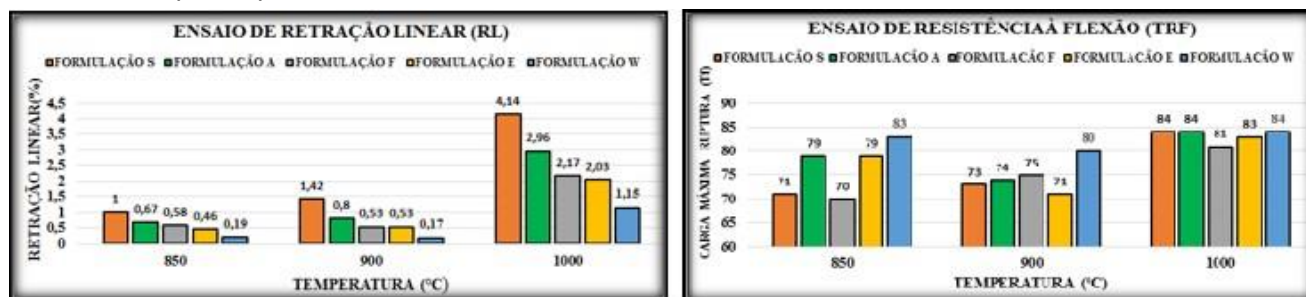
Fonte: Elaborado pelos autores.

Há uma redução na absorção de água com o aumento crescente na temperatura de queima dos corpos cerâmicos, nas formulações estudadas. A maior absorção de água foi verificado nas formulações com 30 e 40% de resíduo na temperatura de 850oC, ficando em torno de 14%, enquanto a menor absorção, em torno de 11%, foi verificado na formulação S na temperatura de 1000oC. Ficou evidenciado que quanto maior o percentual de

resíduo mineral maior será o teor de absorção de água. Notadamente há uma diminuição na porosidade aparente com o aumento na temperatura de queima, possivelmente pela formação de fase líquida.

A Figura 4 mostra os ensaios tecnológicos de retração linear (RL) e Resistência à flexão realizado nas amostras após os ciclos térmicos de queima.

Figura 4 – Ensaios tecnológicos de retração linear (RL) e resistência à flexão (TRF) realizado nas amostras após a queima a 850, 900 e 1000°C, durante 1 h.

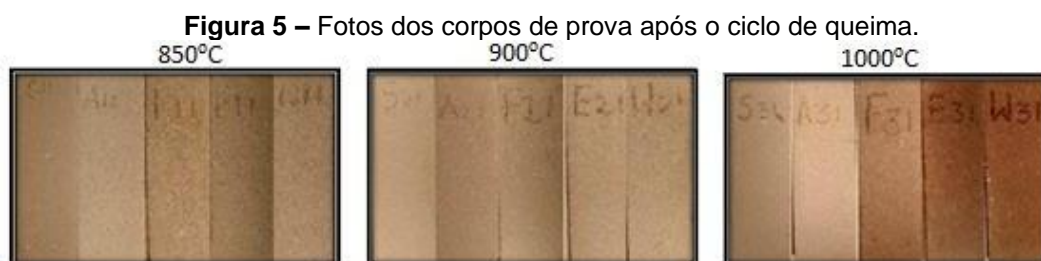


Fonte: Elaborado pelos autores.

Os corpos de prova nas formulações estudadas apresentaram uma diminuição crescente na retração linear com o aumento de temperatura de queima, apresentando os menores valores a 850°C e os maiores a 1000°C. É perceptível que entre 850°C e 900°C as maiores retrações acontecem na argila (formulação S) e na formulação com menor percentual de resíduo (formulação A).

Os maiores valores de resistência à flexão são percebidos nas formulações queimadas na temperatura de 1000°C. No geral, teores elevados de resíduo mineral propiciam redução na resistência das peças cerâmicas.

A Figura 5 mostra foto dos corpos de prova após a queima e suas respectivas tonalidades.



Conclusões

Os resultados obtidos indicam ser interessante a utilização do resíduo mineral da exploração de esmeraldas em massa cerâmica para a produção de placas de revestimento. Comparativamente, as formulações com 10 e 20% de resíduo apresentaram os melhores resultados; atendendo as especificações técnicas, indicando a possibilidade de aplicações diversas em corpos cerâmicos. Além disso, essas peças apresentam brilho dourado devido a oxidação da mica presente no resíduo, sendo este fator estético um ponto interessante para produção de peças de decoração e/ou revestimento; agregando valor ao produto final.

Agradecimentos

Agradecemos ao grupo de pesquisa Automação, Eficiência Energética e Produção do IFBA – Campus Jacobina pelo apoio e suporte técnico no desenvolvimento deste projeto, a PRPGI/IFBA pelo aporte financeiro na apresentação do trabalho e ao Laboratório de Caracterização de Materiais – LCM do IFBA/Campus Salvador pelas análises químicas realizadas.

Referências bibliográficas

CALMON, V. C. A. *et al.* **Problemas ambientais da área urbana e garimpo de esmeralda da Vila de Carnaíba de Cima, Pindobaçu – BA**, 2004. Disponível em: http://sbgeo.org.br/pub_sbg/cbg/2004-ARAXA/04_1078_CALMONVCA.pdf. Acesso em: 01 jul. 2011.

CAVALCANTE, R. F.. **Estudo do potencial de utilização do resíduo da extração de esmeraldas na fabricação de cerâmica de revestimento**. 2010, 103f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal (RN). Disponível em: http://btdt.bczm.ufrn.br/tesdesimplificado/tde_arquivos/10/TDE-2010-06-15T094130Z-2681/Publico/RonaldoFC DISSERT.pdf. Acesso em: 01 jul. 2019.

SILVEIRA, M. D.. **Utilização de resíduos de mineração na construção civil**. Monografia – Especialização em Cosntrução Civil. UFMG/Departamento de Eng. dee Materiais e Construção Civil. Belo Horizonte-MG, 2015.