

INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO MINERAL DA EXPLORAÇÃO DE OURO DE JACOBINA-BA EM MASSA CERÂMICA CAULINÍTICA

Ian Miranda Lago¹, Raimison B. de Assis², Beliato S. Campos³, Talita Fernanda C. Gentil⁴, Jonei Marques da Costa⁵, Tércio Graciano Machado⁶

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

²Professor do IFBA - Campus Lauro de Freitas

^{3, 4 e 5} Professora do IFBA – Campus Jacobina

⁶ Professor do IFBA - Campus Jacobina/Orientador

Resumo

A Primeira Revolução Industrial ocorreu no final do século XVIII, propiciando um avanço na exploração de bens minerais para atender as necessidades crescentes da indústria. Notadamente, com o crescimento populacional mundial houve a necessidade de retirar da natureza um volume cada vez maior desse tipo de recurso. A atividade mineradora e o garimpo promovem impactos diretos na natureza, levando a deterioração do ambiente. Tanto o garimpo quanto a mineração extraem recursos que se encontram no solo ou no subsolo, de onde são retirados diversos tipos de minérios (ouro, prata, minério de ferro, estanho, bauxita e muitos outros). A proposta central deste trabalho é a incorporação do resíduo mineral da exploração de ouro da região de Jacobina – BA em massa cerâmica constituída por argila caulínica de cor branca, propiciando um corpo cerâmico de cor diferenciada. Neste estudo foram preparados quatro grupos de amostras com 5, 10, 15 e 20% de resíduo mineral. A matéria-prima utilizada (resíduo mineral) foi caracterizado por FRX e DRX. As amostras foram compactadas numa prensa uniaxial com pressão de 3 MPa, sendo em seguida identificadas e colocadas numa estufa por 24 h. Em seguida foram queimadas a 850°C, 900°C e 1000°C durante 60 minutos. Após a queima, foram realizados os ensaios tecnológicos de Absorção de Água – AA, Porosidade Aparente – PA, Retração Linear – RL e Carga Máxima de ruptura. As Formulações com 10 e 15% de resíduo apresentaram os melhores resultados.

Palavras-chave: Resíduo Mineral; Ouro; Massa cerâmica Caulínica

Apoio financeiro: Instituto Federal da Bahia - IFBA.

Introdução

A economia na Bahia é diversificada, sendo composta pela produção agropecuária e industrial, pelo extrativismo mineral e pelas atividades de prestação de serviços e de turismo. Um dos destaques é o extrativismo mineral, destacando-se como o maior produtor de cobre, cromita, urânio e magnesita do país; além de apresentar-se como o terceiro Estado que mais extrai ouro no país.

Nos Séculos XVIII e XIX, a exploração dos depósitos auríferos, no Estado da Bahia, teve um notável florescimento, com a garimpagem nas serras de Jacobina e das Almas, nos municípios de Jacobina e Rio das Contas. Apesar da sua importância na balança comercial de bens minerais da Bahia, a exploração de ouro é considerada uma atividade altamente degradante, devido ao grande volume de material que ele movimenta em forma de minério e resíduos.

Segundo Del Carlo (2008), a engenharia moderna é obrigada a trabalhar com três variáveis consideradas como básicas e que foram historicamente ignoradas: responsabilidade ambiental, responsabilidade social e sustentabilidade. De fato, a engenharia deve se aproximar das reais necessidades humanas, principalmente porque a indústria da Construção Civil é protagonista no cenário atual de poluição ambiental.

Em Jacobina a mineradora Yamana Gold, tem grande influência na economia do município gerando empregos de forma direta e indiretamente, sendo uma das principais empresas da região. Essa empresa gera uma quantidade de resíduos minerais provenientes da exploração de ouro corresponde, atualmente, a cerca de 5 mil toneladas/dia. A grande maioria das empresas mineradoras não apresentam nenhuma tecnologia ou aplicação economicamente viável que permitam a reciclagem do resíduo mineral, sendo estes lançados em áreas de recebimento localizadas a “céu aberto”, degradando o meio ambiente. Na cidade de Jacobina a produção mensal é da ordem de 340 kg de ouro, gerando 190.000 toneladas de resíduos sólidos. Segundo a CBPM – Companhia Baiana de Pesquisa Mineral, no 1 trimestre de 2016 a Canadense Yamana Gold produziu 91 mil onças de ouro, correspondendo a uma alta de 26% em relação ao mesmo período do ano de 2015. (CBPM, 2019)

O desenvolvimento da reciclagem vem buscando uma melhoria na qualidade de vida do ponto de vista ambiental, reduzindo assim, os resíduos gerados pela atividade industrial e mineral. No meio empresarial inicia-se a conscientização de que a geração de resíduos gera custos, pois requer seu tratamento e disposição em locais devidamente regulares e apropriados, bem como o seu controle. Sendo assim, as diversas indústrias vêm buscando opções para diminuir os custos visando à redução dos impactos ambientais e o aumento da credibilidade junto o mercado consumidor. (Adaptado de SANTOS, 2008)

A argila utilizada neste trabalho foi a argila Shiro da Cerâmica Pascoal. A cor de queima vai do rosado a

1000°C até branca a 1300°C, quando está sintetizada. A retração linear varia entre 13 e 15% a 1300°C. A Figura 1 mostra a coloração dessa argila em diferentes temperaturas de queima.

Figura 1 – Coloração da argila Shiro em diferentes temperaturas de queima.



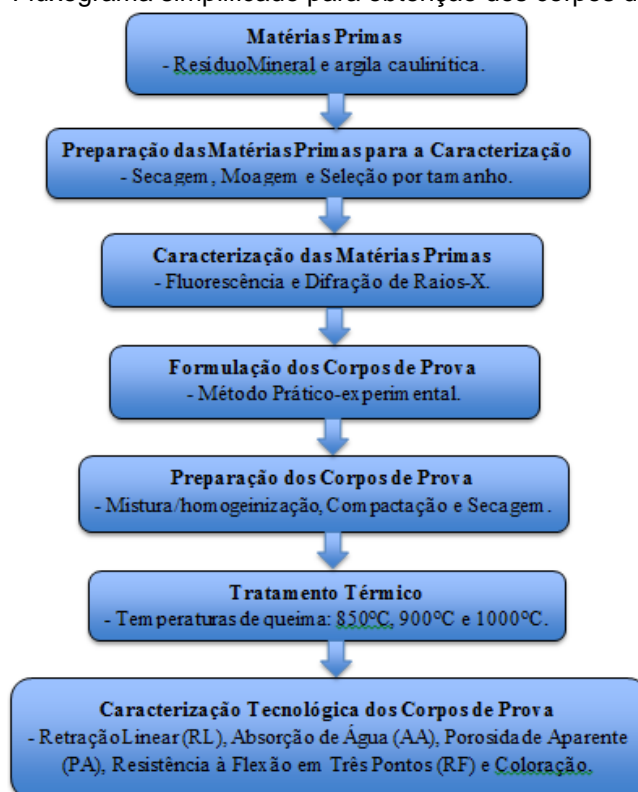
Fonte: Adaptado da CERÂMICA PASCOAL (2019).

O presente trabalho apresenta como proposta central a incorporação do resíduo mineral da exploração de ouro proveniente da lagoa de resíduos em massa cerâmica constituída por argila caulinitica de cor branca propiciando um corpo cerâmico de cor diferenciada. Neste estudo foram preparados quatro grupos de amostras com 5, 10, 15 e 20% de resíduo mineral. As matérias-primas utilizadas (argila e resíduo mineral) foram caracterizadas por FRX e DRX. As amostras foram compactadas numa prensa uniaxial com pressão de 3 MPa, sendo em seguida identificadas e colocadas numa estufa por 24 h. Em seguida foram queimadas a 850°C, 900°C e 1000°C durante 60 minutos. Após a queima, foram realizados os ensaios tecnológicos de Absorção de Água – AA, Porosidade Aparente – PA, Retração Linear – RL e resistência à flexão em três pontos. As Formulações com 10 e 15% de resíduo apresentaram os melhores resultados.

Metodologia

A Figura 1 mostra simplificada o fluxograma da sequência adotada neste trabalho para o desenvolvimento do trabalho proposto.

Figura 1 – Fluxograma simplificado para obtenção dos corpos de provas.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Neste trabalho foi utilizada uma argila de cor clara (Argila Shiro), da Cerâmica Pascoal, e o resíduo da exploração de ouro obtido na empresa Yamana Gold (lagoa de resíduos). Os mesmos foram inicialmente colocados em estufa por 24 horas com temperatura de 57°C, eliminando-se a água superficial presente. Posteriormente foram processados em almofariz com pistilo para desaglomeração do material formado e peneirados numa peneira com malha de 200 mesh, equivalendo a peneira ABNT nº 200. Amostra do resíduo mineral foi encaminhado para análise de fluorescência e difração de raios – X.

A formulação dos corpos de prova foi realizada via procedimento experimental prático, sendo utilizado neste trabalho um total de 04 (quatro) formulações distintas, sendo confeccionado 11 amostras para cada grupo. O Quadro 1 mostra a nomenclatura e composição das formulações adotadas nesse trabalho.

Quadro 1 – Composição e nomenclatura das formulações.

FORMULAÇÕES		
NOMENCLATURA	ARGILA (%)	RESÍDUO MINERAL (%)
L	95	5
O	90	10
V	85	15
E	80	20

Fonte: Elaborado pelos autores.

As amostras foram pesadas (12g cada), umedecidas e misturadas com água destilada (percentual próximo de 10% em peso), adquirindo consistência plástica para o processo de conformação. Em seguida foram colocadas em sacos plásticos, preservando sua umidade, pelo período de descanso de 24 horas.

Após o processo de maturação os corpos de prova foram compactados numa prensa uniaxial com capacidade para 15 toneladas, utilizando uma matriz metálica com dimensões 60 mm x 20 mm x 2 mm. A carga de compactação utilizada foi de 3 kgf/cm², durante 30 segundos.

Após a compactação os corpos de prova foram identificados e colocados para secagem numa estufa elétrica por um período de 24 horas, numa temperatura de 57°C. Os corpos de prova foram queimados nas temperaturas de 850°, 900° e 1000°C, com taxa de aquecimento de 10°C/min.

Resultados e Discussão

A Tabela 1 mostra o resultado de fluorescência de raios – X realizado no resíduo mineral.

Tabela 1 – Análise semi-quantitativa do resíduo mineral da exploração de ouro (Empresa Yamana Gold – Lagoa de Decantação, Jacobina-Ba).

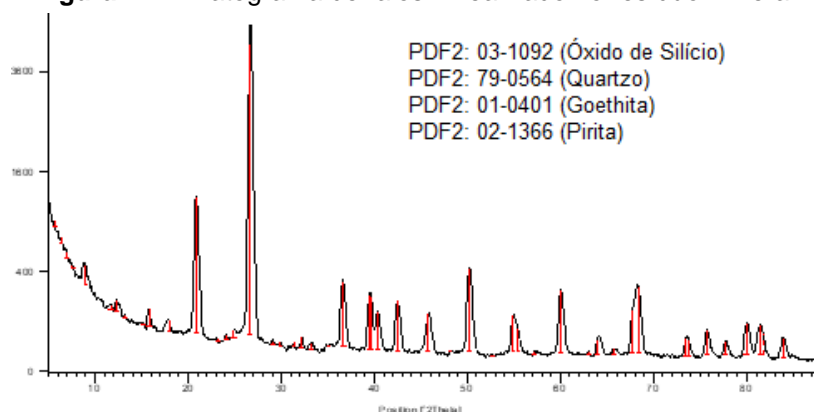
ÓXIDOS	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	SO ₃	TiO ₂	Outros
%	90,80	1,60	3,90	1,40	0,54	1,30	0,19	0,27

Fonte: Elaborado pelos autores.

Observa-se que o principal óxido presente é o SiO₂ (sílica), com teor de 90,80%, indicando a presença de silicatos (argilominerais, micas e feldspato) e sílica livre, na forma de quartzo, propiciando redução na plasticidade. O outro óxido em maior proporção é o Al₂O₃ com 3,90%, geralmente combinado formando os argilominerais. O feldspato com teor de 0,54% é considerado um fundente e confere resistência mecânica quando queimado entre 950° e 1000°C. O óxido de ferro – Fe₂O₃ possui teor de 1,60%, propiciando uma tonalidade mais escura na massa cerâmica após a queima. O teor de 1,40% de MgO está associado a presença de dolomita.

A Figura 2 mostra o resultado do DRX realizado no resíduo mineral da exploração de ouro em Jacobina-BA, estando em conformidade com a fluorescência de raios-X

Figura 2 – Difratoograma de raios-X realizado no resíduo mineral.

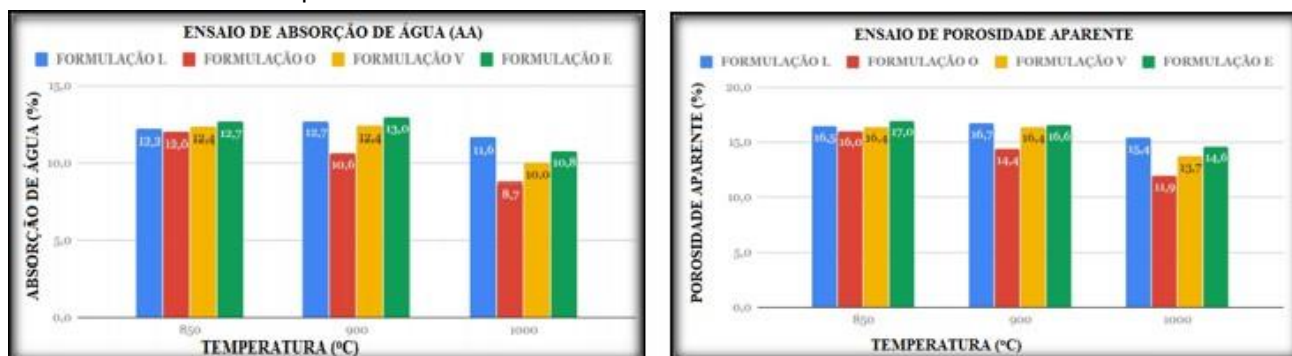


Há uma redução na absorção de água com o aumento crescente na temperatura de queima dos corpos cerâmicos, nas formulações estudadas. A maior absorção de água foi verificado nas formulações com 15 e 20% de resíduo na temperatura de 850°C, ficando em torno de 12%, enquanto a menor absorção, em torno de 8,7%, foi verificado na formulação O na temperatura de 1000°C. Ficou evidenciado que quanto maior o percentual de resíduo mineral, em temperaturas abaixo de 900°C, maior será o teor de absorção de água.

Os resultados do ensaio de porosidade aparente nos corpos de prova das formulações estudadas estão em conformidade com os resultados de absorção de água e retração linear de queima. Notadamente há uma diminuição na porosidade aparente com o aumento na temperatura de queima, possivelmente pela formação de fase líquida. Na faixa entre 900°C e 1000°C, a redução maior na porosidade ocorre na formulação com maior teor de resíduo mineral (formulação E).

A Figura 4 mostra o resultado dos ensaios de Absorção de Água (AA) e Porosidade Aparente (PA), com desvio padrão de no máximo 0,8%, realizado nas amostras nas diferentes temperaturas de queima.

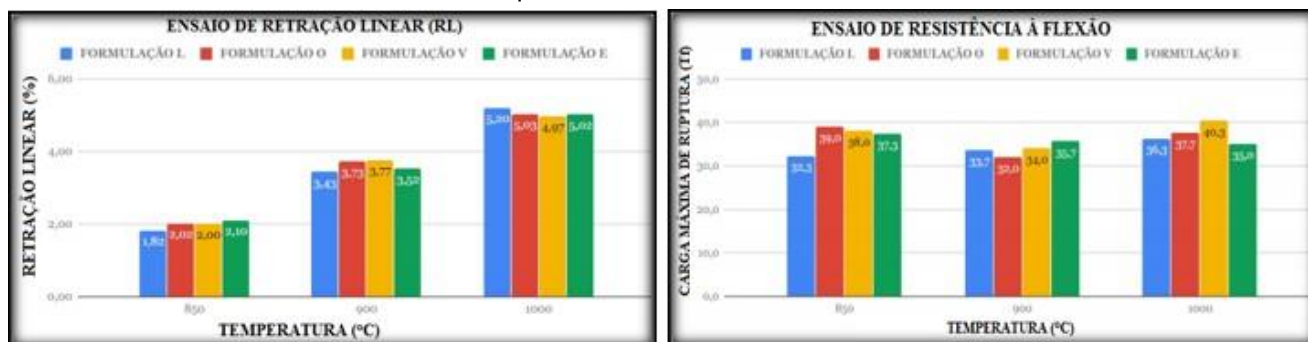
Figura 4 – Gráficos da Absorção de Água e Porosidade Aparente realizado nas amostras, nos diferentes Ciclos de queima.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 5 mostra o resultado dos ensaios de Retração Linear (RL) e Carga Máxima Aplicada, com desvio padrão de no máximo 0,3%, realizado nas amostras nas diferentes temperaturas de queima.

Figura 5 – Gráficos da Retração Linear (RL) e Carga Máxima Aplicada realizado nas amostras, nos diferentes Ciclos de queima.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Percebe-se que quanto maior a temperatura de queima, maior será a retração linear, apresentando os menores valores a 850°C e os maiores a 1000°C. É perceptível que as maiores retrações acontecem na formulação com maior percentual de resíduo ou próximo a este.

Os maiores valores de Carga Máxima são percebidos nas formulações com menor quantidade de resíduo, estando em conformidade com os resultados tecnológicos anteriores.

Conclusões

Os resultados obtidos indicam ser interessante a utilização do resíduo mineral da exploração de ouro em massa cerâmica para a produção de blocos cerâmicos. Comparativamente, a formulação com 10 de resíduo apresentou os melhores resultados, embora as formulações com 15 e 20 apresentaram resultados satisfatórios; atendendo as especificações técnicas de absorção de água e porosidade aparente, indicando a possibilidade de aplicações diversas em corpos cerâmicos (telhas e blocos cerâmicos). O produto final obtido apresentou coloração laranja, apresentando boa aceitação local e regional.

Agradecimentos

Agradecemos ao grupo de pesquisa Automação, Eficiência Energética e Produção do IFBA – Campus Jacobina pelo apoio e suporte técnico no desenvolvimento deste projeto.

Referências bibliográficas

CBPM - Companhia Baiana de Pesquisa Mineral. **Produção de ouro da Yamana no Brasil cresce 26% no 1º trimestre Mineração**. [online]. 2011. Disponível em: http://ibram.org.br/150/15001002.asp?ttCD_CHAVE=150346. Acesso em: 17 Maio. 2019.

DEL CARLO, U.. **Cultura sustentável**. Revista Técnica. Ed. 133. São Paulo: PINI, 2008, p. 22-28.

SANTOS, M. L. L. de O.. **Aproveitamento de resíduos minerais na formulação de argamassas para a construção civil**. 2008. 165 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais)-Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.