

FORMULAÇÃO DE MASSA CERÂMICA UTILIZANDO RESÍDUO DA EXPLORAÇÃO DE OURO

P. H. B. Vieira, peedro.amands@gmail.com¹

L. O. Matos, Laviniamattos21@gmail.com¹

Y. E. Silva, yarleyemmanuel@outlook.com¹

T. G. Machado, tercio@ifba.edu.br¹

P. N. Medeiros, patricianmedeiros@gmail.com¹

¹Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia da Bahia, IFBA, BA, Brasil.

Resumo: Nos dias atuais existe uma grande preocupação do setor industrial com a disposição dos resíduos gerados no decorrer dos processos. A exploração dos recursos naturais quando não controlada, pode provocar desequilíbrios ecológicos com sérias consequências, causados principalmente pela extração indiscriminada dos recursos naturais e pelo descarte de resíduos industriais. O descarte desses resíduos ocasiona um impacto ambiental negativo, que justifica o desenvolvimento de pesquisas a fim de soluções viáveis. Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo estudar a incorporação de resíduos da exploração de ouro na argila retirada na cidade de Morro do Chapéu-BA para formulações de massas cerâmicas. Para caracterização da argila, foram empregadas análise química (fluorescência de raio-x) e mineralógica (difração de raio-x). As formulações foram preparadas com 5, 10, e 15% de resíduo. Os corpos de prova foram compactados a 25MPa e sinterizados nas temperaturas de 900, 1000°C. Foram realizados ensaios tecnológicos nos corpos de prova obtidos, como perda ao fogo, retração linear de queima, absorção de água, porosidade aparente e massa específica aparente. Os resultados obtidos indicaram a relevância e a eficiência na utilização de resíduos em processos cerâmicos, diminuindo o impacto ao meio ambiente e mantendo o desempenho do produto em alta qualidade.

Palavras-chave: argila, resíduo de ouro, massa cerâmica, formulação, qualidade.

1. INTRODUÇÃO

Por muito tempo, a extração de substâncias minerais se utilizou de técnicas e ferramentas rudimentares, assim como nas etapas posteriores de tratamento e beneficiamento. A geração de rejeitos e os impactos decorrentes de sua disposição no meio ambiente eram consideradas desprezíveis, resultando em descartes diretamente na natureza. Como consequência da grande geração de resíduos surgiu a necessidade de removê-los das áreas de produção para outros locais, geralmente próximos a cursos d'água, sendo essas barragens responsáveis pela geração de um grande impacto ambiental. As práticas de disposição de resíduos permanecem inalteradas e, como resultado, mais resíduos estão sendo destinados de forma errônea. Assim, é extremamente necessárias medidas para resolver este problema e, uma das resoluções possíveis é a utilização desses resíduos nas formulações com cerâmica (Ibram, 2016).

Analisando a possibilidade de reaproveitamento dos resíduos sólidos gerados como matéria-prima para a formulação de um novo produto é possível compatibilizar resíduos para compor massas com grande potencial de aplicação e, com respeito ao meio ambiente, dentro dos limites requeridos pelas normas de certificação da cerâmica. Dessa forma, ocorre uma tendência nas indústrias brasileiras de revestimento cerâmico ao longo dos últimos anos, uma série de investimentos em todos os seus departamentos, tendo como objetivo tornar-se competitiva, no acirrado mercado interno, apresentando o ponto de vista ecológico (Modesto *et al*, 2003).

Partindo deste viés, o propósito deste trabalho é desenvolver um material cerâmico a partir do aproveitamento de resíduos da exploração de ouro mediante a composição com argila, através do estudo de novas formulações para aplicação em cerâmica estrutural, bem como caracterizar as cerâmicas obtidas, avaliando o seu potencial de emprego industrial.

2. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

As matérias-primas utilizadas foram a argila do município de Morro do Chapéu-BA e o resíduo da exploração de ouro de uma mineradora do município de Jacobina-BA. Foram preparadas alíquotas das matérias primas para caracterização, sendo as mesmas submetidas às análises química e mineralógica pelas técnicas de fluorescência de raios-x (FRX) e

difração de raios-x (DRX), respectivamente. As etapas de preparação das amostras estão ilustradas no fluxograma da Figura 1.

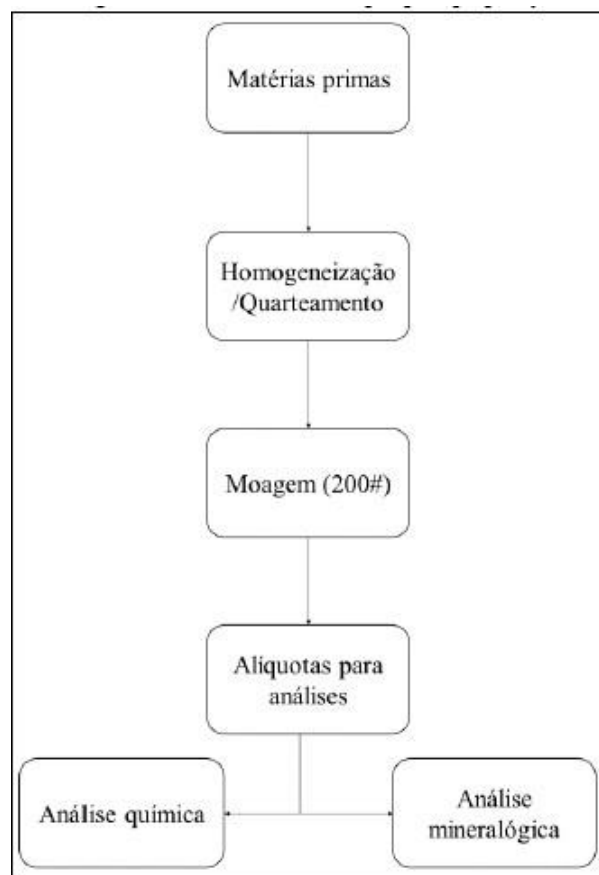


Figura 1. Fluxograma das etapas do procedimento.

Após as análises das matérias primas, foram preparadas as formulações com diferentes proporções, a fim de avaliar a quantidade ideal para incorporação do resíduo do ouro na argila. A tabela 1 mostra as formulações A, B, C e D com as suas devidas proporções.

Tabela 1. Formulações com as porcentagens da mistura de materiais.

	A	B	C	D
Argila	100%	95%	90%	85%
Resíduo	-	5%	10%	15%

Foram confeccionados 24 corpos de prova compactados em uma matriz 60x20mm com uma pressão de 25 MPa. Logo após, foram sinterizados nas temperaturas de 900, 1000°C, com taxa de aquecimento de 10°C/min e patamar de queima de uma hora após atingir temperatura desejada. Foram realizados também os ensaios tecnológicos, como absorção de água, porosidade aparente, massa específica aparente, resistência à flexão, a fim de verificar as propriedades e aplicação da massa cerâmica desenvolvida.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise Química

As Tabelas 2 e 3 mostram os resultados da fluorescência de raios-x da argila e do resíduo da exploração de ouro, respectivamente.

Tabela 2. FRX da argila.

Óxidos	Quantidade (%)
SiO₂	54,87
Fe₂O₃	7,32
Al₂O₃	32,38
K₂O	1,76
MgO	1,50
TiO₂	1,06
CaO	0,46
P₂O₅	0,08
Cl	0,08
ZrO₂	0,166
SO₃	0,25

Tabela 3. FRX do resíduo da exploração de ouro.

Óxidos	Quantidade (%)
SiO₂	90,8
Fe₂O₃	1,6
Al₂O₃	3,9
K₂O	0,54
MgO	1,4
TiO₂	0,19
SO₃	1,3

O resultado da análise química na argila mostrou que o óxido encontrado em maior quantidade é a sílica (SiO₂), com 54,87%. Em seguida, encontra-se o óxido de alumínio (Al₂O₃), que está presente na argila com um percentual de 32,38%. Esse óxido é responsável por apresentar propriedades refratárias e proporcionar plasticidade a esse material (Machado, 2012).

O óxido de ferro (Fe₂O₃), num percentual de 7,32%, é responsável por proporcionar uma coloração avermelhada ou amarelada na argila com o aumento de temperatura de queima. O óxido de ferro também reduz a plasticidade, diminui a retração, facilita a secagem e propicia a diminuição na resistência mecânica, mas, o pouco que funde durante a queima, proporciona dureza ao vitrificado (Silva, 2019).

A fluorescência obtida para o resíduo mostrou um grande percentual de sílica (SiO₂), com 90,8%. Esse óxido apresenta características como: alta refratariedade, baixa condutividade térmica, resistência a ataque químico e variações térmicas, tendo grande aplicação como matéria prima na produção de materiais cerâmicos (Sobrosa, 2014).

3.2 Análises Mineralógicas

As Figuras 2 e 3 mostram os difratogramas obtidos para a argila e para o resíduo da exploração de ouro.

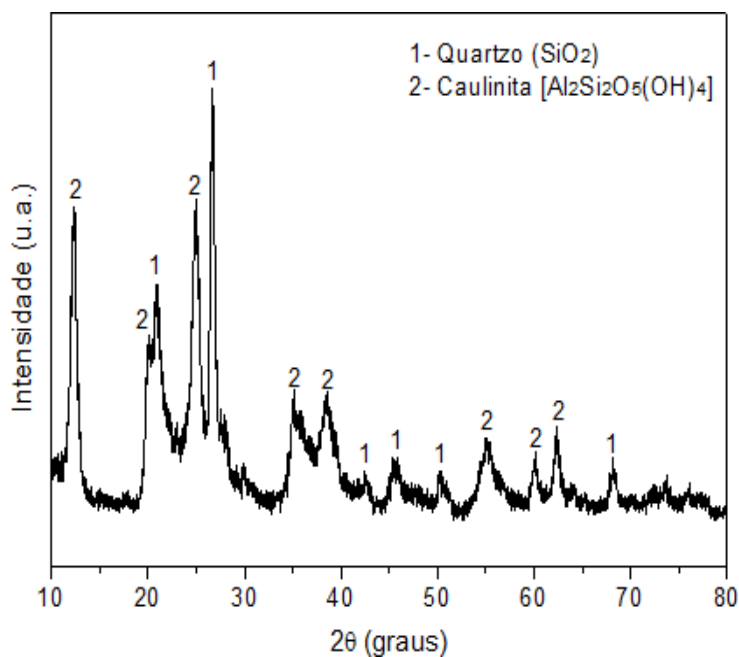


Figura 2. DRX argila.

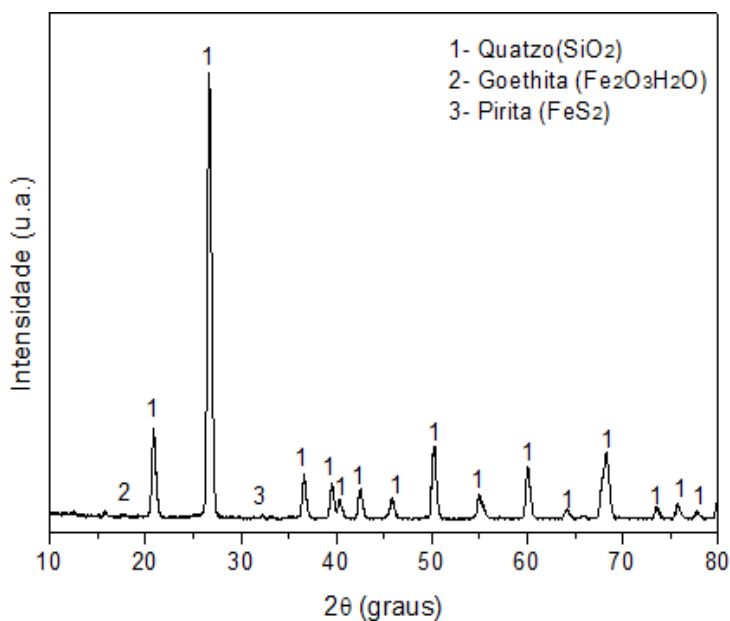


Figura 3. DRX do resíduo de ouro.

De acordo com o os resultados da análise mineralógica para a argila foram identificados os minerais Quartzo (SiO_2), e Caolinita [$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$], estando em conformidade com os resultados obtidos na análise por Fluorescência de Raios-X. O difratograma obtido para o resíduo indica a presença de Quartzo (SiO_2), Goethita ($\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$) e Pirita (FeS_2), mostrando coerência com os resultados de FRX.

3.3 Ensaios Tecnológicos

As figuras de 4 a 5 mostram os resultados dos ensaios de perda de massa ao fogo, retração linear de queima, absorção de água, porosidade aparente e massa específica aparente, respectivamente, feito nas formulações A, B, C e D.

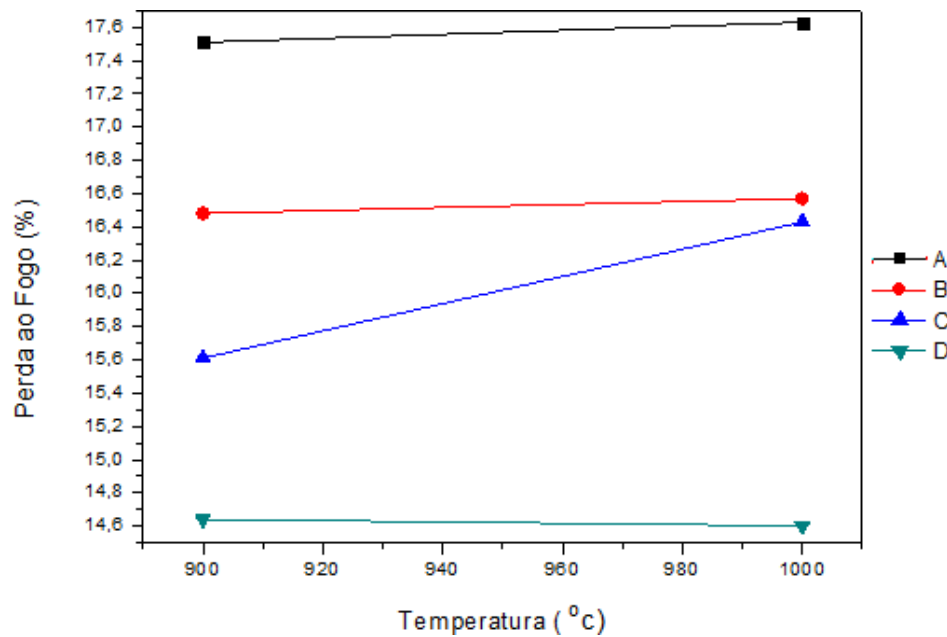


Figura 4. Ensaio de Perda de Massa ao Fogo.

O resultado da figura 4, demonstra que a formulação A, a qual não possui resíduos de ouro, foi a que sofreu maior perda ao fogo, com valores entre 17,40% e 17,60%. Demonstra também que, quanto maior porcentagem de resíduo nas formulações, menores são os percentuais de perda ao fogo, sendo que a formulação D apresentou menor perda de fogo, por ter maior quantidade de resíduo de ouro. Observa-se em geral que não ocorreu grande variação na porcentagem de perda ao fogo com o aumento da temperatura de queima, de 900 a 1000°C.

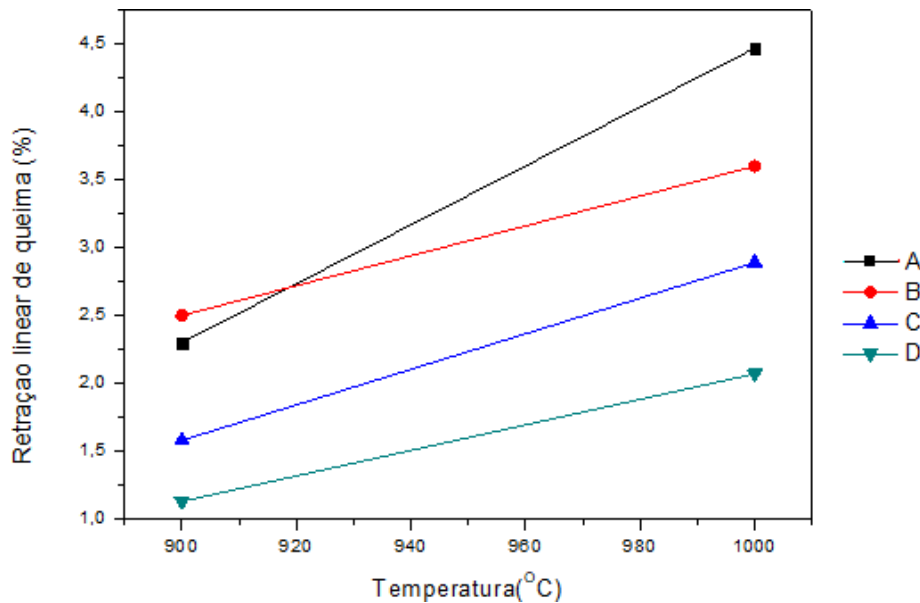


Figura 5. Ensaio de Retração Linear de Queima.

De acordo com a figura 5, é perceptível que com o aumento da temperatura de queima ocorre um aumento da taxa de retração linear em todas as formulações. Os resultados obtidos demonstram que a incorporação do resíduo na argila contribuiu para uma diminuição na porcentagem de retração linear, onde a formulação D possui a menor taxa de retração tanto na temperatura de 900 como 1000°C.

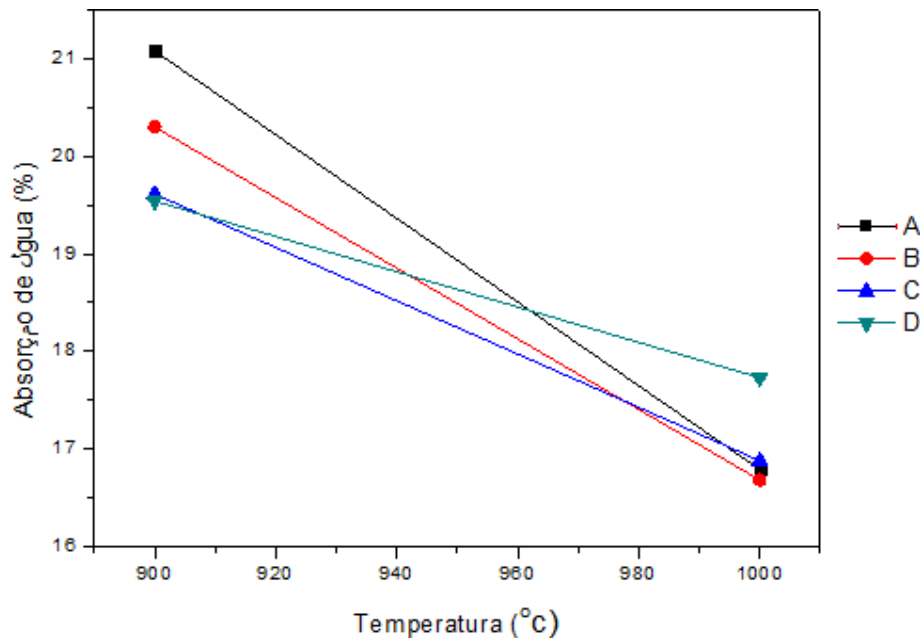


Figura 6. Ensaio de Absorção de Água.

A partir dos resultados obtidos na figura 6, percebe-se a grande variação da absorção de água em função do aumento de temperatura. Na temperatura de 1000°C, as formulações A, B e C apresentaram as menores taxas de absorção de água com os valores de 16,79, 16,68 e 16,88%, respectivamente. Na temperatura de 900°C, as formulações A e B apresentaram os maiores valores de absorção, sendo 21,08% para A e 20,30% para B.

As normas da ABNT 15270-1, 15270-2 e 15310, de 2005, que são responsáveis pela normalização de blocos e telhas, definem que para o produto cerâmico ser do tipo telha a taxa de absorção de água deve ser no máximo de 20% e para tijolo deve ter a taxa de absorção de água de no mínimo 8% e máximo de 22%. Sendo assim, de acordo com as normas, todas as formulações desenvolvidas podem ser utilizadas para fabricação de blocos e telhas, em temperatura de queima de 1000°C. Já para queima a 900°C as formulações C e D podem ser utilizadas para telhas e tijolos, enquanto que as formulações A e B apenas para tijolos.

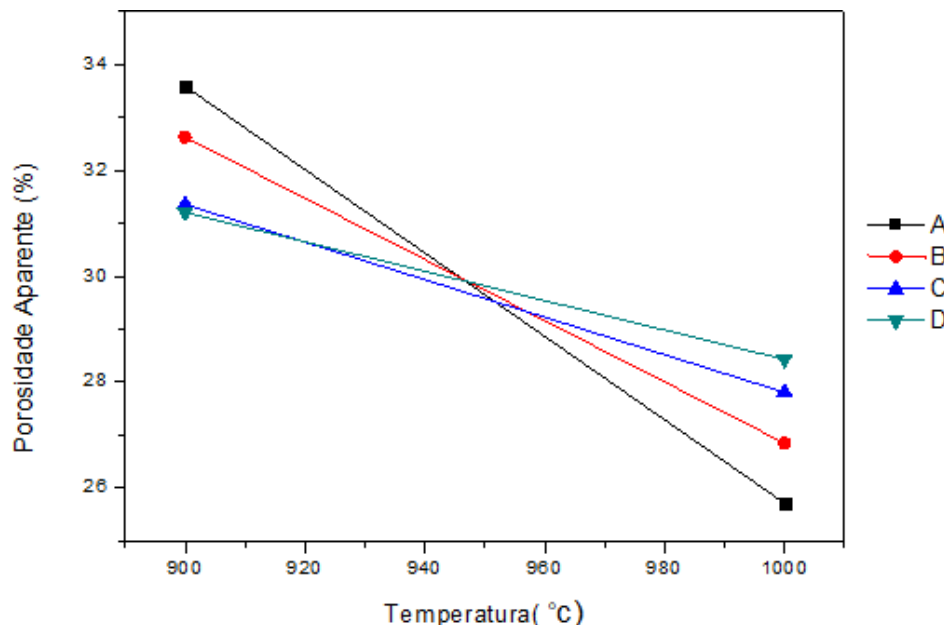


Figura 7. Ensaio de Porosidade Aparente.

Na figura 7, a porosidade aparente apresenta grandes variações em função das temperaturas 900°C e 1000°C. Na temperatura de 900°C a porosidade é menor nas formulações que contêm as maiores quantidades de resíduo, sendo a formulação D a que mostrou menor taxa de porosidade nesta temperatura. Já na temperatura de 1000°C ocorreu o inverso, sendo os menores valores de porosidade atribuídos às formulações com menores quantidades de resíduo.

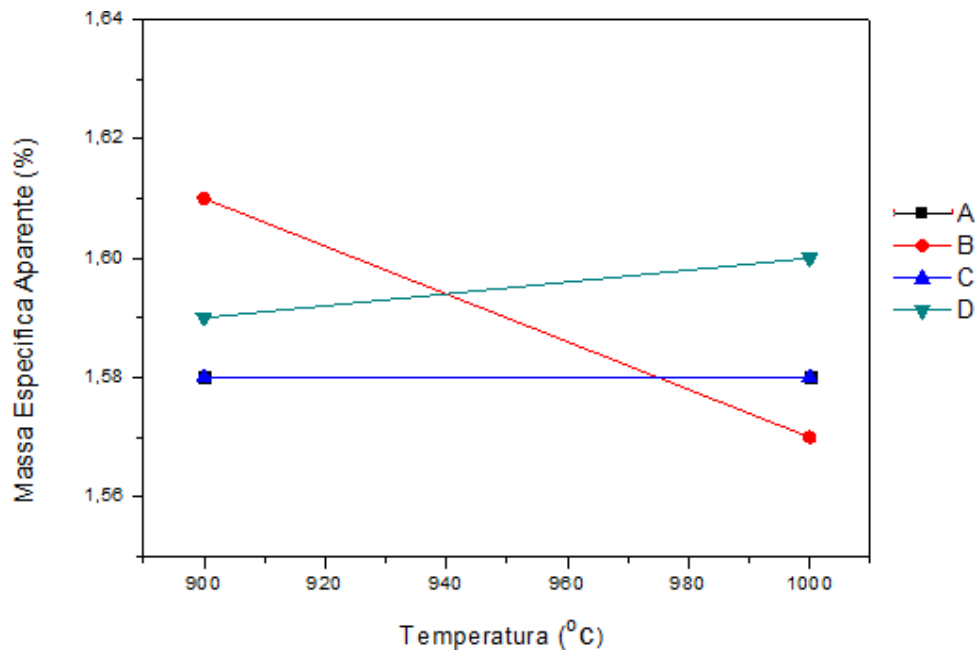


Figura 8. Ensaio de Massa Específica Aparente.

Na figura 8, percebe-se que formulação B varia sua massa específica aparente entre as temperaturas 900°C e 1000°C obtendo menores valores em 1000°C. A formulação A e C mantém seu percentual sem diferenças nas duas temperaturas de queima, já para a formulação D ocorre um aumento da massa específica com a elevação da temperatura de 900°C para 1000°C.

4. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos no presente trabalho, pode-se afirmar que é possível a fabricação de materiais cerâmicos com a incorporação do resíduo da exploração do ouro.

Analisando-se os dados obtidos nos ensaios de absorção de água e porosidade aparente, a formulação B, com 5% de resíduo, foi a que apresentou melhores resultados à 1000°C.

Todas as formulações desenvolvidas e queimadas na temperatura de 1000°C apresentaram valores de absorção de água abaixo de 20% e acima de 8%, indicando que podem ser utilizadas para fabricação de telhas (Norma ABNT 15.310) e blocos (Norma ABNT 15.270).

5. REFERÊNCIAS

- Ibram. Gestão e Manejo de Rejeitos da Mineração/Instituto Brasileiro de Mineração; organizador, Instituto Brasileiro de Mineração. 1.ed. - Brasília: IBRAM, 2016.
- Machado, G. Estudo da adição de resíduo de scheelita em matriz cerâmica: formulação, propriedades físicas e Microestrutura. Tese (Doutorado). UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, p. 144. 2012.
- Modesto, C, Bristot, V, Menegali, G, Debrida, A, Mazzucco, M, Mazon, A, Borba, G, Virtuoso, J, Gastaldon, M, Novaes De Oliveira, A. P. Obtenção e Caracterização de Materiais Cerâmicos a partir de Resíduos Sólidos Industriais, Cerâmica industrial, Cocal do Sul-Santa Catarina, v.8, n.4, p 14-18, julho/agosto, 2003.
- Silva, F. D. D. Estudo da reutilização do resíduo industrial de mármore e granitos na indústria cerâmica e na construção civil, 2009.
- Sobrosa, F. Z. Desenvolvimento de materiais cerâmicos refratários com adição de sílica residual proveniente da queima da casca de arroz. Dissertação (Mestrado). Unipampa – Universidade Federal do Pampa. Alegrete, p. 128. 2014.

6. RESPONSABILIDADE AUTORMAL

Os autores Pedro Henrique Vieira, Lavínia Matos, Yarley Silva, Tércio Machado e Patrícia Medeiros são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

CERAMIC MASS FORMULATION USING GOLD EXPLOITATION RESIDUE

P. H. B. Vieira, peedro.amands@gmail.com¹

L. O. Matos, Laviniamattos21@gmail.com¹

Y. E. Silva, yarleyemmanuel@outlook.com¹

T. G. Machado, tercio@ifba.edu.br¹

P. N. Medeiros, patricianmedeiros@gmail.com¹

¹Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia da Bahia, IFBA, BA, Brasil.

Abstract: Nowadays there is a great concern of the industrial sector with the disposition of the residues generated during the processes. Exploitation of natural resources when uncontrolled can cause ecological imbalances with serious consequences, caused mainly by the indiscriminate extraction of natural resources and the disposal of industrial waste. The disposal of these wastes causes a negative environmental impact, which justifies the development of research for feasible solutions. In this context, the present work has the objective to study the incorporation of residues from the gold exploration in the clay removed in the city of Morro do Chapéu-BA for formulations of ceramic masses. To characterize the clay, chemical analysis (x-ray fluorescence) and mineralogical analysis (x-ray diffraction) were used. The formulations were prepared with 5, 10, and 15% residue. The specimens were compacted at 25MPa and sintered at temperatures of 900, 1000 ° C. Technological tests were carried out on the test specimens obtained, such as fire loss, linear burning retraction, water absorption, apparent porosity and apparent specific mass. The results indicated the relevance and the efficiency in the use of residues in ceramic processes, reducing the impact to the environment and maintaining the performance of the product in high quality.

Keyword: clay, gold residue, ceramic mass, formulation, quality.