

FORMULAÇÃO DE MASSAS CERÂMICAS PARA FAIANÇA A PARTIR DE REJEITOS DE CAULIM E DE GRANITO

A. L. Medeiros; E. Harima; P. N. Medeiros; C.C. Silva, A. C. S. Costa

Rua: Maia Neto 20; Natal-RN; Bairro: Capim Macio; CEP:5908050; E- mail:

amandinha_lucena@hotmail.com

CEFET-RN, Av. Senador Salgado Filho. Tirol. CEP: 59015-000, (84) 40052713

RESUMO

Este projeto tem como objetivo principal avaliar a viabilidade técnica de utilização dos rejeitos de caulim e de granito como matérias prima na formulação de massas cerâmicas para faiança na fabricação de peças decorativas e aparelhos de jantar. Para formulação de massas cerâmicas para faiança serão substituídos o feldspato e o quartzo da massa pelos rejeitos, mantendo 30% de argila em todas as formulações. As três formulações preparadas tiveram variações apenas nas proporções de rejeitos de caulim e de granito. Essas matérias primas foram moídas via úmida e peneiradas na malha 200 mesh. Os corpos de provas foram confeccionados por compactação uniaxial com pressão de 20 MPa. Esses corpos de provas foram sinterizados entre 1100°C e 1200°C, com patamar de sinterização de 1 hora. Os ensaios realizados foram de absorção de água, densidade e porosidade aparente e resistência à flexão.

Palavras-chaves: faiança, massa cerâmica, rejeito de caulim, rejeito de granito.

1. INTRODUÇÃO

A faiança é um tipo de cerâmica branca, que possui na sua composição uma massa menos rica em caulim do que a porcelana. A faiança difere da porcelana por empregar matérias-primas menos puras, podendo incluir rochas ornamentais como granitos, pegmatitos e filito como fundentes, bem como fundentes a base de carbonatos. Conseqüentemente os produtos cerâmicos do tipo faiança apresentam maior porosidade e menor resistência, por isso precisam ser vitrificados posteriormente ⁽¹⁾.

A porcelana é muito limitada em termos de cores, sendo basicamente utilizada na cor branca. Porém o branco da porcelana não é tão vivo quanto à tonalidade de branco que se consegue na faiança, tendendo para o cinza. Por outro lado, a faiança proporciona uma intensidade e um brilho único em cerâmica ⁽²⁾.



Figura1- Faiança (imagem extraída de <http://duocozi.com/loja2/images/DSC03286.jpg>)

A faiança compreende um dos mais complexos sistemas cerâmicos, tanto do ponto de vista da composição das matérias como de alguns aspectos do processo de fabricação. A faiança comercial é composta de uma grande variedade de composições como massa triaxiais (argila,quartzo e feldspato), massas calcáreas constituídas de argila,quartzo e calcita ou dolomita, podendo conter ou não filito. Ou ainda mescla das duas composições, podendo estar presente ou não o talco ou outras matérias-primas ⁽³⁾. Os principais constituintes encontrados em peças cerâmicas do tipo faiança são mulita,quartzo e fase vítrea.

A argila plástica deve ser adicionada à formulação para dar plasticidade a massa e resistência ao manuseio nas peças a verde e a seca, além de ser fonte de alumina e sílica. No entanto, deve-se adicionar pequena quantidade para evitar a perda de alvura na sinterizada ⁽⁴⁾.

A calicita é um fundente muito potente utilizado na composição de massas de baixa e média temperatura.

O feldspato na composição da faiança tem a função de atuar como fundente, viabilizando a sinterização via a fase líquida. Os feldspatos normalmente usados em cerâmicas são os feldspatos potássicos e os feldspatos sódicos. O feldspato potássico historicamente é o fundente mais utilizado nas indústrias de cerâmica branca, pois ao fundir gera um líquido com mais viscosidade que o feldspato sódico ⁽⁵⁾.

O quartzo é o responsável pela formação do esqueleto da faiança, participa na formação da microestrutura de várias formas. Por ser a fração mais grosseira das partículas na composição da faiança diminui a retração durante a secagem, evitando assim o trincamento. Durante quase todo o processo de queima a reatividade do quartzo permanece baixa, ajudando assim a prevenir a deformação do corpo ⁽⁶⁾.

O Brasil é o segundo maior produtor de caulim do mundo, e junto com os Estados Unidos, que detêm mais de 80% de reserva mundial de caulim de valor econômico ⁽⁷⁾. Também, o Brasil é um dos maiores produtores exportadores de rochas ornamentais do mundo ⁽⁸⁾.

O caulim é formado essencialmente pela caulinita, apresentando em geral, aparência branca ou quase branca devido ao baixo teor de ferro. O caulim é utilizado principalmente na indústria de papel, de catálise, farmacêutica, de fertilizantes, além de ser empregado na indústria cerâmica, particularmente na de sanitários, isolantes, cerâmica branca e refratários ⁽⁹⁾.

Na região Nordeste, as principais indústrias mineradoras de caulim estão instaladas na região da Província Pegmatítica de Borborema do Seridó, localizada nos municípios do Equador (RN) e Junco do Seridó (PB). Essas mineradoras chegam a perder até 75% de caulim durante o beneficiamento ⁽¹⁰⁾. Essa grande perda é causada principalmente pela má eficiência no processo de moagem e seleção do material ⁽¹¹⁾.

A região também possui uma grande concentração de indústrias de beneficiamento de granito, reponsáveis pela comercialização de milhares de toneladas de peças beneficiadas por ano e com forte importância econômica em vários estados ⁽¹²⁾.

Estima-se que hoje, o percentual do desperdício no processo de mineração de pedras ornamentais chega a 40%. No processo de serragem, pode-se perder até 30% dos blocos, além de outras falhas ⁽¹³⁾.

A produção industrial de rochas ornamentais, bem como o beneficiamento de caulim, gera grande quantidade de rejeitos que são depositados no meio ambiente, provocando desequilíbrio para a fauna e flora, além de contaminarem diretamente os rios e o próprio solo,preocupando as autoridades e a população.

A realização de uma atividade que tenha a incorporação de resíduos industriais em produtos cerâmicos é também uma alternativa tecnológica para reduzir os impactos ambientais já que essas empresas são responsáveis pela liberação de centenas de toneladas de resíduos que podem causar efeitos danosos à saúde humana, devido ao descarte indiscriminado de resíduos na natureza ⁽¹⁴⁾.

Trabalhos reportados na literatura têm demonstrado o potencial da utilização de resíduos de rochas ornamentais ^(8,15,16 e 17) e dos rejeitos de caulim ^(8 e 11) na fabricação de produtos cerâmicos. No entanto nenhum trabalho foi realizado utilizando a incorporação desses dois rejeitos na formulação de massas cerâmicas, muito menos para aplicação em faiança com substituição do feldspato e do quartzo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 MATERIAIS

Para realização deste trabalho foram utilizadas três matérias-primas: argila plástica, rejeito de caulim e rejeito de granito. A argila é proveniente da região de Boa Saúde/RN, de cor cinza clara. O rejeito de caulim é proveniente da região do Equador/Junco do Seridó, na divisa dos estados de PB/RN, enquanto que o rejeito de granito é da região de Currais Novos/RN.

Foram preparadas 3 formulações para fabricação da massa cerâmica para faiança, mantendo o teor fixo de argila, conforme a tabela abaixo:

Tabela de composições de massas cerâmicas (% em massa)

Matérias-primas	FA	FB	FC	FP
Argila	30	30	30	30
Calcita	10	20	5	10
Rejeito de caulim	30	25	32,5	
Rejeito de granito	30	25	32,5	
Quartzo				20
Feldspato				40

2.2 MÉTODOS

Todas as composições de massas foram homogeneizadas mediante moagem via úmida em moinho planetário por um período de 1 hora. Adicionou-se 0,25% de silicato de sódio como defloculante e a quantidade de água foi de 35% do total de massa para todas as composições.

Em seguida a faiança foi secada em estufa a 100 °C por 24 h e então passada em peneira de 60 mesh para fazer a sua desaglomeração.

A etapa de compactação dos corpos de prova foi realizada em uma prensa hidráulica com capacidade para 15 Kgf. A pressão de compactação utilizada foi da ordem de 25 MPa. A secagem dos corpos de prova foi feita em estufa à temperatura de 100 °C durante 24 h.

Todas as amostras foram sinterizadas em forno Jung modelo 0713 nas seguintes temperaturas: 1100, 1150 e 1200 °C. O patamar de sinterização foi de 1 hora e taxa de aquecimento 10 °C/mim.

Neste trabalho os corpos cerâmicos produzidos foram avaliados através das seguintes propriedades: absorção de água, porosidade e densidade aparente e tensão de ruptura à flexão.

2.2.1 ABSORÇÃO DE ÁGUA APARENTE

Realizados no material cerâmico, segundo a NBR12766 (ABNT, 1992):

$$AA = [(M_{\text{molhada}} - M_{\text{seca}}) / M_{\text{seca}}] \cdot 100 \quad (A)$$

Onde AA é absorção d'água aparente e M é a massa.

2.2.2 POROSIDADE APARENTE

Realizados no material cerâmico, conforme norma NBR12766 (ABNT, 1992). A porosidade aparente será igual a:

$$PA = [(M_{\text{molhada}} - M_{\text{seca}})/(M_{\text{molhada}} - M_{\text{imersa}})].100 \quad (B)$$

Onde PA é a porosidade aparente e M é a massa.

2.2.3 MASSA ESPECÍFICA APARENTE

Realizados no material, conforme norma NBR12766 (ABNT, 1992):

$$MEA = M_{\text{seca}}/(M_{\text{molhada}} - M_{\text{imersa}}) \quad (C)$$

Onde MEA é a massa específica aparente e M é a massa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados de absorção de água, densidade aparente e porosidade aparente e a resistência à flexão são apresentados nas tabelas I, II, III e IV e pelos gráficos 1, 2, 3 e 4.

A absorção de água e a porosidade aparente diminuem com o aumento da temperatura de sinterização, como pode ser observado nos gráficos 1 e 3.

O gráfico 4 relaciona a média de resistência à flexão de três pontos dos corpos de prova nas temperaturas de 1100, 1150 e 1200 °C. Como pode ser observado, existe uma relação entre a porosidade do corpo cerâmico e a sua resistência mecânica, medida pelo módulo de resistência à flexão do material (MPa), dados experimentais mostram que quanto maior a porosidade, menor será a resistência mecânica e vice-versa. Em todas as formulações, inclusive na padrão, observa-se que a resistência mecânica do corpo de prova aumenta com a elevação da temperatura.

Finalizando, observa-se que na formulação B, na temperatura de 1200°C, não foi possível determinar a resistência mecânica, a porosidade aparente, a densidade aparente e a absorção de água devido a perda do material nessa

temperatura. Isso aconteceu devido ao alto teor de calcita (20%) na formulação. A calcita deve ser usada com moderação (até 13%) devido a vitrificação e a liberação dos gases, que gera elevada porosidade. Com o uso de 20% de calcita na formulação, na temperatura de 1200 °C, a massa cerâmica fundiu, gerando a perda dos corpos de provas.

3.1 TABELAS DE ÍNDICES FÍSICO-MECÂNICOS

Tabela I - Resultados dos ensaios físico-mecânicos do material sinterizado a diferentes temperaturas para formulação A.

Ensaio	1100°C	1150°C	1200°C
Absorção de água aparente (%)	17,86	12,77	1,48
Massa específica aparente (g/cm ³)	1,667	1,805	2,166
Porosidade aparente (%)	36,2	26,47	2,70
Resistência (MPa)	3,38	7,01	12,64

Tabela II - Resultados dos ensaios físico-mecânicos do material sinterizado a diferentes temperaturas para formulação B

Ensaio	1100°C	1150°C	1200°C
Absorção de água aparente (%)	19,04	7,20	PERDA
Massa específica aparente (g/cm ³)	1,593	1,982	PERDA
Porosidade aparente (%)	37,41	15,36	PERDA
Resistência (MPa)	4,20	7,95	PERDA

Tabela III - Resultados dos ensaios físico-mecânicos do material sinterizado a diferentes temperaturas para formulação C

Ensaio	1100°C	1150°C	1200°C
Absorção de água aparente (%)	15,98	4,60	0,33
Massa específica aparente (g/cm ³)	1,800	2,166	2,313
Porosidade aparente (%)	34,21	6,02	0,77
Resistência (MPa)	5,57	9,00	17,60

Tabela IV - Resultados dos ensaios físico-mecânicos do material sinterizado a diferentes temperaturas para formulação P (padrão)

Ensaio	1100°C	1150°C	1200°C
Absorção de água aparente (%)	18,12	9,47	1,66
Massa específica aparente (g/cm ³)	1,718	2,160	2,223
Porosidade aparente (%)	38,03	22,58	3,77
Resistência (MPa)	2,98	11,79	18,89

3.2 FIGURAS DOS ÍNDICES FÍSICO-MECÂNICOS

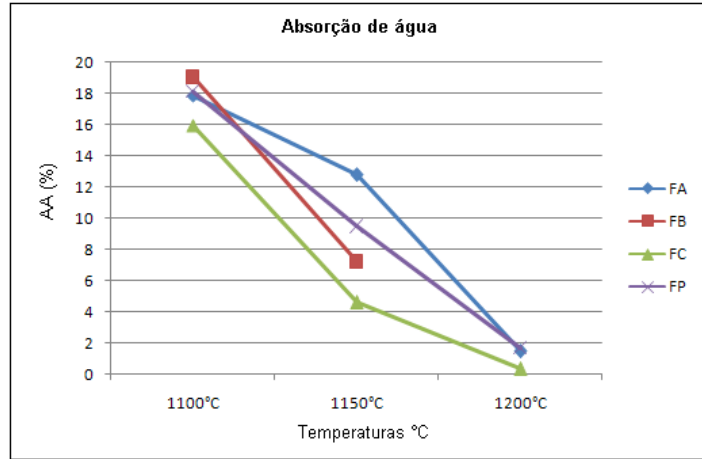


Gráfico 1 – Absorção de água versus temperatura

A absorção de água e diminuiu em todas as formulações com o aumento da temperatura de sinterização, como pode ser observado no gráfico.

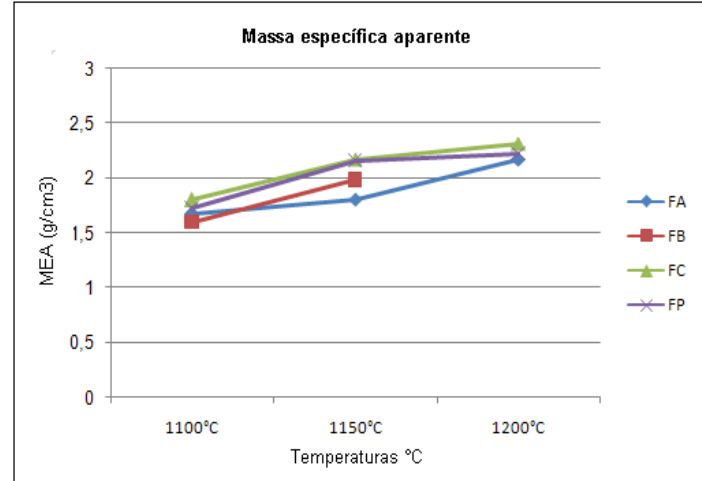


Gráfico 2 – Massa específica aparente versus temperatura

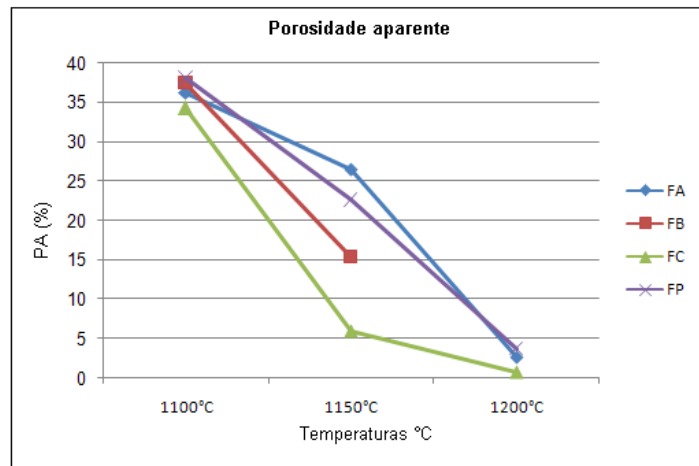


Gráfico 3 – Porosidade aparente versus temperatura

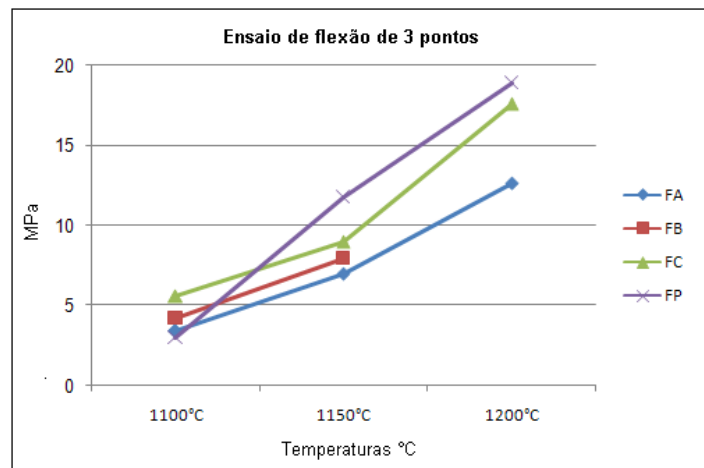


Gráfico 4 – Resistência à flexão versus temperatura

Observa-se que no gráfico 4 a resistência mecânica dos corpos de provas aumenta com o aumento da temperatura de sinterização, ou seja, quanto mais baixa a temperatura menor será a resistência do material.

4. CONCLUSÃO

Os ensaios realizados neste trabalho indicam que é possível a utilização dos rejeitos de granito e de caulim como matérias-primas para fabricação de faiança.

Comparando as formulações A, B e C com a formulação padrão (FP), concluí-se que a FB apresentou as melhores propriedades e o uso de baixa temperatura de queima para atingi-las. Preservando dessa forma as principais características da faiança, ou seja, alta porosidade e baixa resistência mecânica.

REFERÊNCIAS

- (1) <http://pt.wikipedia.org/wiki/Faian%C3%A7a>. Acessado em 28/03/2009
- (2) <http://www.portobrasilceramica.com.br/?pagina=duvidas>. Acessado em 30/04/2009
- (3) Anuário Brasileiro de Cerâmica. Maio, 2002.
- (4) CHINELATTO, A. L. e SOUZA, D. P. F., **Porcelanas elétricas aluminosas: Parte I – Revisão da literatura**, cerâmica 50, p. 62-68, 2004.
- (5) VINCENZINI, P. **Fundamentals of ceramic engineering**, Elsevier Applied Science Ltda., New York, 1991.
- (6) BRANGANÇA, S. R. e BERGMAN, C. P., **Produção de porcelana de ossos e caracterização de suas propriedades técnicas**, Cerâmica, v. 52, n. 322, 2004.
- (7) LUZ, A. B. e CHAVES, A. P. – **Série rochas e minerais industriais – tecnologia do caulim: ênfase na indústria de papel**, Rio de Janeiro: CETEM/MCT, vol. 1, 2000.
- (8) FILHO, H. F. M.; POLIVANOV, H.; MOTHÉ, C. G. **Reciclagem dos resíduos sólidos de rochas ornamentais**, Anuário do Instituto Geociências, UFRJ, v.28-2, 2005.
- (9) SANTOS, P. S. **Ciência e tecnologia de argilas**, V. 1, Ed. Edgard Blücher Ltda, 1989.
- (10) MORAES, M. L. V. N. **Aproveitamento de resíduo de beneficiamento do caulim na produção de porcelanato cerâmico**, Tese de Doutorado, UFRN, 2007.
- (11) LEITE, J. Y. P. **Techinological characterization of kaolin tailing from small scale mining in RN and PB states – Brazil**. MEI – Conferences Material, Minerals & Metal Ecology 06, 14-15 Nov. 2006.
- (12) <http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriadocumento/sumariomineral2005/CALULIM%202005rev.DOC>. Acesso em 28 de Março de 2009.
- (13) VIEIRA, J. D. P. **Estudo do efeito da substituição de caulim na fabricação de cerâmica de revestimento**, Dissertação de Mestrado, UFRN, 2007.

⁽¹⁴⁾FERNANDES, B. R. B., **Utilização de resíduos de rochas ornamentais na produção de cerâmica branca.** I Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica Natal-RN, 2006.

⁽¹⁵⁾VIEIRA, C. M. F.; TEIXEIRA, S. S.; TOLEDO, R.; SOUZA, S. D. C.; MONTEIRO, S. N. **Porcelana elétrica com resíduo da serragem de rocha ornamental, parte 1: Evolução microestrutural, propriedades físicas e mecânicas,** Revista Matéria, v. 11, n. 4, pp. 427-434, 2006.

⁽¹⁶⁾MOREIRA, J. M. S.; MANHÃES, J. P. V. T.; HOLANDA, J. N. F. **Reaproveitamento de resíduo de rocha ornamental proveniente do Noroeste Fluminense em cerâmica vermelha,** Cerâmica, 50, 2005.

⁽¹⁷⁾VIEIRA, F. A. **Processamento e caracterização de materiais cerâmicos obtidos através da incorporação de resíduos de mármore e granito provenientes das indústrias do RN,** Tese de Doutorado, UFRN, 2004.

6. ABSTRACT

This project main goal is to evaluate the technical feasibility of using waste from kaolin and granite as raw materials in the formulation of ceramic bodies for the manufacture of faience pieces and decorative appliances for dinner. For formulation of faience ceramic bodies to be replaced the feldspar and quartz of the tailings mass, while 30% of clay in all formulations. The three prepared formulations vary in the proportions of tailings from kaolin and granite in the mixtures. These materials will be wet ground and sieved in 200 mesh grid. The bodies of evidence have made with uniaxial compaction pressure of 20 MPa. These bodies of evidence are sintered between 1100 ° C and 1200 ° C with the sintering step of 1 hour. The tests will be of water absorption, apparent density, porosity and resistance to bending.

Word-keys: faience, ceramic, granite and tailings of kaolin, clay, calcite