

AVALIAÇÃO DA POTENCIALIDADE DO RESÍDUO DO BENEFICIAMENTO SECUNDÁRIO DE CAULIM DO PARÁ PARA UTILIZAÇÃO EM PORCELANATO

V. G. L. Júnior, L. L. Fernandes, E. Fagury Neto, A. A. Rabelo
Laboratório de Materiais Cerâmicos, Faculdade de Engenharia de Materiais,
Campus Universitário de Marabá, Universidade Federal do Pará – UFPA
Folha 17, Quadra 04, Lote Especial, 68505-080 – Marabá-PA
adrianoalves@ufpa.br

RESUMO

O resíduo de caulim avaliado é caracterizado como secundário devido ser procedente das etapas de centrifugação, separação magnética, branqueamento e filtração, o que proporciona uma razão resultante de resíduo expressiva, em torno de 26% de sua produção bruta, que é destinado a aterros. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a potencialidade de reaproveitamento do resíduo do processamento do caulim proveniente Imerys RCC da região de Barcarena (PA) na formulação de massas cerâmicas para a produção de porcelanato, visando à propriedade de absorção de água máxima de 0,5% para este tipo de produto. O resíduo da produção de caulim foi previamente caracterizado por difração de raios X, verificando-se uma quantidade significativa do teor de caulinita. Após o processamento cerâmico para a obtenção dos corpos de prova com diferentes teores do resíduo em substituição ao caulim, estes foram sinterizados utilizando 1200, 1220 e 1240 °C por 2 horas. As formulações foram avaliadas quanto à densidade aparente, absorção de água, retração linear de queima e módulo de ruptura à flexão a três pontos das peças produzidas.

Palavras-chave: *Resíduo de caulim, caulinita, porcelanato.*

INTRODUÇÃO

O porcelanato é atualmente a cerâmica para revestimento que apresenta maior valor agregado devido às melhores características técnicas e estéticas, se comparada com as demais cerâmicas de revestimento, em consequência à alta qualidade de matérias-primas utilizadas e do processamento cerâmico rigoroso.

Uma característica essencial para porcelanatos é a baixa absorção de água que esta cerâmica de revestimento deve possuir, menor ou igual a 0,5% ⁽¹⁾. Com a redução dos poros esta cerâmica apresenta propriedades mecânicas ótimas, sua qualidade exige resistência à flexão $\geq 35\text{N/mm}^2$, sendo necessário determinar e trabalhar com a temperatura de máxima densificação da massa. A altíssima resistência a abrasão profunda (máx. 175 mm³) é influenciada pela porosidade do porcelanato. A composição da fase possui uma notável influência na resistência à abrasão, sobretudo na quantidade de minerais duros presentes, tais como mulita, silicato de zircônio, e quartzo. A mulita tem forma de agulhas entrelaçadas entre si formando o “esqueleto da peça”.

As principais matérias-primas que o setor industrial utiliza para fabricação do porcelanato são as argilas, feldspatos e outros minerais acessórios que auxiliam e ajustam as propriedades exigidas ⁽²⁾. O fundente feldspato se destaca como a principal matéria-prima devido à redução dos poros através da sinterização com presença de fase vítrea.

A indústria de beneficiamento de caulim produz em grande escala o resíduo secundário a base de sílica, mica e caulinita que possui um considerável nível periculosidade a rios e bacias. O descarte desse resíduo ocasiona um forte impacto ambiental, no entanto, para que haja uma possível utilização racional do resíduo, na tentativa de minimizar os seus impactos ambientais, procura-se economizar matérias-primas não renováveis e energia de modo a contribuir para o desenvolvimento sustentável ⁽³⁾.

O presente trabalho teve como objetivo realizar uma avaliação da potencialidade de reutilizar o resíduo do beneficiamento secundário do caulim do Pará, utilizando-se três formulações para porcelanato, onde o caulim foi substituído pelo resíduo rico em caulinita.

MATERIAIS E MÉTODOS

As matérias primas utilizadas para as formulações foram: rejeito de caulim proveniente do beneficiamento secundário da empresa Ímerys RCC, o caulim processado da empresa Ímerys para uma amostra de referência, filito, quartzo, dolomita, feldspato e três tipos de argilas da região de Marabá no sudeste paraense, sendo uma argila plástica, uma fundente e a outra refratária.

As massas cerâmicas foram homogeneizadas mediante moagem via úmida em moinho de bolas por 30 min, adicionando-se 0,05 ml de hexametáfosfato de potássio como defloculante e 45% do volume da massa em água para todas as formulações.

O material misturado foi secado em estufa a 100 °C por 24 h e peneirado em malha de 100 mesh para a sua desaglomeração e adicionado 8% de umidade. A compactação dos corpos de prova com dimensões de 60 x 20 x ~5 mm foi realizada em uma prensa uniaxial com 24 MPa. Após a secagem dos corpos de prova em estufa à temperatura de 100 °C por 24 h, as amostras foram sinterizadas em forno INTI, modelo FE 1500, nas temperaturas de 1200, 1220 e 1240 °C por 2 h.

O rejeito de caulim foi analisado através de difração de raios X utilizando-se radiação $K\alpha_1$ do Cu (1,540598Å); varredura (2θ): 4-75°; passo de 0,02° e modo contínuo com tempo de contagem de 20 s em equipamento da Panalytical, modelo X'PERT PRO MPD (PW 3040/60). A análise química do rejeito foi realizada por espectrometria de fluorescência de raios X, utilizando espectrômetro WDS seqüencial, modelo Axios Minerals da marca Panalytical. Os corpos cerâmicos foram avaliados através do método de Arquimedes para determinar a absorção de água, porosidade e densidade aparente e a resistência mecânica através do ensaio de Módulo de Ruptura à Flexão a três pontos em máquina universal de ensaios Emic, modelo DL10000.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 apresenta as formulações utilizadas para a amostra de referência (F1) e três quantidades diferentes do rejeito substituindo o caulim e com teores de quartzo modificados. Os demais valores de F2, F3 e F4 são idênticos a amostra de referência.

Através dos resultados obtidos por difração de raios X apresentados na Figura 1, podemos verificar a rica presença das fases mineralógicas caulinita e mica, utilizando-se as fichas JCPDS 79-1570 e 77-0126, respectivamente.

Tabela 1: Composições das massas cerâmicas (% em massa):

Matérias Primas	F1	F2	F3	F4
Argila - AL	5,0			
Argila – AC	3,0			
Argila - AMG	2,0			
Feldspato	50			
Filito	2,0			
Quartzo	8,0	8,0	4,0	-
Dolomita	2,0			
Caulim	28			
Rejeito de Caulim	-	28	32	36

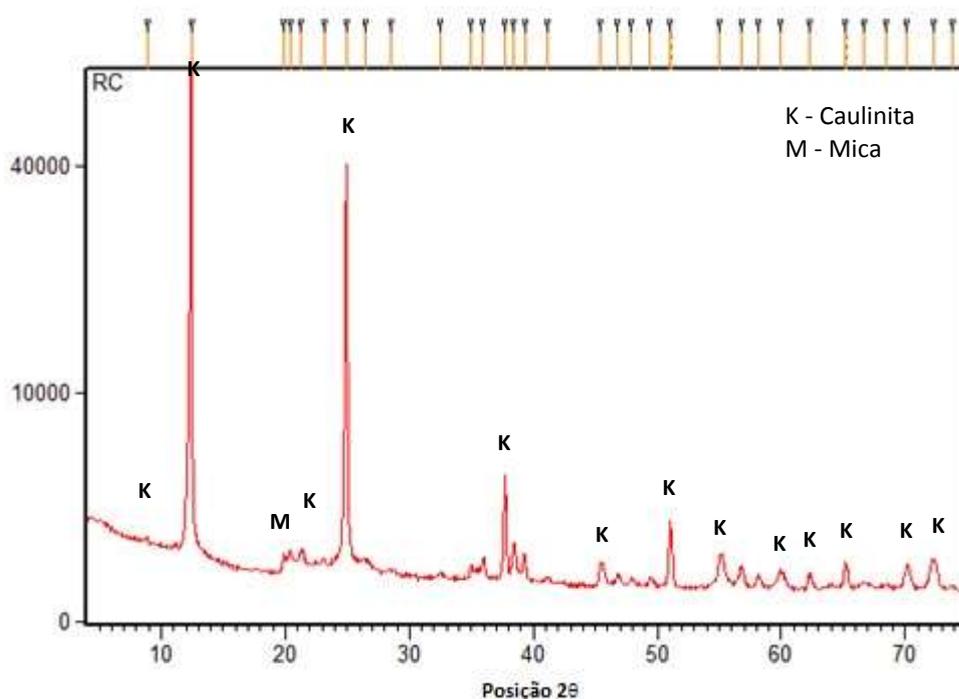


Figura 1: Difratoograma de raios X do resíduo de caulim Ímerys RCC.

A Tabela 2 apresenta o resultado de análise química do rejeito obtido por espectroscopia por fluorescência de raios X.

Tabela 2: Análise química do rejeito de caulim da Ímerys RCC.

Óxidos	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	P ₂ O ₅	TiO ₂	ZrO ₂	PF	Total
%	46,18	35,34	2,05	0,39	0,25	1,09	0,01	14,68	99,99

Os revestimentos cerâmicos classificados como do tipo porcelanato devem apresentar Módulo de Ruptura à flexão em três pontos (MRF) maior ou igual a 37 MPa, de acordo com a norma NBR 15463⁽⁴⁾.

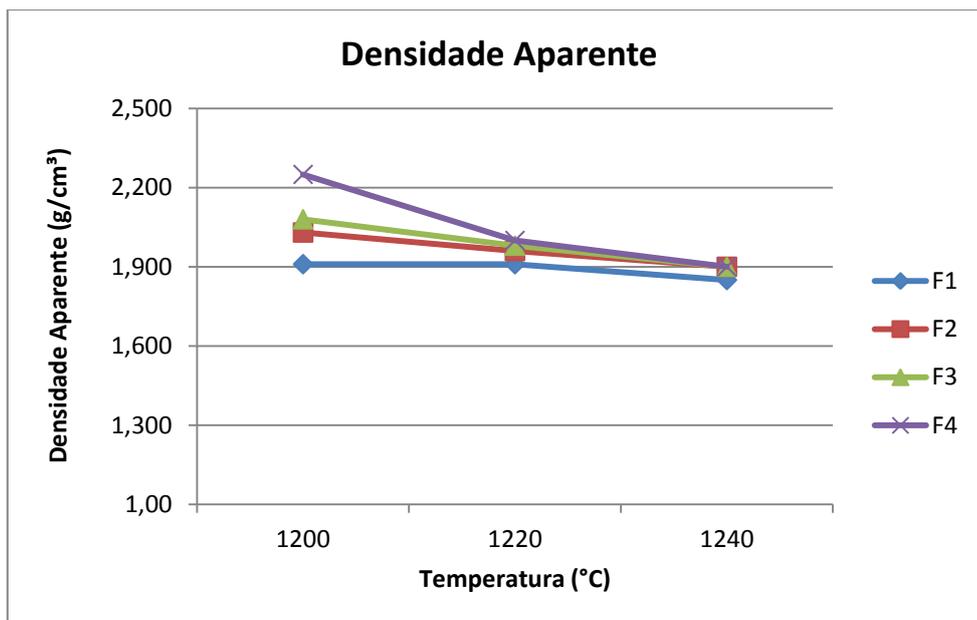


Figura 2: Densidade aparente das quatro formulações, em função das temperaturas de sinterização de 1200 1220 1240°C/2h.

Os valores apresentados na Figura 2 revelam densidades aparente relativamente próximas, destacando-se a formulação F4 que possui densidade mais acentuada devido à maior concentração de resíduo de caulim. Nota-se que todas as formulações suas densidades diminuem a medida a temperatura aumenta, fenômeno possivelmente influenciado pela diminuição da porosidade.

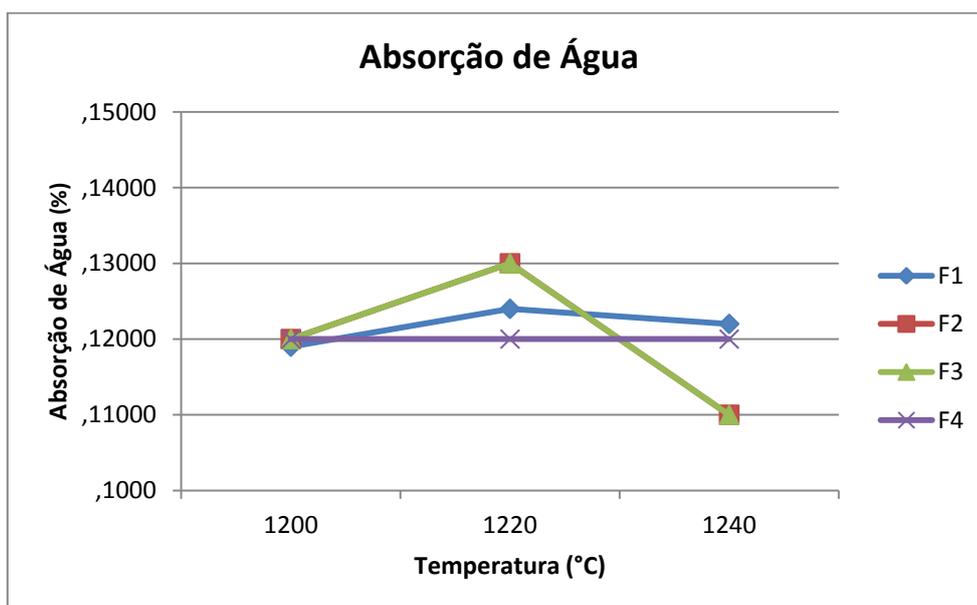


Figura 3: Absorção de água das quatro formulações nas temperaturas 1200 1220 1240°C/2h.

Analisando os valores médios obtidos no ensaio de absorção de água de acordo com a Figura 3, nota-se que os mesmos atenderam o valor mínimo exigido de 0,5% de AA, em todas as formulações e em suas respectivas temperaturas. À medida que temperatura de queima aumenta, ocorre à presença de fase líquida viscosa proveniente dos materiais fundentes presentes, que por sua vez contribuem para a diminuição da absorção de água através da eliminação de poros.

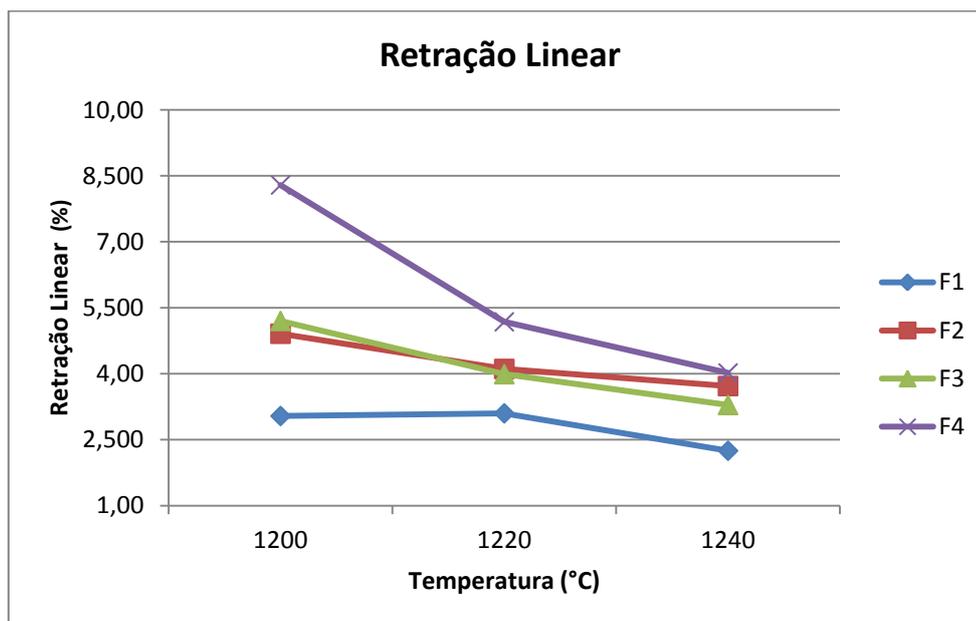


Figura 4: Retração linear de queima das quatro formulações nas temperaturas 1200 1220 1240°C/2h.

Observa-se através da Figura 4 que a retração linear de queima está relacionada à redução de poros com o aumento da temperatura, até que se atinge a máxima densificação a 1240°C.

A Figura 5 apresenta os resultados obtidos para o Módulo de Ruptura à Flexão em três pontos em função das temperaturas de sinterização. Verifica-se a 1200 °C os valores de resistência mecânica da amostra de referência (F1) e da formulação F3 com a substituição do caulim por 32% de rejeito apresentaram resultados similares. O mesmo ocorreu para a temperatura de 1240 °C com a formulação F4 utilizando 36% do rejeito, sendo que estas duas formulações obtiveram resistências de aproximadamente 37 MPa. As demais formulações apresentaram resultados inferiores em todas as temperaturas.

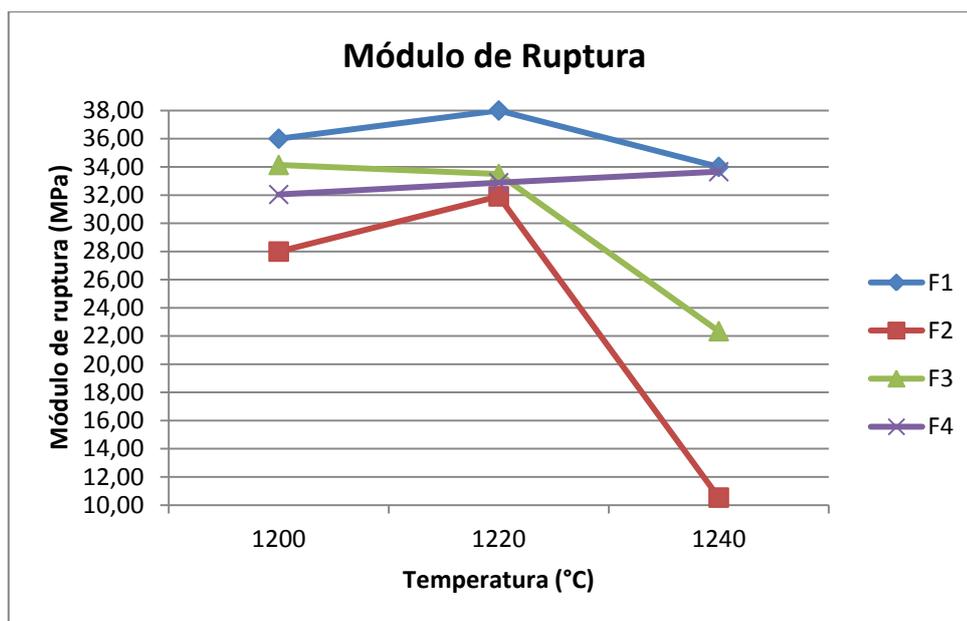


Figura 5: Módulo de ruptura à flexão das quatro formulações, em função das temperaturas de sinterização de 1200 1220 1240 °C/2h.

CONCLUSÕES

O resultado obtido para a formulação com 32% do rejeito substituindo o caulim original permitiu obter valores de resistência à flexão muito próxima à exigência da norma (35 MPa) para garantir a qualidade de revestimentos do tipo porcelanato utilizando temperatura de sinterização de apenas 1200 °C. As demais formulações atingiram valores em torno de 33 MPa quando se utilizou a temperatura de 1220 °C, indicando uma boa possibilidade de melhora através de um ajuste nas formulações.

Todas as formulações apresentaram absorção de água exigida, mesmo utilizando apenas 24 MPa na prensagem dos corpos de prova, o que pode ser um outro caminho para melhorar o resultado final de resistência mecânica. Desta forma, estes resultados comprovam o potencial significativo do resíduo de caulim como uma matéria-prima viável, para a utilização em porcelanato, o que também é um fato bastante interessante no que se diz a respeito à sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

- [1] Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. NBR 13818. **Placas cerâmicas para revestimento** – Especificação e métodos de ensaio (1997).
- [2] Menegazzo, A.P.M; Paschoal, J.O.A; Andrade, A.M.; Carvalho, J.C; Gouvêa, D. – **Avaliação de resistência mecânica e módulo de Weibull de produtos tipo grês porcelanato e granito**. Cerâmica industrial, v.7, 2002. [3] Rezende, M.L.S; Menezes, R.R.; Araújo, N.G.; Wallace B.N.J.; Farias, L.A. **Utilização do resíduo de caulim em blocos de vedação**. REM: Revista Escola de Minas, vol. 61, 2008.
- [4] Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. NBR 15463. **Placas cerâmicas para revestimento porcelanato** – Especificação e métodos de ensaio (2007).

EVALUATION OF THE POTENTIAL OF WASTE PROCESSING OF SECONDARY KAOLIN OF PARÁ FOR USE IN PORCELAIN

ABSTRACT

*The kaolin waste evaluated is characterized as secondary due be coming from the steps of centrifugation, magnetic separation, bleaching and filtering, which gives a ratio which provides a significant residue, about 26% of their gross, that is intended for embankments. This study aimed to evaluate the potential of reusing the kaolin waste processing from Imerys RCC in the region of Barcarena (PA) in formulation of ceramic bodies for porcelain tiles production, seeking to property of maximum water absorption of 0.5 % for this type of product. The residue from the production of kaolin had been previously characterized by X-ray diffraction and there is a significant amount of kaolinite concentration. After the ceramic processing to obtain the test specimens with different amounts of residue replacing the kaolin, these were sintered using 1200, 1220 and 1240 °C for 2 hours. The formulations were evaluated by water absorption, linear firing shrinkage and Modulus of Rupture at a three-point bending setup of the pieces produced.***Key-words:** Kaolin waste, kaolinite, porcelain tiles.