

AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS CERÂMICAS DE CAULINS SEDIMENTARES DA REGIÃO NORDESTE DO PARÁ

¹Ana L. C. Braga; ¹Milene C. Santana, ¹Régis Budke, ²Elias Fagury Neto & ³Lucinewton S. de Moura

¹Graduandos em Engenharia de Minas e Meio Ambiente - UFPA.

²Prof. da Faculdade de Engenharia de Materiais.

³Prof. da Faculdade de Engenharia de Minas e Meio Ambiente.

Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia de Minas e Meio Ambiente, Campus de Marabá -
Folha 17, Quadra 04, Lote Especial. Nova Marabá, CEP 68505-080 - Marabá - PA.

E-mail: regis.budke@hotmail.com; fagury@ufpa.br; lucinew@ufpa.br

RESUMO

A resistência mecânica, cor, porosidade e retração linear são determinantes para avaliação da qualidade final de peças cerâmicas. Neste trabalho foi realizada uma avaliação do comportamento após queima, assim como a análise química semi-quantitativa de duas amostras de caulins sedimentares, uma denominada amostra A, proveniente de uma área de mineração situada em Ipixuna-PA, e outra denominada amostra B apresentando coloração rosada, oriunda de afloramentos de corte de estrada em Paragominas-PA com o objetivo de caracterizar as cerâmicas oriundas destas argilas. Para cada amostra foram feitos corpos de prova sendo estes submetidos a três temperaturas de sinterização: 1050°, 1150° e 1250°C. A amostra A obteve maior clareamento, variando sua coloração de creme-claro a branca nas temperaturas mais altas. A retração linear encontrada nessa amostra foi mais elevada do que a obtida com a amostra B, em contrapartida a amostra B demonstrou-se mais resistente à flexão. No tocante a coloração, a amostra B apresentou um gradual clareamento tendendo ao branco, portanto assim como a amostra A, possui potencial de ser aplicada para formulações de cerâmica branca.

PALAVRAS-CHAVE: caracterização; caulim; cerâmica; sinterização.

ABSTRACT

The mechanical strength, color, porosity and shrinkage are crucial for assessing the quality of the final ceramic. In our study, a performance evaluation after firing, as well as semi-quantitative chemical analysis of two samples of sedimentary kaolin, a known sample A, from a mining area located Ipixuna-PA, and another called sample B showing staining pink, derived from outcrops roadblock in Paragominas-PA in order to characterize ceramics obtained from such clays. For each kaolin sample we made test specimens which underwent three sintering temperatures: 1050 °, 1150 ° and 1250 ° C. The sample A had a higher clearance, varying in color from pale cream to white at the higher temperatures. The linear shrinkage in this sample was higher than that obtained with sample B, however this sample B proved to possess a higher bending strength. Regarding to the color, sample B showed a gradual lightening tending to white, as well as the sample A. Therefore both kaolin samples can be applied to the formulations of white ceramics.

KEY WORDS: characterization, kaolin, ceramics, sintering.

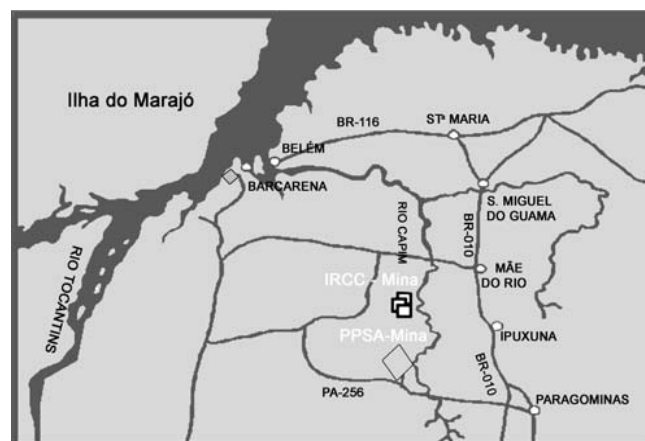
1. INTRODUÇÃO

Segundo Criscuolo⁽¹⁾ (2008) o caulim ou silicato de alumínio hidratado é um material que, quando submetido a um processo de purificação e/ou beneficiamento, apresenta coloração branca e granulometria relativamente fina. Estas propriedades fazem com que seja amplamente empregado como pigmento em várias aplicações, como cargas em borrachas e plásticos, na indústria cerâmica, além de revestimentos para papel. Já para Grim⁽²⁾ (1958) o termo caulim é utilizado tanto para denominar a rocha que contém a caulinita, como o seu principal constituinte, quanto para o produto resultante do seu beneficiamento.

Conforme o tipo de alteração sofrida os caulins podem se apresentar como primário ou secundário. O tipo de caulim utilizado para a realização deste trabalho foi exatamente o caulim secundário, formado pela deposição de sedimentos em ambientes lacustres, lagunares ou deltáicos⁽³⁾. As características principais dos caulins sedimentares são a baixa presença de quartzo e micas na sua composição; em contrapartida, apresenta alta contaminação por óxidos de ferro e titânio⁽⁴⁾.

Apesar de seu extenso uso na indústria de papel, representando mais de 50% do mercado consumidor, cada vez mais outras aplicações são desenvolvidas fazendo do caulim uma importante matéria-prima; assim ocorre na indústria cerâmica que utiliza-o na composição das peças cerâmicas, sendo o segundo maior consumidor global de caulim. Segundo Roskill⁽⁵⁾ (1996), pode-se utilizar um teor de até 60% de caulim, ou mais, dependendo do fim a que se destina a cerâmica. Na produção de azulejos, por exemplo, a aplicação de caulim é feita nos esmaltes, onde participa em média de 7% da composição.

O nordeste do estado do Pará, região do rio Capim, destaca-se nacionalmente por suas grandes reservas de caulim para cobertura de papel. Localiza-se entre a rodovia Belém-Brasília e o médio curso do Rio Capim (Figura. 1)⁽⁶⁾. O principal nível do minério (caulim macio) está localizado, em média, a 20 m de profundidade, recoberto por um nível de caulim duro – considerado como estéril, em função do elevado teor de ferro e sedimentos argilo-arenosos sotopostos (Formação Barreiras)⁽⁷⁾.



Fonte: B. S. Carneiro.

Figura 12 - Mapa de Localização das Jazidas de caulim no Nordeste do Pará.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os resultados dos ensaios físico-mecânicos e químicos e analisar o comportamento após queima em três temperaturas distintas de dois caulins da região nordeste do Estado do Pará e propor uma alternativa de utilização deste insumo em indústrias cerâmicas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foram realizados ensaios de sinterização em duas amostras de argila de colorações distintas, ambas oriundas do nordeste do Pará; uma de coloração creme-clara (Mineração Imerys S.A.), denominada Amostra A e a outra com coloração rosada coletada nas margens da BR-010, no município de Paragominas, denominada Amostra B.

Foi realizada análise química semi-quantitativa por fluorescência de Raio-X das amostras para verificação de presença de contaminantes. Foi utilizado um Espectrômetro de Raios-X, marca Philips (modelo PW 2400) e utilizaram-se pastilhas prensadas com ácido bórico. A fonte de Raios-X é um tubo de anodo de ródio (Rh) de alta intensidade.

As amostras de argilas coletadas foram homogeneizadas e quarteadas para a retirada de 300 g de cada amostra. Posteriormente realizou-se a desagregação, com o auxílio de almofariz e pistilo, e peneiramento (a fração passante na peneira de 200# Tyler constituiu-se na amostra de trabalho).

Na preparação dos corpos de prova foram adicionados 5 % em massa de ligante (amido de milho) com posterior homogeneização manual; em seguida foram adicionados 10% em massa de água. Passou-se o material úmido por uma peneira 28# Tyler para garantir maior homogeneização à mistura. Colocaram-se 10 g da mistura na mão e amassou-se, observando a formação de aglomerados, o que é indicativo de plasticidade suficiente para prensagem da massa.

Foram prensados uniaxialmente um total de 30 corpos de prova, sendo 5 para cada formulação em cada uma das temperaturas de sinterização. Para tanto foi utilizado um molde de aço com dimensões 60mm x 20mm. A pressão utilizada foi de 200 kgf/cm².

Após a conformação, os corpos cerâmicos foram submetidos à secagem em estufa a 110°C durante 24 horas, no sentido de eliminar a umidade presente nos compactados. Os corpos cerâmicos secos foram sinterizados em um forno (F1350, Maitec) nas temperaturas de 1050°C, 1150°C e 1100°C por um período de 2 horas. Foi observada a cor após queima, a porosidade, a retração linear e a resistência à ruptura por flexão para as duas amostras de argila.

A porosidade aparente das amostras foi obtida através da relação entre a massa do corpo de prova seco e a massa do corpo de prova úmido (massa após a queima e após 24h de imersão em água para impregnação dos poros) menos a massa do corpo de prova imerso.

3. RESULTADOS

As Figuras 2 e 3 mostram as imagens dos corpos de prova antes e após a queima, respectivamente. Pode-se observar que a amostra A, proveniente de uma área de mineração, apresenta coloração de queima clara, enquanto que a amostra B, coletada em afloramento de corte de estrada, apresenta coloração de queima mais escura.

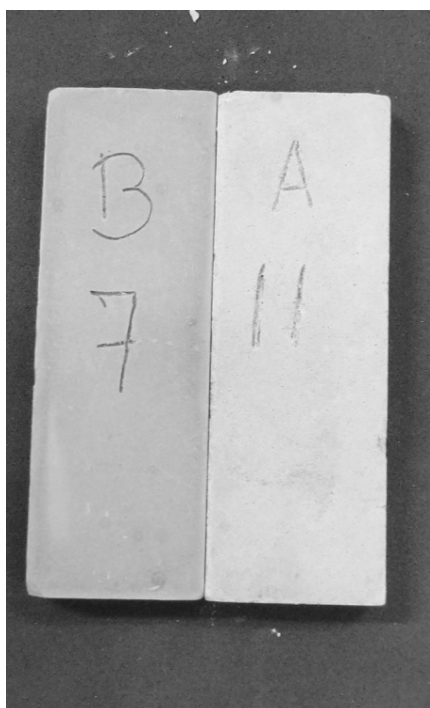


Figura 13 - Corpos de Prova antes da queima.

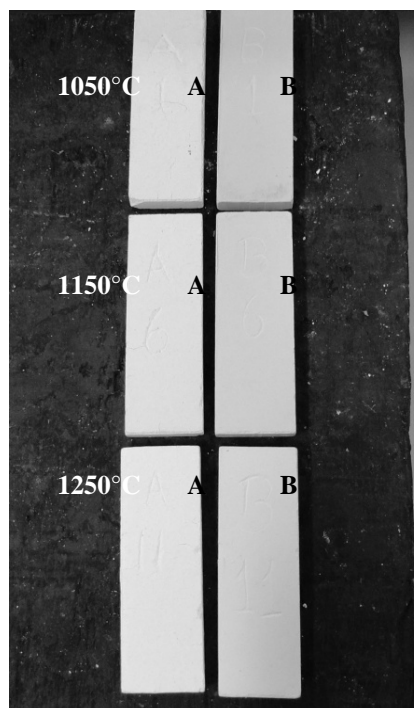


Figura 14 - Amostra A e B após queima em 1050, 1150 e 1250°C.

Em comparação com os corpos de prova antes da queima, percebeu-se que todos obtiveram um clareamento gradativo acompanhando o aumento das temperaturas de queima. A amostra A passou do creme-claro ao branco, enquanto que a amostra B não chegou à coloração branca na temperatura mais elevada, porém percebeu-se que a amostra tendia para esta cor. Este resultado da coloração mais rosada da amostra B, pode ser resultado da maior presença de contaminantes como ferro e titânio, assim como mostra os resultados da análise química semi-quantitativa (Tabela I) realizada por fluorescência de raios-X.

Tabela I - Análise Semi-quantitativa por Fluorescência de raios-X (FXR)

| % (massa) | Caulim (Amostra A) | Caulim (Amostra B) |
|--------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Alto | Al, Si, O | Al, Si, O |
| Médio | - | - |
| Baixo | - | Fe, Ti |
| Traço | Fe, Zn Ti, Ca, K, P, S, Zr, Ni | Ni, Cr, K, Ca, P, S, Zr, Mg |

A Figura 4 apresenta os resultados da retração linear das duas amostras de caulim sinterizadas entre 1050 °C e 1250°C. Nota-se que a amostra B, nas mesmas temperaturas de queima, apresentou retração linear menor. Este comportamento pode ser devido à amostra B possuir um menor teor de álcalis em sua composição, em relação à amostra A.

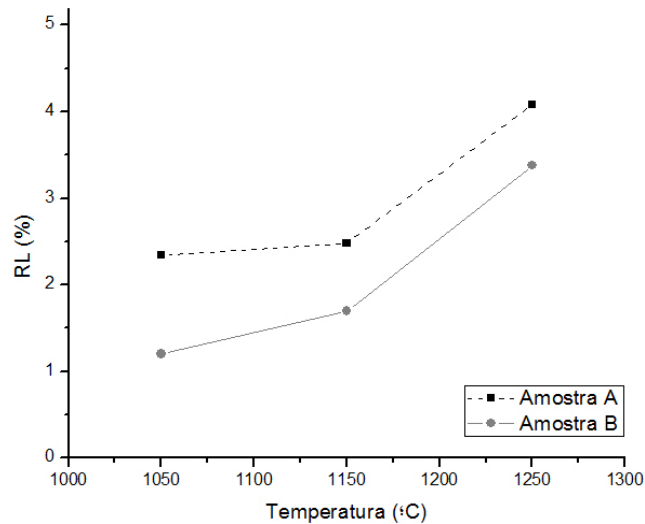


Figura 4. Retração Linear de Queima das Amostras A e B.

A porosidade das duas amostras apresentou valores altos, em média 35%, segundo mostra a Figura 5a, a seguir. Quanto à tensão de ruptura a flexão, a amostra B se mostrou mais resistente, principalmente nas temperaturas mais elevadas, conforme ilustra a Figura 5b.

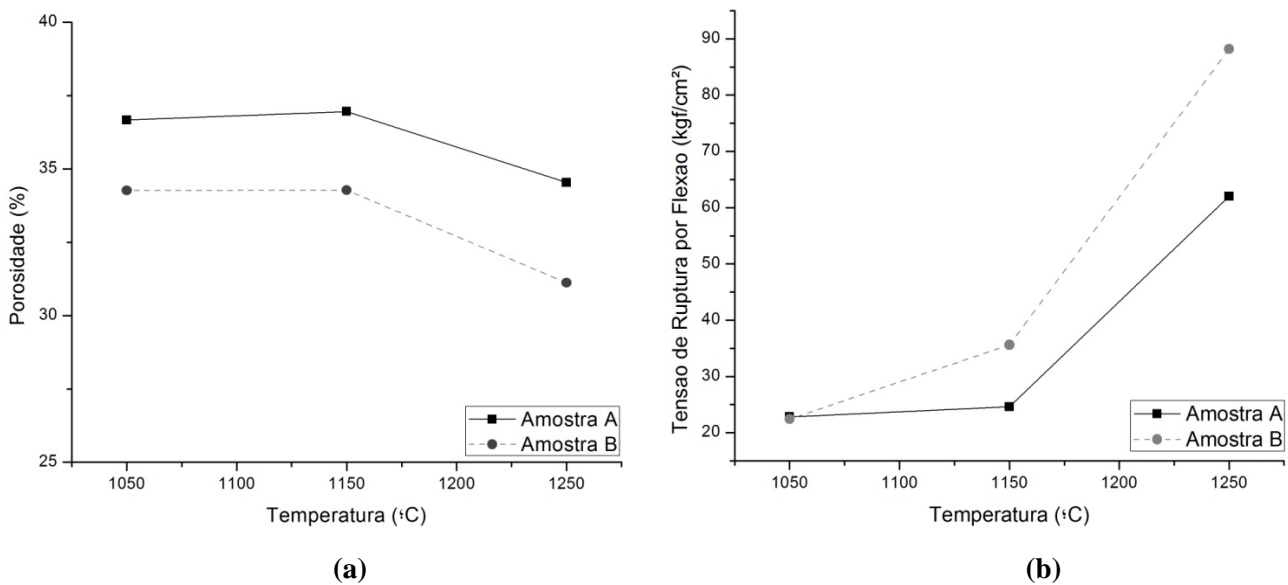


Figura 5 - (a) Variação da porosidade com a temperatura. **(b)** Resistência à ruptura por flexão em três pontos.

4. DISCUSSÕES

Uma das características mais importantes das argilas destinadas à indústria cerâmica é a sua cor, pois as que apresentarem coloração após queima esbranquiçada serão enquadradas no setor das cerâmicas brancas que agrupa uma grande variedade de produtos, tais como louças e porcelanas (utilitárias e decorativas) sanitárias e porcelana técnica; enquanto que as argilas com coloração avermelhada após queima serão alocadas no setor das cerâmicas vermelhas utilizadas na produção de tijolos, blocos, telhas, tubos, lajes para forro, lajotas, vasos ornamentais, agregados leve de argila expandida e refratários.

A coloração rosada da amostra B indica a presença de contaminantes, principalmente Fe_2O_3 . Segundo Luz⁽⁸⁾ (2005) os principais contaminantes do caulim são impurezas do tipo óxido e hidróxidos de ferro, óxido de titânio e matéria orgânica, que influenciam diretamente na cor de queima e alvura das argilas. Com os

resultados da análise por fluorescência de Raios-x, pode-se afirmar que o teor de óxidos de ferro no caulim B é maior que na amostra A, que apresentou coloração branca após sinterização a 1250°C, comprovando os resultados de cor de queima.

A retração linear de queima é uma propriedade importante para a determinação das dimensões do produto final, bem como está relacionado ao grau de densificação do material. Verifica-se que os resultados obtidos de retração linear para a amostra A (2,34% - 4,08%), e para a amostra B (1,20% - 3,38%) são valores baixos de retração linear, podendo ser indicativo de baixa quantidade de fundentes, principalmente feldspatos. Este resultado é importante, uma vez que a obtenção de boa estabilidade dimensional dos corpos queimados resultará na redução do custo de produção.

A presença de óxidos alcalinos na composição da matéria prima é desejável quando se necessita obter boas propriedades em temperaturas mais baixa de sinterização, haja vista que estes componentes atuam como fundentes, eliminando a porosidade e aumentando a resistência mecânica do material. A necessidade de adição de fundentes em formulações cerâmicas se dá devido à elevada refratariedade da caulinita, que é o principal constituinte do caulim. Para produção de cerâmicas de base branca, como as porcelanas, a porosidade da matriz deve ser mais baixa possível, próximo a zero, para que o referido material apresente desempenho satisfatório quando em serviço. Além disso, a coloração de queima deve ser clara, principalmente quando se utiliza na superfície um esmalte. No caso de cerâmicas de base vermelha, a coloração de queima não tem geralmente grande importância, contudo a sinterabilidade em temperaturas intermediárias torna o produto mais competitivo economicamente. Neste caso, é desejável que a matéria-prima apresente um teor satisfatório de óxidos fundentes.

Na tabela II são comparadas as propriedades das amostras A e B, após queima a 1250°C, com as argilas padrões brasileiras indicadas no livro de Souza Santos ⁽⁹⁾ para corpos de prova queimados a 1250°C.

Tabela II - Resultados dos ensaios físicos e cerâmicos de corpos de prova queimados a 1250 °C.

| ARGILAS | | Variação 1250°C * | | | |
|-----------|-------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------|--|
| ASPECTOS | Cor | Retração Linear (5-12)% | Absorção de água (10-35)% | Porosidade aparente (1- 43)% | Tensão de ruptura à flexão (5- 480) kg/cm ² |
| AMOSTRA A | Branca | 4,08 | 19,13 | 35,54 | 62,00 |
| AMOSTRA B | Creme-claro | 3,38 | 17,51 | 31,12 | 88,20 |

* Ref. [9]: Variações de parâmetros cerâmicos de argilas plásticas-refratárias

Portanto, os resultados aqui obtidos demonstram que as matérias primas estudadas apresentam potencial de uso para confecção de materiais cerâmicos de base branca, contudo não foram queimadas à 1450 °C para avaliar o comportamento a altas temperaturas. O baixo teor de óxidos fundentes e o elevado teor de caulinita favorecem a sua utilização na indústria de refratários.

5. CONCLUSÕES

Os ensaios físico-químicos nas amostras cerâmicas obtidas a partir de caulins do nordeste do Estado do Pará mostraram que estes insumos possuem potencial de serem utilizados em indústrias cerâmicas para produção de materiais de boa qualidade, devido principalmente à coloração clara de queima e a boa estabilidade dimensional após sinterização.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Faculdade de Engenharia de Materiais, pela disponibilização do Laboratório de Materiais Cerâmicos, à Mineração Imerys S.A. pelo fornecimento da amostra A e à química M. Sc. Tatiane da Luz Silva pela orientação e auxílio nos procedimentos experimentais.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CRISCUOLO, P. S. R., Beneficiamento do caulim duro das bacias dos rios Capim e Jari através do processo de agregação seletiva, Dissertação de Mestrado, UFMG, 2008.
- [2] GRIM, R. E. Clay Mineralogy. New York: McGraw-Hill, p 29, In: Geological Science Series; 1958.
- [3] SOUZA SANTOS, P. Ciência e Tecnologia de Argilas, 1º Ed, Vol. 1, Edgard Blücher, São Paulo, Brasil, 1975.
- [4] BRISTOW, C. M. Kaolin paper underpins current demand. Industrial Minerals, p.62-67, July, 1987.
- [5] ROSKILL, The Economic of Kaolin 1996, Roskil Information Service Ltd, 2 Clapham Road, London SW9 OJA, UK, 9th Edition, p.7. 1996.
- [6] B. S. Carneiro et. al., Caracterização mineralógica e geoquímica e estudo das transformações de fase do caulim duro da região do Rio Capim, Pará. Dissertação de Mestrado, UFPA, Belém 2000, pag. 237-244
- [7] KOTSCHUBEY, B. TRUCKENBRODT, W. HIERONYMUS, B. “Depósitos de caulim e argila semi-flint no nordeste do Estado do Pará”, Rev. Bras. Geociências v. 26, n. 2 pag. 71-80, 1996.
- [8] LUZ, A. B., LINS, F. A. F., Rochas & Minerais Industriais; CETEM/MCT, Rio de Janeiro, 2005.
- [9] P. Souza Santos, Tecnologia de Argilas, vols. I e II, Editora Edgard Blücher, 2ª Ed., S. Paulo, 1992.