

CARACTERIZAÇÃO DE UMA ARGILA CONTAMINADA COM CALCÁRIO: ESTUDO DA POTENCIABILIDADE DE APLICAÇÃO EM MASSA DE CERÂMICA DE REVESTIMENTO.

Roberto A. L. SOARES

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI
Praça da Liberdade, 1597, Centro, Teresina - PI
e-mail: arruda-soares@uol.com.br

RESUMO

Um dos principais problemas enfrentados pelos fabricantes de cerâmica estrutural no estado do Piauí é a contaminação com calcário de várias jazidas de argila. A presença deste mineral na massa provoca defeitos estéticos e estruturais nas peças queimadas, comprometendo a qualidade dos produtos, principalmente das telhas. Jazidas de argila contaminadas com calcário não estão sendo exploradas de forma adequada ou simplesmente não são utilizadas. O presente trabalho tem como objetivo caracterizar e avaliar a possibilidade de se utilizar a argila contaminada com calcário na produção de cerâmica de revestimento, agregando desta forma um maior valor a este mineral desconsiderado pelos ceramistas da indústria da cerâmica estrutural. Para isto, a argila foi analisada em sua composição química e mineralógica. Além disso, foram conformados corpos de prova por prensagem uniaxial e queimados em três temperaturas: 1080°C, 1120°C e 1160°C. Também foram realizados nas amostras queimadas ensaios tecnológicos de retração linear, absorção de água e tensão de ruptura em três pontos. Os resultados mostraram que a argila contaminada com calcário tem potencialidade de aplicação em massa de cerâmica de revestimento.

Palavras-chaves: argila, calcário, cerâmica de revestimento, propriedades tecnológicas.

INTRUDUÇÃO

Na região da cidade de Teresina – PI encontra-se um pólo cerâmico cujos principais produtos fabricados são telhas e tijolos, com destaque as telhas prensadas que estão entre as melhores do Brasil. Um dos motivos da instalação deste pólo é que na região da grande Teresina encontra-se uma grande quantidade de jazidas de argilas de queima vermelha (CEPRO, 2005). Porém, muitas destas jazidas estão contaminadas com calcário, sendo este o principal contaminante indesejado pelos fabricantes de cerâmica estrutural. A presença do calcário na massa provoca, durante a queima, estouros nas peças deixando-as com fissuras, trincas e crateras. Estes defeitos comprometem a estética e a estrutura do produto final. Isto ocorre porque no processo de moagem e homogeneização da massa cerâmica, ficam partículas grosseiras de calcário e durante a queima ocorre a decomposição do carbonato de cálcio com a respectiva saída do CO₂, conforme a equação:



A forte pressão exercida com a saída do CO₂ promove rupturas na peça cerâmica, principalmente nos pontos onde se encontram as maiores partículas de calcário. Jazidas contaminadas com veios de calcário estão sendo abandonadas ou utilizadas de forma restrita pelos ceramistas, ou seja, esta argila é misturada a outras de modo que ao final da homogeneização da massa, o teor de calcário presente seja o mínimo possível (SOARES, 2008).

A indústria de cerâmica de revestimento utiliza nas formulações de massa, além das argilas, outros minerais não plásticos como fudentes, quartzo, talcos e carbonatos de cálcio e magnésio. Os calcários são introduzidos finamente moídos em algumas massas de revestimento cerâmico. Tal adição é feita, pois os carbonatos de cálcio atuam como fundentes energéticos, estabilizam as dimensões da peça e aumentam a resistência do produto final (JORDÃO, 1995). Assim o presente trabalho tem como objetivo caracterizar uma argila contaminada com calcário e avaliar a potencialidade de aplicá-la em massa de revestimento cerâmico.

MATERIAIS E MÉTODO

A argila contaminada com calcário foi coletada em forma de torrões em um pátio de uma indústria de cerâmica estrutural, cujos principais produtos fabricados são telhas e tijolos. Sua desagregação foi feita por um moinho de martelo. Posteriormente, a argila foi moída em um moinho de bolas por uma hora. Com isso, foi possível atingir a granulometria desejada, ou seja, toda amostra passando na peneira 200 mesh. A composição química da argila foi determinada por fluorescência de raios X por energia dispersiva (FRX). Para isso, utilizou-se o equipamento Espectrômetro por Fluorescência de Raios X EDX-700 da Shimadzu. Para realizar as análises utilizou-se o método semiquantitativo, numa atmosfera de vácuo. A análise mineralógica da argila foi obtida por ensaios de DRX. O equipamento é um XRD-6000 Shimadzu com tubo de Cu ($\lambda = 1,54056 \text{ \AA}$). A tensão utilizada foi de 40kV e a corrente foi de 30mA, com varredura de 5° a 80° para 2θ , com velocidade de 2°/min e passo de 0,02°/passo. A avaliação das fases da matéria-prima foi dada por comparação entre os picos gerados no difratograma com cartas padrões do programa de computador JCPDF, cadastradas no ICDD (Internacional Center for Diffraction Data).

Após a secagem da matéria-prima, foi adicionado água em 10% do peso total da massa. Em seguida a massa foi homogeneizada, granulada em peneira malha 40 mesh e vedada em saco plástico por período de 24 horas para melhor distribuição da água entre as partículas da massa cerâmica. A conformação dos corpos de prova foi feita por prensagem uniaxial sob uma pressão de 25 MPa, obtendo peças na forma de paralelepípedo nas dimensões 60 x 20 x 5 mm. Após a etapa de conformação, os corpos de prova foram secos em estufa com controle de temperatura de 110 °C por 24 horas. A etapa de queima dos corpos de prova foi realizada em um forno elétrico, JUNG – modelo 2314 com temperatura máxima de trabalho de 1400 °C. Três temperaturas foram utilizadas: 1080 °C, 1120 °C e 1160 °C, com taxa de aquecimento de 10 °C/min em cada queima e patamar da temperatura máxima de 10 minutos. O resfriamento ocorreu de forma natural, com as amostras dentro do forno desligado, até alcançar a temperatura ambiente. Os corpos de prova queimados foram avaliados em suas propriedades tecnológicas de retração linear (RL), absorção de água (AA) e tensão de ruptura à flexão em três pontos (TRF).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 e a Figura 1 apresentam, respectivamente, os resultados das composições química e mineralógica da argila com calcário:

Tabela 1 - Composição química da argila com calcário

Componentes químicos	Concentração (%)
SiO ₂	48,5
Al ₂ O ₃	23,9
Fe ₂ O ₃	8,5
K ₂ O	2,1
TiO ₂	1,6
CaO	4,6
MgO	-
Perda ao fogo	10,8

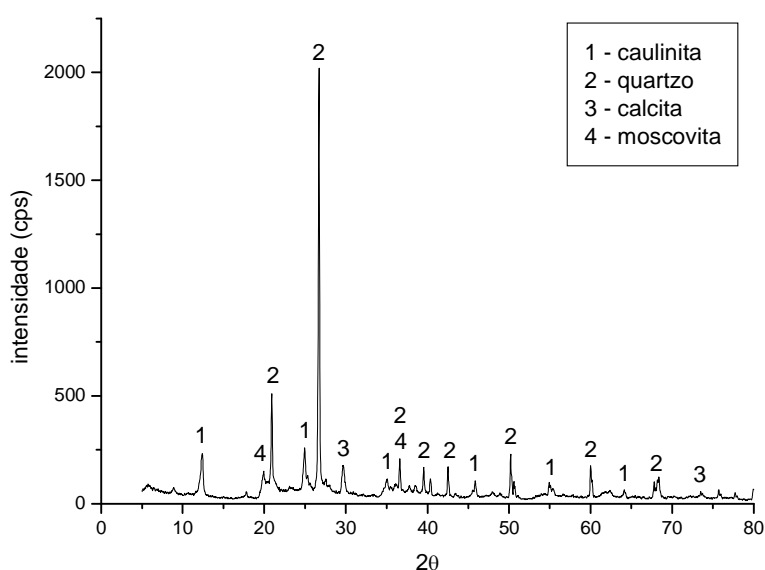


Figura 1 - Difratograma de raios X da argila com calcário

Como se pode observar a argila possui o SiO₂ e o Al₂O₃ como óxidos majoritários. Estes óxidos estão associados principalmente aos argilominerais presentes, como foi evidenciado no difratograma de raios X, onde se detectou picos característicos da caulinita (Al₂Si₂O₅(OH)₄) e da moscovita (Al₃H₂KO₁₂Si₃). A caulinita tem comportamento refratário, enquanto a moscovita se comporta como fundente devido à presença do potássio. Este componente químico promove a formação apreciável de fase líquida durante a queima, sendo o principal agente de sinterização de uma massa cerâmica. A presença do quartzo mostra que parte do silício também está associada a este mineral. O quartzo desempenha um importante papel na microestrutura do corpo cerâmico, além de melhorar a secagem e a liberação de gases na queima. O alto teor de ferro (8,5%)

confere uma coloração vermelha às cerâmicas. Porém, a presença do CaO que está ligado ao calcário calcítico (CaCO_3) presente na argila, interferiu na cor de queima dos corpos de prova, ou seja, o ferro combinado ao cálcio promoveram uma cor alaranjada após a queima. O alto teor de perda ao fogo se deve principalmente a saída da água de constituição dos argilominerais e a saída do CO_2 com a decomposição da calcita.

As Figuras 2 e 3 apresentam, respectivamente, os resultados dos ensaios tecnológicos de retração linear (RL) e absorção de água (AA) realizados nas amostras após as queimas:

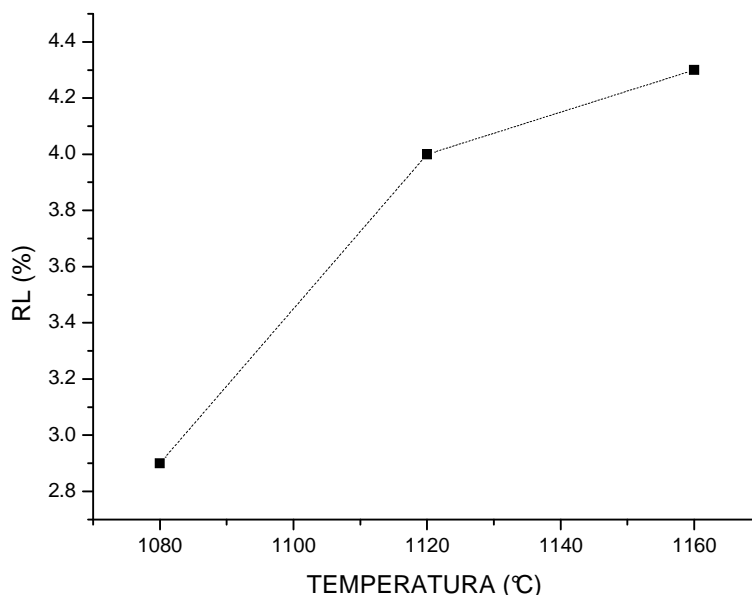


Figura 2 - Retração linear nas temperaturas de queima

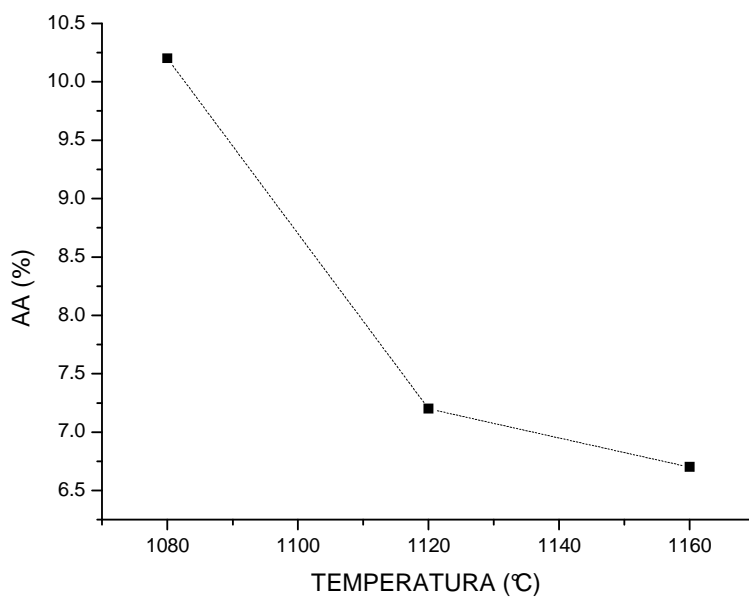


Figura 3 - Absorção de água nas temperaturas de queima

De acordo com a Figura 2, observa-se que com aumento da temperatura ocorreu também um aumento da retração linear. Este comportamento é atribuído ao fechamento da porosidade que possibilita uma densificação das peças acompanhada de retração. Isto é corroborado com os resultados da AA (Figura 3), que mostram a diminuição dos poros abertos com aumento da temperatura. A retração ocorreu de forma mais significativa entre as temperatura de queima de 1080° C e 1120° C, o que também foi evidenciado com os resultados da AA. Isto se deve a ação fundente do álcali potássio só ocorrer em temperatura maior que 1100° C. Observa-se também que a retração foi pouco expressiva em todas as queimas realizadas (< 5%), ou seja, o calcário conferiu uma melhor estabilidade dimensional as peças queimadas, apesar do alto percentual de perda ao fogo. A estabilidade dimensional promovida pelos carbonatos está ligada ao CaO. Este reage com os demais componentes da massa formando silicatos e aluminossilicatos de cálcio que sofrem expansão por apresentarem densidades menores que as fases originais. Além disso, estas fases a base de cálcio interferem na formação de fase líquida, principal responsável pela densificação e consequente retração da peça cerâmica. Os valores da AA ficaram entre 6,5% e 10,5%. Estes resultados se devem pela porosidade formada com a saída de gases, principalmente o gás carbônico oriundo da decomposição da calcita. Outro aspecto a ser observado nos resultados da AA é que as amostras queimadas a 1080° C tiveram absorção de água maior que 10%, o que atende as normas estabelecidas pela ABNT 13817 (1997) para o revestimento do tipo poroso. Os resultados de AA das outras duas queimas ficaram entre 6% e 8% , atendendo os requisitos para revestimento do tipo semiporoso.

Os resultados da tensão de ruptura à flexão em três pontos (TRF) são apresentados na Figura 4:

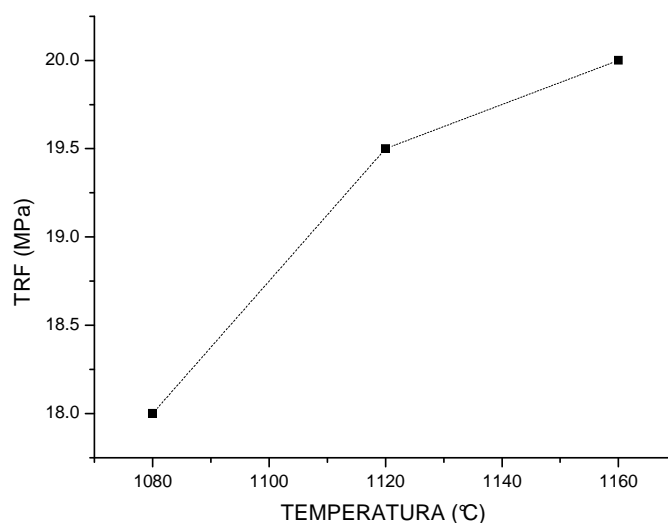


Figura 4 - Resistência mecânica nas temperaturas de queima

Concordando com os resultados anteriores, a resistência mecânica dos corpos cerâmicos foi aumentando com o aumento da temperatura de queima, onde também se observou um aumento mais significativo entre as temperaturas de 1080° C e 1120° C. O aumento da resistência com o aumento da temperatura ocorre devido a redução da porosidade e a microestrutura formada no processo de sinterização, como a fase vítrea e novas fases cristalinas que proporcionam maior resistência ao corpo cerâmico, principalmente fases cristalinas à base do cálcio presente. Ressaltando que estas transformações ocorrem de forma mais completa em um ciclo de queima mais longo e em temperatura mais elevada. Também os resultados de resistência mecânica das amostras queimadas atendem as exigências da norma da ABNT 13817 para revestimento semiporoso, ou seja, TRF > 18 MPa.

CONCLUSÕES

- O carbonato presente na argila é do tipo calcita, sendo assim fonte de cálcio. Este álcali terroso interferiu na cor de queima dos corpos cerâmicos promovendo uma coloração alaranjada e conferiu uma melhor estabilidade dimensional. Além disso, o cálcio presente na argila, reagiu com os demais componentes da massa formando novas fases cristalinas que promoveram uma maior resistência mecânica, principalmente com o aumento da temperatura.
- Os resultados da absorção de água e resistência mecânica mostraram que a massa constituída apenas com a argila contaminada com calcário atende aos requisitos exigidos pela ABNT para produção de cerâmica de revestimento do tipo poroso e semiporoso.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13817**: Placas cerâmicas para revestimento – Classificação. Rio de Janeiro, 1997.

CEPRO – Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí. **Diagnóstico e diretrizes para o setor mineral do estado do Piauí**. Teresina – PI: Fundação CEPRO, 2005.

JORDÃO, M. A. P. **Curso internacional de treinamento em grupo em tecnologia cerâmica, “cerâmica branca”**. IPT/JICA, 05, 1995.

SOARES, R. A. L. **Influência do teor de calcário no comportamento físico, mecânico e microestrutural de cerâmicas estruturais**. 2008. 98f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.