

## ESTUDO DA MORFOLOGIA DE QUEIMA DE CERÂMICA VERMELHA INCORPORADA COM CHAMOTE PARA FABRICAÇÃO DE PEÇAS REFRAATÓRIAS\*

*Roberto de Sousa Cruz Júnior<sup>1</sup>  
Geyna Evellyn Silva de Jesus<sup>2</sup>  
Sérgio Neves Monteiro<sup>3</sup>  
Alisson Clay Rios da Silva<sup>4</sup>  
Verônica Scarpini Candido<sup>5</sup>*

### Resumo

A incorporação de resíduos sólidos industriais em massa de cerâmica vermelha é uma maneira coerente de preservar as matérias-primas, de reduzir custos de produção e de destinar adequadamente tais materiais, os quais, de outra forma, iriam poluir o meio ambiente. Portanto, este trabalho tem por objetivo avaliar a morfologia da fratura de peças cerâmicas queimadas a 1050°C e após a realização do ensaio de compressão axial, produzidas a partir de argilas e de chamote provenientes de uma indústria cerâmica da região amazônica, para a produção de peças refratárias. O resíduo e as argilas foram classificados em peneira de abertura de malha de 80 mesh. Após esse beneficiamento, foram confeccionados corpos de prova de massa argilosa e com incorporação de 10% de chamote por compressão uniaxial e queimados a 1050°C. Posteriormente, foi realizada a análise morfológica dos corpos de prova por Microscopia Ótica (MO) e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Os resultados mostraram compostos característicos de argilas, como a hematita e o quartzo. Além disso, observou-se a formação de fase líquida que contribuiu para a densificação dos corpos cerâmicos. Por fim, foi visto que o chamote nessa temperatura, não provocou mudanças microestruturais significativas, pois não atuou como concentrador de tensão e reagiu com a matriz de argila contribuindo ainda mais para a formação de fase líquida, indicando que esse resíduo pode ser utilizado para formulação de massas cerâmicas para produção de peças refratárias.

**Palavras-chave:** Cerâmica vermelha; Chamote; Análise morfológica; Peças refratárias.

### STUDY OF MORPHOLOGY OF BURNING RED CERAMICS INCORPORATED WITH CHAMOTE FOR MANUFACTURE OF REFRACTORY PARTS

#### Abstract

The incorporation of industrial solid waste in mass of red ceramics is a consistent way of preserving raw materials, reducing production costs and properly allocating such materials, which otherwise, would pollute the environment. Therefore, the objective of this study is evaluate the fracture morphology of ceramic pieces burned at 1050°C and after the axial compression test, produced from clays and chamote from ceramics industry of the Amazon region, for the production of pieces refractory. The residue and the clays were classified in 80 mesh sieve. After this processing, were made test specimens of clayey mass and with incorporation of 10% chamote by uniaxial compression and burned at 1050°C. Subsequently, a morphological analysis of the test specimens by Optical Microscopy (OM) and Scanning Electron Microscopy (SEM) was performed. The results found are characteristic of clays, such as hematite and quartz. Furthermore, it was observed the formation of liquid phase, which contributed to the densification of the ceramic bodies. Finally, it was seen that the chamote at this temperature did not cause significant microstructural changes,

because it did not act as a voltage concentrator and reacted with the clay matrix, further contributing to the formation of liquid phase, indicating that this residue can be used for the formulation of ceramic masses for the production of refractory parts.

**Keywords:** Red ceramics; Chamote; Morphological analysis; Refractory parts.

<sup>1</sup> *Graduando em engenharia de materiais pela Universidade Federal do Pará.*

<sup>2</sup> *Graduanda em engenharia de materiais pela Universidade Federal do Pará.*

<sup>3</sup> *Professor doutor do Instituto Militar de Engenharia.*

<sup>4</sup> *Professor doutor da Universidade Federal do Pará.*

<sup>5</sup> *Professora doutora da Universidade Federal do Pará.*

## 1 INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos industriais despertaram interesse em diversos ramos da sociedade, como a indústria, a comunidade acadêmica e os órgãos ambientais, devido à grande quantidade gerada a partir de inúmeros processos produtivos no Brasil e mundialmente. Logo, há interesse em uma destinação adequada a esses resíduos, visando melhorar o meio ambiente e diminuir os custos de produção no setor cerâmico [1].

A incorporação desses resíduos em matriz argilosa pode ser uma alternativa viável, pois as formulações das massas cerâmicas permite grande variabilidade química e mineralógica, a produção de cerâmica utiliza em grande parte matérias-primas não renováveis, o processamento quase não sofre alterações devido ao resíduo incorporado e as substâncias tóxicas podem ser encapsuladas pela matriz vitrificada das cerâmicas após a etapa de sinterização [1].

Chamote é um material proveniente do descarte da queima de cerâmicas, o qual pode ser utilizado em massas cerâmicas. Por possuir granulometria maior que a argila, esse resíduo pode melhorar o empacotamento da cerâmica. Esse material facilita a etapa de secagem, devido a sua morfologia. Se processada abaixo de sua temperatura de queima, se comporta como material inerte [2].

Portanto, este trabalho tem por objetivo, avaliar a morfologia da fratura de peças queimadas a 1050°C após a realização de ensaio de compressão axial.

## 2 DESENVOLVIMENTO

As argilas (forte e fraca) e o chamote foram obtidos em uma cerâmica localizada no município de São Miguel do Guamá no Estado do Pará. Após essa etapa, os materiais foram encaminhados à Usina de Materiais da Universidade Federal do Pará e, foram secos em estufa a 110°C e peneirados em peneira com abertura de malha igual a 80 mesh. Em seguida, foram elaboradas duas formulações: massa argilosa e massa argilosa com adição de 10% em massa de chamote. Posteriormente, foram confeccionados corpos de prova por compressão uniaxial. Em seguida, as peças foram secas, inicialmente, à temperatura ambiente por 24 horas e, depois, em estufa a 110°C pelo mesmo período de tempo. A queima desses materiais foi realizada com taxa de aquecimento de 2°C/min em forno mufla, a 1050°C e temperatura de patamar mantida por 2 horas.

A avaliação morfológica das cerâmicas queimadas a 1050°C foi realizada por MO e MEV após a seleção das amostras.

As peças destinadas à análise por Microscopia Ótica (MO) foram previamente preparadas com lixa nº 1200 apropriada para superfícies molhadas.

Assim com na análise por MO, as peças destinadas à análise por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) foram previamente preparadas com lixa nº 1200 e, após essa etapa, as amostras foram secas e metalizadas com platina (Pt) ou ouro (Au) em metalizador SHIMADZU, modelo IC-50. Em seguida, realizou-se a observação da morfologia por MEV utilizando-se um microscópio Jeol, Modelo FSM 6460 LV.

A figura 1 apresenta as micrografias obtidas por MO das peças queimadas.

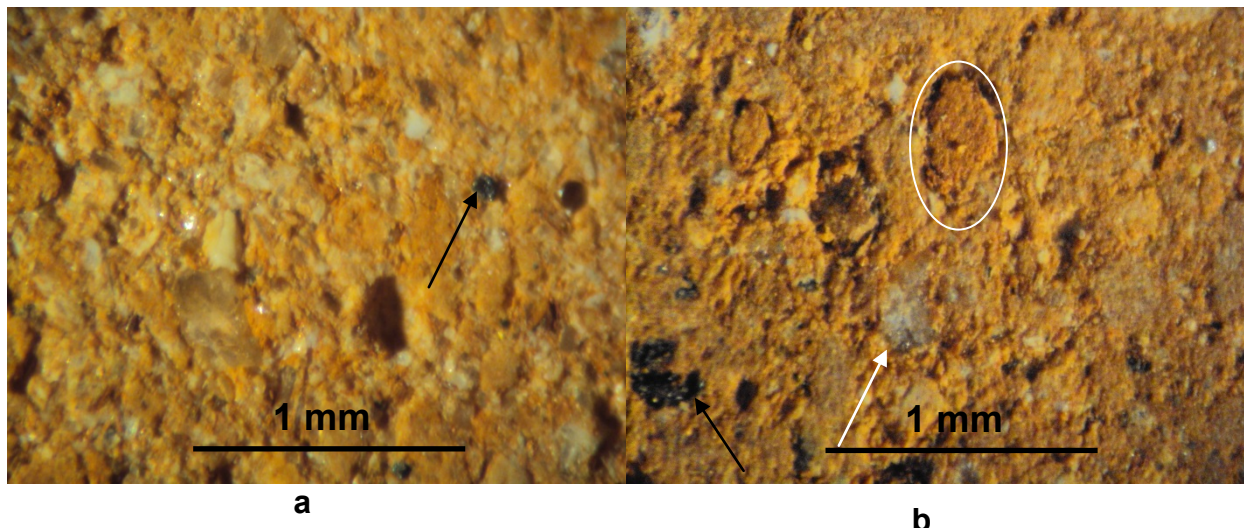


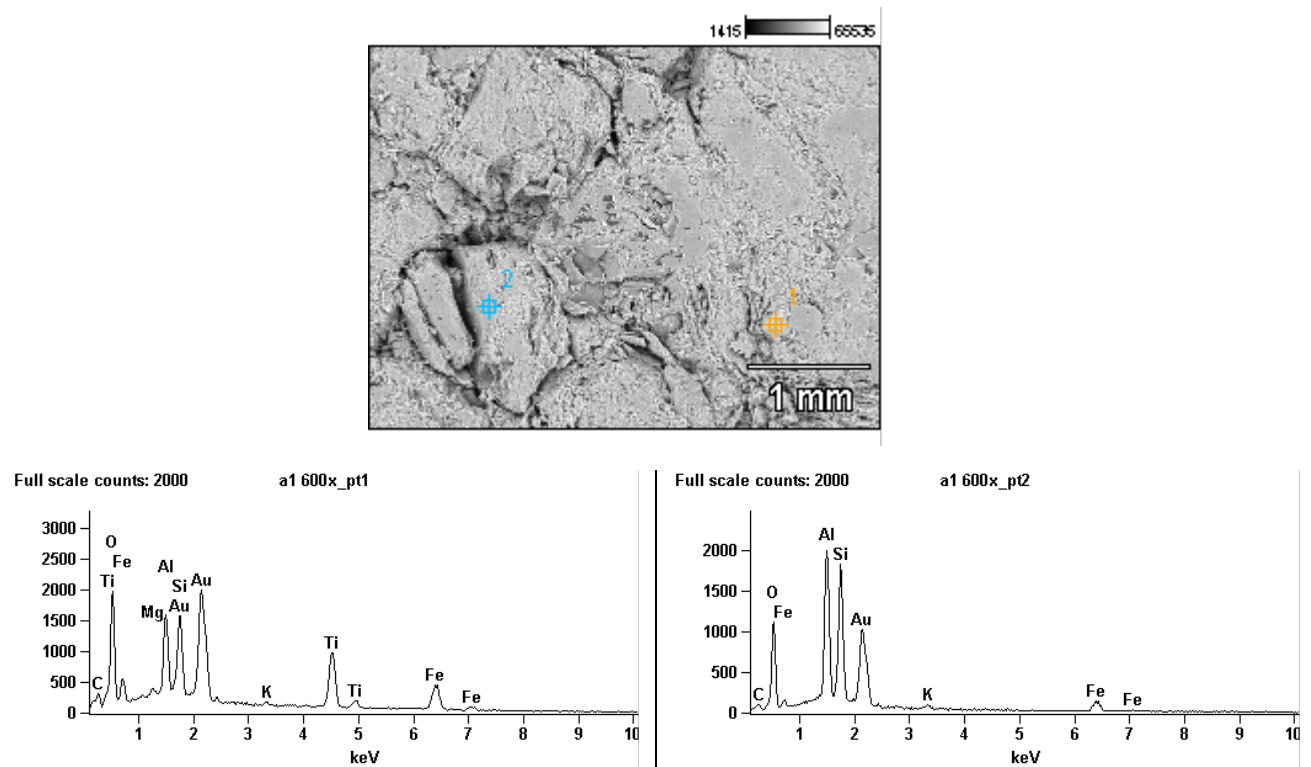
Figura 1: Micrografias de MO das cerâmicas queimadas a 1050°C. (a) Massa argilosa; (b) Massa argilosa com adição de 10% em massa de chamote. Aumento: 6,5 x.

As micrografias revelaram que as cerâmicas apresentam uma cor avermelhada devido à presença de óxidos de ferro presentes na argila. Além disso, é observada a presença de quartzo (setas brancas), partículas pretas, provavelmente compostos de ferro (setas pretas), partículas avermelhadas, provavelmente hematita (circuladas em branco) oriundas possivelmente da desidratação do hidróxido de ferro [3].

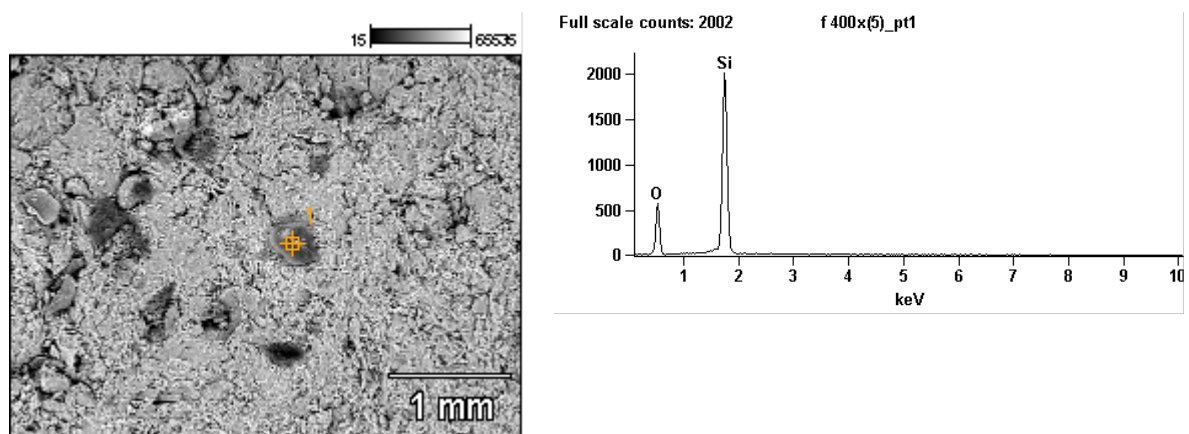
O quartzo e a hematita, assim como o chamote, podem atuar como partículas inertes e se tornarem pontos de concentração de tensão, ocasionando o aparecimento de trincas que podem comprometer a resistência do material [4,5].

Entretanto, de maneira geral, nessas micrografias, não foram observadas influências negativas dessas partículas sobre o material.

As figuras 2 e 3 apresentam as micrografias obtidas por MEV e a espectroscopia por energia dispersiva (EDS) da massa argilosa e da massa argilosa com adição de 10% em massa de chamote, respectivamente.



**Figura 2:** Micrografia de MEV da massa argilosa queimada a 1050°C e espectros de EDS dos pontos indicados sobre a imagem. Aumento: 600x.



**Figura 3:** Micrografia obtida por MEV da massa argilosa com adição de 10% em massa de chamote queimada a 1050°C e espectros de EDS dos pontos indicados sobre a imagem. Aumento: 400x.

Pode-se observar que de maneira geral, as micrografias apresentam morfologia semelhante e que apesar de serem observadas regiões de falha e porosidade, há uma predominância de áreas lisas. Esse predomínio de áreas lisas se deve a uma formação de fase líquida que preenche os poros diminuindo assim sua ocorrência [6].

A fase líquida funciona como um tipo de “cola”, aproximando as partículas e conferindo maior resistência mecânica ao material uma vez que essa fase penetra entre as partículas e acarreta maior aderência dessas partículas ao material [7].

O mapeamento por EDS, Figura 2, relevou a presença de uma matriz amorfa de aluminossilicato, oriunda da caulinita, argilomineral presente nas argilas estudadas, ponto 1 e 2. Também são observadas regiões de falhas, entretanto há um predomínio de áreas lisas típicas de vitrificação [6]. A presença de ouro (Au) se deve a metalização da amostra.

Na figura 3 pode-se observar no ponto 1 a presença de partículas de quartzo e no ponto 2 uma matriz amorfa de aluminossilicato.

Dessa forma, o estudo da morfologia de queima da massa argilosa com adição de chamote mostrou que a temperatura de 1050°C favoreceu a transformação de fase da caulinita. Além disso, foi observado que o chamote comportou-se como matriz argilosa contribuído para a formação de fase líquida, uma vez que até 600°C esse resíduo apresenta comportamento inerte e partir dessa temperatura, ele apresenta comportamento similar ao da massa argilosa.

### 3 CONCLUSÃO

O estudo da morfologia de queima das peças cerâmicas queimadas a 1050°C revelou a presença de compostos característicos desse tipo de materiais argilosos como hematita e quartzo. Na temperatura de 1050°C há o favorecimento de formação de fase líquida o que pode ter contribuído para densificação das peças. Adicionalmente, pode-se concluir que o chamote adicionado à massa argilosa não provocou alterações microestruturais significativas no que tange a concentração de tensão, pois a essa temperatura, esse material reage com a matriz argilosa favorecendo a formação de fase líquida indicando que esse tipo de formulação pode ser utilizado para fabricação de refratários.

## REFERÊNCIAS

- 1 MORETE GF, PARANHOS RPR, HOLANDA JNF. Avaliação de algumas propriedades físico-químicas de corpos cerâmicos incorporados com resíduo de escória de soldagem. *Matéria*. 2006;9:232-237.
- 2 VIEIRA CMF, SOUZA ETA, MONTEIRO SN. Efeito da incorporação de chamote no processamento e microestrutura de cerâmica vermelha. *Cerâmica*. 2004;50:254-260.
- 3 VIEIRA CMF, HOLANDA JNF, PINATTI DG. Caracterização de massa cerâmica vermelha utilizada na fabricação de tijolos na região de Campos dos Goytacazes. *Cerâmica*. 2000;46(297):Jan./Feb./Mar.
- 4 VIEIRA CMF, MONTEIRO SN. Microstructure evolution in Kaolinitic clay as a function of firing temperature. *Interceram*. 2005;54:268-271.
- 5 VIEIRA CMF, MONTEIRO SN. Effect of the particle size of the grog on the properties of bricks. *TMS (The Minerals, Metals & Materials Society)*. 2009;54:249-254.
- 6 BOSCHI AO. Cerâmica vermelha ou estrutural. *Seminário de cerâmica urbana do Rio de Janeiro*. 1980:26-29.