



**Universidade Federal do Pará**  
**Centro de Geociências**  
**Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica**

**TRANSFORMAÇÕES TÉRMICAS E PROPRIEDADES CERÂMICAS DE RESÍDUOS  
DE CAULINS DAS REGIÕES DO RIO CAPIM E DO RIO JARI – BRASIL**

TESE APRESENTADA POR

**MARLICE CRUZ MARTELLI**

Como requisito parcial à obtenção do Grau de Doutor em  
Ciências na Área de GEOQUÍMICA E PETROLOGIA.

Data de Aprovação: **23 / 03 / 2006**

Co-orientador: Prof. Dr. Rômulo Simões Angélica

**Comitê de Tese**

---

ROBERTO DE FREITAS NEVES (Orientador)

---

HERBERT PÖLLMANN

---

FRANCISCO ROLANDO VALENZUELA DIAZ

---

MARCONDES LIMA DA COSTA

---

VANDA PORPINO LEMOS

Belém

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação(CIP)  
Biblioteca Geól. Rdº Montenegro G. de Montalvão

---

Martelli, Marlice Cruz

**Transformações térmicas e propriedades cerâmicas de resíduos de caulins das regiões do rio Capim e do rio Jarí–Brasil.** / Marlice Cruz Martelli; orientador, Roberto de Freitas Neves; co-orientador, Rômulo Simões Angélica. - 2006

160 f. : il

Tese (Doutorado em Geoquímica e Petrologia) – Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Belém, 2006.

1.Caulim 2. Resíduos 3.Mullita 4. Cerâmica 5. Rio Capim-PA 6. Rio Jarí-AP 7. Amazônia I. Neves, Roberto de Freitas, orient. II Angélica, Rômulo Simões, co-orient. III Título.

**CDD 20. ed.: 553.6109811**

---

## RESUMO

Mullita,  $\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$ , é um mineral relativamente raro na natureza, formado sob condições excepcionais de elevada temperatura e pressão, condições estas que podem ser utilizadas na síntese do mineral. Apresenta excelentes propriedades de resistência mecânica a elevada temperatura, baixo coeficiente de expansão térmico, boa estabilidade química e térmica. Tais características explicam sua importância na cerâmica tradicional e avançada.

A proposta da pesquisa tem como objetivo desenvolver um processo de síntese de mullita a partir dos resíduos do beneficiamento de caulim, das indústrias localizadas nos distritos de caulim do rio Jari (Monte Dourado - PA) e do rio Capim (Ipixuna - PA). Com os materiais sintetizados são feitos estudos preliminares de suas aplicações como matérias-primas para a fabricação de chamota e tijolos refratários sílico-aluminosos. As etapas apresentadas são as de caracterização mineralógica e química, verificando as diferenças entre os materiais; a de processamento, feita através da calcinação dos resíduos em patamares crescentes de temperaturas de 100 em 100°C, iniciando de 600 até 1500°C por 3 h, visando observar as transformações mineralógicas; a do estudo dos efeitos de temperatura e das impurezas presentes, através de acompanhamento por difração de raios-X pelo método do pó, microscopia eletrônica de varredura do pó, fratura dos corpos de prova, lâminas delgadas e seção polida e; a das propriedades cerâmicas, apresentando os testes de retração linear dos corpos de prova, porosidade aparente, tensão de ruptura à flexão e refratariedade.

Os resultados obtidos indicam que, os resíduos do rio Jari (CR) e do rio Capim (PR) são constituídos principalmente por caulinita; a caulinita do PR apresenta-se com maior grau de ordem estrutural do que CR; o aumento na temperatura de calcinação favoreceu um aumento na aglomeração dos dois resíduos; o maior teor de Fe na amostra CR, influenciou na formação de mullita, na energia de ativação e na retração linear de sinterização e; pelos ensaios de refratariedade, os dois resíduos industriais demonstraram que podem ser utilizados para refratários e chamotas.

## ABSTRACT

Mullite,  $\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$ , is a relatively rare mineral in nature, formed under exceptional conditions of high temperature and pressure, which can be used to synthesize this mineral. Mullite presents excellent mechanical resistance at high and normal temperatures; low thermal expansion coefficient; good chemical and thermal stability. Such characteristics explain the importance of mullite in traditional and advanced ceramics.

This research proposes the development of a process to synthesize mullite using the wastes from kaolin processing industries located in the rio Jari (Monte Dourado-PA) and rio Capim (Ipixuna-PA) districts. Preliminary studies are made on the synthesized materials for application as base materials for grog and silicon-aluminum refractory bricks. The steps are: (a) mineralogical and chemical characterization, verifying the differences between the materials; (b) processing through calcinations of the wastes at increasing levels of temperature with 100 °C increments, ranging from 600 to 1500 °C, during 3 hours at each level, so mineralogical changes can be observed and; (c) the study of temperature and impurities effects through X-ray powder diffraction, scanning electron microscopy, green bodies cleavage, thin layer and polished section; and of ceramics properties, through green bodies retraction (shrinking).

The results of this work indicate that detrites from kaolin industries at rio Jari and rio Capim are constituted mainly by kaolinite. The PR samples showed a higher level of structural order than the CR samples. The increase in calcination temperature favored agglomeration in both samples. A higher content of Fe in the CR samples influenced mullite formation, activation energy, and linear shrinking in sintering. Also, through to the results of the refractarity essays, both industrial waste samples showed that they can be used as starting materials for refractories and grog.