



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E GEOQUÍMICA**

---

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**MINERALOGIA, QUÍMICA E AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE  
POTENCIAL DE FRAGMENTOS CERÂMICOS DE SÍTIO DE  
TERRA PRETA: CAXIUANÃ, JURUTI, BARCARENA E QUEBRADA  
TACANA**

**Dissertação apresentada por:**

**GLAYCE JHOLY SOUZA DA SILVA**

**Orientador: Prof. Dr. Marcondes Lima da Costa**

---

**BELÉM  
2010**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação(CIP)  
Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

---

S586m Silva, Glayce Jholy Souza da

Mineralogia, química e avaliação da fertilidade potencial de fragmentos cerâmicos de sítio de terra preta: Caxiuanã, Juruti, Barcarena e Quebrada Tacana / Glayce Jholy Souza da Silva; Orientador: Marcondes Lima da Costa – 2010

xv, 94 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Petrologia) – Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

1. Cerâmica (Região Amazônica). 2. Arqueologia. 3. Terra Preta Amazônica (TPA). 4. Fertilidade. 5. Dessorção. I. Universidade Federal do Pará. II. Costa, Marcondes Lima da, *orient.* III. Título.

CDD 20. ed.: 738.09811

---



**Universidade Federal do Pará**  
**Instituto de Geociências**  
Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica

**MINERALOGIA, QUÍMICA E AVALIAÇÃO DA  
FERTILIDADE POTENCIAL DE FRAGMENTOS  
CERÂMICOS DE SÍTIO DE TERRA PRETA: CAXIUANÃ,  
JURUTI, BARCARENA E QUEBRADA TACANA**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR

**GLAYCE JHOLY SOUZA DA SILVA**

Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em  
Ciências na Área de **GEOQUÍMICA E PETROLOGIA**

Data de Aprovação: **24 /06 /2010**

Banca Examinadora:

Prof. Marcondes Lima da Costa  
(Orientador-UFPA)

Profª Dirse Clara Kern  
(Membro-MPEG)

Profª Vanda Porpino Lemos  
(Membro-UFPA)

Belém

## RESUMO

Pequenas áreas com solos tipo Terra Preta Amazônica (TPA) estendem-se por toda a região amazônica. Dentre suas características mais marcantes destacam-se sua elevada carga de nutrientes e a presença de vestígios das sociedades que habitaram a região no período pré-colonial. Fragmentos de vasos cerâmicos são os mais frequentemente resgatados nestes solos. Os elevados conteúdos de fósforo nas TPA é há muito tempo relatado e estudos recentes mostram que os fragmentos também os contêm. A fim de relacionar a fertilidade das TPA à abundante presença dos fragmentos cerâmicos, este trabalho propôs-se a investigar a composição química e mineralógica bem como avaliar o caráter fértil dos fragmentos e sua capacidade em liberar nutrientes para o solo. Para este fim selecionou-se 44 fragmentos cerâmicos coletados em quatro sítios: Barcarena, Caxiuanã, Juruti no Pará e Tacana em Leticia-Colômbia. As análises mineralógicas foram realizadas por difração de raios x (DRX), e a determinação dos antiplásticos e dos aspectos texturais por microscopia óptica e eletrônica de varredura. A composição química total foi determinada por ICP-MS via fusão alcalina. A extração dos nutrientes fósforo, potássio, cálcio, cobre, zinco, manganês, magnésio, ferro e sódio foi feita com extrator Mehlich 1. Nos ensaios de dessorção foram utilizadas suspensões apenas contendo ácido cítrico (pH 4.5-5.5) em alusão à presença dos ácidos húmicos nos solos TPA. Os fragmentos contêm quartzo e metacaulinita como fases comuns e distinguem-se entre si pela presença de talco, calcita e hematita em fragmentos do sítio Raimundo; clorita em Quebrada Tacana e Barcarena; cristobalita em Raimundo e Quebrada Tacana. Os elevados conteúdos de  $\text{SiO}_2$  e  $\text{Al}_2\text{O}_3$  condizem com a mineralogia dominante, quartzo e caulinita;  $\text{K}_2\text{O}$  encontra-se como feldspatos e micas, especialmente em Juruti;  $\text{CaO}$  está em baixas concentrações, exceto em Raimundo devido à presença de conchas tanto nos fragmentos quanto no solo; enquanto  $\text{P}_2\text{O}_5$  alcançou valores de 0.9, 2.9 e 4.7% nos fragmentos dos sítios Raimundo, Quebrada Tacana e Juruti, respectivamente, sem constatação de fase mineral cristalina; em Barcarena está praticamente ausente. A metacaulinita de natureza microcristalina a plásmica constatada sob microscópio óptico, constitui a matriz dos fragmentos. A natureza amorfa é indicada pela elevação de background observada na maioria dos difratogramas e a classificação como metacaulinita permitida pelos elevados conteúdos de  $\text{SiO}_2$  e  $\text{Al}_2\text{O}_3$  que juntos representam mais de 50% da composição química total. Os antiplásticos variaram de

acordo com a procedência dos fragmentos. Cariapé é comum nos fragmentos de Raimundo, Quebrada Tacana e Barcarena; cauxi nos fragmentos de Juruti; carvão em Quebrada Tacana, enquanto conchas restringem-se aos fragmentos de Raimundo. Os resultados para fertilidade mostraram que os fragmentos de Quebrada Tacana e Juruti destacam-se quanto aos níveis de  $P_{\text{disponível}}$  alcançando 1045 e 2250  $\text{mg}/\text{dm}^3$ , respectivamente, enquanto as concentrações muito baixas desse nutriente foram verificadas nos fragmentos de Barcarena não ultrapassando 5  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ; com referência ao  $K_{\text{trocável}}$  todos os fragmentos apresentaram teores bastante elevados; as maiores variações foram encontradas para Zn, Mg, Mn; enquanto  $Ca_{\text{trocável}}$  destacou-se em fragmentos do sítio Raimundo. Os ensaios para dessorção demonstraram que os fragmentos liberam nutrientes, especialmente o fósforo, encontrado em elevados teores nos fragmentos de Quebrada Tacana e Juruti, e que mesmo nutrientes como Ca e Mg, presentes em baixa concentração também sofrem dessorção. Estes resultados indicam que os vasos cerâmicos foram fabricados a partir de matéria-prima básica e comum, representada por quartzo e caulinita, ou seja, argilas. As variações mineralógicas são reflexos da geologia local e dos diferentes antiplásticos adicionados à pasta cerâmica. A caulinita presente em alguns fragmentos é um produto neoformado a partir da alteração sofrida pelo fragmento rico em  $\text{SiO}_2$  e  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . A metacaulinita é produto da queima da matéria-prima (rica em caulinita). Os diferentes antiplásticos adicionados podem ser relacionados à preferência de cada povo ou disponibilidade na região, cuja importância para fabricação de materiais cerâmicos era conhecida. Os fragmentos apresentam teores de nutrientes favoráveis à agricultura, com destaque para fósforo (exceto em Barcarena) e potássio. Além disso, são capazes de liberá-los na presença de um ácido orgânico, que é produto comum da decomposição da matéria orgânica e é exsudado pelas raízes de algumas espécies vegetais; indicando que o fragmento pode assumir o mesmo comportamento no solo.

**Palavras-chave:** Cerâmica (Região Amazônica). Arqueologia. Terra Preta Amazônica (TPA). Fertilidade. Dessorção.

## ABSTRACT

Small areas with Amazonian Dark Earth (ADE) soils stretch across the Amazon region. Among its most striking features stand out the high nutrient content and contain human occupation remains. Ceramic fragments are the most frequently recovered in these soils. The high content of phosphorus in the ADE has long been reported and recent studies show that the fragments also contain them. In order to relate the fertility of the ADE to the abundant presence of ceramic fragments, this work aimed to investigate the chemical and mineralogical composition as well as evaluating the fertile character of the fragments and their ability to release nutrients to the soil. For this goal it was selected 44 ceramic fragments collected at four sites: Barcarena, Caxiuanã, Juruti and Tacana at Leticia in Colombia. The mineralogical analysis was performed by x-ray diffraction (XRD), and the determination of antiplásticos and textural aspects of optical microscopy and scanning electron microscopy. The composition was determined by ICP-MS via alkaline fusion. The extraction of the nutrients phosphorus, potassium, calcium, copper, zinc, manganese, magnesium, iron and sodium was performed with Mehlich 1. In the desorption tests were used only suspensions containing citric acid (pH 4.5-5.5) in allusion to the presence of humic acids in TPA soils. The fragments contain quartz and metakaolin as common stages and distinguish each other by the presence of talc, calcite and hematite fragments in Raimundo site; chlorite in Quebrada Tacana and Barcarena; cristobalite in Raimundo and Quebrada Tacana. The high content of  $\text{SiO}_2$  and  $\text{Al}_2\text{O}_3$  agree with the dominant mineralogy, quartz and kaolinite;  $\text{K}_2\text{O}$  composes the feldspars and micas, especially in Juruti;  $\text{CaO}$  are in low concentrations, except for Raimundo because of the presence of shells in both fragments and in the soil; whereas  $\text{P}_2\text{O}_5$  reached values of 0.9, 2.9 and 4.7% in the fragments of the Raimundo, Quebrada Tacana and Juruti sites, respectively, without finding crystalline mineral phase; in Barcarena is virtually absent. The microcrystalline nature of the metakaolinite plasmic observed under an optical microscope, constitutes the matrix. The amorphous nature is indicated by the high background observed in most diffraction patterns and the classification as metakaolinite as permitted by the high content of  $\text{SiO}_2$  and  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; together they represent more than 50% of bulk composition. The tempers ranged from according to the origin of the fragments. Cariape is common in the fragments of Raimundo, Quebrada Tacana and Barcarena; cauxi in Juruti's fragments;

coal in Quebrada Tacana, while shells are restricted to fragments of Raimundo. The results for fertility showed that the fragments of Quebrada Tacana and Juruti stand out in the contents of available P reaching 1045 e 2250 mg/dm<sup>3</sup>, respectively, while very low concentrations of this nutrient were found in Barcarena fragments. With reference to exchangeable K all fragments showed high contents, the largest variations were found for Zn, Mg, Mn, while exchangeable Ca stood out in fragments of the Raimundo site. Tests for desorption prove that the fragments release nutrients, especially phosphorus, found in high contents in samples from the Quebrada Tacana and Juruti, and even nutrients like calcium and magnesium, present in low concentrations also undergo desorption. These results indicate that ceramic vessels were made from basic clayey raw material, common, represented by kaolinite and quartz, in other words clays. The mineralogical variations are reflections of local geology and the different tempers added to the ceramic. The kaolinite present in some fragments is a new-formed product from the changes experienced by the fragment rich in SiO<sub>2</sub> and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. The metakaolinite is a product of burned of raw material (rich in kaolinite). Different tempers added could be related to preference or availability of each people in the region, whose importance for the manufacture of ceramic materials was known. The nutrient contents of the fragments are favorable to agriculture, especially phosphorus (except in Barcarena) and potassium. Moreover, they are able to release them in the presence of an organic acid, which is common product of decomposition of organic matter and is exuded by the roots of some plant species, indicating that the fragment can assume the same behavior in the soil.

**Key words:** Ceramic (Amazon Region). Archeology. Amazonian Dark Earth (ADE). Fertility. Desorption.