



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

---

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**ADSORÇÃO DE Pb POR CAULINITA TRATADA COM ÁCIDOS  
ACÉTICO E CÍTRICO**

**Dissertação apresentada por:**

**LUCIANA FREITAS DE SENA**

---

**BELÉM  
2005**



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

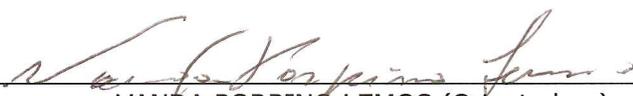
**ADSORÇÃO DE CHUMBO POR CAULINITA TRATADA COM  
ÁCIDOS ACÉTICO E CÍTRICO**

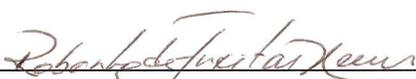
DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR  
**LUCIANA FREITAS DE SENA**

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

Data de Aprovação: **04 / 08 / 2006**

**Comitê de Dissertação:**

  
\_\_\_\_\_  
VANDA PORPINO LEMOS (Orientadora)

  
\_\_\_\_\_  
ROBERTO DE FREITAS NEVES

  
\_\_\_\_\_  
THOMAS SCHELLER

Belém

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

S474a Sena, Luciana Freitas de  
Adsorção de chumbo por caulinita tratada com ácidos acético e cítrico / Luciana Freitas de Sena; Orientador, Vanda Porpino Lemos. – 2006  
91 f. : il.  
Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Petrologia) – Universidade Federal do Pará, CG, Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Belém, 2006.  
1. Adsorção. 2. Caulinita. 3. Chumbo. I. Universidade Federal do Pará. II. Lemos, Vanda Porpino, Orient. III. Título.

CDD 20. ed.: 541.33

## RESUMO

A aplicação de aluminossilicatos na remoção de metais pesados vem sendo muito estudada devido ao baixo custo, fácil obtenção e possibilidade de reutilização desses materiais. Estudos do tratamento de caulinita com ácidos orgânicos, têm sido feitos para observar a influência desses compostos na adsorção de metais pesados pela superfície desses minerais, pois estes ácidos contêm grupos funcionais similares aos que ocorrem em águas naturais.

Neste trabalho foi feito um estudo sobre a modificação das propriedades físico-químicas superficiais da caulinita e goethita visando à obtenção de adsorventes aplicados à retenção de metais pesados presentes em solos e em águas. O  $Pb^{2+}$  foi o cátion selecionado para os testes de adsorção e, como adsorventes, uma amostra de resíduo de caulim de elevada pureza e outra de solo laterítico composta predominantemente por caulinita e goethita. As amostras foram tratadas com os ácidos acético e cítrico a 0,1M e suas propriedades estruturais avaliadas através de seus padrões de DRX, o qual não apresentou mudança aparente; determinação de carbono orgânico, onde foi constatado o aumento de componentes orgânicos pelas amostras após o tratamento com os ácidos orgânicos; curvas ATD-ATG, que nas amostras tratadas com o ácido cítrico, apresentaram diferenças na perda de massa; espectros FTIR, onde foi observada uma banda característica do grupo C=O proveniente do ácido cítrico, na região próxima a  $1728\text{ cm}^{-1}$ , confirmando assim, que houve a impregnação de ácido nos adsorventes. As propriedades texturais também foram investigadas, imagens de MEV e  $pH_{zpc}$ , onde não foram observadas variações nos dados obtidos por MEV e apenas pequenas mudanças para  $pH_{zpc}$  após o tratamento dos adsorventes com as soluções ácidas. A adsorção do  $Pb^{2+}$  nos adsorventes naturais e com tratamento ácido foi avaliada experimentalmente e, os dados obtidos foram ajustados através do modelo de Langmuir.

As isotermas de adsorção obtidas evidenciaram a diminuição da capacidade de adsorção do  $Pb^{2+}$  nos adsorventes submetidos ao tratamento com as soluções ácidas, fato que pode ser atribuído à protonação e conseqüentemente ao aumento da carga positiva nas superfícies dos materiais. Este estudo indica que a amostra de solo laterítico e a de resíduo de caulim naturais podem ser consideradas boas adsorventes aplicados na retenção de cátions metálicos em meio aquoso, mas quando tratados com soluções ácidas podem ser mais adequados na adsorção de espécies aniônicas.

## ABSTRACT

The application of aluminumsilicates in the removal of heavy metals has been studied extensively due to the low cost, easy obtainment and the possibility of re-utilization of these materials. Studies of the treatment of kaolinite with organic acids have been made to observe the influence of these composites on the adsorption of heavy metals by the surface of these minerals, since these acids contain similar functional groups to those occurring in natural waters.

In this work the modification of the physico-chemical and surficial properties of the kaolinite and goethite were studied, aiming to obtain applicable adsorbents for heavy metal retention in sediments and waters. The  $Pb^{2+}$  cation and, as adsorbents, a sample of kaolin residue of high purity and laterite sediments, predominantly made of kaolinite and goethite, were selected for the adsorption tests. The samples were treated with 0.1M acetic and citric acid and its structural properties were evaluated through its DRX standards, which did not show any apparent change, organic carbon determination, which showed an increase of the organic components in the samples after treatment with the organic acids, ATD-TG curves, showing differences in mass loss in the samples treated with citric acid, and FTIR spectra, where a characteristic band of the C=O group derived from citric acid was observed in the region of  $1728\text{ cm}^{-1}$ , thus confirming the saturation of the adsorbents with acid.

The surface properties were investigated with images of MEV and  $pH_{zpc}$ . The data obtained by MEV showed no variations after the treatment of the adsorbents with acid solutions, whereas small changes were detected by  $pH_{zpc}$ . The adsorption of the  $Pb^{2+}$  on the natural adsorbents and on those treated with organic acid was evaluated experimentally and the data was adjusted with the Langmuir model.

The adsorption isotherms evidenced a reduction of the  $Pb^{2+}$  adsorption capacity of the adsorbents submitted to acid treatment, which can be attributed to the protonation and the consequent increase of positive load on the surfaces of the materials. This study indicates that laterite and natural kaolin residue can be considered as good adsorbents for metallic cations in aqueous solutions. However, when treated with acid solutions they can be more adequately used in the adsorption of anions.