

## **AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE ADSORTIVA DO REJEITO DE CAULIM VISANDO SEU USO NA REMOÇÃO DE CORANTES EM SOLUÇÃO AQUOSA.**

Matos, S. C.; Hildebrando, E. A.  
Faculdade de Engenharia de Materiais - FEMat  
Universidade Federal do Pará – UFPA  
matos.cintia68@gmail.com

### **Resumo**

*A região amazônica dispõe de grandes e valiosos depósitos de caulim. Só no Estado do Pará estão localizadas três grandes indústrias de beneficiamento de caulim. Foi notado que o rejeito originado do beneficiamento do caulim é rico em silico-aluminatos, apresentando assim potencialidade em processos de adsorção. Desta forma, o objetivo desta pesquisa é avaliar o rejeito do caulim gerados durante a etapa de processamento visando sua aplicação como material adsorvente de baixo custo. Assim, o rejeito do caulim foi caracterizado por difração de raios X e análise química (FRX), em seguida peneirado e calcinado a 700 °C, sendo submetido ao processo de adsorção e observado qualitativamente sua capacidade de retenção por azul de metileno (AM). Os resultados preliminares comprovam que o rejeito de caulim apresenta capacidade adsortiva satisfatória para concentrações de até 50,0 mg/L de AM, demonstrando, potencial para ser utilizado na remoção de corantes em tratamento de efluentes.*

**Palavras chave:** materiais adsorventes, rejeito de mineração, caulim.

### **INTRODUÇÃO**

Diversos estudos mostram que determinados argilominerais podem atuar com grande capacidade adsortiva em inúmeros processos industriais apresentando opções de baixo custo, baixa toxicidade e fácil obtenção da superfície adsorvente para aplicação em área com graves problemas de contaminação [1].

Pesquisas indicam que a intercalação de moléculas orgânicas e inorgânicas nos espaçamentos interlamelares da caulinita é um método alternativo para a síntese de adsorventes que podem ser utilizados no tratamento de afluentes contendo poluentes, pois os argilominerais possuem uma forte capacidade de adsorção devido sua capacidade de troca catiônica e aniônica [2].

As argilas possuem a capacidade de sorver determinados cátions e ânions, além de poder trocar esses íons. Tais propriedades geralmente ocorrem em soluções aquosas. A capacidade de troca catiônica é uma propriedade importante das argilas, porque os íons permutáveis influem de forma significativa nas propriedades macroscópicas das argilas. Quanto menor for a partícula de argila, maior será a capacidade de troca iônica, talvez devido à maior área superficial disponível por unidade de volume [3].

Uma utilização da argila como adsorvente é na retenção de metais pesados, sendo um processo envolvendo diferentes mecanismos, e controlada por diferentes variáveis que podem interagir. Entre os trabalhos encontrados na literatura podem ser citados os que verificaram os efeitos de pH, temperatura, concentração de sorbato e força iônica do meio para a retenção de níquel em illita [4].

A argila caulim, cujo principal constituinte é o argilomineral caulinita é um dos minerais mais abundantes em solos e sedimentos. Até o século XIX, o caulim foi utilizado quase exclusivamente na indústria da cerâmica. No entanto, depois da descoberta da utilização do caulim como carga de papel, alterou-se substancialmente o panorama da sua aplicação, muito especialmente a partir da década de 80 do referido século [6].

Assim a utilização do rejeito de caulim como material adsorvente vislumbra mais uma aplicação para o uso desta argila bastante abundante na região norte do Brasil, cujas reservas são da ordem de 5,0 bilhões de toneladas e concentram-se em sua quase totalidade (93%) nos depósitos sedimentares dos três maiores distritos caulíniferos do país: Rio Capim, no Estado do Pará; Jari, no Estado do Amapá; e no Estado do Amazonas, no município de Manaus [5].

Nos dias atuais, a preocupação com a poluição do meio ambiente por materiais orgânicos e inorgânicos se torna cada vez maior na sociedade. Entre os compostos orgânicos, os corantes são uma importante classe de poluentes que podem causar efeitos tóxicos para populações microbianas assim como também

ser cancerígenos para animais mamíferos. Os mesmos podem ser identificados pelo o olho humano, e atualmente, uma combinação de tratamentos, entre eles a adsorção física, está se tornando mais amplamente utilizada para a redução da concentração dos mesmos em água residuárias [7, 8].

Desta forma, adsorventes não convencionais e de baixo custo, como por exemplo, as argilas e outros materiais com elevada área de superficial tem sido utilizados como uma alternativa ao carvão ativo para a remoção de corantes em solução aquosas em virtude desde último, possuir algumas desvantagens, como por exemplo: a difícil regeneração, a inflamabilidade, e o preço relativamente alto [9].

Por outro lado, encontram-se instalada na região Amazônica as três principais empresas brasileiras produtora de caulim para cobertura de papel que geram como rejeito durante as etapas de processamento da argila, tonelada de material, sendo essa armazenada em grandes lagoas de sedimentação construídas periodicamente, causando, desta forma, um problema de ordem financeira e ambiental de grandes proporções [5].

Neste contexto, o objetivo deste trabalho consiste em se avaliar a capacidade adsorviva do rejeito do caulim da Amazônia visando sua aplicação como material alternativo em processo de adsorção comparando os dados levantados na pesquisa com outros obtidos na literatura relacionados a adsorventes tradicionais.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Utilizou-se como matéria-prima principal neste trabalho o rejeito de caulim (Figura 1) gerado durante as etapas de processamento, provenientes de uma indústria localizada no estado do Pará, que realiza a extração e o beneficiamento deste minério. O mesmo foi peneirado a 200 mesh (Figura 2) para se submetido ao um processo de ativação térmica na temperatura de 700 °C por um tempo de 2,0 horas utilizando um forno tipo mufla (Figura 3) e em seguida submetido a ensaio de adsorção em escala de laboratório.

### *Caracterização do material*

O material de partida, rejeito de caulim, foi caracterizado através de análise química (AQ) e difração de raios X (DRX).

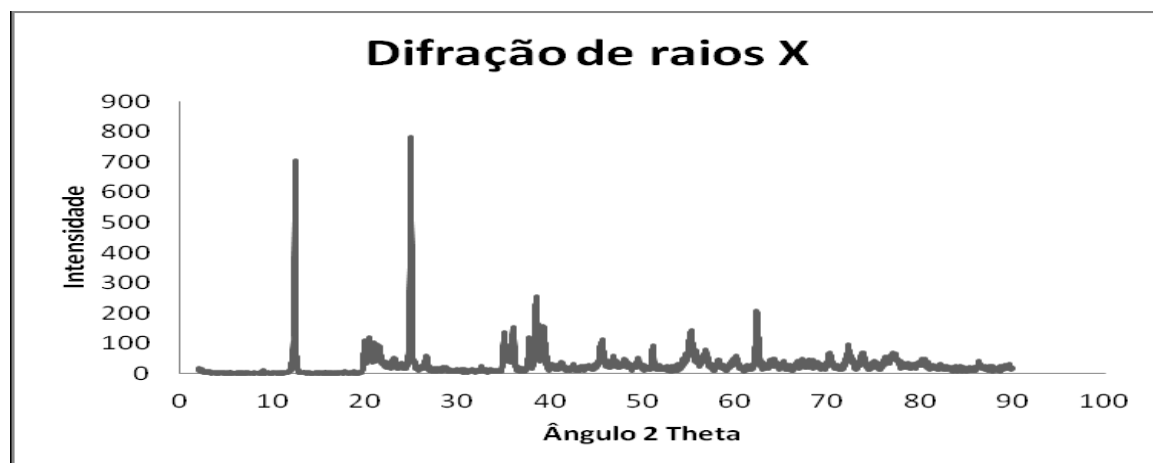
A composição química do material de partida foi determinado através da técnica de fluorescência de raios X (FRX). Para verificar as fases mineralógicas do rejeito efetuou-se análises de DRX utilizando-se um difratômetro modelo X'Pert Pro MPD (PANalytical).

### *Estudo de adsorção*

Os experimentos de adsorção foram feitos a temperatura ambiente. A partir de uma solução estoque de azul de metileno de concentração 1000 mg/L (1,0 g do corante dissolvidos em 1L de água destilada), foram preparadas por diluição, soluções do corante de 10, 20, 50 e 100 mg/L feitas em balões volumétricos de 200 mL. Foi então retirado cerca de 10 mL de cada solução e transferido para tubos de ensaios, logo após pesou-se uma alíquota de 100 mg do rejeito de caulim “in natura” (amostra A) e rejeito calcinado (amostra B) e adicionou-se aos tubos de ensaio. As amostras foram agitadas inicialmente e permaneceram por 24 horas, sem agitação, a fim de confirmar o equilíbrio; após este período a eficiência de remoção do corante, foi observado visualmente e registrado através de imagens.

## **RESULTADOS**

A análise mineralógica por difração de raios X do rejeito de caulim “in natura”, vista na Figura 1 indica a presença principal do argilomineral caulinita ( $2\theta=12^\circ$ ), encontrando-se também quartzo ( $2\theta=26^\circ$ ) como mineral secundário.



**Figura 1:** Difração de raios X do rejeito do caulim “in natura”

A Tabela 1 a seguir apresenta a composição química do rejeito de caulim.

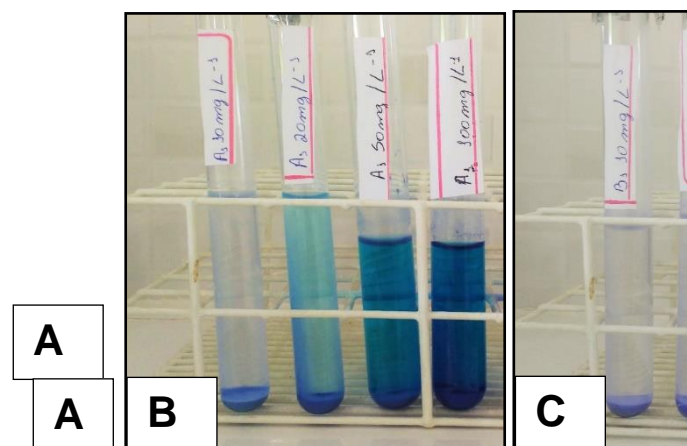
**Tabela 1** – Composição química do rejeito de caulim “in natura” em percentagem de óxidos.

% Óxidos	Rejeito de Caulim
SiO <sub>2</sub>	46,51
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	38,46
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,94
TiO <sub>2</sub>	1,01
Na <sub>2</sub> O	----
PF	13,05

Observa-se que os óxidos principais que compõem o rejeito são o SiO<sub>2</sub> e o Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, que denota que o referido material é composto por minerais que apresentam em sua constituição principalmente o alumínio e o silício que são os principais constituintes das argilas caulínicas.

#### Ensaio de Adsorção

A Figura 2 apresenta os resultados macroscópicos dos ensaios de adsorção em concentrações iniciais de 10, 20, 50 e 100 mg/L do corante para as amostras relacionadas ao rejeito “in natura” e o rejeito ativado termicamente (calcinado a 700°C por 2 horas).



**Figura 2** – Resultados macroscópicos dos ensaios de adsorção: (A) concentração inicial do corante; (B) amostras do rejeito do caulim “in natura”; (C) amostras do rejeito calcinado.

Observa-se visualmente que ambas as amostras, rejeito “in natura” (Amostra A) e rejeito calcinado (Amostra B), apresentam as soluções sobrenadantes com desempenhos semelhantes quanto à variação da tonalidade de cor do azul de metileno (AM) principalmente na faixa de concentração de 10 a 25 mg/L; e conforme mostrado na Figura 2 acima, pode-se dizer que existe uma diminuição da eficiência na remoção do corante por parte da amostra A (Figura 5B) com o aumento na concentração da solução de azul de metileno principalmente para concentrações acima de 50mg/L de AM. Já na amostra B (Figura 5C) pode-se observa um aumento da eficiência na remoção do corante (AM) em todas as concentrações.

Com as soluções sobrenadantes obtidas após os ensaios de adsorção entre as amostras de rejeito de Caulim (Calcinado e “in natura”) e solução de azul de metileno (AM) foi possível determinar através de ensaios de espectrofotometria UV-Visível a concentração de AM que não foi absorvido pelo rejeito nas concentrações de 10, 25, 50 e 100 mg.L-1 no material “in natura” e no ativado termicamente (700°C / 2h).

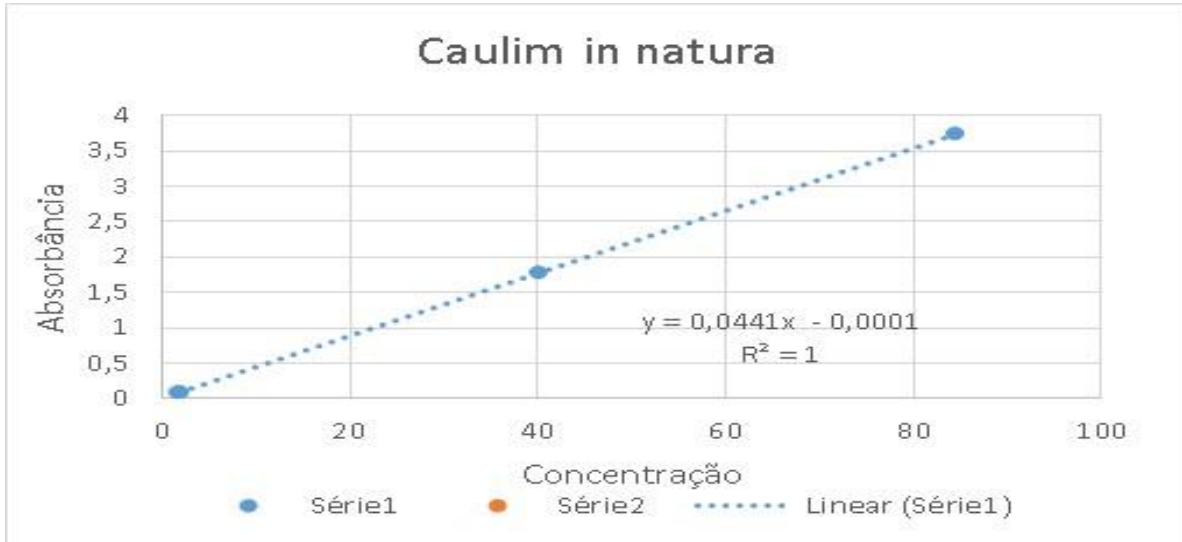
**Tabela 2** – Concentração e absorbância do material “in natura” identificado como “A” e calcinado com identificação “B” nas respectivas amostras

Conc.A.M. (mg.L <sup>-1</sup> )	CONCENTRAÇÃO A (mg.L <sup>-1</sup> )	ABSORBÂNCIA A	CONCENTRAÇÃO “B” (mg.L <sup>-1</sup> )	ABSORBÂNCIA “B”
10	1,951	0,086	1,513	0,066
20	1,788	0,078	1,203	0,053
50	40,222	1,775	5,524	0,243
100	84,545	3,731	51,608	2,277

É possível observar através da espectrofotometria que o material ativado termicamente (700°C / 2h) apresenta uma boa capacidade adsortiva nas

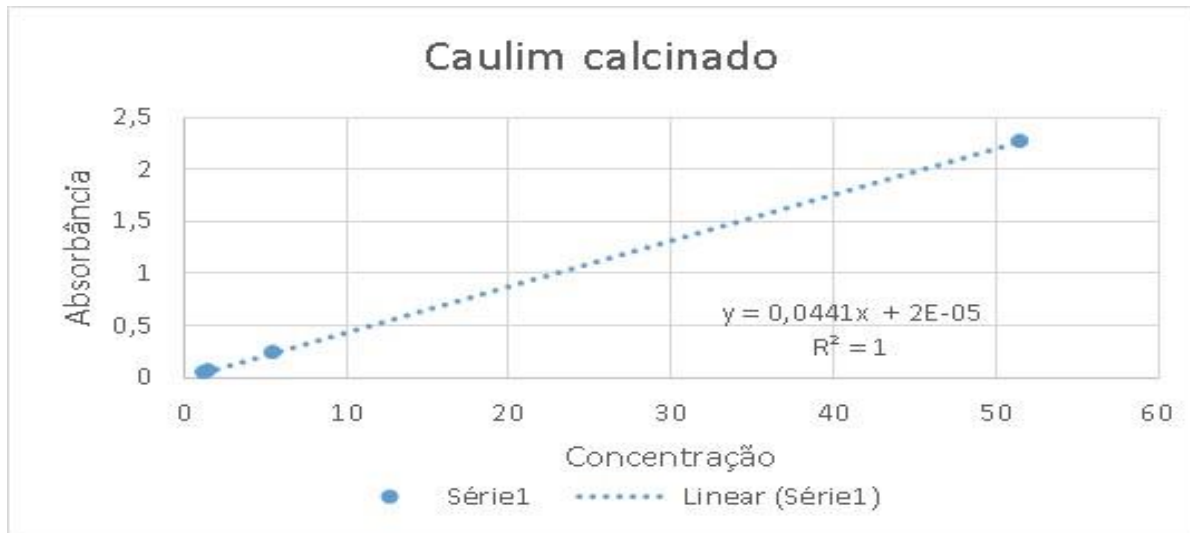
concentrações de 10, 20 e 50 mg/L-1. O material "in natura" obteve melhores resultados nas concentrações de 10 e 20 mg/L-1.

A Figura 3 mostra um gráfico linear no qual consta suas concentrações após a realização da espectrofotometria do material sobrenadante que continha o rejeito do Caulim "in natura" como adsorvente, as concentrações de azul de metileno, 10 e 20 mg/L-1, estão bem próximas, praticamente uma sobre a outra.



**Figura 3** – Espectrofotometria do material sobrenadante após o ensaio de adsorção com rejeito do Caulim "in natura".

Conforme análise da Figura 4, a concentração de 10, 20, 50 mg/L-1 teve uma grande capacidade adsortiva utilizando o rejeito do Caulim calcinado, obtendo uma concentração de azul de metileno na solução sobrenadante inferior do material "in natura", desta forma, tendo uma maior capacidade adsortiva.



**Figura 4** – Espectrofotometria do material sobrenadante após o ensaio de adsorção com rejeito do Caulim Ativado termicamente

## CONCLUSÃO

Esta pesquisa leva a acreditar que o rejeito do caulim se mostra nas condições estudadas ser bastante promissor quanto a adsorção do azul de metileno apresentando uma boa eficiência na remoção do corante para concentração de até 50,0 mg/L.

O material obtido demonstra ter potencial para aplicação tecnológica, principalmente se usada de forma alternativa como adsorvente de baixo custo, pois o mesmo será produzido a partir de um material que é descartado durante etapa de produção sendo assim considerado resíduo.

Um tratamento químico na amostra deve ser realizado na tentativa de propiciar, ainda assim, um aumento na capacidade adsortiva do rejeito do caulim.

## AGRADECIMENTO

Agradeço à parceria do LEQ/UFPA e PIBIC/UFPA, e ao meu orientador.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CALDARONE, M.A.; GRUBER, K.A.; BURG, R.G. High-reactivity metakaolin: a new generation mineral admixture. *Concrete International*, v.16, n.11, p.37-40, 1994.
- [2] MONTE et al 2003, Gardolinski et al. 2003, Passos 2007



- [3] SOUZA, S. P. *apud*. LOPES, T. J. Desenvolvimento das estratégias para aperfeiçoar a utilização de argilas adsorventes em processos industriais. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- [4] ECHEVERRÍA, J.; INDURAIN, J.; CHURIO, E.; GARRIDO, J. Simultaneous effect of pH, temperature, ionic strength, and initial concentration on the retention of Ni on illiteColloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, vol. 218, nº 1-3, 29, p. 175-18, 2003.
- [5] JOSÉ O.G. de Farias, Ministério de Minas e Energia- MME Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral-SGM, Agosto de 2009.
- [6] MARCOS E. da Silva, O Caulim do Rio Capim, Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Economia Empresarial da UCAM, RJ.
- [7] GHOSH, D.; BHATTACHARYYA, K. G. Adsorption of methylene blue on kaolinite. Applied Clay Science, v. 20, p. 295-300, 2002.
- [8] RAFATULLAHA, M.; SULAIMANA, O.; HASHIMA, R.; AHMAD, A. Adsorption on methylene blue on low-cost adsorbents: A review. Journal of Hazardous Materials, v. 177, p.70-80, 2010.
- [9] GUPTA, V. K.; SUHAS. Application of low-cost adsorbents for dye removal – A review. Journal of Environmental Management, v. 90, p. 2313-2342, 2009.

Assessment of the adsorptive capacity of the Kaolin deposit targeting its use on the removal of colors in aqueous solution.

#### Abstract

The Amazonian region has large and valuable kaolin deposits. The state of Pará by itself comprises three large industries which process kaolin. It has been noticed that the waste resulting from the processing of kaolin is rich in silico-aluminate, presenting potential in adsorption processes. Thus, this research's objective is to assess the kaolin waste produced during the processing phase, aiming at its application as low cost adsorbent material. For that, the kaolin waste has been characterized by X-ray diffraction and chemical analysis (XRF), and then sieved and calcined at 700 ° C, being then subjected to the adsorption

process and observed qualitatively its capacity of retention by methylene blue (AM). Preliminary results show that the kaolin waste has satisfactory adsorption capacity at concentrations of up to 50.0 mg / MP, demonstrating the potential that it be used in the removal of dyes in wastewater treatment.

Keywords: adsorbent materials, waste mining, kaolin.