



PIBIC/CNPq/UFPG-2010

Avaliação da Retenção de Corantes da Indústria Têxtil em Nanocompósitos de Matriz Polimérica

Suylan Lourdes de Araújo Dantas¹, Cláudia Patrícia Fernandes dos Santos^{2*}

RESUMO

Diversos métodos físicos, químicos e biológicos utilizados na remoção da cor de águas residuárias vêm sendo estudados nas últimas três décadas. Poucos, entretanto, apresentam bons resultados quando aplicados em efluentes da indústria têxtil¹. Com o intuito de proferir contribuição para melhorar a eficiência do processo de tratamento dos efluentes e torná-lo economicamente mais viável, foram sintetizados materiais de interface inorgânica/orgânica a partir da incorporação de nanopartículas de argilominerais em quitosana. A retenção de corantes nos referidos nanocompósitos foi avaliada a partir da concentração destes adsorbatos nas soluções sobrenadantes por UV-VIS.

Palavras-chave: nanocompósitos, matriz polimérica, corantes, indústria têxtil, retenção

Retention of Textile Dyes in Polymer Matrix Nanocomposites

ABSTRACT

Several physical, chemical and biological agents used in color removal from wastewater have been studied for three decades. Few, however, show good results when applied to effluents from the textile industry¹. Aiming to give a contribution to improving the efficiency of effluent treatment and make it more economically viable, interface materials were synthesized inorganic/organic from the incorporation of clay nanoparticles in chitosan. The retention of dyes in these nanocomposites was evaluated from the concentration of adsorbates in the solutions supernatants by UV-VIS.

Keywords: nanocomposites, polymeric matrix, dyes, textile industry, retention

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos os problemas ambientais têm se tornado cada vez mais críticos e frequentes, principalmente devido ao desmedido crescimento populacional e ao aumento da atividade industrial. Suas dimensões podem ser observadas através de alterações na qualidade do solo, ar e água. Sem dúvida, a contaminação de águas naturais tem sido um dos grandes problemas da sociedade moderna¹.

Divididos sob os aspectos físicos, químicos e biológicos, são determinados alguns parâmetros que indicam a qualidade da água e que constituem impurezas quando alcançam índices superiores a valores

¹ Aluna do Curso de Licenciatura em Química, Unidade Acadêmica de Educação, UFPG, Cuité, PB, E-mail: suylanlourdes@hotmail.com

² Curso de Licenciatura em Química, Professora, Doutora, Unidade Acadêmica de Educação, UFPG, Cuité, PB, E-mail: claudiaps.ces@ufcg.edu.br *Autora para correspondências.

determinados, dependendo do seu uso, como estabelecido na Resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) do dia 17 de março de 2005² (e alterações pertinentes, através das resoluções CONAMA nº 370, de 06 de abril de 2006³ e nº 397, de 03 de abril de 2008).⁴

Na indústria, a água é utilizada principalmente para três finalidades: incorporação em produtos específicos, atuação como fluido térmico (aquecimento ou resfriamento) e eliminação de componentes indesejáveis⁵. Dentro desse contexto, o setor têxtil apresenta um especial destaque, devido a seu grande parque industrial instalado gerar grandes volumes de efluentes, os quais, quando não corretamente tratados, principalmente no controle e remoção dos corantes, podem causar sérios problemas de contaminação ambiental¹.

Uma alternativa para esse problema é a remoção dos corantes presentes nesses efluentes, além do controle da qualidade de corantes utilizados. Corantes são compostos químicos orgânicos coloridos com propriedades de absorver luz visível através de seus grupos cromóforos, estes podendo ser classificados de acordo com sua estrutura química⁴. A cor nestes compostos pode ser intensificada e/ou modificada por grupos auxocromos, tais como etila, nitro, amino, sulfônico, hidroxila, cloro e bromo⁶.

As técnicas de tratamento fundamentais em processos de coagulação, seguidos de separação por flotação ou sedimentação, apresentam uma elevada eficiência na remoção de material particulado. No entanto, a remoção de cor em compostos orgânicos dissolvidos mostrou-se deficiente por tais técnicas⁷. Embora nenhum método simples de descoloração seja considerado ótimo para qualquer tipo de águas residuárias, o processo de adsorção da fase líquida é hoje largamente empregado, pois é um procedimento capaz de remover diversos tipos de materiais coloridos. Dentre os adsorventes atualmente utilizados, o carvão ativado apresenta uma eficiência significativamente maior, por sua excelente habilidade de adsorção, sendo citado pela Agência de Proteção Ambiental Norte-Americana como o melhor método para tratamento de efluentes. Contudo, apesar do carvão ativado ser um dos adsorventes mais recomendados, seu uso é limitado devido ao seu alto custo. Dessa forma, muitos pesquisadores têm procurado por materiais alternativos mais baratos e eficientes.

A quitosana apresenta, em geral, boa aplicação como material adsorvente na indústria têxtil, devido ao número de grupos funcionais amino o qual, em adição a grande quantidade de grupos funcionais hidroxil (-OH), confere a este biopolímero uma afinidade extremamente alta por muitas classes de corantes, dentre os quais os classificados como ácidos, diretos, reativos e de enxofre.

Argilas são essencialmente silicatos hidratados de alumínio, geralmente cristalinos, denominados argilominerais. Uma determinada amostra desse material pode também apresentar em sua constituição outros minerais, como ferro e magnésio, além de matéria orgânica e sais solúveis. Sob o ponto de vista físico-químico, as argilas podem ser consideradas como sistemas dispersos de minerais, nos quais predominam partículas de diâmetro abaixo de $2\mu\text{m}$ ⁸. A maioria dos argilominerais são subdivididos em função de suas propriedades, as quais fornecem o desempenho desse material para as mais diversas aplicações⁹.

A síntese de nanocompósitos argila/polímero tem atraído grande atenção por seu custo relativamente baixo e melhoria nas propriedades desses materiais^{10,11}.

MATERIAL E MÉTODOS

Espectroscopia de absorção na região do infravermelho

Para a identificação dos grupos presentes nas amostras de vermiculita foi utilizada a técnica de espectroscopia de absorção na região do infravermelho por transformada de Fourier (FTIR), modelo MB 102 da Bomem, usando brometo de potássio (KBr) como agente dispersante. As pastilhas foram preparadas pela mistura de aproximadamente 0,7 mg de amostra com uma quantidade suficiente de KBr para se atingir a concentração de 1% em massa da amostra. Em seguida, a mistura foi homogeneizada em um almofariz, transferida para o empastilhador e submetida a uma pressão de $8,0\text{ ton cm}^{-2}$, formando uma pastilha fina e translúcida. O espectro foi obtido na região de $4000\text{ a }400\text{ cm}^{-1}$.

Área superficial

A determinação da área superficial da amostra foi realizada num aparelho "Quantachrome", modelo Nova 2000.

Difração de raios X

O difratograma de raios-X foi obtido em equipamento da Shimadzu, modelo XRD-7000, utilizando-se uma fonte de radiação de $\text{CuK}\alpha$ com voltagem de 30kV. Os dados foram coletados na faixa de 2θ de 10 a 80 graus.

Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) acoplada a EDS (energy dispersive spectrometry)

A análise morfológica da amostra foi realizada em um microscópio eletrônico de varredura modelo ESEM-XL30 PHILIPS do Laboratório Institucional de Microscopia da UFRN. As amostras foram revestidas com uma camada de ouro para evitar o surgimento de cargas na superfície que poderia levar a distorção na imagem.

Misturas Reacionais

Preparação da Quitosana

Na preparação da quitosana para posterior reação com a vermiculita, uma amostra do referido biopolímero foi adicionada em 50 ml de hidróxido de sódio (20%). A mistura reacional foi submetida à agitação contínua por cerca de 12h. Foi então realizada uma filtração a vácuo. Adicionou-se 50 ml de álcool metílico e proferiu-se agitação por mais 30 minutos. Após esse período foi adicionado ácido percloroacético e deixou-se a mistura sob agitação por mais 60 minutos, a 20°C. A solução foi filtrada e o precipitado lavado com 70% (v/v) de etanol e álcool metílico. O referido precipitado foi então seco em estufa, a 40°C, por 10 minutos.

Síntese dos nanocompósitos

A preparação dos materiais nanocompósitos se deu pelo método da polimerização em dispersão das cargas inorgânicas no meio reacional, em diferentes razões molares argila/polímero. Foram preparadas quatro misturas quitosana:vermiculita, em proporções de aproximadamente 1:100 e 1:10, por uso de água como solvente. A mistura reacional foi submetida à agitação contínua, por cerca de 6h, a 50°C. Em seguida foi realizada uma filtração e a amostra sólida foi seca em estufa a 50°C por 5h.

Soluções dos corantes

Os corantes utilizados para os ensaios de adsorção foram alaranjado de metila, classificado como aniônico e violeta cristal, um corante catiônico. A solução aquosa de cada adsorbato foi preparada individualmente, com concentração na ordem de 10^{-4} M.

Estudos de adsorção

Nos experimentos de adsorção, amostras do adsorvente, previamente pesadas, foram colocadas em contato com soluções sintéticas individuais de cada um dos corantes, em recipiente adequado. As amostras foram submetidas à agitação em evaporador rotativo com intervalos de tempo de 10 h e 20 h. Os sobrenadantes obtidos foram acondicionados em recipientes individuais de polietileno.

O processo de degradação da cor nas soluções dos adsorbatos, em função do tempo de contato, foi avaliado por comparação das concentrações dos corantes antes e após o experimento de adsorção. Para este propósito, foi utilizado um espectrofotômetro ultravioleta-visível (UV-VIS). As absorvidades molares de cada um dos corantes foram determinadas por equação de regressão linear obtida por plotagem de curva de calibração.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O espectro de infravermelho da vermiculita está representado na figura 1. As principais bandas observadas são de deformação axial de -OH em $\approx 3450\text{cm}^{-1}$; deformação axial de C=O de carboxila em $\approx 1720\text{cm}^{-1}$ e banda de estiramento assimétrica de Si-O e Si-O-Si na faixa de $\approx 980\text{-}1200\text{cm}^{-1}$.

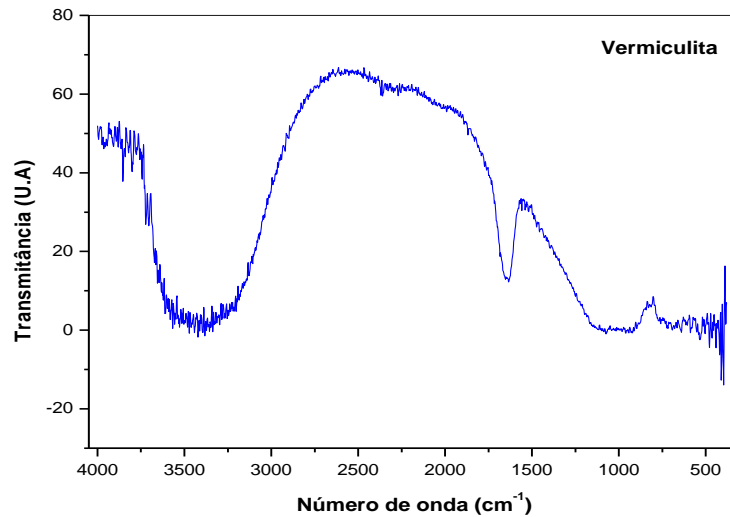


Figura 1 - Espectro de infravermelho da Vermiculita

A área superficial (BET) para a amostra de vermiculita utilizada neste trabalho apresentou valor $5,7\text{ m}^2\cdot\text{g}^{-1}$. A área superficial é uma propriedade física importante, mas não determinante para a aplicação dos argilominerais como adsorbatos.

A amostra do argilomineral objeto de estudo foi analisada por difração de raios-X, a fim de se verificar as fases presentes, bem como as impurezas. Após ensaio, as distâncias interplanares (d) observadas no difratograma foram comparadas com aquelas características de cada fase.

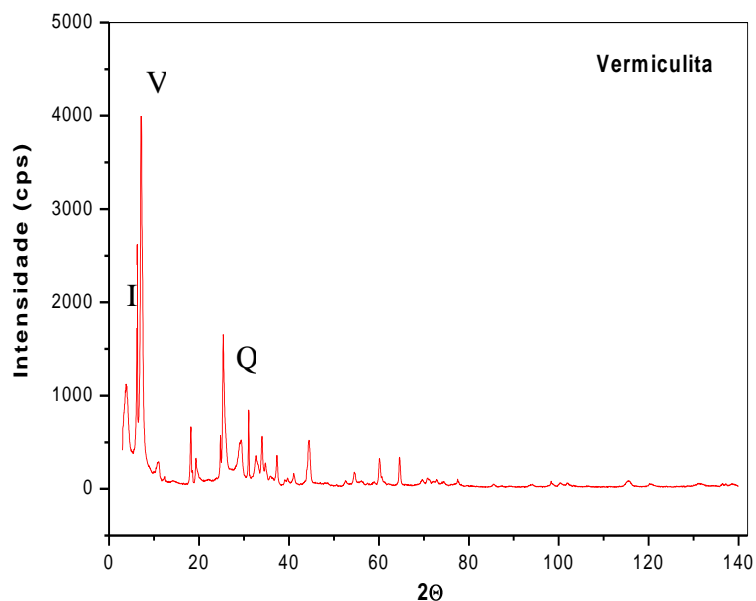


Figura 2 – Difratograma de raio-X da vermiculita: (I) ilita; (V) vermiculita (Q) quartzo

A micrografia da amostra de vermiculita é apresentada na figura 3. O referido argilomineral apresenta estrutura lamelar, onde se encontram os cátions hidratados e moléculas de água ligadas ou não a sua estrutura.

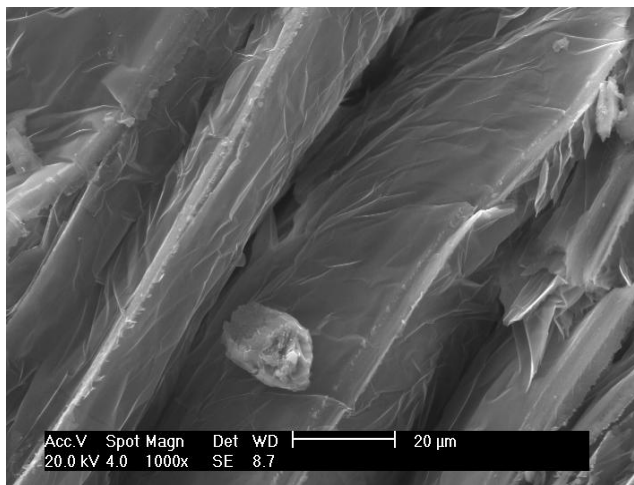


Figura 3 - Micrografia da amostra de vermiculita, resolução 1000x

Curvas de calibração

As curvas de calibração para os corantes alaranjado de metila e violeta cristal foram obtidas a partir de padrões de concentração inicial conhecida.

O valor de ϵb é o coeficiente angular da reta. Dado que o caminho óptico percorrido pelo feixe de luz incidente na célula é $b = 1$ cm, $\epsilon = 11065 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{cm}^{-1}$, no comprimento de onda $\lambda = 464$ nm para o corante alaranjado de metila. Da mesma forma, o valor da absorvidade molar para o corante violeta cristal foi obtido para $\lambda = 579$ nm.

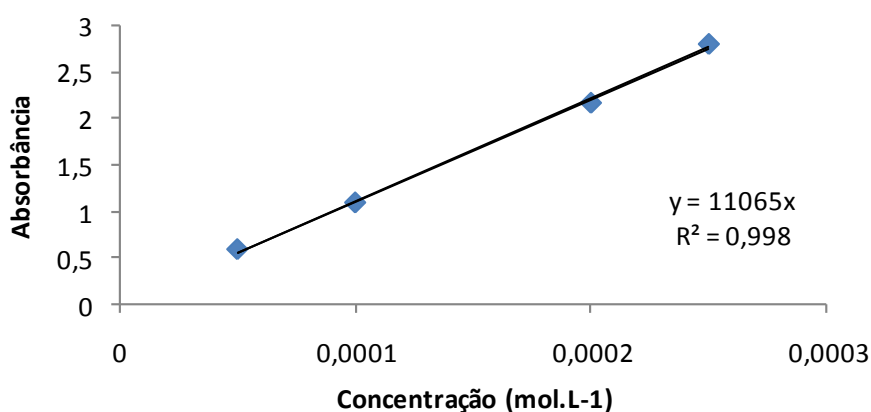


Figura 4 – Curva de calibração do alaranjado de metila

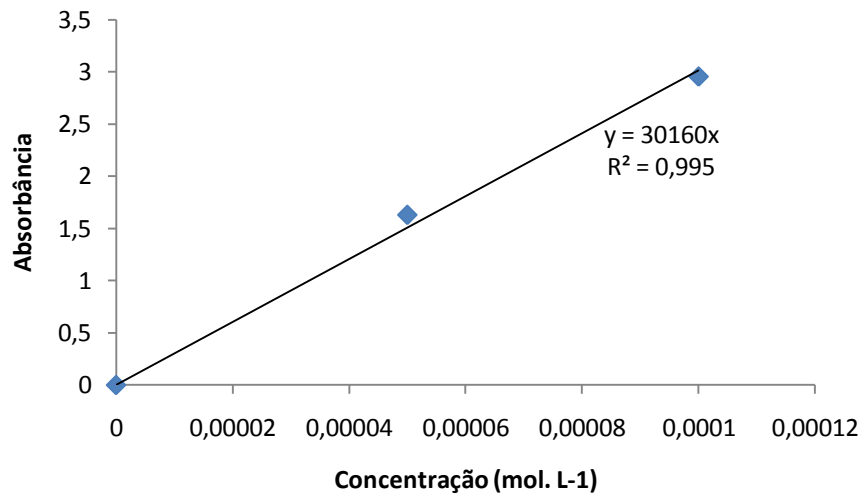


Figura 5 – Curva de calibração para o violeta cristal

Análise dos sobrenadantes

Abaixo estão ilustrados os espectros obtidos por análise em UV-visível dos sobrenadantes resultantes do processo de retenção dos corantes alaranjado de metila e violeta cristal em amostras do nanocompósito vermiculita/quitosana, na faixa de comprimento de onda 190 – 700 nm.

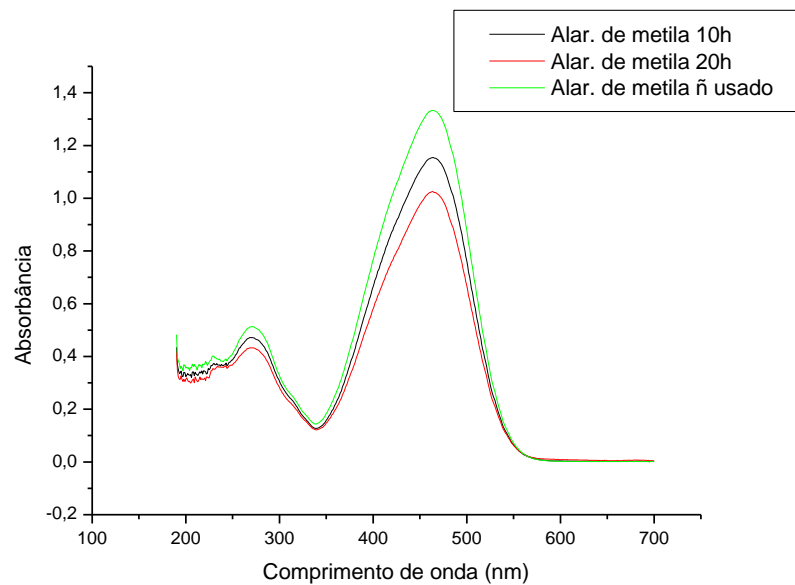


Figura 6 – Espectro de UV-visível do corante alaranjado de metila

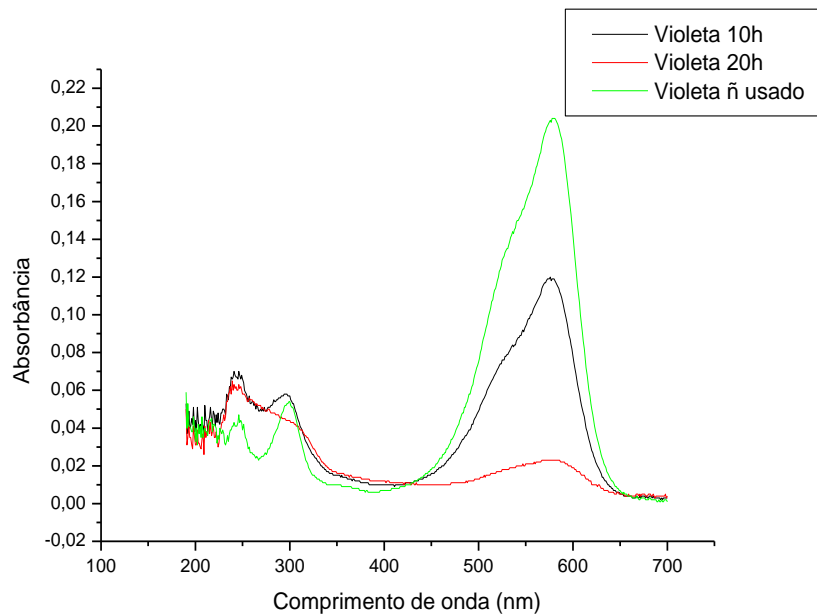


Figura 7 – Espectro de UV-visível do corante violeta cristal

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados apresentados, o adsorvente estudado apresentou uma capacidade de adsorção importante nos ensaios de retenção dos corantes alaranjado de metila e violeta cristal. A análise dos espectros permite afirmar que o corante violeta cristal foi melhor adsorvido pelo nanocompósito vermiculita/quitosana.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela bolsa de Iniciação Científica, no âmbito Pibic/UFCG/CNPq, vigência 2009-2010.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. KUNZ,A.; PERALTA-ZAMORA,P. **Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis.** Quím.Nova, v. 25, n. 1, p. 78-82, 2002.
2. CONAMA, Resolução n. 357, de 17 de março de 2005.
3. CONAMA, Resolução n. 370, de 06 de abril de 2006.
4. CONAMA, Resolução n. 397, de 03 de abril de 2008.
5. PUIGJANER,L., ET AL. **A Software Tool for Helping in Decision- Making About Water Management un Batch Process Industries.** Waste Management v. 20: p. 645- 649,200.
6. KIMURA,I. Y., et al. **Efeito do pH e do tempo de contato na adsorção de corantes reativos por microesferas de quitosana.** Polímeros: ciência e tecnologia, jul/set, p. 51-57, 1999.
7. CRINI, G. **Non- conventional low-cost adsorbents for dyes removal: a review.** Bioresource Technology, v.97, p. 1061-1085, 2006.

8. GRIM, R. E. **Clay Mineralogy**. McGraw Hill, N. York, 1953.
9. SANTOS, C. P. F., et al. **Caracterização e usos de argilas bentonitas e vermiculitas para adsorção de cobre(II) em solução**. *Cerâmica*, v.48, n. 308, p. 178-182, 2002.
10. CESTARI, A.R.; et al. **Multistep adsorption of anionic dyes on silica/chitosan hybrid 1. Comparative kinetic data from liquid- and solid-phase models**. *Journal of Colloid and Interface Science*, v.292, p.363-372, 2005.
11. WANG LI; WANG, A. **Adsorption behaviors of Congo Red on the N,O-carboxymethyl-chitosan/montmorillonite nanocomposite**. *Chemical Engineering Journal*, 2008.