

**USO DA TORTA DE MARACUJÁ COMO ADSORVENTE ALTERNATIVO PARA  
CORANTES**

SARA SILVEIRA VIEIRA<sup>1</sup>, ZUY MARIA MAGRIOTIS<sup>2</sup>, NADIENE AP. DO VALE SANTOS<sup>3</sup>

**RESUMO**

O uso de materiais adsorventes alternativos tem atraído muito a atenção da comunidade científica nos últimos anos isto porque o processo de preparação do carvão ativado é caro e com isso o seu valor de mercado torna-se relativamente alto. Desta forma, este trabalho propõe utilizar a torta de maracujá como um adsorvente alternativo para a molécula de azul de metileno. O processo de adsorção se ajustou ao modelo de Freundlich e a análise por infravermelho mostrou que o material apresenta grupos fenólicos que podem ter contribuído para a adsorção do azul de metileno.

**Palavras-chaves:** torta de maracujá, azul de metileno, adsorventes alternativos

**INTRODUÇÃO**

A contaminação das águas naturais é um dos grandes problemas sociais que gera preocupação constante e conduz à elaboração de novas normas e regimentos que estabeleçam limites na descarga de contaminantes a fim de minimizar o impacto ambiental (KUNZ et al., 2002). Os efluentes provenientes das indústrias têxteis geralmente gerados na etapa de tingimento e não tratados convenientemente são capazes de elevar o nível de contaminação das águas naturais, uma vez que a presença de corantes é facilmente perceptível mesmo em baixas concentrações, além de afetar o equilíbrio aquático (GUARATINI & ZANONI, 2000). Entre as numerosas técnicas de remoção de corantes, a adsorção é um dos processos que apresenta os melhores resultados (RAFATULLAH et al., 2010).

A adsorção é um processo de separação bem conhecido e um método eficaz para aplicações de descontaminação das águas. Ela vem sendo considerada uma técnica superior as outras técnicas em termos de custo inicial, flexibilidade e simplicidade e também devido à facilidade de operação, além também de não resultar na formação de substâncias nocivas. Recentemente, vários estudos têm sido realizados para o desenvolvimento de adsorventes mais baratos, eficazes, e de baixo custo (RAFATULLAH et al., 2010). Em particular, alguns sólidos naturais, tais como polissacarídeos, argilas, biomassa, entre outros, capazes de remover poluentes de águas contaminadas e com baixo custo de obtenção tem sido largamente pesquisados em todo o mundo (CRINI, 2006).

Nos últimos anos a produção do biodiesel, por meio da transesterificação e/ou esterificação de triglicerídeos e ácidos graxos livres, surgiu como uma alternativa viável em termos de combustível renovável. A produção do biodiesel inicia-se com a prensagem da matéria prima (geralmente semente de oleaginosas) para a obtenção do óleo bruto, tendo como rejeito (ou co-produto) a torta. A cada ano, a produção de biodiesel vem aumentando para atender a demanda de mercado. A geração de torta é um impacto que começa a preocupar, pois se estima que a cada 100,0Kg de semente de oleaginosa prensadas sejam gerados em média 37,5Kg de torta.

Diante disto o objetivo deste estudo foi avaliar o potencial da torta de maracujá (coproduto oriundo do processo produtivo do biodiesel) como um adsorvente natural para a molécula modelo de azul de metileno.

---

<sup>1</sup> Mestranda em Agroquímica, DQI/ UFLA, saraufila@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Professor Adjunto, DQI/UFLA, zuy@dqf.ufla.br

<sup>3</sup> Aluna de graduação em Química, DQI/UFLA, nadi.ene@hotmail.com

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos de adsorção foram realizados em batelada, em temperatura ambiente ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ), em que 0,05g de amostra foi adicionada a recipientes contendo 10 mL da solução do corante (relação de 1:200) e mantida sob agitação a 100 rpm. A concentração final foi determinada por espectrofotometria UV/vis em um aparelho Espectrofotômetro Femto modelo 800 XI no comprimento de onda de 665 nm. Soluções com concentrações que variaram de 10 a 1000  $\text{mg L}^{-1}$  foram preparadas a partir de uma solução estoque.

A quantidade adsorvida de corante por massa de adsorvente ( $Q_{\text{eq}}$ ) foi determinada pela equação 1:

$$q_e = \frac{(C_o - C_e)V}{m} \quad \text{Equação 1}$$

em que:  $q_e$  ( $\text{mg g}^{-1}$ ) é quantidade adsorvida no equilíbrio;  $C_o$  e  $C_e$  ( $\text{mg L}^{-1}$ ) são as concentrações inicial e de equilíbrio do corante na fase líquida, respectivamente;  $V$  (L) é o volume de adsorvato e  $m$  (g) é a massa de adsorvente.

A torta de maracujá foi analisada por Espectrometria na região do Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR), em um aparelho Digilab Excalibur, série FTS 3000 com faixa espectral de 400 a 4000  $\text{cm}^{-1}$  e resolução de 4  $\text{cm}^{-1}$ . As amostras foram preparadas em forma de pastilha de KBr.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As isotermas de adsorção foram obtidas utilizando-se as seguintes condições: pH 10 e, na relação  $m_{\text{adsorvente}}/m_{\text{adsorvato}} = 1:200$ . A Figura 1 mostra a isoterma de adsorção do azul de metileno.

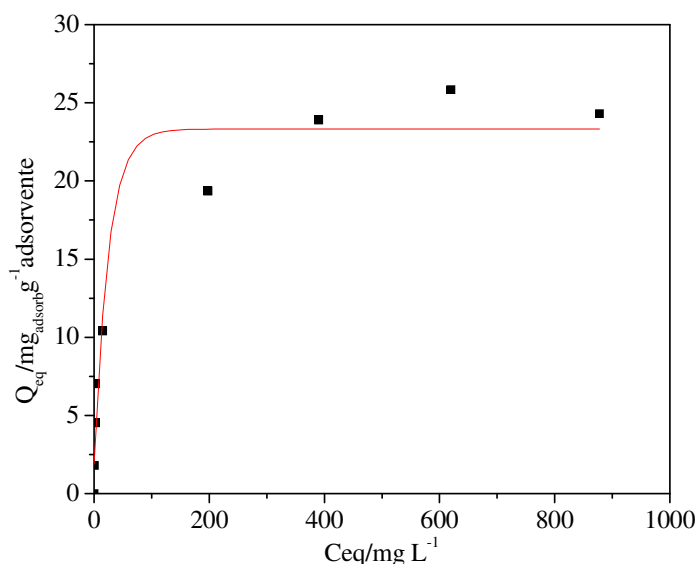


Figura 1. Isoterma de adsorção da torta de maracujá

A isoterma de adsorção foi avaliada utilizando-se os modelos de Langmuir e de Freundlich.

A isoterma de Langmuir pressupõe que a remoção de azul de metileno ocorre em uma superfície homogênea com sítios de energia uniforme, por adsorção em monocamada. A representação matemática deste modelo é dado pela equação 2.

$$Q_{\text{eq}} = \frac{Q_m k C_{\text{eq}}}{1 + k C_{\text{eq}}} \quad \text{Equação 2}$$

Em que  $C_{eq}$  ( $mg L^{-1}$ ) é a concentração de equilíbrio,  $Q_{eq}$  ( $mg g^{-1}$ ) é a quantidade adsorvida no equilíbrio,  $Q_m$  ( $mg g^{-1}$ ) é a capacidade de adsorção em monocamada e  $k$  ( $L mg^{-1}$ ) é a constante de Langmuir.

Por outro lado, a isoterma de Freundlich considera a heterogeneidade da superfície e uma distribuição exponencial de sítios ativos. A representação matemática deste modelo é dada pela equação 3.

$$Q_{eq} = K_f C_{eq}^{1/n} \quad \text{Equação 3}$$

Em que  $Q_{eq}$  é a quantidade de adsorvato adsorvida por unidade de massa de adsorvente ( $mg g^{-1}$ ),  $C_{eq}$  é a concentração da solução de equilíbrio,  $K_f$  ( $mg^{1-1/n} L^{1/n} g^{-1}$ ) é a constante de Freundlich indicativa da capacidade de adsorção relativa do adsorvente ( $mg g^{-1}$ ) e  $n$  é a constante indicativa da intensidade de adsorção.

Os dados foram analisados pelo programa Sigma plot pelas equações não linearizadas. Os resultados demonstram que o equilíbrio é melhor interpretado pela isoterma de Freundlich, conforme dados apresentados na Tabela 1.

Tabela1. Parâmetros encontrados para a adsorção de Azul de metileno sobre a torta de maracujá (TM) para Langmuir e Freundlich

Adsorv.	Langmuir			Freundlich		
	$Q_m$	$k$	$r^2$	$n$	$K_f$	$r^2$
TM	33,60	$3,8 \times 10^{-3}$	0,80	3,31	3,28	0,90

A expressão da isoterma de Freundlich é uma equação exponencial empírica que considera energias superficiais heterogêneas. Sendo a superfície heterogênea, os sítios de adsorção têm energias de adsorção diferentes e por isso nem sempre estão disponíveis. A energia de adsorção sofre variação em função da cobertura de superfície. Esse modelo descreve um processo reversível e não fica restrito à formação de uma monocamada (ÖZCAN & ÖZCAN, 2004). Sendo assim, assume-se que um aumento na concentração do adsorbato provoca um aumento na quantidade adsorvida sobre a superfície do adsorvente. Teoricamente, usando essa expressão, uma quantidade infinita de adsorção pode acontecer (ALLEN et al., 2003). Este modelo considera que o processo de adsorção apresenta uma distribuição exponencial de calores de adsorção a partir da monocamada adsorvida.

O espectro de Infravermelho da torta de maracujá é apresentado na Figura 2.

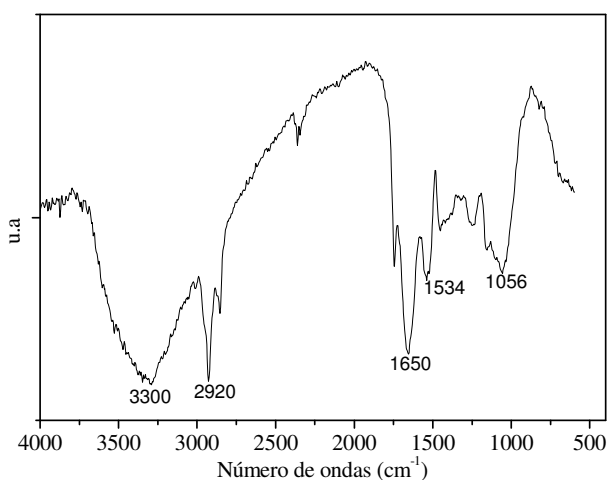


Figura 2. Espectro de Infravermelho da torta de maracujá

A banda encontrada na região de  $3300\text{ cm}^{-1}$  indica a presença de grupos hidroxilas no espectro da torta de macaúba e a encontrada em  $2920\text{ cm}^{-1}$  pode ser atribuída a estiramento vibracional simétrico e assimétrico de grupos  $\text{CH}_2$  (SILVERSTEIN, 2007). A banda observada em  $1650$  pode indicar estiramento  $\text{C}=\text{C}$  de anel aromático da lignina e as pequenas vibrações encontradas na região de  $1534$  confirmam a presença de  $\text{C}=\text{C}$  de anel aromático. A banda em  $1056$  é devido a grupos  $\text{O}-\text{CH}_2$  que também confirmam a presença de lignina no material. As pequenas vibrações entre  $1300-1000$  podem ser atribuídas a ligações de  $\text{C}-\text{O}$  de grupos fenólicos. Estas bandas podem indicar que a torta apresenta grupos funcionais como  $\text{OH}$  fenólicos que podem ser sítios potenciais para interações com grupos catiônicos do corante azul de metileno (BRASIL et al., 2006; GARG et al., 2007; LIMA et al., 2007; LIMA et al., 2008).

## CONCLUSÃO

A torta de maracujá apresentou-se como um potencial adsorvente para a adsorção de azul de metileno. A isoterma se ajustou melhor ao modelo Freundlich. De acordo com a equação de Langmuir a capacidade máxima de adsorção foi de  $33,60\text{ mg g}^{-1}$ . O espectro de infravermelho do material apresentou bandas características de materiais lignocelulósicos e vibrações características de compostos fenólicos que podem ter ajudado no processo de adsorção.

## REFERÊNCIAL BIBLIOGRÁFICO

ALLEN, S. J.; GAN, Q.; MATTHEWS, R.; JOHNSON, P. A.. Comparison of Optimised Isotherm Models for Basic Dye Adsorption by Kudzu. **Bioresource Technology**, v. 88, p. 143-152, 2003.

BRASIL, J.L.; Ev, R.R.; MILCHARED, C.D.; MARTINS, L.C.; PAVAN, F.A.; DOS SANTOS, Jr.A.A.; DIAS, S.L.P.; DUPONT, J.; NOREÑA, C.P.Z.; LIMA, E.C.. Statistical design of experiments as a tool for optimizing the batch conditions to Cr(VI) biosorption on *Araucaria angustifolia* wastes **Journal of Hazardous Materials**, n.133, p.143-153, 2006.

CRINI, G.; Non-conventional low-cost adsorbents for dye removal: a review. **Bioresource Technology** n.97, p.1061-1085, 2006.

GARG, U.; KAUR, M.P.; GARG, V.K.; SUD, D., Removal of hexavalent chromium from aqueous solution by agricultural waste biomass. **Journal of Hazardous Materials** 140 (1–20), 60–68, 2007.

GUARATINI, C. C. I.; ZANONI, M. V. B. Corantes Têxteis. **Química Nova**, v.23, n.1, p.71-78, 2000.

KUNZ, A.; PERALTA-ZAMORA, P.; MORAES, S. G.; DURÁN, N. Novas Tendências no Tratamento de Efluentes Têxteis. **Química Nova**, v.25, n.1, p.78-82, 2002.

LIMA, E. C.; ROYER, B., VAGHETTI, J.C.P.; BRASIL, J.L.; SIMON, N.M.; DOS SANTOS, Jr.A.A.; PAVAN, F.A.; DIAS, S.L.P.; BENVENUTI, E.V.; DA SILVA, E.A.. Adsorption of Cu(II) on *Araucaria angustifolia* wastes: Determination of the optimal conditions by statistic design of experiments. **Journal of Hazardous Materials**, n.140, p.211-220, 2007.

LIMA, E.; ROYER, B.; VAGHETTI, J.C.P.; SIMON, N.M.; CUNHA, B.; PAVAN, F.A.; BENVENUTI, E.V.; VESES, R.; AIROLD, C.. Application of Brazilian pine-fruit shell as a biosorbent to removal of reactive red 194 textile dye from aqueous solution: Kinetics and equilibrium study. **Journal of Hazardous Materials**, n.155, p.536-550, 2008.

ÖZCAN, A. S.; ÖZCAN, A.. Adsorption of Acid Dyes from Aqueous Solutions Onto Acid-Activated Bentonite. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 276, p. 39-46, 2004.

**XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA**  
**27 de setembro a 01 de outubro de 2010**

---

RAFATULLAH, MOHD.; SULAIMAN, OTHMAN; HASHIM, ROKIAH; AHMAD, ANEES. Adsorption of methylene blue on low-cost adsorbents: A review. **Journal of Hazardous Materials**, n.15, V.177(1-3), p.70-80, 2010.

SILVERSTEIN, Robert M.; WEBSTER, Francis X.; KIEMLE, David J. **Spectrometric identification of organic compounds**. 7. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2006 490 p.