

ADSORÇÃO DO CORANTE AMARANTO UTILIZANDO FILMES DE QUITOSANA MODIFICADOS COM BENTONITA

F. K. RODRIGUES, R. FRÖHLICH, T. R. MARTINS, E. H. TANABE e G. L. DOTTO

Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Engenharia Química

E-mail para contato: felipet_kr@hotmail.com; ren.frohlich@gmail.com;

thitiorthitao@hotmail.com; guilherme_dotto@yahoo.com.br

RESUMO – Este estudo teve como objetivo avaliar a adsorção do corante vermelho amaranto em filmes de quitosana preparados com adição de argila bentonita. Os filmes foram preparados e caracterizados. Na adsorção, foram avaliados o efeito do pH (2-10), taxa de agitação (50-150 rpm) e tempo de contato (0-240 min). Os melhores resultados foram obtidos em pH 2, com 150 rpm, onde os filmes apresentaram capacidade de adsorção de 224 mg g⁻¹ em 240 min de operação.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os problemas ambientais têm se tornado cada vez mais críticos e frequentes. Neste contexto, o setor têxtil apresenta destaque devido a seu grande parque industrial instalado no país, originando grandes volumes de efluentes coloridos, os quais, quando não corretamente tratados, podem causar sérios problemas de contaminação (Kunz *et al.*, 2002). A grande diversidade e complexidade desses efluentes, aliadas a imposições da legislação que exigem tratamentos eficientes, tem levado ao desenvolvimento de novas tecnologias que buscam o melhor e mais adequado tratamento, considerando custos, tempo e eficiência (Trombini e Obara-doi, 2012). Uma dessas tecnologias é a adsorção, que apresenta vantagens no ponto de vista ambiental e econômico, uma vez que podem ser utilizados resíduos como adsorventes. A quitosana, biopolímero encontrado em invertebrados marinhos, pode ser utilizada como adsorvente para remoção de corantes (Sousa *et al.*, 2012). Porém, a quitosana possui uma estrutura física frágil e quebradiça, o que restringe o seu potencial de aplicação. Uma maneira de minimizar esse problema, dando a quitosana maior resistência, é a preparação de filmes de quitosana adicionados de argila bentonita. Este trabalho teve como objetivo avaliar a adsorção de vermelho amaranto utilizando filmes de quitosana modificados com argila bentonita. O estudo foi focado na preparação e caracterização dos filmes e sua aplicação em ensaios de adsorção em diferentes pHs, taxas de agitação e tempo de contato.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Amostras e Reagentes

As soluções de corante foram preparadas com o corante vermelho amaranto (Duas Rodas, Santa Catarina, Brasil) e água deionizada. A quitosana em pó utilizada foi obtida a partir de cascas de camarão, conforme os estudos de Weska *et al.* (2007), Dotto *et al.* (2011) e Dotto *et al.* (2012). A argila utilizada foi a bentonita (100µm, Casquímica, LTDA, Brasil).

2.2. Preparação e Caracterização dos Filmes de Quitosana com Bentonita

Os filmes de quitosana com bentonita foram preparados a partir de uma solução de quitosana e uma dispersão de bentonita. A solução de quitosana foi preparada pela dissolução de 1,00 g de quitosana em 100 mL de uma solução a 1% (m/v) de ácido acético, sob agitação magnética (IKA-3622000) a 45 °C durante 2 horas, com posterior filtração, ajuste de pH para 5 (utilizando uma solução 0,1 mol L⁻¹ de NaOH). A dispersão de bentonita/água deionizada foi preparada na concentração 1% (m/v) sob agitação magnética (IKA-3622000) a 60 °C durante 5 minutos. Após, a solução de quitosana foi adicionada à dispersão de bentonita na razão de 5:1, sob agitação mecânica (1200 rpm) a 60°C durante 4 horas. Decorrido o tempo, a mistura de quitosana com bentonita foi vertida em placas petri (50 mL em cada) de 10 cm de diâmetro, que foram acondicionadas em estufa a 50 °C durante 20 horas. Após, os filmes foram retirados das placas. Amostras dos filmes foram caracterizadas através de fotografias de celular (Samsung, GT-S7582L, 5MP), mapeamento de raios-x e microscopia eletrônica de varredura (Jeol, JSM-6610LV).

2.3. Ensaios de Adsorção

Os ensaios de adsorção foram efetuados em batelada. Para estudo do pH, foram utilizados 50 mL de solução com 100 mg L⁻¹ de amaranço. Os valores de pH foram variados de 2 a 10, os quais, foram corrigidos com NaOH e HNO₃ 0,1 mol L⁻¹. A massa de adsorvente foi 0,01 g. Os ensaios foram realizados em agitador termostático (Marconi, MA 093, Brasil) com agitação constante de 100 rpm a 25 °C durante 6 horas. Para estudo da cinética, foi utilizado 1,0 L de solução com 100 mg L⁻¹ de amaranço e massa de adsorvente de 0,2 g. A solução de amaranço teve seu pH corrigido (conforme estudo do pH). Foram selecionados três valores de agitação (50, 100 e 150 rpm), e coletadas amostras em onze diferentes tempos (2, 6, 10, 15, 20, 30, 40, 60, 90, 120 e 240 minutos). A concentração remanescente de amaranço na fase líquida foi determinada por espectrofotometria a 521 nm (Shimadzu, UV mini-1240). A capacidade de adsorção no tempo (q_t) foi determinada pela Equação 1:

$$q_t = \frac{(C_0 - C_t)V}{m} \quad (1)$$

onde, C_0 é a concentração inicial de amaranço em solução (mg L⁻¹), C_t é a concentração de amaranço em solução no tempo t (mg L⁻¹), m é a massa de adsorvente (g) e V é o volume de solução (L).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Caracterização dos filmes

A Figura 1 apresenta a imagem do filme de quitosana com bentonita.

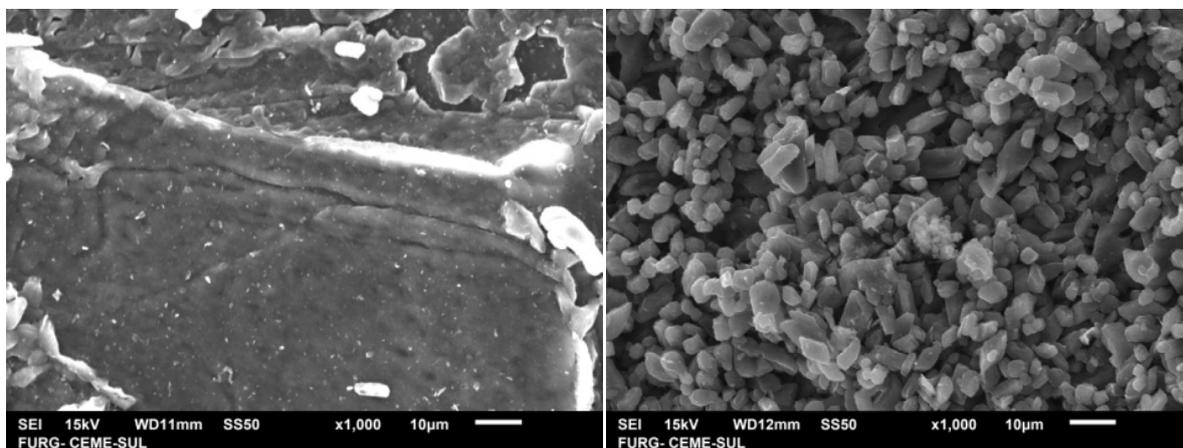
Figura 1 – Filme de quitosana com bentonita.



Pode ser verificado que o filme apresenta considerável resistência mecânica, uma vez que pode ser retirado facilmente das placas de petri, mantendo sua forma.

A Figura 2 apresenta as imagens de MEV do filme de quitosana com bentonita.

Figura 2 – MEV do filme de quitosana com bentonita, mostrando a quitosana (a) e a bentonita (b).



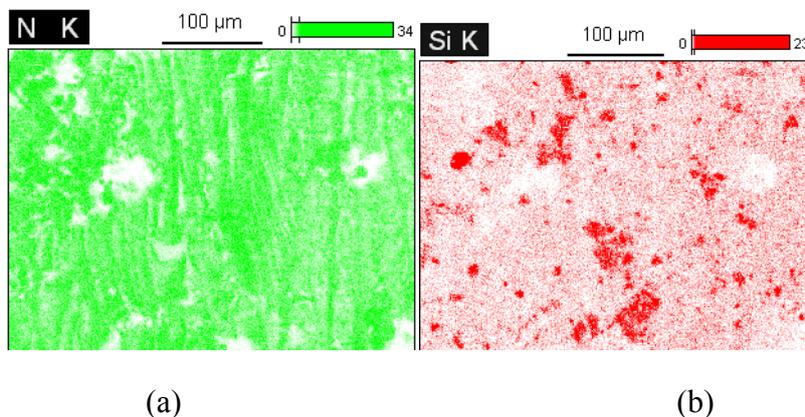
(a)

(b)

As imagens de MEV mostram que o filme apresentou características heterogêneas. Em alguns locais foi visualizada a quitosana (Figura 2a) e em outros, a argila bentonita (Fig. 2b).

A Figura 3 apresenta o mapeamento de raios x do filme de quitosana com bentonita, em termos de nitrogênio e silício.

Figura 3 – Mapeamento de raios x do filme de quitosana com bentonita, indicando o nitrogênio (a) e o silício (b).

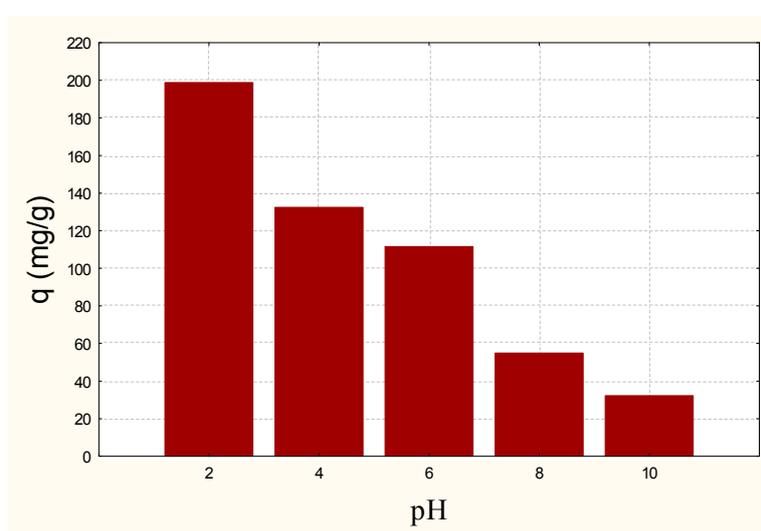


A Figura 3 mostra que apesar da estrutura heterogênea, o nitrogênio advindo da quitosana está presente por quase todo o filme apresentando poucas lacunas. O silício, proveniente da bentonita, também foi detectado ao longo de todo o filme, porém com uma incidência em alguns locais.

3.2. Efeito do pH

A Figura 4 apresenta o efeito do pH na adsorção de amaranço utilizando filmes de quitosana com bentonita.

Figura 4 – Capacidade de adsorção em função do pH da solução.

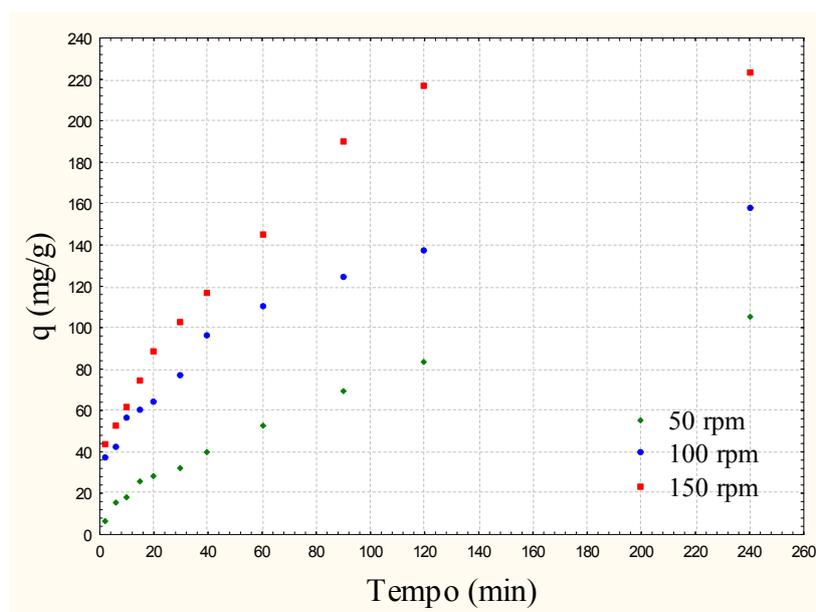


Pode ser verificado na Figura 4, que a capacidade de adsorção aumentou com a diminuição do pH, alcançando valores próximos a 200 mg g⁻¹. Isso se deve ao fato de que houve aumento da quantidade de íons H⁺ na superfície do adsorvente, ocorrendo assim a maior adesão das moléculas de corante vermelho amaranço (aniônicas) na superfície do filme. Outro fato importante observado foi que a estrutura do filme foi mantida mesmo em valores muito ácidos de pH. Isto mostra que o pH 2 foi o mais adequado para a adsorção do corante amaranço.

3.3. Estudo cinético

A Figura 5 apresenta o estudo cinético na adsorção de amaranço utilizando filmes de quitosana com bentonita.

Figura 5 – Curvas da capacidade de adsorção em função do tempo



Na Figura 5 verifica-se que o aumento da taxa de agitação promoveu um aumento da capacidade de adsorção no tempo. Isso ocorreu devido ao aumento da dissipação de energia na zona de mistura do sistema, o que diminui a resistência externa e conseqüentemente facilita a transferência das moléculas do corante para a superfície do filme. Após 240 minutos de agitação, a capacidade de adsorção aumentou de 105 mg g^{-1} (50 rpm) para 224 mg g^{-1} (150 rpm). Isso mostra que a adsorção do corante amaranço foi favorecida a 150 rpm.

4. CONCLUSÃO

Neste trabalho foi estudada a adsorção do corante vermelho amaranço utilizando filmes de quitosana com bentonita. As principais conclusões foram: os filmes foram mais eficientes para a adsorção do corante em pH 2, podendo-se inferir que o filme adquiriu cargas positivas já que o amaranço é um corante aniônico; mesmo em pH 2, a resistência do filme foi mantida; no decorrer do teste cinético a capacidade de adsorção aumentou substancialmente nas primeiras duas horas e após esse intervalo, a taxa de adsorção diminui consideravelmente; após 240 minutos, o aumento da taxa de agitação de 50 para 150 rpm refletiu em um aumento de mais de 100% na capacidade de adsorção.

5. REFERÊNCIAS

DOTTO, G.L.; SOUZA, V.C.; PINTO, L. Drying of chitosan in a spouted bed: the influences of temperature and equipment geometry in powder quality, *LWT Food Sci. Technol.* v. 44, p. 1786-1792, 2011.

- DOTTO, G.L.; MOURA, J.M.; CADAVAL, T.R.S.; PINTO, L.A.A. Application of chitosan films for the removal of food dyes from aqueous solutions by adsorption, *Chemical Engineering Journal*. v. 214, p. 8-16, 2013.
- KUNZ, A., PERALTA-ZAMORA, P.; MORAES, S.G. de; DURÁN, N. Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis, *Quím. Nova*. v. 25, p. 78-82, 2002.
- SOUSA, J.R. de; SILVA, A.B.S. da; SOUZA, L.F. de; SIGNINI, R. Avaliação da adsorção de cobre por quitosana e quitosana desacetilada, 52º Congresso Brasileiro de Química, Recife, 2012.
- TROMBINI, R.B.; OBARA-DOI, S. M. Remoção de cor e análises físico-químicas de efluentes de indústrias têxteis tratados com ganoderma spp, *F@ciência*, v. 9, p. 101-122, 2012.
- WESKA, R.F.; MOURA, J.M.; BATISTA, L.M.; RIZZI, J.; PINTO, L.A.A. Optimization of deacetylation in the production of chitosan from shrimp wastes: use of response surface methodology, *J. Food Eng.* v. 80, p. 749-753, 2007.