

UTILIZAÇÃO DA FARINHA DA CASCA DE LARANJA COMO BIOADSORVENTE EM EFLUENTES TÊXTEIS

¹Elibe S. Souza; ²Ewellyn S. Souza; ³Marcello M. de Almeida

¹ Universidade Estadual da Paraíba - Química Industrial – E-mail: elybesilva@gmail.com

² Universidade Estadual da Paraíba - Química Industrial – E-mail: ewellynessouza@gmail.com

³ Universidade Estadual da Paraíba. Departamento de Eng. Sanitária e Ambiental. E-mail: marcello_maia2000@yahoo.com.br

Resumo: A deficiência de tratamentos em resíduos sólidos e efluentes é cada vez mais danosa ao meio ambiente. Estudou-se a cinética de adsorção de efluentes têxteis simulados por corantes em um bioadsorvente, a farinha da casca de laranja. O adsorvente foi obtido através da secagem das cascas de laranja em estufa com circulação de ar, utilizando um planejamento fatorial 2² com duas repetições no ponto central, as variáveis definidas foram temperatura/massa e a variável resposta a porcentagem de remoção de corante. Os ensaios cinéticos de adsorção foram realizados em banho finito utilizando a biomassa e uma solução de corante reativo comercial Tupy 16 bordô. O modelo para a cinética de adsorção mais adequado foi o pseudo-segunda, apresentando coeficientes de determinação de 0,98 e o estudo mostrou uma eficiência de remoção de 59,7% do corante. A farinha da casca de laranja obtida, a partir dos processos estudados, mostrou-se um promissor e eficiente adsorvente.

Palavras-chave: Farinha, Casca de laranja, Adsorção, Corante.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento e desenvolvimento da sociedade têm aumentado o desequilíbrio do meio ambiente, gerado principalmente por resíduos sólidos ou efluentes. São produzidos os mais diversos subprodutos e resíduos agroindustriais (bagaços de cana-de-açúcar, caju, coco verde e outras frutas) em virtude da grande produção agrícola do país. Entretanto, a disposição dos resíduos gerados nestes setores está se transformando em um sério problema ambiental (SILVA; PIRES 2014). Na indústria têxtil, o processo essencial é o tingimento de fibras e tecidos, que provoca danos ambientais. As indústrias de tingimento consomem aproximadamente 7×10^5 ton/ano de corantes e pigmentos no mundo, sendo o Brasil responsável por 2,6% dessa demanda e pelo menos 20% dos corantes têxteis consumidos no país são descartados em efluentes (ZANONI; CARNEIRO, 2001).

O reaproveitamento de resíduos agrega um valor econômico para os produtos, subprodutos e resíduos dos processos produtivos, diminuindo os impactos ao meio ambiente, estimulando a não geração de resíduos, a reciclagem de matérias-

primas e/ou subprodutos e evitando a geração de passivos ambientais (CABRAL; MORIS, 2010).

Segundo Silva e Amaral (2006), diversos tratamentos podem ser empregados no tratamento de efluentes, tais como: precipitação química, flotação e a adsorção. Na adsorção, estudam-se vários adsorventes alternativos semelhantes ao carvão ativado, o mais utilizado, que tenham baixo custo e elevada disponibilidade (FIORENTIN et al, 2010).

Segundo Camargo et al. (2007), para o estudo de adsorção, é necessário realizar a secagem do resíduo agroindustrial para estabelecer suas características adsorptivas próprias e, principalmente, para inibir a ação de microrganismos, possibilitando sua armazenagem.

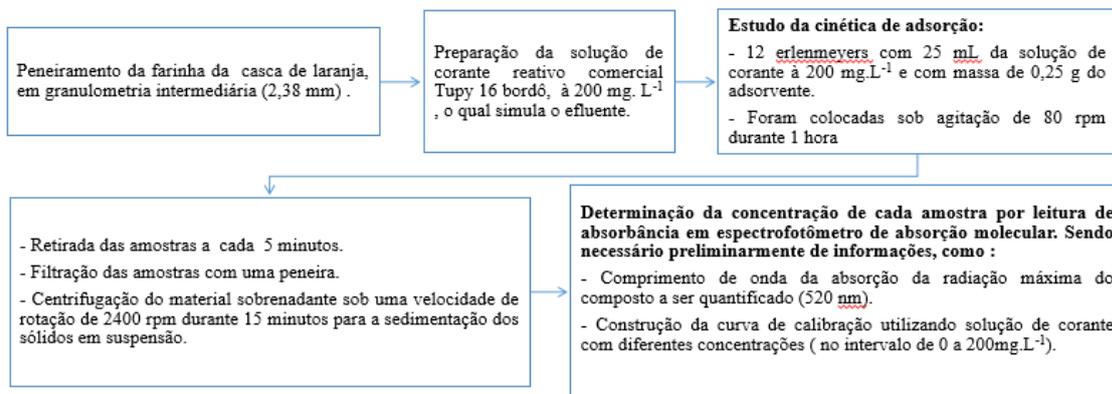
A casca de laranja é um dos materiais adsorventes alternativos, semelhantes ao carvão ativado, pois 50% do peso do fruto correspondem ao bagaço e à casca, o que gera um impasse na disposição destes subprodutos no meio ambiente. A casca desta fruta cítrica possui celulose, hemicelulose, lignina e altas concentrações de pectina (aproximadamente 42,5%), sendo este subproduto um potencial adsorvente (FENG et al., 2011; MILLER et al., 2013).

Objetiva-se estudar a cinética de adsorção de efluentes simulados com corantes, utilizando-se a farinha da casca de laranja obtido na secagem a partir de um planejamento fatorial.

2. METODOLOGIA

A casca de laranja foi seca sobre controle em estufa com circulação de ar a partir de um planejamento 2^2 com duas repetições no ponto central, utilizando como variáveis de entrada temperatura e massa e a variável resposta a percentagem de remoção de corante. Verificou-se o desempenho como adsorvente da farinha obtida utilizando-se como efluente simulado uma mistura heterogênea contaminante corante/água. Abaixo na Figura 1 é mostrado o fluxograma do procedimento experimental.

Figura 1- Fluxograma para a cinética de adsorção da farinha da casca de laranja



2.1 Matéria Prima

Adsorvente - Casca de laranja selecionadas por consistência, maturação, cor e danos físicos, comercializada em Campina Grande-PB.

- As amostras foram retiradas a cada intervalo de 5 minutos e filtradas usando como meio filtrante peneira. O material sobrenadante foi centrifugado sob uma velocidade de rotação de 2400 rpm durante 15 minutos para a sedimentação dos sólidos em suspensão.

Adsorvato - Utilizou-se a solução de corante reativo comercial Tupy 16 bordô como adsorvato. A determinação da concentração do corante na amostra foi realizada por espectrofotometria de absorção molecular. Inicialmente determinou-se do comprimento de onda no qual o composto a ser quantificado absorve o máximo de radiação. A absorbância máxima foi obtido no comprimento de onda de 520 nm. Logo em seguida foi construída uma curva de calibração utilizando solução de corante com diferentes concentrações num intervalo de 0 a 200mg.L⁻¹.

2.2 Estudo da Adsorção - Cinética de Adsorção

As curvas cinéticas, foram realizadas na concentração inicial do corante de 200 mg.L⁻¹. Os erlenmeyers contendo 25 mL da solução de corante com 200 mg.L⁻¹ e com massa de 0,25 g do adsorvente foram colocadas sob agitação de 80 rpm durante 1 hora. As amostras foram retiradas a cada intervalo de 5 minutos e filtradas usando como meio filtrante peneira. O material sobrenadante foi centrifugado sob uma velocidade de rotação

de 2400 rpm durante 15 minutos para a sedimentação dos sólidos em suspensão. A concentração de cada amostra foi determinada por meio da leitura de absorbância em espectrofotômetro. A quantidade de material adsorvido foi calculada pela Equação 1:

$$q = \frac{V(C_i - C_t)}{M} \quad (1)$$

Onde: C_i : concentração inicial do corante (mg/L);

C_t : concentração do corante no tempo t (mg/L);

M : massa do bioadsorvente (g)

V : volume da solução do corante (L).

A cinética de adsorção da casca de laranja como biomassa do corante foi ajustada aos modelos matemáticos de pseudo-primeira ordem e pseudo-segunda ordem.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 abaixo, mostra os níveis do planejamento utilizado, a umidade em base seca X_f (b.S.), tempo de secagem em minutos utilizado, e a remoção do corante.

Tabela 1. Percentagem de remoção

ENSAIO	M (g)	T (°C)	X_f (b.S.) %	ts (min)	% REMOÇÃO DE CORANTE
(++)	500	70	6,94	510	43,75
(--)	300	50	7,56	555	47,122
(-+)	300	70	15,64	395	59,762
(+-)	500	50	13,73	735	44,80
(00)	400	60	11,86	470	36,16
(00)	400	60	10,97	470	35,32

De acordo com Sousa (2015) estudando a farinha da casca de banana com a adsorção do corante azul cassafix CA- 2G, a umidade inicial apresentou influência na cinética de

adsorção, para valores menores do teor de água a eficiência é mais elevada.

Observou-se uma eficiência de remoção do corante melhor que o trabalho de SOUSA (2015). Barcellos *et. al.* (2012) usando um adsorvente natural à base de farelo de soja, como adsorvente alternativo, no tratamento de soluções contendo corantes ácidos mostrou bons resultados de remoção de cor, com valores de remoção entre 74% e 99%.

Modelos matemáticos de adsorção

Foram testados os modelos cinéticos de pseudo-primeira ordem e pseudo-segunda ordem e para análise de qual modelo que melhor representa o processo de adsorção do corante sobre a farinha da casca de laranja.

A Tabela 2 ressalta os valores dos parâmetros estimados para os modelos cinéticos testados. Verificou-se melhor adequação para o modelo cinético de pseudo-segunda ordem, que apresentam um coeficiente de determinação em média de 0,98.

Tabela 2. Parâmetros dos modelos

ENSAIOS	Pseudo-primeira ordem			Pseudo-segunda ordem		
	K1	q _e (mg/g)	R	K2	q _e (mg/g)	R
(++) - 500g/70°C	0,1586	8,3469	0,965	0,0273	9,2034	0,98
(--) - 300g/50°C	0,1818	8,2446	0,973	0,0289	9,129	0,98
(-+) - 300g/70°C	0,2158	10,7029	0,95	0,0306	11,6087	0,92
(+-) - 500g/50°C	0,0,301	10,1834	0,98	0,00153	14,8639	0,98
(00) - 400g/60°C	0,05317	7,4366	0,99	0,00514	9,7030	0,99
(00) - 400g/60°C	0,05366	6,8334	0,98	0,005998	8,7781	0,988

Segundo Ho *et. al* (1999), quando o modelo de pseudo-segunda ordem representa a cinética de adsorção, a adsorção química pode ser o mecanismos predominante no processo, pois haverá uma menor competição dos sítios de adsorção na superfície, onde a concentração é mais baixa. Para concentrações elevadas essas competições serão maiores, e menores quantidades de adsorção serão obtidas.

Os modelos cinéticos matemáticos pseudo-primeira ordem e pseudo-segunda ordem para os experimentos, são apresentados nas Figuras 2 e 3 respectivamente.

Figura 2 Curva cinética de adsorção - Modelo pseudo-primeira ordem

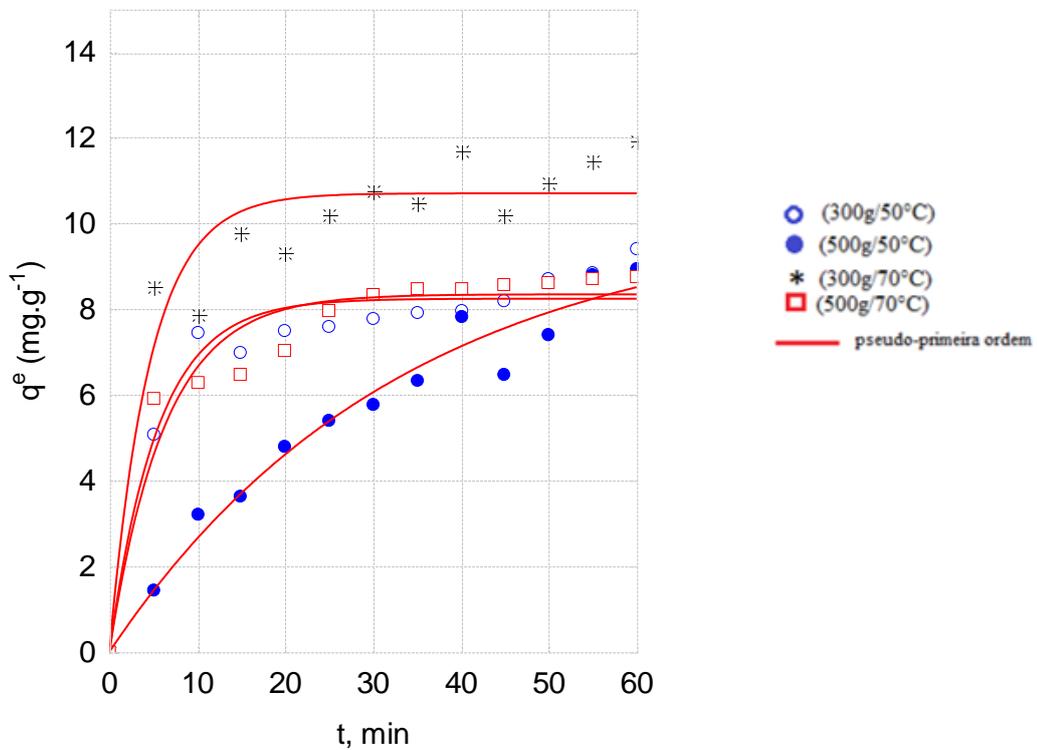
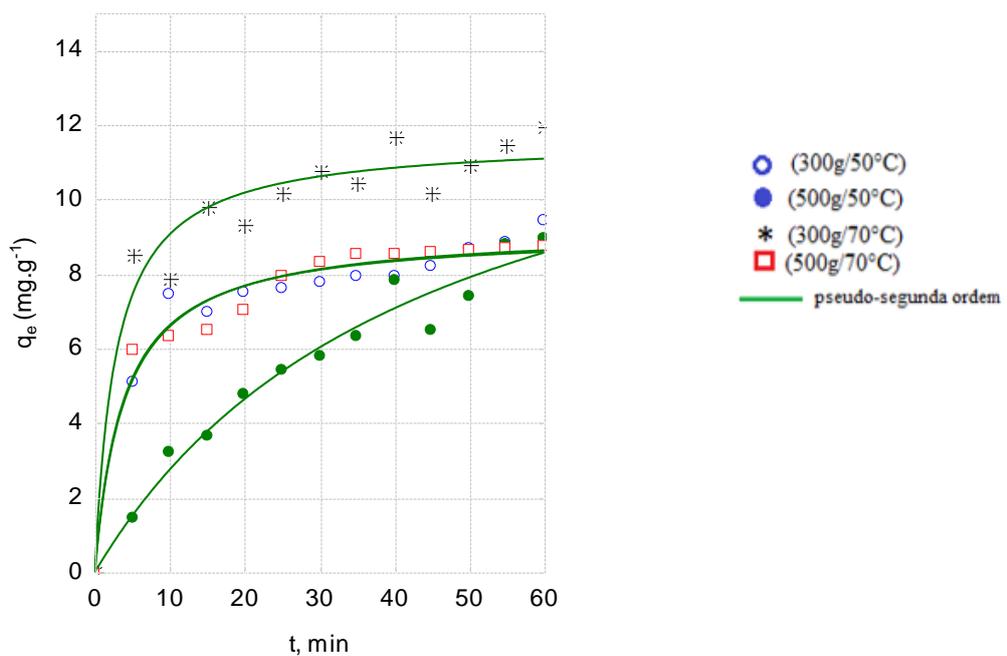


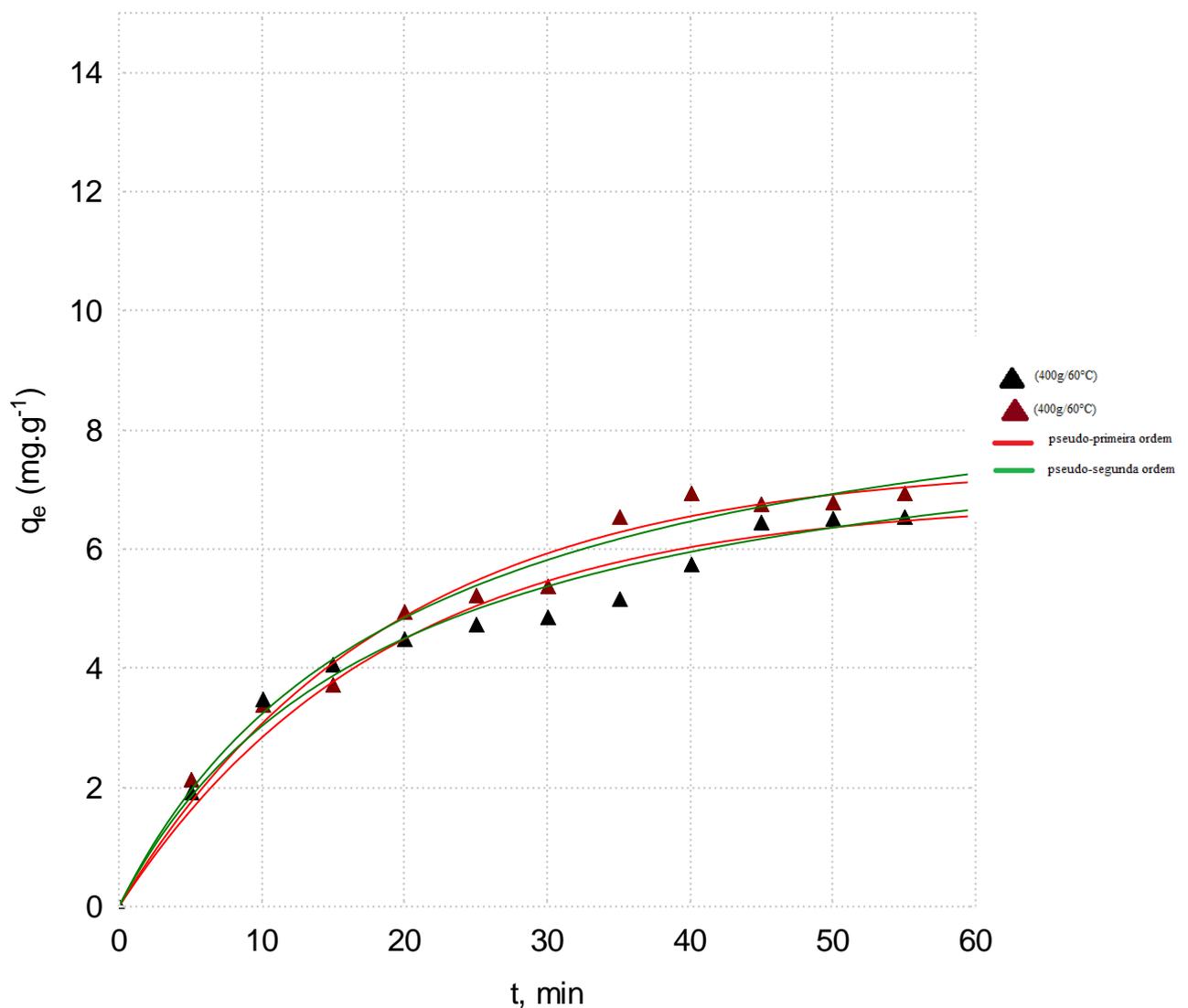
Figura 3 Curva cinética de adsorção – Modelo pseudo-segunda ordem



Os dados experimentais apresentaram-se melhor para o modelo cinético pseudo-segunda ordem.

A Figura 4, apresenta os modelos cinéticos pseudo-primeira ordem e pseudo-segunda ordem para as duas repetições no ponto central.

Figura 4 Curva cinética de adsorção para os pontos central – Modelos pseudo-primeira ordem e pseudo-segunda ordem



Verifica-se que não houve variações relevantes no experimento e demonstrando ainda que apesar de ambas as curvas não haverem flutuações nos pontos, a que melhor se adequa é a do modelo matemático pseudo-segunda ordem.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se a maior quantidade de corante adsorvido aproximadamente 59,7% de remoção do corante com o bioadsorvente, para um tempo de contato de 60 minutos.

A remoção do corante deve ser atribuída à interação de compostos presentes na casca da laranja com a capacidade de se ligarem ao corante.

O modelo cinético de pseudo-segunda ordem apresentou melhor ajuste aos dados experimentais no processo de adsorção, com coeficiente de determinação cerca de 0,98.

A farinha da casca de laranja obtida a partir da secagem em estufa com circulação de ar em condições operacionais controladas mostrou-se um promissor e eficiente adsorvente, pois além de tratar efluentes que são lançados ao meio ambiente, viabilizará custos em relação à outro adsorvente e reduzirá resíduos de cascas de laranja.

REFERÊNCIAS

1. BARCELLOS, I. O.; CHIARELLO, L. M.; SPENGLER, G.; ROZA, D. E. Treatment of acidic dyes solutions by adsorption in soybean meal. *Acta Scientiarum*. v. 34, n. 1, p. 97-103, 2012.
2. CABRAL, M. S.; MORIS, V. A. da S. Reaproveitamento da borra de café como medida de minimização da geração de resíduos. Xxx Encontro nacional de engenharia de produção. São Carlos-SP, Brasil, outubro de 2010.
3. CAMARGO, G. A.; HAJ-ISA, N.; QUEIROZ, M. R. de. Avaliação da qualidade de tomate seco em conserva. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, n.5, p.521-526, 2007.
4. FENG, N.; GUO, X.; LIANG, S.; ZHU, Y.; LIU, J. Biosorption of Heavy Metals from Aqueous Solutions by Chemically Modified Orange Peel. *Journal of Hazardous Materials*, v. 185, pg. 49-54, 2011.
5. FIORENTIN, L. D. et al. Remoção do corante reativo azul 5G de um efluente têxtil utilizando o bagaço de laranja como adsorvente. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados, 1, 2006, Maringá. Anais... Maringá: ENEMP, 2006. CD-Rom.
6. MILLER, F.; CALDEIRÃO, L.; DORTA, C.; MARINELLI, P. S. Obtenção de Açúcares Fermentescíveis a partir da Casca de Laranja e Bagaço de Cana-de-Açúcar. *Revista Analytica*, v.

64, pg. 2, 2013.

7. SILVA, F. R. A. , AMARAL, S. P. Utilização de argilominerais na remoção de Pb (II) em tratamento de efluentes. 2006. XIII SIMPEP – Bauru.
8. SILVA, H. B. da; PIRES, J. L. Utilização de adsorvente natural da amazônia como bioadsorvente para remoção de metais em soluções aquosas. Ponto de Partida: Revista Acadêmica Discente do Campus de Marabá, nº 3/2014 Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA.
9. SOUSA, D. D. DE. Produção e avaliação de bioadsorventes obtidos da farinha da casca de banana para a remoção de corantes têxteis em águas residuárias. Dissertação de mestrado/Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental (PPGCTA). Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, junho de 2015.
10. ZANONI, M. V. B.; CARNEIRO, P. A. O descarte dos corantes têxteis. Ciência Hoje, v. 29, n. 174, p. 61–64, 2001.