

Avaliação do mesocarpo do coco verde como adsorvente do corante azul Cassafix CA - 2G

Evaluation of the green coconut mesocarp as adsorbent of Cassafix blue CA - 2G dye

- **Data de entrada:**
26/04/2017
- **Data de aprovação:**
01/12/2017

Kamila Deys Rodrigues Lacerda*/Fernando Fernandes Vieira/Marcello Maia de Almeida/Whelton Brito dos Santos

DOI:10.4322/dae.2018.037

Resumo

O presente estudo avaliou o potencial do mesocarpo do coco verde (MCV) como adsorvente do corante Cassafix Azul CA - 2G. Os ensaios de cinética da adsorção realizados com o bioadsorvente *in natura* e após lavagem com albumina, para eliminação dos taninos, que interferem no processo de adsorção, usando volume de 25 mL de solução de corante, com concentração de 100 mg.L⁻¹, mostraram que os modelos de pseudo-primeira ordem e o pseudo-segunda ordem apresentaram excelente concordância com os dados experimentais. Os melhores resultados de qt foram encontrados na cinética da adsorção no experimento 4 apresentando um valor de 3,4 mg.g⁻¹. No estudo do equilíbrio, dez amostras com concentrações variando de 10 a 100 mg.L⁻¹ em contato com 0,10 g de MCV por 30 min e 200 rpm, encontrou-se que o modelo de Sips foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais.

Palavras-chave: Mesocarpo do coco verde. Adsorção. Corante.

Abstract

The present study evaluated the potential of the green coconut mesocarp (MCV) as an adsorbent of the Cassafix Azul CA - 2G dye. The adsorption kinetics tests were carried out with the biosorbent in natura and after washing with albumin to eliminate the tannins, which interfere in the adsorption process, using a volume of 25 mL of dye solution, with a concentration of 100 mg.L⁻¹, it showed that the pseudo-first-order models and the pseudo-second order presented excellent agreement with the experimental data. The best results of qt were found in the adsorption kinetics in experiment 4, with a value of 3.4 mg.g⁻¹. In the equilibrium study, ten samples with concentrations ranging from 10 to 100 mg.L⁻¹ in contact with 0.10 g of MCV for 30 min and 200 rpm, it showed that the Sips model was the best fit for the experimental data.

Keywords: Green coconut mesocarp. Adsorption. Dye.

Kamila Deys Rodrigues Lacerda – Engenheira Sanitarista e Ambiental. Mestra em Ciência e Tecnologia Ambiental (UEPB).

Fernando Fernandes Vieira – Engenheiro Químico (UFPB). Mestre em Engenharia Química (UFCG). Doutor em Engenharia Mecânica (UFCG). Docente do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental (UEPB).

Marcello Maia de Almeida – Engenheiro Químico e Mestre em Engenharia Química (UFPB). Doutor em Engenharia de Processos (UFCG). Docente do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental (UEPB).

Whelton Brito dos Santos – Engenheiro Sanitarista e Ambiental (UEPB). Mestre em Engenharia Civil e Ambiental. Doutorando em Recursos Naturais (UFCG).

***Endereço para correspondência:** Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rua Baraúnas, 351 – Bairro Universitário, Campina Grande, PB. CEP: 58428-500. E-mail: kamila.lacerda@gmail.com.

1 INTRODUÇÃO

Com média de produção no ano de 2015 de 1,9 milhão de toneladas, o Brasil é o quinto maior produtor têxtil do mundo (Abit, 2016). Dentro do processo produtivo da indústria têxtil, há a utilização de variados tipos de corantes e auxiliares químicos, ocorrendo a geração de efluentes com potencial poluidor que devem vir a ter um tratamento adequado para atender à legislação ambiental.

Os efluentes gerados pela indústria têxtil causam poluição visual, influenciam os ciclos biológicos e afetam o processo fotossintético (KUNZ et al., 2002), necessitando de tratamentos que lhe conferem um menor impacto ambiental quando descartados.

No Brasil, a resolução Conama 357/2005 classifica e dá diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água. Sobre a presença de corantes não há especificação a respeito das concentrações, estabelecendo-se que nas águas classificadas como doce classe 1, salinas classe 1, 2 e 3 devem estar virtualmente ausentes corantes provenientes de ações humanas, e para as águas doces classe 2 e 3 só será permitida a presença de corantes quando estes possam ser removidos por coagulação, sedimentação e filtração convencionais.

Há diversos tratamentos de efluentes têxteis utilizados na indústria com boa eficiência na remoção de corantes: ozônio (O_3) pode ser utilizado como agente oxidante; combinação de processos com tratamentos físico-químico seguido de biológico; biodegradação de corante utilizando determinadas bactérias ou fungos; utilização de fotocatalise heterogênea; tecnologias de membranas; e adsorção (CETESB, 2002; KUNZ et al., 2002).

A adsorção com carvão ativado é uma das técnicas mais utilizadas pela indústria têxtil para a retirada de corantes do seu efluente; porém, com elevadas vazões, o custo-benefício do tratamento pode não ser satisfatório, havendo uma crescente busca por adsorventes alternativos e de baixo custo. O uso de

biomassa como meio adsorvente vem sendo estudado, obtendo-se resultados satisfatórios, entre esses materiais podem ser citados a casca da soja, pinhão, casca da banana, semente de siriguela, semente de mamão formosa e o mesocarpo do coco verde (LEAL, 2003; CARDOSO, 2010; ROCHA et al., 2012; TEIXERA et al., 2012; MACIEL, 2013; ARIM, 2014; HONÓRIO et al., 2014).

Segundo dados do IBGE, no ano de 2014 o coco-da-baía (coco verde) teve uma safra de 1.848.319 toneladas. Após sua utilização, o coco verde pode ser utilizado como substrato agrícola, cobertura morta, produção de fibras para reforço em materiais, fonte alternativa de energia e material adsorvente, porém na maioria das vezes é descartado, gerando problemas ambientais por ser um material de difícil degradação, foco de proliferação de doenças e pela diminuição da vida útil de aterros sanitários (MONTEIRO, 2009; EMBRAPA, 2015).

Neste contexto, o presente trabalho busca avaliar o potencial do mesocarpo do coco verde (MCV) como adsorvente do corante Azul Cassafix CA – 2G.

2 METODOLOGIA

2.1 Produção do adsorvente

Foram utilizados dois tipos de materiais adsorventes neste trabalho, o mesocarpo do coco verde (MCV) in natura e o MCV tratado com albumina, preparados conforme descrito a seguir.

2.1.1 MCV in natura

O mesocarpo foi retirado e cortado em tamanho aproximado de 2 cm, secado em estufa com recirculação de ar, marca Quimis e modelo Q-314M222, nas temperaturas de 60°C e 80 °C até obtenção da umidade de equilíbrio, posteriormente triturado em moinho analítico, marca IKA e modelo A11, e peneirado atingindo uma granulometria menor que 2 mm.

2.1.2 Tratamento do MCV com albumina

Após o processo de secagem do MCV in natura, descrito anteriormente, o material foi lavado com água destilada durante o período de 2,5 h com proporção de 1,0 g de adsorvente para cada 100 mL de água destilada. Em intervalos de tempo de 30 min o material era filtrado utilizando como meio filtrante uma peneira. Iniciou-se um novo processo de secagem em estufa de circulação de ar durante um período de 24 h. O MCV foi triturado e colocado em contato com uma solução de albumina, contendo 40 g/L, durante 24 h, usando a mesma proporção descrita anteriormente. O material foi novamente lavado nas condições anteriormente citadas para a retirada do excesso de albumina e seco novamente durante 24 h. Esses procedimentos de secagem foram realizados nas temperaturas de 60°C e 80 °C.

2.2 Ensaios de adsorção

2.2.1 Preparação da Solução

O corante utilizado para o teste de adsorção foi o Azul Cassafix CA – 2G, produzido pela empresa Cassema. A solução estoque foi preparada com concentração de 2.000 mg.L⁻¹ e armazenada em recipiente âmbar para posterior utilização. Foi efetuada uma varredura para determinação do comprimento de onda que apresenta a maior absorção de radiação e uma curva de calibração para o corante também foi construída utilizando concentrações entre 0 e 200 mg.L⁻¹, ambas realizadas por meio de espectrofotômetro, marca BEL PHOTONICS e modelo SP1105.

2.2.2 Estudo da Cinética de Adsorção com MCV in natura

Os experimentos de adsorção foram realizados por meio da adição de diferentes porções de MCV in natura, 0,25 e 0,50 g, em contato com 25 mL

da solução do corante Azul Cassafix CA – 2G com concentração de 100 mg.L⁻¹ em recipientes com volume de 125 mL.

Os testes ocorreram com um tempo de contato de 15 min; esse tempo foi determinado por meio de análises anteriores, os recipientes foram colocados em uma mesa agitadora, marca Orbital e modelo NT 145-155, sob agitação de 200 rpm. As amostras eram retiradas para filtração em intervalos de 1 min tendo papel de filtro como meio filtrante, posteriormente foram centrifugadas em uma centrífuga, marca Centribio e modelo TDSO – 2B, durante 15 min a 5.000 rpm para retirada do material suspenso.

2.2.3 Estudo da Cinética de Adsorção com MCV tratado com solução de albumina

Foi utilizada a quantidade de 0,25 g de MCV lavado com solução de albumina e 25 mL da solução de corante com concentração de 100 mg.L⁻¹, a sequência da metodologia é a mesma feita nos ensaios com o MCV in natura. A determinação da concentração de corante adsorvido foi feita por meio de leitura no espectrofotômetro de absorção molecular, marca BEL PHOTONICS e modelo SP1105. O cálculo da quantidade de corante adsorvido foi efetuado pela Equação 1.

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

Onde:

C_i – concentração inicial do corante (mg.L⁻¹);

C_t – concentração do corante no tempo t (mg.L⁻¹);

m – massa do adsorvente (g);

q_t – quantidade de corante adsorvido por massa de MCV utilizada no tempo t (mg.g⁻¹);

V – volume da solução do corante (L).

Os dados obtidos após os experimentos foram ajustados aos modelos matemáticos de pseudo-primeira ordem e pseudo-segunda ordem, os

quais são representados através das seguintes equações:

Modelo cinético de pseudo-primeira ordem:

$$qt(t) = qe * (1 - e^{-k_1 * t}) \quad (2)$$

Modelo cinético de pseudo-segunda ordem:

$$qt(t) = \frac{k_2 * qe^2 t}{1 + ke * k_2 * t} \quad (3)$$

2.2.4 Isotermas de Adsorção

Para o estudo do equilíbrio da adsorção foram utilizados dez recipientes, contendo cada um 10 mL da solução de corante com concentrações de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100 mg.L⁻¹, respectivamente, mantendo-os em contato por meio de mesa agitadora, marca Orbital e modelo NT 145-155, por 30 min com 0,10 g de MCV in natura, sob agitação constante de 200 rpm a temperatura ambiente. A solução foi posteriormente filtrada e a concentração de equilíbrio foi obtida a partir da leitura de absorbância por meio de espectrofotômetro, marca BEL PHOTONICS e modelo A11. A quantidade de corante removido foi determinada pela Equação 4.

$$q_e = \frac{V(C_i - C_e)}{m} \quad (4)$$

Onde:

C_i – concentração inicial do corante (mg.L⁻¹);

C_e – concentração do corante no equilíbrio (mg.L⁻¹);

m – massa do adsorvente (g);

q_e – quantidade de corante adsorvido por massa de MCV utilizada no equilíbrio (mg.g⁻¹);

V – volume da solução do corante (L).

Os dados obtidos foram ajustados para os seguintes modelos: Freundlich, Langmuir, Tóth, Radke-Prausnitz, Redlich e Peterson e Sips.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Cinética de adsorção

Foram realizados quatro experimentos de cinética de adsorção, conforme detalhado na Tabela 1. Os experimentos da cinética de adsorção foram realizados com modificações na massa utilizada, no processo de lavagem com a albumina e na temperatura da secagem do MCV. Essas alterações têm como objetivo a análise de qual situação ocorrerá a melhor eficiência do processo.

Tabela 1 – Detalhes dos experimentos da cinética de adsorção

Experimento	Massa (g)	Lavagem com albumina	Volume (mL)	Concentração (mg.L ⁻¹)	Temperatura da secagem do MCV (°C)
1	0,25	Não	25	100	80
2	0,50	Não	25	100	80
3	0,25	Sim	25	100	60
4	0,25	Sim	25	100	80

Na Tabela 2, pode ser observado a quantidade de corante Azul Cassafix CA – 2G adsorvido pela

quantidade de MCV utilizado nos experimentos 1, 2, 3 e 4.

Tabela 2 – Quantidade de corante adsorvida por MCV utilizada para os experimentos 1, 2, 3 e 4

Tempo (min)	q_t (mg.g ⁻¹)			
	EXP.1	EXP.2	EXP.3	EXP.4
0	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1,61	1,01	1,50	1,99
2	1,89	1,46	1,59	2,12
3	1,64	1,26	1,99	2,40
4	2,13	1,25	2,22	2,90
5	1,85	1,36	1,99	2,83
6	2,38	1,41	1,89	2,75
7	2,02	1,37	2,21	2,68
8	1,85	1,48	2,29	2,80
9	2,40	1,38	2,38	3,00
10	2,07	1,69	2,32	3,38
11	2,07	1,71	2,40	3,41
12	2,02	1,53	2,37	3,14
13	1,85	1,45	2,32	3,20
14	2,08	1,49	2,23	3,31
15	2,18	1,47	2,21	3,25

De acordo com a Tabela 2, observa-se que o Exp. 2 teve uma menor eficiência na adsorção comparado com o Exp.1, verificando-se a existência de uma relação entre a quantidade ideal de adsorvente e a solução utilizada durante o processo. Comparando todos os experimentos realizados, nota-se que o Exp. 4 apresentou melhor eficiência no processo de adsorção, com valor de q_t igual a 3,41 mg.g ; este resultado provavelmente está relacionado com as sucessivas lavagens do MCV, o tratamento com a albumina e a secagem na temperatura de 80°C.

Um estudo realizado por Souza (2009) comprova que a lavagem diminui a influência de compostos solúveis em água que contribuem para alteração das forças iônicas que ocorrem na adsorção, sendo esse estudo efetuado com lavagens de 30 min e após a quarta lavagem iniciou-se uma estabilidade na condutividade da água residual, devido ao aumento de sítios ativos.

Na literatura há estudos que comprovam que o contato do MCV com a albumina para a retirada do tanino melhora significativamente o processo de adsorção quando o adsorvato utilizado são metais pesados (RAULINO, 2011; SILVA et al, 2013). Leal

(2003) investigando o processo de lavagem do MCV para a adsorção do corante Remazol Black B, encontrou um aumento na eficiência da adsorção. A remoção dos taninos favorece o contato do adsorvato com os sítios ativos do MCV, aumentando assim a eficiência do processo de adsorção.

Conforme observado nos experimentos, a adsorção ocorre de forma crescente e constante apenas no início do ensaio. Rocha et al. (2012) e Teixeira (2012) obtiveram resultados semelhantes, nos primeiros 10 min utilizando o corante Cinza Reativo BF - 2R e 5 min com o corante Cosmos Black, respectivamente, ambos empregando o MCV como adsorvente.

3.2 Modelagem cinética da adsorção

Para a modelagem dos dados de cinética da adsorção foram utilizados os modelos de pseudo-primeira ordem e de pseudo-segunda ordem. Na Tabela 3 são descritos os parâmetros estimados com os modelos utilizados, os quais foram obtidos por meio da aplicação de regressão não-linear, aos dados apresentados na Tabela 2 e usando como critério de ajuste o método dos mínimos quadrados.

Os modelos de pseudo-primeira e pseudo-segunda ordem determinam que a força motriz no processo de adsorção é a diferença entre a concentração da fase sólida em qualquer tempo e da fase líquida no equilíbrio, sendo a taxa de adsorção proporcional à força motriz para a equação de pseudo-primeira ordem e o quadrado da força motriz para o modelo de pseudo-segunda ordem (Ho e Mackay, 1998). Nesses modelos propostos, os parâmetros k_1 e k_2 representam a velocidade na qual a espécie é adsorvida, enquanto o parâmetro q_e fornece informação sobre a quantidade limite que é adsorvida quando o tempo de contato entre a solução e o adsorvente tende para o infinito.

Tabela 3 - Parâmetros estimados para os modelos de pseudo-primeira ordem e pseudo-segunda ordem

EXPERIMENTO	Modelo de Pseudo- Primeira Ordem		Modelo de Pseudo- Segunda Ordem	
	q_e (mg.g ⁻¹)	k_1 (min ⁻¹)	q_e (mg.g ⁻¹)	k_2 (min ⁻¹)
1	2,0480	1,3642	2,1446	1,3474
2	1,4638	1,1888	1,5634	1,2838
3	2,2438	0,8025	2,4356	0,5478
4	3,0871	0,6560	3,4208	0,2896

As Tabelas 4 e 5 apresentam a análise de variância (ANOVA) e o coeficiente de determinação (R^2) para os experimentos, para os modelos cinéticos avaliados

Tabela 4 – ANOVA e coeficiente de determinação do modelo de pseudo-primeira ordem

EXP.	FONTE	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Média dos Quadrados	F_{cal}	F_{cal}/F_{tab}	R^2	Qualidade do Ajuste (%)
1	Regressão	60,3297	2	30,1648	805,46	41,4544	0,9398	88,32
	Erro	0,5243	14	0,0375	F_{tab}			
	Total	60,8540	16		19,43			
2	Regressão	30,4823	2	15,2412	946,9608	48,737	0,9498	90,21
	Erro	0,2253	14	0,0161	F_{tab}			
	Total	30,7077	16		19,43			
3	Regressão	68,6089	2	34,3045	1368,740	70,445	0,9667	93,43
	Erro	0,3509	14	0,0251	F_{tab}			
	Total	68,9598	16		19,43			
4	Regressão	125,9097	2	62,9548	933,61	48,05	0,9538	90,97
	Erro	0,9440	14	0,0674	F_{tab}			
	Total	126,8537	16		19,43			

Tabela 5 – ANOVA e coeficiente de determinação do modelo pseudo-segunda ordem

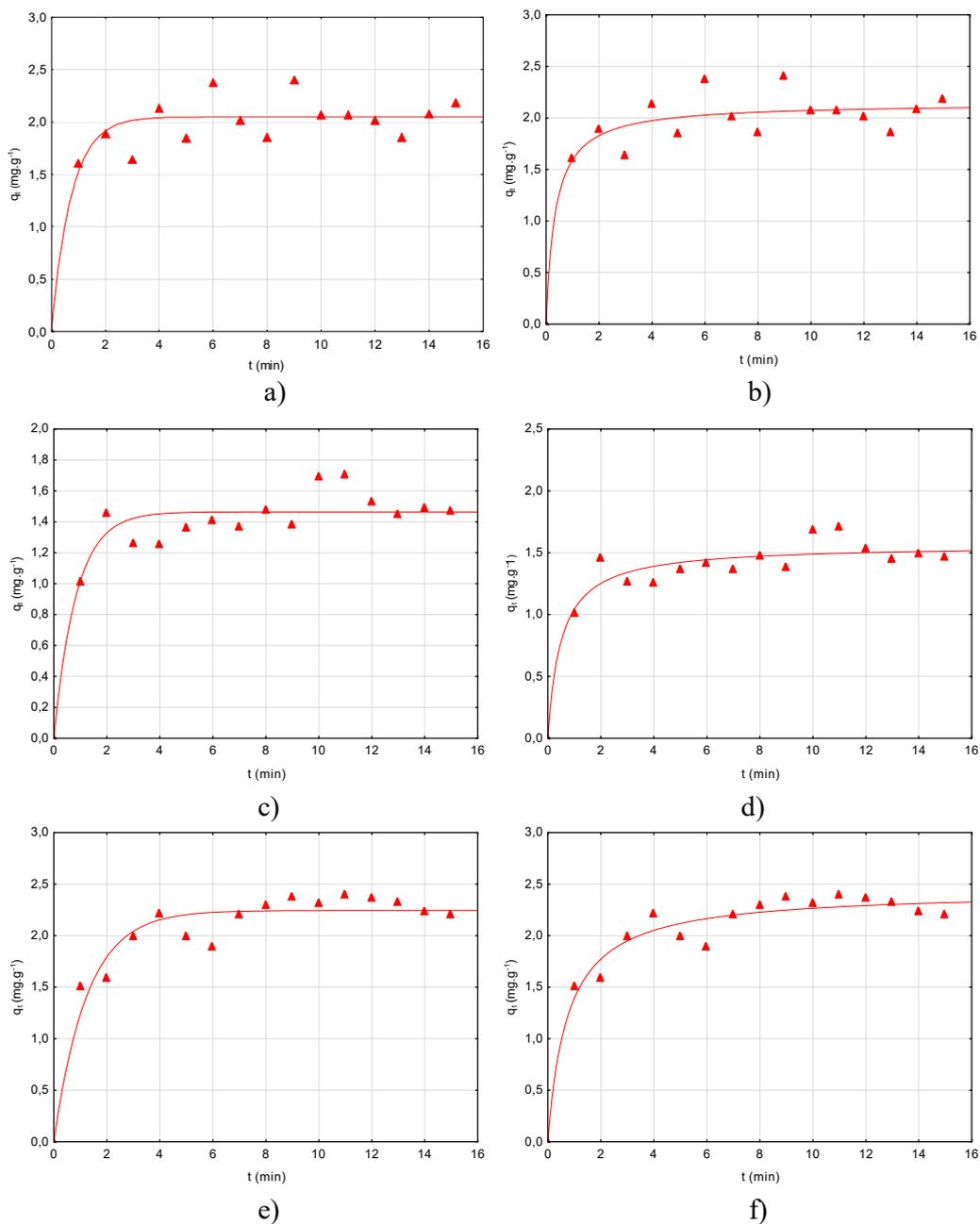
EXP.	FONTE	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Média dos Quadrados	F_{cal}	F_{cal}/F_{tab}	R^2	Qualidade do Ajuste (%)
1	Regressão	60,3775	2	30,1888	887,01	45,6513	0,9454	89,38
	Erro	0,4765	14	0,0340	F_{tab}			
	Total	60,8540	16		19,43			
2	Regressão	30,5254	2	15,2627	1172,17	60,328	0,9596	92,08
	Erro	0,1823	14	0,0130	F_{tab}			
	Total	30,7077	16		19,43			
3	Regressão	68,7305	2	34,3653	2098,76	108,02	0,9783	95,71
	Erro	0,2292	14	0,0164	F_{tab}			
	Total	68,9598	16		19,43			
4	Regressão	126,3350	2	63,1675	1704,85	87,74	0,9749	95,04
	Erro	0,5187	14	0,0371	F_{tab}			
	Total	126,8537	16		19,43			

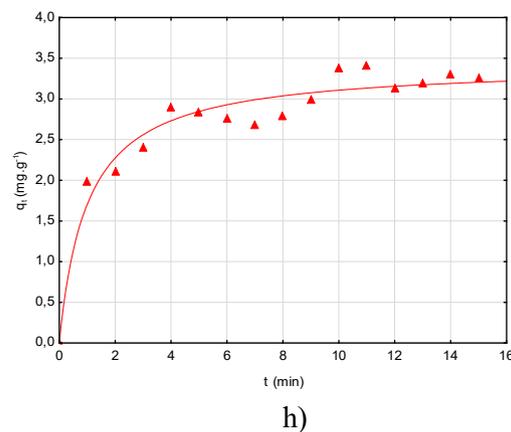
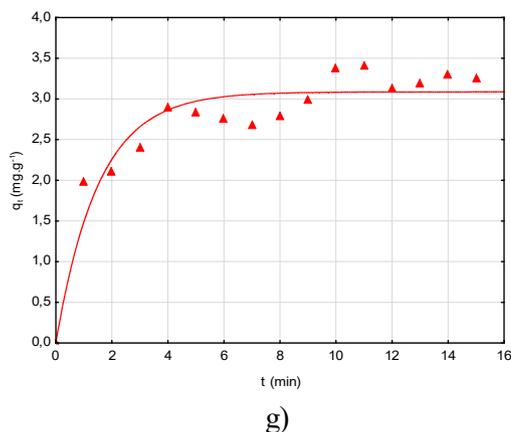
De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, o modelo cinético de pseudo-segunda ordem representou melhor os dados experimentais, indicando que o processo de adsorção é predominantemente de quimiossorção. Graebin (2014) analisou a adsorção entre um material feito a partir do bagaço da cana-de-açúcar e do metal níquel encontrando resultados semelhantes, utilizando os dois modelos de

pseudo-primeira e pseudo-segunda ordem, obtendo coeficientes de determinação acima de 0,9907 para ambos.

A Figura 1 apresenta os dados da cinética de adsorção dos experimentos, aplicados aos modelos de pseudo-primeira ordem e pseudo-segunda ordem. Estes resultados corroboram com os resultados descritos anteriormente.

Figura 1 – Dados dos experimentos de cinética ajustados aos modelos cinéticos: a) pseudo-primeira ordem para o exp. 1; b) pseudo-segunda ordem para o exp. 1; c) pseudo-primeira ordem para o exp. 2; d) pseudo-segunda ordem para o exp. 2 e) pseudo-primeira ordem para o exp. 3; f) pseudo-segunda ordem para o exp. 3 g) pseudo-primeira ordem para o exp. 4; h) pseudo-segunda ordem para o exp. 4





3.3 Isotermas de equilíbrio

Os modelos de Langmuir, Freundlich, Tóth, Radke e Praunsnitz, Redlich e Peterson e Sips foram utilizados para descrever o comportamento da adsorção do MCV com o corante Azul Cassafix CA-2G. Nas Tabelas 5 e 6 são apresentados os parâmetros obtidos para os modelos analisados e a ANOVA e seus coeficientes de determinação para os modelos analisados. Nota-se que a maioria dos modelos apresentou coeficientes de determinação bem próximos, com exceção dos modelos de Freundlich e Redlich e Peterson, tendo a isoterma de Sips demonstrado melhor concordância com os resultados apresentados nesse trabalho.

Tabela 6 – Valores dos parâmetros dos modelos de Langmuir, Freundlich, Tóth, Radke e Praunsnitz, Redlich e Peterson e Sips.

Langmuir	q_{\max} (mg.g ⁻¹)	K_L	
	6,5449	0,0003	
Freundlich	KF	n_F	
	0,0108	0,8743	
Tóth	q_{\max} (mg.g ⁻¹)	K_T	n_T
	5,6771	0,0001	1,9242
Radke e Praunsnitz	K_R	F_{rp}	n_R
	0,0222	0,0003	2,5161
Redlich e Peterson	q_{\max} (mg.g ⁻¹)	K_p	n_p
	0,1385	0,1476	-0,321
Sips	q_{\max} (mg.g ⁻¹)	K_S	n_S
	1,6298	0,0235	4,8351

Tabela 7 – ANOVA e coeficiente de determinação dos modelos de Langmuir, Freundlich, Tóth, Radke e Praunsnitz, Redlich e Peterson e Sips.

MODELO	FONTE	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Média dos Quadrados	F_{cal}	F_{cal}/F_{tab}	R^2	Qualidade do Ajuste (%)
Langmuir	Regressão	10,3542	2	5,1771	67,23	13,08	0,9101	82,82
	Erro	0,4362	6	0,077	F_{tab}			
	Total	10,7904	8		5,14			
Freundlich	Regressão	10,3821	2	5,1910	76,23	14,83	0,9161	83,92
	Erro	0,4083	6	0,0681	F_{tab}			
	Total	10,7904	8		5,14			
Tóth	Regressão	10,3546	3	3,4515	39,58	7,31	0,9102	82,84
	Erro	0,4358	5	0,0872	F_{tab}			
	Total	10,7904	8		5,42			
Radke e Praunsnitz	Regressão	10,4273	3	3,4758	47,88	8,83	0,9257	85,7
	Erro	0,3631	5	0,0726	F_{tab}			
	Total	10,7904	8		5,42			
Redlich e Peterson	Regressão	10,3622	3	3,4541	40,30	7,44	0,9118	83,14
	Erro	0,4283	5	0,0857	F_{tab}			
	Total	10,7904	8		5,42			
Sips	Regressão	10,6612	3	3,5537	137,74	25,41	0,9742	94,91
	Erro	0,1292	5	0,0258	F_{tab}			
	Total	10,7904	8		5,42			

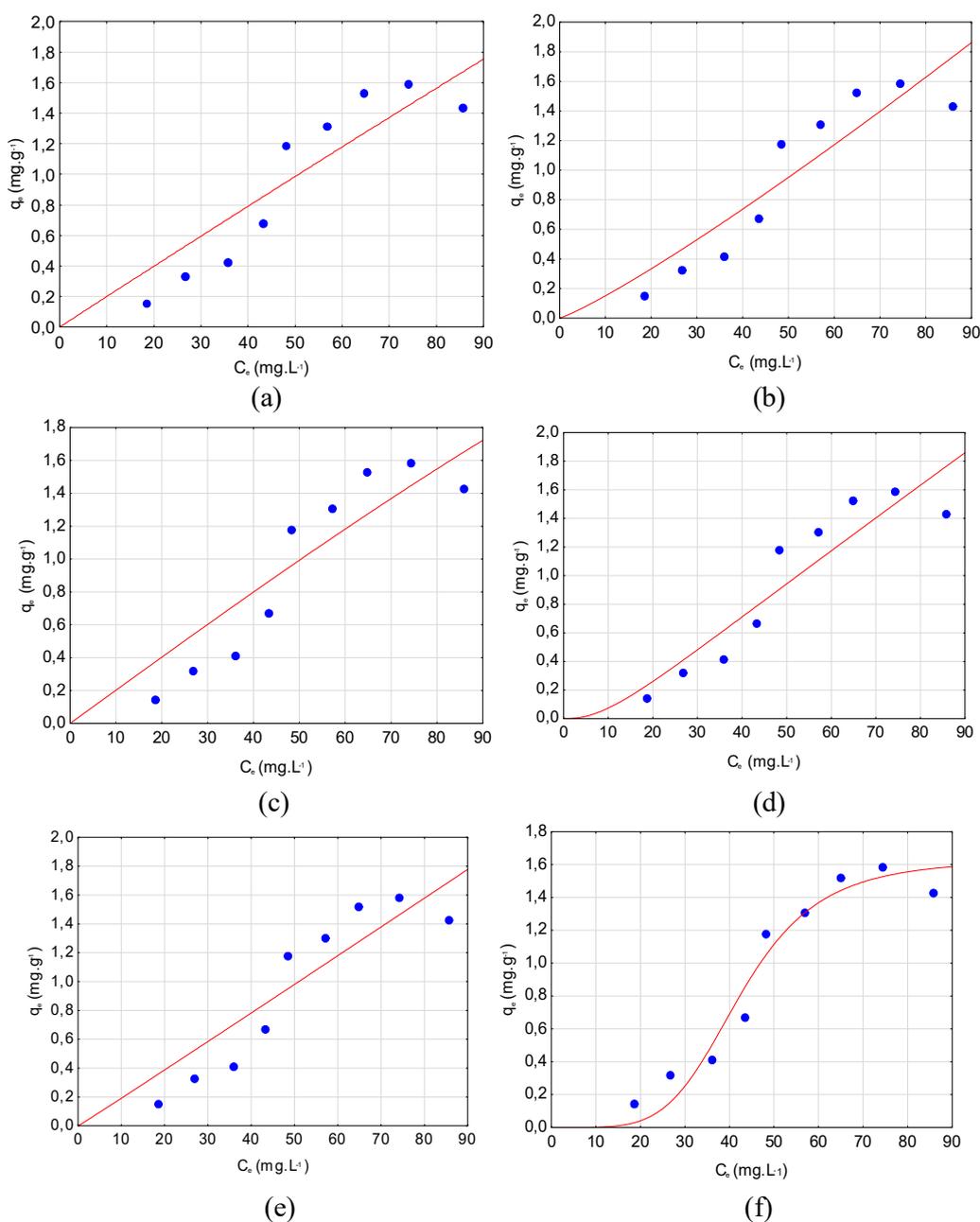
Todas as isotermas analisadas apresentaram F_{cal} maior que F_{tab} e erro médio quadrático baixo, implicando que os modelos aqui analisados descrevem o equilíbrio da adsorção dentro do intervalo de confiança de 95% e é estatisticamente significativo.

A isoterma de Sips correlaciona as isotermas de Langmuir e Freundlich dependendo da concentra-

ção do adsorvato presente no meio, com concentrações elevadas. A isoterma apresenta características semelhantes ao modelo de Langmuir, e em baixas concentrações o modelo irá se comportar como a isoterma de Freundlich (SIPS, 1948).

A Figura 2 apresenta os dados experimentais ajustados às isotermas de Langmuir, Freundlich, Tóth, Radke e Praunsnitz, Redlich e Peterson e Sips.

Figura 2 – Dados experimentais ajustados às isotermas de adsorção: (a) Langmuir; (b) Freundlich; (c) Tóth; (d) Radke e Praunsnitz; (e) Redlich e Peterson; (f) Sips.



A isoterma de Sips foi a que melhor descreveu o equilíbrio da adsorção juntamente com o modelo de Radke e Praunsnitz. Resultados semelhantes foram observados por Cardoso (2010) por meio do estudo da remoção do corante Azul de Metileno utilizando a casca de pinhão in natura e carbonizada, e por Sousa (2015), que utilizou farinha advinda da casca de banana como adsorvente de corante têxtil, notando que a isoterma de Sips tem como característica uma adsorção inicial baixa e que ocorre uma associação entre as moléculas, fazendo com que o número de moléculas adsorvidas aumente.

4 CONCLUSÕES

Ao término deste trabalho, foi possível concluir que:

A cinética de adsorção utilizando o adsorvente tratado com albumina e maior temperatura de secagem (experimento 4) apresentou a melhor eficiência na remoção do corante Azul Cassafix CA – 2G, e os dados foram ajustados de forma satisfatória para modelos cinéticos de pseudo-primeira ordem e pseudo-segunda ordem.

No estudo de equilíbrio, a isoterma de Sips foi a que melhor descreveu o comportamento da adsorção.

5 REFERÊNCIAS

ARIM, A. L.; RODRIGUES, L. M.; ALMEIDA, A. R. F. Análise da Eficiência de Adsorção do Corante Vermelho do Congo por Semente de Mamão Formosa (carica papaya L.) Seca em Leito Fixo com Fluxo de Ar Paralelo. In: **XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química**. Florianópolis – Santa Catarina, 2014.

Abit – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO. Perfil do Setor. Disponível em: /www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor. Acesso em: 07 Novembro 2016.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2005. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Publicação DOU: 18/03/2005

CARDOSO, N. F.; **Remoção do Corante Azul de Metileno de Efluentes Aquosos Utilizando Casca de Pinhão in natura e Carbonizada como Adsorvente**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2010.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Compilação de Técnicas de Prevenção à Poluição para a Indústria Têxtil**. São Paulo, 2002.

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Beneficiamento da Casca de Coco Verde**. Disponível em: www.cein-fo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_3830.pdf. Acesso em: 11 Junho 2015.

HO, Y. S.; MCKAY, G. Sorption of dye from aqueous solution by peat. **Chemical Engineering Journal**. v. 70, ed. 2, p. 115-124, 1998.

HONÓRIO, J. F.; GONÇALVES, G. C.; VEIT, M. T.; FAGUNDES-KLEN, M. R. Adsorção do Corante Reativo Azul BF-5G em Casca de Soja: Parâmetros de Processos e Isotermas. In: X Encontro Brasileiro sobre Adsorção. Guarujá – São Paulo, 2014.

IBGE. Produção Agrícola Municipal. Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisa. Acesso em: 20 agosto 2015.

GRAEBIN, G. O. **Secagem do Bagaço de Cana-de-Açúcar e Estudo da sua Aplicação na Remoção de Metal Pesado**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Paraná, 2014.

KUNZ, Ailton; et al. **Novas Tendências no Tratamento de Efluentes Têxteis**. Química Nova. São Paulo, v. 25, n. 1, p. 78-82, jan./fev. 2002.

LEAL, C. C. A. **Avaliação da Remoção do Corante Remazol Black B em Efluentes Têxteis Utilizando como Adsorvente o Mesocarpo do Coco Verde**. Dissertação (Mestre em Engenharia Química) - Universidade Federal do Pernambuco, Pernambuco, 2003.

MACIEL, W. L. Z. **Estudo do Processo de Adsorção do Corante Azul Royal Dianix CC Presente em Meio Aquoso Empregando Carvão Ativado Obtido a Partir de um Resíduo Agroindustrial - Semente de Siriguela (Spondias pupurea L.)**. Dissertação (Mestre em Ciências Ambientais) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Bahia, 2013.

MONTEIRO, R. A. **Avaliação do Potencial de Adsorção de U, Th, Pb, Zn, e Ni Pelas Fibras de Coco**. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – Materiais). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - Autarquia Associada à Universidade de São Paulo, 2009.

RAULINO, G. S. C. **Sistema Piloto de Adsorção de Íons de Metais em Coluna (Leito Fixo) Utilizando como Adsorvente o Pó da Casca de Coco Verde**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

ROCHA, O. R. S.; NASCIMENTO, G. E.; CAMPOS, N. F.; SILVA, V. L. DUARTE, M. M. M. B. **Avaliação do Processo Adsorptivo Utilizando Mesocarpo de Coco Verde para Remoção do Corante Cinza Reativo BF – 2R.** Química Nova. vol. 35, nº 7, p 1364-1374. 2012.

SILVA, M. S. P.; RAULINO, G. S. C.; VIDAL, C. B.; LIMA, A. C. A.; NASCIMENTO, R. F. **Influência do método de preparo da casca do coco verde como bioadsorvente para aplicação na remoção de metais em soluções aquosas.** Artigo técnico. Revista DAE, nº 139. Setembro-dezembro de 2013.

SIPS, R.,; Combined form of Langmuir and Freundlich equations. **Journal of Chemistry Physical**, v. 247, p. 430 – 441, 1948.

SOUSA, D. D. **Produção e Avaliação de Bioadsorventes Obtidos da Farinha da Casca de Banana para a Remoção de Corantes**

Têxteis em Águas Residuárias. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015.

SOUZA, J. L. **Mesocarpo do Coco Verde (Coco Nucifera) como Adsorvente para os Corantes: Turquesa Remazol e Azul Remazol.** Dissertação (Mestrado em Química Analítica) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2009.

TEIXEIRA, M. P.; AIRES, A. M. L.; SILVA, S. L. L.; SOUZA, J. L.; HOLANDA, C. A.; Mesocarpo de Coco Verde como Adsorvente na Remoção do Corante Têxtil Cosmos Black. In: VII Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação. Palmas, Tocantins. 2012.