

ADSORÇÃO DO CORANTE VERMELHO CONGO EM QUITOSANA MODIFICADA COM LÍQUIDOS IÔNICOS

Gabriela Urbaneja Manzonei¹, Andreia de Araújo Morandim-Giannetti¹

¹ Departamento de Engenharia Química, Centro Universitário FEI
gabiurbaneja@hotmail.com e preamorandim@fei.edu.br

Resumo: A adsorção é um processo muito vantajoso para o tratamento de efluentes. Assim, neste trabalho foi realizado um estudo de tratamento de efluentes contendo vermelho congo via processo de adsorção utilizando-se como adsorvente quitosana modificada com líquidos iônicos (LI). Os resultados obtidos mostram que a quitosana se mostrou um melhor adsorvente quando ativada com o LI acetato de imidazólio ($q_e = 105,4 \text{ mg.g}^{-1}$) e que foi preciso 1h de tratamento para se obter a máxima capacidade de adsorção ($q_e = 110 \text{ mg.g}^{-1}$).

1. Introdução

Pesquisas relacionadas a tratamento de efluentes provenientes da indústria química, principalmente os que apresentem concentrações elevadas de corantes e metais pesados, têm crescido significativamente. Neste contexto, os processos de adsorção se mostram uma alternativa viável de tratamento de efluentes, uma vez que os mesmos apresentam alta eficiência, baixo custo e, abrem a possibilidade de aplicação de biomateriais como, por exemplo, a quitosana, um biopolímero obtido a partir da quitina [1-2].

Assim, levando-se em consideração os estudos que vêm sendo realizados na busca de novos materiais adsorventes para serem utilizados no tratamento de efluentes, o presente projeto visou verificar o aumento da eficiência da capacidade de adsorção do corante vermelho Congo por quitosana após realização de tratamento com líquidos iônicos de baixo custo.

2. Materiais e Métodos

Inicialmente foi realizada a síntese e caracterização via ressonância magnética nuclear (RMN) dos líquidos iônicos (LI). Os mesmos foram obtidos a partir da reação de neutralização ácido-base utilizando-se uma estequiometria de 1:1 (molar) do ácido (lático ou acético) com o imidazol. Após essa etapa, foi realizado a ativação da quitosana com os LI (acetato de imidazólio ou lactato de imidazólio) sendo, os mesmos, adicionados em uma proporção de 2,00 g de LI para cada 2,00 g do adsorvente e, 25 mL de metanol. Para isso, foi utilizado o ultrassom para promover essa ativação por duas horas (15 minutos no ultrassom / 5 minutos de repouso). Posteriormente, foi verificada a eficiência de aplicação dos novos adsorventes (quitosana ativada com os LIs) em processos de adsorção do corante vermelho Congo. Nessa etapa, foi preparada uma solução de 300 ppm de vermelho Congo e adicionada a quitosana já modificada com os dois LIs como adsorvente (0,05 g para 25 mL da solução preparada). O sistema foi mantido sob agitação em um shaker por 2h a 25°C. Após este processo, a solução foi filtrada e analisada via espectroscopia na região do ultravioleta utilizando um comprimento de

onda de 497 nm. A capacidade de adsorção inicial de cada adsorvente foi determinada utilizando-se a equação 1, em que: q_e = capacidade de adsorção no equilíbrio (mg.g^{-1}); C_{inicial} = concentração de corante inicial (mg.L^{-1}); C_{final} = concentração de corante final (mg.L^{-1}); V = volume de solução utilizado (L) e; m = massa de adsorvente (g).

$$q_e = \frac{(C_{\text{inicial}} - C_{\text{final}})V}{m} \quad (1)$$

Visando uma melhor eficiência no processo de adsorção, após a escolha do melhor adsorvente, foi realizado um estudo da influência do tempo no processo sendo que, os resultados foram avaliados através dos modelos de pseudo primeira ordem, pseudo segunda ordem, de Elovich e difusão intrapartícula (Equações 2, 3, 4 e 5 respectivamente), em que: q_e (mg.g^{-1}) = quantidade adsorvida no equilíbrio, q_t (mg.g^{-1}) = quantidade adsorvida para o tempo t (min) e, k_1 (min^{-1}) e k_2 ($\text{g.mg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) = constantes de velocidade para pseudo primeira ordem e pseudo segunda ordem, respectivamente, a ($\text{mg.g}^{-1}.\text{min}^{-1}$) = taxa de adsorção inicial, b (g.mg^{-1}) = constante de desorção, k_{dif} ($\text{mg.g}^{-1}.\text{min}^{-1/2}$) = constante de difusão intrapartícula e C (mg.g^{-1}) = constante relacionada com a resistência à difusão.

$$\log(q_e - q_t) = \log(q_e) - \frac{k_1 t}{2,303} \quad (2)$$

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{t}{q_e} \quad (3)$$

$$q_t = \frac{1}{b} \ln(ab) + \frac{1}{b} \ln(t) \quad (4)$$

$$q_t = k_{\text{dif}} t^{1/2} + C \quad (5)$$

3. Resultados e Discussões

Durante a etapa de síntese e caracterização via RMN dos LIs acetato de imidazólio (1) e lactato de imidazólio (2) (Figura 1) foi verificada a obtenção dos mesmos através da análise dos espectros de ressonância magnética de hidrogênio ($^1\text{H-RMN}$) e de carbono ($^{13}\text{C-RMN}$). Análise dos espectros (Tabela 1) mostram a ocorrência da protonação somente em um dos nitrogênios e, dessa forma, a confirmação da formação dos LIs acetato de imidazólio e, lactato de imidazólio.

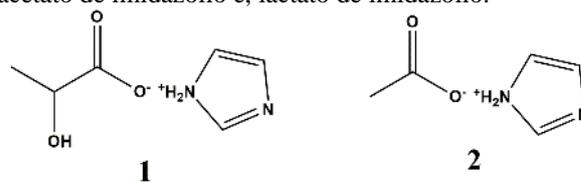


Figura 1 – Estrutura dos LIs sintetizados

Após a síntese dos LIs, os mesmos foram utilizados para a ativação da quitosana. Após alguns testes,

verificou-se que a quitosana ativada com o LI acetato de imidazólio apresentou uma melhor capacidade de adsorção quando comparada com a quitosana ativada com o lactato de imidazólio (Tabela 2). Também foi testada a quitosana inalterada, sem a influência de nenhum líquido iônico e pode-se perceber que o líquido iônico aumentou significativamente a capacidade de adsorção do adsorvente.

Tabela 1 – Dados obtidos pela análise via RMN dos LIs sintetizados

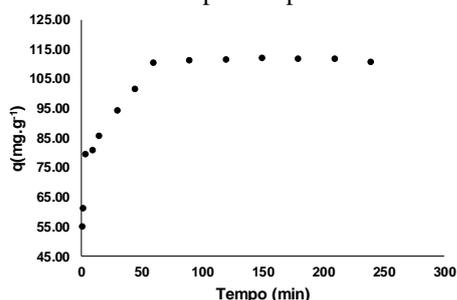
Posição	Acetato de imidazólio (δ) ppm		Lactato de imidazólio (δ) ppm	
	H	C	H	C
1	-	177,81	-	180,69
2	2,06	22,92	3,71	58,50
3	14,31	-	1,23	20,85
4	8,00	134,84	10,29	-
5	14,31	-	8,60	119,46
6	7,13	120,45	10,29	-
7	7,13	120,45	7,26	134,31
8	-	-	7,09	134,31

Tabela 2 – Capacidade de adsorção para os adsorventes

Amostras	q (mg.g ⁻¹)
Quitosana + Acetato de imidazólio	105,40
Quitosana + Lactato de imidazólio	79,00
Quitosana	23,01

Após a escolha do melhor LI a ser utilizado no processo de ativação, foi analisada a cinética de adsorção e, assim, ser determinado qual o tempo necessário para que o processo atingisse a adsorção máxima (Figura 2). Verifica-se que a capacidade de adsorção foi relativamente baixa nos instantes iniciais (1 a 2 min), com valores de q_e entre 55 e 60mg.g⁻¹, porém, a partir de 4 minutos houve um aumento contínuo até o teste de 60 minutos. A partir de 1h a capacidade de adsorção se tornou constante ($q_e = 110\text{mg.g}^{-1}$).

Figura 2: Estudo do tempo X capacidade de adsorção



Obtidos os dados de variação de capacidade de adsorção em função do tempo, foi realizado um estudo cinético através da utilização de quatro modelos: pseudo primeira ordem, pseudo segunda ordem, de Elovich e difusão intrapartícula. Sendo verificado um melhor ajuste dos dados através do modelo pseudo-segunda ordem (Figura 3), que mostrou um r^2 mais próximo de 1 e um valor de capacidade de adsorção calculado mais próximo do valor teórico (Tabela 3).

Figura 3: Ajuste pelo modelo de pseudo-segunda ordem

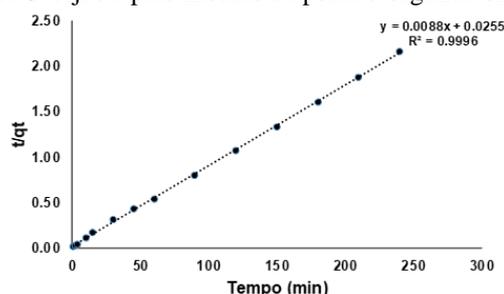


Tabela 3 - Parâmetros cinéticos calculados

Parâmetros	Modelo
Pseudo primeira ordem	
q_e (exp)	110,00 mg.g ⁻¹
q_e (calc)	47,32 mg.g ⁻¹
k_1	0,04 min ⁻¹
R^2	0,94
Pseudo segunda ordem	
q_e (exp)	110,00 mg.g ⁻¹
q_e (calc)	113,64 mg.g ⁻¹
k_2	$7,74 \times 10^{-5}$ g.min.mg ⁻¹
R^2	1,00
Elovich	
a	2272,43 mg.g ⁻¹ .min ⁻¹
b	0,0924 g.mg ⁻¹
R^2	0,95
Difusão intrapartícula	
k_{dif}	8,04 mg.g ⁻¹ .min ^{-0,5}
C	50,73 mg.g ⁻¹
R^2	0,96

4. Conclusões

O processo de adsorção se mostrou eficiente apresentando altos valores de capacidade de adsorção, principalmente com a quitosana modificada com o LI acetato de imidazólio. Além disso, verificou-se que o tempo ideal para se obter a melhor capacidade de adsorção foi de 1 h, sendo o modelo de pseudo-segunda ordem o que apresentou melhor ajuste de dados.

5. Referências

- [1] O. León et al. Carbohydrate Polymers, 194 (2018) 375–383.
- [2] H. Ma et al. Journal of Cleaner Production, 214 (2019) 89-94.

Agradecimentos

A Profa. Dra. Andreia de A. Morandim-Giannetti pelo empenho dedicado ao meu projeto de pesquisa e à Instituição Centro Universitário FEI pela oportunidade e pelo empréstimo de equipamentos para a realização do projeto.

¹ Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 08/19 a 07/20.