

ESTUDO DA ADSORÇÃO DE NÍQUEL EM QUITOSANA TRATADA COM LACTATO DE *SEC*-BUTILAMÔNIO

Priscila Fazzi Romero Vargas¹, Andreia de Araújo Morandim-Giannetti¹

¹ Engenharia Química, Centro Universitário FEI
prifrvargas@terra.com.br e preamorandim@fei.edu.br

Resumo: No presente trabalho, foi realizado um estudo da adsorção de Ni (II) em quitosana tratada com o LI lactato de *sec*-butilamônio sendo analisadas: a cinética de adsorção, o pH de trabalho e a temperatura ideal de adsorção. O tempo ótimo de reação foi de 3,5 h, garantindo uma adsorção de $2,495 \pm 0,004$ mg/g. Com relação ao pH ótimo, foi obtida uma adsorção máxima de $2,488 \pm 0,016$ mg/g em pH 5 e, através da análise das isotermas de Langmuir, Freundlich, foi verificada uma melhor adsorção utilizando-se 20°C.

1. Introdução

A poluição causada por metais pesados é, atualmente, uma grande preocupação e, devido a esse fato, muitos cientistas tem realizado pesquisas a respeito da remoção dos mesmos utilizando técnicas como: a precipitação química, tratamentos físicos e métodos de adsorção sendo, esta última, uma técnica muito eficaz com algumas vantagens como baixo custo e elevada efetividade [1].

Porém, o processo de adsorção é influenciado por vários fatores como: a área superficial, a temperatura, o pH do meio e, o tempo de adsorção, o que justifica a realização do presente estudo, no qual foram realizados experimentos de cinética de adsorção bem como determinações do pH e da temperatura ideais a serem utilizados em processos de adsorção de níquel II [2].

2. Metodologia

Inicialmente, foi realizada a síntese e caracterização via RMN do LI (líquido iônico) lactato de *sec*-butilamônio, obtido a partir da reação de neutralização ácido-base, utilizando-se uma estequiometria de 1:1 (molar), bem como a ativação da quitosana com o mesmo.

Após essa etapa, foi preparada uma solução de NiCl₂ com concentração de 100,00 mg/L sendo a mesma utilizada durante o estudo da cinética de adsorção em que foram utilizados tempos entre 0,08h-20h e, do pH ideal, que foi variado entre 2-8.

Finalizado esse estudo, foram obtidas as isotermas de Langmuir e Freundlich nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35°C, variando-se as concentrações de 50 a 350 ppm, para a determinação da temperatura ideal de trabalho.

3. Resultados e Discussões

Inicialmente foi realizada a síntese e caracterização via RMN do líquido iônico lactato de *sec*-butilamônio (Figura 1) sendo que, ao analisar-se os espectros de hidrogênio e de carbono, verifica-se a formação do mesmo sendo que, os sinais que corroboraram com essa análise: o multipletto em 3,98 ppm, atribuído aos

hidrogênios da posição 2, o dubleto em 1,33 ppm, atribuído aos hidrogênios da posição 3 e, um outro dubleto em 1,24 ppm, relativo aos hidrogênios da posição 4. Também pode ser verificado um multipletto em 3,08 ppm e, um duplo multipletto em 1,52 e 1,67 ppm, atribuídos aos hidrogênios das posições 5 e 6, respectivamente. Finalizando a análise, verifica-se um tripleto em 0,96 ppm, atribuído aos hidrogênios da posição 7 e, um singleto em 5,35 ppm, atribuído aos hidrogênios do grupo amino após a protonação e formação do íon *sec*-butilamônio.

Com relação ao espectro de carbono, verifica-se sinais em 181,77, 69,08, 21,26, 18,92, 48,68, 28,93 e 10,18 ppm, atribuídos aos carbonos das posições 1-7, respectivamente, corroborando com a estrutura proposta (Tabela 1).

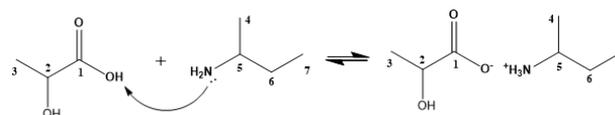


Figura 1 - Reação de formação do LI lactato de *sec*-butilamônio

Tabela I - Deslocamentos químicos obtidos para o lactato de *sec*-butilamônio

Posição	δ H (ppm)	δ C (ppm)
1	-	181,77
2	3,98 (m, 1H)	69,08
3	1,33 (d, 3H)	21,26
4	1,24 (d, 3H)	18,92
5	3,08 (m, 1H)	48,68
6	1,52-1,67 (dm, 2H)	28,93
7	0,96 (t, 3H)	10,18
NH ₃ ⁺	5,35 (s, 3H)	-

Após a confirmação da formação do líquido iônico, o mesmo foi utilizado para ativação da quitosana e, após o processo de secagem do adsorvente obtido, foram iniciados os processos de adsorção de níquel, sendo estudados: a cinética de adsorção bem como o pH e a temperatura ideais.

Analisando-se os dados de adsorção de níquel em função do tempo, verifica-se que, em 3,5 horas ocorreu o máximo de adsorção ($2,495 \pm 0,004$ mg/g).

Através do estudo da cinética de adsorção por dois modelos, o de pseudo primeira ordem, descrito pela equação 1 e, o de pseudo segunda ordem, descrito pela equação 2 (Figura 2), verifica-se que o modelo de pseudo segunda ordem apresentou um coeficiente de correlação (R²) mais elevado. Dessa forma, nota-se que o mesmo representa mais adequadamente o modelo cinético de adsorção para o Ni(II) na quitosana.

Além disso, a quantidade experimental absorvida (q_e), obtido pela equação 3, foi muito similar à calculada com base nos dados equacionais (Q_e calculado), sendo 2,495 mg/g e 2,479 mg/g.

$$\log(q_e - q_t) = \log q_e - \frac{k_1 t}{2,303} \quad (1)$$

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

$$q_t = \frac{(C_o - C_e)V}{q_a} \quad (3)$$

Onde: t = tempo (min), k_1 (min^{-1}) e k_2 (g/mgmin) = constantes de velocidade para pseudo primeira ordem e pseudo segunda ordem, q_t = quantidade média de níquel adsorvida para cada tempo t (mg/g), C_o e C_e = concentrações inicial e final da solução (mg/L), V = volume da solução (L) e, q_a = massa de adsorvente (g).

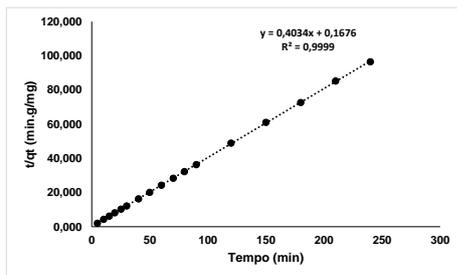
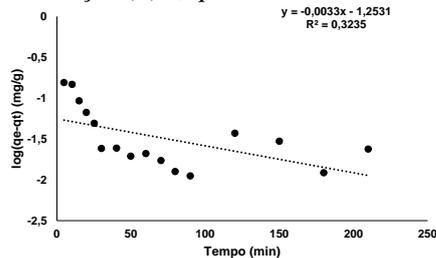


Figura 2—Gráficos obtidos pelo modelo de pseudo-primeira ordem e pseudo-segunda ordem

O estudo da adsorção em diferentes pHs, mostrou que ocorreu uma alta adsorção de Ni (II) em pH 5,0 (2,488 mg/g) sendo, este, considerado o pH ideal para a realização dos estudos de adsorção.

Através da análise das isotermas de Langmuir (Equações 4 e 5) e Freundlich (Equação 6), foi verificada que, a temperatura ideal de adsorção, foi de 20°C, conforme esperado, uma vez que processos de adsorção são mais eficientes em temperatura mais baixas (Tabela 2, Figura 3). Também foi verificada a maior adsorção após a ativação com o líquido iônico, o que mostra a eficiência da técnica utilizada.

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_o K_L} + \frac{C_e}{q_o} \quad (4)$$

$$R_L = \frac{1}{1 + K_L C_o} \quad (5)$$

$$\log q_e = \log K_f + \frac{1}{n} \log C_e \quad (6)$$

Onde: K_L = Constante de Langmuir (L/mg); R_L = efetividade de adsorção segundo o modelo de Langmuir; K_f = Constante empírica de Freundlich e, $1/n$ é a constante adimensional ligada à intensidade de adsorção.

Tabela I – Parâmetros obtidos pelas isotermas de Freundlich e Langmuir, respectivamente.

T (°C)	K_F (L/g)	K_L (L/mg)	q_{\max} (mg/g)
20°	1,069301	0,075702	6,9686
25°	1,152657	0,087816	6,9300
30°	1,297179	0,204023	6,6622
35°	1,049301	0,063534	9,7295

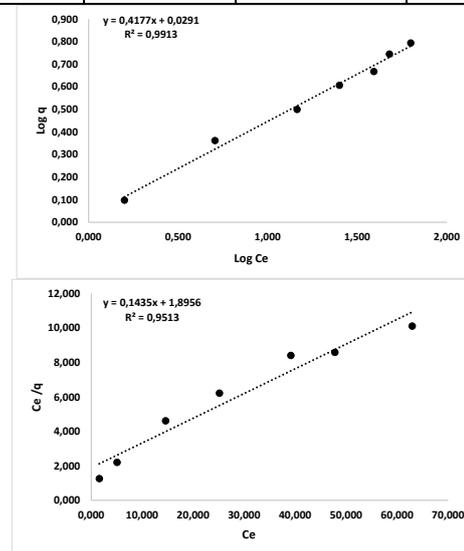


Figura 3 – Isotermas de Freundlich e Langmuir obtidas a 20°C, respectivamente.

4. Conclusões

A análise cinética de adsorção mostra uma adsorção máxima em 3,5 h e, a reação segue o modelo cinético de pseudo segunda ordem. Com relação a variação do pH, verifica-se que, em meio fortemente ácido, ocorreu a redução da adsorção, sendo verificada uma melhor capacidade de adsorção em pH 5.

Com relação aos estudos da temperatura ideal de trabalho, foi verificada uma melhor adsorção ao utilizar-se 20°C, uma vez que processos de adsorção são mais eficientes em temperaturas mais baixas.

Assim, considerando os resultados, pode-se concluir que a adsorção em quitosana tratada foi eficiente, viabilizando economicamente o processo e, reafirmando seu uso para remediação de efluentes industriais.

5. Referências

- [1] ZHANG, X. et al. Journal pone - Water and Modification of Lignocellulose, 7-10, 2015.
- [2] ATKINS, P et al. Princípios e Química. Editora Bookman, 1 ed. p. 470-473, 2001.

Agradecimentos

Ao Centro Universitário FEI pela realização das medidas ou empréstimo de equipamentos e ao CNPq pela bolsa concedida

¹ Aluno de IC do Centro Universitário FEI (CNPq). Projeto com vigência de 01/17 a 07/17.