

## Termoquímica e aplicação de diferentes modelos físico-químicos para adsorção de cobre numa celulose aminada

Edson C. da Silva Filho<sup>1,\*</sup> (PQ), Antônio W. M. Fortes<sup>2</sup> (TC), Luiz de S. Santos Júnior<sup>2</sup> (PQ), Maria Rita de M. C. Santos<sup>2</sup> (PQ), Júlio C. P. de Melo<sup>3</sup> (PG), Claudio Airoidi<sup>3</sup> (PQ)

<sup>1</sup>Química, UFPI, 64900-000, Bom Jesus-PI, <sup>1</sup> Depto. de Química, UFPI, 64064-590, Teresina-PI, <sup>2</sup>Instituto de Química, Unicamp, Caixa Postal 6154, CEP 13083-970, Campinas-SP, \* edsonfilho@ufpi.edu.br

Palavras-Chaves: celulose, adsorção, metais.

### Introdução

A busca por materiais que possuem capacidade de adsorção de cátions metálicos tem aumentado cada dia mais. Com isso, diversos fatores têm sido estudados no processo de adsorção, como tempo, concentração, pH, quantidade do adsorvente, cinética, termodinâmica e também têm sido estudado diversos modelos físico-químicos para se avaliar o melhor ajuste linear, assim como ajuste não-linear. Este trabalho tem como objetivo determinar a adsorção e termoquímica da interação na interface sólido/líquido do cobre com a celulose modificada com butilenodiamina (bn), que foi obtida a partir da reação desta amina com a celulose clorada<sup>1</sup>. A isoterma obtida foi ajustada aos modelos de Langmuir, Freundlich e Temkin. A celulose modificada foram caracterizadas por CHN, RMN <sup>13</sup>C e FTIR. A obtenção das isotermas de adsorção foi realizada pelo método de batelada, onde uma massa (m) de aproximadamente 20 mg do sólido foi colocada em contato por 4 h com 25,0 cm<sup>3</sup> de soluções aquosas do nitrato de cobre variando de 5,0x10<sup>-4</sup> – 1x10<sup>-2</sup> mol dm<sup>-3</sup>. Os teores de cobre inicial (Ni) e remanescente (Ns) foram determinados por ICP-OES e a quantidade retida no sólido (Nf) foi obtida por  $Nf = \frac{N_i - N_s}{m}$ .

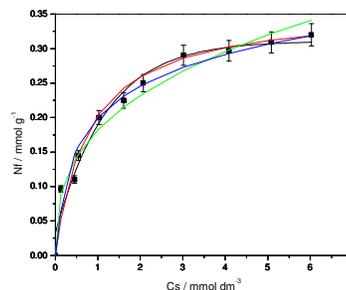
### Resultados e Discussão

Baseado na quantidade de nitrogênio, foi imobilizada 0,66 mmol de bn por grama de celulose. O espectro de infravermelho para a celulose clorada (CelCl) mostra uma banda vibracional (ν(C-Cl)) em 750 cm<sup>-1</sup>, já para a celulose aminada, observa-se uma banda referente a deformação angular da ligação (N-C) em 1320 cm<sup>-1</sup>, indicando a presença de grupos aminos imobilizados.

No espectro de RMN para a CelCl, observa-se o deslocamento químico do C6 de 65 para 44 ppm, comprovando a cloração da celulose. Para a Celbn, observa-se um pico largo em torno de 45 ppm, correspondendo a 3 carbonos (sendo um do carbono primário da celulose e dois da bn) e o surgimento de um pico em 27 ppm, correspondendo aos outros dois carbonos da bn.

Na Figura 1, encontra-se a isoterma de adsorção do cobre com a Celbn, assim como as curvas ajustadas aos modelos de Langmuir, Freundlich e Temkin. Na Tabela 1, encontram-se os dados de adsorção, dos ajustes lineares aos três modelos,

onde podemos observar que o melhor ajuste, tanto pela curva, quanto pelo coeficiente de correlação, foi o modelo de Langmuir, sendo o de Freundlich o ajuste mais distante da curva experimental.



**Figura 1** – Isoterma experimental (—), de Langmuir (—), Freundlich (—) e Temkin (—) para adsorção de cobre na Celbn.

**Tabela 1** – Parâmetros obtidos através dos ajustes lineares das equações de Langmuir, Freundlich e Temkin.

| Modelos    | Parâmetros |       |        |
|------------|------------|-------|--------|
|            | n          | K     | r      |
| Langmuir   | 0,36       | 1283  | 0,9962 |
| Freundlich | 2,85       | 182   | 0,9760 |
| Temkin     | 15,04      | 20088 | 0,9764 |

Os dados termodinâmicos da interação entre o cobre e o celulose aminada são:  $\Delta_{int}h = -5,44 \pm 0,83$  J mol<sup>-1</sup>;  $\Delta H = -15,13 \pm 0,02$  kJ mol<sup>-1</sup>;  $\Delta G = -17,4$  kJ mol<sup>-1</sup> e  $\Delta S = 9$  J mol K<sup>-1</sup>. Assim, o processo é entalpicamente favorável, entropicamente é favorecido e é espontâneo através do valor determinado pela energia livre de Gibbs.

### Conclusões

A celulose modificada com butilenodiamina possui capacidade de remover cobre de meio aquoso. Através do ajuste linear, comprovou-se que o modelo de Langmuir é o mais apropriado para este sistema e termodinamicamente o processo é favorável e espontâneo.

### Agradecimentos

FAPESP, CNPq

<sup>1</sup> da Silva Filho, E.C., Melo, J.C.P., Airoidi, C., *Carbohydr. Res.* **2006**, *341*, 2842.