



REMOÇÃO DE ÍONS METÁLICOS EM SOLUÇÃO POR PROCESSO DE BIOSSORÇÃO: ESTUDO CINÉTICO COMPARATIVO

Carlos Eduardo R. Barquilha¹; Eneida S. Cossich²

1- Departamento de Engenharia Química – Universidade Estadual de Maringá
Av. Colombo, 5790 – CEP: 87020-900 – Maringá - PR – Brasil.

Telefone: (44) 9119-4543 – Email: eng.amb_barq@hotmail.com

2- Departamento de Engenharia Química – Universidade Estadual de Maringá
Av. Colombo, 5790 – CEP: 87020-900 – Maringá - PR – Brasil.

Email: escossich@gmail.com

RESUMO: Diversas indústrias produzem e descartam efluentes contendo diferentes metais pesados no ambiente, os quais apresentam grande risco ao ambiente e a sociedade. Atualmente existem várias formas de tratamento, porém a legislação exige uma baixa concentração efluente, que muitas vezes não é atingida e demanda um alto custo, surgindo assim uma procura por métodos alternativos. Neste sentido, este trabalho teve por objetivo verificar a viabilidade de utilização de um biopolímero com ou sem biomassa imobilizada, no caso a alga marinha *Sargassum sp.*, na adsorção de níquel em sistema de batelada com efluente sintético. O biopolímero alginato é uma substância extraída da alga marrom capaz de reagir com cátion polivalente formando assim géis fortes. Este estudo avaliará a cinética de adsorção do biossorvente. Os resultados preliminares demonstraram uma boa capacidade de biossorção do níquel pela biomassa, indicando boas perspectivas de utilização em processos de tratamento de efluentes que contenham este metal.

PALAVRAS-CHAVE: efluentes; metais pesados; adsorção; biossorvente.

ABSTRACT: Several industries produce and discharge effluents containing various heavy metals in the environment, which present great risk to the environment and society. Currently there are several forms of treatment, but the law requires a low effluent concentration, which is often not met and demand a high cost, thus resulting in a search for alternative methods. Thus, this study aimed to verify the feasibility of using a biopolymer with or without immobilized biomass, in this case seaweed *Sargassum sp.*, in uptake of nickel in batch with synthetic sewage system. The biopolymer alginate is a substance extracted from brown seaweed capable of reacting with multivalent cation thereby forming strong gels. This study will assess the kinetics of adsorption of the biosorbent. Preliminary results showed a good ability to biosorption of nickel by biomass, indicating good prospects for use in processing of effluent containing this metal.

KEYWORDS: effluents; heavy metals; uptake; biosorbent.

1. INTRODUÇÃO

Os metais pesados podem originar impactos significativos no ambiente e para a saúde pública devido à bioacumulação e persistência nos ambientes naturais, causando toxicidade. Com o aumento da atividade industrial, grandes volumes

de efluente contendo metais pesados são liberados no ambiente, principalmente em recursos hídricos (COSSICH et al., 2010).

Várias indústrias produzem e descartam efluentes contendo diferentes metais pesados no ambiente, tais como mineração e fundição, indústrias de acabamento, produção de



combustível e energia, indústrias e aplicações de fertilizantes e pesticidas, metalúrgicas, galvanoplastia, curtumes, fotografia, fabricação de aparelho elétrico, instalações de energia aeroespacial e atômica etc. Assim, metal como um tipo de recurso está se tornando escasso, além de trazer graves poluições ambientais, ameaça à saúde humana e aos ecossistemas (WANG e CHEN, 2009).

Métodos convencionais para a remoção de metais de soluções aquosas incluem precipitação química, oxidação-redução, troca iônica, osmose reversa, tratamento eletroquímico e evaporação. Entretanto, os métodos, cujos custos são menores, apresentam-se ineficientes para baixas concentrações de metais pesados, fazendo com que as concentrações após tratamento muitas vezes não atinjam os limites tolerados para descartes pelas regulamentações, enquanto outros métodos apresentam custos elevados, persuadindo uma procura por métodos alternativos.

A biossorção pode ser definida como a remoção de espécies, compostos e partículas de metais a partir de soluções por materiais biológicos. Grandes quantidades de metais podem ser acumuladas por uma variedade de processos dependentes ou independentes do metabolismo. Tanto biomassa viva ou morta, bem como produtos celulares como polissacarídeos, pode ser usado para remoção de metal. Onde muitos desses estudos apontam a utilização de alga (WANG e CHEN, 2009).

Embora os traços de metais pesados sejam essenciais como cofatores para muitas atividades enzimáticas em algas, como em muitos organismos, elevadas concentrações de metais pesados são tóxicos. Porém com a possibilidade de se trabalhar com a biomassa morta, faz com que essa limitação de toxicidade da alga seja descartada além de apresentar outros benefícios, tais como conservação dos sítios ativos de biossorção, armazenamento por extensos períodos à temperatura ambiente e recuperação de metais por métodos não destrutivos relativamente simples, permitindo sua regeneração (BASHAN e BASHAN, 2010).

Em todos estes estudos incluindo biomassa particulada em suspensão, a aplicação é severamente prejudicada devido às dificuldades de captura ou eliminação da enorme população de algas presente na água após o tratamento. Isto envolve elevados custos e consumo de tempo na filtração e centrifugação, que não são técnicas

aplicáveis para tratamento grandes volumes de efluente. A ideia de imobilização da biomassa em esferas de gel para facilitar a remoção por sedimentação após tratamento de efluentes ganhou impulso significativo nos últimos anos, inicialmente, foi a principal razão para imobilização (BASHAN e BASHAN, 2010).

Alginatos (polímeros feito de diferentes proporções e sequências de ácidos manurônicos e glurônicos extraídos de algas marrons) são um dos polímeros mais utilizados em sistemas de imobilização porque são fáceis de manusear, não tóxico para humanos, ambiente e microrganismos aprisionados (no caso de biomassa viva), legalmente seguro para uso humano, disponível em grande quantidade, e de baixo custo. Do ponto de vista fisiológico, uma maior vantagem de alginato são estas células imobilizadas não sofrer extremas mudanças na condição físico-química durante o processo de imobilização e o gel é transparente e permeável. (BASHAN e BASHAN, 2010).

Assim, este trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho da alga marinha *Sargassum sp.* imobilizada em alginato, na remoção de metais pesados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Biomassa

A alga marinha *Sargassum sp.* adquirida foi lavada com água deionizada e seca a 60°C, após isso, para a imobilização as algas secas serão triturada em partículas finas com diâmetro de 150 µm separadas através de peneiras da série de Tyler.

2.2 Biossorvente

A produção das esferas de alginato foi preparada através da polimerização iônica entre a solução de alginato (2%) gotejada em solução de cloreto de cálcio, CaCl₂, (4%). Realizada através de uma bomba peristáltica com velocidade e mangueiras ajustadas de acordo com a vazão necessária para o gotejamento. Com isso, para imobilização da biomassa, a princípio será misturado 0,5 g de alga triturada a 150 µm em 100 ml de solução de alginato, antes do gotejamento, agitada a fim de se adquirir uma solução homogênea.

Após formação, as esferas permanecerão por 4 horas na solução de cloreto de cálcio para

completa solidificação e armazenadas em água destilada em recipiente fechado a temperatura ambiente.

2.3. Soluções Sintéticas

Soluções sintéticas contendo Níquel foram utilizadas no experimento para quantificar a remoção de metal pesado pela biomassa imobilizada. Serão realizados experimentos com soluções sintéticas, já que efluentes industriais são mais complexos e podem apresentar contaminantes que interferem na remoção de metais.

2.4. Cinética de Adsorção

A relação entre a taxa de adsorção com o tempo foi analisada utilizando 1 g de adsorvente (massa seca), para alginato em branco, alga imobilizada e alga livre. Foram colocados em erlenmeyers de 2 litros, onde foi adicionado 1 litro de solução contendo aproximadamente 100 mg L⁻¹ níquel, mantido com agitação constante em “shaker”, de 110 rpm e temperatura de 30°C, durante 22-24 horas. Foi utilizado pH 5,0, pré-determinado com base em trabalhos anteriores.

As amostras foram retiradas em intervalos pré-determinado, onde as concentrações, de níquel em cada frasco foram determinadas por espectroscopia de absorção atômica, VARIAN 50B.

A quantidade adsorvida de níquel (q_t) foi calculada a partir de um balanço de massa entre a concentração inicial (C_i) e a concentração ao longo do tempo (C_t), conforme Equação 1:

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

Onde V é o volume da solução contendo níquel e m_s é a massa seca de adsorvente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizados experimentos para avaliar o comportamento da cinética de remoção de Ni²⁺ pelas esferas de alginato de cálcio, na concentração inicial de 100 mg L⁻¹.

Durante o ensaio cinético, de acordo com os dados obtidos e expressos na Figura 1, obtém-se que em ambas as formas do bioadsorvente a concentração de equilíbrio se mantém após os 180 minutos. Além de não apresentarem diferença significativa quanto à velocidade e a capacidade de bioadsorção para concentração de 100 mg L⁻¹.

A princípio como a alga utilizada foi da família das algas marrons, *Sargassum sp.*, que possui em sua composição o próprio alginato, entende-se que não interferiria significativamente na bioadsorção. Porém para utilização desses bioadsorventes em sistemas contínuos como em colunas de leito fixo, o uso das esferas seria mais viável por conta de manter uma porosidade homogênea e impedindo que haja o adensamento, evitando assim que não forme caminhos preferenciais.

Em comparação às duas esferas, com e sem alga imobilizada, devido as duas apresentarem a mesma concentração de alginato a esfera com alga imobilizada apresenta uma maior massa específica interferindo diretamente no número de esferas para 1 g de massa seca, e conseqüentemente no volume de bioadsorvente utilizado.

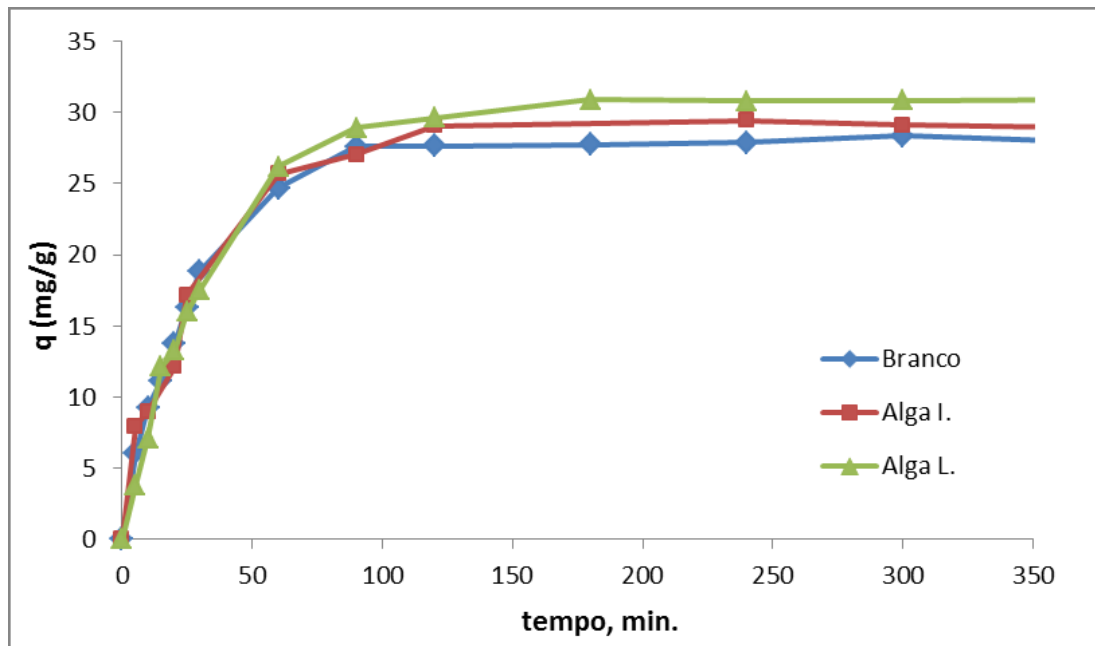


Figura 1. Cinética de biossorção de níquel para alga morta livre, alga imobilizada e alginato em branco.

4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho, demonstraram que a utilização de esferas de alginato e alga imobilizada apresentaram uma eficiência equivalente à alga livre, tanto na velocidade de remoção quanto na quantidade removida a 100 mg L^{-1} .

O uso de biossorbente em forma de esferas facilitaria o uso em sistemas contínuos, como colunas, e apresenta uma fácil separação devido a uma boa decantabilidade, além de não apresentar dificuldade de produção. Evitando custos com processos de separação no caso da alga livre.

5. NOMENCLATURA

q = quantidade de níquel adsorvida (mg de níquel/ g de biomassa)

C_i = concentração inicial (mg/L)

C_f = concentração final (mg/L)

V = volume da solução (L)

m_s = massa seca de biossorbente (g)

6. REFERÊNCIAS

COSSICH, E. S. Biossorção de cromo (III) pela biomassa da alga marinha *Sargassum sp.* UNICAMP: Campinas, 2000.

DE-BASHAN, L. E; BASHAN, Y. Immobilized microalgae for removing pollutants: Review of practical aspects. *Bioresource Technology*. Editora: Elsevier, La Paz, México, p. 1611–1627, 2010.

WANG, J.; CHEN, C. Biosorbents for heavy metals removal and their future. *Biotechnology Advances*. Elsevier, Beijing, China, p. 195–226, 2009.