

# **USO DE BIORREAGENTES NO TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS CONTENDO METAIS PESADOS**

**Aluno: Bruno Abreu Calfa**  
**Orientador: Maurício Leonardo Torem**

## **Introdução**

O desenvolvimento de atividades industriais é acompanhado pela liberação de efluentes líquidos, sólidos e gasosos – no meio ambiente. Uma das fontes de contaminação de efluentes líquidos é a ocorrência de metais pesados que são tóxicos à fauna e à flora pertencentes à região de descarga. Devido à rigidez de normas ambientais que visam o controle da concentração mínima de substâncias tóxicas em efluentes, novas tecnologias de tratamento de efluentes têm sido pesquisadas, destacando-se a emergente tecnologia baseada no uso de biomassa aplicada à remoção de metais pesados de efluentes líquidos. A capacidade das biomassas de sorverem metais pesados em meio líquido (biossorção) é unida a processos de separação sólido-líquido, tais como flotação e floculação, nos quais se retira a biomassa carregada do metal de interesse do meio em que se encontram. Os parâmetros mais comumente estudados na tecnologia combinada biossorção/flotação são: influência do pH, cinética de sorção, obtenção de isotermas de captação, medidas de potencial zeta, análises de espectro infravermelho e de microscopias eletrônicas de varredura e de transmissão.

## **Objetivos**

Discutir os parâmetros fundamentais, tais como o pH, a cinética, as isotermas de sorção, medidas de potencial zeta e análise de microscopias eletrônicas de varredura (MEV) e de transmissão (MET), relacionados ao processo de captação de íons metálicos de solução por biorreagentes (biossorção) seguido da remoção dos biorreagentes carregados de metal do meio aquoso (bioflotação). Apresentar sistemas comerciais que utilizam estes princípios de tratamento de efluentes e separação sólido-líquido.

## **Metodologia / Resultados**

Com o intuito de apresentar uma revisão da literatura com respeito à biossorção e à bioflotação, diversos artigos recentes foram consultados e alguns exemplos estão explicitados no presente trabalho.

Por biorreagentes, entendem-se biomassas vegetais (plantas), microrganismos, cascas e restos de material biológico em geral, de preferência não patogênicos a fim de evitar a transmissão de doenças no seu manuseio. Estes biorreagentes podem ser empregados vivos ou mortos. Define-se biossorção como a remoção de espécies, compostos ou particulados metálicos em solução por biomassa sem atuação do seu metabolismo. Caso a remoção depender do metabolismo, denomina-se bioacumulação, que somente ocorre se o biorreagente estiver vivo.

O estudo da influência do pH do meio na remoção de metais tem o objetivo de determinar a faixa de pH na qual ocorreu maior remoção de íons metálicos. Paralelamente, realizam-se medições do potencial zeta da biomassa em solução aquosa. Ambos os ensaios podem fornecer dados sobre a carga geral da parede celular do biorreagente, em solução

aquosa, em diferentes valores de pH. A composição da camada externa da biomassa, onde ocorrerá a bioadsorção, varia dentre os diversos biorreatores estudados.

A obtenção de isotermas de adsorção é útil para se modelar a bioadsorção, ou seja, determinar como a capacidade de bioadsorção do biorreagente varia de acordo com a concentração de metal no equilíbrio. Os modelos de isotermas de adsorção mais utilizados são o de Langmuir e o de Freundlich.

As análises da cinética da bioadsorção informam as expressões da taxa de variação de captação de metal pela biomassa no tempo. Os dados cinéticos auxiliam na identificação do mecanismo da bioadsorção e são indispensáveis para o projeto de reatores de uma planta de tratamento. Os modelos cinéticos mais usados são o de pseudo-primeira ordem e o de pseudo-segunda ordem.

O uso do MEV e do MET auxilia para a elucidação dos mecanismos envolvidos na bioadsorção, bem como as características químicas e elementares do biorreagente. Os espectros de infravermelho fornecem dados sobre a natureza da interação célula-metal na bioadsorção (Akar e Tunali, 2005).

Uma técnica de separação sólido-líquido tem sido bastante estudada combinada com a bioadsorção. Trata-se da flotação, que realizada conjuntamente com a bioadsorção recebe o nome de bioflotação. Alguns microrganismos possuem alto grau de hidrofobicidade devido à composição de sua parede celular, tornando desnecessária a adição de um surfatante no sistema de flotação. Alguns tipos de flotação, tais como flotação por ar disperso e por ar dissolvido, têm sido empregados nos estudos.

Como exemplos de sistemas comerciais utilizados atualmente, destacam-se: o bioadsorvente AlgaSORB<sup>TM</sup>, desenvolvido pela Bio-recovery Systems Inc., que constitui-se da alga *Chorella* imobilizada em matriz de sílica ou poliácridamida, e pode ser utilizada em sistemas em batelada ou em colunas, exibindo eficiência na remoção de Ag, Cu, Cr, Hg, U e outros; o processo AMT-Bioclam<sup>TM</sup>, criado pela Advanced Mineral Technologies Inc., que pode utilizar diferentes biomassas na forma granulada como agentes que removem metal. Outros exemplos de sistemas comerciais de bioadsorção e patentes estão disponíveis.

## Conclusões

Este trabalho abordou alguns exemplos do uso de biorreatores na remoção de metais de efluentes líquidos, tanto em escala de bancada como em sistemas comerciais. A importância dessa nova tecnologia é evidente devido ao baixo custo de sistemas à base de biomassas, à ubiquidade dos biorreatores e a sua alta eficiência para capturarem metais em baixas concentrações de soluções aquosas.

Apesar do grande avanço realizado para uma melhor compreensão dos mecanismos da captação de metais por biomassas, ainda existem muitas investigações a serem feitas à cerca da bioadsorção dos biorreatores, tanto no nível molecular (mecanismo) quanto na sua implementação em plantas industriais a fim de tratar efluentes líquidos diretamente.

## Referências

- 1 - WASE, J., FORSTER, C. et al. **Biosorbents for metal ions**. Grã Bretanha: Taylor & Francis Ltda, 1997. 238p.
- 2 - AKAR, T., TUNALI, S. Biosorption performance of *Botrytis cinerea* fungal by-products for removal of Cd(II) and Cu(II) ions from aqueous solutions. **Minerals Engineering**. v. 18, n. 11, p. 1099-1109, 2005.