

## INVESTIGAÇÃO DOS POSSÍVEIS SÍTIOS DE ADSORÇÃO DE Cd<sup>+2</sup> E Hg<sup>+2</sup> EM SOLUÇÃO AQUOSA

**Silmara J. ALVES<sup>1</sup>; Alison G. PACHECO<sup>2</sup>; Sindynara FERREIRA<sup>3</sup>; Verena M.  
KAMINAGAKURA<sup>4</sup>**

### RESUMO

O desenvolvimento industrial está em constante crescimento. Simultaneamente, percebe-se o aumento da produção de resíduos e efluentes, que muitas vezes contém metais pesados e apresenta elevado impacto ambiental. Para minimizar este problema, as empresas devem tratar seus resíduos de forma que estes tragam menos prejuízos à natureza. Assim, grandes empreendedores buscam alternativas que tragam soluções a esses problemas e que ao mesmo tempo sejam economicamente acessíveis. Este trabalho mostra a bioadsorção como sendo uma alternativa que se mostrou adequada a estas condições. A técnica utilizada para medir os sítios de adsorção foi a espectroscopia de infravermelho que estuda as frequências vibracionais das ligações químicas. Os resultados obtidos com essa análise mostram que a presença de cádmio e mercúrio afeta as ligações de alguns grupos funcionais presentes na alface, comprovando a eficiência da alface como adsorvente dessas espécies metálicas.

### INTRODUÇÃO

Com o crescimento da população, o desenvolvimento industrial vem crescendo gradativamente, o que trás como consequências a elevação da produção de resíduos e efluentes. Esses efluentes possuem características próprias da produção, da composição das matérias-primas e das águas de abastecimento. A

---

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, email: [silmara\\_alves10@outlook.com](mailto:silmara_alves10@outlook.com);

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, email: [alison.pacheco@ifsulde Minas.edu.br](mailto:alison.pacheco@ifsulde Minas.edu.br)

<sup>3</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, email: [sindynara.ferreira@ifs.ifsulde Minas.edu.br](mailto:sindynara.ferreira@ifs.ifsulde Minas.edu.br)

<sup>4</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG, email: [veh\\_mandorino@hotmail.com](mailto:veh_mandorino@hotmail.com)

negligência da indústria no tratamento e despejo de seus rejeitos causa a contaminação da biosfera, principalmente das águas e do solo.

Antigamente, os cuidados com o meio ambiente também eram considerados caros e por essas razões, não se dava a devida importância ao impacto ambiental causado pelas atividades industriais (BARATA, 1995). As empresas cumpriam as exigências com relação à legislação ambiental somente para se evitar gastos com multas e para manter sua imagem. Neste sentido, empresas com um grande nível poluidor começaram a aplicar ações para controlar os principais riscos de degradação ambiental e evitar que sua imagem fosse abalada.

A Constituição Brasileira determina ao empreendimento a função de buscar soluções para problemas ambientais causados por seus rejeitos, de forma a controlar e minimizar a degradação ambiental, garantindo a manutenção da fauna e flora (BARROS, 2001).

Nos dias atuais a contaminação por metais pesados é um dos maiores problemas ambientais e industriais, visto que estes contaminantes são altamente tóxicos. Assim, resíduos e efluentes contendo metais pesados devem ser estudados, tratados e destinados corretamente pelos seus respectivos produtores.

Em corpos d'água o nível tóxico de um metal pesado varia em função de vários fatores. Um dos fatores que mais determinam a forma e a toxicidade de espécies metálicas é o potencial hidrogeniônico (pH). Além disso, a biodisponibilidade de determinada espécie de metal é diretamente ligada à sua forma química, além de sua concentração.

O lançamento de efluentes de qualquer fonte poluidora poderá ser feita, direta ou indiretamente, somente se forem atendidas às condições estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011.

Em frente aos problemas ambientais crescentes, existe a necessidade de métodos acessíveis e eficazes para a remoção dos metais. A bioadsorção tem despertado a atenção no desenvolvimento de novas tecnologias, pois essa técnica identifica e quantifica as espécies a serem adsorvidas, permitindo a investigação dos impactos causados por essas substâncias.

A precipitação química, a evaporação, a troca iônica, as tecnologias com membranas e os processos baseados em sorção são alguns dos processos mais comuns usados no tratamento de efluentes contaminados com metais pesados. De todos os processos citados, a precipitação química é o mais utilizado, mesmo

gerando grandes quantidades de resíduos com uma concentração de contaminantes que pode ser superior ao efluente tratado.

Esses processos convencionais são considerados caros e geralmente não tratam os metais presentes em pequenas concentrações e que ainda assim são prejudiciais. Com base nesse fato existe a necessidade de novos processos que sejam economicamente acessíveis, que removam os metais a níveis consideráveis e que possam ser utilizados como tratamentos alternativos. A bioadsorção tem se mostrado como alternativa acessível a todas essas condições.

O processo em que a superfície de um material (adsorvente) remove as espécies presentes em um fluido é chamado de adsorção. Existem vários tipos de biomassas que podem servir como material alternativo de remoção, mas o uso delas exige investigações para a reversão do processo, no qual o contaminante é removido da biomassa. Assim, a biomassa pode ser reutilizada várias vezes, evitando desperdícios.

Do ponto de vista técnico e econômico, para a remoção de íons metálicos, a biomassa precisa conter algumas características para ser considerada como um adsorvente atrativo. Dentre essas características, destaca-se a eficiência e rapidez na remoção e liberação de metais, a viabilidade econômica e a produção acessível, a possibilidade de reutilização, propriedades mecânicas adequadas e, por fim, uma eficiente separação do bioadsorvente da solução original.

A casca do coco, a casca da banana e serragem são um dos resíduos que são utilizados como bioadsorventes e tem despertado a atenção do setor industrial para o desenvolvimento de tecnologias limpas. O uso de biomateriais como adsorventes é de grande interesse para o tratamento de efluentes industriais e surge como uma alternativa promissora.

Assim, esse trabalho objetiva estudar os possíveis sítios de adsorção de cádmio e mercúrio presentes em solução aquosa, usando a alface como sendo o material adsorvente.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Utilizou-se a análise de espectroscopia de infravermelho (FT-IR) para se averiguar os possíveis sítios de adsorção através de alterações nas frequências vibracionais dos grupos funcionais.

Inicialmente a biomassa foi colocada em um erlenmeyer com 125 ml de água durante uma hora buscando-se a saturação da biomassa com água.

Para os experimentos de bioadsorção 0,5 g de biomassa foram adicionados a 100 mL das soluções contendo as espécies metálicas em frascos erlenmeyers, mantidos sob agitação na mesa agitadora tipo shaker por duas horas a 175 RPM (rotações por minuto) e temperatura ambiente.

Em seguida submeteu-se a mistura a uma filtração que resultou em uma fase aquosa e um resíduo sólido. O material sólido foi seco em estufa ventilada por 24 horas. O sólido obtido foi submetido à preparação das pastilhas de KBr para análise de FT-IR. Estas análises foram realizadas no Departamento de Química da Universidade Federal de Minas Gerais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises feitas com a espectroscopia de infravermelho são representadas através de gráficos que mostram as bandas de adsorção dos grupos orgânicos. Os resultados de FR-IR para a alface *in natura* estão apresentados na figura 1-a.

Nas figuras 1-b e 1-c estão apresentados os resultados de FT-IR para alface após bioadsorção de  $\text{Cd}^{2+}$  e  $\text{Hg}^{2+}$ , respectivamente.

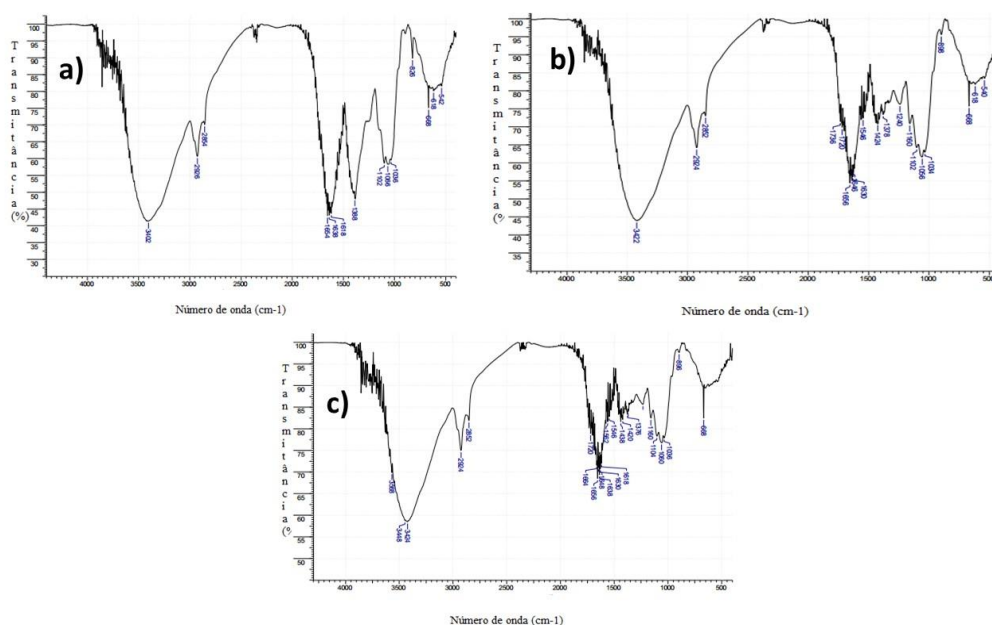


Figura 1 - Espectros de FT-IR do bioadsorvente (alface *in natura*, **a**), do bioadsorvente após bioadsorção de  $\text{Cd}^{2+}$  (**b**) e do bioadsorvente após bioadsorção de  $\text{Hg}^{2+}$  (**c**) (KBr,  $\text{cm}^{-1}$ ).

As principais bandas de absorção na região do infra-vermelho obtidas após a análise do bioadsorvente antes e após a bioadsorção de  $\text{Cd}^{2+}$  e  $\text{Hg}^{2+}$  são encontradas na Tabela 1.

Tabela 1 - Comparação das bandas de FT-IR para bioadsorvente antes e após a adsorção dos íons metálicos

| <b>Grupos Funcionais</b>  | <b>Bandas de FT-IR em <math>\text{cm}^{-1}</math> (alface <i>in natura</i>)</b> | <b>Bandas de FT-IR em <math>\text{cm}^{-1}</math> (da alface após bioadsorção de <math>\text{Cd}^{2+}</math>)</b> | <b>Bandas de FT-IR em <math>\text{cm}^{-1}</math> (da alface após bioadsorção de <math>\text{Hg}^{2+}</math>)</b> |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C=C, NH                   | 1640                                                                            | 1646                                                                                                              | 1648                                                                                                              |
| S=O                       | 1066                                                                            | 1056                                                                                                              | 1060                                                                                                              |
| C-H dos grupos aromáticos | 826                                                                             | 898                                                                                                               | 896                                                                                                               |

A Tabela 1 mostra que além de ter sua intensidade reduzida após o processo de adsorção, a banda que estava em aproximadamente  $1640 \text{ cm}^{-1}$  na alface *in natura* desloca-se para  $1646 \text{ cm}^{-1}$  após a adsorção de  $\text{Cd}^{2+}$  e para  $1648 \text{ cm}^{-1}$  após a adsorção de  $\text{Hg}^{2+}$ . Portanto, essa banda de absorção associa-se ao estiramento da ligação C=C e à deformação da ligação NH. Esta evidência indica que estes grupos estão diretamente relacionados ao processo de adsorção de  $\text{Hg}^{2+}$ .

A diminuição da intensidade da ligação S=O após a bioadsorção de  $\text{Cd}^{2+}$  e  $\text{Hg}^{2+}$  comprova a participação desse grupo químico no processo de bioadsorção. A banda em aproximadamente  $1060 \text{ cm}^{-1}$  é atribuída ao estiramento dessa ligação.

O deslocamento e a perda de intensidade da banda em aproximadamente  $826 \text{ cm}^{-1}$  é explicada pela a deformação da ligação C-H dos grupos aromáticos, o que evidencia a participação deste grupo químico no processo de bioadsorção. .

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos com a análise de absorção na região de infravermelho mostram que os grupos C=C, NH, S=O e C-H de grupos aromáticos fazem parte do processo de bioadsorção podendo ser os possíveis sítios de adsorção por meio da interação da densidade eletrônica presente nestas espécies com as espécies catiônicas estudadas.

**Agradecimentos:** CNPq, FAPEMIG, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas - IFSULDEMINAS.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARATA, M. M L.. **Auditoria ambiental no Brasil: Uma nova ferramenta de gestão empresarial.** 1995. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.

BARROS, A. R. B. **Remoção de íons metálicos em água utilizando diversos adsorventes.** 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA):** Brasília– DF, 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 04 de setembro de 2013.

CHEN, J.; LIU, H.; YANG, C. Effect of chemical modification on dye adsorption capacity of peanut hull. **Dyes and Pigments**, v. 67, 175-181, 2005.