

6. BIBLIOGRAFIA

1. BARBOSA, J.P. Hidrometalurgia, ABM, p.66, 1982.
2. KRAMER, D. A., Gallium and gallium arsenide: suply, technology and uses. Bureau of Mines Information Circular. n. 9208, p. 1-25, 1988.
3. GRANT, I.R., Gallium arsenide-from mine to microcircuit. Trans. IMM Section C, v. 97, p. C48-C52, 1988.
4. PETROF, B. , Gallium. Mineral Facts and Problems. Bureau of Mines, Bull. 675, p.1-6, 1985 (Preprint).

PAINEL 19

Remoção de Cádmiu pela Cianobactéria Spirulina Maxima

Leda dos Reis Castilho

Bolsista de Inic. Científica, Eng. Química, UFRJ

Antonio Carlos Augusto da Costa

Orientador, Eng^o Químico, M.Sc.

DESTAQUE

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as pressões cada vez mais fortes por parte da sociedade e dos órgãos de fiscalização ambiental, têm incentivado o estudo de métodos alternativos de combate à poluição. Desta forma, o uso de organismos biológicos para a captação de metais pesados vem merecendo atenção crescente, por apresentar-se como uma tecnologia economicamente interessante e menos nociva ao meio ambiente.

Uma aplicação importante dos processos de bioabsorção de metais pesados encontra-se no tratamento de efluentes de atividades minero-metalúrgicas, atividades que contribuem de forma significativa à poluição do solo e de cursos d'água. No solo, esta contaminação é devida, fundamentalmente, ao acúmulo de rejeitos de *landfilling* que podem sofrer lixiviação natural, se a intensidade de chuvas for muito pronunciada. A lixiviação pode arrastar os metais pesados, infiltrando-os no solo ou levando-os aos rios e lagos. Devido ao arraste e ao

grande volume de efluentes gerados nessas atividades, as águas são os maiores receptores de metais pesados.

As espécies metálicas dispersas nos ambientes naturais devem ser removidas de solução, basicamente, em função de dois aspectos: alguns metais devem ser retirados devido ao seu caráter tóxico (cádmio, zinco, chumbo etc); outros são recuperados em virtude do seu elevado valor agregado (ouro, prata e platina).

No entanto, os métodos convencionais de tratamento, tais como precipitação química, oxidação química, filtração e processos eletroquímicos nem sempre são convenientes, por serem parcialmente eficientes ou extremamente caros, em especial quando os metais estão dissolvidos em grandes volumes de água a baixas concentrações (1 - 100 mg/l).

Nesse aspecto, o processo de captação de metais por biomassas (inativadas ou não) mostra-se interessante e já encontra algumas aplicações reais no tratamento de efluentes industriais contaminados com metais pesados. Gale & Wixson (1) e Gale (2) citam o exemplo do *Missouri's New Lead Belt*, onde, de forma eficiente, em reservatórios para cultivo de microalgas, o chumbo é captado a partir de efluentes industriais descartados nessas lagoas. Outro exemplo é o desenvolvimento, pelo *Bureau of Mines - United States Department of the Interior*, de um agregado denominado BIOFIX, constituído de biomassa dispersa em uma matriz de polisulfona, empregado para tratamento secundário (complementar) de grandes volumes de efluentes carregados com metais pesados a baixas concentrações (3, 4).

O cádmio é um metal pesado presente em vários minerais e liberado na maioria dos processamentos minero-metalúrgicos. Ele é um elemento sem função biológica conhecida, sendo altamente tóxico para microrganismos e formas superiores de vida. É superado apenas, em termos de toxicidade, pelo mercúrio. Em concentrações elevadas, a absorção de cádmio pode ser fatal.

Uma vez presente nos cursos d'água, o metal pode ser absorvido por sedimentos, microrganismos, plantas submersas e tecidos animais, podendo, dessa forma, ser introduzido em níveis tróficos superiores, comprometendo a cadeia alimentar. Assim, tem crescido, nos últimos anos, o interesse no estudo das formas de remoção desse elemento das regiões contaminadas, em especial através do processo de bioabsorção (5).

As microalgas, cianobactérias e outros organismos fitoplanctônicos representam uma parte considerável da biomassa presente nos cursos d'água.

A *Spirulina maxima* é uma cianobactéria fotoautotrófica, cuja parede celular tem composição química semelhante a das bactérias Gram-positivas, conhecidas como bons agentes de captação de metais. Com a superfície rica em polissacarídeos contendo grupamentos negativamente carregados, as células de *Spirulina* tendem a acumular os cátions metálicos em solução (6).

A *Spirulina maxima* tem alto teor de proteínas em sua composição e, por isso, é bastante utilizada na alimentação de galinhas e porcos, na aquicultura de camarões, peixes e crustáceos e também para a pigmentação de ovos e carnes, por conter altas concentrações de β -caroteno. Além disso, em alguns países do mundo, tais como o México e o Chad, ela é utilizada diretamente na alimentação humana.

Logo, o estudo da captação de cádmio metálico por *Spirulina* é importante sob dois aspectos:

- a) como tecnologia alternativa de tratamento de efluentes contaminados com cádmio, antes de serem descartados nos rios e lagoas;
- b) como forma de controle do cultivo em larga escala de *Spirulina* para fins alimentares, pois podem ser empregados efluentes domésticos como meio de crescimento,

eventualmente contendo metais pesados, que podem ser incorporados pela cianobactéria.

2. METODOLOGIA

A *Spirulina maxima*, após cultivo em meio adequado e com a iluminação necessária, foi utilizada de duas formas no presente trabalho:

- a) adicionada viva ao efluente sintético sob a forma de suspensões celulares;
- b) previamente seca em estufa à temperatura de 85°C durante um período de 24 h.

Essa diferenciação teve como objetivo avaliar, através da comparação dos resultados obtidos, o efeito do estado celular, na captação do metal (7).

O meio de cultura utilizado para o crescimento de *Spirulina maxima* foi o indicado por Ferraz et al. (8, 9).

Para quantificar a biomassa das suspensões celulares, amostras de volume conhecido foram centrifugadas, lavadas duas vezes com água deionizada e colocadas em estufa à temperatura de 85°C durante um período de 24 h.

Após este período, foram pesadas em balança analítica, de modo a obter-se a concentração de células. Todas as quantificações foram feitas em triplicata. A biomassa seca foi pesada diretamente em balança analítica.

Na preparação de efluentes sintéticos foram empregadas soluções de sulfato de cádmio em água deionizada, com concentrações do metal variando entre 1 e 65 mg/l. O cádmio foi quantificado através de ICP (emissão em plasma).

Os experimentos de captação de cádmio foram realizados em frascos *Erlenmeyer* de 500 ml, contendo 100 ml de solução de

cádmio em sete diferentes concentrações (1, 5, 10, 25, 35, 45 e 65 mg/l) e biomassa na concentração média de 0,5 g/l (como suspensão celular ou biomassa seca). Os ensaios tiveram duração de 24 horas, em *shaker*, com temperatura ajustada para 30°C. Ao final desse período, foram retiradas alíquotas para determinação da concentração final do metal.

3. RESULTADOS

Os resultados obtidos revelaram que a *Spirulina maxima* é um microrganismo capaz de captar cádmio por processos de bioabsorção. A eficiência de remoção de cádmio, tanto para biomassa viva quanto para biomassa seca, em especial para baixas concentrações iniciais, foi bastante elevada, variando de 75% a 91%.

No caso de concentrações iniciais de cádmio crescentes, também obtiveram-se bons resultados, apesar de notar-se um decréscimo na eficiência de captação, em função da concentração celular constante no meio (Figuras 1, 2 e 3). Adicionalmente, dois outros fatores podem contribuir para a queda da capacidade de captação:

- a) para biomassa inicialmente viva, o aumento da concentração de cádmio pode proporcionar resultado em algum tipo de inibição ou alteração superficial da estrutura, por exemplo, alteração de permeabilidade da parede celular;
- b) para biomassa seca, a queda bastante acentuada da capacidade de remoção, já para concentrações iniciais de 25 mg/l, pode ser consequência do processo de secagem, que provoca agregação celular, reduzindo sensivelmente a área superficial livre para a adsorção dos íons metálicos.

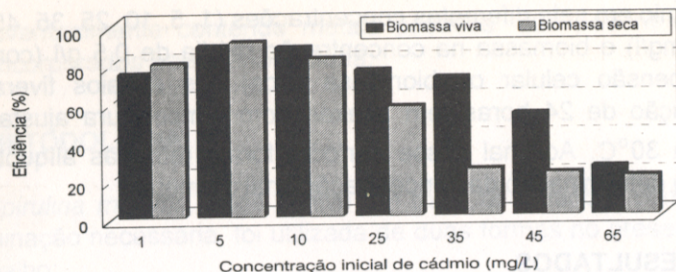


Figura 1 - Eficiência de remoção de cádmio por *Spirulina maxima*.

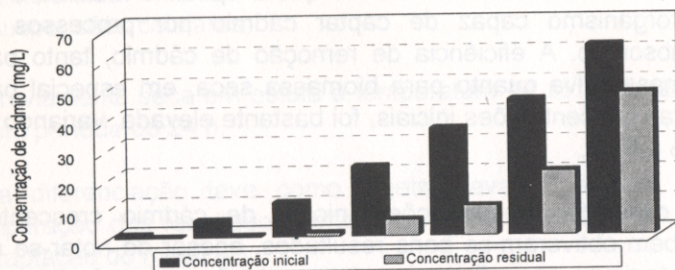


Figura 2 - Remoção de cádmio por biomassa viva

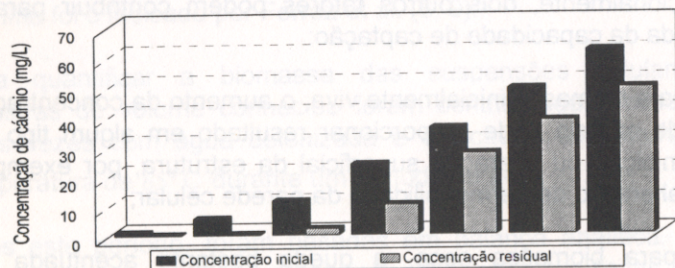


Figura 3 - Remoção de cádmio por biomassa seca

4. CONCLUSÕES

Com base nesses resultados, o emprego de bioabsorção de cádmio pela *Spirulina maxima* para soluções ou efluentes contendo cerca de 35 mg/l deverá promover a eficiência de remoção entre cerca de 70% e 90%. Um tratamento em série

deve permitir a completa remoção do metal em solução, principalmente quando do emprego de suspensões celulares.

Por outro lado, em função desse potencial, adverte-se para a comprovada capacidade de captação de cádmio pelo microrganismo, o que implica na necessidade de rígidos controles quando da sua produção em larga escala para fins alimentares.

BIBLIOGRAFIA

- GALE, N.L., WIXSON, B.G. *Developments in industrial microbiology*, v.20, p.259-273, 1979.
- GALE, N.L., *Biotechnology and Bioengineering Symposium*, v.16, p.171-179, 1986.
- GEISWEID, H.J., URBACH, W. *Zentralblatt Pflanzenphysiologie*, v.109, p.127-141, 1983.
- HART, B.A., SCAIFE, B.D. *Environmental Research*, v.14, p.401-413, 1977.
- MACASKIE, L.E., DEAN, A.C.R. *Environmental Technology Letters*, v.3, p.49-56, 1982.
- CIFERRI, O., TIBONI, O. *Annual Review of Microbiology*, v.39, p.503-526, 1985.
- COSTA, A.C.A. Plano de Tese de Doutorado submetido ao Instituto de Microbiologia/UFRJ, 1994, Rio de Janeiro.
- FERRAZ, C.A.M. AQUARONE, E., FLORENZANO, G., et al. *Revista de Microbiologia*, v. 16, p.179-187, 1985.
- RUIZ, R.L., MÓS, E.N. *Revista de Microbiologia*, v.21, p.85-97, 1990.