

1. Introdução

Segundo Taralli (2002), quatro tipos de fatores, particularmente, estão causando problemas de dimensões globais. O primeiro é a destruição do ambiente natural com a consequente perda da biodiversidade, essencial para a continuidade da vida. O segundo, é a emissão de gases que contribuem para o chamado efeito estufa que provoca o aquecimento global. O terceiro é a emissão de gases que causam a destruição da camada de ozônio. E quarto, o aumento da poluição das águas e do solo causada pelos resíduos humanos e industriais, assim o desenvolvimento econômico e a melhora nos padrões de vida da sociedade levaram ao aumento na utilização de novos materiais (Rocha et al., 2004).

O aumento das atividades industriais tem intensificado a poluição ambiental e a deterioração de ecossistemas, com o acúmulo de poluentes tais como: metais pesados, compostos sintéticos, resíduos nucleares, etc. Em consequência, crescente atenção está sendo dada aos perigos contra a saúde e danos ocasionados por metais pesados no ambiente (Silva, 2006). Sendo que, os metais pesados são agentes poluentes de águas, apresentando alta toxicidade para as formas de vida superiores pela mobilidade que apresentam em sistemas aquosos (Atkinson et al., 1998).

A escolha e a aplicação do método de tratamento mais relevante e apropriado é função não somente do tipo de efluente e seu volume, mas também do teor de resíduos sólidos valiosos, da toxicidade dos elementos, da possibilidade de transporte ao local de tratamento, entre outros. Deve-se levar em conta ainda aspectos relacionados ao modo de operação, reutilização, disposição e as leis e regulamentos pertinentes para cada caso (Volesky, 1990).

Nos últimos anos, com o crescimento da consciência ambiental, fortes restrições governamentais têm sido impostas à disposição de resíduos, sendo designados lugares restritos e apropriados para a sua deposição estimulando o desenvolvimento de novas plantas de tratamento. Entretanto o custo do tratamento desses resíduos ainda é grande, o que pode restringir a proteção ambiental e criar problemas econômicos (Gaspar, 2003). Segundo Volesky (2001), a remoção destes metais é mais eficiente quando realizada diretamente na fonte de tais emissões, ou seja, antes que aqueles de natureza tóxica atinjam

o ecossistema. Por esta razão, a descarga de efluentes industriais contendo metais pesados nos cursos de água ou efluentes é rigorosamente regulamentada para reduzir impactos ambientais (Butter et al., 1998).

O tratamento convencional de efluentes contendo metais envolve processos químicos e físicos, incluindo precipitação química, adsorção, processo de membrana, troca iônica, flotação, dentre outros (Selatnia, 2004). A aplicação de alguns destes processos resulta em custos elevados, como por exemplo os processos de membrana e troca iônica, ou podem produzir resíduos de difícil tratamento, como a oxidação e precipitação química (Zoboulis et al., 2004). Outros simplesmente, empregam agentes químicos que podem contribuir para a transformação de um poluente em outro, como acontece na flotação quando se empregam aminas como agentes coletores (Torem e Casqueira, 2003).

Face a essa problemática ambiental, é crescente a necessidade de métodos econômicos e eficientes para a remoção de metais, resultando no desenvolvimento de novas tecnologias de separação. A pesquisa para desenvolvimento de novas tecnologias envolvendo a remoção de metais tóxicos de águas residuárias tem chamado ou dirigido a atenção para a biossorção, como uma das alternativas. Esta técnica baseia-se na capacidade que têm certos materiais de origem natural de captar metais pesados (Davis et al., 2003).

A biossorção tem sido amplamente estudada durante as últimas décadas para diferentes combinações metal-biomassa sob diversas condições experimentais. A utilização dessa técnica apresenta como vantagens baixos custos de investimento e operação, rapidez do processo, alta seletividade e possibilidade de recuperação do metal (Gomes, 1999).

Diversos materiais biológicos têm sido empregados nos estudos de biossorção, dentre os biosorventes mais comuns se encontram as algas marinhas, bactérias, leveduras, e fungos filamentosos (Baik et al., 2002).

Em alguns países desenvolvidos, esta tecnologia já está sendo incorporada a processos industriais, como é o caso da Companhia Americana Advanced Minerals Technologies Inc., com tecnologia de recuperação de metais pesados e tratamento de efluentes denominada AMT-BIOCLAIM™. Esta emprega preparações granulares de *Bacillus* como recheio de uma coluna de extração contínua que tem uma capacidade de remoção de metais > 99% em efluentes com concentração ao redor de 10 a 50 mg/L. A Environmental Protection Agency (EPA), por sua vez, desenvolveu o Alga SORB™, um produto que contém alga imobilizada em uma matriz de sílica, utilizada em sistemas de batelada ou em colunas para remoção de metais em efluentes. Com o mesmo

propósito, a US Bureau of Mines desenvolveu o BIO-FIX, um biosorvente que utiliza biomassa de diferentes fontes, incluindo cianobactérias, leveduras, algas e plantas, imobilizadas em gomas guar e xantana. Nas companhias Shell Research Ltd e Budelco BV construíram um reator que utiliza bactérias redutoras de enxofre. Esta planta remove metais tóxicos e enxofre por precipitação dos metais como sulfetos, a partir da água do subsolo contaminada.

Uma nova proposta para o uso de microrganismos é a sua aplicação como reagente de flotação. A presença de determinados grupos funcionais ionizáveis, na superfície microbiana, confere aos microrganismos determinadas características de adsorção que os tornam capazes de substituir certos reagentes químicos convencionais de flotação (Mesquita, 2002).

A bioflotação é definida como uma técnica de separação comumente empregada no tratamento de águas e no processamento mineral baseado nos mesmos princípios da flotação, onde os reagentes empregados para a modificação das propriedades da solução a ser tratada são do tipo biológico, podendo atuar como coletores ou modificadores (Pearse, 2005; Matis e Zouboulis, 1994).