

BIORREMEDIAÇÃO DE ÁREAS CONTAMINADAS COM CROMO

DIENIFER ALINE BRAUN BUNDE¹; MARCELA DA SILVA AFONSO², ROBSON ANDREAZZA³

¹Universidade Federal de Pelotas – dieniferbbunde@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – marcelamafonso@yahoo.com.br

³Universidade Federal de Pelotas – robsonandrezza@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

O rápido e intenso desenvolvimento tecnológico, bem como do ramo industrial aliado ao crescimento populacional, proporciona constantemente a liberação de resíduos tóxicos, como a contaminação por metais pesados, causando efeitos nocivos ao ecossistema. Diante da persistência deste problema, é crucial a elaboração de alternativas e estratégias eficientes para a recuperação destes ambientes, assim tornando-se um assunto pertinente para estudo.

O termo metal pesado também é associado aos metais classificados como poluentes do ar, água, solo, plantas e alimentos, ou seja, do meio ambiente (MALAVOLTA, 1994) e que em determinadas concentrações e tempo de exposição oferecem risco à saúde humana. Entre os diversos poluentes existentes, os metais pesados recebem atenção especial devido a sua periculosidade, pois em determinadas concentrações podem provocar efeitos de toxicidade aguda ou crônica causados aos seres vivos. A preocupação é acentuada devido a estes elementos serem não biodegradáveis e quanto ao alto nível de reatividade, dessa forma são bioacumulados e biomagnificados ao longo das cadeias alimentares dos organismos, podendo ocasionar danos irreversíveis.

O cromo é um metal pesado considerado importante ambientalmente e geologicamente, entretanto sua toxicidade é variável e depende do estado oxidativo no qual se encontra. O Cromo (III) é relativamente não tóxico, enquanto o Cr (VI), provoca danos cutâneos ou nasais e câncer de pulmão. De forma natural, as substâncias químicas estão sujeitas a reações de oxidação e redução em condições ambientais, de modo que a liberação da forma de menor toxicidade não significa que o cromo vai representar um risco para a saúde humana ou para o meio ambiente (MIHELIC; ZIMMERMAN, 2018).

Segundo HAYASHI (2001), a principal fonte de emissão de cromo envolve os processos de acabamento de metais, tais como galvanoplastia, abrillantamento e decapagens ácidas, cujo o não tratamento de efluentes contamina a água com a forma mais tóxica do cromo, o Cr(VI). Outras fontes que emissoras de Cr(VI) são os aditivos utilizados em águas de circulação de trocadores de calor, produtos químicos utilizados em lavanderias e produção de cola animal. Por sua vez, as fontes de contaminação de Cr(III) incluem as águas residuárias de processos de curtimento de couro e tingimento de tecidos.

Em frente a variedade de fontes geradoras de efluentes contendo cromo, o desenvolvimento de tecnologias para a remoção desse composto tem sido intensamente estudado. Os métodos convencionais para a remoção de íons metálicos de soluções possuem custo elevado e nem sempre são eficientes. Dessa forma, o interesse em tecnologias que apresentem vantagens em relação ao custo-benefício do processo direcionou a atenção para a biorremediação, cujo segundo Yakubu (2007), trata-se de um processo biotecnológico no qual se utiliza o metabolismo de microrganismos com o objetivo de eliminar ou reduzir a concentração de poluentes a níveis aceitáveis, transformando-os em compostos de baixa toxicidade. Contudo, é possível realizar a seleção de microrganismos

resistentes a estas condições e eficazes na remoção de cromo (ANDREAZZA et al., 2010). Espécies vegetais resistentes também podem ser selecionadas com o intuito de remover ou estabilizar essas áreas.

Compreender os principais aspectos envolvidos na biorremediação de áreas contaminadas com cromo, bem como as estratégias adotadas para a utilização de microrganismos e plantas na remediação destas áreas impactadas com cromo foi o objetivo da presente revisão.

2. METODOLOGIA

A característica bioacumulativa do cromo por ser um elemento não biodegradável proporciona consequências imprevisíveis e a longo prazo, permanecendo ativo no ambiente consequentemente sendo absorvido pelos organismos em concentrações que aumentam progressivamente. O cromo atinge facilmente os lençóis freáticos, ou mesmo reservatórios ou rios que são as fontes de abastecimento de água para a população (CANUTO et al., 2007).

Os critérios que devem ser atendidos para a prática da biorremediação são: o contaminante deve estar biodisponível; o ambiente deve apresentar condições satisfatórias para o crescimento de microrganismos, plantas e atividade de enzimas; o custo deve ser menor quando comparado a outras tecnologias (ANDREAZZA et al., 2013).

Dentre os métodos de biorremediação, a remoção de metais pode ser baseada em técnicas de sorção empregando materiais de origem biológica (biomassa). Os possíveis materiais empregados são os microrganismos (bactérias, microalgas e fungos), os vegetais macroscópicos (algas, gramíneas, plantas aquáticas) e subprodutos agrícolas ou industriais, como partes específicas de vegetais (cascas, bagaços, sementes) (VOLESKY, 2003). A biossorção é uma alternativa bastante promissora em expansão que consiste na interação dos microrganismos com metais tóxicos através da biossorção na superfície dos íons metálicos pela biomassa celular, pela bioacumulação (intracelular ou extracelular/precipitação) e a redução biológica para compostos menos tóxicos e estáveis (SRINATH et al., 2002). Entretanto, existem fatores que influenciam a efetividade do biossorvente, como o pH da solução, da espécie metálica e da faixa de concentração em que se encontra dissolvido, do sistema operacional empregado e da composição do efluente (PINO, 2011).

Outra condição que favorece a sorção de cromo é a biorredução do Cr(VI) por certas espécies de bactérias e fungos que possuem a capacidade de transformar o cromo hexavalente na forma trivalente (Cr(III)), reduzindo sua toxicidade e mobilidade (CAMARGO et al., 2005).

Outra estratégia para remediação é a fitorremediação, que é uma técnica que consiste na utilização de plantas com o propósito de remover metais pesados por absorção, acumulação, ou transformação do metal em sua biomassa vegetal (ANDREAZZA et al., 2013). Nesse sentido, é importante buscar o entendimento dos mecanismos de remoção de cromo pelos microrganismos e plantas, de forma a determinar as melhores condições que propiciem a eficácia e até mesmo a otimização do processo de biorremediação de áreas contaminadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

CONCEIÇÃO (2007), testou 20 microrganismos resistentes isolados de um solo agrícola contaminado com Cr(VI), com o objetivo de avaliar sua resposta quanto às diferentes condições ambientais (temperatura, pH, concentração do metal) e sua capacidade de biorredução. Quatro dos isolados demonstraram capacidade de adaptação às variações ambientais. Seis isolados apresentaram

eficiência de redução acima de 50%, sendo que o mais eficiente reduziu 64% do Cr(VI) a Cr(III). Portanto, esses microrganismos demonstraram grande potencial para futuros estudos visando sua aplicação em processos de biorremediação de ambientes contaminados. O mecanismo de redução enzimática do Cr(VI) a Cr(III) por bactérias resistentes se deve pela presença de enzimas cromato redutases (CAMARGO et al., 2003), que possuem rápida capacidade de redução, eliminando o Cr(III) para o meio externo, impedindo a interação com as macromoléculas, como DNA e proteínas, o que poderia provocar danos às células (CONCEIÇÃO, 2007).

Em um estudo de caso realizado por PINO (2011), avaliou-se a utilização da casca do coco verde (*cocos nucífera*), um subproduto agrícola, pelo seu potencial como material sorvente de metais pesados em razão do alto teor de celulose e lignina, que são biopolímeros associados a remoção de metais. Os resultados obtidos demonstraram que a faixa ideal para remoção de Cr(III) pela biomassa *cocos nucífera* se encontra entre pH 6 e 9. Já o Cr(VI) obteve a melhor capacidade de adsorção com pH igual a 2. Os resultados obtidos demonstraram que o pH da solução é um fator condicionante para atingir a eficiência do processo. O pH influencia diretamente a competição entre os íons do metal e os íons H⁺ presentes em solução pelos sítios ativos da superfície da biomassa, uma vez que a associação e dissociação de grupos funcionais presentes ocorre em função do pH.

Outro material biológico utilizado como bioissorvente são as microalgas, que possuem potencial para o controle de metais tóxicos, em razão da sua capacidade de retenção e imobilização desses compostos. DAL MAGRO et al. (2013) utilizou como biomassa inativa a microalga *Spirulina platensis* para analisar a bioissorção de Cr(VI). Os ensaios de bioissorção constataram que a capacidade adsorptiva da biomassa inativa da *Spirulina platensis* foi de 100,39mg de cromo(VI) por g de biomassa. Similarmente ao estudo realizado por PINO (2011), a variável que mais influenciou o processo foi o pH. No entanto, os melhores resultados de bioissorção de Cr(VI) utilizando a *Spirulina platensis* foram obtidos em pH 3.

As macrófitas aquáticas também são potencialmente utilizadas em técnicas de fitorremediação de metais pesados. DEMARCO (2016), identificou seis macrófitas aquáticas resistentes a contaminação por metais pesados que se destacaram pelo alto potencial de fitorremediação através dos mecanismos de rizofiltração e fitoestabilização. As espécies *E. anagallis*, *H. ranunculoides*, *H. grumosa*, *L. valdiviana*, *P. stratiotes* e *S. montevidensis*. demonstraram a capacidade de bioconcentrar metais como Níquel, Manganês, Cromo, Chumbo e Zinco, constatando que as maiores concentrações se acumulam nas raízes.

4. CONCLUSÕES

A biorremediação apresenta como vantagens o baixo custo e a eficiência no processo de remediação de ambientes contaminados com metais pesados. Dessa forma, é fundamental a compreensão dos mecanismos de remoção de cromo pelos microrganismos e plantas a fim de estabelecer as condições ideais para o processo de biorremediação. Mediante o exposto, devem ser selecionados organismos resistentes que possuam a capacidade de se desenvolver em áreas contaminadas com cromo visando a eficácia e o sucesso da biorremediação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MALAVOLTA, E. **Fertilizantes e seu impacto ambiental: micronutrientes e metais pesados: mitos, mistificação e fatos**. São Paulo: Petroquímica, 1994.

VOLESKY, B. **Sorption and biosorption**. Montreal: BV Sorbex, 2003.

CAMARGO F.A. et al. Chromate reduction by chromiumresistant bacteria isolated from soils contaminated with dichromate. **Journal of Environmental Quality, Madison**, v.32, n.4, p.1228-1233, 2003.

CAMARGO, F. A. O. et al. Diversity of chromium-resistant bacteria isolated from soils contaminated with dichromate. **Applied soil ecology**, v. 29, n. 2, p. 193-202, 2005.

CONCEIÇÃO, D. et al. Redução de cromo hexavalente por bactérias isoladas de solos contaminados com cromo. **Ciência Rural**, v. 37, n. 6, p. 1661-1667, 2007.

DAL MAGRO, C. et al. Biossorção passiva de cromo (VI) através da microalga *Spirulina platensis*. **Química Nova**, v. 36, n. 8, p. 1139-1145, 2013.

DEMARCO, C. F. **Seleção de macrófitas aquáticas com potencial de fitorremediação no arroio Santa Bárbara, município de Pelotas/RS**. 2016. 52f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas.

ANDREAZZA, R. et al. Biorremediação de áreas contaminadas com cobre. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 127-136, 2013.

SRINATH, T. et al. Chromium (VI) biosorption and bioaccumulation by chromate resistant bacteria. **Chemosphere**, v. 48, n. 4, p. 427-435, 2002.

PINO, G. H.; TOREM, M. L. Aspectos fundamentais da biossorção de metais não ferrosos - estudo de caso. **Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração**, São Paulo, v. 8, n. 1, 2011.

YAKUBU, M. B. Biological approach to oil spills remediation in the soil. **African journal of Biotechnology**, Nigeria, v. 6, n. 24, 2735-2739, 2007.

HAYASHI, M. A. **Remoção de cromo hexavalente através de processos de biossorção em algas marinhas**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas.

ANDREAZZA, Robson et al. Characterization of copper biosorption and bioreduction by copper resistant bacteria isolated from a vineyard soil. In: **PROCEEDINGS OF THE 19TH WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE: SOIL SOLUTIONS FOR A CHANGING WORLD**, Brisbane, 2010. Symposium 2.3. 1 The soil-root interface. International Union of Soil Sciences (IUSS), c/o Institut für Bodenforschung, Universität für Bodenkultur, 2010. p. 27-30.