



## A FITORREMEDIAÇÃO COMO FERRAMENTA PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS CONTAMINADAS

Danyelle Lopes da Rocha <sup>1</sup>, Emanuel Gomes de Moura <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia Agrônômica – UEMA. E-mail: [danylrocha21@gmail.com](mailto:danylrocha21@gmail.com)

<sup>2</sup>Prof<sup>o</sup> do Departamento de Engenharia Agrícola – UEMA.

**Resumo:** Os impactos ao meio ambiente devido às ações antrópicas e motivado por razões econômicas, possibilitam vários desequilíbrios ambientais e comprometem a saúde humana. Com a evolução da legislação, grandes avanços para a adoção de providências na gestão dos recursos naturais surgiram para a prevenção ou remediação dos impactos ambientais, o que contribui para a restauração do ecossistema o mais próximo da sua condição original. Das técnicas de remediação de áreas contaminadas e/ou degradadas, destaca-se a fitorremediação, sendo uma técnica que objetiva descontaminar águas e solos por meio dos vegetais e microrganismos a fim de remover, degradar ou isolar substâncias tóxicas do ambiente, além de reduzir seus teores a níveis seguros à saúde humana. Para que o processo de fitorremediação ocorra de maneira eficaz, é necessário avaliar as condições ambientais e o local, utilizar plantas que apresentem potencial para fitorremediação, monitorar a área e determinar o destino da biomassa das plantas. O objetivo deste trabalho é fazer uma análise a partir de um levantamento bibliográfico, compilando informações de diversos autores sobre as técnicas e aplicações da fitorremediação *in situ*.

**Palavras-chave:** ações antrópicas, evolução da legislação, técnicas de remediação, fitorremediação *in situ*.

### PHYTOREMEDIATION AS A TOOL FOR RECOVERY OF CONTAMINATED AREAS

**Abstract:** The impact on the environment due to anthropogenic actions and motivated by economic reasons, enable various environmental imbalances and threaten human health. With the evolution of legislation, major breakthroughs for the adoption of measures in the management of natural resources emerged for the prevention or remediation of environmental impacts, which contributes to the restoration of the closest its original condition ecosystem. The remediation of contaminated technical and / or degraded areas, there is the phytoremediation, with a technique that aims to decontaminate water and soil through plants and microorganisms to remove, degrade or isolate toxic substances from the environment, while reducing their content to safe levels for human health. For the phytoremediation process to occur effectively, it is necessary to assess the environmental conditions and the location, use plants with potential for phytoremediation, monitor the area and determine the fate of plant biomass. The objective of this study is to analyze from a literature review, compiling information from various authors about the techniques and applications of phytoremediation *in situ*.

**Keywords:** anthropogenic actions, legislative developments, remediation techniques, phytoremediation *in situ*.

### Introdução

A partir do cenário de exploração dos recursos naturais, a sociedade em muitos casos, consome os recursos sem considerar a sua renovação, o que demanda um espaço de tempo, ou a sua escassez, dependendo de como são usados. A qualidade e quantidade destes são afetados, sendo que por várias vezes, o impacto ao meio ambiente ocorre de forma irreversível (CPRM, 2002).

Apesar da utilização indiscriminada dos recursos naturais, amplos progressos têm ocorrido para a adoção de providências na gestão dos recursos. Diversas leis têm sido aprovadas e aprimoradas, instituições de controle criadas e reestruturadas a fim de regulamentar as atividades humanas, procurando evitar ou minimizar os impactos ambientais para um manejo ambiental seguro (ROCHA; ROSA; CARDOSO, 2009). Ainda que a legislação ambiental esteja em constante evolução para o aprimoramento dos serviços prestados e para garantir o equilíbrio ecológico, é necessário buscar técnicas de remediação de áreas contaminadas.

Uma das técnicas mais estudadas e que mais se destaca dentro da biorremediação *in situ* é a fitorremediação (COUTINHO; BARBOSA, 2007). Conhecida desde 1991, como uma técnica que utiliza



plantas que apresentem potencial para degradar, extrair, conter ou imobilizar os contaminantes do solo e da água, se tornando inócuo ao ambiente (VASCONCELLOS; PAGLIUSO; SOTOMAIOR, 2012). A fitorremediação é aplicável tanto para compostos inorgânicos como para compostos orgânicos e gasosos decorrentes de atividades humanas.

A fitorremediação pode ser enquadrada como uma solução ecologicamente viável por utilizar os próprios vegetais e pelo seu baixo custo para reverter o colapso de contaminação do solo e da água, por meio da seletividade de espécies hiperacumuladoras e por meio de processos diretos e indiretos, para uma eficaz descontaminação. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é fazer uma análise a partir de um levantamento bibliográfico, compilando informações de diversos autores sobre as técnicas e aplicações de fitorremediação *in situ*, ou seja, no local contaminado, como ferramenta da recuperação de áreas contaminadas. Pretende-se ainda, a disseminação das informações sobre o conceito, mecanismos e aplicações da fitorremediação que apresenta um elevado potencial de utilização.

### Material e Métodos

Neste trabalho foram citados os mecanismos e aplicações, bem como as vantagens e desvantagens da técnica de fitorremediação, aplicada *in situ*, através de um levantamento bibliográfico. Para a realização do levantamento bibliográfico foram feitas pesquisas bibliográficas fundamentadas no banco de dados da Scielo, Google Acadêmico, Biblioteca virtual em saúde do Ministério da Saúde, Ministério do Meio Ambiente, Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB e Embrapa. Foram obtidas teses, monografias, artigos científicos e revistas científicas, leis federais, livros em meio digital e livros da biblioteca da Faculdade Santa Terezinha (CEST). O período de estudo do levantamento reúne trabalhos que foram publicados no período de 2002 a 2012, a fim de compilar informações para melhor compreensão do assunto.

### Resultados e Discussão

A utilização da fitorremediação para solos contaminados principalmente com metais pesados, poluentes orgânicos e inorgânicos, reduz seus teores a níveis seguros à saúde humana, além de contribuir na melhoria das características físicas, químicas e biológicas das áreas onde a técnica foi aplicada (TAVARES, 2009). O sucesso dessa técnica em solos contaminados se dá pela habilidade da planta em absorver os contaminantes (VASCONCELLOS; PAGLIUSO; SOTOMAIOR, 2012).

É fundamental verificar as condições do local para que a execução da fitorremediação ocorra com eficiência. As características físico-químicas do contaminante e do solo devem ser consideradas para que nenhum fator contrário interfira na descontaminação. Caso algum fator venha a interferir, este deve ser controlado ou minimizado (PIRES et al, 2003).

O primeiro passo para que ocorra um eficaz tratamento de áreas contaminadas, consiste na seletividade de espécies de plantas com potencial em tolerar o contaminante. É necessário atentar-se para determinadas características da planta, como uma boa capacidade de absorção, concentração e tolerância ao contaminante; sistema radicular profundo; acelerada taxa de crescimento; resistir a pragas e doenças; fácil colheita e; capacidade de desenvolver-se em ambientes diversos (COUTINHO; BARBOSA, 2007).

Os mecanismos das plantas na fitorremediação podem atuar de forma direta ou indireta na redução ou remoção dos contaminantes. Na forma direta, os compostos são absorvidos, acumulados ou metabolizados nos tecidos, através da mineralização; e na forma indireta, as plantas extraem os contaminantes das águas subterrâneas, reduzindo a fonte de contaminação (TAVARES, 2009). A fitorremediação é compreendida por cinco mecanismos (Tabela 1), considerados diretos, que se dividem em fitoextração, fitotransformação e fitovolatilização, e por mecanismos indiretos como fitoestabilização e fitoestimulação (TAVARES, 2009).

Tabela 1 - Mecanismos diretos e indiretos

<b>MECANISMOS DIRETOS</b>	
FITOEXTRAÇÃO	O contaminante é absorvido no tecido vegetal e subsequentemente são volatilizados.
FITOTRANSFORMAÇÃO	O contaminante sofre bioconversão no interior das plantas ou em sua superfície, passando a formas menos inócuas.
FITOVOLATIZAÇÃO	O contaminante é absorvido e convertido em forma volátil, que é liberada na atmosfera.
<b>MECANISMOS INDIRETOS</b>	
FITOESTABILIZAÇÃO	O contaminante é imobilizado por meio de sua lignificação ou



	humificação.
FITOESTIMULAÇÃO	Estimula a planta para a biodegradação microbiana dos contaminantes, mediante exsudatos radiculares e/ou fornecimento de tecidos vegetais.

“A técnica de fitorremediação requer como em todas as outras técnicas de remediação, padrões para que sejam executadas como potencial para fitorremediação, suas limitações e benefícios.” (COUTINHO; BARBOSA, 2007, p. 105). Existem algumas vantagens e desvantagens que devem ser consideradas ao executar a técnica da fitorremediação. Nas vantagens há um menor custo em relações às técnicas remediadoras; usa energia solar para executar os seus mecanismos; e os compostos orgânicos podem ser degradados a CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O. Quanto as suas desvantagens, o tempo para que se observem os resultados pode ser longo, pois depende do ciclo da planta; pode ocorrer fitotoxicidade se o teor do contaminante elevar-se acima do nível de tolerância da espécie vegetal e conseqüentemente haverá limitação ou morte da planta; e não reduz 100% da concentração do contaminante.

#### Conclusão

A fitorremediação apresenta um elevado potencial de utilização devido às vantagens que apresenta em relação às técnicas de remediação do solo e da água contaminada. Várias são as técnicas de remediação do solo e água contaminados, porém, as plantas são mais fáceis de se observar os resultados, monitorar, removê-las e dar um destino final.

Dos mecanismos de fitorremediação analisados, a fitoextração é a mais utilizada devido o contaminante ser absorvido pelas raízes e possibilitar fácil remoção, e a fitoestimulação ou rizodegradação apresenta-se vantajosa por destruir o contaminante no local, reduzindo a probabilidade de translocação do composto pelas plantas ou pela atmosfera e possui baixo custo de instalação e manutenção.

#### Literatura Citada

COUTINHO, H.D.; BARBOSA, A.R. Fitorremediação: Considerações Gerais e Características de Utilização. [S.l.: S.n.]: 2007.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Perspectivas do Meio Ambiente do Brasil – Uso do Subsolo. **MME - Ministério de Minas e Energia**, 2002. Disponível em <www.cprm.gov.br>. Acesso em 25 de maio de 2013.

PIRES, F.R. et al. Fitorremediação de solos contaminados com herbicidas. **Planta Daninha**: Viçosa – MG. v.21, n.2, p. 335 – 341, 2003.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. 2. ed. **Introdução à Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2009. 256 p.

TAVARES, S. R. L. **Fitorremediação em solo e água de áreas contaminadas por metais pesados provenientes da disposição de resíduos perigosos**. 2009. 415f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – UFRJ/ COOPE/ Programa de Engenharia Civil, Rio de Janeiro, 2009.

VASCONCELLOS, M. C.; PAGLIUSO, D.; SOTOMAIOR, V. S. Fitorremediação: Uma proposta de descontaminação do solo. **Estudos de Biologia Ambiente e Diversidade**, Paraná, v. 34, n. 83, p. 261-267, jul./dez.2012.