

13º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 22 de outubro a 24 de novembro de 2019

## FERRAMENTAS FITOTECNOLÓGICAS COMO ESTRATÉGIAS DE REVERSÃO DE ÁREAS CONTAMINADAS POR REJEITO DE MINÉRIO DE FERRO

Thábata Campos Mariano<sup>1</sup>; Leonardo Campos de Assis<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universidade de Uberaba

[Thabata.mariano@gmail.com](mailto:Thabata.mariano@gmail.com)

### Resumo

A preocupação com o meio ambiente é mundial, e a busca por alternativas de descontaminação de áreas tem sido frequente. A contaminação do solo com poluentes diversos (compostos orgânicos, inorgânicos e metais pesados), provenientes das atividades antrópicas, como a mineração, tem chamado atenção em virtude da degradação do solo e da água.

A partir dessa perspectiva, emergiu o conceito de fitorremediação, que descreve a utilização de plantas para a extração/amenização do composto poluente. Embora a fitorremediação seja um conceito novo e que necessita mais estudos, observam-se respostas positivas na descontaminação de solos. Este trabalho visa informar sobre o campo da fitorremediação e seu uso no tratamento de metais pesados, provenientes de rejeito de minério de ferro.

**Palavras-chave:** Biotecnologia. Rejeito. Minério de Ferro. Fitorremediação

### 1 Introdução

Desde o final do século XVII, a atividade mineradora no estado de Minas Gerais exerce um importante papel na história do desenvolvimento econômico, social e político do país. Nas últimas décadas, com o aumento da intensidade das atividades de mineração, um dos assuntos mais discutidos, principalmente após o dia 05 de novembro de 2015, rompimento da barragem de contenção de rejeitos da Samarco e agora, novamente o crime ambiental se repete

com o rompimento da barragem de rejeitos da Vale, em 25 de janeiro de 2019, é: “Qual a forma de mais eficaz de remediar o solo contaminado?”.

De acordo com o Laudo Técnico, realizado pelo IBAMA (2015), os metais tóxicos listados como presentes no solo em Mariana/MG são: Cádmiu (Cd), Níquel (Ni), Cromo (Cr), Cobalto (Co), Mercúrio (Hg), Manganês (Mn), Vanádio (V), Zinco (Zn), Arsênio (As), Chumbo (Pb), Cobre (Cu) e Lítio (Li), metais esses responsáveis por um dos maiores impactos causados proveniente do derramamento de lama do rompimento da barragem.

Os metais pesados, quando em concentrações elevadas, podem causar sérios danos aos organismos vivos (GOYER, 1996 apud MUNIZ & OLIVEIRA-FILHO, 2006) e, o aumento de sua concentração no solo faz com que este torne-se contaminado e impróprio para muitas atividades.

Com isso é necessário que se tomem medidas para a salubridade do solo. Existem diversas alternativas para o processo de remediação e estudos verificam a possibilidade de utilização dos processos de biorremediação e fitorremediação.

Segundo Gayalarde et al (2005, p. 46), “a biorremediação é um processo no qual organismos vivos, normalmente microrganismos, são utilizados tecnologicamente para remover, reduzir e remediar poluentes no ambiente”. O processo biológico de biorremediação é uma alternativa ecologicamente mais

## 13º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 22 de outubro a 24 de novembro de 2019

adequada e eficaz para o tratamento de ambiente contaminados com moléculas orgânicas de difícil degradação, os recalcitrantes, e os metais tóxicos.

De acordo com Andrade (2010), “a partir da descoberta de plantas resistentes a metais pesados, surge a técnica de tratamento denominada fitorremediação”. Quase todas as plantas são capazes de absorver, sequestrar e/ou degradar contaminantes (Cunningham & Ow, 1996). Uma boa planta remediadora deve ser capaz de crescer na presença do contaminante e sobreviver sem diminuir sua taxa de crescimento, apesar da captura do contaminante e do seu acúmulo (Pajevic, et al. 2009).

O presente trabalho tem como objetivo confrontar as diversas capacidades da fitorremediação do solo contaminado pelo por rejeito de minério de ferro e verificar o método mais profícuo.

### 2 Materiais e Métodos

O projeto será realizado no período de um semestre da graduação e as atividades previstas para permitir alcançar os objetivos mencionados são as seguintes:

- Levantamento inicial de artigos científicos relacionados ao tema.
- Pesquisar critérios precisos a respeito da capacidade de fitorremediação em solos contaminados por rejeito de minério.
- Estruturar o quadro comparativo para realizar a verificação de qual dos métodos de recuperação é mais eficaz.

Como análise foram estudados os seguintes artigos científicos:

Albuquerque, Cláudia Campos de; Guedes, Pedro Augusto Pereira; Drumond, Mariana Martins; *"FITORREMEDIAÇÃO DE ÁREAS CONTAMINADAS POR REJEITO DE MINERAÇÃO: AVALIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE FERRO E ZINCO - ESTUDO DE CASO DE BENTO*

*RODRIGUES, MARIANA, MG"*, p. 358-370. In. São Paulo: Blucher, 2017.

Marcela Midori Yada; Fábio Luiz Checchio Mingotte; Wanderley José de Melo; Gabriel Peruca de Melo; Valéria Peruca de Melo; Regina Márcia Longo e Admilson Írio Ribeiro; *"ATRIBUTOS QUÍMICOS E BIOQUÍMICOS EM SOLOS DEGRADADOS POR MINERAÇÃO DE ESTANHO E EM FASE DE RECUPERAÇÃO EM ECOSSISTEMA AMAZÔNICO"* R. Bras. Ci. Solo, 39:714-724, 2015.

Márcia Aparecida Silva, Thiago Augusto da Costa Silva, Camila Flávia Pereira, Marcos de Paula Júnior, Sylvia Karla Candêa e Ricardo Souza: *"BIORREMEDIAÇÃO POR BACTÉRIAS EM REJEITOS DESPEJADOS DA BARRAGEM DE UMA EMPRESA MINERADORA NO RIO DOCE: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA."*

Sarah Amado; Jales Teixeira Chaves Filho; *"FITORREMEDIAÇÃO: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA REMEDIÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS POR METAIS PESADOS"*. Publicado pela ESFA [on line]. <http://www.naturezaonline.com.br>, 2015.

Maria Cristina Vasconcellos, Débira Pagliuso e Vanessa Santos Sotomaior; *"FITORREMEDIAÇÃO: UMA PROPOSTA DE DESCONTAMINAÇÃO DO SOLO"*. doi: 10.7213/estud.biol.7338.

### 3 Resultados

Os metais pesados, apesar de muitos terem funções biológicas importantes, quando se encontram em quantidades maiores podem se tornar um problema muito grave à vida do local contaminado (CARNEIRO et al., 2001). Devido ao potencial fitotóxico desses metais, eles

## 13º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 22 de outubro a 24 de novembro de 2019

podem influenciar diretamente no crescimento vegetal, substituindo nutrientes essenciais ao desenvolvimento da planta, podendo dessa forma, levar populações mais sensíveis a esses metais à extinção (SOARES et al., 2001).

A tabela 1, anexa ao final do artigo, apresenta os resultados comparativos encontrados durante a análise dos artigos estudados.

### 4 Discussão

As técnicas de fitorremediação disponíveis para aplicação estão subdivididas em diversas formas de recuperação, conforme exposto na tabela abaixo:

Imagem 1 - Mecanismo Biológico da Fitorremediação



Fonte: Fitorremediação de Solos Contaminados, 2005.

A grande diferença entre os mecanismos biológicos da fitorremediação está na quebra do contaminante orgânico no solo pela atividade microbiana e a liberação de aminoácidos e polissacarídeos pela raiz.

Outro fator de extrema importância analisado, é comparação do custo econômico de técnicas de descontaminação. Conforme estudos realizados em 2005 pela Universidade Federal de Juiz de Fora: “Fitorremediação De Solos Contaminados”, a técnica com menor custo de descontaminação é a fitorremediação, variando entre 10-35

custo variável/ ton (US\$). Em segundo lugar a biorremediação (in situ), aeração do solo, lavagem do solo, solidificação e incineração, este com custo de, 200-1500 custo variável/ ton (US\$).

Logicamente, algumas características devem ser levadas em consideração para a implantação de programas de fitorremediação:

- Características físico-químicas do solo;
  - Características físico-químicas do contaminante;
  - Distribuição do contaminante na área contaminada;
- Plantas com potencial para fitorremediação.

### 5 Conclusão

A fitorremediação tem se mostrado como uma ferramenta que pode ser utilizada tanto no solo, na água e no ar, pois os vários meios de aplicação desta técnica favorecem o seu uso devido a utilização de determinados microorganismos. Os estudos utilizados neste trabalho favoreceram ainda mais a utilização da fitorremediação como medida remediadora dos excessos de poluição ambiental, fato tem ajudado bastante no fator de descontaminação.

A fitorremediação deve ser compreendida de forma clara pela sociedade brasileira e mundial, uma vez que se trata de uma metodologia viável e barata para se recuperar um ambiente alterado pelas ações humanas.

A fitorremediação é uma técnica que surge do avanço da biotecnologia para a recuperação de solos que estão sofrendo degradação por esse recurso não renovável. É um meio promissor por ainda estar em desenvolvimento, podendo ser constantemente melhorado. O solo pode ser remediado por várias maneiras que constituem os tipos da fitorremediação. Atualmente as técnicas *in situ* são

### 13º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 22 de outubro a 24 de novembro de 2019

priorizadas por não agredir tanto o meio ambiente. O baixo custo é um fator pelo qual esse tipo de descontaminação é preferencialmente escolhido, além de que pode ser aplicado em grandes áreas e dispor de facilidade de aplicação.

*DESCONTAMINAÇÃO DO SOLO*". doi: 10.7213/estud.biol.7338.

#### **Referências**

ALBUQUERQUE, Cláudia Campos. "Fitorremediação De Áreas Contaminadas Por Rejeito De Mineração: Avaliação Das Concentrações De Ferro E Zinco - Estudo De Caso De Bento Rodrigues, Mariana, Mg", P. 358-370. In. **São Paulo**: Blucher, 2017.

YADA, Marcela Midori. MINGOTTE Fábio Luiz Checchio. MELO, Wanderley José. MELO, Gabriel Peruca; MELO, Valéria Peruca. LONGO, Regina Márcia. RIBEIRO, Admilson Írio. "Atributos Químicos E Bioquímicos Em Solos Degradados Por Mineração De Estanho E Em Fase De Recuperação Em Ecossistema Amazônico" **R. Bras. Ci. Solo**, 39:714-724, 2015.

SILVA, Márcia Aparecida. SILVA, Thiago Augusto Da Costa, Camila Flávia PEREIRA, JÚNIOR, Marcos De Paula. CANDÊA, Sylvia Karla. SOUZA, Ricardo: "Biorremediação Por Bactérias Em Rejeitos Despejados Da Barragem De Uma Empresa Mineradora No Rio Doce: Uma Revisão Bibliográfica. "

AMADO, Sarah. FILHO, Jales Teixeira Chaves. "Fitorremediação: Uma Alternativa Sustentável Para Remedição De Solos Contaminados Por Metais Pesados". Publicado pela **ESFA [On Line]**. <http://Www.Naturezaonline.Com.Br>, 2015.

VASCONCELLOS, Maria Cristina PAGLIUSO, Débora. SOTOMARIOR, Vanessa Santo. "FITORREMEDIAÇÃO: UMA PROPOSTA DE

**13º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 22 de outubro a 24 de novembro de 2019**

Artigo	Local do Solo Contaminado	Tipo de Solo	Metal Identificado	Espécie de planta	Tempo de análise	Mecanismo Biológico	Resultados
1	Bento Rodrigues – Mariana - MG	LVAd33 CXbdf1 AR8 Fonte: idesisema, 2019	Ferro – Fe Zinco - Zn	Alface lisa ( <i>Lactuca sativa</i> ), Milho ( <i>Zea mays</i> ), Feijão ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) Gramma bermuda ( <i>Cynodon dactylon</i> )	45 dias	Fitoextração	Fe: teor de ferro no solo não alterou significativamente, Zn: 46% removido (gramma bermuda)
2	Mina Serra da Onça, dentro da Floresta Nacional do Jamari - Itapuã d'Oeste - RO	LVAd Latossolo Amarelo distroférico Fonte: embrapa, 1999	Estanho - Sn	Crotalária, <i>Crotalaria juncea</i> Feijão-de-porco ( <i>Canavalia ensiformis</i> ) Feijão-guandu ( <i>Cajanus cajan</i> ) Mucuna-preta ( <i>Mucuna aterrima</i> ).	9 anos (projeto de recuperação)	Fitoextração Fitoestimulação	Respostas diferenciadas nos níveis de recuperação das áreas degradadas em recuperação e em áreas de mata e capoeira. Os atributos químicos de fertilidade do solo evidenciam que todas as áreas mineradas em processo de recuperação já se aproximam da capoeira, evidenciando que o programa de recuperação adotado vem obtendo êxito.

**13º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 22 de outubro a 24 de novembro de 2019**

3	Quadrilátero Ferrífero - Mariana - MG	LVA <sub>d</sub> 33 CX <sub>b</sub> d <sub>f</sub> 1 AR8 Fonte: desisema, 2019	Manganês – Mn Ferro - Fe Cobre - Cu	<i>Pseudomonas sp.</i>	6 meses	Biorremediação	metodologia eficiente em Mxperimentos in vitro
4	Não especificado	Não especificado	Acetato de chumbo - Pb - CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>	Feijão-de-porco ( <i>Canavalia ensiformis</i> ) Cambaí-amarelo ( <i>Sesbânia virgata</i> )	30 dias	Fitodegradação	Crescimento reduzido, clorose em folhas novas, raízes escurecidas e pouco desenvolvidas.; Atrofia e escurecimento das raízes.
5	Não especificado	Não especificado	Níquel - Ni Cádmio – Cd Chumbo - Pb	Rubiaceae ( <i>Psychotria douarrei</i> )	3 anos	Rizodegradação	Concluiu-se que ainda é necessária nova demanda de estudos na área.

Fonte: Autores, 2019.