

## **O TRATAMENTO DE ÁGUAS ATRAVÉS DA BIORREMEDIAÇÃO – UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Adolf Hitler Cardoso de Araújo (1)

*Universidade Estadual da Paraíba, adolf\_araujo@hotmail.com*

### **INTRODUÇÃO**

Com o decorrer dos anos as preocupações com o meio ambiente se tornaram uma das questões mais relevantes para a sociedade, estas sendo alvo de muitos debates, discussões e pesquisas em todo o mundo a fim de buscar formas de desenvolvimento mais sustentáveis ou técnicas de tratamento que auxiliem na remoção ou redução de poluentes de áreas contaminadas (CAMPOS, 2014).

A contaminação de áreas ambientais é resultante de ações produzidas pelo homem e tais ações são prejudiciais de diversas formas para o meio ambiente e conseqüentemente para os seres humanos. Diante disso, a água sendo um recurso indispensável para os seres vivos e para a conservação dos ecossistemas torna-se destaque quando se refere à preservação de recursos naturais, ainda mais em decorrência do crescimento populacional, das mudanças climáticas e das poluições de águas pelo mundo (BOCKLER, T. P.; BOCKLER, K. K. P.; SIMM, 2016).

Mesmo diante de muitas ações poluidoras do homem, muitos compostos ainda não são tratados adequadamente e em determinados casos nem passam por um tratamento específico, onde muitos são despejados no meio ambiente de forma despreocupada e a partir disso muitos problemas e danos ocasionam um desequilíbrio ambiental que afeta completamente os diferentes âmbitos da sociedade (PEREIRA; FREITAS, 2012).

Na busca do bem estar do meio ambiente e da saúde humana, o desenvolvimento de tecnologias de tratamento e monitoramento é foco de muitos estudos, dentre esses existem os que focam em técnicas biotecnológicas que utilizam organismos biológicos para melhorar processos e serviços. A biotecnologia oferece como técnica de tratamento de áreas contaminadas um processo denominado biorremediação, este degrada poluentes pela ação de agentes biológicos como microrganismos, plantas ou componentes enzimáticos (SILVA; SANTOS; GOMES, 2014).

Muitas tecnologias são utilizadas para a recuperação de áreas contaminadas, porém vários fatores são avaliados para o emprego de um método específico para determinado ambiente. Questões como o custo, a eficácia, a degradabilidade do composto, entre outras são minuciosamente

(83) 3322.3222

contato@aguanosemiarido.com.br

[www.aguanosemiarido.com.br](http://www.aguanosemiarido.com.br)



analisadas a fim de buscar um método com alta precisão e que se apresente como uma alternativa extremamente ecológica. A biorremediação se enquadra perfeitamente nessas questões em decorrência de ser um processo biológico que ocorre naturalmente pela adição e ação de agentes específicos que apresentam elevada potencialidade para degradar poluentes tóxicos (ARAÚJO et al, 2014).

Existe uma alta variabilidade de poluentes ambientais e a necessidade de tratamento de áreas contaminadas está se tornando gradativamente mais corriqueira, em decorrência disso a biotecnologia busca exercer um alto desenvolvimento de tecnologias que recuperem e tratem recursos ambientais, buscando compreender os organismos biológicos e suas funções específicas que removem, reduzem ou transformam determinados contaminantes. Diante disso, esse trabalho busca evidenciar e compreender os mecanismos da biorremediação e os seus benefícios gerados pelo seu emprego em águas contaminadas.

## **METODOLOGIA**

Este trabalho foi realizado a partir de uma revisão de literatura feita com artigos encontrados e selecionados nas bases de dados Scientific Electronic Library Online (SCIELO) e Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), utilizando os seguintes descritores: biorremediação, água, biotecnologia.

Para o desenvolvimento da pesquisa foram aplicados os seguintes critérios de inclusão: artigos publicados entre 2010 e 2017, em português, originais ou de revisão, que estivessem disponíveis na íntegra e que apresentassem importantes informações acerca do tema. Os critérios de exclusão foram: artigos repetidos, dissertações, teses e artigos que não focavam no emprego da biorremediação. A revisão de literatura desse trabalho foi realizada através de nove artigos que foram selecionados e minuciosamente lidos e analisados, as informações evidenciadas nos trabalhos se apresentam com eficiência para o alcance dos objetivos deste trabalho científico.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

De acordo com Silva, Santos e Gomes (2014), as vantagens da biorremediação no tratamento de águas focam principalmente no poder de degradabilidade dos agentes biológicos que agem no próprio local contaminado, sem necessidade de transferência do poluente para outro local

de tratamento. Em comparação com outros métodos de controle ambiental, a biorremediação apresenta maior potencial devido questões como a naturalidade de ocorrência do processo, o baixo custo e a completa remoção dos contaminantes em alguns casos.

Os autores evidenciam a classificação da biorremediação em *in situ* ou *ex situ*, a primeira sendo a técnica em que o processo ocorre na própria área e a segunda existe a transferência do contaminante para um local de tratamento específico. A biorremediação *in situ* é mais viável em alguns casos por ser mais barata e por não provocar outros problemas ambientais oriundos da movimentação da área contaminada quando a mesma é transferida para outros locais de remediação.

A biorremediação apresenta diferentes tipos e métodos, e estes são escolhidos de acordo com o composto tóxico, com o tipo de área contaminada e para águas alguns métodos se mostram mais viáveis (Quadro 1).

**Quadro 1** – Tipos de biorremediação para recursos hídricos

<b>Biorremediação <i>in situ</i></b>	<b>Biorremediação <i>ex situ</i></b>
Biorremediação intrínseca	Biorreatores
Bioaugmentação	
Bioestimulação	
Bioventilação	

Segundo Filho e Coriolano (2016), a biorremediação intrínseca utiliza o processo natural para a degradação dos poluentes, ou seja, sem qualquer alteração tecnológica os microrganismos presentes na área contaminada utilizam o poluente como fonte energética e a partir disso o mesmo começa a ser reduzido e removido.

Estudos evidenciam que a principal limitação da biorremediação intrínseca é referente ao tempo exigido, isto em decorrência de ser um processo completamente natural, conseqüentemente a biorremediação do local pode ocorrer muito lentamente e exigir um longo período de recuperação e monitoramento (FILHO; CORIOLANO, 2016).

A bioaugmentação ocorre através da introdução de microrganismos específicos selecionados para a degradação dos poluentes, tal processo ocorre em locais que apresentam baixa ou nenhuma quantidade de agentes para realizar a biodegradação. Para a bioestimulação, os locais apresentam os agentes suficientes para a biodegradação, no entanto alguns fatores interferem no processo e com isso faz-se necessário a introdução de estimulantes específicos como nutrientes ou biossurfactantes

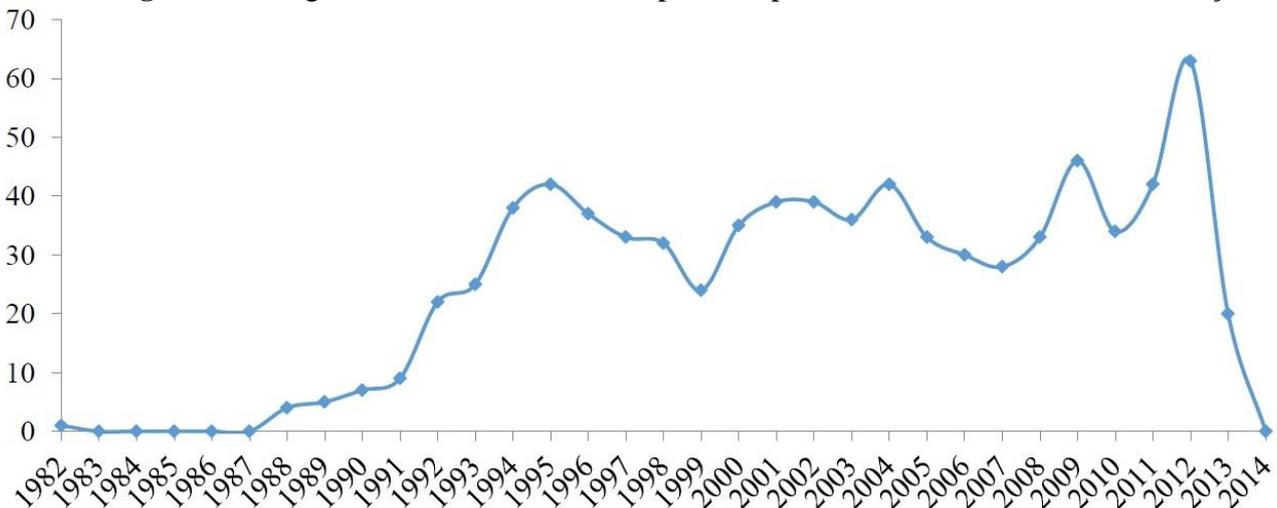
para a melhoria das condições ambientais e conseqüentemente para o desenvolvimento das ações remediadoras dos agentes biológicos (MACHADO; NASCIMENTO; ARAUJO, 2016).

A bioventilação se apresenta como técnica ideal para grandes áreas contaminadas e a mesma é uma forma de bioestimulação, onde existe a introdução de gases específicos e estimulantes através de poços de injeção ou extração, tal processo sucede-se pela ação dos microrganismos nativos que possuem sua atividade decompositora potencializada pelo oxigênio ou ar inoculado (SILVA; SANTOS; GOMES, 2014).

Na biorremediação *ex situ*, a técnica utilizada para o tratamento de águas é a por meio de biorreatores, onde a água é acondicionada em tanques específicos e agitada para auxiliar que os microrganismos degradem os poluentes que sofrem os movimentos mecânicos dos tanques (PEREIRA; FREITAS, 2012).

Segundo Andrade, Augusto e Jardim (2010), a biorremediação com essa variabilidade de técnicas é utilizada constantemente em países desenvolvidos e está em crescendo gradativamente em todo o mundo. De acordo com os autores, o Brasil apresenta alta potencialidade de expansão do uso desse processo biotecnológico em decorrência de condições ambientais favorecerem o emprego e a eficácia da técnica. Comprova-se o crescimento de estudos acerca da biorremediação pela evolução do depósito de patentes (Figura 1) no decorrer dos anos.

**Figura 1** – Progresso anual do número de patentes publicadas na área de biorremediação



Fonte: MACEDO et al, 2015.

## CONCLUSÃO

Diante da escassez e de outros problemas ambientais, a necessidade do uso racional da água e do desenvolvimento de técnicas de tratamento de águas contaminadas para que estas possam ser recuperadas e utilizadas são de extrema importância para a sociedade mundial. A biorremediação necessita de maiores investimentos e estudos para melhorar métodos e compreender as funções remediadoras dos organismos biológicos, observando e descobrindo qual destes se mostram mais eficazes no controle ambiental.

Processos como a biorremediação apresentam alto crescimento de estudos em decorrência das inúmeras vantagens oriundas do processo, estas se referindo principalmente à alta eficiência, ao baixo custo, a maior segurança ao meio ambiente e a recuperação de inúmeras áreas contaminadas.

O processo já apresenta eficientes agentes biológicos que constituem diferentes métodos remediadores de vários tipos de materiais contaminados. É preciso enfatizar, que o tratamento de águas através da biorremediação é utilizado em diversas áreas do mundo mesmo estando em um crescimento gradativo. Portanto, percebe-se que o uso de organismos biológicos mostra-se como um processo eficaz e viável para a resolução de problemas ambientais.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. A.; AUGUSTO, F.; JARDIM, I. C. S. F. Biorremediação de solos contaminados por petróleo e seus derivados. **Eclética química**, v. 35, n. 3, p. 17-43, 2010.

ARAUJO, A. M. et al. Protocolo para biorremediação de águas contaminadas por petróleo e derivados. **e-xacta**, v. 7, n. 1, p. 55-63, 2014.

BÖCKLER, T. P.; BÖCKLER, K. K. P.; SIMM, K. C. B. UTILIZAÇÃO DE FUNGOS NA BIORREMEDIAÇÃO DE ÁGUAS CONTAMINADAS POR COLIFORMES FECAIS. **Revista Thêma et Scientia**, v. 6, n. 2E, p. 282-296, 2016.

CAMPOS, I. Z. A. A importância de tratamento de águas residuais através da biorremediação: Uma análise principiologia. **Revista FIDES**, v. 5, n. 2, 2014.

FILHO, M. C. M.; CORIOLANO, A. C. F. BIORREMEDIAÇÃO, UMA ALTERNATIVA NA UTILIZAÇÃO EM ÁREAS DEGRADADAS PELA INDÚSTRIA PETROLÍFERA. **HOLOS**, v. 7, p. 133-150, 2016.

MACEDO, C. et al. MAPEAMENTO TECNOLÓGICO DOS PROCESSOS DE BIORREMEDIAÇÃO: UMA ANÁLISE NO CONTEXTO DA BIOTECNOLOGIA SUSTENTÁVEL. **Cadernos de Prospecção**, v. 8, n. 3, p. 450, 2015.



MACHADO, K. M. G.; NASCIMENTO, E. A.; ARAUJO, J. C. S. B. Aplicação da biorremediação no estado de São Paulo. **LEOPOLDIANUM**, v. 1, n. 116, p. 18, 2016.

PEREIRA, A. R. B.; DE FREITAS, D. A. F. Uso de micro-organismos para a biorremediação de ambientes impactados. **Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET)**, v. 6, n. 6, p. 995-1006, 2012.

SILVA, J. S.; SANTOS, S. S.; GOMES, F. G. G. A Biotecnologia como estratégia de reversão de áreas contaminadas por resíduos sólidos. **Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET)**, v. 18, n. 4, p. 1361-1370, 2014.



(83) 3322.3222  
contato@aguanosemiarido.com.br  
[www.aguanosemiarido.com.br](http://www.aguanosemiarido.com.br)