

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES TÉCNICAS DE BIORREMEDIAÇÃO ATRAVÉS DA EVOLUÇÃO DE CO₂

Valéria Tibola da Rocha 1

Engenheira Ambiental, Mestranda em Infraestrutura e Meio Ambiente, Universidade de Passo Fundo – UPF
valeriatibola@hotmail.com

Antônio Thomé 2

Dr. Engenheiro Civil, Professor do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade de Passo Fundo – UPF
thomé@upf.br

Luciane Maria Colla 3

Dr^a. Engenheira de Alimentos, Professora do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade de Passo Fundo – UPF
lmcolla@upf.br

Resumo. *O setor de beneficiamento e comercialização de pedras preciosas é uma das principais atividades econômicas do município de Soledade-RS, sendo responsável por boa parte do PIB do município. O processo de beneficiamento gera resíduo de rocha (composta basicamente por sílica, não reativa) com altos teores de óleo diesel, este resíduo tem sido submetido a um tratamento precário na retirada de óleo se enquadrando assim como resíduo classe I- Perigoso. Diante destas dificuldades do processo de tratamento, propõe-se avaliar a capacidade de degradação do contaminante presente no resíduo, através da utilização das técnicas de biorremediação: atenuação natural, bioestimulação e bioaugmentação. A produção de CO₂ foi quantificada pela técnica de respirometria, utilizando-se Respirômetros de Bartha e Pramer. Verificou-se maior atividade microbiana na técnica de bioaugmentação, comparada com as demais, o que comprava a capacidade degradadora dos microrganismos inseridos no resíduo.*

Palavras-chave: *Biorremediação. Contaminação. Recursos Naturais.*

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Costa (2007), o Brasil é um país privilegiado pela disponibilidade de recursos naturais existentes em seu território. Este potencial exploratório significa para a sociedade e em especial para o meio acadêmico um sentimento misto de orgulho e preocupação, pois o crescimento desordenado das atividades de extração vem a muito causando discussões de âmbito ambiental, econômico e social.

A Região Sul do Brasil abriga uma das maiores e mais importantes Províncias Geológicas do planeta. No estado do Rio Grande do Sul encontram-se as maiores jazidas de ágata e ametista do país. Dentre as cidades produtoras e beneficiadoras de pedras preciosas do estado citam-se as cidades de Soledade, Ametista do Sul, Salto do Jacuí e Lajeado, onde a extração mineral é responsável por boa parte do PIB dos municípios (FARIAS, 2002).

A crescente contaminação de solos e água subterrânea por hidrocarbonetos derivados de petróleo, tem sido destaque nas últimas décadas, principalmente em função da frequência com que os episódios de contaminação são verificados e da gravidade

com que o meio ambiente é afetado (SPINELLI, 2005).

A existência de uma área contaminada pode gerar problemas como danos à saúde humana, comprometimento da qualidade dos recursos hídricos, restrições ao uso do solo, além de danos ao meio ambiente.

A atividade de mineração e extração de pedras preciosas, além de devastar grandes áreas de terra, mover uma quantidade considerável de solo, ainda existe o resíduo do beneficiamento, o qual gera resíduo de rocha (composta basicamente por sílica, não reativa) com altos teores de óleo diesel, lubrificante este usado para aumentar a vida útil da serra rotativa usada no corte das pedras. Este resíduo tem sido submetido a um tratamento precário e insuficiente de retirada de óleo, não obtendo resultado satisfatório e continuando a ter altos teores de óleo diesel em sua composição se enquadrando assim como um resíduo classe I- Perigoso. (CECCHIN, 2011).

Diante destas dificuldades do processo de tratamento, propõe-se avaliar a capacidade de degradação do contaminante presente no resíduo, através da utilização das técnicas de biorremediação: atenuação natural, bioestimulação e bioaugmentação.

As técnicas de biorremediação são muito utilizadas para remediar áreas contaminadas em função da versatilidade de técnicas que podem ser utilizadas. Através desta os poluentes oleosos podem ser removidos do ambiente por uma variedade de vias biológicas, químicas e físicas.

Quando hidrocarbonetos de petróleo atingem o ambiente, a microbiota nativa pode iniciar um processo de biodegradação desses compostos, processo que é denominado de atenuação natural. Durante a biorremediação de ambientes poluídos dois procedimentos podem ser utilizados com o intuito de acelerar o processo natural de biodegradação: a bioestimulação e bioaugmentação. Ambos possuem o objetivo de criarem condições favoráveis para que ocorra aumento da comunidade microbiana

com conseqüente acréscimo das atividades metabólicas envolvidas na degradação dos poluentes. A bioestimulação consiste no controle de fatores abióticos para que ocorra o aumento da taxa de biodegradação do poluente por microrganismos, seja pela adição de nutrientes inorgânicos, aceptores de elétrons, ou substratos orgânicos. A bioaugmentação visa incrementar a capacidade biodegradadora das áreas poluídas pela inoculação de microrganismos (BALBA et al., 1998).

Sabe-se que, inúmeros são os registros dos acidentes ambientais, ocasionados pela disposição indevida dos resíduos contendo hidrocarbonetos de petróleo. Portanto, pesquisar e entender a dinâmica dos processos de biorremediação torna-se fundamental para desenvolver atividades de descontaminação do meio contaminado, bem como para desenvolver uma técnica de biodegradação econômica e ambientalmente viável.

2 METODOLOGIA

2.1 Ensaios de biorremediação

O experimento foi dividido em quatro tratamentos, conduzidos em duplicata, num total de 8 amostras. Os tratamentos utilizados na pesquisa estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos utilizados no experimento.

Tratamento	Adições	Técnicas de Biorremediação
T1	-	Atenuação natural
T2	Consórcio Microbiano	Bioaugmentação
T3	NPK	Bioestimulação
T4	Consórcio Microbiano + NPK	Bioaugmentação + Bioestimulação

* CNPK= 100:10: 1:1

* Concentração de: $3,78 \times 10^9$ UFC mL⁻¹.

A solução de NPK foi determinada de acordo com a concentração de CO (carbono orgânico) presente no resíduo, após foi a quantidade de NPK para a relação de CNPK na proporção de 100:10:1:1. Esta relação conforme descrito por Cheng; Mulla, (1999) é determinada ideal para o desenvolvimento da maioria dos microrganismos.

2.2 Evolução de CO₂

A verificação do desempenho de diferentes técnicas de biorremediação foi realizada com os respirômetros de Bartha e Pramer (BARTHA e PRAMER, 1965), os quais têm sido utilizados em diversos trabalhos para avaliação do processo de degradação de poluentes por microrganismos. O respirômetro é um sistema fechado, constituído de duas câmaras interligadas, onde ocorrem, na primeira, a biodegradação dos compostos orgânicos por microrganismos nativos ou introduzidos no solo e a produção do gás carbônico, que é transferido para a segunda câmara, onde se dissolve numa solução de hidróxido de potássio. A quantificação do gás carbônico é feita regularmente pela retirada e titulação da solução de hidróxido de potássio, mostrando assim o comportamento da atividade microbiana.

O experimento foi mantido em temperatura ambiente 23 °C. Para montagem do experimento foi utilizado 100 g de resíduo em cada Respirômetro de Bartha. As análises de evolução de CO₂ foram realizadas no período pré-determinado de (segunda, terça, quinta e sábado) durante 51 dias.

2.3 Montagem do experimento

2.3.1 Preparo dos inóculos para bioaugmentação e bioestimulação

Foram utilizados os microrganismos *Enterobacter aerogenes*, *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa*.

Para os ensaios de bioaugmentação, os microrganismos foram repicados em meios líquidos (PC), após transferidos para o agitador a 80 rpm por 72 h, onde foram coletadas amostras a cada 12 h visando avaliar a turbidez.

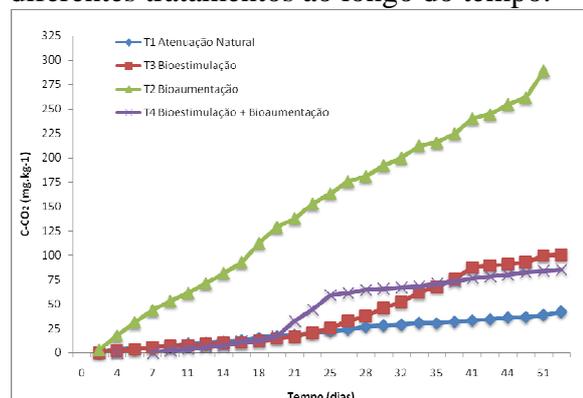
Nos ensaios bioaugmentados adicionou-se 1mL de cada suspensão bacteriana seguida da homogeneização do resíduo.

Em relação ao processo de bioestimulação o resíduo foi bioestimulado com o objetivo de adequar a relação C:N:P:K para 100:10:1:1, conforme referenciado na literatura.

3 RESULTADOS

A Figura 1 apresenta a quantidade de CO₂ acumulado durante o período da realização do experimento.

Figura 1. Evolução de CO₂ acumulado nos diferentes tratamentos ao longo do tempo.



Pelos dados se observam fases distintas de crescimento, sendo que de todas as técnicas avaliadas a T2 foi que apresentou os melhores resultados de crescimento e consequente evolução de CO₂.

O T2 foi o tratamento que obteve a maior atividade microbiológica, o que comprova a capacidade degradadora dos microrganismos inseridos no resíduo. Aos 19 dias os tratamentos T1, T3 e T4 apresentaram comportamento semelhante ~20 mg/kg de CO₂ evoluído enquanto que o tratamento T2 atingiu ~ 80 mg/kg de CO₂.

De acordo com Baptista e Rizzo (2004), pelo processo de atenuação natural um poluente orgânico do solo, sem acréscimo de nutrientes ou adequação de qualquer condição ambiental, pode ocorrer de maneira contínua devido ao processo de adaptação natural da microbiota nativa do solo impactado. Esses microrganismos passam, então, a utilizar o composto orgânico poluente como fonte de carbono, ocasionando assim uma redução da sua concentração ao longo do tempo.

O esperado pelos autores seria que o T4 apresentasse a maior atividade microbiológica, já que a proporção de CNPK foi determinada de acordo com as condições ideais para o desenvolvimento dos microrganismos. No entanto, quando contaminamos o resíduo (T3 e T4) estamos impactando e conseqüentemente alterando o meio, desta forma, os microrganismos necessitam de um período mais longo de adaptação para assimilação do contaminante. Nesse período aos microrganismos continuam se desenvolvendo utilizando os nutrientes do resíduo natural como fonte de energia.

4 CONCLUSÕES

A atividade microbiológica, determinada pelo teste de respirometria, indicou que houve maior liberação de CO₂ no experimento com a bioaugmentação, onde foram inseridos microrganismos no resíduo.

O controle de variáveis no processo de biorremediação sempre deve ser levado em consideração quando se trata do uso de tecnologias ex situ, com o objetivo de melhorar o processo.

REFERÊNCIAS

Balba, M.T.; N. Awadhal-I; Al-Daher, R. *Bioremediation of oil-contaminated soil: microbiological methods for feasibility assessment and field evaluation*. Journal of

Microbiological Methods, v.32, p.155 –164, 1998.

Batista, P. M. Rizzo, A. C. L. *Acompanhamento do processo de atenuação natural de solo contaminado por petróleo*. XII Jornada de Iniciação Científica do CETEM/MCT. 2004.

Cecchin I. *Descontaminação de resíduo contaminado com diesel do beneficiamento de geodos de ágata da cidade de Soledade*. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Engenharia e Arquitetura. Universidade de Passo Fundo, Passo fundo, 2011.

Costa, M. *Beneficiamento de Pedras Preciosas no Vale do Taquari - Diagnóstico e Modelo para Análise e Redução de Perdas nos Processos Produtivos*; 2007; Tese (Pós-Graduação em Engenharia de Produção); Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

Faria, C. E. G. *A mineração e o meio ambiente no Brasil*. Secretaria Técnica do Fundo Sensorial Mineral, Relatório Técnico 4, 2002.

Spinelli, Leandro. de Freitas. *Biorremediação, Toxicidade e Lesão Celular em derrames de gasolina*. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia/Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.