

MONITORIAMENTO DA BIODEGRADAÇÃO DE EFLUENTE OLEOSO AUTOMOTIVO. Renata de Fátima Domingues, Paulo Renato Matos Lopes, Ederio Dino Bidoia. – Microbiologia – Departamento de Bioquímica e Microbiologia – Instituto de Biociências – Campus Rio Claro.

As atividades relacionadas à indústria de petróleo envolvem grandes riscos ambientais, face à possibilidade de contaminação do ar, dos solos e das águas por uma gama de compostos orgânicos altamente poluentes. A remediação biológica, quando comparada aos processos físicos e químicos, é considerada a mais segura e eficiente, visto que é baseada em um processo menos agressivo de remoção de poluentes, pois consiste no uso de microrganismos naturais como bactérias, fungos filamentosos e leveduras para transformar estes compostos em substâncias com pouca ou nenhuma toxicidade (PROVIDENTI *et al.*, 1993). A biorremediação baseia-se em três aspectos principais: a existência de microrganismos com capacidade catabólica para degradar o contaminante; a disponibilidade do contaminante ao ataque microbiano ou enzimático e condições ambientais adequadas para o crescimento e atividade do agente biorremediador.

Esse processo pode receber o auxílio de outro, denominado bioestimulação, o qual consiste em introduzir nutrientes na forma de fertilizantes orgânicos e/ou inorgânicos possibilitando um aumento na população de microrganismos nativos. Nitrogênio e fósforo são os nutrientes mais utilizados neste processo já que estão intimamente relacionados ao metabolismo dos microrganismos.

Os óleos usados de base mineral são de difícil biodegradação e podem ocasionar sérios problemas ambientais quando não adequadamente dispostos. O uso de produtos lubrificantes de origem vegetal biodegradáveis ainda se encontra em estágio pouco avançado de desenvolvimento para a maior parte das aplicações. O óleo lubrificante forma uma fina camada sobre a superfície a qual bloqueia a passagem de ar e luz (GALBIATTI, 2003) prejudicando a fotossíntese de fitoplânctons, algas macrófitas e plantas terrestres e impedir a respiração dos animais aquáticos. Sendo composto por substâncias aromáticas pode causar intoxicação, hemorragia de órgãos internos, complicações circulatórias, dermatites, tumores, depressão no Sistema Nervoso Central (SNC) e até incorporação no tecido adiposo, por bioacumulação, em animais marinhos filtradores. Podendo, também, contaminar o leite materno dos mamíferos.

O presente trabalho teve como objetivo monitorar a biodegradação de efluente oleoso automotivo em solo arenoso. A biodegradação foi avaliada através de respirometria, quantificação de UFCs e análise toxicológica. Também, foi avaliado o destino do efluente oleoso restante nas embalagens dos postos de combustíveis de Rio Claro, SP, e obteve-se uma estimativa de óleo descartado no esgoto urbano.

Sendo a respiração da comunidade microbiana um indicador de atividade biológica, esta é uma ferramenta importante para avaliar o potencial de biodegradação de compostos orgânicos dispostos. Pela Norma Técnica L6.350 da CETESB, utiliza-se, em condições laboratoriais, o processo respirométrico de Bartha & Pramer para acompanhar a biodegradação do óleo lubrificante (Figura 1).

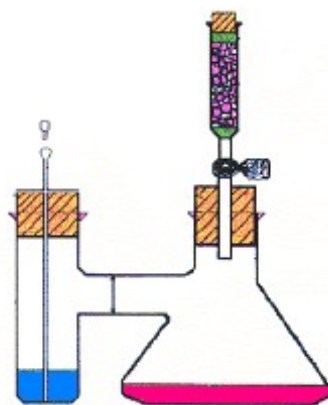


Figura 1 – Respirômetro de Bartha & Pramer.

Neste pode-se monitorar as taxas de evolução de CO₂. Este composto é um dos resultantes do processo de respiração e pode ser capturado em uma solução de hidróxido de potássio (KOH) localizada no braço lateral ligado ao frasco respirométrico. A quantidade de dióxido de carbono absorvida é então analisada por titulação do KOH residual com uma solução padrão de ácido clorídrico (HCl), após a adição do cloreto de bário (BaCl₂) para a precipitação dos íons carbonato. Os níveis de dióxido de carbono acumulados podem ser calculados e representados em função do tempo de incubação.

Para realização do experimento, foi preparado um inóculo inicial a partir de areia comum (3Kg), óleo lubrificante automotivo (50 mL), Tween 80, tensoativo, (1g) e água destilada (100 mL). Este material permaneceu enterrado por 15 dias para a seleção dos microrganismos capazes de metabolizar o efluente.

A bioestimulação microbiana foi realizada de modo a atingir as proporções C:P:N de 100: 1,7: 0,3 conforme CETESB, 1990, utilizando-se das soluções inorgânicas sulfato de amônia ((NH₄)₂SO₄), e fosfato de potássio monobásico (KH₂PO₄).

Quatro ensaios de respirometria foram realizados:

- Inóculo: 100 g do inóculo;
- Óleo mineral: 100 g do inóculo e 1 mL de óleo lubrificante automotivo do tipo mineral;
- Óleo sintético: 100 g de inóculo e 1 mL de óleo lubrificante automotivo do tipo sintético;
- Óleo usado: 100 g de inóculo e 1 mL de óleo lubrificante automotivo usado.

A umidade do solo foi corrigida a 60% da sua capacidade de campo conforme CETESB, 1990. Para cada amostra de solo acima descrito foi acrescido 2 mL solução Tween 80, tensoativo, a 1% e a solução nutriente.

A técnica adotada para a inoculação em placa foi o “Pour Plate” sendo o meio de cultura PCA (Plate Count Agar) para bactérias e o PDA (Potato Dextrose Agar) para fungos.

A toxicidade do solo foi medida utilizando sementes de rúcula (*Eruca sativa*) segundo NAVARRETE, 2006. Em copos plásticos contendo 50g de solo semearam-se 5 sementes, adicionou-se 2 mL de água destilada e cobriu-se com um filme de PCV. O Experimento foi mantido por 72h em BOD a 22°C. Foi montado um controle positivo contendo Sulfato de Zinco 0,05M para testar a sensibilidade da semente utilizada.

As duas técnicas acima descritas, inoculação em placa e análise toxicológica, foram realizadas no início e após o tratamento.

A pesquisa nos postos de combustíveis e nos centros de lubrificação foi realizada através de um questionário. Embalagens de óleo lubrificante automotivo de postos de troca foram recolhidas do lixo para medição do óleo lubrificante residual. Um suporte universal mantinha as embalagens de cabeça para baixo permitindo que o escoamento do óleo residual. As embalagens erram assim mantidas por um período de 24 horas para a coleta do líquido nas provetas.

Através da análise da Figura 2 pôde-se observar que a taxa de CO₂ produzida foi maior no óleo lubrificante usado. O ensaio contendo solo contaminado por óleo lubrificante mineral apresentou o segundo maior nível de CO₂ acumulado seguido pelo solo contaminado por óleo sintético e, por fim, o inóculo, ensaio controle. LOPES *et al.*, 2005, em meio aquoso, obteve a mesma resposta quanto à biodegradação do óleo usado. Entretanto, resultados indicaram o óleo sintético como segunda melhor taxa de biodegradação.

Este alto nível de biodegradabilidade observado pelo óleo lubrificante usado é devido a dois fatores: por ser um hidrocarboneto, os microrganismos utilizam-no como substrato para respiração; e a deterioração parcial sofrida pelo processamento no motor acarreta no rompimento de suas ligações químicas, tendo como consequências redução na viscosidade e diminuição de suas estruturas moleculares, assim tornando-o mais susceptível à ação dos microrganismos no processo de decomposição da substância.

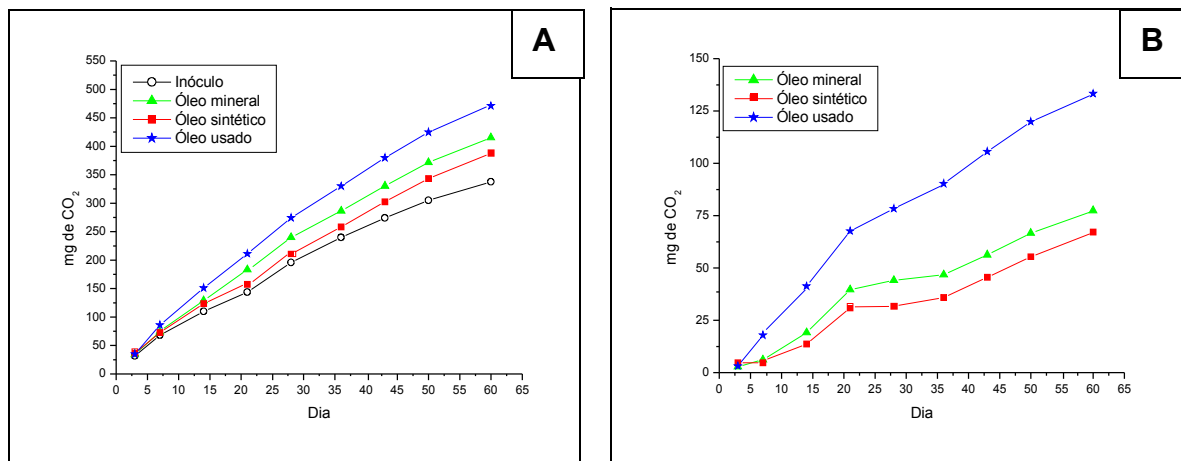


Figura 2: (A) Evolução da biodegradação dos três tipos de óleos lubrificantes automotivos bem como da matéria orgânica presente no solo. (B) Evolução da biodegradação dos diferentes tipos de óleo lubrificante automotivo em solo arenoso.

Além das diferenças encontradas no número de UFCs, diminuição nas UFC bacterianas na ordem de 10^{-2} e aumento no caso dos fungos, verificou-se, também, uma mudança da diversidade microbiana, tornando-se mais específica após o tratamento.

Os três tipos de óleo lubrificante automotivo bem como o inóculo, mostraram-se tóxicos na fase inicial de contaminação do solo. Entretanto, verifica-se uma leve recuperação do solo, diminuição da sua toxicidez, após 60 dias de biorremediação (Figura 3).

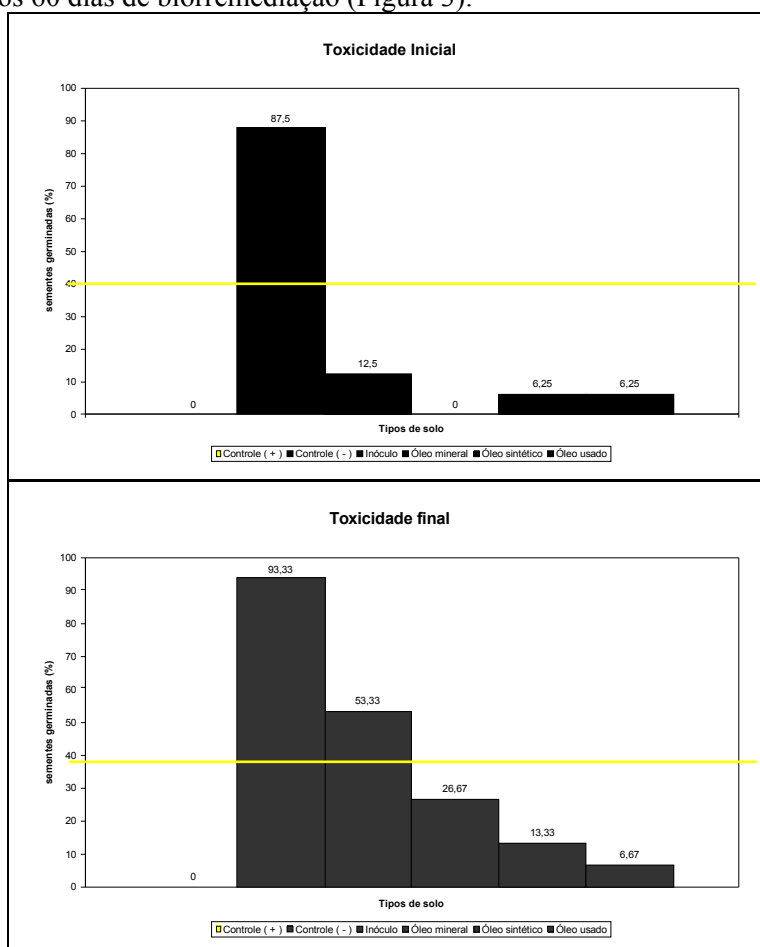


Figura 3: Gráficos da germinação de sementes de rúcula mostrando a faixa mínima de indicação de não toxicidade (traço amarelo). (A) fase inicial e (B) após 60 dias.

Em Rio Claro, descarte de óleo automotivo na cidade estimado em, aproximadamente, 3,34L por dia retira o oxigênio de mais de 3 milhões de litros de água durante a sua biodegradação. Esta estimativa de descarte é subestimada, pois há muitas trocas de óleo em oficinas e residências. Os frascos plásticos, também, na sua maioria não são reaproveitados. Cerca de 216 frascos plásticos são descartados por dia na cidade. O volume de óleo descartado contamina as águas superficiais e os frascos não reciclados diminuem a vida útil dos aterros sanitários e/ou controlados.

Como conclusão, temos que:

- ✓ A melhor biodegradabilidade do óleo lubrificante automotivo usado pode ser devida à deterioração parcial sofrida pelo processamento no motor a qual reduziu sua viscosidade e estruturas moleculares, tornando-o mais susceptível à ação dos microrganismos.
- ✓ Em se tratando de biodegradação do óleo lubrificante automotivo os fungos são as espécies mais participantes.
- ✓ A mudança na microbiota deve-se a presença de espécies especializadas na biodegradação de óleo lubrificante automotivo.
- ✓ É possível, através da biorremediação, uma diminuição da toxicidade dos solos contaminados por óleo lubrificante automotivo, porém para a sua total descontaminação, neste caso estudado, é necessário mais de 60 dias de tratamento.
- ✓ Em cada embalagem há óleo automotivo residual capaz de contaminar grandes volumes de água.

Referências Bibliográficas

- CETESB, Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. “Solos – Determinação da Biodegradação de resíduos – Método respirométrico de Bartha”. São Paulo: Norma Técnica L6350, 15p., 1990.
- GALBIATTI, J.A. **Reciclagem de Frascos Plásticos de Postos de Gasolina**. Disponível em: <http://www.unesp.br/propp/dir_proj/Industria/Industr54a.htm>. Acesso em: 20 abr 2003.
- LOPES, P.R.M.; DOMINGUES, R.F.; BIDOIA, E.D. Avaliação da biodegradação de efluente oleoso automotivo de diferentes origem em meio aquoso por respirometria de Bartha & Pramer. In: Anais [CD-ROM] do **XVII Congresso de Iniciação Científica – Os desafios da Pesquisa**, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Rio Claro, Rio Claro, São Paulo, 2005.
- NAVARRETE, A.A. Algas na desintoxicação do solo de landfarming de refinaria de petróleo. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 100 p., 2006.
- PROVIDENTI, M.A.; LEE, H.; TREVORS, J.T. “Selected factors limiting the microbial degradation of recalcitrant compounds”, **Journal of Industrial Microbiology**, vol. 12, p. 379-395. 1993.

Bolsa: CNPq/PIBIC. Integrantes do PRH-ANP/FINEP/MCT-CTPETRO, PRH-05-UNESP-Rio Claro/SP.