

Tratamento Biológico de Solos de Postos de Serviços Contaminados por Hidrocarbonetos de Petróleo

Thomas Michael Berger⁽¹⁾, Viviane Aparecida Todeschini⁽²⁾, Andréa de Brito e Cunha⁽³⁾, Maria Alejandra Cuenca Mattuci⁽⁴⁾, Maria Tereza Raya-Rodrigues⁽⁵⁾

(1)Geógrafo pela Universidade de Göttingen–Alemanha. Doutor em Ecologia pela UFRGS. Diretor Sapotec Sul Soluções Ambientais Ltda., (2) Eng. Sanitarista e Ambiental pela UFSC. Engenheira de Segurança pela UFRGS. Gerente de Projetos/Sapotec Sul Soluções Ambientais Ltda., (3) Eng. Química pela PUCRS. Mestre em Engenharia pela UFRGS. Coordenadora de Projetos Sapotec Sul Soluções Ambientais Ltda. , (4) Bióloga pela PUC Campinas. Mestre em Microbiologia Ambiental pela USP. Coordenadora de Projetos/Sapotec Ltda. e (5) Eng. Química pela UFRGS. Doutora em Ecologia pela UFSCar. Docente do PPG-Ecologia da UFRGS

Rua Dona Gabriela, 128, Menino Deus
Telefone (51)3232 4242 Fax (51) 3232 8672
CEP 90850-010. Porto Alegre, RS- Brasil
e-mail: info-rs@sapotec.com.br

Resumo

Contaminações por hidrocarbonetos de petróleo são cada vez mais frequentes visto a demanda da exploração do petróleo e seus derivados (gasolina, óleo diesel, óleo combustível, óleo lubrificante). Muitos destes produtos são lançados no ar, no solo e na água, representando desta forma um risco potencial ao meio ambiente. O tratamento biológico de solos contaminados tem como fundamento a capacidade dos microrganismos de transformar contaminantes orgânicos, no caso ideal, em CO₂, água e biomassa. Este trabalho tem o objetivo de avaliar a eficiência do emprego da biorremediação *ex situ* para o tratamento de solos contaminados de postos de serviços e o tempo do tratamento. As etapas seguidas foram a avaliação do Relatório da Investigação Ambiental das áreas contaminadas, o gerenciamento dos resíduos, o tratamento do solo contaminado na estação de biorremediação da empresa Sapotec Ltda. e a liberação para destinação final. A eficiência do tratamento foi avaliada nos parâmetros óleos e graxas (redução > 80%), TPH (redução > 90%) e BTEX (redução de 100%). A duração do tratamento em 72% dos casos oscilou entre 2 e 4 meses. A biorremediação, tecnologia disponível no mercado brasileiro, mostrou-se eficiente e economicamente viável para o tratamento de áreas contaminadas por hidrocarbonetos de petróleo.

Abstract

Petroleum hydrocarbon contaminations are more and more frequent due to the demand for the exploration of petroleum and its fuels (gasoline, diesel oil, fuel oil, and lube oil). Many of these products are released into the air, soil, and water, therefore representing a potential environmental risk. The biological treatment of contaminated soils is based on the capacity of microorganisms in transforming organic contaminants, in an ideal case, into CO₂, water, and biomass. This work aims at evaluating the efficiency of applying *ex situ* bioremediation in the treatment of contaminated soils from gas stations and their treatment time. The stages followed were the evaluation of the Environmental Investigation Report on contaminated areas, waste management, the treatment of the contaminated soil at the bioremediation plant of Sapotec Ltda., and their release for final disposal. The treatment efficiency was assessed with the parameters oils and greases (reduction > 80%), TPH (reduction > 90%), and BTEX (reduction of 100%). Treatment time in 72% of cases varied from 2 to 4 months. Bioremediation, a technology available in the Brazilian market, was shown to be efficient and economically viable for treating areas contaminated by petroleum hydrocarbons.

1 - Objetivo

As contaminações de solo com hidrocarbonetos de petróleo tornaram-se um problema mundial na metade dos anos 80. Fontes de contaminação com Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (TPH) estão relacionadas com a exploração, a produção, o armazenamento, o transporte, a distribuição e a destinação final de petróleo e seus derivados. Exemplos bem conhecidos destas fontes são postos de

serviços, refinarias e pólos petroquímicos (YEUNG *et al.* 1997). Segundo MANZOCHI (2001) a incidência de acidentes devido ao transporte e manejo impróprio de combustíveis vem atingindo índices preocupantes, decorrendo em contaminações da atmosfera, solos, cursos d'água, lençóis freáticos e orla marítima, além de apresentarem riscos elevados para a ocorrência de incêndios e de explosões.

As áreas contaminadas (ACs) apresentam quatro problemas principais: riscos à segurança das pessoas e das propriedades, riscos à saúde pública e dos ecossistemas, restrições ao desenvolvimento urbano e redução do valor imobiliário das propriedades (SÁNCHEZ, 1998). A CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, é o primeiro órgão de controle ambiental na América Latina a possuir um sistema organizado de gerenciamento de ACs. Das 1.664 áreas cadastradas em maio de 2006, 73 % – 1.221 são Postos de Serviços (CETESB, 2006).

A avaliação de um possível risco ambiental de uma área contaminada por petróleo e seus derivados pode ser realizada mediante as análises de Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (TPH), Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (PAH) e Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos (BTEX) (WEISMANN *et al.*, 1998).

A biodegradação de compostos orgânicos, especialmente a de TPH, é amplamente descrita na literatura, sendo a degradação aeróbica a mais comum (KONING, 2002; FRITSCHÉ, 1999; COOKSON, 1995). O tratamento biológico de solos contaminados tem como fundamento à capacidade dos microrganismos de transformar contaminantes orgânicos, no caso ideal, em CO₂, água e biomassa, sendo essa transformação chamada de mineralização. (SCHLEGEL, 1985; PHILLIPS *et al.*, 2000).

Os compostos orgânicos são, a princípio, biodegradáveis, mas a degradação pode ser impossibilitada devido a fatores abióticos, tais como a textura do solo, o teor de oxigênio, a umidade, a temperatura, o teor de nutrientes e o pH. KONING (2002) ressalta a importância destes fatores para o sucesso da biorremediação. Sendo assim, várias áreas estão contaminadas e não poderão se auto-regenerar sem medidas corretivas.

Conforme HOFFMANN & VIEDT (1998), o objetivo da biorremediação não é primeiramente a diminuição da concentração abaixo dos valores limites, mas sim a redução do potencial de risco de maneira eficaz e com custos economicamente viáveis. Estes métodos são favorecidos por serem mais limpos, com custos baixos e de mais fácil aplicação em grande escala.

As medidas de descontaminação são diferenciadas em processos *in situ* e *ex situ*. Os processos *in situ* tratam os contaminantes no local e diretamente no solo, evitando assim a escavação do mesmo. Quando há escavação do solo e tratamento externo, é denominado remediação *ex situ*. Independente da técnica aplicada, as pilhas são normalmente montadas em galpões, possibilitando assim um ajuste das condições ambientais como umidade e temperatura, bem como o controle das emissões (líquidas ou gasosas), que podem ser tratadas quando necessário.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do emprego da biorremediação *ex situ* para o tratamento de solos contaminados (resíduos) de postos de serviços e o tempo de tratamento.

2 - Métodos

O trabalho seguiu quatro etapas distintas para o tratamento de solos contaminados por hidrocarbonetos de petróleo:

- Avaliação do Relatório de Investigação Ambiental das áreas contaminadas e da caracterização dos resíduos,
- Gerenciamento do solo contaminado,
- Tratamento na estação de biorremediação da empresa Sapotec Ltda. em Paulínia – SP,
- Liberação para destinação final.

O Relatório da Investigação Ambiental das áreas contaminadas em estudo, realizado pelas bandeiras dos postos, aliado à caracterização do resíduo (amostra enviada pela Sapotec a laboratório terceirizado) possibilitou avaliar se a biorremediação poderia ser empregada, ou seja, se estes resíduos seriam passíveis de decomposição por processos biológicos. Com os resultados, preencheu-

se o CADRI (Certificado de Aprovação de Destinação de Resíduo Industrial), que foi enviado à CETESB para autorização do tratamento e do destino do solo tratado. Depois de autorizado, o solo contaminado foi escavado e encaminhado à estação de tratamento da Sapotec Ltda., seguindo as etapas do fluxograma da Figura 1.

A caracterização dos resíduos foi realizada de acordo com a contaminação, contemplando parcialmente ou integralmente, os seguintes parâmetros: óleos e graxas, metais (Al, Sb, As, Be, Ba, Cd, Pb, Cu, Co, Cr total, Cr VI, Fe, Mn, Hg, Mo, Ni, Ag, Se, V, Zn), nitrogênio total, nitrogênio kjeldal, fósforo, pH, TPH, BTEX, PAH, COT. As análises realizadas para avaliação do tratamento e para destinação final foram óleos e graxas, TPH e BTEX. O número de amostras para a caracterização da contaminação, tratamento e destinação do solo contaminado seguiu as exigências da CETESB, das Normas Brasileiras de Referência (NBR), quando existentes, e da Lista Holandesa.

Os resíduos tratados neste trabalho tiveram origem em 85 postos de serviços. Os resultados foram agrupados em quatro bandeiras distintas, nas seguintes proporções: bandeira 1 - 7%, bandeira 2 - 3%, bandeira 3 - 82% e bandeira 4 - 8% do total de postos de serviços avaliados.

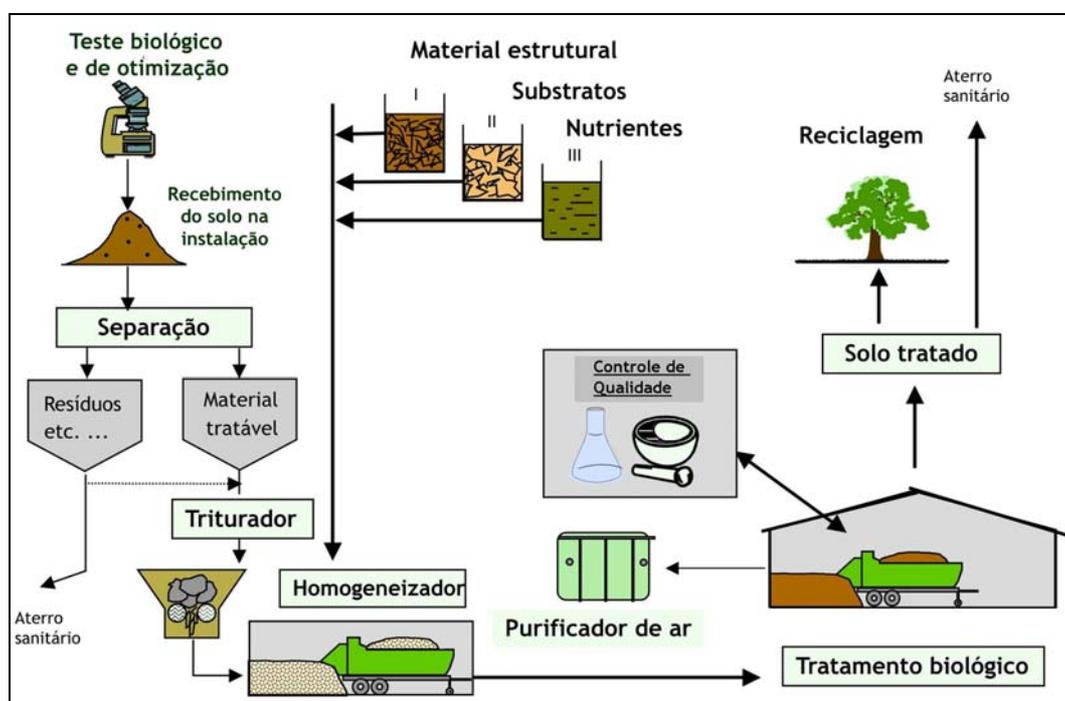


Figura 1 – Fluxograma do tratamento biológico de solo.

3 – Resultados

Os resultados obtidos para avaliar o tratamento do solo contaminado proveniente de postos de serviços estão apresentados na Tabela 1. Os valores médios obtidos em termos de parâmetros estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 1 - Resultados de óleos e graxas, TPH e BTEX.

| Bandeira | Óleos e Graxas (mg/Kg) | | | TPH (mg/Kg) | | | BTEX (mg/Kg) | | |
|------------|------------------------|-------|-------------|-------------|-------|-------------|--------------|-------|-------------|
| | entrada | saída | redução (%) | entrada | saída | redução (%) | entrada | saída | redução (%) |
| Bandeira 1 | 4400 | 511 | 88,39 | 5100 | 185 | 96,37 | 12,049 | 0 | 100 |
| Bandeira 2 | 1285 | 239 | 81,40 | 2800 | 10,4 | 99,63 | 0,1702 | 0 | 100 |
| Bandeira 3 | 1000 | 109 | 89,10 | 37000 | 282 | 99,24 | 0,594 | 0 | 100 |
| Bandeira 3 | 3700 | 104 | 97,19 | 8000 | 273 | 96,59 | 0,016 | 0 | 100 |
| Bandeira 4 | 8500 | 870 | 89,76 | 8700 | 449 | 94,84 | 0,585 | 0 | 100 |

*Valor de Alerta para TPH = 2525 mg/Kg (Lista Holandesa, 1994)

Tabela 2 - Resultados em termos de parâmetros.

| Parâmetro | Valores Médios (mg/Kg) | | |
|----------------|------------------------|--------|-------------|
| | entrada | saída | redução (%) |
| Óleos e Graxas | 12891,7 | 600,63 | 86,50 |
| TPH | 10436,44 | 435,38 | 92,57 |
| BTEX | 2,8 | 0 | 100 |

O tempo de tratamento do solo contaminado acrescido do tempo de liberação do órgão ambiental (CETESB) para destinação final do solo tratado oscilou, em 72% dos casos, entre 2 e 4 meses.

4 - Conclusão

Os resultados mostram que o tratamento realizado nos solos contaminados por hidrocarbonetos de petróleo dos postos de serviços reduziu os parâmetros óleos e graxas acima de 80%, TPH acima de 90% e BTEX 100%.

A biorremediação mostrou-se eficiente para tratamento deste tipo de resíduo. É uma tecnologia disponível no mercado brasileiro, é economicamente viável e favorável às nossas condições climáticas. podendo ser empregada na recuperação de áreas contaminadas por hidrocarbonetos de petróleo.

5 – Referências Bibliográficas

- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Áreas Contaminadas do Estado de São Paulo**. CETESB, 2006, São Paulo. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/relacao_areas.asp> Acesso em: 15 agosto 2006.
- COOKSON, J. T. Jr. **Bioremediation engineering - design and application**. New York: McGraw-Hill, Inc., 1995.
- FRITSCH, W. Abbau von Mineralölkohlenwasserstoffen und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen. In: HEIDEN, S. (Org). **Innovative Techniken der Bodensanierung: ein Beitrag zur Nachhaltigkeit**. Heidelberg, Berlin: Spektrum, Akad. Verl., 1999. pp. 22-41.
- HOFFMANN, J. & VIEDT, H. **Biologische Bodenreinigung: ein Leitfaden für die Praxis**. Berlin: Springer, 1998.
- KONING, M. **Optimierung in der biologischen ex situ Bodensanierung**. Stuttgart: Abfall aktuell, 2002.
- MANZOCHI, C. S. **Gerenciamento ambiental de postos de serviço automotivos**. 2001. 215 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- PHILLIPS, T. M.; LIU, D.; SEECH, A. G.; LEE, H. ; TREVORS, J. T. Bioremediation in field box plots of a soil contaminated with wood-preservatives: a comparison of treatment conditions using toxicity testing as a monitoring technique. **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 121, pp. 173-187, 2000.
- SÁNCHEZ, L. E. **A desativação de empreendimentos industriais: um estudo sobre o passivo ambiental**. São Paulo: USP, 1998. 178p. Tese (Livre-Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- SCHLEGEL, H. G. **Allgemeine Mikrobiologie**. Stuttgart: Georg Thieme, 1985.
- WEISMANN, *et al.* Analysis of Petroleum Hydrocarbons in Environmental Media. **Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group Series**, v. 1, pp. 20-25, 1998.
- YEUNG, P. Y.; JOHNSON, R. L.; XU, J. G. Biodegradation of petroleum hydrocarbons in soil as affected by heating and forced aeration. **Journal Environmental Quality**, v. 26, pp. 1511-1516, 1997.