

Acompanhamento do Processo de Atenuação Natural de Solo Contaminado por Petróleo.

Paula Machado Baptista
Estagiária, Controle Ambiental, CEFET-química

Andréa C. de Lima Rizzo
Orientadora, Eng^a química, M. Sc.

Resumo

Neste trabalho, foi simulado um processo de atenuação natural de um solo proveniente da região nordeste do Brasil, artificialmente contaminado por petróleo (5% e 10 % p/p). O objetivo do ensaio foi acompanhar o processo de remediação natural do contaminante no solo, para posterior comparação com os resultados obtidos em biopilhas e/ou biorreatores que, em sua maioria, promovem uma aceleração do processo de degradação dos contaminantes. Os solos contaminados foram expostos a variações climáticas naturais e durante o ensaio (dois meses), foi realizado o acompanhamento da concentração de microrganismos nos solos, bem como do teor de óleos e graxas (OG). Além disso, foram realizados registros diários das condições climáticas no local. Os resultados obtidos indicam que a população microbiana nativa no solo impactado apresentou um crescimento inicial lento e gradual indicativo do processo de adaptação da mesma. Além disso, foi verificada uma remoção, ao final dos primeiros 45 dias de ensaio, de cerca de 5% no valor de OG para o solo contaminado com 5% de óleo e de 12% para o solo contaminado com 10% de óleo.

1. Introdução

Freqüentes derramamentos de petróleo nos solos brasileiros vêm motivando o desenvolvimento de novas técnicas para o tratamento de descontaminação destes. Entre elas, destaca-se a biorremediação como uma das mais promissoras, sendo a mesma baseada na degradação bioquímica dos contaminantes através da atividade de microrganismos presentes no solo contaminado (Bernoth et al., 2000).

Os solos contaminados por petróleo, particularmente os solos argilosos, possuem algumas características que podem limitar a eficácia do processo de biodegradação. Como exemplo, podemos citar a baixa permeabilidade, que pode vir a interferir diretamente tanto na difusão de oxigênio (fundamental ao processo aeróbio de degradação) quanto na incorporação de nutrientes.

É sabido que a degradação biológica de compostos orgânicos, como os derivados de petróleo, é alcançada somente em condições naturais favoráveis, que proporcionem interações otimizadas entre os microrganismos e o solo, os microrganismos e o contaminante e os microrganismos e eles mesmos. Para isto, a adição de nutrientes como nitrogênio e fósforo, assim como a correção de umidade e o controle da aeração são fatores altamente decisivos e, portanto, podem acelerar o processo de biorremediação.

Entretanto, o processo de atenuação natural (biorremediação intrínseca) de um poluente orgânico do solo, sem acréscimo de nutrientes ou adequação de qualquer condição ambiental, pode ocorrer de maneira

continua 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. Além disso, o solo contaminado é sujeito ao processo de intemperização natural, onde, não só os processos biológicos estão envolvidos, mas também, processos físicos e químicos são responsáveis pela redução da concentração de poluente no solo (lixiviação, volatilização, etc). No entanto, o tempo envolvido no processo de atenuação natural costuma ser bastante longo (meses ou anos) o que torna necessária, muitas das vezes a remoção do solo impactado e encaminhamento do mesmo para tratamento ex-situ (fora do local onde ocorreu a contaminação).

Dentre as alternativas tecnológicas existentes para o tratamento ex-situ de solos contaminados destaca-se, particularmente, o tratamento biológico (biorremediação) em biopilhas ou em biorreatores. Ambos os processos apresentam como principal vantagem a redução do tempo de degradação do contaminante quando comparada ao processo de atenuação natural (Alexander, 1999).

2. Objetivo

O objetivo deste trabalho foi acompanhar o processo de atenuação natural de solos contaminados por petróleo, para posterior comparação com os resultados obtidos em ensaios de biorremediação realizados em biopilhas e/ou biorreatores e comprovar a eficácia dos últimos como forma de aceleração da degradação do óleo.

3. Materiais e Métodos

3.1- Amostras de solo empregadas

Neste trabalho, foram utilizadas amostras de solo proveniente da região Nordeste do Brasil, artificialmente contaminadas por óleo cru proveniente de um campo de exploração localizado na mesma região. As principais características do solo empregado encontram-se listadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características do solo não contaminado empregado nos ensaios

Parâmetro	Teor no Solo Não Contaminado
N (g/Kg)	1,3
P (g/Kg)	0,15
Silte	14%
Areia	75%
Argila	11%
Densidade da Partícula (g/mL)	2,2

Densidade do solo (g/mL)	1,3
Porosidade	43%
Matéria orgânica	1,7%
pH	6,8
Capacidade de campo	34%

3.2- Preparo das amostras para o teste de atenuação natural

O teste de acompanhamento do processo de atenuação natural foi realizado em microcosmos de forma que permitisse a simulação de um ambiente natural contaminado por petróleo. Para isto, contaminou-se manualmente duas amostras de solo (5Kg cada) com óleo cru de forma a se obter uma concentração de 5 e 10 % p/p.

Os microcosmos consistiam de duas caixas de acrílico de 20 litros de capacidade total (40 x 25 x 20 mm) com fundo perfurado (tela) para permitir o escoamento da água de percolação proveniente da chuva. No fundo de cada uma das caixas adicionou-se uma camada de brita, uma camada de areia de filtração e uma nova camada de brita de forma a que fosse evitado o arraste da fração mais fina do solo contaminado (fração silte+argila) durante a condução dos ensaios. Conforme registrado na Figura 1, as caixas de acrílico foram apoiadas em caixas de polietileno com o objetivo de recolher a água percolada de chuva.



Figura 1. Sistema para acompanhamento do processo de atenuação natural – Microcosmos.

Adicionou-se nas caixas 5Kg de solo com concentração de óleo cru de 5 e 10% p/p, respectivamente, em cada uma delas. Os sistemas foram deixados ao ar livre em área aberta da usina piloto do CETEM de forma

que os solos contaminados fossem expostos às variações climáticas naturais (temperatura alta e baixa, período de seca e de chuva, vento, etc).

Realizou-se a amostragem dos dois solos em um intervalo de 15 dias. No dia em que ocorria a retirada de amostras, realizava-se uma pequena homogeneização do conteúdo das caixas. Na mesma data, recolheu-se o líquido percolado de cada sistema. Acompanhou-se a concentração dos microrganismos heterotróficos totais e degradadores de petróleo nos solos, bem como o teor de óleos e graxas e registrou-se, diariamente, as condições climáticas do local do ensaio.

3.3- Quantificação dos microrganismos Heterotróficos Totais

Para a quantificação de microrganismos heterotróficos totais, procedeu-se da seguinte maneira (Ururahy, 1998): Adicionou-se 5g de solo em 50mL de solução salina (NaCl 0,9%) e fez-se a extração no shaker por 1 hora à 25°C e 150rpm. A partir desta extração, fez-se diluições adequadas 1:10. Após, realizou-se o plaqueamento em meio orgânico-TSA pela técnica de pour-plate, adicionando 0,1mL das diluições adequadas da suspensão salina nas placas. Incubou-se por 48 horas em estufa a 30°C e contou-se o número de unidades formadoras de colônias, com auxílio de uma lente de aumento (resultados expressos em UFC/gsolo).

3.4- Análise do teor de óleos e graxas

O teor de óleos e graxas nas amostras de solo foi determinado através do método gravimétrico, onde dois gramas de solo contaminado foram extraídos no ultrassom, utilizando o n-hexano como solvente, conforme descrito no método IT2003-001-00, registrado na biblioteca do CETEM. O extrato orgânico obtido foi concentrado em rotoevaporador e em seguida concentrado até a secura em concentrador de amostras com purga de nitrogênio.

4. Resultados e Discussão

O acompanhamento das condições climáticas durante o período indicam que no primeiro mês (março) a temperatura variou entre 28 e 35°C (média de 30°C) com predomínio de calor intenso. No mês de abril, variou entre 21 e 39°C (média de 29°C) ainda com predomínio de calor intenso. Já no mês de maio a temperatura variou entre 20 e 34°C (média de 28°C) com aproximadamente 50% de dias chuvosos.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados de contagem de microrganismos heterotróficos totais obtidos para as amostras de solo coletadas quinzenalmente de ambos os sistemas experimentais. É possível observar um aumento lento e gradual na população microbiana ao longo do tempo, para ambas as condições, indicando o processo de adaptação da microbiota nativa à presença do contaminante.

Tabela 2: Resultado de contagem de microrganismos heterotróficos totais

Data da amostragem	Amostra 5%	Amostra 10%
09/03	3×10^5 UFC/g solo	4×10^5 UFC/g solo
22/03	1×10^7 UFC/g solo	5×10^4 UFC/g solo
05/04	3×10^6 UFC/g solo	7×10^5 UFC/g solo
19/04	2×10^6 UFC/g solo	9×10^5 UFC/g solo
03/05	2×10^6 UFC/g solo	2×10^6 UFC/g solo

Na Figura 2 são apresentadas as curvas de decaimento da concentração de OG ao longo dos primeiros 45 dias de ensaio, para as duas condições testadas.

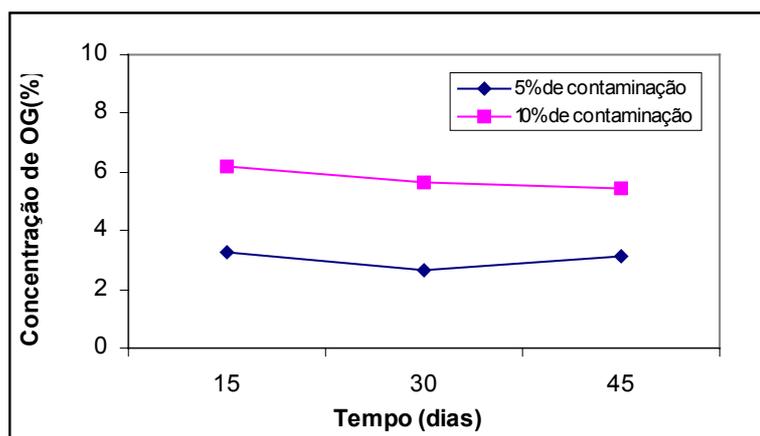


Figura 2: Resultados da concentração de OG ao longo do tempo .

Observa-se uma queda, ao final dos primeiros 45 dias de ensaio, de cerca de 5% no valor de OG para o solo contaminado com 5% de óleo e de 12% para o solo contaminado com 10% de óleo. É válido ressaltar que a diminuição da concentração de OG pode ocorrer não só por fatores relacionados a atividade microbiológica, mas também por fatores físico-químicos como lixiviação e volatilização. De modo a verificar se os resultados apresentados são relacionados apenas a biodegradação do poluente, estão sendo analisados os teores de OG nas amostras recolhidas do líquido percolado das caixas.

5. Conclusão

Os resultados obtidos nos 2 primeiros meses de acompanhamento do processo de atenuação natural de duas amostras de solo contaminado com 5 e 10% de óleo cru já indicam uma redução de 5 e 12%, respectivamente, no teor do contaminante. No entanto, deve-se destacar que este trabalho encontra-se ainda em fase inicial, tendo em vista o longo tempo normalmente associado ao processo de atenuação natural de poluentes orgânicos em solos.

6. Agradecimentos

Ao CENPES/PETROBRAS pelo fornecimento do solo e do óleo empregados no desenvolvimento desse trabalho. Aos amigos da CPMA Grace, Bianca, Pedro, Jorge Luiz, Renata, Hugo, Daniele, Márcia e Ana Lúcia pelo auxílio na condução do trabalho e a minha orientadora Andréa pela ajuda prestada. Ao CETEM/MCT pela oportunidade de realização do estágio.

7. Referências Bibliográficas

- ALEXANDER, M. "Biodegradation and Bioremediation". *Academic Press*, 2nd ed., San Diego, U.S.A., 453p, 1999.
- BERNETH, L.; FIRTH, I.; MCALLISTER, P. E RHODES, S. " Biotechnologies For Remediation and Pollution Control in the Mining Industry". *Minerals & Metallurgical Processing*, **17** (2), 105-111, 2000.
- URURAHY, A. F. P. "Biodegradação de Resíduo Oleoso Proveniente de Refinaria de Petróleo". *Tese DSc., Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química*, Rio de Janeiro, Brasil, 344p, 1998.