

Bioslurping: retirada de fase livre sem rebaixamento

Resumo da Tecnologia: 'Bioslurping' é uma tecnologia nova, adaptada da tecnologia de extração de água subterrânea por vácuo comumente utilizada em mineração e geotecnia (Nyer et al, 1996). Trata-se de uma adaptação de um sistema de bombeamento convencional, sendo que a única diferença consiste na combinação do bombeamento conjunto de água e ar.

Conceitos Gerais

O sistema de bombeamento geral, cria um cone de rebaixamento ao redor do poço de bombeamento. Este rebaixamento pode ser indesejável por espalhar o contaminante na região onde ocorreu o rebaixamento. Utilizando—se o 'bioslurping' este problema deixa de ocorrer por não ser formado um cone de rebaixamento para atrair a fase livre para o poço. Um vácuo é aplicado ao poço para que a recuperação ocorra. A figura 1 mostra a comparação entre um bombeamento tradicional e o 'bioslurping'.

'Bioslurping' é uma combinação de duas técnicas de remediação conhecidas: extração de vapor e bioventilação (Hoeppel et al., 1995; Miller, 1996). Extração de vapor é comumente utilizada para remover fase livre e residual da franja capilar. Além disso, o vácuo aplicado ao poço aumenta a circulação de ar na zona não-saturada, estimulando a biodegradação aeróbica dos contaminantes na fase dissolvida (Miller, 1996; Millette et al., 2000).

O princípio do 'bioslurping' é o seguinte: um tubo de aspiração adaptável a diferentes profundidades é posicionado no interior de um poço de observação no intervalo do filtro, diretamente no nível da fase livre de produto e imediatamente acima do nível d'água (figura 2). O poço é selado na superfície. A fase livre e a água subterrânea contaminada são removidas pelo tubo de aspiração passando posteriormente por um separador água/óleo. A aspiração de vapores no solo cria uma circulação de ar rico em oxigênio pela zona não-saturada. Quando a fase livre for completamente removida, o sistema pode ser convertido numa bioventilação, que pode permitir a completa remediação da fase residual caso o contaminante sofra biodegradação (Miller, 1996).

Um poço para 'biolurping' consiste geralmente de um poço de 2 a 4 polegadas. Uma válvula de diluição é utilizada no revestimento do poço para aumentar o fluxo de ar e conseqüentemente a velocidade de fluidos no tubo de aspiração. Ar adicional

é necessário particularmente para solos de baixa permeabilidade ou onde o nível d'água é relativamente profundo. Os poços são conectados a uma unidade central através de uma série de tubos laterais e tubos coletores. Uma unidade típica inclui um separador ar/líquido, bomba para vácuo, bombas diafragma para transferência de óleo e água, separador água/óleo, filtro de acrvão ativado para líquido e outro para vapor, tanques de armazenamento para água e óleo, temporizadores e controladores de fluxo (Leeson et al., 1995; Millette et al., 1997).

Aplicabilidade

'Bioslurping' é uma tecnologia que é mais eficiente para solos de média a baixa permeabilidade (Nyer et al., 1996) onde pressões de vácuo eficientes podem ser aplicadas. Entretanto, existem exemplos na literatura onde o 'bioslurping' se mostrou eficiente em meio poroso mais permeável (Miller, 1996; Millette et al., 2001). O solo deve se caracterizar por condutividade hidráulica entre 10^{-5} to 10^{-7} m/s para atingir as condições ideais de operação do sistema (Nyer et al., 1996). Além do meio poroso, o tipo de contaminante também deve ser considerado. Esta técnica é particularmente bem adequada à remoção de contaminantes menos densos do que a água subterrânea (Miller, 1996). Além disso, ele favorece a biodegradação de compostos na zona não saturada.

Algumas vantagens e limitações do sistema são listadas a seguir (Miller, 1996; Millette, 2000):

Vantagens

Bem adaptado a solos com permeabilidade intermediária (e.g., areia siltosa, silte arenoso e areia fina);

A quantidade de produto recuperado é consideravelmente mais alta do que em métodos normais uma vez que o sistema opera sob vácuo enquanto que nos outros somente a gravidade atua;

A concentração de fase residual que permanece no meio poroso é menos importante, uma vez que a pressão capilar é reduzida para quase zero, facilitando a liberação da fase residual aprisionada;

A taxa de remoção de produto pode ser 5 a 10 vezes mais elevada do que nos métodos convencionais;

O sistema também pode servir como uma barreira hidráulica se os tubos de aspiração forem colocados abaixo do nível d'água;

Economiza tempo e recursos enquanto permite uma recuperação simultânea e não seqüencial de fase livre, vapores e água subterrânea e bioremediação;

Quando a recuperação de produto livre estiver terminada, o sistema pode ser facilmente convertido em bioventilação;

O custo de manutenção é reduzido consideravelmente pois uma única unidade de bombeamento pode operar mais de 30 poços.

Limitações

Trata-se de uma técnica nova, que requer ajustes;

Uma vez que o sistema ativa o crescimento bacteriano, podem ocorrer problemas de emulsão, complicando a separação entre óleo e água;

A determinação do raio de influência de poços de 'bioslurping' ainda continua um desafio.

Implementação do sistema

Testes piloto devem ser feitos antes da implantação do sistema final para se avaliar o raio de influência do poço de extração. O número total de poços necessários para restauração completa do local dependerá dos resultados obtidos nesta fase. Deve-se considerar que alguns, senão todos os poços utilizados no teste piloto podem ser reutilizados no sistema de recuperação final.

Operação do sistema

Durante a fase de extração predominante de fase livre, o sistema deve ser operado de modo que um mínimo de água seja extraída para não sobrecarregar os separadores de fase. Quando a maior parte do produto residual tiver sido removida, os tubos de aspiração podem ser elevados para que o sistema opere como um sistema de extração de vapores ou bioventilação.

A verificação do rendimento do sistema deve incluir as seguintes observações:

Anotação dos volumes de líquido removidos;

Medida semanal de concentração dos contaminantes no gás extraído;

Medida semanal da concentração dos contaminantes na água extraída;

Medida semanal da espessura de fase livre nos poços;

Estimativa do volume de produto remanescente em fase residual através do modelo de Charbeneau et al (1999).

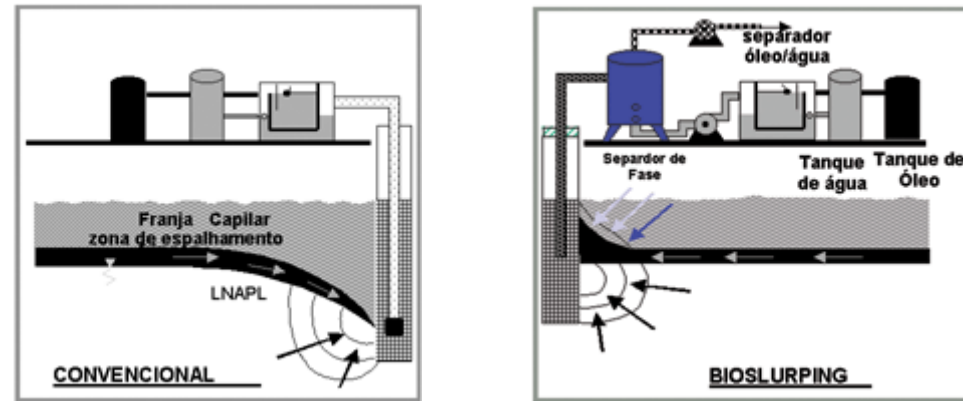


Figura 1: Comparação entre o sistema de bombeamento convencional e 'bioslurping'

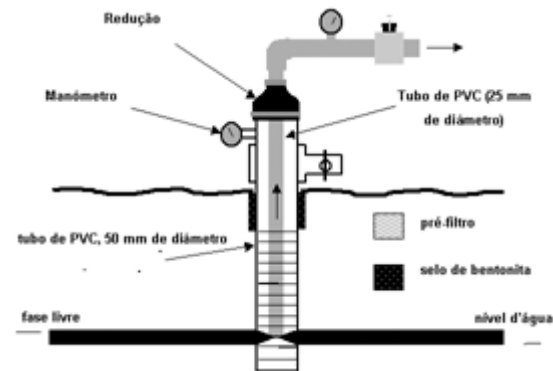


Figura 2: Projeto típico de um poço para 'bioslurping'.

Referências

Charbeneau, R., Johns, R., Lake, L. and McAdams, M. 1999 Free Products Recovery of Hydrocarbon Liquids, American Petroleum Institute, Pub. 4682

Hoeppe, R.E., Kittel, J.A., Goetz, F.E., Hinchee, R.E., Abbott, J.E. 1995. Bioslurping technology applications at naval middle distillate fuel remediation sites; In Applied Bioremediation of Petroleum Hydrocarbons; R. Hinchee, J.A. Kittel, H.J. Reisinger, Ed.; Battelle Press: Columbus, OH; 3(6), p. 389-399.

Leeson, A., Kittel, J.A., Hinchee, R.E., Miller, R.N., Haas, P.E., Hoeppe, R.E. 1995. Test plan and technical protocol for bioslurping; In Applied Bioremediation of

Petroleum Hydrocarbons; R. Hinchee, J.A. Kittel, H.J. Reisinger, Ed.; Battelle Press: Columbus, OH; 3(6), p. 335-347.

Miller, R.R. 1996. Bioslurping; TO-96-05; Ground-Water Technologies Analysis CenterGWRAC, 14 pp.

Millette, D., Delisle, S., Sanschagrin, S., Greer, C.W. 2000. Étude de faisabilité de la bioventilation à l'Aéroport de Sept-Îles - Projet de démonstration technologique; Institut de recherche en biotechnologie.

Millette, D., Thibault, R., Charlebois, S., Samson, R., Orban, H.J. 1997. Bioslurping pilot test in a silty low-permeability soil; In Sixth Symposium and Exhibition on Groundwater and Soil Remediation; Palais des Congrès de Montréal, March 18-21, 83-103.

Millette, D., D. Bourbeau, and P. Blackburn. 2001. Mise en place d'un projet de bioaspiration pour la restauration d'un déversement d'huile à chauffage survenu en terrain sableux perméable. in Americana - Contaminated Sites Technical Sessions. Montreal Convention Centre, March 28-30.

Nyer, E.K., Kidd, D.F., Palmer, P.L., Crossman, T.L., Fam, S., John II, F.J., Boettcher, G., Suthersan, S.S. 1996. In situ treatment technology - CRC Press Inc.: Boca Raton, FL; 344 pp.

Wickramanayake, G.B., Kittel, J.A., Place, M.C., Hoeppe, R., Walker, A., Drescher, E., Gibbs, J.T. 1996. Best practices manual for bioslurping; TM-2191-ENV; Naval Facilities Engineering Service Center

Este texto foi elaborado originalmente pelo Dr. Denis Millete, a quem agradecemos a gentileza da colaboração.

Dr. Everton de Oliveira
é professor-colaborador do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo e
sócio-diretor da HIDROPLAN - Hidrogeologia e Planejamento Ambiental S/C
Ltda.
(everton@hidroplan.com.br)

[Voltar](#) [Imprimir](#)

