

II CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE SUBTERRÂNEO

ESTUDO IN SITU DA SULFATO REDUÇÃO PARA A BIORREMEDIAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS CONTAMINADAS COM GASOLINA E10

María Pilar Serbent ¹; Djema Maria Cristiano ¹; Fernando Soares Pinto Santanna ¹; Henry Xavier Corseuil ¹

Resumo – Neste trabalho são apresentados os resultados preliminares de um experimento de campo para estudar o efeito da injeção de sulfato como tecnologia de bioestimulação anaeróbia no tratamento de águas contaminadas com gasolina e etanol. A partir de uma liberação controlada do combustível E10 (mistura de gasolina com 10% de etanol) realizada em maio de 2009 vem sendo desenvolvido um monitoramento contínuo da migração e da degradação dos compostos presentes na mistura. Foram realizadas quatro coletas até o momento, de forma que o processo de biodegradação pode ser avaliado por um período de dois anos. A concentração de etanol tem diminuído em todos os níveis de profundidade estudados. Embora tenha se evidenciado a sulfato redução devido à presença de sulfeto no meio, a ocorrência desta reação estaria limitada pela presença de receptores de elétrons mais favoráveis como ferro (III) e nitrato. Devido a que os processos de biodegradação da gasolina e do etanol ocorrem lentamente, é requerido um extenso período de tempo para poder ter uma avaliação mais completa deste experimento.

Abstract – This paper presents preliminary results of a field's experiment to study the effect of injecting sulfate as anaerobic bioestimulation technology for treating water contaminated with gasoline and ethanol. Since a controlled release of E10 fuel (blend of gasoline with 10% of ethanol) held in May 2009, a continuous monitoring of migration and degradation of compounds in the mixture has been developed. Because of four samples were taken already the biodegradation process can be evaluated for a period of two years. The concentration of ethanol has declined in all depth levels studied. Although it has been shown to sulfate reduction due to the presence of sulfide in the environment, the occurrence of this reaction would be limited by the presence of more favorable electron acceptors such as iron (III) and nitrate. Because the process of biodegradation of gasoline and ethanol occurs slowly, it required a long period of time in order to have a more complete evaluation of this experiment.

Palavras-Chave – águas subterrâneas, sulfato-redução, gasolina E10.

¹ Dpto de Enga. Sanitária e Ambiental/CTC. UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina) Campus Universitário – Trindade 88040-900 – Florianópolis /SC Tel.: (48) 3721 7737 Fax: (48) 3234 6459. Email para correspondência: mpilar_serbent@yahoo.com.ar

1. MATERIAIS E MÉTODOS:

1.1. Configuração Experimental:

O experimento está sendo realizado na área experimental II da Fazenda Ressacada, no Sul de Florianópolis/SC. A área, de aproximadamente 550 m², foi montada em 2009 (Figura 1) e foram instalados 66 poços; 1(um) poço se localiza na fonte, 6 (seis) são poços de injeção e os demais são poços de monitoramento. Cada poço possui 5 (cinco) níveis de profundidades a 2, 3, 4, 5 e 6 m em relação à cota do terreno.

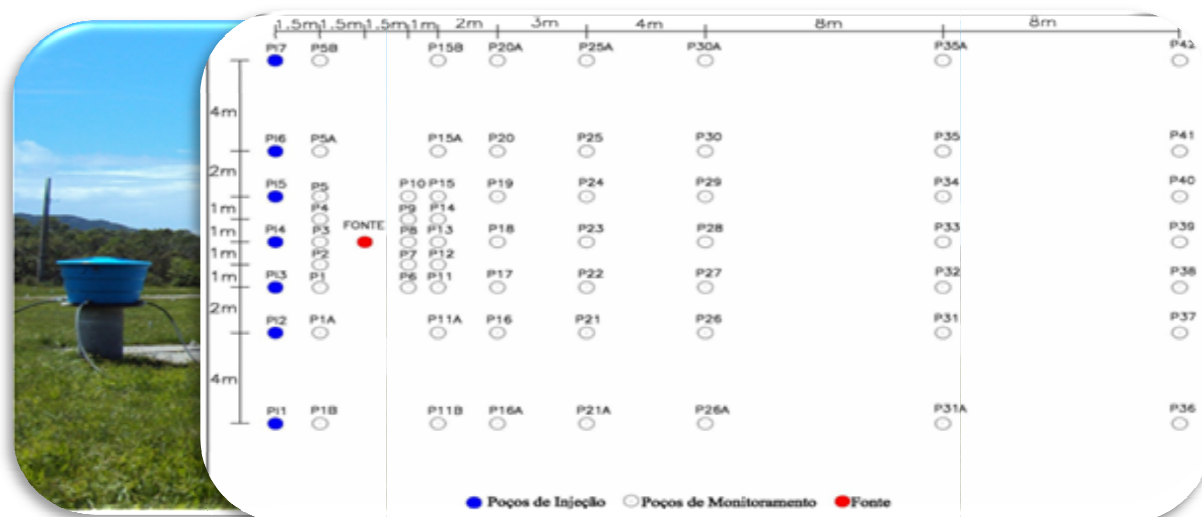


Figura 1 - Configuração experimental da área E10.

Em maio de 2009 realizou-se uma liberação de 100 L de E10 (gasolina com 10% de etanol). Para avaliar a ocorrência da sulfato-redução realizaram-se adequações ao aquífero local com relação ao pH e à concentração de sulfato para reproduzir as características dos aquíferos americanos, tomados como base, com uma concentração média de sulfato (SO_4^{-2}) de 100 mg/L [1] e pH em torno de 6 (seis) [2]. Desde 2009 vem sendo adicionados semanalmente, nos poços de injeção, 1050 g de Na_2SO_4 (sulfato de sódio), valor resultante da consideração das dimensões da área experimental, a velocidade da água subterrânea, e as concentrações de referência; e 936,98 g. de NaOH (hidróxido de sódio). A solução de injeção é preparada numa caixa de água onde são dissolvidos Na_2SO_4 e NaOH em 100 L de água. Um sistema de mangueiras e divisores de fluxo direciona a solução a todos os níveis de cada poço de injeção [2].

1.2. Análises físico-químicas

A partir de amostras de água subterrâneas foi determinado o oxigênio dissolvido utilizando um Micropurge FLOWCELL, sulfeto (produto metabólico gerado pela redução de sulfato) e Fe II por espectrofotometria, nitrito por cromatografia de íons (Dionex - ICS-1000); e etanol e BTEX por cromatografia gasosa (HP - 6890 – série II).

2. RESULTADOS

Os resultados apresentados referem-se às quatro coletas realizadas após a liberação de E10 em agosto (2009), setembro-outubro (2009), maio (2010) e fevereiro (2011) na região da fonte (Figura 1). O oxigênio foi esgotado em aproximadamente cinco meses (0,4 anos) após a liberação do combustível (Figura 2 A) deixando o meio em condições anaeróbicas. Após o decaimento do oxigênio observou-se uma concomitância de ferro-redução (Figura 2 B), desnitrificação (Figura 3 A), e de sulfato-redução (Figura 3 B). Ainda que em proporções menores, a sulfato-redução pode ser evidenciada no tempo devido à presença de sulfeto (subproduto metabólico do processo de redução de sulfato) no meio. Embora estejam sendo realizadas injeções semanais de sulfato na área, outros receptores disponíveis estão sendo preferencialmente utilizados, seguindo a ordem termodinâmica favorável. Espera-se que uma vez que diminua a disponibilidade desses outros aceptores de elétrons, a sulfato redução se torne o processo predominante.

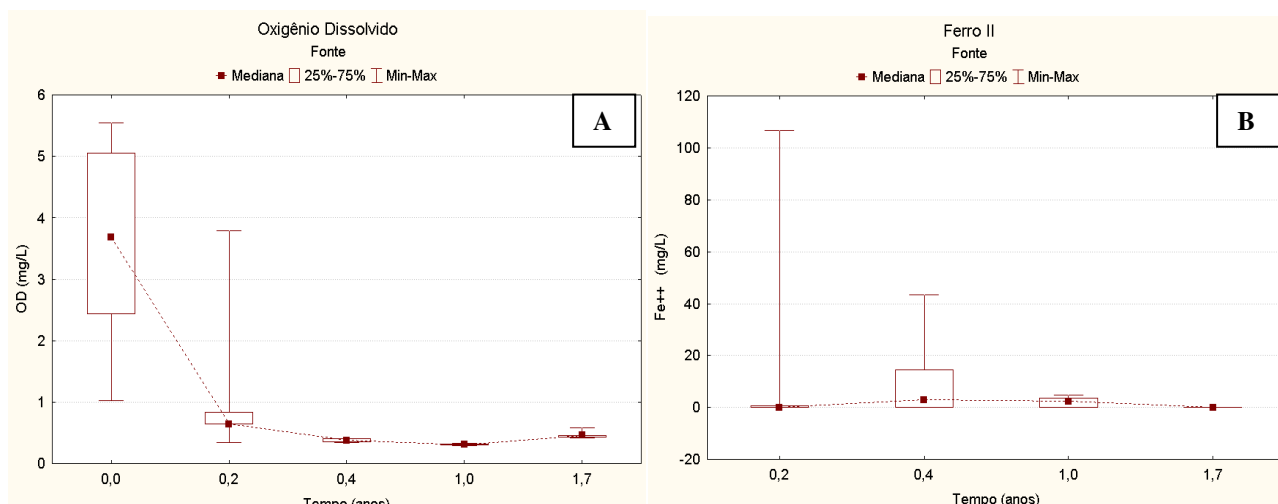


Figura 2 – Consumo de oxigênio (A) e ocorrência de ferro redução (B) - produção de Fe (II)- na região da fonte.

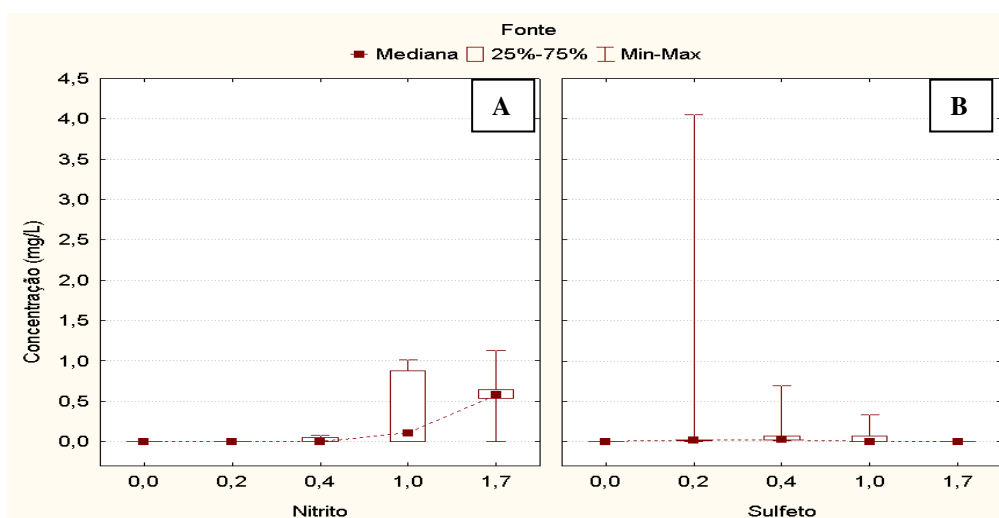


Figura 3 – Ocorrência de nitrato redução (A) - produção de nitrito- e de sulfato redução (B) - produção de sulfeto- na região da fonte.

O decaimento da concentração do etanol iniciou-se aproximadamente no quinto mês (140 dias) após a liberação do E10 (Figura 4 A). Como o etanol é usado preferencialmente pelos microrganismos, espera-se que a degradação dos BTEX ocorra satisfatoriamente uma vez que o etanol tenha sido consumido.

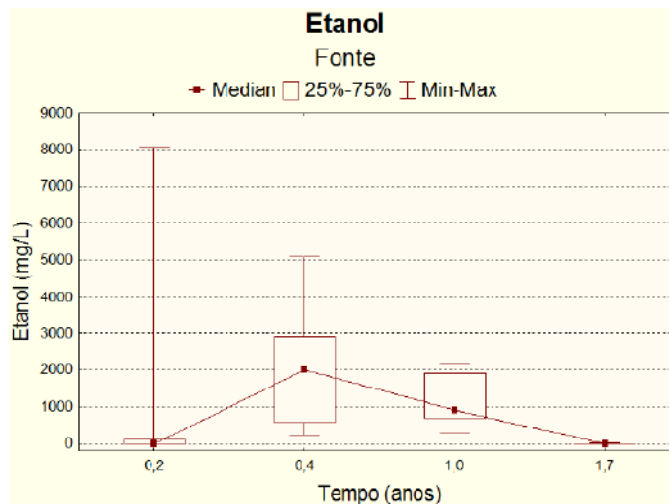


Figura 4 – Decaimento do etanol ao longo do tempo na região da fonte.

3. RECOMENDAÇÕES

Indica-se a utilização de ferramentas de biologia molecular, em combinação com as determinações físico-químicas, para a identificação dos microrganismos presentes na área de estudo.

4. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, a Petrobras, ao Laboratório de Remediação de Águas Subterrâneas – REMAS/UFSC.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MACKAY, D.M.; De Sieyes, N.R.; Einarson, M.D.; Feris, K.P.; Pappas, A.A.; Wood, I.A.; Jacobson, L.; Justice, L.G.; Noske, M.N.; Scow, K.M.; Wilson, J.T. Impact of Ethanol on the Natural Attenuation of Benzene, Toluene and o-Xylene in a Normally Sulfate-Reducing Aquifer. *Environ. Sci. Technol.*, v. 40, p. 6123–6130. 2006.
2. MONTEIRO RAMOS, S. Processos de remediação de águas subterrâneas impactadas por gasolina com etanol em diferentes condições de oxidação-redução. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Departamento de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, UFSC. Florianópolis. 112 p. 2010.