

IMPACTO DA ZONA NÃO-SATURADA NO COMPORTAMENTO DO ETANOL APÓS DERRAMAMENTO DE GASOLINA

Juliana G. Freitas¹; James F. Barker²

Resumo: O etanol é usado como aditivo na gasolina no Brasil e o seu uso em outros países vem aumentando gradativamente. Quando ocorrem vazamento acidentais de gasolina, o etanol também é um contaminante da água subterrânea e pode interferir no comportamento dos hidrocarbonetos da gasolina. Um experimento em escala de campo foi realizado para investigar o que acontece com o etanol quando gasolina com 10% de etanol é derramada em subsuperfície. Apesar da sua alta solubilidade e mobilidade foi verificado um retardamento significativo no transporte do etanol em água subterrânea. Amostras de solo na área fonte indicaram que o etanol estava sendo retido na zona não-saturada, acima da área de maior concentração de hidrocarbonetos. A retenção do etanol na zona não-saturada, acima da franja capilar foi avaliada como sendo a razão para o retardamento observado.

Palavras-chave: etanol, água subterrânea, zona não-saturada

Abstract: Ethanol is used as a gasoline additive in Brazil and its use is increasing in other countries. In the events of accidental spills, ethanol might change the behaviour of the gasoline compounds in the subsurface. To investigate the fate of ethanol following a gasohol spill, a controlled field test was conducted. Despite its high solubility and mobility, ethanol transport in groundwater was delayed. Soil cores in the source zone after the spill indicated that ethanol was being retained in the unsaturated zone, above the zone of high hydrocarbons saturation. The retention of ethanol in the unsaturated zone likely caused delay in its horizontal transport.

Keywords: ethanol, groundwater, unsaturated zone

¹ Dept. of Earth and Environmental Sciences, University of Waterloo, 200 University Avenue West, Waterloo, Ontario, Canada N2L 3G1, 1 519 888-4567, jgardena@scimail.uwaterloo.ca.

² Dept. of Earth and Environmental Sciences, University of Waterloo, 200 University Avenue West, Waterloo, Ontario, Canada N2L 3G1, 1 519 888-4567, jfbarker@scimail.uwaterloo.ca.

1. INTRODUÇÃO

O etanol vem sendo utilizado há décadas no Brasil como um aditivo na gasolina, em proporções entre 20 a 24%. Em outros países, o MTBE (metil tert-butil éter) era o aditivo usado com maior frequência, mas vem sendo gradativamente substituído pelo etanol. A presença desses aditivos deve ser considerada quando ocorrem vazamentos acidentais de gasolina. Além dos riscos ambientais associados diretamente à sua presença, esses aditivos podem modificar o comportamento dos compostos da gasolina em subsuperfície.

Uma característica que diferencia o MTBE e o etanol dos demais compostos da gasolina é a alta solubilidade em água. O etanol é completamente miscível com a água, e em concentrações elevadas faz com que a gasolina e a água se tornem uma única fase [1]. Outras propriedades importantes para se entender as implicações relacionadas à presença de etanol na contaminação de águas subterrâneas são a baixa densidade, cosolvência e alterações na tensão superficial da água e tensão interfacial entre a gasolina e a fase aquosa.

Experimentos de laboratório anteriores [2,3] indicaram que o etanol tende a ficar no topo da franja capilar, sendo transportado acima do nível d'água juntamente com hidrocarbonetos cosolubilizados. É importante reconhecer que as técnicas de amostragem tradicionalmente empregadas em áreas contaminadas por gasolina não têm como objetivo permitir a obtenção de amostras de água da franja capilar.

2. ARRANJO EXPERIMENTAL

Buscando avaliar o comportamento do etanol e MTBE quando ocorre um vazamento de gasolina, um experimento de campo controlado foi realizado no aquífero arenoso da Base Militar Canadense – Borden, localizada em Ontario, Canadá. Nesse experimento, 200L de gasolina com 10% etanol e 5% MTBE foram derramados acima do nível d'água. Poços multiníveis para amostragem de água foram instalados em 3 linhas perpendiculares ao fluxo de água subterrânea (Figura 1). Esses poços foram construídos utilizando cápsulas porosas cerâmicas, o que permite a obtenção de amostras acima do nível d'água. A aplicabilidade desses dispositivos para caracterização de compostos orgânicos voláteis foi avaliada previamente [4]. O monitoramento foi complementado com a coleta de amostras de solo e vapor.

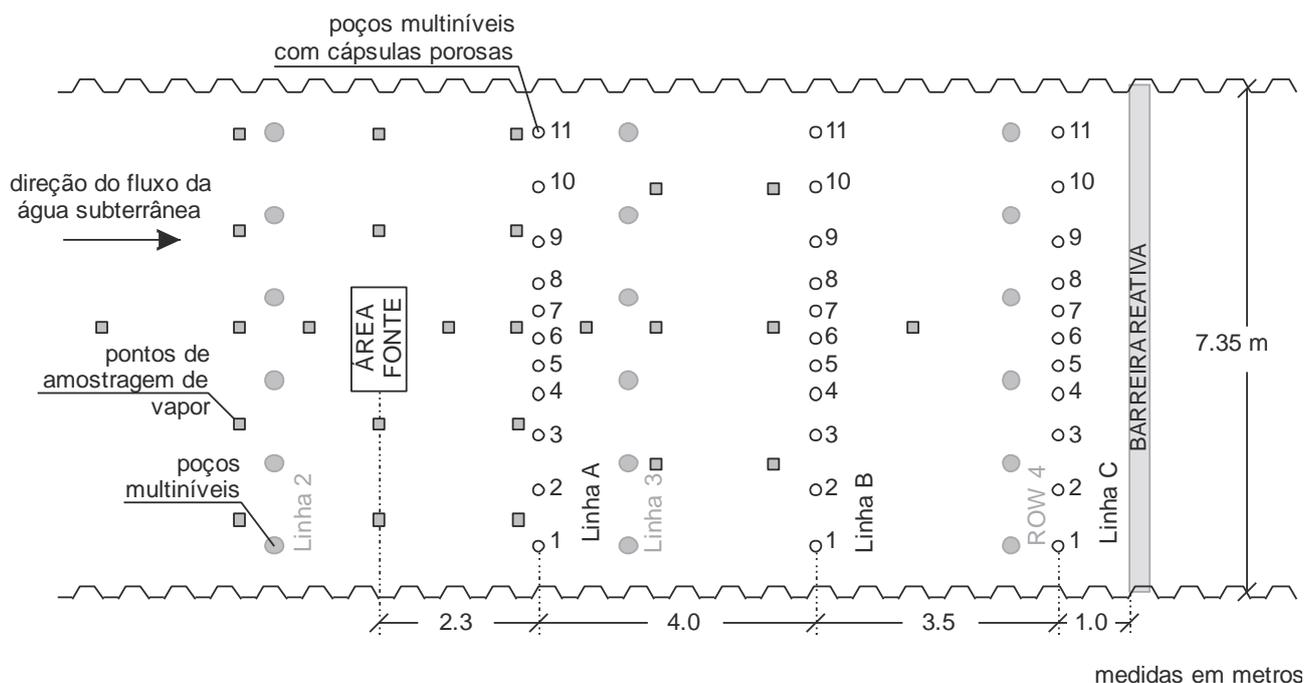


Figura 1. Arranjo experimental

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em algumas campanhas de amostragem foram encontradas concentrações significativas acima do nível d'água, comprovando a ocorrência de transporte horizontal na franja capilar. Foi verificado que o etanol e o MTBE particionaram rapidamente do NAPL para a água, uma consequência da alta solubilidade desses compostos. No entanto, contrário ao esperado, o transporte do etanol foi retardado em relação ao MTBE (Figura 2). Até 188 dias após o derramamento, somente 5% da massa de etanol injetada havia cruzado a primeira linha de poços de monitoramento, enquanto por volta de 28% da massa de MTBE havia cruzado a mesma linha.

Análise de amostras de solo próximo a área do derramamento indicaram a presença de etanol na zona não-saturada, acima da zona com alta concentração de hidrocarbonetos (Figura 3). Foi estimado que a maior parte do etanol ainda se encontra na área fonte, sendo retido na zona não-saturada, preferencialmente em regiões com menor condutividade hidráulica. Esse retardamento pode minimizar o impacto do etanol nos demais compostos ao criar uma defasagem entre eles. Portanto, foi verificado que a zona não-saturada desempenha um papel fundamental no comportamento do etanol, e deve ser considerada quando busca-se avaliar impactos do etanol em contaminações por gasolina.

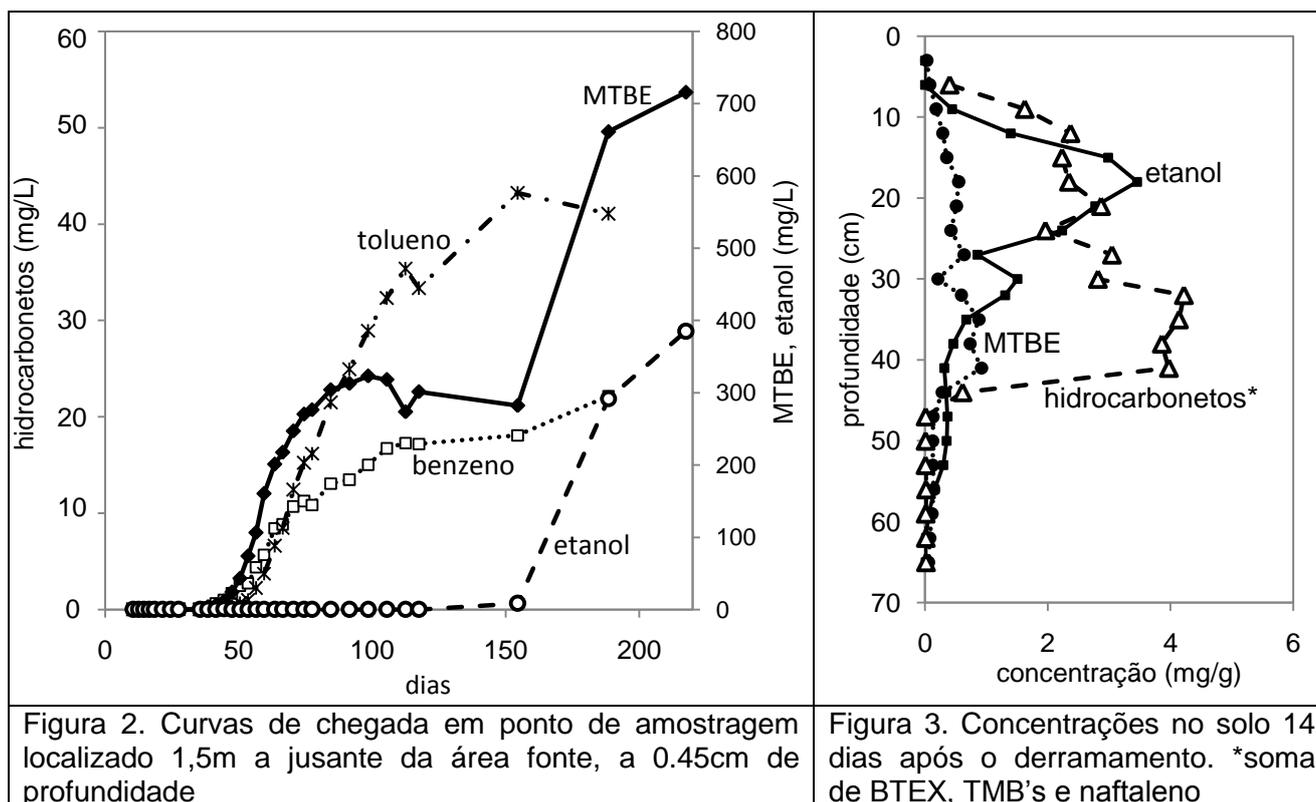


Figura 2. Curvas de chegada em ponto de amostragem localizado 1,5m a jusante da área fonte, a 0.45cm de profundidade

Figura 3. Concentrações no solo 14 dias após o derramamento. *soma de BTEX, TMB's e naftaleno

4. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte do *American Petroleum Institute*, *Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada*, *Canadian Petroleum Products Institute*, *Water and Earth Science Associates Ltd.*, *Conestoga Rovers and Associates* e *Ontario Ministry of Environment*. Juliana Freitas é bolsista da CAPES. Análises foram realizadas por Marianne Vandergriendt e Shirley Chatten da Universidade de Waterloo.

5. REFERÊNCIAS

- [1] Oliveira, E. 1997. Ethanol flushing of gasoline residuals: Microscale and Field Experiments. Ph.D dissertation, University of Waterloo, Waterloo, ON, Canada.
- [2] Yu, S.; Freitas, J.G.; Unger, A.J.A.; Barker, J.F., Chatzis, J. 2009. Simulating the evolution of an ethanol and gasoline source zone within the capillary fringe. *Journal of Contaminant Hydrology* 105 (1-2): 1–17.
- [3] McDowell, C.J.; Powers, S.E. 2003. Mechanisms affecting the infiltration and distribution of ethanol-blended gasoline in the vadose zone. *Environmental Science and Technology* 37: 1803-1810.
- [4] Freitas, J.G; Barker, J.F. 2008. Sampling VOCs with porous suction samplers in the presence of ethanol: How much are we losing? *Ground Water Monitoring & Remediation* 28 (3): 83-92.