

## 6 Conclusões e Sugestões

### 6.1 Conclusões

#### Material para o meio poroso

Quanto ao material escolhido para representar o meio poroso (esferas de vidro), considera-se adequado por ser inerte e, conseqüentemente, não influenciar quimicamente nos resultados dos ensaios de coluna realizados em laboratório. Este fato é uma vantagem, uma vez que não são necessários parâmetros para considerar a interação solo - contaminante, facilitando a simulação dos ensaios com o modelo HSSM e a sua interpretação.

#### Metodologia de ensaio de laboratório

Verter o material na coluna de ensaio sem densificá-lo posteriormente foi o procedimento mais adequado, pois forneceu valores muito próximos de massa específica seca para todos os ensaios executados e reduziu a não uniformidade da saturação de água na coluna após a drenagem.

A metodologia adotada de se colocar a base da coluna em contato com a areia e deixar drenar devido à sucção da mesma, para reduzir a saturação da camada inferior do meio poroso, foi a que forneceu melhor repetitividade quanto à saturação de água que permanecia na coluna após a drenagem, e a que se mostrou ser mais uniforme visualmente.

Com relação ao tamanho da coluna, concluiu-se que esta deveria ser de 60 cm de comprimento para melhor permitir a visualização do avanço da frente de saturação de gasolina ao longo do tempo. Já com respeito ao volume de gasolina injetado, pode-se dizer que 500 cm<sup>3</sup> foram suficientes para as condições dos ensaios de coluna realizados e para todas as análises químicas necessárias.

Quanto aos corantes, fluoresceína e sudan azul foram os que apresentaram maior contraste após a separação da gasolina com etanol em fase orgânica e aquosa.

### Resultados dos ensaios de coluna

- Análises químicas

A partir dos resultados das análises químicas pode-se dizer que no ensaio de gasolina pura praticamente não houve drenagem da água presente no meio poroso (0,10%). Já para os ensaios de gasolina com etanol se encontrou até 45% de água na fase aquosa do efluente.

- Porcentagem retida de BTEX

Com relação à porcentagem retida dos constituintes BTEX, nota-se que variou muito de um ensaio para outro e que em média os xilenos (m, p e o), se somados, foram os que ficaram mais retidos nos ensaios de coluna com gasolina pura. Ainda, em função do reduzido número de ensaios, não se concluiu quanto ao comportamento de cada constituinte separadamente. Como na gasolina pura, os ensaios de gasolina com etanol também tiveram os xilenos (m, p e o-xilenos) como os mais retidos no meio poroso.

Ao se comparar o percentual retido dos constituintes BTEX é possível concluir de forma geral que os constituintes BTEX presentes nas gasolinas ficaram retidos em porcentagens iguais. No entanto, se não ocorresse a completa drenagem da água nos ensaios de gasolina com etanol, eventualmente, os constituintes BTEX ficariam mais retidos nestes casos.

A partir das concentrações dos constituintes BTEX, presentes nas fases orgânica (F.O.) e aquosa (F.A.), que drenaram nos 4 ensaios de coluna com gasolina adicionada de etanol, é possível dizer que os constituintes, preferencialmente, permanecem na própria gasolina, ou seja, na fase orgânica, eventualmente, devido ao reduzido volume de água no meio poroso para solubilizá-los.

De acordo com os resultados obtidos, o etanol está em maior porcentagem na fase aquosa do que a água, nos ensaios realizados neste trabalho.

### Modelo HSSM

No que diz respeito ao modelo de infiltração (HSSM) utilizado no presente trabalho, pode-se dizer que este representou o avanço da frente de saturação de

ambas as gasolinas na coluna com relativa fidelidade. Quanto à previsão da porcentagem de benzeno retida em relação à massa injetada nos ensaios de gasolina pura, verificou-se que o modelo previu com um erro de 14% para mais este resultado. Já para o ensaio de gasolina com etanol, o modelo estimou a massa de benzeno retida com um erro de 13% para mais. No entanto, esses erros são em função de uma série de incertezas nos parâmetros medidos em laboratório como nos estimados a partir de dados da literatura. Ainda, vale ressaltar que o modelo, embora consistente, é unidimensional, possui diversas aproximações e não tem a intenção de representar fielmente o comportamento dos LNAPLs no meio poroso não saturado.

## **6.2 Sugestões**

Sugere-se executar mais ensaios com diferentes saturações iniciais de água na coluna para avaliar o efeito deste parâmetro no processo de infiltração e retenção de constituintes no meio poroso. Este parâmetro deve ter maior relevância nos ensaios de gasolina com etanol, pois altera o efeito de co-solvência

Devido ao reduzido número de ensaios de coluna e, conseqüentemente, poucos resultados para se poder obter um padrão de comportamento tanto da gasolina pura como com etanol, propõe-se a realização de um número maior de ensaios.

Poderiam ser realizados outros estudos com o mesmo interesse, porém com um solo natural representando o meio poroso. Desta forma, poderia se conhecer melhor o comportamento destes contaminantes quando derramados na superfície do solo e se poder tomar medidas mais eficazes para se evitar que a contaminação se torne crítica.

Quanto ao modelo, sugere-se medir os parâmetros viscosidade das gasolinas e tensão interfacial para obter melhores resultados na simulação destes ensaios de coluna. Ainda, poderia ser implementado um modelo para estimar a saturação de água que permanece no meio poroso em função da redução da tensão interfacial após a infiltração da gasolina com etanol. O modelo de infiltração na zona vadosa considerando o efeito de co-solvência poderia ser acoplado a um modelo de fluxo na zona saturada para se complementarem.