

Influência de temperatura, pH e dureza na aplicação de surfactantes para a solubilização e remoção de DNAPLs de águas subterrâneas.

Mariana Rodrigues Peres (IC)¹, Elizabeth Fátima de Souza^{1*}

Faculdade de Química / CEATEC / PUC-Campinas. Rodovia Dom Pedro I, km 136, Parque das Universidades, 13086-900 - Campinas – SP. e-mail: souzaef@puc-campinas.edu.br

Palavras Chave: surfactantes, DNAPLs, processos de remediação, aquíferos.

Introdução

A contaminação de águas subterrâneas por fases não-aquosas líquidas densas (DNAPLs) tem recebido grande atenção na última década. As DNAPLs, como os hidrocarbonetos alifáticos clorados, possuem baixa biodegradabilidade e solubilidade, contaminando grandes quantidades de água por longos períodos. As DNAPLs migram nos aquíferos devido à gravidade e forças capilares, podendo ficar presas na forma de gotas ou formar lentes sob o aquífero. Sistemas convencionais de remediação do tipo bombeamento e tratamento são baseados na extração de águas contaminadas do subsolo e tratamento *ex-situ* dos efluentes. A remediação de aquíferos intensificada por surfactantes (SEAR) é um dos métodos para aumentar a efetividade do processo de bombeamento e tratamento¹.

Resultados e Discussão

A avaliação de desempenho das soluções de surfactantes na solubilização das DNAPLs foi realizada pela medida da intensidade de cor da fase aquosa, após exposição ao tetracloreto de carbono (CCl_4) corado com Oil Red O ($\text{C}_{26}\text{H}_{24}\text{N}_4\text{O}$), nas condições desejadas, por espectroscopia no UV/vis (HP 8351). Foram avaliados os surfactantes não-iônicos álcoois etoxilados (Tween 20, Tween 40 e Tween 80), octilfenol etoxilado (Triton X100), os números indicando o grau de etoxilação médio das moléculas do surfactante; o catiônico brometo de hexadeciltrimetilamônio (CTAB) e o aniônico dodecilsulfato de sódio (SDS). Em temperatura ambiente e pH neutro, os melhores resultados foram obtidos com o Triton X100, CTAB e Tween 20 (Fig. 1.a).

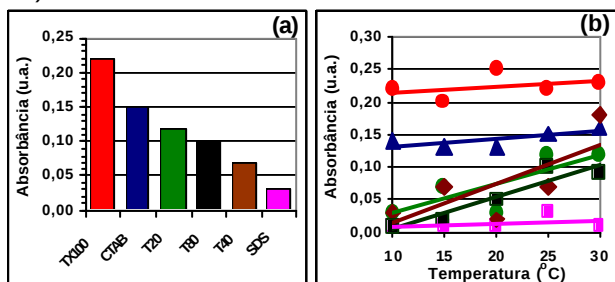


Figura 1. Desempenho dos surfactantes na solubilização do CCl_4 na fase aquosa.

A solubilização do CCl_4 tende a aumentar com a temperatura e a influência é maior em surfactantes do tipo álcool etoxilado (Fig. 1.b), pois as frações de poli(oxietileno) tornam-se mais desidratadas e hidrofóbicas a temperaturas mais altas². Para o SDS, Triton X100, Tweens 80 e 40, a faixa ótima de solubilização encontra-se na região de pH ácido (Fig. 2.a) e em durezas elevadas (Fig. 2.b), favorável à remediação dos solos ácidos brasileiros³. Esta situação prejudica a atuação do surfactante catiônico CTAB

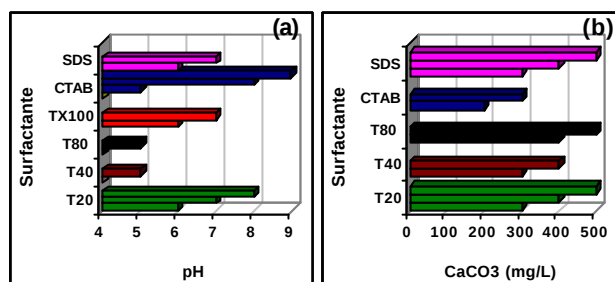


Figura 2. Influência do pH e dureza no desempenho dos surfactantes.

A incorporação de organoclorados é mais fácil em micelas catiônicas⁴. Porém, em pHs e durezas elevadas deve ocorrer uma substituição de contra-íons Br^- da camada de Stern das micelas de CTAB por íons OH^- e CO_3^{2-} , menos fortemente ligados a estas⁵, o que dificultaria a incorporação do CCl_4 .

Conclusões

É possível a utilização de um teste simples para a classificação do desempenho de surfactantes na remoção de DNAPLs. O tamanho, a forma, a hidratação e o grau de ionização das micelas, que dependem da temperatura, pH e força iônica do meio, determinam a afinidade e o espaço disponível para a solubilização do contaminante e, portanto, o desempenho do surfactante.

Agradecimentos

PIBIC/CNPq, FAPESP, PUC-Campinas.

¹ Childs, J. et al., *J. Contaminant Hydrol.*, **2006**, 82, 1.

² Liu, Y.; Chen, S.-H. e Huang, J. S., *Macromolecules*, **1998**, 31, 2236

³ Morello, C. L.; Miranda Filho, J. B. e Gorgulho, E., *Sci. Agricola*, **2001**, 58, 313.

⁴ Hanna, K. et al., *Colloids Surf. A*, **2005**, 254, 231.

⁵ Para, G.; Jarek, E. e Warszynski, P., *Adv. Colloid Interface Sci.*, **2006**, 122, 39.