

**Título .....**: PROPRIEDADES TERMODINÂMICAS E TOPOLÓGICAS UNIVERSAIS DO  
DESLOCAMENTO DE ÓLEO POR GÁS

**Autores .....**: Adolfo Puime Pires & Pavel Bedrikovetsky

**Instituições .:** Laboratório de Engenharia e Exploração de Petróleo (Lenep)  
Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF)

O processo de injeção de gás parcialmente miscível em reservatórios de óleo é um dos métodos mais promissores de EOR. A escolha do gás de injeção (natural, dióxido de carbono, nitrogênio, etc.) e da pressão de injeção sob condições específicas de propriedades do reservatório (molhabilidade, composição do óleo e outras) requerem um modelo matemático preciso e confiável.

Os perfis de saturação e concentração durante a injeção de gás contêm diversos choques, os quais não podem ser representados com precisão pelos modelos numéricos. Dessa forma, diversos estudos de reservatórios que envolvam esses processos devem ser conduzidos através da utilização de modelos analíticos. Tal fato já é conhecido pela comunidade científica e diferentes pesquisas têm sido conduzidas nas Universidades de Stanford e do Texas, na Universidade Técnica da Dinamarca e na Academia de Óleo e Gás de Moscou durante as últimas décadas. Apesar de tudo, as principais ligações entre o comportamento de fases do sistema gás-óleo, a topologia das linhas de amarração, integração exata e ondas hiperbólicas elementares ainda não foram esclarecidas.

O problema do deslocamento unidimensional de óleo por gás parcialmente miscível é um problema de Riemann para o sistema de equações hiperbólicas quasi-linear. Esse sistema é similar à cromatografia monofásica multicomponente. As ligações universais entre a termodinâmica da adsorção multicomponente, existência das invariantes de Riemann e ondas elementares já foi estabelecida por Rhee et al. (1970) e Temple (1986). O trabalho de Dahl et al. (1992) apresenta a generalização desse sistema para fluxo bifásico, que é o modelo aplicável à injeção de químicos em reservatórios de óleo.

Nesse trabalho desenvolvemos uma teoria para o deslocamento bifásico multicomponente, que generaliza os trabalhos mencionados anteriormente e descreve o processo de injeção de gás parcialmente miscível em reservatórios de óleo. O defeito de dimensão topológica do sistema de linhas de amarração resulta na existência de invariantes de Riemann e permite o desenvolvimento de modelos analíticos para a injeção de gás em reservatórios. Premissas termodinâmicas que levam ao comportamento específico do sistema gás-óleo também são discutidas.

Finalmente, fórmulas analíticas exatas para o deslocamento bifásico multicomponente de misturas ideais gás-óleo são apresentadas, permitindo a otimização do processo de injeção de gás em experimentos laboratoriais e no campo.

*Dahl, O.; Johansen, T.; Tveito, A.; Winther, R.. "Multicomponent Chromatography in a Two Phase Environment". SIAM J. Appl. Math., Vol. 52, No. 1, February 1992, pp. 65-104.*

*Rhee, H.-K.; Aris, R.; Amundson, N. R.. "On the Theory of Multicomponent Chromatography". Phil. Trans. Royal Soc., Ser. A, Vol. 267, 1970, pp. 419-455.*

*Temple, B.. "Systems of Conservation Laws with Invariant Manifolds". Transactions of the American Mathematical Society, Vol. 280, No. 2, December 1983, pp. 781-795.*