

TEORIA DE BUCKLEY-LEVERETT APLICADA NO DESLOCAMENTO DE ÓLEO PELO MÉTODO DE LOW-SALINITY WATER FLOODING¹

João Victor Correia Lopes², Luis Fernando Lamas³, Damianni Sebrão³.

¹ Vinculado ao projeto “Simulação Numérica da Injeção de Água Projetada em Carbonatos”

² Acadêmico do Curso de Engenharia de Petróleo – CESFI– Bolsista PROBIC

³ Orientador, Departamento de Engenharia de Petróleo – CESFI – luis.lamas@udesc.br, damianni.sebrao@udesc.br

Em operações *offshore*, devido a grande quantidade de água do mar, é comum injetar água nos poços como método de recuperação avançada de petróleo (EOR - *Enhanced Oil Recovery*) no qual ajuda a manter a pressão do reservatório e melhora a produção de óleo. A injeção de água (do inglês, *Waterflooding*) como método secundário é a técnica mais comum utilizada como método EOR no mundo, tendo alta eficácia no deslocamento de óleos de densidade média e de fácil injeção nas rochas reservatório. Comparado com outros métodos EOR, como CO₂, polímero, e surfactante, a água não tem custo assim tornando o método ainda mais atrativo.

Para evitar grandes gastos na compra de químicos e equipamentos, é necessário avaliar o melhor método de recuperação. Onde, o fator de recuperação é impactado pela interação entre óleo e rocha reservatório. O efeito da molhabilidade é um exemplo onde a rocha precisa ser mais molhável a água do que ao óleo para aumentar o fator de recuperação. Estudos atuais indicam que a injeção de com adição de íons, conhecido como *Low Salinity Water Flooding* (LSWF), é eficiente na mudança de molhabilidade e é mais barato do que os métodos usuais utilizados na indústria.

Assim, com a finalidade de simular e verificar o deslocamento de óleo no meio poroso com a injeção de água e LSWF, é criado um código em Python que permite a simulação numérica a partir da teoria de Buckley-Leverett. Com dados de entrada retirados da literatura para os parâmetros de permeabilidade relativa máxima da água e óleo, saturação da água conata, saturação inicial da água, saturação residual do óleo, parâmetros de Corey da água e óleo, e viscosidade da água e óleo, tanto para água de alta como para baixa salinidade. É criado um vetor de n intervalos de 0 a 1 para a criação da saturação da água normalizada, em que para cada nó os cálculos das propriedades são realizados. No qual para o cálculo da pressão, foi obtido a partir da equação da Lei de Darcy para fluxo constante, sendo os termos rearranjados em função do diferencial de pressão e aplicados as variáveis adimensionais, assim realizando a integração e obtendo a variável da queda de pressão.

Quando aplicados o método de *Waterflooding*, temos que à medida que o óleo é produzido a frente de água avança aumentando a saturação de água no reservatório. Onde o limite de contato óleo-água se dá por uma saturação de água de 0,49%, o que representa em um tempo adimensional de 0,1 a varredura do reservatório em 25% da distância total. E a queda de pressão com um pico inicial iniciando em 5,97 caindo para 3,87 em um tempo adimensional de 10.

O método de LSWF é aplicado em um tempo adimensional igual 6, logo depois que a água foi injetada assim se caracterizando como um método terciário, onde é presente três frentes de avanço, óleo, água, e água de baixa salinidade. Tal que, a água de baixa salinidade tem um avanço maior do banco de óleo, caracterizando uma saturação de água de 0,61% que traz um

aumento no fator de recuperação de 15,2% e uma queda de pressão igual a 3,0 para um tempo adimensional igual a 16.

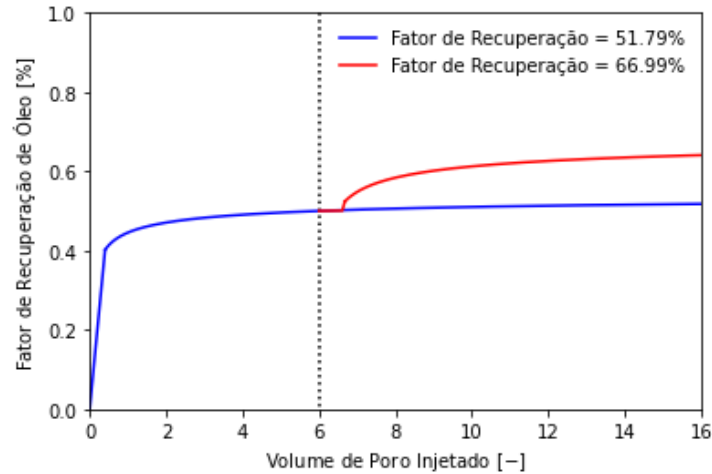


Figura 1. Fator de recuperação de óleo

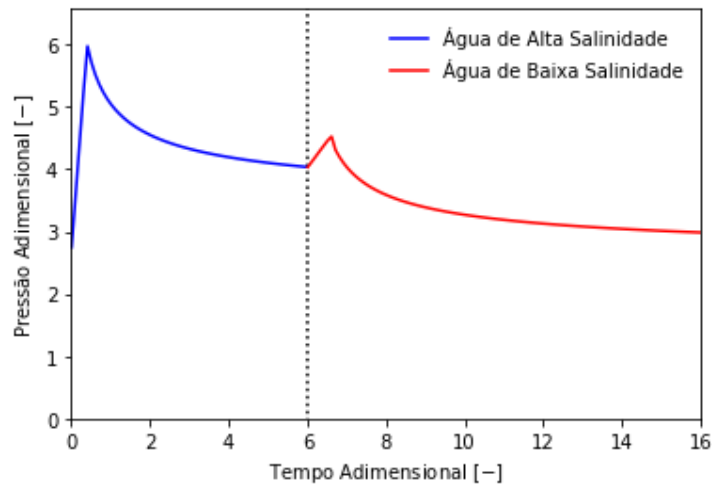


Figura 2. Queda de pressão

Palavras-chave: Recuperação Avançada de Petróleo. *Low Salinity Water Flooding*. Teoria de Buckley-Leverett.