

INJEÇÃO DE SOLVENTE PARA REMOÇÃO DE DANO ORGÂNICO

Rafael Ruan Serrão Miranda¹; Rebeca do Nascimento Pinto Lima¹; Cláudio Regis dos Santos lucas², Yanne Katiussy Pereira Gurgel Aum³, Pedro Tupã Pandava Aum^{1,*}

¹Universidade Federal do Pará

²Universidade Federal do Rio Grande do Norte

³Universidade Federal do Amazonas

pedroaum@ufpa.br

Resumo:

Como consequência da composição do petróleo e condições as quais está submetido no escoamento dentro do reservatório em direção ao poço, alguns componentes mais pesados, comuns em petróleos pesados, podem vir a segregar-se e acabam por se precipitar da superfície da rocha causando redução da permeabilidade, restringindo a produção ou injeção de fluidos. A essa redução de permeabilidade na região do poço dá-se o nome de dano a formação de origem orgânica. O objetivo principal deste trabalho é avaliar as variações de permeabilidade da rocha reservatório e suas variações submetidas ao dano e sua resposta ao tratamento químico com xileno utilizando-se de um simulador de reservatório. Foram utilizados neste trabalho plugues de arenito Botucatu como rocha reservatório, óleo mineral como fluido para medida de permeabilidade, petróleo do campo de Fazenda Belém como fonte de orgânicos para formação do dano, querosene para remover frações não precipitadas e xileno como solvente de tratamento. Os resultados mostraram que houve, após a formação do dano, redução de 87,5 da permeabilidade inicial dos plugues e que após o tratamento com xileno recuperou-se 42,2% da permeabilidade inicial e aumento 338,2 % da permeabilidade com relação a permeabilidade alterada pelo dano, mostrando a eficiência do xileno como tratamento de dano de origem orgânica.

Palavras-chave:

Petróleo pesado, dano a formação de origem orgânica, tratamento com solventes.

Introdução

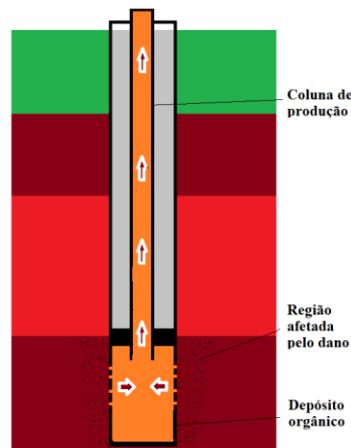
O petróleo é a principal fonte de energia e uma das maiores fontes de matéria prima da indústria mundial. O aumento da demanda de hidrocarbonetos veio atrelado à dificuldade, cada vez maior, em encontrar petróleos leves, obrigando a melhoria contínua de tecnologia para contornar os problemas advindos de petróleos pesados.

Durante os processos de perfuração, completação, injeção, estimulação e produção, pode haver alteração da permeabilidade da formação próxima ao poço advinda destes processos, causando o que se chama de dano.

A grande importância dada ao dano a formação deve-se as implicações financeiras causadas pela redução da permeabilidade, que pode levar a inviabilidade no desenvolvimento de um campo petrolífero (ESCOBEDO; MANSOORI, 1997).

Existem diversos mecanismos de formação de danos, entrando, um dos de maior interesse quando o poço é portador de óleo pesado é o dano de origem orgânica. O dano de origem orgânica é causado pela precipitação de compostos presentes no petróleo, tais como parafina, resinas e principalmente asfaltenos, durante a produção primária ou causado pela incompatibilidade fluidos injetados no reservatório principalmente durante operações de recuperação secundária e completação (Figura 1).

Figura 1 – Representação da zona danificada na zona próxima ao poço

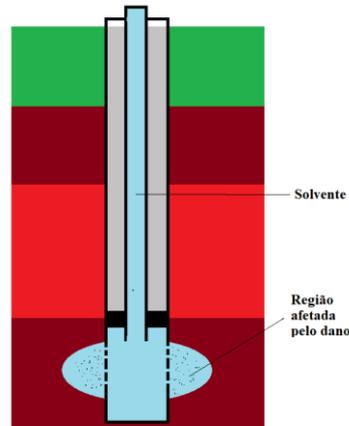


Fonte: O autor

Os asfaltenos são compostos orgânicos polares de alto peso molecular com grande número de anéis aromáticos e heteroátomos que estão presente dispersos nos petróleos que formam depósitos dentro dos poros da formação de difícil remoção (CIVAN, 2016).

O principal tratamento utilizado na remediação do dano em que a precipitação de asfaleno é o maior causador é o uso de tratamento de imersão com algum baseado em solvente aromático, como benzeno, xileno ou tolueno, no qual é injetado um volume suficiente para atingir a profundidade do dano, seguido de um período de repouso que pode variar de horas a dias depois o poço é posto em fluxo novamente (HOUCHIN; HUDSON, 1986) (Figura 2).

Figura 2 – Representação do processo de tratamento por imersão com solvente



Fonte: O autor

O objetivo principal deste trabalho é avaliar as variações de permeabilidade da rocha reservatório e suas variações submetidas ao dano e sua resposta ao tratamento químico utilizando-se de um simulador de reservatório.

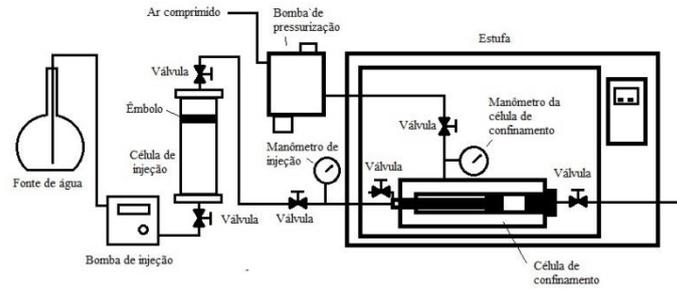
Neste trabalho foram caracterizados os parâmetros do plugue de arenito Botucatu de interesse para engenharia de reservatório e efetuado fluxo com óleo mineral para determinação da permeabilidade antes e depois do dano causado pela deposição de orgânicos do petróleo pesado do campo de Fazenda Belém assim como após o tratamento efetuado com Xileno.

Metodologia

A metodologia presente neste trabalho é dividida em 5 etapas na seguinte sequência: determinação da permeabilidade original (k_o), injeção do petróleo Fazenda Belém, extração dos compostos solúveis em querosene, determinação da permeabilidade alterada pelo dano (k_d), tratamento por imersão em xileno e determinação da permeabilidade alterada pelo dano (k_t).

Para permitir o bombeio de fluidos e simular as condições de reservatório foi utilizado um simulador de reservatório, que é composto de uma célula de confinamento, célula de injeção de fluido, manômetro, bomba de pressão de confinamento, bomba de injeção de fluidos e uma estufa, conforme o esquema demonstrado na Figura 3.

Figura 3- Simulador de reservatório



Fonte: O autor

Determinação das permeabilidades:

As determinações das permeabilidades foram efetuadas na condição de fluxo estacionário e pressão constante aplicando a vazão de 1 ml/min com óleo mineral sob pressão de confinamento de 1000 psi no simulador de reservatório (Figura 3) e aplicando a equação para fluxo em meios porosos de Darcy (Equação 1)

$$k = - \frac{Q \cdot \mu \cdot L}{A \cdot \Delta p} \quad (1)$$

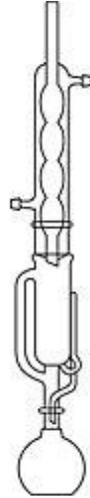
Injeção do petróleo Fazenda Belém

Após a determinação da permeabilidade original (k_o) houve a injeção do petróleo Fazenda Belém no volume equivalente ao volume poroso do plugue na vazão de 0,25 ml/min com objetivo de causar alteração da permeabilidade.

Extração dos compostos solúveis em querosene

Após a injeção do petróleo Fazenda Belém o plugue foi submetido a extração com querosene em um extrator Soxhlet (Figura 4) por 24 horas para remover todos os compostos solúveis.

Figura 4 - Extrator Soxhlet



Fonte: Disponível em : < <http://www.grainger.com/Grainger/Soxhlet-Extraction-Apparatus-6FVX8>>. Acessado em: 30/10/1012

Tratamento por imersão em xileno

Tendo a permeabilidade alterada pelo dano (k_d) determinada, o plugue recebeu o tratamento com xileno através da injeção do volume equivalente ao volume poroso do plugue, na vazão de 0,25 ml/min e em seguida foi deixada em repouso por 24 horas antes verificar a permeabilidade após tratamento (k_t).

A eficiências foram medidas durante as etapas baseadas nas equações (2), (3) e (4).

$$\%AD = \frac{k_d - k_o}{k_o} \times 100\% \quad (2)$$

$$\%ERP = \frac{k_t}{k_o} \times 100\% \quad (3)$$

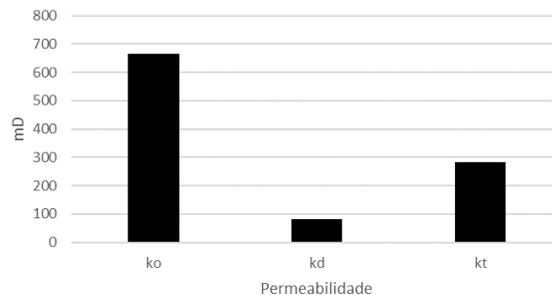
$$\%ET = \frac{k_t - k_d}{k_d} \times 100\% \quad (4)$$

Onde: % AD = % Alteração de permeabilidade em relação a permeabilidade original; %ERP= Eficiência na recuperação da permeabilidade; %ET= Eficiência do tratamento na recuperação da permeabilidade; k_o = permeabilidade original; k_d = permeabilidade alterada pelo dano; e k_t = permeabilidade após tratamento.

Resultados e Discussão

As determinações das permeabilidades foram efetuadas no simulador do reservatório e os seus valores encontram-se na Figura 5, onde observa-se uma redução significativa da permeabilidade causada pela criação do dano provocado pela precipitação de compostos presentes no petróleo Fazenda Belém e seu posterior aumento após o tratamento com xileno, o qual não conseguiu restaurar a permeabilidade original.

Figura 5: Representação gráfica das permeabilidades original (k_o), alterada pelo dano (k_d) e tratada (k_t)



Fonte: autor

Os cálculos dos parâmetros de eficiência baseados nas equações (2), (3) e (4) estão resumidos na Tabela 1, onde é possível observar que o petróleo Fazenda Belém provocou uma redução de 87,6% (%AD) em relação a permeabilidade original. Quando avaliado a permeabilidade após o uso do xileno observou-se a restauração da permeabilidade a 42,3% da permeabilidade original (%ERP) e o aumento de 239,8% na permeabilidade quando comparada a permeabilidade original. O comportamento de solubilidade aponta que há asfaltenos no material precipitado dentro da rocha.

Tabela 1: Reagentes utilizados nos experimentos

Parâmetro	Valor
%AD	87,6%
%ERP	42,3%
%ET	239,8%

Fonte: autor

Conclusões

O método utilizado para provocar o dano foi efetivo como comprovado através da redução de 87,6% da permeabilidade original (%AD) do plugue. O tratamento com xileno foi bastante eficiente frente ao dano de origem orgânica, pois recuperou 42,3% da permeabilidade original (%ERP) e aumentou em 239,8% a permeabilidade após tratamento com relação a permeabilidade alterada pelo dano (%ET).

Referências

CIVAN, F. **Reservoir formation damage: fundamentals, modeling, assessment, and mitigation.** 3 ed. Houston: Gulf Publishing Company, 2016.

ESCOBEDO, J.; MANSOORI, A. Viscosimetric Determination of the Onset of Asphaltene Flocculation: A Novel Method. **SPE Production & Facilities**, v. 10, n. 02, p. 115-118. mai. 1997.

HOUCHIN, L. R.; HUDSON, L.M. The Prediction, Evaluation, and Treatment of Formation Damage Caused by Organic Deposition. In: SPE Formation Damage Control Symposium. **Technical Presentation.** Lafayette: Society of Petroleum Engineers. 1986.