

10º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

ESTUDO DOS TENSOATIVOS OCS E TWEEN 80 NAS MICROEMULSÕES PARA ATUAREM COMO COLCHÕES LAVADORES NA REMOÇÃO DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO DE PETRÓLEO

AUTORES:

¹Thaine Taumaturgo Caminha, ¹Elayne Andrade Araújo, ¹Fabíola Dias da Silva Curbelo, ¹Alfredo Ismael Curbelo Garnica, ¹Tarsila Melo Tertuliano, ²Júlio César de Oliveira Freitas

INSTITUIÇÃO:

¹Universidade Federal da Paraíba- UFPB, ²Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

ESTUDO DOS TENSOATIVOS OCS E TWEEN 80 NAS MICROEMULSÕES PARA ATUAREM COMO COLCHÕES LAVADORES NA REMOÇÃO DE FLUIDOS DE PERFURAÇÃO DE PETRÓLEO

Abstract

In this work vegetable oil/surfactants based microemulsion were developed to verify the potential as flushing fluids. Thermal stability, rheological, removal and wettability were studied. The components of the microemulsion were castor oil as vegetable oil phase, KCl (2% weight) as aqueous phase and nonionic surfactant (system 1), and pine oil as vegetable oil phase, NaCl (2% weight) as aqueous phase and ionic surfactant (system 2). Ternary phase diagrams were prepared, in which the proportions of 25S/5VO/70AP were chosen (Flushing fluid 1) for the system development with nonionic surfactant, and 25S/5VO/70AP (Flushing fluid 2) for ionic surfactant. Initially, the microemulsions were evaluated for thermal stability test and rheological study. Thus, by turbidity test, it was verified that the studied microemulsion systems obtained satisfactory results, presenting micellar stability when system temperature was increased, ie remaining homogeneous systems. From rheological study, the microemulsions behaved as Newtonian fluids. Microemulsion systems defined like 1 and 2 obtained removal efficiency of 100% of filter cake formed by drilling fluid within 57 seconds and 49 seconds, respectively. Posteriorly, wettability inversion was performed, in which the flushing fluids were tested pure and diluted in water, at the volumetric fraction of 1:1, 1:5 and 1:10. Pure microemulsion system 2 was able to reverse wettability, and the microemulsion system 1 was able to reverse the wettability in two proportions studied (1:5 and 1:10) used 68 mL and 45 mL, respectively.

Introdução

O cenário mundial é altamente dependente dos derivados de petróleo, uma vez que, influenciam diretamente no funcionamento das sociedades. Com isso, visando satisfazer a demanda por petróleo, métodos mais eficientes para produção estão sendo desenvolvidos e aperfeiçoados. A perfuração de poços de petróleo é uma das etapas mais importantes e complexas do processo de exploração petrolífera, visto que, consiste em atravessar as formações geológicas em busca de hidrocarbonetos presentes (QUINTERO et al, 2015).

Na perfuração de poços, fluidos de perfuração (S/OBM) são utilizados com objetivo de remover os cascalhos gerados durante a operação de perfuração. Esses fluidos são bombeados para o interior do poço através da coluna de perfuração e retornam pelo espaço anular formado entre a coluna e a formação rochosa, no qual haverá retenção de partículas sólidas maiores nas paredes do poço, criando uma película de baixa permeabilidade, denominada reboco (FARIAS et al., 2007). A presença desse reboco pode afetar a vida útil do poço, ocasionando redução da permeabilidade relativa e, consequentemente, baixa eficiência na etapa de cimentação e diminuição na produção de hidrocarbonetos.

A operação de cimentação é uma etapa essencial para as fases de perfuração e completação dos poços de petróleo. Visando garantir uma boa cimentação, é necessário que o fluido de perfuração e o reboco sejam completamente removidos, pois o contato destes componentes com a pasta resulta em uma mistura viscosa, ocasionando uma diminuição do fluxo da lama e, consequentemente, uma cimentação ineficiente (BISHOP et al., 2008). Portanto, como uma forma de limpar a parede do poço, são bombeados, à frente da pasta de cimento, os colchões lavadores, de modo a evitar a contaminação da pasta pelo fluido de perfuração e vice versa (THOMAS, 2001).

Os colchões lavadores são utilizados para auxiliarem na limpeza das paredes do poço e garantir que todo o fluido de perfuração e/ou reboco formado, sejam completamente removidos (ALBUQUERQUE; LEAL, 2009). Além disso, esses fluidos devem ser capazes de inverter a molhabilidade da superfície rochosa de molhável a óleo para molhável a água. Portanto, o desenvolvimento de colchões lavadores mais eficientes e economicamente viáveis é necessário.

Estudos cada vez mais elaborados sobre microemulsões (QUINTERO et al, 2015) estão sendo desenvolvidos e aperfeiçoados para serem utilizados como colchões lavadores e, dessa maneira, comprovarem a eficiência desses compostos na remoção do reboco e na capacidade de inversão da molhabilidade de molhável a óleo para molhável a água. Diante disto, este trabalho visa o desenvolvimento de sistemas microemulsionados para atuarem como potenciais colchões lavadores na limpeza e inversão de molhabilidade de poços de petróleo.

Metodologia

- **Elaboração do diagrama ternário**

Para a construção do diagrama de fases ternário, inicialmente, pesou-se dois dos componentes, fase aquosa (KCl 2% ou NaCl 2%) e fase oleosa (óleo de mamona ou óleo de pinho), em proporções mássicas previamente definidas. Posteriormente, foi adicionado o terceiro componente (tensoativo), com agitação mecânica constante, até o desaparecimento da fase heterogênea. Com isso, as massas dos três componentes foram determinadas e, conseqüentemente, suas respectivas frações mássicas. Por fim, foi possível determinar a região de Winsor IV (homogênea) para a escolha da melhor proporção entre os componentes da mistura para realização dos testes como colchão lavador.

- **Teste de estabilidade térmica**

Os sistemas microemulsionados foram avaliados a partir do teste de estabilidade térmica, com o objetivo de analisar suas propriedades para futura aplicação como colchão lavador na indústria petrolífera. Para a realização do teste de estabilidade térmica, as microemulsões foram colocadas em um recipiente adequado, sob aquecimento e agitação constantes, e monitoradas visualmente até ocorrer mudanças no seu aspecto físico, como o surgimento de turbidez no sistema, sendo denominada de temperatura de turbidez.

- **Estudo reológico**

O estudo reológico foi realizado no equipamento Reômetro Brookfield DVIII Ultra, onde a viscosidade das amostras foi verificada no intervalo de 40 à 70°C, variando a cada 10°C, assim como, a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação. As medidas foram feitas automaticamente a cada temperatura, variando apenas a velocidade de rotação, na faixa de rotação de 1 a 90 rpm.

- **Síntese do colchão lavador**

A partir dos diagramas de fases desenvolvidos, foram escolhidos microemulsões do tipo Winsor IV para aplicação como colchão lavador. Portanto, foram necessários a preparação de, aproximadamente, 200 mL de cada sistema microemulsionado para cada teste.

- **Teste de eficiência de remoção**

Este teste tem como principal objetivo verificar a eficiência do colchão lavador formulado em laboratório, através da verificação do tempo de remoção de um filme do fluido de perfuração. O teste foi realizado conforme descrito no teste M12, intitulado “Determinação da eficiência de colchões para

cimentação de poços de petróleo”, contido em Procedimentos e Métodos de Laboratório destinados à Cimentação de Poços Petrolíferos - PROCELAB (CAMPOS, 2009).

Inicialmente, o fluido de perfuração não aquoso foi homogeneizado por 30 minutos no equipamento Hamilton-Beach, simultaneamente, 200 mL do sistema microemulsionado foi aquecido até a temperatura de 88°C, sob agitação constante. Após a completa homogeneização, verteu-se 2 a 4 mL do fluido na janela de visualização do béquer, formando um filme fino de reboco e, em seguida, 200 mL do colchão lavador (sistema microemulsionado) foi adicionado ao béquer do lado oposto à janela de visualização, de maneira a manter o reboco formado íntegro.

Por fim, o procedimento de eficiência da remoção foi realizado no viscosímetro Fann 35 à uma taxa de rotação de 300 rpm. O tempo máximo de duração do teste é de 10 minutos, sendo finalizado caso haja a limpeza total antes desse tempo estabelecido.

- **Teste de inversão de molhabilidade**

Inicialmente, o colchão lavador e o fluido de perfuração foram pré-condicionados em um consistômetro atmosférico até a temperatura de 190°F e, posteriormente, o fluido de perfuração não aquoso foi inserido no equipamento *Wettability Tester* de inversão de molhabilidade para realização do experimento e titulado com o colchão lavador. O teste seguiu a metodologia M19 contida no PROCELAB (CAMPOS, 2009).

O teste foi realizado através da medida da condutividade elétrica. Inicialmente, o fluido de perfuração não aquoso, caracterizado por um sistema água em óleo (A/O), não apresenta condutividade. À medida que o colchão lavador vai sendo adicionado ao fluido de perfuração, vai ocorrendo a inversão para um sistema óleo em água (O/A), com condutividade semelhante à da água. O fluido de perfuração, no volume de 200 mL, é continuamente titulado com o colchão lavador e a atividade elétrica é exibida na tela do equipamento. O teste é finalizado quando a condutividade elétrica apresenta um valor estável maior ou igual a 1 (um), utilizando até 200 mL do colchão lavador.

Resultados e Discussão

- **Diagrama de fases**

Os tensoativos estudados nesse trabalho foram analisados de acordo com o seu comportamento obtido através dos diagramas de fases ternários. A solução salina (KCl 2% ou NaCl 2% em peso) foi utilizada para simular condições de salinidades encontradas nos poços petrolíferos. Além disso, foi utilizado óleo vegetal como fase oleosa para garantir que o sistema seja limpo e biodegradável e, dessa maneira, viável para futura aplicação.

O diagrama de fases apresentado na Figura 1 foi construído utilizando os componentes: óleo de mamona, solução aquosa de KCl 2% em peso e tensoativo não iônico (Tween 80 – T80). O diagrama da Figura 2 foi construído utilizando: óleo de pinho, solução aquosa de NaCl 2% em peso e tensoativo iônico (Óleo de côco saponificado – OCS). Foram identificadas regiões de microemulsão (WIV) nos 2 diagramas, sendo de interesse para aplicação como colchão lavador.

Figura 1: Diagrama ternário composto por KCl 2% em peso, óleo de mamona e tensoativo não iônico (T – 80).

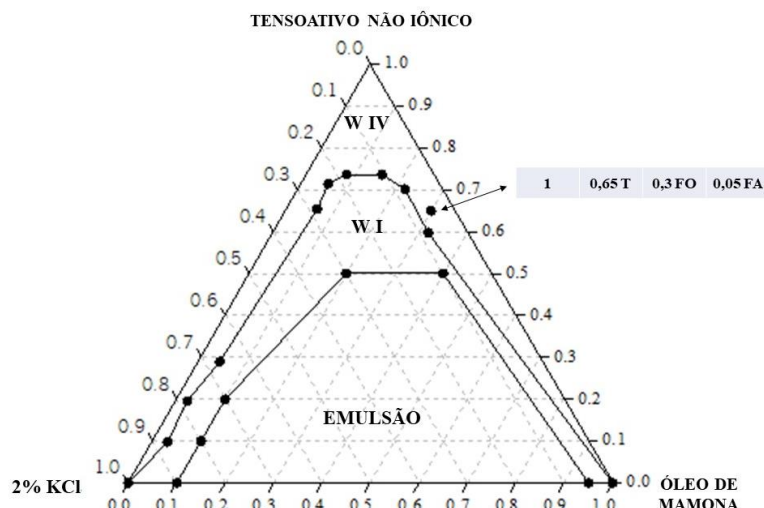
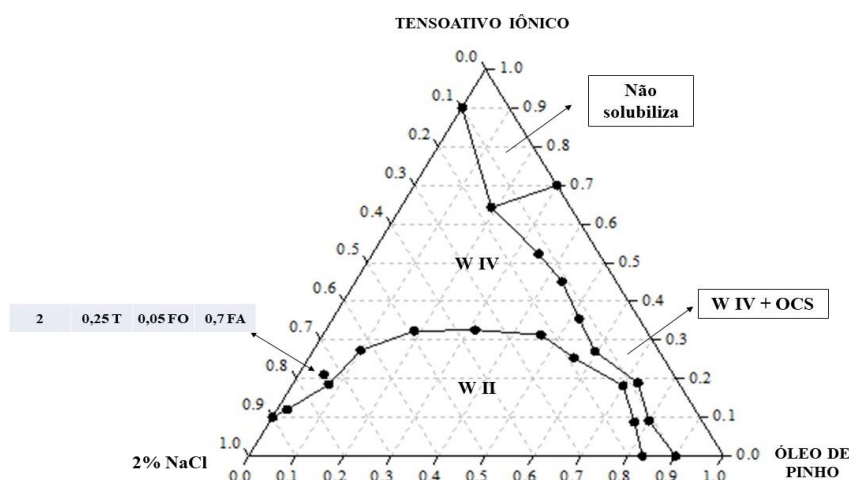


Figura 2: Diagrama ternário composto por NaCl 2% em peso, óleo de pinho e tensoativo iônico (OCS).



- **Estabilidade térmica**

Inicialmente, foram avaliadas as temperaturas de turbidez dos sistemas 1 e 2 (pontos 1 e 2 das Figuras 1 e 2, respectivamente). Este teste de estabilidade térmica teve como objetivo avaliar o comportamento do colchão lavador no processo de perfuração, devido ao gradiente de temperatura existente ao longo dos poços de petróleo. Os sistemas microemulsionados 1 e 2 (pontos 1 e 2, respectivamente), turvaram nas temperaturas de 71,6 °C e 76,0 °C, respectivamente. Sabendo que a temperatura média dos poços de petróleo é, em torno, de 55 °C, ambos os sistemas obtiveram resultados satisfatórios, ou seja, apresentaram uma maior estabilidade das micelas do tensoativo mesmo com maior vibração adquirida pelo aumento da temperatura.

- **Teste de remoção**

De acordo com o teste de remoção, ambos os colchões analisados possuíram 100% de eficiência de remoção, sendo a remoção dos sistemas microemulsionados 1 e 2 realizada em 57 s e 49 s, respectivamente.

Figura 3: Eficiência de remoção: A) Sistema microemulsionado 1; B) Sistema microemulsionado 2.



• Estudo reológico

A classificação dos colchões, quanto aos modelos reológicos, foi obtida por meio de regressão linear. De acordo com os resultados, foi possível observar que os sistemas microemulsionados analisados apresentaram taxa de cisalhamento diretamente proporcional a taxa de deformação para todas as temperaturas, 40°C à 70°C, apresentando comportamento de fluido newtoniano. Fluidos newtonianos são os mais indicados para utilização como colchão lavador, pois a viscosidade se mantém constante com a variação da taxa de deformação, e essa característica é desejada para que haja uma boa remoção do reboco e inversão da molhabilidade da rocha, devido a variações de temperatura e pressão que poderão ocorrer ao longo da profundidade do poço.

Figura 4: Comportamento da viscosidade em relação a taxa de deformação para o sistema microemulsionado 1.

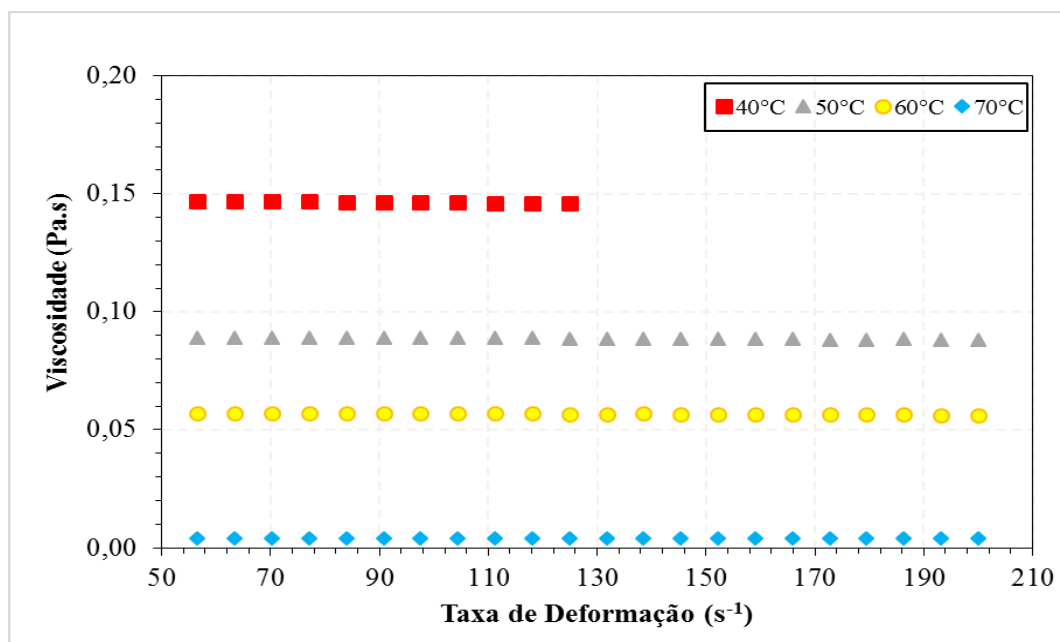
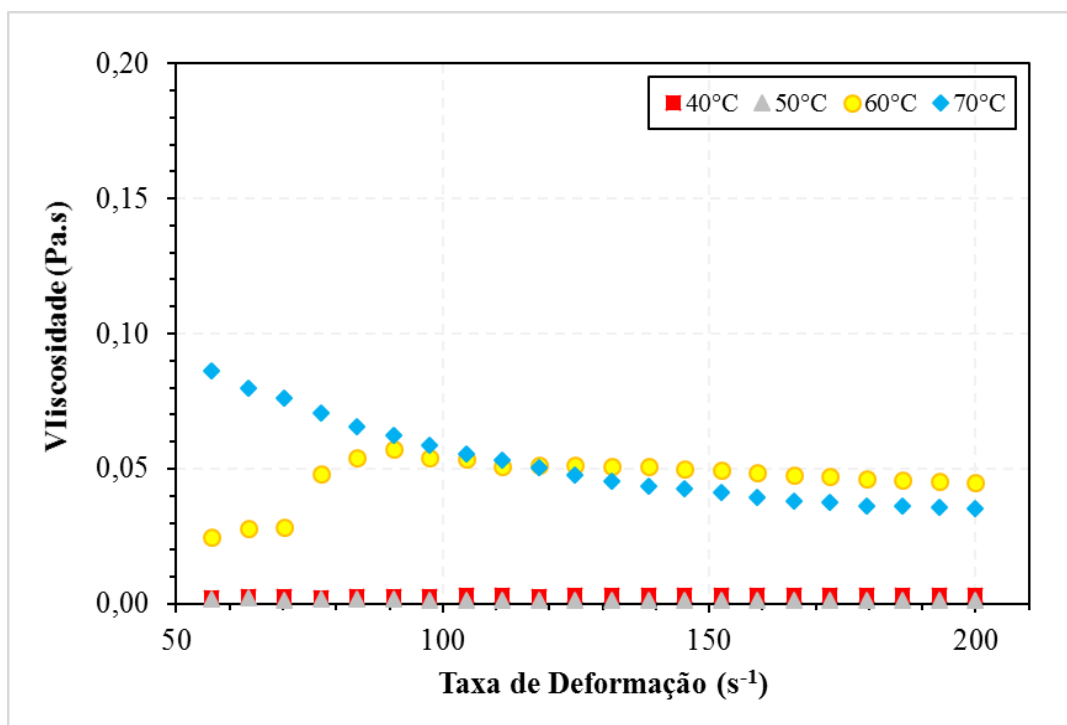


Figura 5: Comportamento da viscosidade em relação a taxa de deformação para o sistema microemulsionado 2.



- Teste de inversão de molhabilidade**

Na Tabela 1 estão apresentados os volumes requeridos para a inversão.

Tabela 1: Inversão da molhabilidade dos sistemas microemulsionados.

<i>Colchão</i>	<i>Tipo</i>	<i>Inversão</i>	<i>Volume Gasto</i>
1	Puro	Não inverteu	-
	Diluído 1:5	Inverteu	68 mL
	Diluído 1:10	Inverteu	45 mL
2	Puro	Inverteu	87,5 mL

Inicialmente, através da titulação contínua com o colchão lavador, pode-se observar que somente as amostras diluídas (1:5 e 1:10) do sistema microemulsionado 1 apresentaram condutividade elétrica igual ou maior que 1, ou seja, foram eficientes em inverter a molhabilidade do fluido de perfuração. Além disso, pode-se observar que os sistemas diluídos possuem uma melhor performance em relação à inversão da molhabilidade do fluido. Este fato pode ser explicado, pois sistemas que possuem maior quantidade de fase aquosa na sua composição tornam-se mais satisfatórios, pois apresentam maior condutividade elétrica no meio, entretanto, a presença do tensoativo é essencial.

Ao analisar o sistema microemulsionado 2, foi possível verificar a sua capacidade de inversão da molhabilidade do fluido em seu estado puro, diferentemente do outro sistema analisado. Este fato pode ser explicado, pois o sistema microemulsionado 2 é o que possui maior quantidade de fase aquosa na sua composição, dessa maneira, de forma análoga ao anterior, apresentam maior condutividade elétrica no meio.

Conclusões

Neste trabalho foram desenvolvidos sistemas microemulsionados à base de óleo vegetal e tensoativos iônico e não iônico, para verificar sua potencialidade como colchão lavador, através de testes de estabilidade térmica, estudos reológicos, eficiência de remoção e inversão de molhabilidade

Verificou-se que, ambos os sistemas obtiveram resultados satisfatórios, pois apresentaram elevada eficiência de remoção, foram capazes de inverter a molhabilidade do fluido de perfuração e foram classificados como fluidos newtonianos na faixa de temperatura analisada. Dessa maneira, as formulações desenvolvidas apresentaram as propriedades requisitadas para colchões lavadores, possuindo o diferencial da utilização de óleos vegetais, tornando o sistema ecologicamente correto.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao Programa de Iniciação Científica da UFPB (PIBIC/UFPB) pela bolsa IC concedida. Ao Laboratório de Petróleo (LaPet), da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e ao Laboratório de Cimentos (LabCim), da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), locais onde foram desenvolvidos toda a pesquisa.

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, M. L.; LEAL, R. A. V. L. Deslocamento de fluidos newtonianos em poços de petróleo horizontais não retilíneos. Curso de Engenharia Mecânica, Pontífica Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

BISHOP, M.; MORAN, L.; STEPHENS, M.; RENEAU, W. A robust, field friendly, cement spacer system. AADE-08-DF-HO-07, p. 8–9, apr 2008.

BRANDL, A.; ACORDA, E.; ELLIS, T.; BRAY, W. Improving mud removal and simplifying challenging cement desing: a deepwater case history in the south china sea. In: International Petroleum Technology Conference held in Beijing. [S.l.: s.n.], 2013. <https://doi.org/10.2523/IPTC-16761-MS>.

CAMPOS, G. Procelab – Procedimentos e métodos de laboratório destinados à cimentação de poços de Petróleo. [S.l.], 2009.

FARIAS, K.; PEREIRA, E.; AMORIM, L.; FERREIRA, H. Aplicação de dispersantes tensoativados no controle de reboco, filtrado e no desenvolvimento de poços tubulares. Águas subterrâneas, v. 21, n. 1, p. 139–152, 2007.

QUINTERO, L.; PASSANHA, W.; AUBRY, E.; POITRENAUD, H. Advanced microemulsion cleaner fluid applications in deepwater well. In: Offshore Technology Conference Brasil. [S.l.: s.n.], 2015. <https://doi.org/10.4043/26344-MS>

THOMAS, J. E. Fundamentos da Engenharia de Petróleo. [S.l.]: Interciência, 2001.