

8º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE COLCHÕES LAVADORES
CONTENDO ÓLEO VEGETAL PARA PERFURAÇÃO DE POÇOS DE PETRÓLEO

AUTORES:

Vanessa Bezerra Vilela¹, Yngrid Maria Torres Freire², Hena Lissa de Sousa Medeiros³, Flávia Melo de Lima⁴, Dulce Maria de Araújo Melo⁵, Antônio Eduardo Martinelli⁶

INSTITUIÇÃO:

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás - 8º PDPETRO, realizado pela Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás - ABPG, no período de 20 a 22 de outubro de 2015, em Curitiba/PR. Esse Trabalho foi selecionado pelo Comitê Científico do evento para apresentação, seguindo as informações contidas no documento submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pela ABPG. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões da Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás. O(s) autor(es) tem conhecimento e aprovação de que este Trabalho seja publicado nos Anais do 8º PDPETRO.

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE COLCHÕES LAVADORES CONTENDO ÓLEO VEGETAL PARA PERFURAÇÃO DE POÇOS DE PETRÓLEO

Abstract

Mattresses (washers and spacers) are used with frequency in a cementing operation in order to make the operation more efficient. The washer fluid mattress is a fluid with Newtonian behavior that is displaced ahead of the cement slurry during the cementing operation of wells. The main function is remove most of the drilling fluid, allowing the arrival of the intact form of cement paste to the desired location favoring a better grip cement-formation and cement-coating. Due to their low viscosity, they are particularly useful for turbulent flow. Their efficiency is increased by the presence of mixtures containing surfactants. In this circumstance, this study was to evaluate the rheological behavior of some washers mattresses' formulations containing coconut oil. The infrared spectrum of coconut oil was obtained in a KBr pastille, and aimed to determine the molecular vibrations of the main functional groups present. It was used an infrared spectrometer of Fourier transform Bomem, model MB 102. The frequency band of electromagnetic radiation used was between 4000-400 cm^{-1} . The microemulsion diagram was constructed using the method based on volumetric titration with analytical weighing of the volumetric proportions, obtaining the respective mass proportions. The microemulsion diagram was made with the non-ionic surfactant called LZ, coconut oil and water. The surface inside the two-phase region, which was studied, was defined using the Experimental Planning mixture from the computer program STATISTICA 7.0. Then, the rheological parameters were determined at 86 ° F in a viscometer Chandler with rotating coaxial cylinders, model 3500. The Qualitative analysis of coconut oil in the infrared showed absorption bands characteristic of the main functional groups present in the oil's molecules. The results of the rheological parameters showed that the formulations of points 1 and 3 behaved like Newtonian fluids and values of flow limits in favor of pumping rate. These two compositions excelled favorably compared to the others, for require lower voltages applied to start the fluid flow. We also conclude that for plastic viscosity, the LZ surfactant in the linear model was statistically significant with $p < 0.05$. The use of coconut oil in these mattresses adds value to a regional natural product, being a low cost product and quite abundant in the Northeast Brazilian.

Introdução

As propriedades reológicas das substâncias são capazes de afetar a interação entre os fluidos, indicando que a razão da viscosidade é um dos aspectos que exerce a maior influência sobre a qualidade da cimentação, tornando-se essencial descrever as características dos fluidos envolvidos, assim como realizar aferições corretas de suas propriedades, especialmente no que se refere à viscosidade.

Essas características podem ocasionar sérios prejuízos econômicos na indústria petroquímica, pois geram ineficiência na substituição de um fluido por outro, geralmente em operações complexas e apresentam custos elevados. Dentre tais operações, podemos destacar duas em especial: a recuperação secundária e a cimentação dos poços de petróleo.

A cimentação é uma das etapas fundamentais da engenharia de poços de petróleo, exercendo um papel essencial na sua vida produtiva (MOORE, 1974). Portanto, erros nesse processo podem prejudicar a

vedação hidráulica e a estabilidade estrutural do poço, aumentando os riscos de danos ambientais e prejuízos econômicos. A maioria desses erros deve-se a má aderência do cimento à formação rochosa ou à coluna de revestimento, resultantes da contaminação da pasta ou da presença de resíduos do fluido de perfuração não devidamente deslocados pelos “colchões” lavadores e espaçadores. Os colchões lavadores têm como finalidade auxiliar na remoção da lama de perfuração, preparando a região de interesse para uma melhor aderência do cimento, já os colchões espaçadores procuram minimizar o contato entre os fluidos principais, evitando a contaminação da pasta de cimento. As propriedades desses fluidos devem ser analisadas para que não haja incompatibilidade com o líquido a ser deslocado, nem com o deslocador.

No processo de cimentação, apenas o “colchão” lavador apresenta comportamento newtoniano, por ser uma simples mistura de água com detergentes em concentrações suficientemente baixas utilizadas para não modificar suas características mecânicas. Todos os outros fluidos como: a lama de perfuração, o fluido espaçador e a pasta de cimento, apresentam comportamento não newtoniano, ou seja, suas viscosidades variam em função da taxa de deformação. Isso significa que tais fluidos se comportam como líquidos de altíssima viscosidade quando submetidos a pequenas deformações ou tensões, observando-se uma queda brusca assim que uma tensão limite é aplicada. Enquanto a tensão imposta for aumentando, a viscosidade continuará a cair, seguindo uma lei de potência. Por outro lado, os “colchões” espaçadores apresentam um comportamento pseudoplástico, já que, apesar da viscosidade diminuir com o aumento da tensão aplicada através de uma lei de potência, não se verifica uma tensão limite que determine o início do escoamento.

Por fim, este trabalho tem como objetivo avaliar o comportamento reológico de algumas formulações de colchões lavadores contendo óleo de coco, dando outra finalidade para este produto regional.

Metodologia

Neste trabalho realizou a construção do diagrama pseudoternário para formulação de colchões lavadores para poços de petróleo composto por água, óleo de coco e tensoativo não iônico utilizando o método de titulação volumétrica com pesagem analítica das proporções volumétricas, a fim de se obter as proporções mássicas respectivas. Para preparação dos colchões foram utilizados proveta e um aparelho de dispersão do tipo Hamilton Beach – Fann.

O Planejamento Experimental de Mistura foi obtido a partir do programa computacional STATISTICA 7.0 (Stat-Soft, Tulsa, OK, USA) no módulo Industrial Statistics & Six Sigma e Experimental Design – DOE, (Mixture designs and triangular surfaces). Foi escolhido o planejamento simplex-centroide com três fatores, com pontos interiores, totalizando dez formulações de colchões lavadores.

O espectro de absorção na região do infravermelho do óleo de coco foi obtido na região de 4000 a 400 cm^{-1} em um espectrofotômetro de infravermelho por transformada de Fourier da Bomem, modelo MB 102, usando brometo de potássio (KBr) como agente dispersante.

Os parâmetros reológicos dos colchões foram realizados em um viscosímetro Fann modelo 35A. A partir das leituras feitas no viscosímetro foram determinados a viscosidade plástica (VP) e o limite de escoamento (LE):

A viscosidade plástica, em cP, corresponde ao valor observado na leitura 600 rpm dividido por 2 e o limite de escoamento, em $\text{lb}/100\text{ft}^2$, é calculado sendo a diferença entre a leitura em 300 rpm e VP.

Resultados e Discussão

A Figura 1 representa o espectro do óleo de coco que foi submetido ao infravermelho em que foram encontradas bandas de acordo com as citadas na literatura.

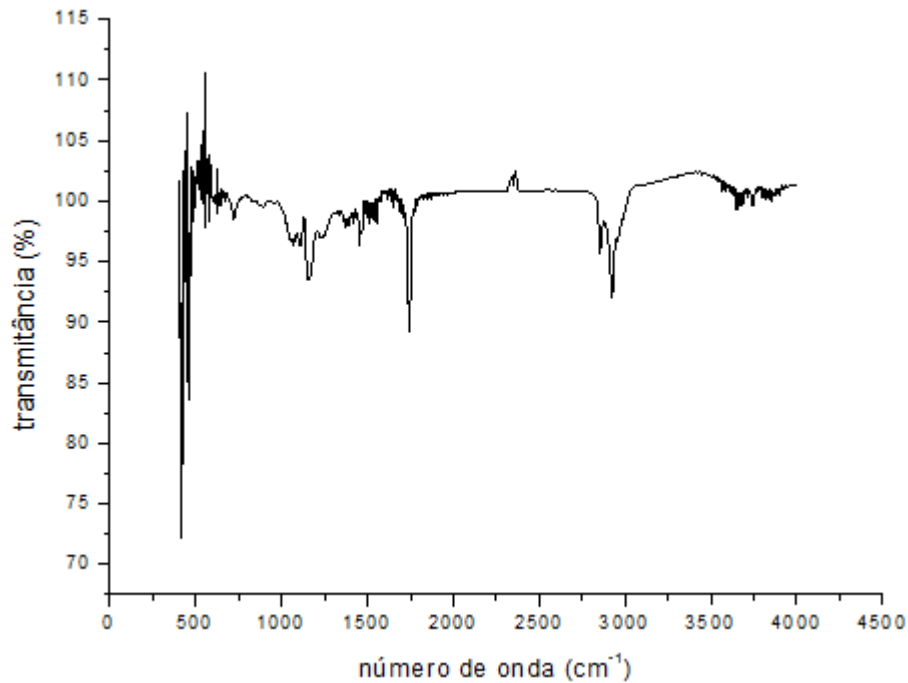


Figura 1: Espectro na região do infravermelho do óleo de coco.

A banda na região de 690-1485 cm^{-1} apresenta picos referentes à deformação das ligações C-H. A região das bandas entre 1150 a 1290 cm^{-1} é atribuída à deformação do conjunto de C=C-C-O. E as bandas na região de 1500-1680 cm^{-1} observam-se picos referentes aos estiramentos C=C e C≡C (DYER, 1965).

A Figura 2 ilustra o diagrama pseudoternário com as regiões de WIV e a região de emulsão, no qual foi o enfoque deste trabalho por ser a região rica na fase aquosa e oleosa.

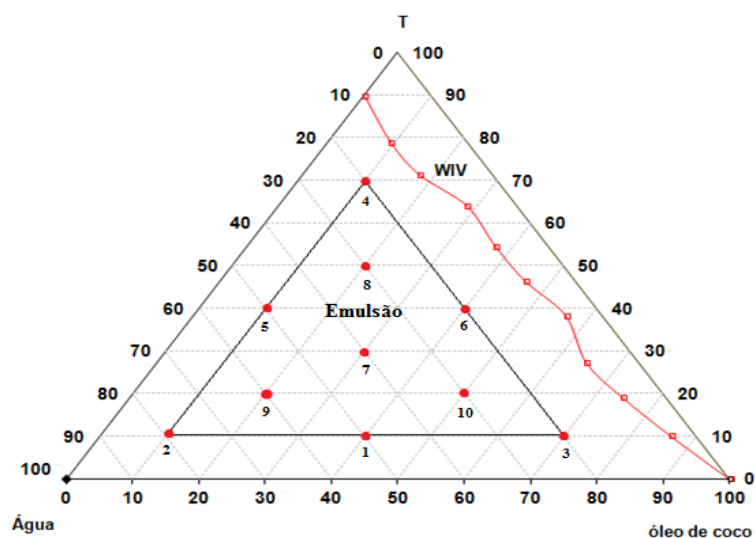


Figura 2: Diagrama pseudoternário dos colchões lavadores.

De acordo com a Figura 2, pode-se observar que o tensoativo LZ apresenta grande área na região de emulsão, sendo esta formada por uma combinação de fluido onde um está disperso no outro formando apenas uma fase, no qual foi delimitada uma área nessa região onde foi aplicado o planejamento experimental de mistura com um total de dez diferentes formulações de colchões lavadores.

Representado pela Figura 3 encontram-se os resultados dos parâmetros reológicos, viscosidade plástica e limite de escoamento, dos colchões lavadores.

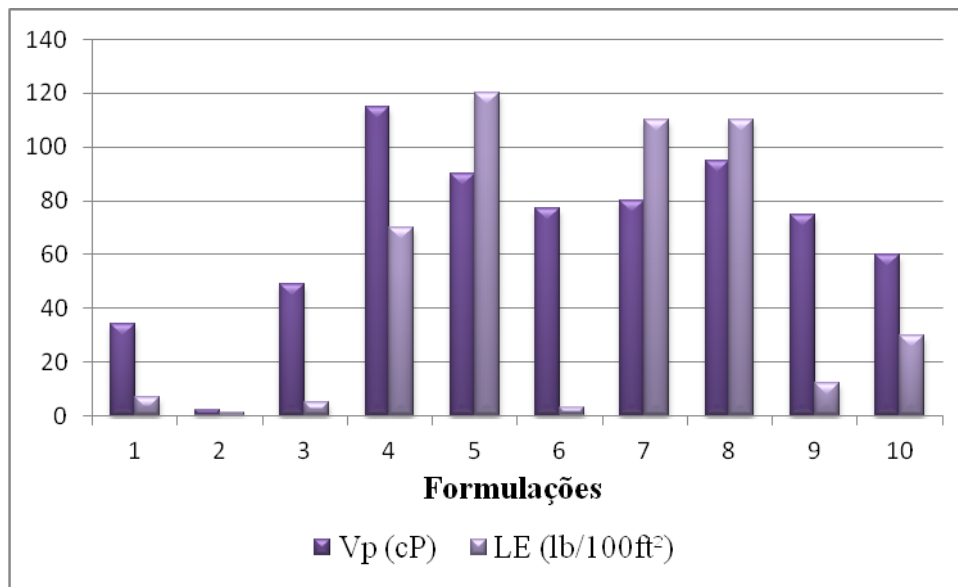


Figura 3: Parâmetros reológicos dos colchões lavadores.

De acordo com os resultados pode-se observar que as maiores leituras das deflexões nas velocidades testadas foram nas formulações 4, 5 e 8 devido a elevadas concentrações do tensoativo LZ que inibe a circulação interna e as gotas das emulsões tornam-se semelhantes a partículas rígidas, como consequência maiores valores de viscosidade plástica.

Em contrapartida, as formulações 2, 1 e 3 obtiveram menores valores de VP, este fato deve-se a baixa concentração do tensoativo LZ, o que também deve ser considerado é que a viscosidade da emulsão é diretamente proporcional à viscosidade da fase contínua. Ou seja, neste caso a viscosidade é diretamente proporcional ao aumento da fase oleosa.

As formulações 5, 7 e 8 foram as que apresentaram os valores mais expressivos de limite de escoamento, o que significa que pressões acima de 110 lb/100ft² ocasionam viscosidades altamente elevadas, impossibilitando a aplicabilidade destas formulações em colchões lavadores.

Os valores descritos na Tabela 1 representam os valores de coeficientes sobre as respostas Vp e LE, bem como seus respectivos desvios padrão.

Tabela 1: Parâmetros estatísticos para o planejamento de mistura.

Termos	Coeficientes	Erro padrão	Valores - T	Valores - P
Vp				
(A)A	-109,591	42,3261	-2,58920	0,060735
(B)O	-23,337	61,6493	-0,37854	0,724264
(C)T	-145,306	61,6493	-2,35698	0,077919
AB	392,003	217,5116	1,80222	0,145862
AC	938,973	217,5116	4,31689	0,012478
BC	366,246	217,5116	1,68380	0,167507
R – sq	0,8711			
R - sq (adj)	0,7100			
LE				
(A)A	-57,848	65,3533	-0,88517	0,426071
(B)O	-100,825	95,1890	-1,05921	0,349226
(C)T	-235,522	95,1890	-2,47426	0,068632
AB	-36,897	335,8468	-0,10986	0,917810
AC	782,800	335,8468	2,33083	0,080180
BC	1316,134	335,8468	3,91885	0,017264
R – sq	0,8698			
R - sq (adj)	0,7070			

De acordo com a Tabela 1 observa-se que os coeficientes possuem valores que contribuem positivamente ou negativamente. Para a viscosidade plástica verifica-se que apenas a interação água/tensioativo (AT) é estatisticamente significativa, enquanto que para o limite de escoamento a interação óleo/tensioativo (BC) é estatisticamente significativa, ou seja, os valores em que $p < 0,01$ possuem elevada significância estatística a um nível $\alpha = 0,05$.

O modelo quadrático foi o que mais se ajustou a 95 % de confiança, pois as viscosidades plásticas e os limites de escoamento obtiveram valores expressivos de coeficientes de determinação R^2 (0,8711 – 0,8698), respectivamente.

Conclusões

Os resultados dos parâmetros reológicos evidenciaram que as formulações dos pontos 1 e 3 foram os que apresentaram valores de viscosidade plástica inferiores, devido a baixa concentração do tensioativo LZ e as formulações 5, 7 e 8 obtiveram os maiores valores de limites de escoamento, tornando-os desfavoráveis a taxa de bombeamento. O uso do planejamento experimental no trabalho indicou que o modelo quadrático foi o que mais se ajustou, a interação água/tensioativo foi estatisticamente significativa para a viscosidade plástica, enquanto que para o limite de escoamento foi a interação óleo/tensioativo a 95 % de confiança. A utilização do óleo de coco nas formulações dos colchões valoriza e agrega valor a um produto abundante na região.

Agradecimentos

A Universidade Federal do Rio Grande do Norte, a Capes, ao PRH-ANP 43 e ao Laboratório de Tecnologia Ambiental/LabTam.

Referências Bibliográficas

DYER, J. R., Aplicações da espectroscopia de absorção aos compostos orgânicos. Série de textos básicos de química orgânica. Ed. Edgar Blucher LTDA. São Paulo – SP, Brasil, 1969.

MOORE, P.L. Drilling Practices Manual. The Petroleum Publishing Co., 1974.