

9º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



9º CONGRESSO
Brasileiro de P&D em
PETRÓLEO E GÁS

Maceió, AL
de 09 a 11 de novembro
2017

Realização:



ABPG
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE P&D EM
PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

AVALIAÇÃO DE POLÍMEROS A BASE DE ÓLEO DE SOJA COMO ADITIVO EM FLUIDOS DE PERFURAÇÃO SINTÉTICOS

AUTORES:

Filipe Sampaio Batista, Anna Carolina Amorim Costa, Waleska Rodrigues Pontes da Costa, Roberta Souza, Luciana Viana Amorim

INSTITUIÇÃO:

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás - 9º PDPETRO, realizado pela Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás - ABPG, no período de 09 a 11 de novembro de 2017, em Maceió/AL. 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 9º PDPETRO.

AVALIAÇÃO DE POLÍMEROS A BASE DE ÓLEO DE SOJA COMO ADITIVO EM FLUIDOS DE PERFURAÇÃO SINTÉTICOS

Abstract

Aiming the search for new products that present adequate and environmentally correct performance, in order to meet the current requirements of industry and environmental agencies, this study evaluated samples of polymers synthesized from soybean oil, for its use as an additive in drilling of oil wells. Formulations of N-paraffin fluids were studied in offshore oil wells containing the products: hydrated lime, emulsifier, organophilic clay and barite at constant concentrations, in addition to the brine that constitute the aqueous phase. Soybean oil polymers, named as POS1A and POS2A, were analyzed in three different concentrations (1.0, 1.5 and 2.0 lb / bbl). Fluids in the 70/30 and 60/40 oil / water rates were prepared and dynamically matured (200°F for 16h) in Roller Oven Fann equipment, model 705 ES. For the filtration properties, a Fann HPHT (high pressure and high temperature) series 387 was used, for 30 min at 200°F and 500 psi, according to API (American Petroleum Institute) standards. In addition, the measures of electrical stabilities were taken using a Fann Electrical Stability Tester, model 23D, 150°F. The study showed that the polymers act as filter reducers and that the fluids added with the polymer POS2A presented a better performance.

Introdução

O processo de formação de reboco nas paredes do poço ocorre em função da pressão exercida pela coluna hidrostática de fluido de perfuração, que é superior à pressão dos poros da formação. Essa pressão diferencial promove a força necessária para forçar a lama em direção às paredes do poço, dentro das formações permeáveis. Assim, os sólidos presentes no fluido de perfuração são filtrados externamente à parede do poço, formando o reboco, através do qual apenas o filtrado, fase líquida contínua do fluido, é capaz de passar (PENG, 1990).

Um dimensionamento errôneo dos fluidos pode causar sérios problemas ao poço como o dano à formação geológica, provocado pela invasão do filtrado à formação e partículas finas dos fluidos de perfuração.

Esse problema é talvez o mais relevante durante a exploração de poços de petróleo, podendo provocar danos irreversíveis, causando redução da permeabilidade relativa em zonas de produção; mudança nas propriedades físico-químicas dos poros, redução da estabilidade da formação rochosa; e formação de emulsões com os fluidos do reservatório (CIVAN, 2007; LEAL, 2015; METTATH et al., 2011). Assim, os agentes redutores de filtrado são adicionados aos fluidos de perfuração com o objetivo de minimizar o volume de filtrado que invade as rochas permeáveis, minimizando possíveis danos.

Na rota do desenvolvimento tecnológico sustentável, aditivos de origem vegetal oferecem expectativas na substituição a aditivos de fluidos de perfuração, em prol da minimização de impactos

ambientais, como no caso dos redutores de filtrado em fluidos sintéticos. As principais vantagens da maioria dos biopolímeros de óleos vegetais são baixo custo, possível biodegradabilidade e disponibilidade comercial (ARBAIN; SALIMON, 2010).

Este trabalho tem como objetivo geral avaliar dois polímeros à base de óleo de soja como redutores de filtrado em fluidos de perfuração sintéticos à base de N-parafina.

Metodologia

Para a realização deste trabalho, foram cedidos pela PETROBRAS: N-parafina, cal hidratada, emulsificante, sal (NaCl), redutor de filtrado padrão (FLEXRED), argila organofílica e barita.

Os polímeros à base de óleo de soja foram produzidos através da epoxidação de óleo de soja, com ligações cruzadas, sendo denominados de POS1A e POS2A. As Figuras 1 (a) e (b) apresentam fotos dos polímeros POS1A e POS2A, respectivamente. Os polímeros possuem grau de conversão diferentes, sendo o POS2A de maior peso molecular e maior densidade de ligações cruzadas que o POS1A.

Figura 1 - Polímeros de óleo de soja: (a) POS1A e (b) POS2A



Os polímeros foram adicionados aos fluidos em três diferentes concentrações (1,0; 1,5 e 2,0 lb/bbl) e utilizou-se, para fins comparativos, fluidos sem a presença de aditivo redutor de filtrado e com um redutor de filtrado comercial (FLEXRED). Os fluidos foram nomeados conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Nomenclatura dos Fluidos

Fluido	Razão O/A	Redutor de Filtrado	Teores (lb/bbl)
A	70/30	FLEXRED	1,0
A00	70/30	-	0
AI10	70/30	POS1A	1,0
AI15	70/30	POS1A	1,5
AI20	70/30	POS1A	2,0
AII10	70/30	POS2A	1,0
AII15	70/30	POS2A	1,5
AII20	70/30	POS2A	2,0

B	60/40	FLEXRED	1,0
B00	60/40	-	0
BI10	60/40	POS1A	1,0
BI15	60/40	POS1A	1,5
BI20	60/40	POS1A	2,0
BII10	60/40	POS2A	1,0
BII15	60/40	POS2A	1,5
BII20	60/40	POS2A	2,0

Preparação dos Fluidos de Perfuração

Os fluidos foram preparados em agitador mecânico *Hamilton Beach 936* de acordo com os aditivos e quantidades utilizadas na PETROBRAS para cada razão óleo/água, conforme apresentado na Tabela 2. Além destes, os redutores de filtrado foram adicionados conforme a composição de cada tipo de fluido. Os aditivos foram adicionados separadamente, de modo que o tempo de agitação foi de 10 minutos para aditivos sólidos e 5 minutos para os aditivos líquidos.

Tabela 2 - Aditivos e quantidades utilizadas na formulação de fluidos sintéticos n-parafina na forma básica, sem considerar as quantidades e tipos de redutores de filtrado.

Aditivo	ROA 70/30	ROA 60/40
Parafina	238,0 mL	199,5 mL
Cal hidratada	2,5 g	2,5 g
Emulsificante	9,0 g	9,0 g
Cal hidratada	2,5 g	2,5 g
Salmoura	101,5 mL	136,5 mL
Argila Organofílica	2,0 g	2,0 g
Barita	*QSP	*QSP

* Quantidade suficiente para o adensamento em 10 lb/gal.

Envelhecimento Dinâmico

O envelhecimento dinâmico foi executado para simular as condições de operação que o fluido é submetido: alta temperatura e cisalhamento. O procedimento foi realizado no equipamento *Roller Oven* da marca Fann, modelo 705 ES. O fluido foi acondicionado numa célula de envelhecimento e inserido no forno rotativo, ainda em temperatura ambiente (Figura 2). O fluido foi aquecido até a temperatura 200°F. Após estabilização da temperatura do forno, a rotação do forno foi acionada. Desta forma, o fluido foi submetido durante 16 horas a esta temperatura e cisalhamento. Ao término do processo, os fluidos foram resfriados em temperatura ambiente lentamente, ainda dentro das células.

Figura 2 - Células de envelhecimento de fluidos no forno *Roller Oven*, marca Fann.



Estabilidade Elétrica

Para medir a estabilidade elétrica (EE) foi utilizado um Medidor de Estabilidade Elétrica da marca FANN modelo 23D (Figura 3). As medidas foram realizadas com a amostra no copo térmico a uma temperatura de aproximadamente 150°F. Agitou-se levemente o fluido e as leituras foram feitas através da introdução do eletrodo diretamente na emulsão.

Foram realizadas cinco medições, destas, a de menor e a de maior valor foram eliminadas. Com as demais foram calculados os valores médios de estabilidade elétrica.

Figura 3 – Medidor de Estabilidade Elétrica FANN 23D



Volume de Filtrado HPHT

O volume de filtrado foi determinado por meio de um filtro prensa HPHT (*High Pressure and High Temperature*) da marca Fann, série 387 (Figura 3). Inicialmente, a jaqueta térmica foi aquecida e inseriu-se o fluido na célula de filtração hermeticamente fechada. Esta foi submetida a aquecimento e pressão de 100 psi, um termômetro foi inserido na célula para acompanhamento da temperatura, até a estabilização em 200°F; após estabilização, aumentou-se a pressão da célula de filtração para 500 psi; e abriu-se a válvula inferior, coletando-se o filtrado em uma proveta de 20 mL graduada em 0,5 mL, durante 30 minutos.

Figura 3 - Filtro prensa HPHT (*High Pressure and High Temperature*)

Resultados e Discussão

Estabilidade Elétrica

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos da estabilidade elétrica (EE) para os fluidos sintéticos nas razões óleo/água 70/30 e 60/40.

Tabela 3 – Estabilidade elétrica (EE) para os fluidos após preparação, após adensados e após envelhecimento.

Razão O/A 70/30								
Fluido	A00	A	AI10	AI15	AI20	AII10	AII15	AII20
EE após preparação	165,33	191,33	176,44	177,89	161,78	184,11	197,56	180,11
EE após adensado	261,22	214,67	235,67	256,5	258,44	251,00	262,50	247,67
EE após adensado e envelhecido	194,67	271,11	219,11	233,78	223,56	208,00	222,67	253,33
Razão O/A 60/40								
Fluido	B00	B	BI10	BI15	BI20	BII10	BII15	BII20
EE após preparação	128,89	156,33	164,56	141,56	157,22	159,67	160,22	149,33
EE após adensado	171,78	204,78	204,00	199,83	211,11	201,17	197,33	197,89
EE após adensado e envelhecido	169,89	186,00	189,11	160,78	172,44	167,56	162,11	162,11

De acordo com os resultados apresentados nas Tabelas 3 e 4, os fluidos de ROA 70/30 apresentaram valores de estabilidade elétrica mais elevados quando comparados aos obtidos pelos fluidos de ROA 60/40. Os valores mais baixos nos fluidos 60/40 deve-se, provavelmente, à maior

concentração de salmoura no sistema, aumentando assim a condutividade elétrica e, portanto, reduzindo sua estabilidade elétrica [21].

Comparando os resultados dos fluidos aditivados com os polímeros redutores de filtrado POS1A e POS2A (AI10 a AI20; AII10 a AII20; BI10 a BI20 e BII10 a BII20) com os fluidos preparados sem os redutores de filtrado (A e B) e ainda com os aditivados com o redutor de filtrado padrão (A00 e B00), observa-se que maiores valores de EE são obtidos após a adição desses polímeros. Desta forma, pode-se afirmar que os aditivos em estudo influenciam positivamente esta propriedade.

2.1 Volume de Filtrado HPHT

A Tabela 4 apresenta os valores obtidos para o volume de filtrado HPHT (VF) dos fluidos sintéticos na razão óleo/água 70/30 e 60/40.

Tabela 4 – Volume de filtrado HPHT dos fluidos

Razão O/A 70/30								
Fluido	A00	A	AI10	AI15	AI20	AII10	AII15	AII20
VF _{HPHT} (mL)	4,23	9,10	6,40	5,48	5,40	6,8	7,76	5,60
Razão O/A 60/40								
Fluido	B00	B	BI10	BI15	BI20	BII10	BII15	BII20
VF _{HPHT} (mL)	4,10	8,30	6,30	5,30	4,60	5,20	5,50	3,70

Comparando os resultados dos fluidos aditivados com os polímeros em estudo (AI10 a AI20; AII10 a AII20; BI10 a BI20 e BII10 a BII20) com os fluidos sem polímero (A00 e B00), observa-se uma redução no volume de filtrado HPHT. Além disso, o aumento da concentração do polímero dentro de cada razão óleo/água, resulta em maiores reduções do volume de filtrado.

Além disso, para a razão óleo/água 60/40, observou-se que, a concentração de 2,0 lb/bbl do POS2A (Fluido BII20) atingiu um valor inferior ao de volume de filtrado do fluido aditivado com o redutor de filtrado comercial (Fluido B).

Conclusões

Com o objetivo de avaliar duas amostras de polímeros sintetizados a partir do óleo de soja como aditivo redutor de filtrado em fluidos de perfuração de poços de petróleo, conclui-se que:

- Os aditivos influenciaram positivamente a estabilidade elétrica dos fluidos;

- Os fluidos aditivados com os polímeros em estudo apresentaram menores volumes de filtrado HPHT do que os fluidos sem redutores de filtrado, para ambas as razões óleo/água.
- O aumento da concentração dos polímeros POS1A e POS2A nos fluidos reduziu os valores de volume de filtrado;
- O valor de volume de filtrado para os fluidos com razão óleo/água 60/40 aditivados com o polímero POS2A na concentração de 2,0 lb/bbl foi inferior ao fluido com o redutor de filtrado padrão;

Agradecimentos

Ao IBP, ANP, CNPQ e FINEP, pelo apoio financeiro, à Petrobras, pelo fornecimento do fluido e aditivos e ao LABDES/UFCG, pelo uso de suas instalações físicas.

Referências Bibliográficas

ARBAIN, N. H.; SALIMON, J. Synthesis and Characterization Of Ester Trimethylolpropane Based Jatropa Curcas Oil As Biolubrificant Base Stocks. *Journal of Science and Technology*, v. 2, n.2, p. 47–58, 2010.

CIVAN, F. et al. Determination of gas diffusion and interface-mass transfer coefficients for quiescent reservoir liquids, *SPE Journal*, v. 11, n. 01, p. 71-79, 2006.

LEAL, C. A. Avaliação de Emulsificante Baseado na Borra de Óleo de Soja para Fluidos de Perfuração Sintéticos f.81. 2015. *Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais)* – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB.

METTATH, S.; PATEL, A.; STAMATAKIS, E.; YOUNG, S. Non-Asphaltic, Fluid-Loss-Control Agente for High-temperature Applications in Sythetic-Based Invert Emulsion Drilling Fluids *American Association of Drilling Engineers*, V.11, n.29, 2011.

PENG, J.S. Filtration Properties of water based drilling fluids. Tese de Doutorado – Heriot Watt University, Department of Petroleum Engineering, 1990.