

5º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

VARIAÇÃO DO COEFICIENTE DE LUBRICIDADE PARA FLUIDOS DE PERFURAÇÃO COM BIODIESEL COM O TEMPO E A TEMPERATURA

AUTORES:

Elba Gomes dos Santos Leal, Ricardo Guilherme Kuntzer, Bento Perreira da Costa Neto , Felipe Shai Santos de Jesus, Adrian Sacramento dos Santos, Danilo Matos Moura.

INSTITUIÇÃO:

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia da Bahia – IFBA, Campus Simões Filho.

VARIAÇÃO DO COEFICIENTE DE LUBRICIDADE PARA FLUIDOS DE PERFURAÇÃO COM BIODIESEL COM O TEMPO E A TEMPERATURA

Abstract

When drilling oil wells, the use of a drilling fluid is required, which must have specific properties in order to ensure the stability of the well to ensure the physical integrity of the professionals involved, the safety of the well and the environment. Among the functions of the drilling fluid is the cooling and lubricity of the drill and the drill string. Drilling oil wells depends on the use of products that improve operating performance, especially under conditions of high temperatures and pressures. In addition, the required environmental requirements require that the products used have greater biodegradability and lower toxicity. These conditions raise the values of the paraffin-based drilling fluids currently used. Thus, the study of the feasibility of drilling fluids using biodiesel as an oil phase is justified by the legal and environmental need to work with environmentally compatible fluids, which has characteristics similar to conventional oil based systems. Thus, the present work aimed to verify variations of the lubricity coefficient for water-based drilling fluids, using biodiesel in its composition and its alteration with time and temperature after submitted in roller over that simulates the drilling of wells. The obtained results illustrate that the lubricity coefficient of the studied drilling fluids increased with increasing amount of biodiesel in the fluid composition and decreased with increasing time and temperature of the rolling kiln.

Introdução

O desenvolvimento de novos reservatórios de petróleo e gás envolvem várias etapas que vão desde a fase de exploração até a fase de produção. Dentre estas etapas, tem-se a pesquisa de produtos químicos específicos, os quais sofrem alterações, que dependem do tipo de campo a ser explorado, como por exemplo, campos “offshore” e campos “onshore”.

A perfuração de poços de petróleo depende da utilização de produtos que melhorem o desempenho da perfuração, principalmente em condições de altas temperaturas e pressões. Além disso, os requisitos ambientais exigidos necessitam que os produtos utilizados possuam uma maior biodegradabilidade e menor toxicidade. Condições estas que elevam os valores dos fluidos de perfuração de base parafínica utilizados atualmente.

Segundo Thomas (2001), os fluidos de perfuração são misturas complexas de sólidos, líquidos, produtos químicos e, por vezes, até gases. São indispensáveis durante toda a operação de perfuração do poço. Devem possuir características que garantam a integridade das formações do reservatório, a segurança dos profissionais envolvidos e a integridade do meio ambiente, além de facilitar as interpretações geológicas do material retirado do poço.

Os fluidos de perfuração são divididos em dois tipos gerais: fluidos de base água (WBMs) e fluidos de óleo (OBMs), dependendo da característica da fase contínua da lama. Desta forma, tanto os fluidos WBMs como os OBMs podem conter água. A utilização de um ou outro tipo vai depender das necessidades da perfuração, da formação a ser perfurada, bem como dos requisitos para descarte do fluido depois que ele não é mais necessário.

De forma geral os fluidos sintéticos são uma tentativa de utilizar qualidades mistas entre fluidos de perfuração à base água (WBM) e a base óleo (OBM) respectivamente. O desenvolvimento dos fluidos sintéticos é recente, datando da década de 90 o primeiro poço comercialmente perfurado com um fluido a base de éster, na costa da Noruega. A primeira geração de fluidos sintéticos foi composta por ésteres, éteres, poli alfa-olefinas (PAOs) e acetatos. Na segunda metade da década de 90, pesquisas originaram a segunda geração dos fluidos sintéticos, compostas pelos alquil-benzenos lineares (LABs), alfa-olefinas lineares (LAOs), olefinas internas (IOs) e parafinas lineares (LPs) (Silva 2003).

O estudo da viabilidade de fluidos de perfuração utilizando biodiesel como fase óleo, justifica-se pela necessidade jurídica e ambiental de trabalhar-se com fluidos ambientalmente compatíveis, o qual apresenta características semelhantes aos sistemas base óleo convencionais.

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo verificar a influencia da quantidade de biodiesel, bentonita e barita sobre o coeficiente de lubricidade de um fluido e perfuração.

Metodologia

Para a realização dos experimentos foi preparado fluido de perfuração contendo bentonita, barita e biodiesel em sua composição. A preparação dos fluidos de perfuração ocorreu de acordo com a prática de campo, segundo a norma API-13B-2, 2005, que consistia em adicionar os aditivos, um a um, sob agitação com uma velocidade constante de 13.000 rpm em agitador *Hamilton Beach*, modelo 936, e permanecendo 5 minutos sob agitação a cada acréscimo de aditivo. O coeficiente de lubricidade inicial do fluido foi de 0,09.

Após a preparação do fluido de perfuração e determinação do coeficiente de lubricidade, o fluido foi transferido para uma célula de pressão de aço inoxidável com capacidade para 260 mL de fluido, ilustrada na Figura 1 (a). O efeito do envelhecimento do fluido de perfuração enquanto este circula no poço foi simulado colocando a célula de envelhecimento na estufa rotativa, como ilustrada na Figura 1 (b). Após ser colocado na estufa de rolagem, foram realizados experimentos com variações de tempo e temperatura.

O coeficiente de lubricidade foi determinado no Lubricidímetro, modelo 212, ilustrado na Figura 1 (c), segundo a metodologia recomendada por Caenn et al, 2014.

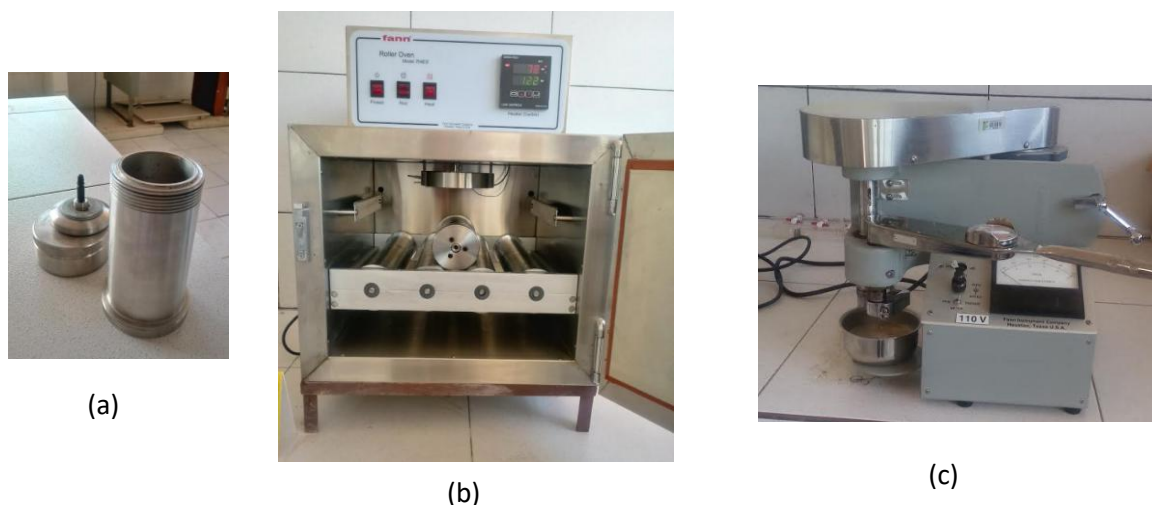


Figura 1 – (a) Célula de envelhecimento, (b) Equipamento Fann Estufa Rotativa Roller Oven, (c) Equipamento Lubricidímetro, modelo 212. Fonte: Laboratório de fluidos do IFBA, 2019.

Para a determinação do coeficiente de lubricidade, o fluido de perfuração foi inicialmente agitado no agitador *Hamilton Beach*, modelo 936 durante 5 minutos a alta rotação e, logo em seguida foi transferido para o recipiente do lubricidímetro, no qual permanece por 5 minutos a uma rotação de 60 rpm e torque 0. Em seguida, é aplicada uma força de 150 in/lb (equivalente a aplicar uma pressão de 34.500 a 69000 kPa) e efetuada a leitura após 5 min. Logo após, calcula-se o coeficiente de lubricidade (CL) a partir dos seguintes equações:

$$FC = 34 / \text{Leitura com água} \quad (1)$$

$$CL = (\text{Leitura com fluido} \times FC) / 100 \quad (2)$$

Sendo:

FC = fator de correção;

Leitura com água = Leitura do lubricímetro obtida com água deionizada;

Leitura com fluido = Leitura do lubricímetro obtida com o fluido de teste;

CL = coeficiente de lubricidade (adimensional).

Para análise da influência das variáveis de entrada: quantidade de biodiesel, tempo e temperatura de forno; sobre a variável de resposta: coeficiente de lubricidade de fluido de perfuração, foi utilizado um planejamento fatorial experimental do tipo 2^3 com configuração estrela e 3 experimentos no ponto central, totalizando 17 experimentos. Os experimentos no ponto central garantiram a reprodutibilidade e a confiabilidade dos experimentos realizados. Os valores podem ser observados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1. Variáveis de entrada e níveis para o planejamento fatorial experimental estudado.

Variáveis de entrada estudadas	Níveis codificados dos fatores estudados				
	- 2,37	- 1	0	+1	+ 2,37
Quantidade de biodiesel (mL)	14,80	20,00	60,00	100,00	155,00
Tempo de forno (horas)	0,26	3	5	7	10
3Temperatura de forno (°C)	32,6	60	80	100	127

Resultados e Discussão

Através da realização dos experimentos para determinação do coeficiente de lubricidade com os fluidos de perfuração preparados com biodiesel, foi possível obter a análise de variância (ANOVA), obtida mediante a utilização de um programa estatístico. Os valores obtidos estão ilustrados na Tabela 2.

Tabela 2. Análise de variância (ANOVA) para fluidos de perfuração com biodiesel.

Parâmetros do modelo	Valores obtidos
% de variância explicada	99,87
Coeficiente de correlação	0,99
Teste F calculado (Fc)	678,87
Teste F tabelado (Ft 5%)	2,55
Teste F (Fc/Ft)	266,22

O teste F foi utilizado para investigar se o modelo proposto explica uma quantidade significativa de variação nos valores experimentais. O valor do teste F obtido a partir dos dados experimentais deve ser maior que o valor do teste F tabelado para que o modelo seja significativo, ou seja, válido estatisticamente, como foi apresentado na Tabela 2, mostrando que o modelo linear

encontrado (ao nível de 95% de confiança) foi estatisticamente significativo e altamente preditivo, conforme Barros Neto, (2001).

Os resultados obtidos neste trabalho, ilustrados nas Figuras 2, 3 e 4, mostraram as variações nos seguintes parâmetros: quantidade de biodiesel (mL), tempo de forno (horas) e temperatura de forno (°C), sobre as propriedades dos fluidos de perfuração, preparados com biodiesel.

A Figura 2 ilustra a influência da quantidade de biodiesel e o tempo de forno sobre o coeficiente de lubricidade do fluido de perfuração com biodiesel. Pode-se observar que o valor do coeficiente de lubricidade dos fluidos estudados aumentou com aumentos da quantidade de biodiesel na sua composição, mas diminuíram com o aumento do tempo de forno.

A Figura 4 ilustra variações do coeficiente de lubricidade, a partir de variações da quantidade de biodiesel e a temperatura de forno. Como observado nesta Figura, o aumento do coeficiente de lubricidade ocorre gradativamente com um aumento da quantidade de biodiesel na composição do fluido de perfuração. Um aumento da temperatura de forno também provocou um aumento do valor do coeficiente de lubricidade. Aumentos maiores da quantidade de biodiesel acima de 100 mL e da temperatura acima de 80°C ilustrou aumentos do valor do coeficiente de lubricidade acima do recomendado. O valor padrão para o coeficiente de lubricidade é de 0,090 a 0,120, segundo Farias et al, 2009.

Na Figura 5 observou-se a influencia do tempo e da temperatura de forno sobre os valores do coeficiente de lubricidade do fluido de perfuração. Observou-se que os valores padrões para esta variável encontram-se com temperaturas entre 40°C e 80°C. Um aumento do tempo de forno acima de 8 horas também provocou alterações nos valores do coeficiente de lubricidade para valores abaixo do valor padrão recomendados.

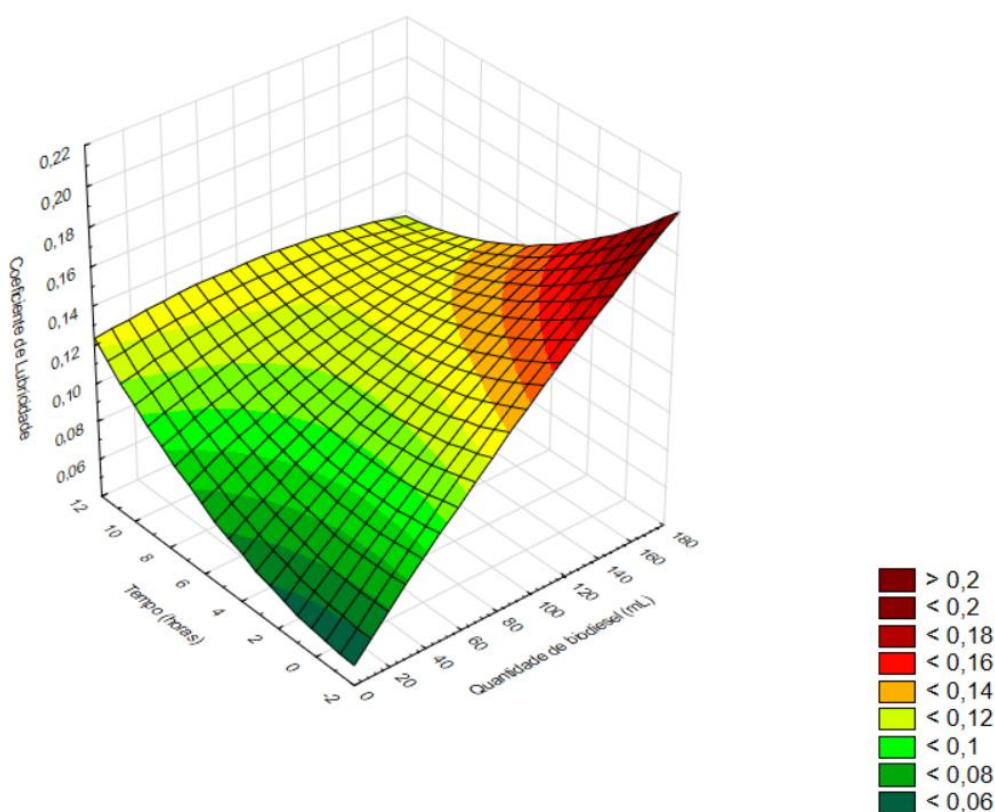


Figura 3 – Influencia da quantidade de biodiesel e do tempo de contato sobre o coeficiente de lubricidade do fluido de perfuração.

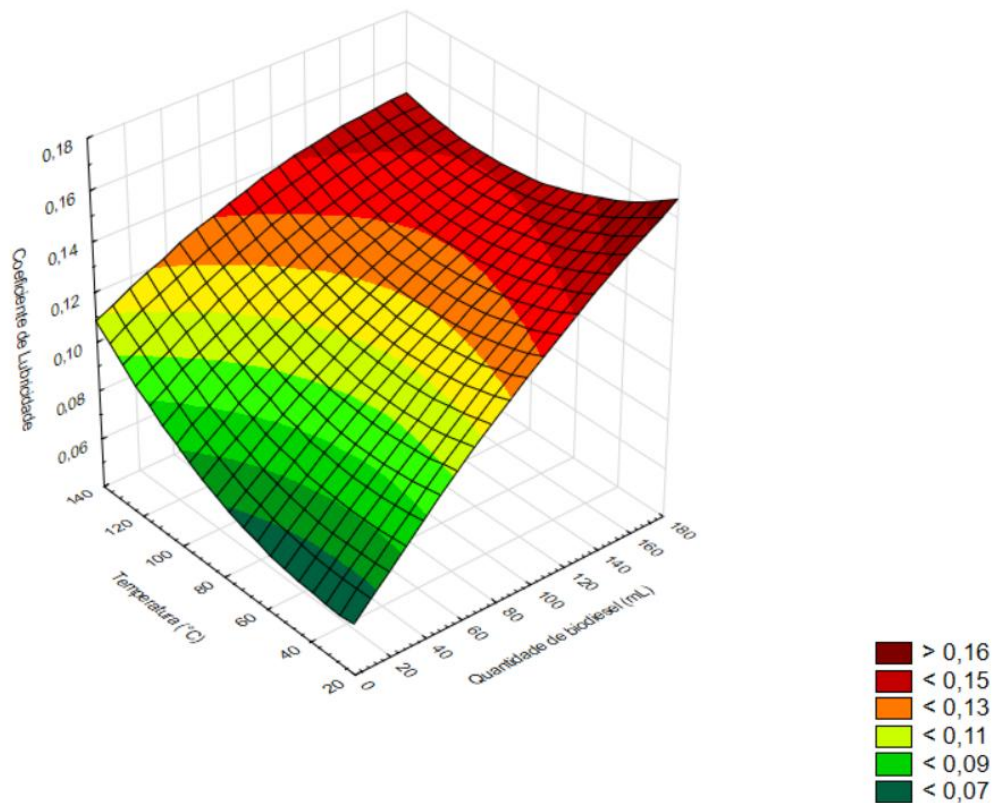


Figura 4 – Influencia da quantidade de biodiesel e do tempo de contato sobre o coeficiente de lubricidade do fluido de perfuração.

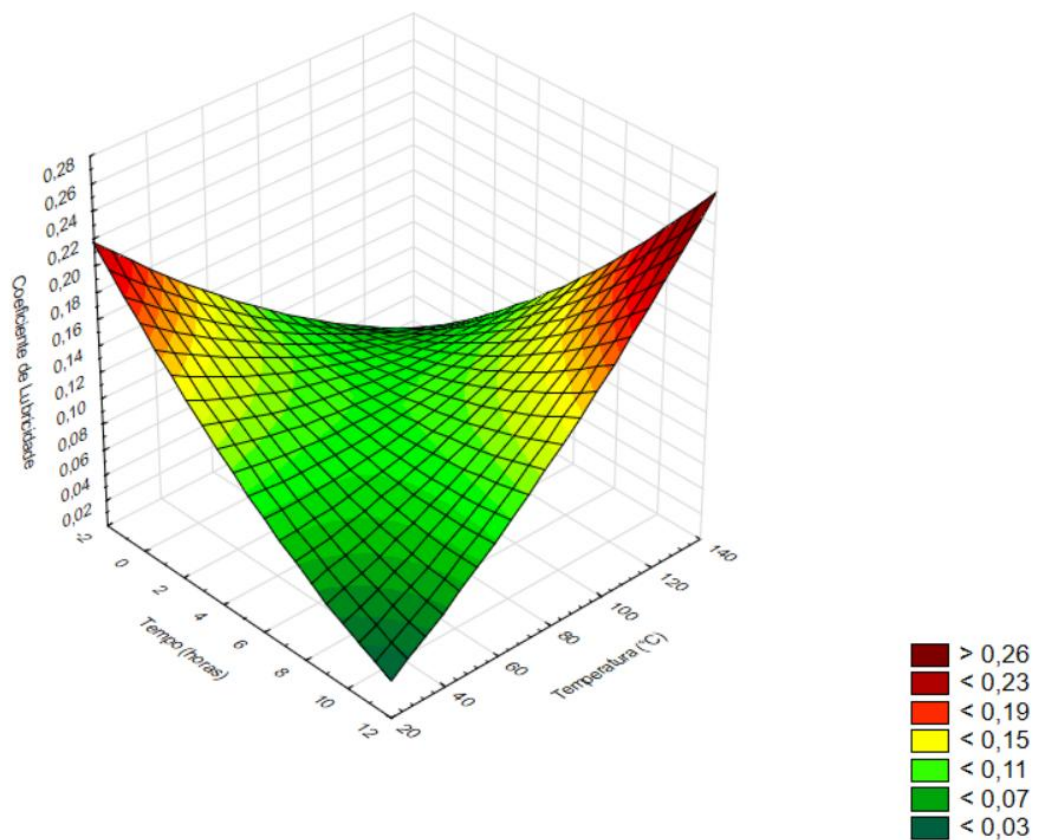


Figura 4 – Influencia da temperatura e do tempo de contato sobre o coeficiente de lubricidade do fluido de perfuração.

Conclusões

A partir dos resultados obtidos pode-se concluir que aumentos dos valores de: quantidades de biodiesel na composição do fluido de perfuração, tempo e temperatura de forno, causaram um aumento do coeficiente de lubricidade dos fluidos de perfuração confeccionados.

Alguns valores do coeficiente de lubricidade para os experimentos realizados ficaram dentro da faixa recomendada. Verificou-se então que um aumento da quantidade de biodiesel acima de 100 mL provocaram um aumento do coeficiente de lubricidade dos fluidos acima do limite recomendado de 0,120. Aumentos de tempo de forno acima de 4 horas e de temperatura acima de 80°C provocaram variações nos valores do coeficiente de lubricidade para valores acima do padrão recomendado.

Desta forma o presente trabalho ilustrou que a presença do óleo diesel nos fluidos obtidos melhorou os valores dos coeficientes de lubricidade dos fluidos, estando este valor dentro da faixa recomendada.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao IFBA, Campus Simões Filho pela utilização dos laboratórios e desenvolvimento da pesquisa.

Referências Bibliográficas

API-13B-2 2005, procedimentos de laboratório para Testes de Fluidos Sintéticos ou Base Óleo, Apostila do curso CQP Fluidos de Perfuração e Completação, Senai /Cetind – Lauro de Freitas, 2010.
BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. *Como fazer experimentos: Pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria*. 1.ed., v.1. Campinas-SP: Editora da UNICAMP, 2001.

CAENN, R.; DARLEY, H. C. H.; GRAY, G. R.; *Fluidos de Perfuração e Completação*, Série Engenharia de Petróleo, 1 edição, Rio de Janeiro, 2014

FARIAS, K. V., AMORIM, L. V., LIRA, H. L.; *Desenvolvimento de Fluidos Aquosos para Aplicação em Perfuração de Poços de Petróleo – Parte I*. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, 2009.

PETROBRAS, Ensaio de Viscosificante para Fluido de Perfuração Base de Água na Exploração e Produção de Petróleo, Método, N-2605 (1998).

RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F.; *Planejamento de Experimentos e Otimização de Processos: Uma Estratégia Sequencial de Planejamentos*, Campinas, 2005

THOMAS, J. E. *Fundamentos de engenharia de petróleo*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência: PETROBRAS, 2001.

Silva, C. T.- Desenvolvimento de fluidos de perfuração a base de óleos vegetais, Natal, janeiro de 2003.