

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



TÍTULO DO TRABALHO:

Estudo do desempenho de graxas vegetais em contato com fluidos de perfuração aquosos

AUTORES:

Melquesedek da Silva Pereira¹, Renalle Cristina Alves de Medeiros Nascimento^{1*}, Luciana Viana Amorim², Juliano Magalhães³ e Eugênio Pereira³

INSTITUIÇÃO:

¹Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais/Universidade Federal de Campina Grande

²Programa de Recursos Humanos PRH-25/Universidade Federal de Campina Grande

³System Mud Indústria e Comércio Ltda

*Bolsista PRH-25/ANP/UFCG

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 5º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás- 5º PDPETRO, realizado pela a Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás-ABPG, no período de 15 a 22 de outubro de 2009, em Fortaleza-CE. 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 5ºPDPETRO.

ESTUDO DO DESEMPENHO DE GRAXAS VEGETAIS EM CONTATO COM FLUIDOS DE PERFURAÇÃO AQUOSOS

Abstract

The aim of this work is to study the performance of vegetable greases and biodegradable in the presence of water based drilling fluids. Thus, three commercial greases made with vegetable-based oil and thickener of calcium ions, called G1, G2 and G3 were evaluated. The performance of the greases was measured by lubricity coefficient (CL) determined in lubricity tester OFITE under the following test conditions: i) the surfaces of pieces of lubricity tester (ring and block) were coated with grease and determined the CL and ii) the surfaces of pieces of lubricity tester were coated with grease and immersed in water based drilling fluids. Then, the CL was determined. Also, the influence of immersion time of the greases in the drilling fluid under the CL was evaluated. In this case, there were measures of CL in times of 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 25 and 30 minutes. The results showed that the grease G1 better lubrication with CL equal to 0.022, and that the presence of drilling fluids containing clay activated and the time the test caused an increase in CL values of the grease, while the presence of polymer drilling fluid caused almost no significant changes in the results of CL. The results were compared with those obtained by a simple grease petrochemical business, also based on thickening of calcium ions. It was shown that the grease vegetal showed the superior performance by the petrochemical grease.

Introdução

A utilização de graxas lubrificantes, em substituição ao uso de óleo, vem ganhando força em todos os segmentos do mercado devido à facilidade de aplicação e maior permanência das graxas no maquinário e conexões de tubos que compõe as colunas de perfuração (Figura 1).



Figura 1 – Aplicação das graxas em tubos de perfuração de poços.

Empresas especializadas em lubrificação oferecem uma grande variedade de graxas capazes de atender às mais diversas necessidades dos clientes e de seus equipamentos. Portanto, são comercializadas desde graxas de baixo custo e desempenho modesto até graxas sintéticas de altíssimo desempenho, com lubrificantes sólidos que suportam altas temperaturas e pressões.

Na construção de poços para extração de água subterrânea para o consumo humano, o processo para lubrificação das perfuratrizes exige, cada vez mais, o uso de graxas que não gerem contaminação ambiental e não causem contaminação no aquífero a ser atingido e explorado, bem como em seus operadores.

É importante enfatizar que não são raros os casos em que a água do poço recém-perfurado apresenta sabor desagradável de óleo, advindo de vazamentos das máquinas durante o processo de perfuração. Isso comprova que se deve tomar o máximo de cuidado na construção de um poço destinado à extração de água subterrânea. Caso contrário, o poço poderá necessitar de intervenções de descontaminação, antes mesmo de ser colocado em operação gerando além dos custos, um grande

risco para o meio ambiente. Sendo assim, deve ser evitado o uso de graxas que utilizam espessantes à base dos metais lítio e bário que apresentam alta toxicidade, e se ingeridos pode gerar intoxicação.

Os óleos lubrificantes possuem o mesmo sistema de coleta do óleo usado nos postos de combustíveis, onde os resíduos do produto devem ser enviados para reciclagem ou destinados ao correto descarte. Com as graxas isso não ocorre, pois remover as graxas das peças é muito mais difícil do que remover o óleo lubrificante (para o qual, normalmente, há um reservatório na própria máquina). Assim sendo, as graxas petroquímicas acabam sendo descartadas no lixo comum ou, durante as trocas em manutenções, são simplesmente deixadas nas peças. Tal descarte é inadequado, pois, por não ser um produto biodegradável, a graxa petroquímica é um perigoso contaminante ambiental que atinge os aquíferos e o solo.

Além disso, as leis ambientais estão mais restritas e exigem, das pessoas e empresas, consciência e responsabilidades social e ambiental. Essa nova visão está exigindo, das empresas produtoras de lubrificantes, óleos básicos de alta qualidade e desempenho. Como consequência, é necessário o desenvolvimento de novas tecnologias que aumentem o grau de refino das graxas e melhorem o seu valor agregado (ZAMBONI, 2009).

As estreitas especificações requeridas para os produtos finais exigem das graxas: menor volatilidade para reduzir o consumo de óleo; maior estabilidade à oxidação e térmica visando ao aumento do período entre trocas; melhoria no desempenho dos lubrificantes, em baixa e alta temperatura, para atingir as especificações requeridas pelas máquinas modernas; maiores intervalos para re-lubrificação; possibilidade de se programar essa lubrificação, de acordo com o grau de exigência do equipamento ou maquinário quanto ao seu período de funcionamento, temperatura e condições de uso.

A resistência à temperatura é um fator importante na escolha do lubrificante adequado, e este é mais um ponto forte das graxas modernas, que suportam até 350°C sem atingir o ponto de gota (temperatura na qual a graxa começa a escorrer das superfícies). Além disso, a quantidade de graxa necessária para uma lubrificação eficiente das peças é menor que a quantidade de óleo, comparativamente.

Diversas empresas visando os riscos ambientais, já oferecem uma grande variedade de lubrificantes biodegradáveis que podem ser utilizados nas perfurações sem causar prejuízos ambientais, uma vez que não são tóxicos para os organismos do solo, organismos aquáticos e seres humanos. Tais graxas biodegradáveis apresentam o mesmo rendimento lubrificante que as graxas de origem petroquímica, sem qualquer prejuízo ao desempenho do equipamento, e ainda apresentam melhores resultados gerais, por não oferecerem riscos de contaminação.

Diante do exposto, este trabalho objetivou estudar o desempenho de graxas vegetais e, portanto, biodegradáveis, isoladas e na presença de fluidos de perfuração aquosos.

Metodologia

Materiais

Foram estudadas quatro amostras de graxas comerciais, sendo três graxas vegetais e uma graxa petroquímica. Essa última, largamente utilizada na indústria de poços artesianos e de petróleo, foi utilizada como referência para comparação de resultados. As graxas foram denominadas de G1, G2, G3 e G4. A graxa 1 (G1) é uma graxa simples, a graxa 2 (G2) contém um aditivo sólido atóxico, a graxa 3 (G3), contém um aditivo polimérico também atóxico e, por fim, a graxa 4 (G4) é de origem petroquímica simples, à base de espessante de íons cálcio.

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

Os fluidos de perfuração utilizados para avaliar o desempenho das graxas foram preparados utilizando como fase contínua a água e como aditivos uma argila bentonítica sódica comercial (Brasgel PA), dois polímeros à base de carboximetilcelulose (Celutrol Mix Plus e Celutrol HV-1), um polímero à base de poliácridamida parcialmente hidrolisada (Supervis) e dois agentes lubrificantes (SM Lube e Torqueless). Todos esses aditivos são amplamente utilizados na fabricação de fluidos de perfuração utilizados em poços artesianos e de petróleo. As formulações dos fluidos de perfuração estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Formulações dos fluidos de perfuração.

Fluidos	Brasgel PA*	Celutrol Mix Plus*	Celutrol HV 1*	Supervis*	SM Lube*	Torqueless*
F1	48,6	---	---	---	---	---
F2	25,0	0,5	---	---	---	---
F3	12,5	1,0	---	---	---	---
F4	25,0	---	1,0	---	---	---
F5	---	---	---	0,3	1,0	---
F6	---	---	---	0,3	---	---
F7	---	---	---	0,3	---	1,0

* Concentração = g/L

Metodologia

I. Preparação dos fluidos de perfuração

Os fluidos de perfuração foram preparados de acordo com as normas da PETROBRAS (1998a) e metodologia desenvolvida em pesquisas pelo Grupo de Pesquisa em Fluidos de Perfuração da UFCG. Foram utilizados agitadores mecânicos de alta rotação da marca Hamilton Beach, modelo 936.

II. Estudo reológico

Foram determinadas as leituras L600 e L300 no viscosímetro Fann 35A e calculados os valores de viscosidade aparente e plástica e limite de escoamento dos fluidos de perfuração de acordo com as normas da PETROBRAS (1998a).

III. Lubricidade

O desempenho das graxas como lubrificantes foi avaliado por meio do coeficiente de lubricidade (CL) determinado em lubricímetro da marca OFITE, de acordo com a metodologia do fabricante, que consiste em adicionar o equipamento a uma rotação inicial de 60 rpm, a torque 0, e aplicar um torque de 150 in/lb (equivalente a aplicar uma pressão de 34.500 a 69000 kPa). O CL foi obtido sob diferentes condições de ensaio, como segue:

- as superfícies das peças do lubricímetro (anel e bloco) foram untadas com as graxas e determinado o CL;
- as superfícies das peças do lubricímetro (anel e bloco) foram untadas com as graxas e imersas nos fluidos de perfuração aquosos. Em seguida foi determinado o CL e
- foi avaliada a influência do tempo de imersão das graxas nos fluidos de perfuração sob o seu CL. Nesse caso, foram realizadas medidas de CL nos tempos de 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 minutos.

Em todos os ensaios foi observado se a graxa foi eliminada total ou parcialmente durante os ensaios, bem como se a presença dos fluidos de perfuração interferiu em seu desempenho.

Resultados e Discussão

Lubricidade das Graxas

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados do coeficiente de lubricidade (CL) das graxas.

Tabela 2 – Coeficiente de lubricidade das graxas.

Graxa	CL
G1	0,022
G2	0,041
G3	0,032
G4	0,035

Observou-se que dentre as graxas avaliadas, a denominada de G1 foi a que apresentou o menor e, portanto, o melhor valor de CL. As graxas G2 e G3 apresentaram valores de CL muito próximos ao apresentado pela graxa G4 (graxa de referência).

Em todos os ensaios, verificou-se que o excesso de graxa, tanto do anel como do bloco do lubrificímetro, se acumulou nas extremidades do bloco. Os valores de torque permaneceram praticamente constantes durante todo o ensaio e, ao término do ensaio, com o contato, observou-se que as peças ainda estavam lubrificadas.

Propriedades reológicas e lubricidade dos fluidos de perfuração

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados de viscosidades aparente (VA) e plástica (VP), de limite de escoamento (LE) e coeficiente de lubricidade (CL) dos fluidos de perfuração preparados de acordo com as formulações da Tabela 1.

Tabela 3 – Propriedades reológicas, de filtração e lubricidade dos fluidos de perfuração.

Formulações	VA (cP)	VP (cP)	LE (N/m ²)	CL
F1	20,0	4,0	32,0	0,40
F2	13,0	7,0	12,0	0,40
F3	8,7	6,5	4,5	0,39
F4	18,0	9,5	17,0	0,39
F5	3,8	3,0	1,5	0,12
F6	5,5	4,0	3,0	0,35
F7	4,5	3,0	3,0	0,09
Especificações PETROBRAS (1998b)	≥ 15,0	≥ 4,0	≤ 1,5 x VP	NE

Sendo: VA – Viscosidade Aparente; VP – Viscosidade Plástica; LE – Limite de Escoamento; CL – Coeficiente de Lubricidade e NE – Não especificado.

Os resultados encontrados mostram que os fluidos de perfuração F1 e F4 apresentaram melhores resultados, atendendo os valores especificados pela norma da PETROBRAS (1998b). Comparando os resultados obtidos com os fluidos F2 e F3, observou-se que a redução no teor de argila (25,0 para 12,5 g/L) seguido do aumento no teor de Celutrol Mix Plus (0,5 para 1,0 g/L) conduzem à diminuição nos valores de VA, VP e LE.

Os valores de CL encontrados, apresentaram um valor máximo de 0,40 para os fluidos de perfuração sem lubrificante (F1 e F2), e um mínimo de 0,09 para o fluido com lubrificante (F8). Esses resultados estão de acordo com estudos desenvolvidos por PEREIRA (2008), bem como dados reportados por DARLEY e GRAY (1988).

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

Os fluidos F5, F6 e F7 mostra que a adição dos lubrificantes SM Lube e Torqueless reduziu os valores das viscosidades aparente e plástica. Ainda de acordo com a Tabela 3, os resultados também mostraram que adição dos lubrificantes reduziu significativamente os valores do coeficiente de lubricidade do fluido polimérico, como esperado.

Influência dos fluidos de perfuração sobre o coeficiente de lubricidades das graxas

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados de CL das graxas determinados na presença dos fluidos de perfuração F1, F2, F3, F4, F5, F6 e F7.

Tabela 4 – Coeficiente de lubricidade das graxas isoladas e na presença dos fluidos de perfuração.

Graxas	Coeficiente de lubricidade (CL)							
	Sem fluido	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
G1	0,022	0,073	0,052	0,049	0,041	0,038	0,076	0,072
G2	0,041	0,057	0,063	0,057	0,054	0,050	0,069	0,067
G3	0,032	0,039	0,033	0,021	0,038	0,036	0,061	0,058
G4	0,035	0,042	0,055	0,052	0,053	0,051	0,079	0,069

A análise conjunta dos resultados apresentados na Tabela 4 mostrou que, de maneira geral, a presença dos fluidos de perfuração ocasionou um aumento nos valores de CL, sendo a graxa G1 a que apresentou maior acréscimo. Para os fluidos de perfuração poliméricos F5, F6 e F7, a graxa G4 foi a que apresentou maiores valores.

A presença dos fluidos de perfuração nos ensaios com a graxa G2, ocasionou a hidratação da mesma, sendo a hidratação mais acentuada para os fluidos com uma menor concentração de argila Brasgel PA (F3).

Mesmo com os aumentos ocasionados nos valores de CL pela presença dos fluidos de perfuração, os resultados do coeficiente de lubricidade encontrados podem ser considerados como satisfatórios. Os resultados também evidenciaram que as graxas G1, G2 e G3 apresentaram resultados melhores ou compatíveis com os apresentados pela graxa petroquímica G4.

Mesmo no contato com os fluidos, após o ensaio, observou-se que as graxas permanecem nas peças (anel e bloco) do lubrificímetro, não se dispersando nos fluidos e com o contato, percebeu-se que as peças do lubrificímetro ficaram lubrificadas e formaram um filme escuro.

Influência do tempo de imersão no coeficiente de lubricidade das graxas

A Figura 3 ilustra a influência do tempo de imersão nos fluidos de perfuração F1, F2, F3, F4, F5, F6 e F7 sobre o CL das graxas em estudo. As medidas de torque foram obtidas nos tempos de: 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0; 25,0 e 30,0 min. de ensaio.

Nas Figuras 3 (a) e (b) observou-se, de maneira geral, que a presença do fluido de perfuração F1 e F2, ocasionou um contínuo acréscimo nos valores de CL das graxas avaliadas. As graxas que apresentaram maiores acréscimos no CL dos fluidos F1 foram a G1 e a G4, chegando a apresentar valores de 0,17 e 0,19, respectivamente e para o fluido F2, o maior acréscimo no CL foi para a G1, chegando a apresentar valor de 0,23.

A presença do fluido F3 ocasionou um contínuo acréscimo nos valores de CL das graxas G1 e G2, sendo o acréscimo mais acentuado para a graxa G1, chegando a apresentar valor de 0,14.

Enquanto que, as graxas G3 e G4, apresentaram um acréscimo no CL até 15 min. de ensaio e depois o valor estabilizou.

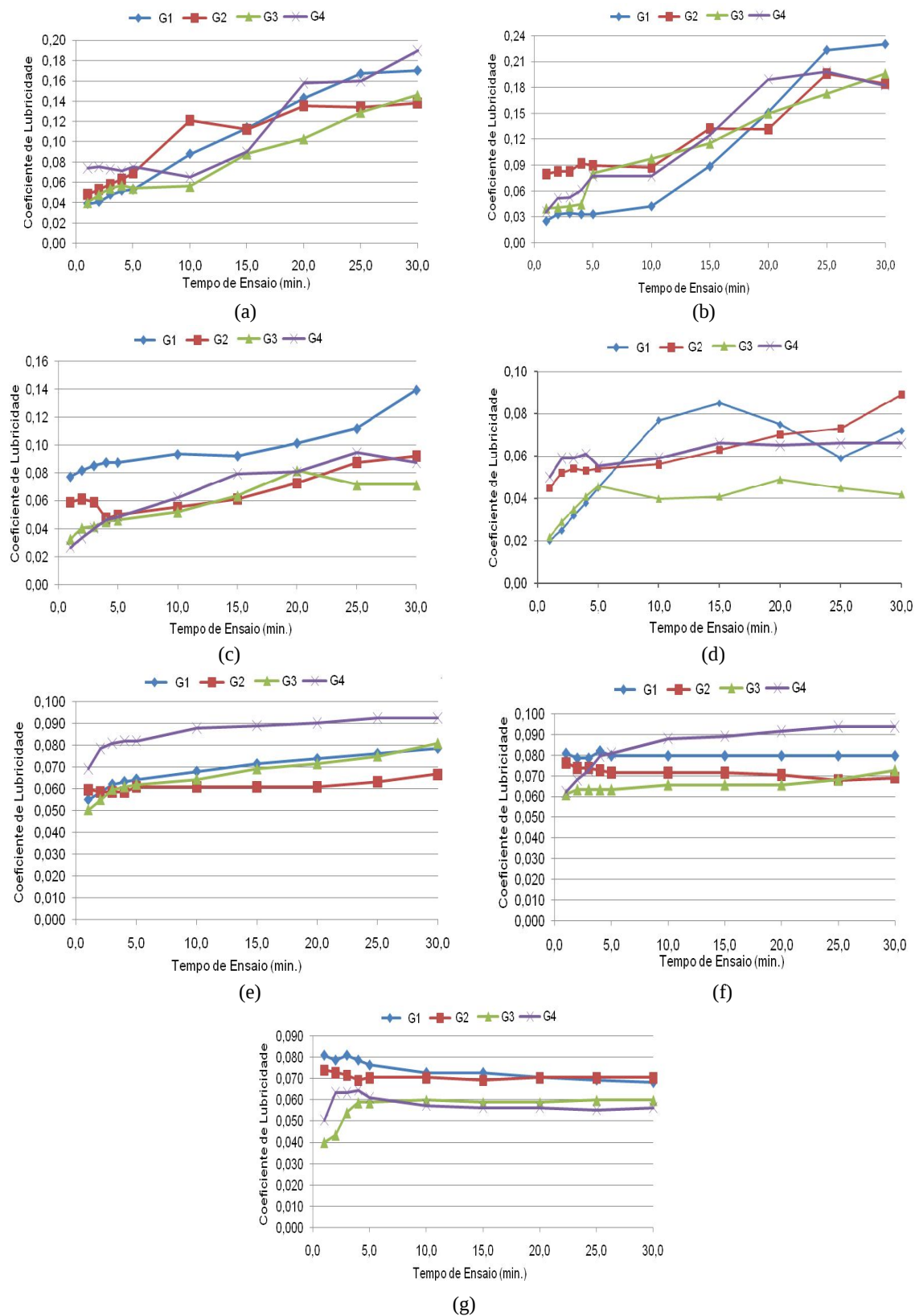


Figura 3 - Influência do tempo de imersão no fluido de perfuração, (a) F1, (b) F2, (c) F3, (d) F4, (e) F5, (f) F6 e (g) F7 sobre o CL das graxas G1, G2, G3 e G4.

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

Com o fluido F4, observou-se que as graxas apresentaram comportamentos diferentes com o tempo de imersão no fluido. O CL da graxa G1 aumentou com o tempo até atingir 15 min., mas, em seguida, apresentou uma leve diminuição. A graxa G2 apresentou uma curva ascendente do CL com o tempo. O CL das graxas G3 e G4 aumentou com o tempo de imersão até atingir o tempo de 5 min. e, em seguida, os valores apresentaram-se praticamente constantes.

A presença do fluido F5 (Figura 3(e)) não influenciou significativamente o CL com o tempo de ensaio. As graxas G1, G2 e G3 apresentaram desempenho superior ao apresentado pela graxa petroquímica (G4). O mesmo comportamento foi observado para o fluido F6, com exceção do comportamento apresentando pela graxa G4, que apresentou um aumento expressivo no valor de CL com o tempo de ensaio em relação as outras graxas em estudo.

E, por fim, as graxas G1 e G2 na presença do fluido F7 apresentaram comportamento similar ao apresentado na presença dos fluidos F5 e F6. As graxas G3 e G4 apresentaram inicialmente um aumento nos valores de CL, mas, em seguida, os resultados apresentaram-se constantes.

Mediante o exposto, fica evidenciado que as graxas denominadas de G1, G2 e G3 apresentaram melhor desempenho em comparação ao da graxa G4 (graxas petroquímicas). Além disto, as graxas G1, G2 e G3 são graxas vegetais, biodegradáveis e ambientalmente corretas.

Conclusões

Os resultados obtidos mostraram que a graxa denominada de G1 apresentou melhor capacidade de lubrificação, com CL igual a 0,022, bem como que a presença dos fluidos de perfuração contendo argila ativada e o tempo de ensaio ocasionaram aumento nos valores de CL das graxas, enquanto que a presença de fluidos de perfuração poliméricos praticamente não ocasionou mudanças significativas nos resultados de CL. Os resultados deste estudo foram comparados com os obtidos por uma graxa petroquímica comercial simples, também à base de espessante de íons cálcio. Ficou evidenciado que as graxas vegetais apresentaram desempenho superior ao apresentado pela graxa petroquímica.

Agradecimentos

À Empresa Bentonit União Nordeste Ltda – BUN pelo fornecimento da argila bentonítica, à Empresa System Mud Indústria e Comércio Ltda., pelo fornecimento das graxas e aditivos utilizados para preparação dos fluidos de perfuração, bem como pelo apoio financeiro e ao LABDES pelo uso de suas instalações físicas e apoio à pesquisa.

Referências Bibliográficas

- DARLEY, H.C.H & GRAY, G.R., *Composition and Properties of Drilling and Completion Fluids*, Fifth Edition, Gulf Publishing Company, 1988.
- PEREIRA, M.S., AMORIM, L.V. & FERREIRA, H.F., *Efeitos de Aditivos Poliméricos no Coeficiente de Lubricidade de Fluidos Hidroargilosos*, XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, novembro de 2008.
- PETROBRAS, *Argila Aditivada para Fluido de Perfuração à Base de Água na Exploração e Produção de Petróleo*, Método, N -2605 (1998).
- PETROBRAS, *Argila Aditivada para Fluido de Perfuração à Base de Água na Exploração e Produção de Petróleo*, Especificação, N -2604 (1998b).
- ZAMBONI, G. E. Óleos básicos. SOTREQ S.A., HTTP: www.sotreq.com.br, 2009.