

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



TÍTULO DO TRABALHO:

Avaliação da compatibilidade da pasta de cimento com fluido de perfuração microemulsionado utilizando Tween 80 e NP 100.

AUTORES:

Giovanna Laís R. Leal¹, Fabíola D. S. Curbelo¹, Alfredo Ismael C. Garnica¹, Júlio César O. Freitas², Raphael Ribeiro da Silva¹, Amanda B. Carvalho³, Heber S. Ferreira³.

INSTITUIÇÃO:

¹Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal da Paraíba, ²Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, ³Departamento de Engenharia de Materiais, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba.

**AVALIAÇÃO DA COMPATIBILIDADE DA PASTA DE CIMENTO COM
FLUIDO DE PERFURAÇÃO MICROEMULSIONADO UTILIZANDO
TWEEN 80 E NP100**

ABSTRACT

Drilling fluids are circulating fluids used to assist the drilling operation of wells. Success in the well cementing operation is given when the entire circumference of the annulus is filled by the cement paste and when it develops adhesion to the casing and formation, requiring efficient drilling fluid removal. To facilitate the removal of the fluid, its chemical composition must be compatible with that of the cement paste, so the compatibility test is one of the steps prior to the oil well cementing operation. The objective of this work was to evaluate the compatibility between microemulsified drilling fluid (FP) and cement paste (PC) and to verify the main effects that unwanted FP contamination could cause to the cementation process, as well as to evaluate the filtrate volume of the formulated fluids. The water-based microemulsified drilling fluids developed in this work were composed of glycerine, vegetable oil and biodegradable nonionic surfactants (NP100 and Tween 80), and present the advantage of having low cost, good biodegradability and low environmental impact. The rheological properties and compressive strength of drilling fluid-contaminated cement paste (PC) were evaluated using the Ultrasonic Cement Analyzer (UCA) according to API RP 10B-2 (2013). After 24 hours of continuous monitoring of the compressive strength, it was observed that the strengths of the fluid contaminated pastes were 1676 psi with NP100 and 1164 psi with Tween 80, with the NP 100 contaminated paste being the only one that met the requirements for the minimum strength required in well cementation projects, which is 1500 psi. The compatibility test showed no visual changes in cement paste properties such as phase separation, although there was, after the addition of drilling fluid to the cement paste, a decrease in paste viscosity caused by the chemical reaction of the components present in the drilling fluid with the chemical constituents of the cement. Both fluids showed good filtrate volume results, being 1.1 mL and 2.2 mL for Tween 80 and NP100, respectively.

INTRODUÇÃO

Fluido de perfuração é um líquido, gás ou líquido gaseificado utilizado em um processo de perfuração de poços (AZAR; SAMUEL, 2007). Os fluidos de perfuração transportam para a superfície os cascalhos produzidos pela broca limpando o fundo do poço, exercem pressão hidrostática sobre as formações, evitando o influxo de fluidos indesejáveis, conhecidos como kick, estabilizam as paredes do poço, resfriam e lubrificam a coluna de perfuração e a broca (THOMAS, 2004).

A cimentação é uma das operações mais importantes realizadas em um poço de petróleo. Ocorre após o término da perfuração com o objetivo de compor a vedação entre as zonas permeáveis ou até mesmo em um único intervalo permeável, impedindo a intercomunicação de fluidos da formação que ficam por trás do revestimento, bem como propiciar suporte a coluna de revestimento. Além de permitir uma condição segura e econômica, durante toda a vida produtiva do poço (THOMAS, 2004).

Se há uma falha na cimentação, além dos gastos econômicos não terem seu resultado positivo, passando a ser um investimento sem lucros, é uma pausa na produção do poço, pois será preciso reavaliar toda a estrutura e os métodos que serão utilizados para a correção do problema (FREITAS, 2007).

A pasta de cimento e o fluido de perfuração são, frequentemente, fluidos incompatíveis, fazendo com que a mistura entre eles ocasione diversos problemas. Um exemplo é o aumento da viscosidade desta mistura, tendo como efeito um aumento da pressão de bombeio. Para evitar o contato entre a pasta de cimento e o fluido de perfuração, são utilizados fluidos intermediários chamados de colchões (HARDER, et al., 1992 e 1993).

Considerando que nem sempre o colchão remove completamente o reboco formado pelo fluido de perfuração das paredes do poço, é importante que haja compatibilidade entre a pasta de cimento e o fluido de perfuração para evitar reações químicas ou físicas indesejáveis provocadas pelo contato da pasta de cimento com os resquícios do fluido.

Desta forma, o objetivo deste trabalho é propor a formulação de dois fluidos de perfuração microemulsionados, utilizando os tensoativos não iônicos Tween 80 e Ultranex 100 (NP100), a determinação dos seus volumes de filtrado e a realização do teste de compatibilidade entre cada um dos fluidos e a pasta de cimento, a fim de se avaliar os efeitos que a contaminação indesejada entre estes fluidos poderia acarretar às propriedades da pasta de cimento.

METODOLOGIA

PREPARAÇÃO DOS FLUIDOS DE PERFURAÇÃO

Os fluidos foram preparados a partir de 500 g de microemulsão com 40% de tensoativo, 55% de fase aquosa (glicerina e água na proporção 1:1) e 5% de fase oleosa (óleo de pinho) e, posteriormente, foram inseridos os aditivos, sob agitação constante, a uma velocidade de 900 rpm, em agitador Hamilton Beach, respeitando um intervalo de 8 minutos entre cada adição.

Os dois fluidos apresentam os mesmos aditivos, variando apenas o tensoativo utilizado na preparação da microemulsão, sendo utilizado Tween 80 no fluido de perfuração 1 (FP1) e NP100 no fluido de perfuração 2 (FP2). Os tensoativos utilizados são não iônicos, ou seja, não apresentam íons em solução aquosa e sua solubilidade em água é devida à presença de grupos funcionais que possuem afinidade pela água.

Os aditivos foram acrescentados na seguinte ordem: 16,7 g de cal, 6,7 g da argila cloisite 20A, 1,7 g de HP-amido, 0,85 g de goma xantana, 85 g de baritina e, por último, água.

Cada aditivo exerce uma função fundamental na formulação do fluido. A argila e a goma xantana viscosificam o fluido, a cal é responsável pelo controle do pH, a baritina controla a massa específica, o HP-amido é o redutor de filtrado e a água é adicionada para reduzir a viscosidade.

VOLUME DE FILTRADO

O ensaio da perda de fluido (volume de filtrado) foi realizado através da filtração estática em um Filtro Prensa API Pressurizado, no qual foi aplicada, durante 30 minutos, uma pressão de 100 psi à aproximadamente 26 °C. Após 30 minutos do início da aplicação da pressão, o volume de filtrado foi medido com uma proveta.

TESTE DE COMPATIBILIDADE

Para a realização do teste de compatibilidade, os fluidos de perfuração (FP) e a pasta de cimento (PC) foram misturados em cinco diferentes proporções. Antes das misturas, os fluidos de perfuração foram agitados no agitador Hamilton Beach por 15 minutos a fim de assegurar a homogeneidade das amostras durante o teste. Posteriormente, os fluidos de perfuração e a pasta de

cimento foram condicionados no consistômetro atmosférico Chandler Engineering RCA-1200, sob agitação constante, até atingir a temperatura de 88 °C. Em seguida, a pasta de cimento foi misturada aos fluidos, nas proporções 95 FP/5 PC, 75 FP/25 PC, 50 FP/50 PC, 25 FP/75 PC e 5 FP/95 PC (v/v). Para cada uma das cinco misturas foi realizado o ensaio reológico. Para isto, foram feitas as leituras do ângulo de deflexão nas velocidades de rotações de 3, 6, 10, 20, 30, 60, 100, 200 e 300, através do viscosímetro Fann 35A.

TESTE DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

O ensaio de resistência à compressão foi realizado no equipamento Ultrasonic Cement Analyzer (UCA), Modelo 4262 da Chandler Engineering, com a finalidade de simular as condições operacionais da pasta de cimento em poços de petróleo e acompanhar o desenvolvimento contínuo da resistência à compressão e, portanto, as cargas às quais a pasta de cimento suporta.

As pastas de cimento foram formuladas utilizando cimento Portland de classe especial, desenvolvido para atender as operações de cimentação de poços de petróleo no cenário onshore no Brasil e segue a norma NBR 9831 (2006).

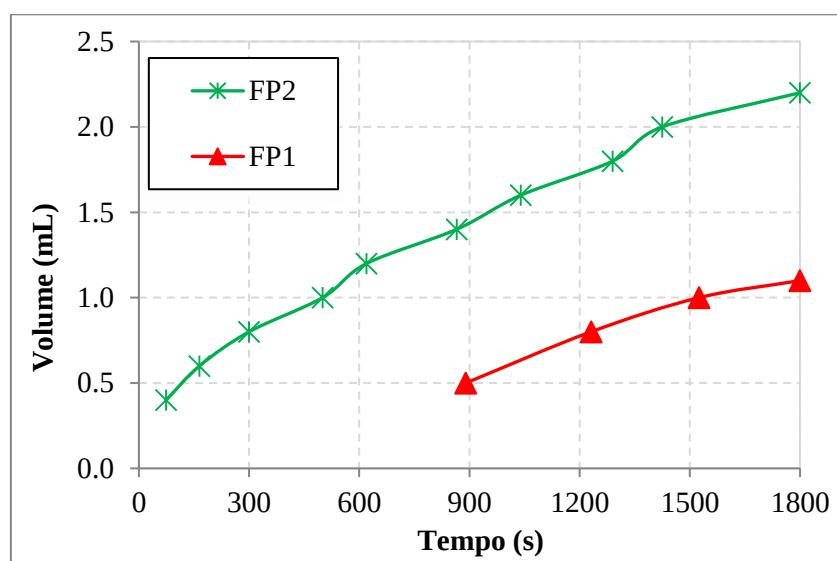
Os testes de resistência à compressão foram realizados com a pasta de cimento pura e com ela contaminada com os fluidos de perfuração, na proporção volumétrica de 90 PC/10 FP, de acordo com a norma API RP 10B-2, 2013, com objetivo de verificar a resistência do corpo de prova com o tempo. As condições estabelecidas para o teste foram 234 °F e 20,7 MPa por 24 horas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

VOLUME DE FILTRADO

A Figura 1 mostra o comportamento do volume de filtrado obtido para os FP1 e FP2 com o tempo.

Figura 1 – Volume de filtrado em função do tempo.



O volume de filtrado obtido após um período de 30 minutos (1800 segundos), numa pressão de 100 psi, foi de apenas 1,1 mL para o FP1 e 2,2 mL para o FP2 (Figura 1). Percebe-se que a inclinação da curva vai diminuindo à medida que o tempo aumenta. Isto acontece porque à medida que o filtrado invade a formação rochosa, os poros da mesma são obstruídos, reduzindo a invasão até seu completo tamponamento. Este resultado é satisfatório, pois a baixa invasão do filtrado (parte líquida do fluido de perfuração) para a formação evita diversos problemas que comprometem a viabilidade de produção do poço, como a redução do seu diâmetro e o aprisionamento da coluna de perfuração no caso de um crescimento descontrolado da torta de filtração (reboco).

TESTE DE COMPATIBILIDADE

Para analisar a influência da contaminação do fluido de perfuração na pasta de cimento, foi realizado o ensaio reológico das misturas obtidas no teste de compatibilidade. As Figuras 2 e 3 apresentam as curvas de fluxo para ambos os fluidos.

Figura 2 – Curvas de fluxo para as misturas do FP1 com a pasta de cimento.

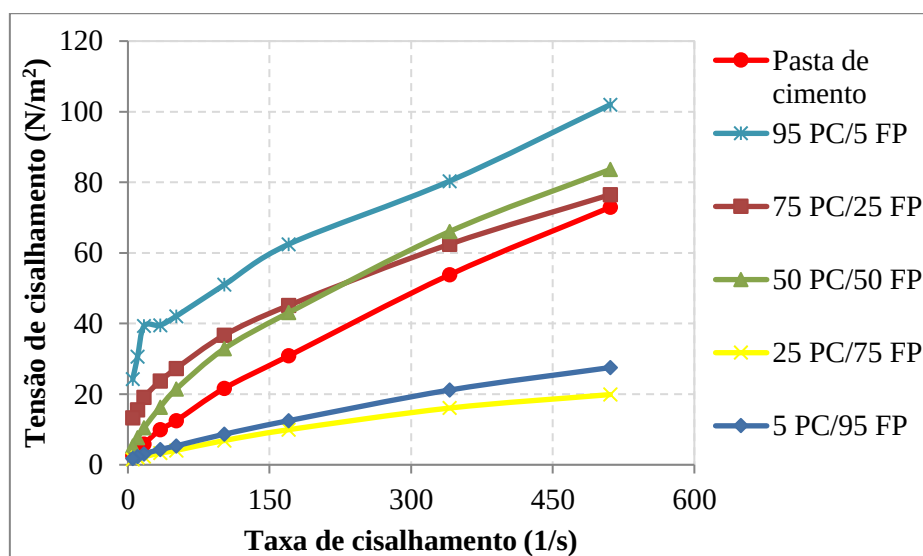
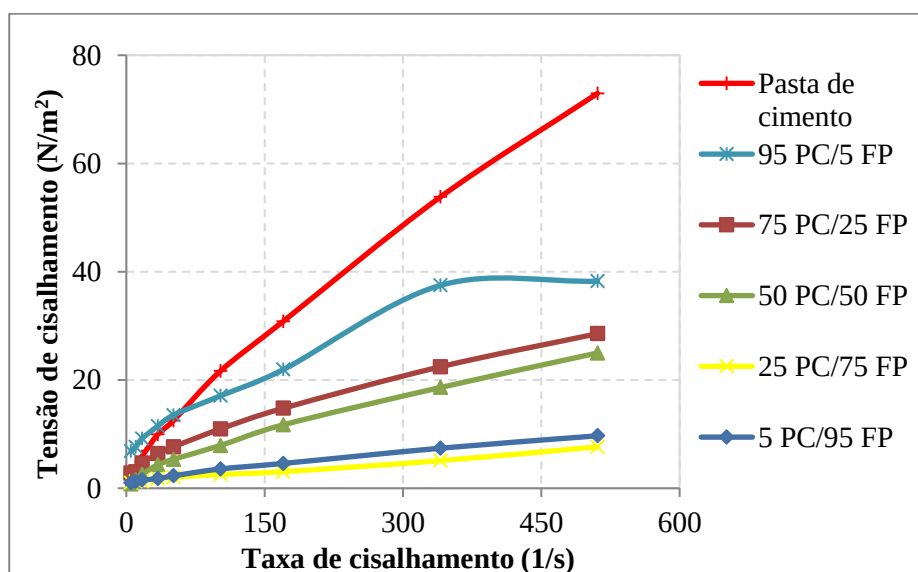


Figura 3 – Curvas de fluxo para as misturas do FP2 com a pasta de cimento.



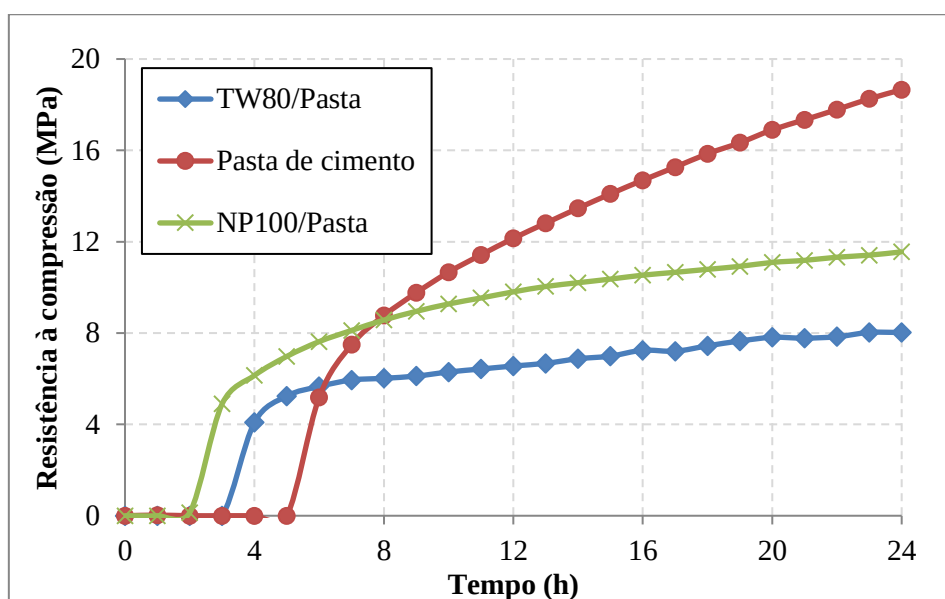
Como é possível observar nas Figuras 2 e 3, ambos os fluidos provocaram uma redução na viscosidade da pasta de cimento, exceto para o FP1 nas proporções de 95 PC/5 FP; 50 PC/50 FP e 75 PC/ 25FP. Entretanto, as misturas apresentaram um comportamento estável, não apresentando sinais de incompatibilidade como sedimentação ou separação de fases.

Apesar de apresentar-se como uma dispersão homogênea, a pasta de cimento contaminada com fluido contém partículas dispersas de polímeros, de argila organofílica e de surfactantes (DARLEY; GRAY, 1988), a presença destes compostos possui influência sobre o comportamento reológico da mistura obtida (VIKAN et al., 2007).

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

O teste de resistência à compressão foi realizado com as misturas fluido/pasta de cimento na proporção 90 PC/10 FP, conforme estabelecido pela norma API RP 10B-2, 2013. Após 24 horas de acompanhamento contínuo da resistência à compressão, foi possível observar que as resistências das pastas contaminadas com os fluidos foram 11,56 MPa com o NP100 e 8,02 MPa com o Tween 80. Sendo o NP 100 o único que atende os requisitos quanto à resistência mínima exigida em projetos de cimentação de poços, que é de 1500 psi ou 10,34 MPa.

Figura 4 – Resistência à compressão em função do tempo.



Conforme a Figura 4, percebe-se que há redução da resistência à compressão quando a pasta de cimento sofre contaminação por fluido de perfuração, a qual está associada à formação de microcavidades ou porosidades, pois se sabe que há uma relação inversa entre porosidade e resistência nos sólidos. Com a contaminação da pasta pelo fluido, as partículas provenientes do fluido passam a competir por água com a pasta de cimento, consequentemente, a pasta desidrata e torna-se mais frágil.

CONCLUSÕES

Os fluidos obtidos, formulados com reagentes de baixo custo e fácil acesso, apresentaram baixo volume de filtrado, tornando viável sua utilização em aplicações petrolíferas, além de serem menos agressivos ambientalmente.

O teste de compatibilidade indicou que à medida que a proporção de fluido aumentava, havia uma redução nas propriedades reológicas da pasta de cimento, facilitando o escoamento no poço. Porém, dependendo da quantidade de fluido presente na pasta, a operação de cimentação pode ser comprometida, já que as propriedades da pasta devem garantir que os sólidos permaneçam em suspensão, condição que é dificultada caso haja uma grande redução da viscosidade.

A presença do fluido de perfuração também foi responsável por reduzir a resistência à compressão da pasta de cimento, sendo a pasta contaminada com o NP 100 a que ficou acima do valor de resistência mínimo exigido nas operações de cimentação de poços.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9831: Cimento Portland destinado à cimentação de poços petrolíferos - Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

AZAR, J. J.; SAMUEL, G. R. Drilling Engineering. PennWell Corporation, 2007.

DARLEY, H. C. H.; GRAY, G. R. Composition and properties of drilling and completion fluids. 5th ed. Houston: Butterworth-Heinemann, 1988.

FREITAS, J. J. Validação de uma Metodologia de Ensaio de Resistência ao Cisalhamento para Avaliação da Aderência de Interfaces Revestimento Metálico - Bainha de Cimento Aplicada a Poços de Petróleo. 2007. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

HARDER, C.; CARPENTER, R.; WILSON, W.; FREEMAN, E.; PAYNE, H. Surfactant/Cement Blends Improve Plugging Operations in Oil-Base Muds. SPE/IADC Drilling Conference, 1992. Society of Petroleum Engineers.

HARDER, C.; CARPENTER, R.; WILSON, W.; FREEMAN, E.; PAYNE, H. Surfactant/Cement Blends Improve Plugging Operations in Oil-Base Muds. SPE/IADC Drilling Conference, 1992. Society of Petroleum Engineers.

THOMAS, J. E. Fundamentos de engenharia de petróleo. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Interciência: PETROBRAS, 2004.

VIKAN, H.; JUSTNES, H.; WINNEFELD, F.; FIGI, R. Correlating cement characteristics with rheology of paste. Cement and Concrete Research, v. 37, n. 11, p. 1502–1511, 2007.