

# ALTERAÇÕES DO TEOR DE CLORETOS E DUREZA COM O TEMPO E A TEMPERATURA EM UM FLUIDO DE PERFURAÇÃO COM BIODIESEL

Elba Gomes dos Santos Leal<sup>1</sup>  
Bento Pereira da Costa Neto<sup>2</sup>  
Ricardo Guilherme Kuentzer<sup>3</sup>  
Rui Carlos de Sousa Mota<sup>4</sup>  
Felipe Shai<sup>5</sup>

## RESUMO

Os fluidos de perfuração desempenham funções essenciais para que perfuração de um poço de petróleo ocorra de maneira eficiente. Dentre as principais funções desempenhadas por um fluido de perfuração está a de promover estabilidade do poço a fim de assegurar a integridade física dos profissionais envolvidos e garantir a segurança do poço e do meio ambiente. Desta forma é necessário o monitoramento constante de suas propriedades físicas e químicas. O presente trabalho teve como objetivo verificar as alterações dos parâmetros químicos: teor de cloretos e dureza total em fluido de perfuração com biodiesel em sua composição quando submetido a variações de temperatura por um tempo de 6 horas em forno de rolagem. Estas informações são importantes, uma vez que interfere no controle dos parâmetros reológicos do fluido, o que dificulta o bombeamento e a tixotropia do fluido de perfuração. Os resultados obtidos ilustraram que um aumento da temperatura de forno, provocou a instabilidade dos fluidos de perfuração e em alguns casos o fluido de perfuração tornou-se instável e de difícil recuperação.

**Palavras-chave:** Fluido de perfuração, parâmetros químicos, biodiesel, cloretos, dureza

## INTRODUÇÃO

A perfuração de petróleo necessita de fluidos de perfuração específicos para cada fase do poço de forma a não causar danos ao meio ambiente e a equipe de sonda. Desta forma, grandes variedades de fluidos com composições variadas podem ser utilizadas, desde que possua a composição adequada para cada etapa da perfuração.

<sup>1</sup> Doutor pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, elbagomes@ifba.edu.br;

<sup>2</sup> Doutor pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, bentopereira@ifba.edu.br

<sup>3</sup> Mestre pela Rede Faculdade de Tecnologia e Ciências - FTC, ricardokuentzer@ifba.edu.br

<sup>4</sup> Doutor pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, ruimota@ifba.edu.br

<sup>5</sup> Estudante do curso técnico de petróleo e gás – IFBA, Simões Filho, felpshai@gmail.com

Além do mais, as propriedades do fluido de perfuração devem ser monitoradas durante toda a etapa de perfuração de forma a evitar a perda de circulação, ineficiência da limpeza do poço e a interação do fluido com a formação rochosa de forma a alterar a sua composição. (GUIMARÃES E ROSSI 2007)

Até conseguir a composição adequada de um fluido de perfuração, várias pesquisas devem ser realizadas, e várias etapas são envolvidas ao longo do processo. Dentre estas etapas, tem-se a busca por produtos químicos específicos.

Dentre estes produtos tem-se o Cloreto de Potássio e o Cloreto de sódio que funcionam como inibidores de inchamento de argilas, que impedem a fixação, por adsorção física ou química, da fração catiónica na superfície negativa da argila. (ANACLETO 2015)

O estudo da viabilidade de fluídos de perfuração utilizando biodiesel como fase óleo, justifica-se pela necessidade jurídica e ambiental de trabalhar-se com fluídos ambientalmente compatíveis, o qual apresenta características semelhantes aos sistemas base óleo convencionais. Justifica-se ainda pelo fato de que o biodiesel já vem sendo utilizado como combustível no país, possuindo normas e especificações já padronizadas. Já a otimização da formulação verificada pelas propriedades reológicas do fluído, possibilitará o uso de fluído de perfuração a base óleo com custo reduzido e comportamento reológico conhecido, garantindo assim, o uso destes, em campos petrolíferos do Brasil que necessite deste tipo de fluído.

Além destes fatores, tem-se também os impactos econômico, social e ambiental proporcionados por esta pesquisa, uma vez que o seu estudo está focado na utilização de uma matéria-prima que produza baixo impacto ambiental, minimizando a geração de poluentes para o meio ambiente, bem como na geração de recursos humanos direcionados a trabalhar com modelos de perfuração mais realísticos da região a ser estudada.

Desta forma, a presente pesquisa teve como objetivo principal ilustrar as alterações das propriedades químicas em um fluido de perfuração, utilizando biodiesel em sua composição, em função da temperatura de perfuração.

## **METODOLOGIA**

Os experimentos foram realizados no IFBA, campus Simões Filho. No Laboratório de Petróleo e gás. Os fluidos foram preparados com a seguinte composição: Água – quantidade suficiente para: (QSP), Argila bentonita 14 a 80 ( $\text{Kg/m}^3$ ), Barita 5 a 10 ( $\text{Kg/m}^3$ ), Soda cáustica – 0,80 a 10,0 ( $\text{Kg/m}^3$ ), Lignossulfatos – 1,12 até 23,5 ( $\text{Kg/m}^3$ ), Amido – 8,0 a 12,0 ( $\text{Kg/m}^3$ ) e Quantidade de biodiesel - 100 mL.

A preparação do fluido de perfuração ocorreu de acordo com a prática de campo, que consiste em adicionar os componentes, um a um, sob agitação a uma velocidade constante de 13.000 rpm em agitador *Hamilton Beach*, modelo 936, e permanecendo 5 min sob agitação a cada acréscimo de aditivo.

Após a preparação dos fluidos de perfuração, foram determinados o teor de Cloretos e a dureza.

Para o teor de cloretos do fluido sintético foi obtido por:

$$Cl^{-} \left( \text{Cloretos}, \frac{mg}{L} \right) = \frac{10.000 * Vol_{AgNO_3}(mL)}{Vol. da amostra de filtrado (mL)}$$

E a salinidade do fluido sintético em (mg/L) pode ser expressa pelas equações seguintes:

$$NaCl \left( \frac{mg}{L} \right) = 1,65 * Cloretos \left( \frac{mg}{L} \right)$$

$$KCl \left( \frac{mg}{L} \right) = 2,1 * Cloretos \left( \frac{mg}{L} \right)$$

$$CaCl_2 \left( \frac{mg}{L} \right) = 1,56 * Cloretos(mg/L)$$

Os valores da dureza foram obtidos para fluidos base água e os resultados foram expressos em termos de dureza total,  $Ca^{+2}$  e  $Mg^{+2}$ . O valor do teor de Cálcio em mg/L, foi obtido por:

$$Ca^{2+} \left( \frac{mg}{L} \right) = \frac{400,8 * V1(EDTA, mL)}{Vol. da amostra (mL)}$$

$$Dureza\ total = \frac{400,8 * V2}{Vol. da amostra (mL)}$$

$$Mg^{+2} \left( \frac{mg}{L} \right) = \frac{243,2 * (V2 - V1)}{Vol. da amostra (mL)}$$

Onde V1 é o volume de solução 0,01M de EDTA, obtido no teste do teor de Cálcio e V2 é o volume de solução de 0,01M de EDTA obtido no Teste de Dureza Total

Após a preparação do fluido de perfuração e determinação dos parâmetros químicos, o fluido foi transferido para uma célula de pressão de aço inoxidável com capacidade para 260 mL ilustrada na Figura 1 (a), a qual foi colocada no equipamento Fann Estufa Rotativa Roller Oven, o qual simula o efeito do envelhecimento do fluido de perfuração enquanto este circula no poço, como ilustrada na Figura 1 (b), onde permaneceu por um tempo de 6 horas nas temperaturas determinadas para cada experimento.



Figura 1 – (a) Célula de envelhecimento, (b) Equipamento Fann Estufa Rotativa Roller Oven. Fonte: Laboratório de fluidos do IFBA, 2016.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos ilustram as alterações do teor de cloretos e da dureza em um fluido de perfuração com biodiesel após 6 horas de envelhecimento com variações de temperatura.

Na Figura 2 tem-se a variação do teor de cloretos e os valores equivalentes para os teores de NaCl, KCl e CaCl<sub>2</sub> em função do tempo e da temperatura em forno de rolagem.

Através da salinidade é possível determinar o grau de inibição do fluido de perfuração em relação às formações ativas, como os folhelhos, assim como a salinidade da água usada como fase contínua. O monitoramento da salinidade também auxilia no controle de corrosão. A salinidade é expressa em mg/L de NaCl equivalente (AMORIM, 2003).

Pode-se observar, nestas figuras que os parâmetros de variação do teor de cloretos e os valores equivalentes para os teores de NaCl, KCl e CaCl<sub>2</sub> diminuem com o aumento da temperatura do forno de rolagem para um tempo de 6 horas.

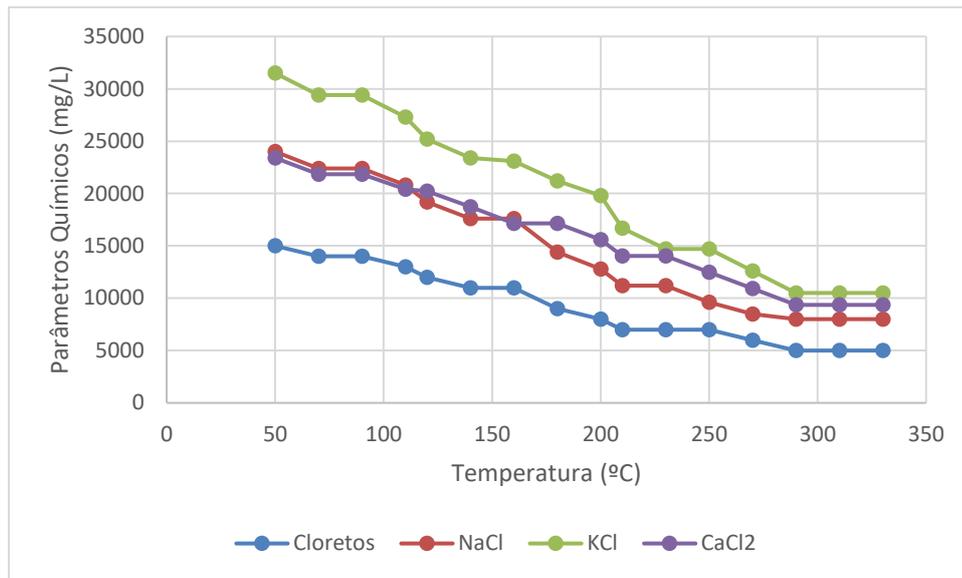


Figura 2 – Variações dos parâmetros químicos do fluido de perfuração com alterações da temperatura e tempo de forno de 6 horas

Os valores dos teores de  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$  e dureza estão ilustrados na figura 3. Estes parâmetros são responsáveis pela dureza do fluido de perfuração obtido, e de acordo com os resultados obtidos, ocorre a diminuição destes parâmetros com o tempo e a temperatura de forno. As quantidades de Cálcio e Magnésio devem ser constantemente monitoradas, pois à precipitação de um desses Cátions pode ocasionar comprometimento das propriedades do fluido e também desgastes de equipamentos (AMOCO, 1994).

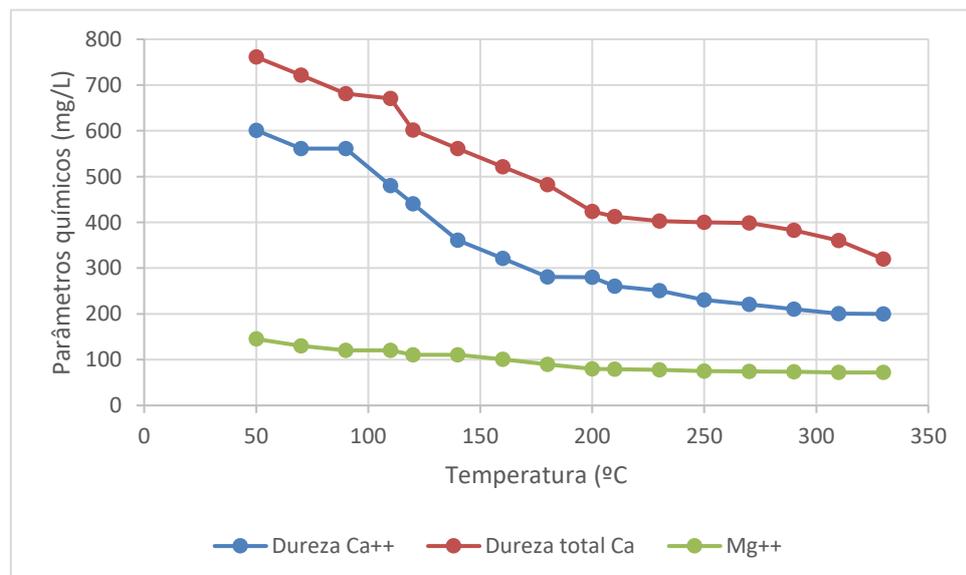


Figura 3 – Variações dos parâmetros químicos (dureza) do fluido de perfuração com alterações da temperatura e tempo de forno de 6 horas

O aumento da temperatura e do tempo de forno causou precipitação dos componentes poliméricos presentes no fluido de perfuração, principalmente devido a presença de cátions bivalentes, como o  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$ , e conseqüentemente uma diminuição das quantidades de NaCl, KCl e  $\text{CaCl}_2$  presentes na fase líquida. Esta precipitação também influenciou nos valores obtidos referentes as propriedades reológicas e parâmetros géis dos fluidos estudados.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma geral, verificou-se que para experimentos realizados com uma temperatura de forno acima de  $100^\circ\text{C}$  e tempo de envelhecimento de 6 horas ocorreu a instabilidade dos fluidos de perfuração, onde o mesmo tornou-se instável e de difícil recuperação. Para temperaturas acima de  $120^\circ\text{C}$  ocorre a floculação excessiva dos fluidos.

Pode-se observar também que os valores do teor de cloretos e salinidade expressa pelos valores de NaCl, KCl e  $\text{CaCl}_2$  diminuem com o aumento do tempo e a temperatura do forno de rolagem

Este mesmo comportamento foi observado com relação a dureza do fluido e os valores de Cálcio e Magnésio, o que pode causar um aumento do volume de filtrado e permitir a formação de rebocos de maior espessura. Um aumento destes parâmetros, além dos valores recomendados influenciam os parâmetros reológicos do fluido.

## REFERÊNCIAS

AMOCO. **Drilling fluids manual**. Amoco Production Company – [S.l.] 1994

AMORIM, Luciana Viana – **Melhoria, Proteção e Recuperação da Reologia de Fluidos Hidroargilosos para uso na Perfuração de Poços de Petróleo**. 275 f. Tese de doutorado –, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande 2003

ANACLETO, J. V. T.; **Avaliação da Influência de cálcio e magnésio nas propriedades dos fluidos de perfuração**. Trabalho de Conclusão de Curso, UFRN, 2015

GUIMARÃES, I. B.; ROSSI, L. F. S.; **Estudo dos Constituintes dos fluidos de perfuração: proposta de uma formulação otimizada e ambientalmente correta**. 4º PDPETRO, Campinas, SP, 2007.