



AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES REOLÓGICAS E DE FILTRAÇÕES DE FLUÍDOS DE PERFURAÇÃO ARGILOSO

Thaís Pereira Cavalcanti¹; Rodrigo César Santiago²; Ulisses Roque de Albuquerque¹;
Keila Regina Santana²; Jardel Dantas da Cunha².

¹ Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Curso de Engenharia do Petróleo –
thaisinha_saraiva@hotmail.com;

² Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas.

RESUMO

No processo de perfuração de poços de petróleo é utilizado um fluido chamado de Fluido de Perfuração que tem como funções principais transportar os cascalhos perfurados até a superfície, estabilizar as paredes do poço, conter o influxo de fluido indesejado, lubrificar e resfriar a broca. Esses fluidos são classificados de acordo com o componente principal que constitui a fase contínua podendo esta ser água, óleo ou gás. É importante que ele tenha propriedades especiais que são determinadas de acordo com o tipo de rocha que será perfurada, dentre elas destacam-se nesse trabalho a viscosidade, força gel e filtrado. Essas propriedades são alteradas através de substâncias que são adicionadas ao fluido, chamadas de aditivos. A argila é um aditivo bastante utilizado em fluidos à base água para fases iniciais da perfuração. Ela consegue conferir ao fluido uma consistência viscosa e manter os cascalhos em suspensão de acordo com a concentração de massa que é utilizada. Assim o presente trabalho consiste na avaliação da influência da concentração de argila nas propriedades reológicas, filtração e forças géis de um fluido de perfuração base água através de testes realizados em laboratório. Os testes das propriedades reológicas e forças géis foram realizados em um Viscosímetro Fann, modelo 35A, e do parâmetro de filtração através de um Filtro Prensa API (baixa pressão). Os resultados mostram que essas propriedades variam de acordo com a concentração de argila utilizada, apresentando uma elevação nos valores dos parâmetros reológicos e forças géis e uma diminuição para o filtrado.

Palavras-chave: Argila, Fluido de perfuração, Perfuração de poços, Petróleo.

1. INTRODUÇÃO

Os fluidos de perfuração, podem ser definidos como fluidos de circulação utilizados para auxiliar a perfuração de poços, desempenhando uma série de funções. Seu uso antecede à indústria de petróleo, pois desde a antiguidade os fluidos eram utilizados para auxiliar as ferramentas na perfuração de poços com outras finalidades [AMORIM, 2003].

Eles exercem, devidamente, suas funções quando suas propriedades físicas e químicas são ajustadas para cada tipo

de situação desejada. As propriedades físicas mais importantes, e frequentemente medidas nas sondas, são: massa específica, parâmetros reológicos, forças géis (inicial e final), parâmetros de filtração e teor de sólidos. As propriedades químicas mais frequentemente determinadas nos laboratórios das sondas são: pH, teores de cloreto, de bentonita e a alcalinidade [MELO, 2008].

Os fluidos de perfuração são comumente classificados de acordo com o componente principal que constitui a



fase contínua. Esses componentes podem ser: água, óleo ou gás. Quando o componente principal da fase contínua é água, é dito que ele é a base de água, e quando é óleo, o fluido é a base de óleo. [FÉLIX, 2007].

Entre os fluidos à base de água, destacam-se os constituídos por uma dispersão de água (fase contínua) e argila (fase dispersa) que são denominados de fluidos à base de água aditivados com argila ou hidroargilosos. Estes são amplamente utilizados tanto em perfurações terrestres (*on-shore*) quanto marítimas (*off-shore*) e são considerados fluidos ambientalmente seguros. Atualmente, a bentonita sódica é a argila comercial mais utilizada em fluidos de perfuração, sendo adicionada ao fluido para melhorar suas propriedades e funções, como: limpeza do poço, formação de uma película fina e de baixa permeabilidade (reboco), estabilização das paredes do poço e lubrificação e resfriamento da broca [AMORIM, 2003].

Portanto, é interessante se avaliar quais concentrações ideais de argila para as formulações de fluidos de perfuração de acordo com as necessidades específicas de cada poço ou cada fase perfurada, identificando as possíveis ações secundárias em outros parâmetros importantes dos fluidos para atender às características das operações.

2. METODOLOGIA

O planejamento do trabalho foi realizado de modo a avaliar a influência do aumento da concentração de argila nas propriedades de um fluido de perfuração base água. Para isso, foram formulados 6 fluidos base água, cujos únicos componentes utilizados foram 350,5 mL (barril equivalente) de água destilada para cada fluido, que possuíam como aditivos a argila ativada com sódio (Na) e hidróxido de sódio (NaOH). O NaOH manteve a sua concentração fixa em 0,3 lb/bbl e a argila

foi variada de 5lb/bbl a 30lb/bbl (5g,10g,15g,20g,25g,30g), como mostra a Tabela 1 a seguir.

Tabela 1: Concentração de argila utilizada

| | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 |
|------------|----|----|----|----|----|----|
| Argila (g) | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |

A partir das formulações e preparação dos fluidos foi realizada a análise dos parâmetros reológicos, forças géis e filtrado, respectivamente, com o intuito de averiguar o efeito da argila sobre o comportamento do fluxo do fluido, da resistência e do comportamento ao ficar em repouso um certo tempo.

2.1. Ensaio realizados

2.1.1. Preparo dos fluidos.

Os fluidos foram preparados de acordo com a norma API 13B-1 2003.

2.1.2. Parâmetros reológicos.

Os parâmetros reológicos dos fluidos foram medidos através de um Viscosímetro Fann modelo 35A. Com esse viscosímetro foram realizadas as leituras das viscosidades nas velocidades 600, 300, 200, 100, 6 e 3 rpm, respectivamente.

A Tabela 2, a seguir, apresenta as equações que são utilizadas para determinação dos parâmetros reológicos (viscosidade aparente, plástica e limite de escoamento).

Tabela 2: Propriedades reológicas e suas equações.

| Propriedades reológicas | Equações | Unidades |
|---------------------------|------------|--------------------------|
| Viscosidade Aparente (VA) | L600/2 | Centipoise (cP) |
| Viscosidade Plástica (VP) | L600 – 300 | Centipoise (cP) |
| Limite de Escoamento (LE) | L300 – VP | (lb/100ft ²) |

2.1.3. Forças géis.



Os géis inicial e final também foram obtidas com o Viscosímetro Fann modelo 35A.

2.1.4. Parâmetro de filtrado.

Para obtenção desse parâmetro o equipamento utilizado foi o Filtro Prensa API (baixa pressão), regulado a uma pressão de 100 PSI, com tempo de teste de 30 minutos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Parâmetros reológicos

A Tabela 4 apresenta os valores dos graus de deflexões equivalentes as velocidades aplicadas em cada fluido preparado. Com esses valores de deflexões e as equações que já foram descritas no capítulo da metodologia foi possível realizar os cálculos das viscosidades aparente e relativa e do limite de escoamento, esses resultados também estão apresentados na Tabela 3 e na Figura 1.

Tabela 3: Resultados dos parâmetros reológicos.

| | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 |
|-----------------------------|----|-----|----|----|----|----|
| L600 | 6 | 9 | 14 | 32 | - | - |
| L300 | 4 | 6 | 10 | 30 | - | - |
| L200 | 4 | 6 | 9 | 26 | - | - |
| L100 | 3 | 5 | 7 | 22 | - | - |
| L6 | 2 | 3 | 4 | 18 | - | - |
| L3 | 2 | 3 | 4 | 17 | - | - |
| VA (cP) | 3 | 4,5 | 7 | 16 | - | - |
| VP (cP) | 2 | 3 | 4 | 2 | - | - |
| LE (lb/100ft ²) | 2 | 3 | 6 | 28 | - | - |

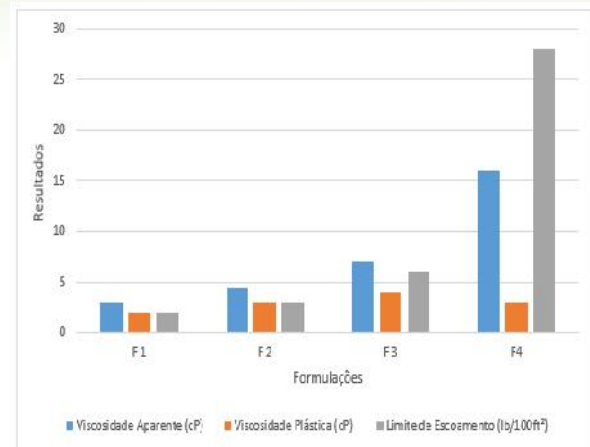


Figura 1: Resultado dos parâmetros reológicos.

De acordo com os resultados obtidos, observa-se um aumento nas leituras das deflexões nas velocidades testadas, sendo estas diretamente proporcionais ao aumento da concentração da argila nos fluidos de perfuração analisados.

Como a argila é agrupada em pacotes laminares ao coloca-la em contato com água, as moléculas de água se aderem às camadas de argila separando-as. Essa separação resulta em uma exposição maior da área para hidratação. Esse efeito é evidenciado devido a argila ser ativada com cátions Na⁺ que propiciam este fenômeno, uma vez que o cátion associado à estrutura da argila age como agente determinante no aumento da área.

Nas formulações 1, 2 e 3, as concentrações de argila não foram suficientes para que as partículas de argila permanecessem unidas, havendo um total desprendimento de suas camadas. Esses fluidos ficaram com aspecto totalmente líquido.

Quando a concentração de argila teve um aumento significativo, pôde ser observado um fluido um pouco mais viscoso, como exemplo do fluido 4. Comprovando que houve um desprendimento das camadas da argila mas sem que elas se desprendessem



totalmente como aconteceu nos primeiros fluidos.

A viscosidade nas duas últimas formulações (F5 e F6) teve uma diferença satisfatória em relação às três primeiras, acarretando em dificuldade de suas homogeneizações, necessitando de um tempo de homogeneização maior. Fazendo a homogeneização dos fluidos 5 e 6 em apenas 10 minutos, como aconteceu nos 4 primeiros, eles apresentavam, ainda, alguns resquícios de argila que não haviam se misturado com a água, com isso o intervalo utilizado para homogeneização dessas formulações foi de 15 minutos. Com o aumento da argila a estabilização do viscosímetro também se tornou mais dificultosa, demorando mais tempo para que ocorresse.

Como os fluidos 5 e 6 possuíam uma concentração maior de argila, as moléculas de água foram adsorvidas na argila causando uma viscosidade muito elevada que impediu a correta leitura dos parâmetros reológicos, o que leva a resultados mascarados, impossibilitando o estudo mais aprofundado neste trabalho. Isto leva à conclusão de que concentrações acima de 25 lb/bbl ocasionam inchamento excessivo da argila, o que dificulta a aplicabilidade destas formulações em fluidos de perfuração, pois viscosidades muito elevadas geram perdas de cargas também excessivas que podem comprometer a circulação do fluido no poço.

3.2. Forças géis

A análise das forças géis das formulações preparadas estão expostas na Tabela 4 e na Figura 2.

Tabela 4: Resultado dos parâmetros reológicos.

| | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 |
|-------------|----|----|----|----|----|----|
| Gel Inicial | 2 | 2 | 2 | 18 | - | - |
| Gel Final | 4 | 5 | 10 | 28 | - | - |

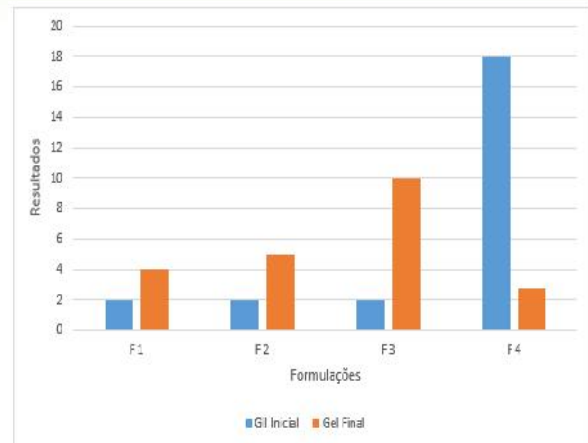


Figura 2: Resultado das forças géis.

Com esses resultados percebe-se que a força gel inicial manteve seu valor nos fluidos em que as camadas da argila foram totalmente desprendidas e teve um grande aumento no fluido em que esse desprendimento foi menor devido ao aumento da concentração de argila. Já o gel final se comportou de acordo com o aumento da concentração de argila. Nas formulações que apresentaram valores relativamente altos ocorrerá a formação de uma estrutura gel que é construída de forma lenta a partir da floculação da argila.

É importante que essas forças não sejam tão baixas e nem tão elevadas, pois se um fluido possuir um grau de tixotropia muito baixo, os cascalhos que serão carregados por ele poderão decantar, em contrapartida, se esse grau for muito elevado, a movimentação de equipamentos dentro do poço, realização de manobras e a própria circulação do fluido, entre outros fatores, poderão ser dificultados.

3.3. Parâmetros de filtração

A Tabela 5 e a Figura 3 apresentam os resultados do filtrado obtido em cada fluido.

Tabela 5: Resultados dos parâmetros de filtração.



| | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 |
|---------------|----|----|----|----|----|----|
| Filtrado (mL) | 25 | 19 | 16 | 9 | 9 | 7 |

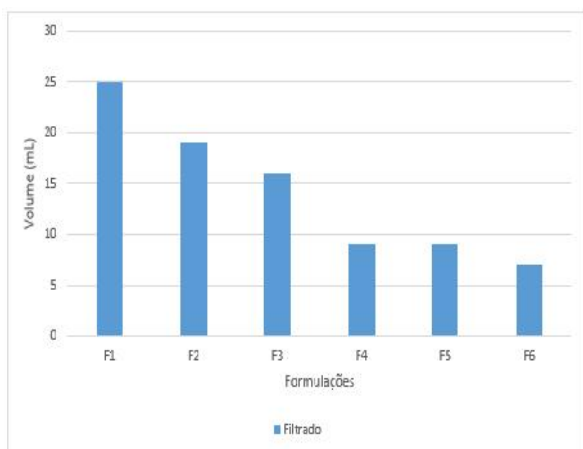


Figura 3: Resultado dos parâmetros de filtração.

Nesse parâmetro, a argila agiu de forma contrária aos outros, tendendo a diminuir o filtrado de acordo com o aumento de sua concentração. Nos fluidos em que a argila teve uma concentração maior a sua hidratação ocorreu sem que suas partículas fossem totalmente desprendidas, esse fato contribuiu para que o filtrado tivesse seu valor mais controlado.

Quando a argila aditivada (sódica) é adicionada em meio aquoso, esta é dispersa fazendo com que seja hidratada, essa hidratação é, portanto, responsável pelo aumento da viscosidade do sistema e redução no volume de filtrado. Para elevados valores de viscosidade aparente, caracteriza um maior estado floculado alcançado, gerando um fenômeno de encapsulamento, o que caracteriza a redução do volume de filtrado. [AMORIM, 2003].

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos verificou-se que com o aumento da concentração de argila a viscosidade tende a aumentar. Para uma quantidade menor que 20 lb/bbl as partículas de

argila se desprendem muito causando um aspecto de um fluido totalmente líquido. A partir de 25 lb/bbl, o fluido apresenta-se bastante viscoso e a leitura da viscosidade passa a ser mascarada não sendo possível, através do viscosímetro utilizado, a leitura real do grau de deflexão. Também há um aumento das forças géis com o aumento da concentração de argila, porém o filtrado se comporta de forma contrária a essas duas propriedades, tendo uma diminuição no seu volume.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, Luciana Viana. **Melhoria, Proteção e Recuperação da Reologia de Fluidos Hidroargilosos para Uso na Perfuração de Poços de Petróleo.** 2003. 290 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Engenharia de Processos, Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2003.

API, Norma API – American Petroleum Institute – **Recommended Practice for Field Testing Water-Based Drilling Fluids 13B-1**, novembro, 2003.

FÉLIX, Thiago de Freitas et al. **Desenvolvimento de fluidos de perfuração à base de água com alta capacidade de inibição e alta lubrificidade.** Campinas, out. 2007.

MELO, Klismeryane Costa de. **Avaliação e modelagem reológica de fluidos de perfuração base água.** Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.