



Análise da influência do tempo na viscosidade para amostras de bentonitas para seu uso em fluidos de perfuração.

Danielly Vieira de Lucena¹, Danyllo Vieira de Lucena², Jean Pierre Veronese³

¹Profa. Msc. do IFPB. e-mail: danielly.lucena@ifpb.edu.br

²Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental- UEPB. e-mail: danyllo_vieira@hotmail.com

³Prof. Dr. do IFPB. e-mail: jpveronese@hotmail.com

Resumo: As dispersões de argilas bentoníticas sódicas possuem uma relação estreita com o tempo, ou seja, elas apresentam um comportamento dependente do tempo. Esse comportamento é conhecido como tixotropia. Os fluidos tixotrópicos são aqueles que se caracterizam por uma transformação isotérmica reversível apresentando um estado gel quando em condições de repouso, e recuperando sua fluidez quando submetido ao cisalhamento. Em fluidos de perfuração o comportamento tixotrópico é bastante desejado e é exatamente para o uso das argilas em fluidos de perfuração que o este trabalho é proposto. Selecionamos amostras de bentonitas e efetuamos todo o procedimento do experimento relativo ao sistema argila-água para analisarmos assim a influencia do tempo sobre as amostras. Para sua validação dispersamos as amostras de argilas em água destilada em um agitador mecânico durante 20 minutos e as deixamos em repouso por 24 horas. Para fazermos a determinação da viscosidade agitamos as dispersões de ambas as amostras, logo após usamos o viscosímetro para medir as viscosidades plástica e aparente. Os resultados mostraram que as viscosidades da amostra de argila natural praticamente não se alteraram mostrando assim que elas não são adequadas para a aplicação proposta, já as viscosidades da amostra de argila industrializada apresentaram resultados que comprovaram que seu uso em fluidos de perfuração é viável.

Palavras-chave: tixotropia, viscosidade, argilas bentoníticas

1. INTRODUÇÃO

O uso de fluidos de perfuração é indispensável na atividade de perfuração de poços de petróleo. (Amorim, 2004). O fluido de perfuração utilizado pela indústria petrolífera é altamente complexo e desenvolvido para suprir determinadas características necessárias para que se tenha o controle na perfuração de um poço (Campos, 2003).

Durante a operação de poços de perfuração, é desejável manter o escoamento de fluido sem interrupção, entretanto, períodos de parada são passíveis de acontecer e, devido a isso, utiliza-se fluidos de perfuração que têm como característica formar gel quando não são submetidos a uma tensão de cisalhamento (Oliveira *et al*, 2007). Tal medida é tomada pelo fato de que os fluidos gelificados impedem a precipitação dos cascalhos formados pela perfuração, evitando que este material se acumule em cima da broca, situação essa que pode provocar avarias no equipamento (Lagaly, 1989).

O reinício do escoamento é um grande problema, pois o a fratura do gel exige uma pressão muito maior que a usual de operação contínua (Oliveira *et al*, 2007). Além disso, a reologia do fluido é muito complexa, com propriedades dependentes do tempo.

Os fluidos de perfuração são projetados para possuírem a característica tixotrópica, ou seja, o fluido de perfuração é projetado para gelificar gradativamente quando não há cisalhamento aplicado sobre ele, tal fenômeno se faz necessário para impedir que os cascalhos provenientes da perfuração precipitem durante tais paradas, o que levaria a uma obstrução da broca e o sistema a um colapso (Amorim, 2002).

Porém, quando o escoamento é reiniciado, sua viscosidade (termo comumente conhecido que descreve as propriedades de escoamento de um fluido, ou seja, o atrito das camadas internas dentro do fluido que impõe resistência a fluir) (Souza Santos, 2002) decresce induzida pelo escoamento, devido à quebra de sua microestrutura ou de seu gel. Isto faz com que o atrito entre as camadas de fluido seja diminuído e uma menor potência seja requerida pela bomba que movimenta a mistura do fluido de perfuração e com os cascalhos por ele suspensos.



A tixotropia não é um processo atemporal, deste modo, sabe-se que a viscosidade dos fluidos de perfuração leva certo tempo para diminuir, sendo necessárias pressões iniciais muito elevadas. Por isso, considera-se importante o conhecimento das pressões geradas no gel, no reinício da circulação, para evitar fraturas nas paredes do poço (Darley & Gray, 1988).

Então devido a sua composição alguns produtos possuem uma única viscosidade a uma dada temperatura independente da força de cisalhamento e são denominados de fluidos Newtonianos, enquanto a maioria dos fluidos apresenta comportamento reológico mais complexo e a determinação da viscosidade não é um tópico simples (Lagaly, 2003).

Os fluidos de perfuração, também chamados de lamas, são empregados para auxiliar o processo de perfuração de poços. Atualmente, estão disponíveis diversos tipos de fluidos de perfuração, podendo-se destacar os fluidos à base de água e argila (Amorim, 2003).

Esses fluidos vêm sendo utilizados há mais de uma centena de anos. As argilas bentoníticas têm fundamental importância na composição destes fluidos, pois agem como viscosificante e agente tixotrópico, sendo propriedades necessárias para que estes desempenhem as funções que lhes são requeridas, como limpeza e estabilidade do poço (Farias, 2005).

Os fluidos de perfuração apresentam várias propriedades físico-químicas que devem ser levadas em consideração durante a aplicação, dentre elas podemos destacar os parâmetros reológicos, que vão influenciar diretamente no cálculo das perdas de carga na tubulação e na velocidade de transporte dos cascalhos. Reologia é a ciência que estuda a deformação e fluxo da matéria. Em termos reológicos, a viscosidade é o parâmetro mais conhecido, sendo definida como a resistência que uma substância apresenta ao fluxo. No campo, as principais propriedades reológicas de interesse, que se encontram vinculadas ao desempenho do fluido são a viscosidade aparente e viscosidade plástica.

O objetivo deste estudo é determinar as viscosidades aparente e plástica de dispersões de argilas bentoníticas, observando a influencia dos cátions trocados e avaliar assim o efeito do tempo nos valores das viscosidades.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Materiais

Foram estudadas uma amostra de argila bentonítica natural denominadas de Verde-lodo e uma amostra de argila bentonítica sódica industrializada, cedida por uma indústria beneficiadora de minérios e a amostra é denominada de Brasgel PA. As argilas tanto natural quanto a industrializada são provenientes das jazidas localizadas no Município de Boa Vista, Paraíba, e são compostas mineralogicamente por argilominerais do grupo da esmectita e com presença de quartzo. A amostra Verde-lodo apresenta ainda illita e caulinita.

Preparação dos fluidos de perfuração

Os fluidos de perfuração foram preparados com concentração de 4,86% em massa de argila (24,3 g de argila em 500 mL de água deionizada), de acordo com a norma N-2605.

Estudo reológico dos fluidos de Perfuração

Após repouso de 24h, foi realizado o estudo reológico dos fluidos de perfuração. Para isso, o fluido foi agitado durante 5min em agitador mecânico Hamilton Beach, modelo 936, na velocidade de 17.000rpm. Após a agitação, o fluido foi transferido para o recipiente do viscosímetro Fann modelo 35A. O viscosímetro foi acionado na velocidade de 600rpm durante 2min e efetuada a leitura. Logo após, a velocidade foi mudada para 300rpm, efetuando a leitura após 15s.

Com os dados das leituras obtidas no viscosímetro, foram calculadas a viscosidade aparente (VA), a viscosidade plástica (VP), segundo a norma da PETROBRAS N-2605.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As propriedades reológicas (viscosidade aparente (VA) e viscosidade plástica (VP)), obtidas para os fluidos de perfuração preparados com argila bentonítica verde-lodo e Brasgel PA para diferentes tempos de leitura estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1 - Propriedades reológicas (viscosidade aparente (VA) e viscosidade plástica (VP)) com leituras em variados intervalos de tempo para fluidos de perfuração preparados com argila bentonítica verde-lodo.

Propriedades Reológicas	Número de misidáceos mortos		
	24 h	72 h	120 h
VA (cP)	1,0	1,5	1,5
VP (cP)	0,5	1,0	1,0
Especificação da Petrobras NR-2604	VA \geq 15,0 cP e VP \geq 4,0 cP		

Tabela 2 - Propriedades reológicas (viscosidade aparente (VA) e viscosidade plástica (VP)) com leituras em variados intervalos de tempo para fluidos de perfuração preparados com argila bentonítica Brasgel PA.

Propriedades Reológicas	Número de misidáceos mortos		
	24 h	72 h	120 h
VA (cP)	14,0	16,75	20,0
VP (cP)	4,0	5,5	6,0
Especificação da Petrobras NR-2604	VA \geq 15,0 cP e VP \geq 4,0 cP		

A partir da determinação das viscosidades aparente e plástica realizou-se a avaliação dos produtos argilosos utilizados no preparo dos fluidos de perfuração. Comparando os resultados apresentados pelas dispersões preparadas com a amostra Verde-lodo com as especificações da Petrobras (1998), observa-se que os valores obtidos para VA foram inferiores ao mínimo exigido, que é de 15,0 cP, para todos os intervalos de tempo de repouso analisados. Os valores obtidos para VP também se encontram abaixo dos padrões especificados, pois, apresentaram valores inferiores a 4,0 cP, que é o mínimo exigido pela norma.

Comparando os resultados apresentados na Tabela 2, com as especificações da Petrobras (1998), observa-se que os valores de VA apresentados pelas dispersões preparadas com a argila industrializada Brasgel PA foram superiores ao mínimo exigido, que é de 15,0 cP, com exceção da amostra Brasgel PA com 24 h de repouso, que apresentou VA de 14,0 cP. Os valores obtidos para VP, encontram-se de acordo dos padrões especificados, contudo muito próximos do mínimo exigido, que é de 4,0 cP.

Embora os valores obtidos para a mostra de Brasgel PA em sua maioria, satisfaçam as normas da Petrobras, tem-se um sistema com características indesejáveis; os elevados valores de VA caracterizam o sistema como floculado e quando em serviço, ou seja, durante a sondagem, pode causar vários problemas como ineficiência no carreamento dos detritos de perfuração.

Os fluidos preparados com a argila Verde-lodo na forma sódica desenvolvem sistemas denominados de floculado-gel, traduzido pelos baixos valores de VP, próximos de 1,0 cP. Neste estado, as partículas de argila permanecem unidas através de interações elétricas e de massa, com associações do tipo face-a-aresta e aresta-a-aresta, gerando uma estrutura do tipo castelo-de-cartas, na qual, todo o volume do líquido é ocupado pelas partículas de argila.

Os diferentes comportamentos em relação às viscosidades observadas entre as dispersões preparadas as argilas bentoníticas verde lodo e Brasgel PA pode se dever pelo fato de que a última, se trata de um produto industrializado resultante da mistura de diversas espécies de argilas bentoníticas de Boa Vista, PB, em proporções variadas que condicionam a sua aplicação. Além disso, as condições

de processamento, como mistura, secagem, moagem, etc., variam e muito de empresa para empresa (Stefan, 1966). Estes fatores justificam o comportamento reológico diferenciado entre a argila natural e a industrializada.

Para uma melhor análise dos resultados obtidos foram traçados gráficos contendo os das propriedades reológicas (VA e VP) das argilas bentoníticas verde-lodo e Brasgel PA, estes estão representados nas Figuras 1 e 2, respectivamente.

Figura 1 – Gráfico das propriedades reológicas (viscosidade aparente (VA) e viscosidade plástica (VP)) com leituras para os intervalos de tempo de 24, 72 e 120 horas, para fluidos de perfuração preparados com argila bentonítica verde-lodo.

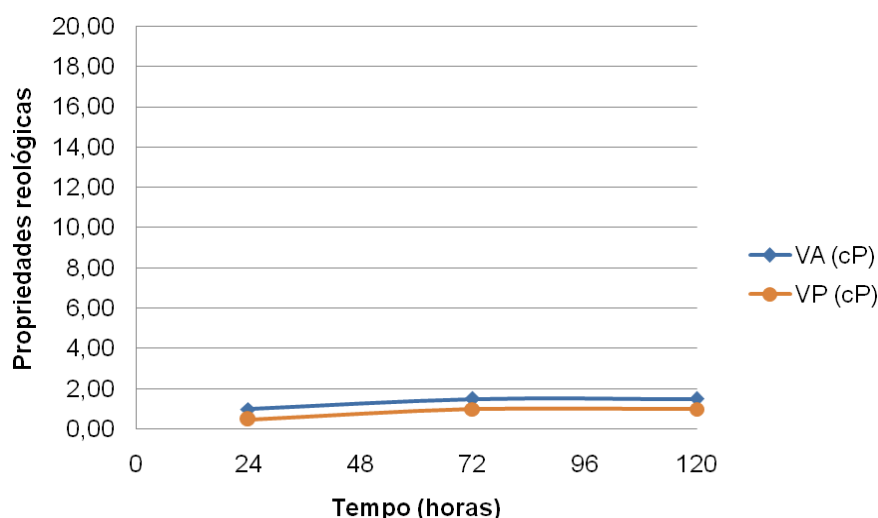
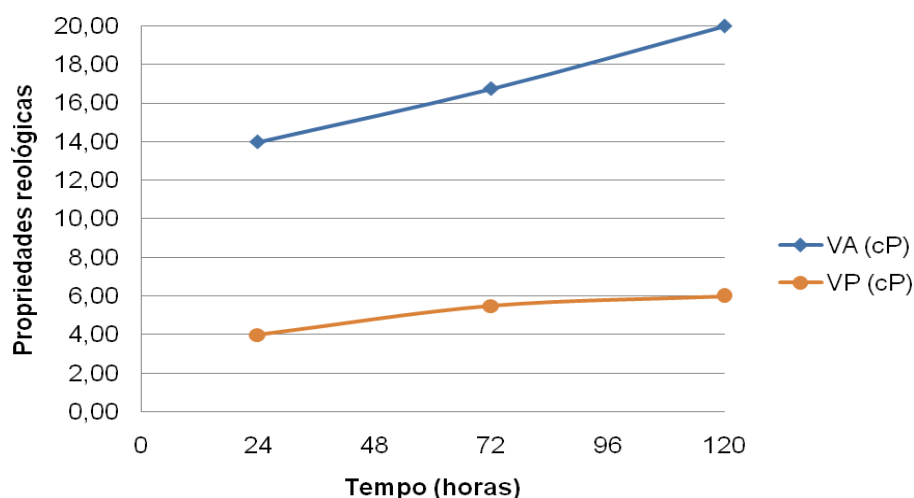


Figura 2 – Gráfico das propriedades reológicas (viscosidade aparente (VA) e viscosidade plástica (VP)) com leituras para os intervalos de tempo de 24, 72 e 120 horas, para fluidos de perfuração preparados com argila bentonítica industrializada Brasgel PA



Analisando os resultados de viscosidade aparente apresentados pelas dispersões das argilas estudadas a partir das Figuras 1 e 2, observou-se que o aumento no tempo de repouso conduziu as dispersões a maiores valores de VA. Este aumento deve-se, provavelmente, a maior hidratação e separação das partículas de argila, que resulta na diminuição da água livre e aumento na viscosidade



aparente do sistema. Segundo Lummus e Azar [2], quando uma suspensão de argila é cisalhada ocorre a quebra de ligações químicas da sua estrutura, resultando na exposição de valências positivas dos átomos das folhas tetraédricas e octaédricas, negativas dos átomos de oxigênio, ou ambas, dependendo de onde ocorra a quebra. Embora a viscosidade plástica tenha se apresentado praticamente constante, não havendo variações significativas com o aumento do tempo de repouso, os maiores valores foram obtidos quando as dispersões foram deixadas em repouso pelo maior tempo (120 horas).

De acordo com STEFAN (1966), a viscosidade plástica é uma variável dependente da interação dos sólidos presentes e/ou uma medida da fricção resultante do choque de uma partícula com outra, sendo influenciada pelo grau de hidratação e pelo campo elétrico resultante das forças repulsivas nas partículas de argila carregadas negativamente. Desta forma, o aumento na concentração de sólidos conduz a maiores valores de VP, como observado para os fluidos preparados com a argila Brasgel.

Podemos constatar com os resultados obtidos para a argila bentonítica natural policatiônica praticamente não possui alteração nos valores de suas viscosidades isso porque praticamente ela da forma natural não tem uma capacidade de troca de cátions notável. Já no caso da argila Brasgel PA, podemos perceber que os valores das viscosidades tiveram uma variação significativa com o decorrer do tempo.

Um cátion pode agir como ligação ou ponte para manter as partículas de argilominerais unidas (no estado floculado) ou para limitar a distancia de separação entre elas (no estado defloculado). Esse é um dos motivos para que a existência de possibilidade de haver troca de cátions influencie tanto nos valores das viscosidades das amostras que analisamos.

6. CONCLUSÕES

Com o objetivo de estudar a influência do tempo sobre os parâmetros reológicos e das viscosidades de amostras de argilas sendo uma natural e a outra industrializada para fazermos o uso das mesmas em fluidos de perfuração à base de água e argila, concluiu-se que:

- a amostra Brasgel PA apresentou resultado mais satisfatório na análise feita isso devido principalmente a sua capacidade de troca de cátions que lhes dá uma variação maior e melhor nos valores de suas viscosidades o que as tornam aptas a serem utilizadas em fluidos de perfuração.

- A amostra de argila natural policatiônica praticamente teve seus resultados de viscosidade inalterados com o decorrer do tempo, esse resultado nos demonstra que esse tipo de argila não deve ser utilizada para fluidos de perfuração, pois a mesma apresenta baixa tixotropia.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, L.V. GOMES, C.M.; SILVA, F.L.H. LIRA, H.L. e FERREIRA, H.C. **Estudo reológico de fluidos de perfuração a base de água: influência do teor de sólidos, velocidade e tempo de agitação**, 2004.
- AMORIM, L.V. **Melhoria, proteção e recuperação da reologia de fluidos hidroargilosos para uso na perfuração de poços de petróleo**, 2003. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos). Universidade Federal de Campina Grande - UFCG.
- AMORIM, L.V.; GOMES, C.M.; SILVA, F.L.H.; FERREIRA, H.C., **Comportamento reológico de dispersões de argilas bentoníticas: efeitos do tipo de ferramenta, velocidade e tempo de agitação**. *Cerâmica*. São Paulo, v. 48, n. 308, p. 234-238, 2002.
- CAMPOS, L. F. A., **Reologia de Misturas de Esmectitas Tratadas com Aditivos Primários e Secundários para Obtenção de Fluidos de Perfuração**, Plano de Tese, Doutorado em Engenharia de Processos, CCT/ UFCG, Campina Grande, PB, 2003.
- DARLEY, H.C.H.; GRAY, G.R., **Composition and properties of drilling and completion fluids**, Fifth Edition, Gulf Publishing Company, Houston, Texas, 1988.
- FARIAS, K. V., **Influência de Umectante Aniônico na Reologia e Espessura do Reboco de Fluidos Hidroargilosos**, Seminário de Mestrado em Engenharia Química, UFCG, Campina Grande, PB, abril de 2005.
- LAGALY, G., ZIESMER, S., **Advances in Colloid and Interface Science** 100-102 (2003) 105-128.



LAGALY, G. **Principles of flow of kaolin and bentonite dispersion.** Appl. Clay Sci., v. 4, p. 105-123, 1989.

OLIVEIRA, G. M., ROCHA, L.L.V., FRANCO, A. T., NEGRÃO, C.O.R., MARTINS, A. L., **Reinício da Circulação de Fluidos de Perfuração Gelificados**, 4º PDPETRO, Campinas-SP, 2004.

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

PETROBRAS, **Viscosificante para Fluido de Perfuração Base de Água na Exploração e Produção de Petróleo**, Especificação, N-2604 (1998).

SOUZA SANTOS, P. **Ciência e tecnologia de argilas**, Editora Edgard Blücher, São Paulo, v. 1, 2ª Ed. 1992.

STEFAN, P. **Métodos de ensaio de argilas e bentonitas para fluidos de perfuração.** Cerâmica. São Paulo, 1966.