

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



10º pdpetro

Realização



TÍTULO DO TRABALHO:

ESTUDO DE ARGILA BENTONÍTICA PARA USO EM FLUIDOS DE PERFURAÇÃO À BASE ÓLEO

AUTORES:

Thiago Augusto de Oliveira, João Gabriel Santos Martins, Lorena Mirela Ricci, Dr^a. Kássie Vieira Farias, Dr. Gelmires de Araujo Neves

INSTITUIÇÃO:

Universidade Federal de Campina Grande

ESTUDO DE ARGILA BENTONÍTICA PARA USO EM FLUIDOS DE PERFURAÇÃO À BASE ÓLEO

Abstract

Drilling fluids are essential for maintaining the stability of the drilling step. They are responsible for a variety of functions, including: cooling the drill, keeping well pressure / formation under control, and moving the gravel to the surface. Oil-base drilling fluids, in particular, are those in which the continuous or dispersion phase is formed by oil. The present work aims to characterize samples of bentonite clays in order to analyze their rheological properties when used in oil-base fluids. Initially, the clays were organophilized, then characterized by the techniques of Chemical Analysis by X-ray Fluorescence (EDX), Differential Thermal and Gravimetric Analysis (DTA / TGA), and lastly was performed the study the study of the rheological properties of fluids prepared with organophilized clays. Four fluid formulations were studied, varying the concentration of clay and surfactant, named Samples 1, 2, 3 and 4, respectively. To perform the procedure, the distilled water was heated on a magnetic stirrer and upon reaching the temperature of 60 ° C the clay and the surfactant were added. Subsequently, the dispersion was kept under stirring for 60 minutes. Finally, the samples of organophilized clays were taken to the kiln at 60 ° C, where they remained between 24h and 96h. After organophilization the samples were grinded and sifted using an ABNT No. 200 Sieve. Later the samples were sent for characterization. From the reological study with the organophilized clays, the values of apparent viscosity (VA) and plastic viscosity (VP) were obtained to evaluate the behavior of the viscosifying agents for drilling fluids. Comparing the apparent viscosity values obtained in the study and the minimum apparent viscosity values required by Petrobras, it was observed that the fluids of Samples 1, 2, 3 and 4 in some contents, respectively, were satisfactory to be used as drilling fluids.

Introdução

Para Thomas (2001), os fluidos de perfuração são misturas complexas de sólidos, líquidos, produtos químicos e, por vezes, até gases. De uma maneira geral, os fluidos de perfuração são sistemas multifásicos que podem conter água, material orgânico, sais dissolvidos e sólidos em suspensão nas mais diversas proporções (SERRA, 2003).

Estes fluidos desempenham um papel importante durante a perfuração de poços, segundo Santos (1992), destaca as seguintes funções: a) lubrificar e esfriar a broca e hastes de perfuração; b) transportar consigo, para a superfície, os detritos da perfuração; c) vedar as paredes do poço evitando a perda de água; d) manter a pressão adequada para evitar erupções e desmoronamento; e) ser de fácil bombeamento e f) não ser corrosivo. Segundo Alderman (1998) *apud* Amorim (2003), essas funções são mais facilmente alcançadas com o uso de dispersões de bentonita.

A classificação de um fluido de perfuração é feita em função de sua composição. Mesmo existindo oposições, esta classificação se baseia no constituinte principal da fase contínua ou dispersante. Assim, os fluidos podem ser classificados em fluidos à base de água, fluidos à base de óleo, fluidos à base de ar e fluidos sintéticos (THOMAS, 2001).

Os fluidos de perfuração de base aquosa são os mais tradicionais utilizados na perfuração de poços de petróleo. Contudo, é notório que a perfuração de poços avança em formações cada vez mais profundas e consequentemente sujeita a condições de altas temperaturas e pressões, além de serem realizadas em lâminas d'água maiores, necessitando assim de um fluido de perfuração que se adapte a esse ambiente. Com isso, os fluidos base óleo se destacam na indústria devido permitirem uma redução no fluxo de água e íons para a formação, além de apresentarem baixas taxas de corrosão, alto grau de lubricidade e alto grau de inibição em relação às rochas ativas (FARIAS *et al.*, 2009). Nestes casos, as argilas bentoníticas não podem ser usadas sem um prévio tratamento orgânico para que suas superfícies se tornem hidrofóbicas, pois naturalmente seu estado é hidrofílico (SANTOS, 1992).

Uma vez tratadas, as argilas bentoníticas podem ser dispersas em meios orgânicos, não interagindo com água. Estas argilas depois de tratadas são chamadas de argilas organofílicas. São descritas como argilas que contém moléculas orgânicas intercaladas entre as camadas estruturais.

Podem ser obtidas pela troca iônica dos cátions interlamelares de argilas catiônicas por cátions orgânicos, principalmente tensoativos quaternários de amônio; sendo assim, a superfície das lamelas individuais de argila torna-se hidrofóbica. (SILVA *et al.*, 2010).

Para Caenn & Chillingar (1996), a bentonita é usada em muitos fluidos para conferir viscosidade e controlar o volume de filtrado. Sua presença também proporciona ao fluido alta capacidade de transporte e suspensão dos detritos gerados durante a operação de perfuração. De acordo com Baltar *et al.*, (2003), além de controlar a viscosidade, a bentonita é agente viscosificante, ou seja, a suspensão assume uma estrutura gelatinosa quando em repouso, impedindo o retorno dos fragmentos de rochas ao fundo do poço em situações de parada do bombeamento de fluido, como também, ela exerce uma ação redutora de permeabilidade nas paredes do poço. Para Silva e Ferreira (2008), as argilas bentoníticas representam o segundo insumo mineral mais usado na formulação de fluidos de perfuração de petróleo devido, principalmente, às suas excelentes propriedades reológicas.

Com isso, este trabalho tem como objetivo a caracterização de amostras de argilas bentoníticas organofilizadas com o intuito de analisar suas propriedades reológicas na utilização em fluidos à base óleo.

Metodologia

O estudo foi realizado em três etapas: inicialmente foi realizada a organofilização das argilas, posteriormente sua caracterização e em seguida o estudo das propriedades reológicas dos fluidos preparados com as argilas organofilizadas.

Para esse estudo, foi utilizada a argila bentonítica proveniente de jazidas localizadas no município de Cubati - PB. Os tensoativos não iônicos utilizados foram a Ultramina 20 (Amina Etoxilada TA20®, com 100% de matéria ativa) e a Ultramina 50 (Amina Etoxilada TA50®, com 100% de matéria ativa), gentilmente cedidas pela empresa Clariant Produtos Químicos S/A, localizada em São Paulo - SP – Brasil. O meio líquido orgânico dispersante utilizado foi óleo diesel comercial com densidade a 25°C de 0,853g/cm³. Cloreto de Sódio (0,395g/mL).

• Organofilização das argilas

Inicialmente foi realizada a organofilização das argilas, posteriormente sua caracterização e em seguida o estudo das propriedades reológicas dos fluidos preparados com as argilas organofilizadas.

Para realizar esse procedimento a água destilada foi aquecida em um agitador magnético até atingir a temperatura de 60° C, logo após adicionou-se a argila e o tensoativo descrito na Tabela 1. Na sequência, a dispersão foi mantida em agitação por 60 minutos. Por fim, as amostras de argilas organofilizadas foram levadas para a estufa a 60°C, onde permaneceram entre 24h e 96h. Após a organofilização as amostras foram moídas e peneiradas utilizando uma Peneira ABNT Nº 200. Posteriormente as amostras foram enviadas para caracterização.

Tabela 1. Formulação das amostras utilizadas no estudo

	Água destilada	Argila	Tensoativo
Amostra 1	2,4L	252g	75,6g de Ultramina 50
Amostra 2	2,4L	252g	88,2g de Ultramina 50
Amostra 3	2,4L	252g	75,6g de Ultramina 20
Amostra 4	2,4L	252g	88,2g de Ultramina 20

- **Análise Química por Fluorescência de Raios X (EDX)**

As amostras de argilas organofilizadas foram caracterizadas por Análise Química por Fluorescência de Raios X. O espectrômetro de fluorescência de raios X determina semi quantitativamente os elementos presentes em uma determinada amostra, através da aplicação de raios X na superfície da amostra e a posterior análise dos fluorescentes emitidos em equipamento EDX 720 da Shimadzu.

- **Análise Térmica Diferencial e Termogravimétrica (DTA/TGA)**

As Análises Térmica Diferencial e Termogravimétricas (DTA/TGA) foram realizadas em um sistema de análises térmicas simultânea da Shimadzu TA 60H, com razão de aquecimento de 12,5°C/min e atmosfera de ar comprimido. A temperatura máxima para ambos os casos foi de 1000°C e o padrão utilizado na ATD foi o óxido de alumínio (Al_2O_3) calcinado, em atmosfera de ar.

Por fim, após a preparação do fluido, esperou-se 18h para seu envelhecimento e foi realizado o estudo reológico do mesmo.

- **Caracterização reológica**

Os fluidos de perfuração à base óleo foram preparados da seguinte forma: em um copo do agitador mecânico adicionou-se 336mL de óleo diesel e 84mL de uma solução saturada de NaCl (0,395g/mL), agitando-se por 5min. Esta solução de NaCl visa simular a contaminação da água do mar, que ocorre em situações reais de perfuração em plataformas marítimas, sendo esta emulsão chamada de lama base. Depois foi adicionada a argila organofílica nos teores de 2,4g, 6,0g, 9,6g e 13,2g de argila organofílica/420 mL de lama base, respectivamente, e a agitação foi mantida por 15min. Depois de preparados, os fluidos foram submetidos ao envelhecimento em forno rotativo (*roll over*) por 18h a temperatura de 60°C.

Após este período, o fluido foi agitado por mais 5 minutos no agitador mecânico de alta rotação. Na sequência, o com o auxílio de um viscosímetro Fann 35A, foram feitas leituras nas rotações de 600rpm (L600) e 300 rpm (L300).

Uma vez coletado os dados das leituras nas duas rotações, calculou-se os valores da viscosidade aparente (VA) e viscosidade plástica (VP). Os valores de VA correspondem a (L600)/2, enquanto que os valores de VP correspondem a (L600 – L300), dados em cP.

Resultados e Discussão

- **Caracterização EDX**

Na Tabela 2 estão apresentadas as composições químicas das amostras organofilizadas.

De acordo com os resultados, observou-se que a SiO_2 e o Al_2O_3 são predominantes nas amostras 1, 3 e 4. Nota-se que há uma diferença significativa no teor dos componentes da amostra 2 em relação às outras amostras. Isto pode ser caracterizado como um problema de amostragem, levando em consideração que a área estudada era extensa e podia não possuir uma alta concentração de cada elemento relacionado às outras amostras, apresentando assim esta amostra uma maior concentração de CaO e Fe_2O_3 . Em relação aos outros elementos, nota-se que há um teor similar entre as amostras, exceto para a amostra 2, devido ao motivo explicado anteriormente. Comparando os valores determinados, verificou-se que as argilas possuem composição química típica das argilas bentoníticas, conforme informação de Santos (1992).

Tabela 2. Composição química das argilas organofilizadas

Elemento (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Fe ₂ O ₃	CaO	TiO ₂	K ₂ O	Outros	Perda ao fogo
Amostra									
1	35,50	20,86	3,33	2,86	2,25	0,54	0,45	0,20	34,00
2	14,13	7,44	0,55	17,26	21,58	2,13	1,15	2,81	32,30
3	36,20	21,41	3,94	2,71	2,16	0,44	0,43	0,07	32,64
4	34,15	20,43	5,96	2,53	2,00	0,42	0,41	0,15	36,10

•Caracterização (DTA/TGA)

Os Gráficos 1, 2, 3 e 4 apresentam as curvas de análise térmica para as Amostras 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

Analisando a curva de DTA no Gráfico 1, verifica-se picos na faixa entre 200 °C e 400 °C, característicos da incorporação do tensoativo; pico endotérmico entre 500 e 600 °C, característica da presença de hidroxilas da folha octaédrica; pico endotérmico próximo a 700 °C, característico da destruição do retículo cristalino e pico exotérmico em aproximadamente 910 °C, característica da nucleação da mulita, com liberação de quartzo beta. Observando os Gráficos 2 e 3 nota-se a evidência de uma leve perda de massa nas amostras.

Observando o Gráfico 4, nota-se um leve pico endotérmico entre 200 °C e 300 °C, característico da presença de água livre e adsorvida; pico endotérmico em aproximadamente 500 °C, característica da presença de hidroxilas da folha octaédrica; pico exotérmico próximo a 700 °C.

Na Tabela 3 é possível observar a quantidade de tensoativo incorporado na argila, calculada utilizando-se uma equação de perda de massa e dados obtidos a partir da curva TGA de cada argila.

Observando a Tabela 3, nota-se que o tensoativo que obteve a maior incorporação foi o TA20 utilizado na Amostra 4, tendo sido incorporado um total de 35,86% do tensoativo adicionado. Já o tensoativo que teve a menor incorporação foi o TA50 utilizado na Amostra 2, incorporando um total de 32,11%.

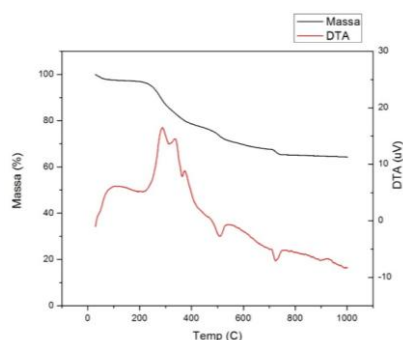
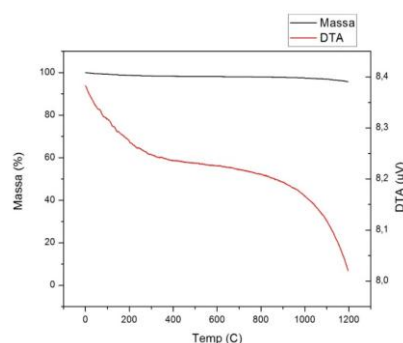
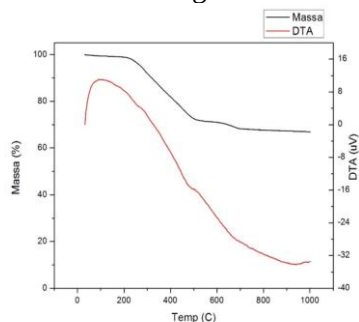
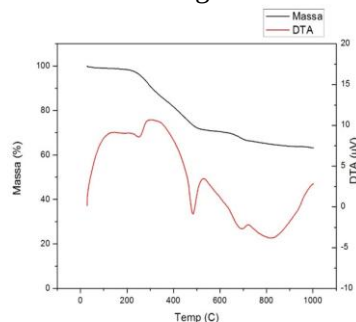
Gráfico 1. Termograma da Amostra 1**Gráfico 2.** Termograma da Amostra 2

Gráfico 3. Termograma da Amostra 3**Gráfico 4.** Termograma da Amostra 4**Tabela 3:** Porcentagem de tensoativo incorporado a argila

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4
Tensoativo Incorporado	33,77%	32,11%	32,46%	35,86%

- Estudo reológico**

A partir do estudo reológico com as argilas organofilizadas, foram obtidos os valores de viscosidade aparente (VA) e viscosidade plástica (VP) para avaliar o comportamento dos agentes viscosificantes para fluidos de perfuração. Os resultados obtidos no estudo reológico das Amostras 1, 2, 3 e 4 estão apresentados nos Gráficos 5, 6, 7 e 8, respectivamente.

Na Tabela 4 estão apresentados os valores de viscosidade aparente obtidos nos ensaios e os valores mínimos de viscosidade aparente exigidos pela Norma EP-1EP-00023-A (PETROBRAS, 2011). Comparando os resultados, observou-se que os fluidos da Amostra 1 (teor 2,4g), da Amostra 2 (teores 2,4g e 6,0g), da Amostra 3 (teores 2,4g e 6,0g) e da Amostra 4 (teor 2,4g) mostraram-se satisfatórios para serem utilizados como fluidos de perfuração.

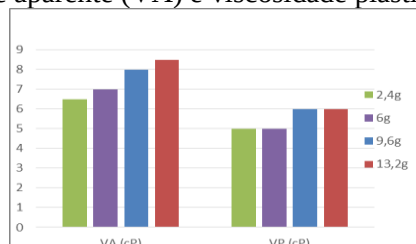
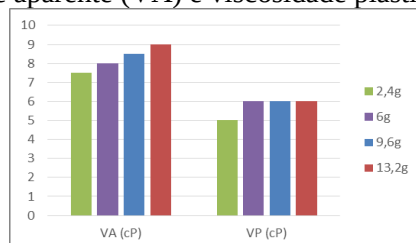
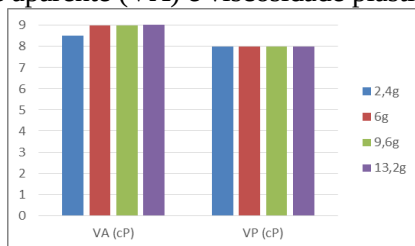
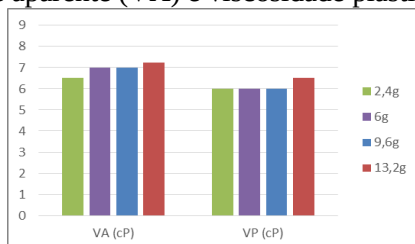
Gráfico 5. Viscosidade aparente (VA) e viscosidade plástica (VP) para Amostra 1.**Gráfico 6.** Viscosidade aparente (VA) e viscosidade plástica (VP) para Amostra 2.

Gráfico 7. Viscosidade aparente (VA) e viscosidade plástica (VP) para Amostra 3.**Gráfico 8.** Viscosidade aparente (VA) e viscosidade plástica (VP) para Amostra 4.**Tabela 4.** Valores mínimos de viscosidades aparente (VA) de acordo com a norma EP-1EP-00023-A

Massa do Produto (g/420mL de lama-base)	Viscosidade Aparente (cP) mínima
2,4	6,0
6,0	8,0
9,6	11,0
13,2	16,0

Fonte: PETROBRAS, 2011.

Conclusões

Após o estudo das amostras de argila bentonítica organofilizadas com os tensoativos TA20 e TA50, pôde-se concluir que das quatro amostras estudadas, três apresentaram SiO_2 e Al_2O_3 como elementos predominantes em sua composição química e uma apresentou CaO e Fe_2O_3 como elementos predominantes. Observou-se que os tensoativos utilizados obtiveram um alto índice de incorporação, sendo a melhor delas na Amostra 4, tendo incorporado 35,86%. Ao estudar as propriedades reológicas dos fluidos preparados com as argilas organofilizadas, notou-se que eles atingiram os requisitos mínimos de viscosidade na Amostra 1 (teor 2,4g), na Amostra 2 (teores 2,4g e 6,0g), na Amostra 3 (teores 2,4g e 6,0g) e na Amostra 4 (teor 2,4g), segundo a norma da Petrobras, para serem utilizadas como fluido de perfuração.

Referências Bibliográficas

AMORIM, L.V. Melhoria, Proteção e Recuperação da Reologia de Fluidos Hidroargilosos para Uso na Perfuração de Poços de Petróleo, 2003.

BALTAR, C. A. M.; LUZ, A. B.; OLIVEIRA, C. H.; ARANHA, I. B. Caracterização, Ativação e Modificação Superficial de Bentonitas Brasileiras. In.: Insumos Minerais para a Perfuração de Poços de Petróleo, Capítulo 2, 2003.

CAENN, R., CHILLINGAR, G. V. Drilling Fluids: State of the Art, Journal of Petroleum Science and Engineering, 1996.

PETROBRAS. Ensaio de viscosificante para fluidos base óleo na exploração e produção de petróleo, 2011.

SERRA, A. C. S. A Influência de Aditivos de Lama de Perfuração Sobre as Propriedades Geoquímicas de Óleos, 2003.

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

SILVA, I. A. et al. Organofilização de argilas bentoníticas com tensoativo não iônico visando seu uso em fluidos de perfuração base óleo, 2010.

SILVA, A. R. V.; FERREIRA, H. C. Argilas bentoníticas: conceitos, estruturas, propriedades, síntese, usos industriais e produtores/fornecedores nacionais e internacionais, 2008.

SANTOS, P. Ciência e Tecnologia de Argilas: 2ª Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1992.

THOMAS, J. E. e Colaboradores. Fundamentos de Engenharia de Petróleo, 2001.