

## **INFLUÊNCIA DO TEMPO DE ENVELHECIMENTO NAS PROPRIEDADES REOLÓGICAS DE DISPERSÕES DE BENTONITAS SÓDICAS**

Sandriely Sonaly Lima Oliveira<sup>1</sup>, Renalle Cristina Alves de Medeiros  
Nascimento<sup>2</sup>, Luciana Viana Amorim<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais, Universidade Federal de  
Campina Grande, <sup>2</sup> PPG-CEMat/CCT/UFCG <sup>3</sup> Departamento de Engenharia  
Mecânica, Universidade Federal de Campina Grande  
Sandriely\_sonaly@hotmail.com

### **R E S U M O**

Dispersões de bentonita são comumente utilizadas como fluidos de perfuração auxiliando o processo de perfuração de poços de petróleo. As dispersões de bentonita apresentam caráter ambientalmente correto e custo inferior aos demais tipos de fluidos. Desta forma, este trabalho avaliou a influência do tempo de envelhecimento nas propriedades reológicas das dispersões, que foram preparadas com bentonita sódica industrializada em agitadores de alta rotação de acordo com normas da Petrobras, sendo a argila estudada nas concentrações de 20g/350mL e 30g/350mL de água. Após o preparo, as dispersões permaneceram em repouso durante os tempos de envelhecimento estabelecidos e ensaiados em viscosímetro Fann 35A. Foram estudados dispersões aditivadas com MgO e na sua ausência. Os resultados obtidos evidenciaram, de modo geral, que o tempo de envelhecimento aumenta os valores de viscosidade das dispersões. Além disso, observou-se que o MgO utilizado, apresenta influência significativa nas propriedades avaliadas.

*Palavras-chave: bentonita, propriedades, envelhecimento.*

## INTRODUÇÃO

As dispersões de bentonita foram um dos primeiros fluidos a serem utilizados pela indústria do petróleo e gás e são, ainda hoje, amplamente empregados, pois além do seu caráter ambientalmente correto, apresentam custo muitas vezes inferior aos demais tipos de fluidos<sup>(1)</sup>. O emprego deste tipo de fluido se limita às primeiras fases da perfuração de poços (comumente fases I e II, caracterizadas pelos revestimentos condutor e de superfície, respectivamente), nas quais são geralmente encontradas formações de fácil perfuração.

Dispersões de bentonita são utilizadas em todo o mundo<sup>(2)</sup> e, no Brasil, são amplamente empregados em perfurações de poços terrestres com até 1500 m de profundidade, sendo o consumo de bentonita em torno de 5200 t/ano<sup>(1)</sup>.

A bentonita é adicionada ao fluido para desempenhar uma ou várias das seguintes funções: aumentar a capacidade de limpeza do poço, reduzir as infiltrações nas formações permeáveis, formar uma membrana de baixa permeabilidade (*filter-cake*), promover a estabilidade do poço e evitar ou superar perda de circulação<sup>(3)</sup>.

Segundo Lummus e Azar<sup>(4)</sup>, os fluidos à base de água e bentonita podem ser descritos como plásticos de Bingham, e suas propriedades reológicas são definidas por meio dos parâmetros de viscosidade plástica (VP) e limite de escoamento (LE). Essas propriedades refletem o comportamento coloidal dos sólidos presentes no fluido.

A viscosidade plástica é definida como a medida da resistência interna do fluido ao escoamento, resultante da interação dos sólidos presentes, ou seja, a VP é uma medida da fricção resultante do choque das partículas entre si<sup>(5)</sup> e depende da concentração de sólidos no fluido. Quanto maior o teor de sólidos, maior a fricção entre as partículas e, conseqüentemente, maior a viscosidade.

A determinação das propriedades VA, VP e volume de filtrado (VF) permite avaliar argilas e aditivos utilizados no preparo dos fluidos, bem como

indicar aditivos necessários para manter as propriedades desejadas, em virtude das modificações provocadas pela incorporação dos detritos <sup>(5,6)</sup>.

Este trabalho objetivou avaliar a influência do tempo de envelhecimento nas propriedades reológicas de suspensões de argilas bentoníticas sódicas.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Materiais**

Foi estudada uma argila bentonítica sódica industrializada, comercialmente conhecida por Brasgel PA e utilizada em fluidos de perfuração como controlador reológico e tixotrópico.

### **Métodos**

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho consistiu nas etapas descritas a seguir.

### **Formulação das dispersões argilosas**

Foram estudadas dispersões argilosas com concentrações de 20 e 30 g de argila/350 mL de água deionizada. Algumas dispersões foram também aditivadas com MgO na concentração de 0,5 g de MgO /350 mL de água. O MgO é bastante utilizado na indústria como controlador de pH.

As concentrações de argila foram definidas com base em estudos realizados previamente.

Tabela 1 - Formulações das dispersões argilosas

Dispersões	Concentração de argila (g/350 mL de água)	Concentração de MgO (g/350 mL de água)
D1	20	0,5 g
D2	20	-
D3	30	0,5 g
D4	30	-

### **Preparação das dispersões argilosas**

Para a preparação das dispersões, a argila foi adicionada à água deionizada sob agitação constante a uma velocidade de 17.000 rpm em um agitador *Hamilton Beach*, modelo 936, e permaneceu sob agitação constante por 20 minutos. Para as dispersões aditivadas com MgO, primeiramente, adicionou a argila à água, que permaneceu sob agitação durante 5 minutos e, em seguida, foi adicionado o MgO que permaneceu sob agitação constante até 20 minutos. Após esse tempo, as dispersões preparadas foram transferidas para recipientes fechados.

### **Envelhecimento das dispersões argilosas**

As dispersões foram envelhecidas em recipiente fechado durante os períodos de 1, 8 e 15 dias a temperatura ambiente

### **Propriedades reológicas**

Após o envelhecimento estabelecido, foi realizado o estudo reológico das dispersões. Para isso, a dispersão foi agitada durante 5 min em agitador mecânico *Hamilton Beach*, modelo 936, na velocidade de 17.000 rpm. Após a agitação, a dispersão foi transferida para o recipiente do viscosímetro *Fann* modelo 35A. O viscosímetro foi acionado na velocidade de 600 rpm e 300 rpm, e efetuada a leitura em cada velocidade de acordo com a norma API <sup>(7)</sup>.

Com os dados das leituras obtidas no viscosímetro, foram calculadas a viscosidades aparente (VA) e plástica (VP), segundo a norma API (2005).

A viscosidade aparente (VA) é o valor obtido na leitura a 600 rpm dividido por 2, dada em cP e a viscosidade plástica (VP) é a diferença das leituras realizadas a 600 rpm e a 300 rpm, dada também em cP.

### **pH**

O pH das dispersões foi medido em Phmetro digital da marca *Gehaka*.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Nas Tabelas 2, 3, 4 e 5 encontram-se os resultados da viscosidade aparente (VA), viscosidade plástica (VP) e do pH das dispersões argilosas estudadas após envelhecimento a temperatura ambiente.

Tabela 2: Propriedades reológicas e pH da dispersão D1.

<b>Propriedades Reológicas</b>	<b>Envelhecimento</b>		
	<b>1 dia</b>	<b>8 dias</b>	<b>15 dias</b>
<b>VA (cP)</b>	46	107	52
<b>VP (cP)</b>	5	3	8
<b>pH</b>	10,57	10,55	10,05

Tabela 3: Propriedades reológicas e pH da dispersão D2.

<b>Propriedades Reológicas</b>	<b>Envelhecimento</b>		
	<b>1 dia</b>	<b>8 dias</b>	<b>15 dias</b>
<b>VA (cP)</b>	39	26	28
<b>VP (cP)</b>	10	4	11
<b>pH</b>	9,51	9,54	9,36

Tabela 4: Propriedades reológicas e pH da dispersão D3.

<b>Propriedades Reológicas</b>	<b>Envelhecimento</b>		
	<b>1 dia</b>	<b>8 dias</b>	<b>15 dias</b>
<b>VA (cP)</b>	82,5	75,5	86
<b>VP (cP)</b>	9	31	31
<b>pH</b>	10,76	10,05	9,77

Tabela 5: Propriedades reológicas e pH da dispersão D4.

<b>Propriedades Reológicas</b>	<b>Envelhecimento</b>		
	<b>1 dia</b>	<b>8 dias</b>	<b>15 dias</b>
<b>VA (cP)</b>	59,5	71,5	71,5
<b>VP (cP)</b>	11	19	24
<b>pH</b>	9,61	9,62	9,48

Por meio dos resultados apresentados nas Tabelas 2 e 3, para as dispersões D1 e D2, pode-se perceber que a adição de MgO na dispersão D1 provocou aumento nas propriedades reológicas VA e VP e nos valores de pH, quando comparados com a dispersão D2, contendo apenas argila. Comportamento semelhante foi observado para as dispersões D3 e D4, apresentados nas Tabelas 4 e 5. O pH das dispersões em níveis que variam de 8 a 10, se faz importante porque além de evitar corrosão dos equipamentos utilizados na perfuração, garante uma maior eficiência dos aditivos que compõe a dispersão, melhorando a reologia dos mesmos. Desta forma, as dispersões D1 e D3, que apresentaram maiores valores de pH, resultaram em maiores valores de VA e VP.

Observou-se aumento nas propriedades reológicas VA e VP com o aumento da concentração de argila (de 20 g para 30 g), da dispersão D2 para D4. Esse aumento decorre da maior intensidade das interações elétricas e de massa entre partículas, que se tornam predominantes com o aumento da concentração de argila. Observou-se também que não houve variação dos valores de pH com aumento da concentração de argila Brasgel PA (D2 e D4).

Para o tempo de envelhecimento, observou-se que na dispersão D1, o aumento do tempo de envelhecimento resultou em maiores valores de VP e menores valores para VA. Já para a dispersão D2, o tempo de envelhecimento provocou uma queda e em seguida um aumento de VA e VP. Na dispersão D3, o tempo de envelhecimento resultou no aumento seguido de uma estabilização da VP, ou seja, ocasionou um aumento na medida da fricção resultante do

choque das partículas entre si que depende da concentração de sólidos na dispersão. Já para a VA dessas dispersões ocorreu um aumento desses valores. Na D4 percebeu-se um comportamento contrário da D3.

## CONCLUSÕES

A concentração de argila e o tempo de envelhecimento influenciaram de maneira significativa as propriedades reológicas das dispersões argilosas. Os aumentos da concentração de argila conduzem as dispersões ao estado floculado gel, resultando em elevados valores de VA e VP. Na presença do MgO as dispersões apresentaram maiores valores de VA e VP. Percebeu-se que com o aumento do tempo de envelhecimento das dispersões preparadas não foi observado um comportamento linear para VA e VP.

## AGRADECIMENTOS

À ANP, ao PRH-25, ao CNPq (Processo N° 305729/2010-1), à Petrobras.

## REFERÊNCIAS

- [1] 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 n °48 p-308 Out/Nov/Dez 2002
- [2] CAENN R., CHILLINGAR G. V., J. Petrol. Sci. Eng. **14**, 3-4 (1996) 221-230.
- [3] DARLEY, H.C.H., GRAY, G.R., CAENN, R., **Composition and properties of drilling and completion fluids**, Sixth Edition, Gulf Publishing Company. Houston. Texas, 2011.
- [4] LUMMUS, J. L., AZAR, J. J., **Drilling Fluids Optimization A Practical Field Approach**, PennWell Publishing Company, Tulsa, Oklahoma, 1986.
- [5] 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.

[6] 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.

[7] API, **Petroleum and natural gas industries - Field testing of drilling fluids - Part 1: Water-based fluids**, ISO/WD 10414-1 e ISO TC 67/SC 3 N, 2005.

## **INFLUENCE OF AGING TIME IN THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF SODIUM BENTONITE DISPERSIONS**

### **ABSTRACT**

Dispersions of bentonite are commonly used as drilling fluids aiding the process of drilling oil wells. The bentonite dispersions exhibit character environmentally friendly and cost less than other types of fluids. Thus, this study evaluated the influence of aging time on the rheological properties of dispersions. Sodium bentonite dispersions were prepared using agitators in high rotation in accordance with standards of Petrobras. The clays were studied in concentrations of 20g and 30g/350mL of water. After preparation, the dispersions remained at rest during times of aging established and tested Fann 35A viscometer. Some dispersions were treated with MgO. The results showed, in general, that the aging time increases the viscosity values of the dispersions. Furthermore, it was observed that MgO used has significant influence on the properties evaluated.

Keywords: bentonite, properties, aging time.