

**Avaliação de propriedades reológicas e de filtração da argila do município de Boa Vista no estado da Paraíba para uso em fluidos de perfuração base água**

**Evaluation of rheological and filtration properties of clay in the municipality of Boa Vista in the state of Paraíba for use in water-based drilling fluids**

DOI:10.34117/bjdv7n12-075

Recebimento dos originais: 12/11/2021

Aceitação para publicação: 03/12/2021

**Jéssica Guimarães Barros**

Graduada em Engenharia de Materiais  
Universidade Federal de Campina Grande  
E-mail: jessicaguimaraes89@gmail.com

**Diego José Araújo Bandeira**

Doutorando em Engenharia de Processos  
Universidade Federal de Campina Grande  
E-mail: diegoimperium8@gmail.com

**Patrício Gomes Leite**

Doutor em Engenharia Agrícola  
Universidade Federal do Maranhão  
E-mail: pgomesleite@gmail.com

**Karoline Carvalho Dornelas**

Doutoranda em Engenharia Agrícola  
Universidade Federal de Mato Grosso  
E-mail: karolcdornelas@gmail.com

**Eduardo Sérgio Soares Sousa**

Doutor em Ciências Sociais  
Universidade Federal da Paraíba  
E-mail: esergiosousa@gmail.com

**Marcia Janiele Nunes da Cunha Lima**

Doutoranda em Engenharia de Processos  
Universidade Federal de Campina Grande  
E-mail: marciacunhalima87@hotmail.com

**Ariadne Soares Meira**

Doutora em Engenharia Agrícola  
Universidade Federal de Mato Grosso  
E-mail: ariadnesm\_eng@hotmail.com

**Anúbes Pereira de Castro**

Doutora em Saúde Pública

Universidade Federal de Campina Grande  
E-mail: anubescastro@gmail.com

## RESUMO

Diante do crescente avanço do setor petrolífero, torna-se necessário o desenvolvimento de fluidos que tenham propriedades ideais para perfuração de poços de petróleo. Em função de suas propriedades, as argilas bentoníticas vem se destacando nessa área. Mais de 79% dessas argilas são encontradas em depósitos no Estado da Paraíba, principalmente no município de Boa Vista. Esse trabalho objetiva o uso da argila bentonítica do município de Boa Vista, PB, denominada de Chocolate, para formulação de fluidos de perfuração base água. Inicialmente, as amostras foram caracterizadas físicas, químicas, térmicas e mineralogicamente. Foi realizada análise térmica diferencial e termogravimétrica (DTA e TG) e capacidade de troca de cátions (CTC). Para ser utilizada para fluidos de perfuração a argila deve ser de preferência sódica e também deve possuir alto grau de inchamento, o que geralmente não ocorre nas argilas encontradas no Brasil. Devido a isso faz se necessário à troca de cátions. Após transformação em sódicas, foram determinadas suas propriedades reológicas, tais como medidas da viscosidade aparente, viscosidade plástica e volume de filtrado. Os resultados evidenciaram que a argila estudada apresentou propriedades reológicas e de filtração para uso em fluidos de perfuração base água, de acordo com as normas exigidas pela Petrobrás.

**Palavras-chave:** Argilas; Fluidos de Perfuração; Reologia.

## ABSTRACT

As a result of growing oil sector advance, it is necessary to develop fluids that have ideal properties for drilling oil wells. Due to their properties, bentonite clays have been prominent in this area. More than 79% of these clays are found in deposits in the State of Paraíba, mainly in Boa Vista city. This work aims the use of the bentonite clay of Boa Vista city - PB, called Chocolate, for the formulation of water-based drilling fluids. Initially, samples were characterized physically, chemically, thermally and mineralogically. The clay was characterized by granulometric analysis by laser diffraction, chemical analysis by X-ray fluorescence, X-ray diffraction, differential thermal and thermogravimetric analysis and cation exchange capacity. In order to be used for drilling fluids, the clay must be preferably sodium and must also have a high degree of swelling, which usually does not occur in clays found in Brazil, due to this it is necessary to exchange cations. After conversion to sodium, its rheological properties were determined, such as measures of apparent viscosity, plastic viscosity, and filtrate volume. The results showed that the studied clay presented rheological and filtration properties for use in water- based drilling fluids, according to the norms required by Petrobrás.

**Keywords:** Clays; Drilling fluids; Rheology.

## 1 INTRODUÇÃO

As argilas são materiais caracterizados por apresentarem granulação fina e serem constituídas quimicamente por silicatos de alumínio, ferro e magnésio. São formadas por minerais, conhecidos como argilominerais. Esses argilominerais são geralmente

crystalinos, constituídos de vários tipos de elementos, como magnésio, ferro, cálcio, sódio, potássio, lítio, entre outros; após a moagem formam uma pasta plástica, se misturados com água e podem apresentar em sua composição matéria orgânica, sais solúveis, partículas de quartzo, calcita, entre outros minerais residuais (SANTOS, 1989).

As argilas possuem uma série de propriedades que as tornam materiais altamente vantajosas. Entre essas propriedades podemos citar: serem facilmente dispersáveis em água, faixa ampla de propriedades reológicas, plasticidade, área de superfície externa das partículas muito grande, baixa granulometria, entre outras, o que torna as argilas matérias-primas com amplas possibilidades de aplicações. Assim como o baixo custo, serem de fácil manuseio e por serem encontradas em abundância. As argilas podem ser divididas em vários grupos, como esmectitas, ilitas, cloritas, vermiculitas, entre outros (SANTOS *et al.*, 2002).

A bentonita é um tipo de argila formada pela desvitrificação e alteração química de cinzas vulcânicas. Elas receberam essa denominação devido à localização de seu primeiro depósito, em Fort Benton, nos EUA. A bentonita também pode ser definida como qualquer argila composta do argilomineral montmorilonita, que fazem parte do grupo das esmectitas (DARLEY, 1988; GRIM, 1978). A bentonita apresenta uma interessante característica que é a capacidade de troca de cátions, resultantes de substituições isomórficas, por isso ela se torna ideal para uso industrial (SILVA & FERREIRA, 2008).

No Brasil, as argilas bentoníticas são encontradas, em sua maioria, na Região Nordeste, estado da Paraíba, principalmente no município de Boa Vista, que apresenta 96% da produção nacional (AMORIM *et al.*; 2006).

As argilas bentoníticas podem ser utilizadas em diversas áreas, destacando-se na área industrial, como impermeabilizantes em barragens, descoloração de óleos, na indústria farmacêutica, cosméticos, fluidos de perfuração, entre outras aplicações (GOMES, 1988).

Diante da crescente dependência do uso de combustíveis fósseis, faz-se necessários métodos para remoção do petróleo de forma eficiente, viável e econômica. O uso de argilas na preparação de fluidos de perfuração se torna uma excelente alternativa.

As funções das argilas bentoníticas nos fluidos de perfuração são aumentar a estabilidade dos poços, diminuir o atrito com a broca, diminuir infiltrações do permeado formado, etc. Os fluidos podem ser classificados em três tipos: base óleo, base água e base gás (SANTOS, 2012).

Fluidos de perfuração podem ser definidos como líquidos que têm como objetivo facilitar o processo de perfuração de poços de petróleo. O êxito da operação de perfuração depende da performance dos fluidos. As propriedades ideais do fluido são consistência de gel, viscosidade, controle de filtrado, reboco, inibição de argilas hidratáveis e coeficiente de lubrificidade (AMORIM, 2003).

Este trabalho teve como objetivo caracterizar a argila bentonita denominada Chocolate, oriunda do município de Boa Vista, no estado da Paraíba, visando desenvolver fluidos de perfuração base água, através da determinação da viscosidade plástica, aparente e o volume de filtrado a fim de comparar com a norma da Petrobrás.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologia de Materiais, LTM, na Universidade Federal de Campina Grande. Para que esse trabalho fosse desenvolvido, foram utilizadas amostras de argilas bentoníticas naturais, provenientes do município de Boa Vista, no Estado da Paraíba. A argila utilizada é denominada de chocolate, cedida pela Bentonita União Nordeste S.A., situada no Município de Boa Vista/PB. O aditivo utilizado para transformar as argilas policatiônicas em sódicas foi o carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) anidro PA, fabricado pela Vetec. Todos os ensaios de caracterização foram realizados no Laboratório de Tecnologia de Materiais e no Laboratório de Caracterização de Materiais da Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de Campina Grande.

As amostras naturais foram secas em estufa a  $60^\circ\text{C}$ , em seguida beneficiadas, através de um britador de mandíbula da marca Marconi e posteriormente cominada em moinho de disco da marca Marconi, após moagem, as amostras foram passadas em peneira ABNT N°200 (0,074mm).

As CTC das amostras foram determinadas através do método de adsorção de azul de metileno, descrito em Ferreira *et al.* (1972). As etapas desse método são descritas a seguir:

- Inicialmente, pesou-se 0,5g de argila com granulometria inferior à peneira n° 325 (0,044mm), colocou-se em um becker de 500mL e misturou-se com 300mL de água destilada;

- Agitou-se a suspensão e adicionando gota a gota solução 1N de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  até o pH da suspensão atingir o valor de aproximadamente 9,0, a agitação continuou por 5min para homogeneizar a mistura. Após a homogeneização, adicionou-se solução de HCl 1N, para reduzir o pH da suspensão até 3,5. Nesta condição de pH, supõe-se que todo azul de metileno esteja na forma mononuclear e apresente os melhores resultados;
- Em seguida, titulou-se a suspensão de argila com a solução padrão de azul de metileno da seguinte maneira: o titulante, solução de azul de metileno, foi adicionado de 2 em 2mL e, após cada adição, a suspensão da argila foi agitada continuamente a 5min, em seguida, objetivando averiguar se ponto de viragem foi alcançado, com uma baqueta de vidro, pingou-se uma gota da suspensão em papel de filtro Whatman n° 50.

Para calcular a CTC das argilas determinadas pelo método de azul de metileno, deve-se utilizar a seguinte fórmula:

$$CTC = \frac{V \cdot C \cdot 100}{\text{massa da amostra seca}} \quad (1)$$

Onde: V = volume total (mL) e C = concentração de azul de metileno.

Os resultados de CTC são apresentados em meq/100g de argila seca.

## 2.1 PREPARAÇÃO DAS DISPERSÕES E ESTUDO REOLÓGICO

As argilas naturais foram tratadas com solução concentrada de carbonato de sódio nas seguintes proporções: 75,100, 125 e 150 meq de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ /100 g de argila seca. Estes estudos preliminares indicaram que os melhores resultados para os parâmetros reológicos das argilas utilizadas nesta pesquisa, foram àqueles referentes à proporção de 125 meq de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ /100g de argila seca.

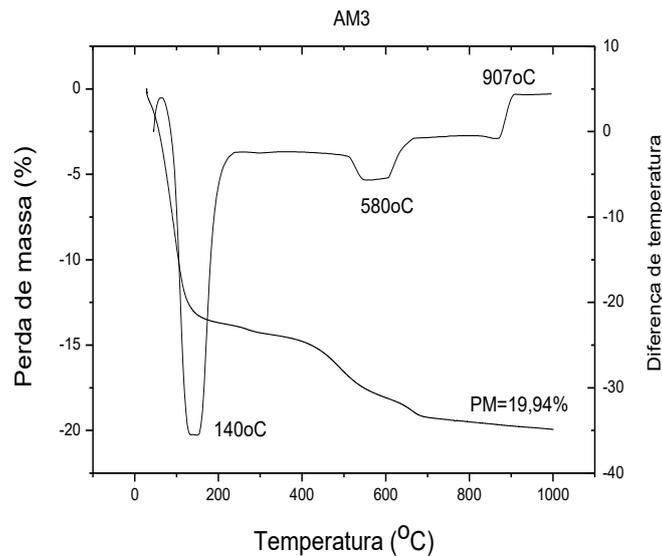
Os estudos reológicos para verificar a adequação dessas argilas em fluidos base água, foram realizados segundo norma Petrobrás EP-1EP-00011-A, 2011, sendo determinadas as viscosidades aparentes (VA) e plástica (VP) e volume do filtrado (VF).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 ANÁLISE TÉRMICA DIFERENCIAL E TERMOGRAVIMÉTRICA (DTA E TG)

Na Figura 5 estão apresentadas as curvas de análises termogravimétricas e térmicas diferenciais da argila estudada.

Figura 1: Curvas de análise termogravimétrica e térmica diferencial da argila. Fonte: Autores.



Analisando as curvas dos termogramas das amostras estudadas, pode-se observar as seguintes transformações térmicas: grande pico endotérmico a aproximadamente 140°C, caracterizando a presença de água livre e adsorvida e um ombro aproximadamente 160°C, característico da presença de água intercaladas entre as camadas; pico endotérmico em torno de 580°C caracterizando a desidroxilação da esmectita.

A análise das curvas de DTA permite concluir que os resultados estão de acordo com a composição química das amostras apresentados na Tabela 3. Pode se constatar também que esse termograma é similar aos determinados por SOUZA SANTOS (1992), SILVA *et al.*, (2015) e PEREIRA *et al.*, (2015), evidenciando um comportamento típico das argilas bentoníticas.

#### 3.2 CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIONS (CTC)

Na Tabela 3 é apresentado o resultado da capacidade de troca de cátions, determinada através do método de azul de metileno da composição estudada.

Tabela 1: Capacidade de troca de cátions das composições estudadas.

<b>Amostra</b>	<b>CTC (meq/100g argila seca)</b>
AM	88

Fonte: Autores.

Analisando-se os valores da tabela 3, verifica-se que a amostra apresentou valores de CTC dentro da faixa dos argilominerais do grupo das esmectitas (80 a 150 meq/100g), com CTC igual a 88 meq/100g de argila seca.

#### 4 ESTUDO REOLÓGICO

Observando os dados da tabela 4, os valores das propriedades reológicas (VA < VP E VF) obtidos para a argila e comparando com as normas da EP-1EP-00011-A (2011) para fluidos de perfuração de poços de petróleo base água, observa-se que a amostra estudada apresenta valores de VA E VF dentro das especificações. Enquanto que o VP não esteve dentro das especificações, porém o valor encontrado encontra-se próximo.

Tabela 2. Parâmetros reológicos para argila AM.

<b>Parâmetros Reológicos</b>	<b>AM</b>
*VA (cP)	62,65
**VP (cP)	3,00
***VF (ml)	18,00
	VA ≥ 15
<b>Especificações EP-1EP-00011-A</b>	VP ≥ 4
<b>(Petrobras, 2011)</b>	VF ≤ 18

\*VA-Viscosidade Aparente; \*VP-Viscosidade Plástica; \*\*\*VF-Volume de Filtrado.  
Fonte: Autores.

#### 5 CONCLUSÃO

Com o objetivo de estudar as propriedades reológicas de argilas esmectitas do município de Boa Vista do Estado da Paraíba como viscosificante para uso em fluidos de perfuração de poços de petróleo base água foi possível concluir que:

- As caracterizações da amostra confirmaram que a mesma apresenta as características de argilas bentoníticas típicas do estado da Paraíba;
- A argila Chocolate de Boa Vista, na Paraíba, apresenta propriedades reológicas e de filtração que atende as especificações da Petrobrás e se mostra adequada para uso em fluidos de perfuração de petróleo base água.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, L. V. **Melhoria, proteção e recuperação da reologia de fluidos hidroargilosos para uso na perfuração de poços de petróleo**, 2003. Tese Dr., CCT, UFCG, Campina Grande, PB (2003).

AMORIM, L.V. *et al.* Estudo Comparativo entre Variedades de Argilas Bentoníticas de Boa Vista, Paraíba. **Revista Matéria**, v. 11, n. 1, p. 30 – 40, 2006.

DARLEY, H.C.H., GRAY, G.R., *Composition and Properties of Drilling and Completion Fluids*, 5 Edition, Houston, **Gulf Publishing Company**, 1988.

FERREIRA, H.C; CHEN, T; ZANDONADI, A. R; SANTOS, P. S. Correlações lineares entre áreas específicas de caulins determinadas por diversos métodos – Aplicação a alguns caulins do nordeste brasileiro (estados da Paraíba e Rio Grande do Norte). **Cerâmica**, v.18, p. 333 - 336, 1972.

GOMES, C. F. *Argilas: o que são e para que servem*, 1a Ed., Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, Portugal (1988) 160. Disponível em: <<http://www.casaclean.com.br/downloads/OpoderdasArgilas.pdf>>.

GRIM, R.E; NUDEM, N. *Bentonites: Geology, Mineralogy, Properties and Uses*, Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing Company, 1978.

PEREIRA, I. D. S; LISBOA, V. N. F; SILVA. I. A; FIGUEIRÊDO. J. M. R. PETROBRAS, Ensaio de viscosificante para fluidos base água na exploração e produção de petróleo. Código: EP-1EP-00011-A, 2011.

SANTOS, B. M. Perfuração de poços de petróleo: fluidos de perfuração. **Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense** v. 2, n. 1, p. 121-127, 2012.

SANTOS, C. P. F. *et al.* Caracterização e usos de argilas bentonitas e vermiculitas para adsorção de cobre (II) em solução. **Cerâmica**, São Paulo, v. 48, n. 308, p. 178-182, Dec. 2002.

SILVA, I.A; PEREIRA, I. D. S; CAVALCANTI, W. S; SOUSA, F. K. A; G. A. NEVES A, H. C. FERREIRA. Study of the Characterization of Smectitic Clays from a Town in the State of Paraíba. **Materia ls Science Forum**, v. 820, p. 51 - 55, 2015.

SILVA, T.H.C. da, DNPM – Bentonita, **Sumário Mineral**, v. 33, p. 36 - 37, 2013.