

## CARACTERIZAÇÃO DE ARGILAS BENTONÍTIAS DO MUNICÍPIO DE SOSSEGO-PARAÍBA

I. D. S. Pereira (1); V. N. F. Lisboa (1); I. A. Silva (1); J. M. R. Figueirêdo (1); G. A. Neve, (1); R. R. Menezes (1)

Universidade Federal de Campina Grande  
Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, Campina Grande, PB, 58109-970  
ivnadaniele@hotmail.com, neyonaraa@hotmail.com

### RESUMO

*As bentonitas ostentam uma gama de aplicações industriais movimentando milhões de dólares no mercado por ano. Dentre diversas aplicações se destaca o seu uso para fluidos de perfuração petrolíferos. Assim, este trabalho objetiva caracterizar física, mineralógica e tecnologicamente argilas esmectíticas do Município de Sossego, PB. A caracterização mineralógica das argilas foi realizada através das seguintes técnicas: análise granulométrica por difração de laser, análises termogravimétrica e térmica diferencial, análise química e difração de raios X. As argilas foram transformadas em sódicas por tratamento com  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  e em seguida determinou-se a viscosidade aparente, plástica e volume de filtrado de dispersões argila-água. Os resultados evidenciaram que as amostras são bentonitas policatiônicas, apresentando teores de  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$  e  $\text{K}_2\text{O}$  semelhantes aos de bentonitas de Boa Vista, PB, e são constituídas por argilomineral esmectítico, caulinita e quartzo. As argilas apresentaram propriedades reológicas que indicam potencial para uso em fluidos de perfuração.*

**Palavras-chave:** Bentonita; caracterização; argila.

## INTRODUÇÃO

Geologicamente bentonita é uma rocha composta principalmente por um argilomaterial esmentítico (montmorilonita), formada pela desvitrificação e subsequente reação química de material vítreo, oriundo de rochas vulcânicas [1]. As bentonitas são constituídas, predominantemente, por argilomateriais pertencente ao grupo das esmectitas com propriedades físicas definidas pela presença desses argilominerais [2,3].

Essas argilas possuem o poder de inchar na presença de água expandindo seu volume até vinte vezes seu volume inicial, atingindo espaços interplanares de até 100Å, alta área superficial (até 800m<sup>2</sup>. g<sup>-1</sup>), capacidade de troca catiônica variando de 60 a 170meq.100g<sup>-1</sup> e tixotropia [4].

A capacidade de expandir seu volume é essencialmente importante para aplicações que exigem condições reológicas, como é caso de lamas de prospecção de petróleo, haja vista essa característica conferir viscosidade as dispersões bentonitas [5].

Os fluidos de perfuração compõem-se de uma fase líquida contínua, tratada quimicamente de modo a adaptar suas propriedades as operações de perfuração. Esses fluidos com relação ao meio dispersante podem ser classificados como fluido base água ou fluidos base óleo [6].

Nos fluidos base água as argilas são utilizadas como agente dispersor na constituição dos fluidos de perfuração de poços de petróleo, sendo que suas propriedades reológicas e físico-químicas devem ser bem monitoradas como forma de garantir o seu bom funcionamento durante as operações de perfuração [7].

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. Fazendo certas medidas reológicas do fluido, é possível determinar como o fluido escoará sob variadas condições de temperatura, pressão e taxa de cisalhamento. Em termos reológicos, a viscosidade é o parâmetro mais conhecido, sendo definida como a resistência que uma substância apresenta ao fluxo [8].

Nesse sentido o presente trabalho objetiva a caracterização física e mineralógica das novas ocorrências de argilas, oriundas do Município de Sossego, PB para uso em lamas de prospecção de petróleo.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Os materiais utilizados nesta pesquisa foram três amostras de argilas provenientes de jazidas localizadas na cidade de Sossego – PB, as quais foram denominadas de argila DASL, argila RF, argila FDO.

Cada amostra foi levada ao moinho de bolas, com revestimento interno de material cerâmico de elevada dureza, para cominuição. Em seguida, o material foi peneirado utilizando peneira ABNT n°200 (0,074mm). Após o peneiramento, foram retiradas alíquotas para as diferentes etapas de caracterização.

A caracterização das amostras foi efetuada por meio das seguintes técnicas: difração de raios X(DRX) (XRD6000 Shimadzu), com radiação  $\text{CuK}\alpha$  (40 kV/30 mA) e velocidade do goniômetro de 2°/min com passo de 0,02°, na faixa de 2° a 60° para as amostras naturais e com faixa de velocidade 2° a 30° para as amostras tratadas com etileno glicol; análise termogravimétrica (ATG) e análise térmica diferencial (ATD) (sistema simultâneo de análises térmicas TA 60H Shimadzu), com taxa de aquecimento 12,5°C/min sob atmosfera de ar (a temperatura máxima para ambos os casos foi 1000°C e o padrão utilizado na ATD foi óxido de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) calcinado); análise granulométrica por difração de laser (AG) (equipamento Cilas, Modelo 1064 L/D) e análise química por fluorescência de raios X (EDX 720 Shimadzu).

Após os ensaios de caracterização, as argilas bentoníticas policatiônicas foram transformadas em sódicas, utilizando-se soluções concentradas de carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) nos seguintes teores: 75, 100, 125, 150 e 175 meq/100g de argila seca para as amostras. As propriedades reológicas determinadas foram: viscosidade aparente (VA) e viscosidade plástica (VP) utilizando viscosímetro Fann modelo 35A. Volume de filtrado foi realizado em filtro prensa da marca Fann. Todos os ensaios foram determinados de acordo à norma da Petrobras [9].

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A Tabela 1 apresenta os valores obtidos pelos ensaios de análise granulométrica das Bentonitas DASL, RF e FDO.

**Tabela 1: Distribuição de tamanhos de partículas das bentonitas estudadas**

Bentonitas	Diâmetro Médio ( $\mu\text{m}$ )	Diâmetro a 10% ( $\mu\text{m}$ )	Diâmetro a 50% ( $\mu\text{m}$ )	Diâmetro a 90% ( $\mu\text{m}$ )	Massa acumulada (%) – Diâmetro abaixo de 2 $\mu\text{m}$
DASL	5,28	1,15	4,13	11,10	22,24
RF	5,91	4,55	4,55	12,68	19,91
FDO	4,0	0,94	3,38	8,07	27,75

Através da análise granulométrica da Bentonita DASL, observa-se que o diâmetro médio das partículas é de 5,28 $\mu\text{m}$ , apresentando cerca de 22,24 % da massa acumulada com diâmetro médio equivalente abaixo de 2 $\mu\text{m}$ , que corresponde à fração argila, 76,86 % correspondente ao teor de silte, diâmetro a 50% de 4,13 $\mu\text{m}$ . Para a Bentonita RF, tem-se que o diâmetro médio das partículas foi de 5,91 $\mu\text{m}$ , apresentando cerca de 19,91 % da massa acumulada com diâmetro médio equivalente abaixo de 2 $\mu\text{m}$ , que corresponde à fração argila, 78,17% correspondente ao teor de silte, diâmetro a 50% de 4,55 $\mu\text{m}$ . Para a Bentonita FDO, o diâmetro médio das partículas é de 4,0 $\mu\text{m}$ , apresentando cerca de 27,75% da massa acumulada com diâmetro médio equivalente abaixo de 2 $\mu\text{m}$ , referente à fração argila, 72,25% ao teor de silte, diâmetro a 50% de 8,07 $\mu\text{m}$ .

As amostras apresentaram uma distribuição de tamanho de partículas das argilas semelhantes aos teores obtidos por MENEZES *et.al*, [1].

A Tabela 2 apresenta a distribuição granulométrica por tamanho de partículas das Bentonitas DASL, RF e FDO.

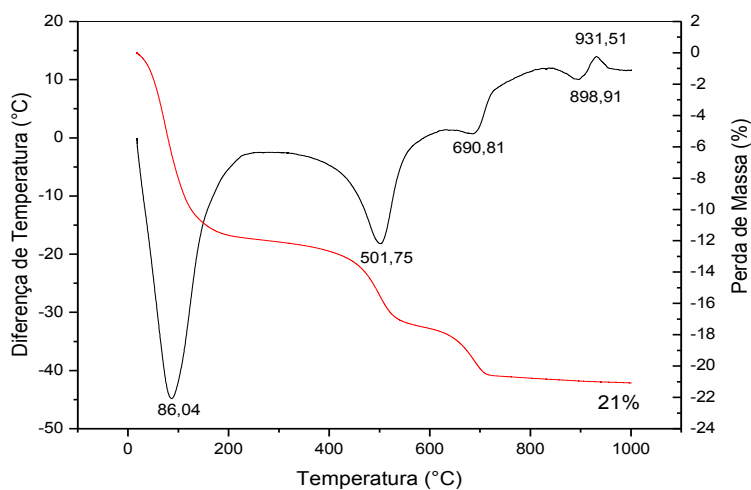
**Tabela 2: Distribuição granulométrica por tamanho de partículas das argilas**

	<b>Argila (%)</b> <b>(<math>x &lt; 2\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Silte (%)</b> <b>(<math>2\mu\text{m} &lt; x &lt; 20\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Areia (%)</b> <b>(<math>x &gt; 20\mu\text{m}</math>)</b>
<b>Bentonitas</b>			
<b>DASL</b>	22,24	76,86	0,9
<b>RF</b>	19,91	78,17	1,92
<b>FDO</b>	27,75	72,25	0

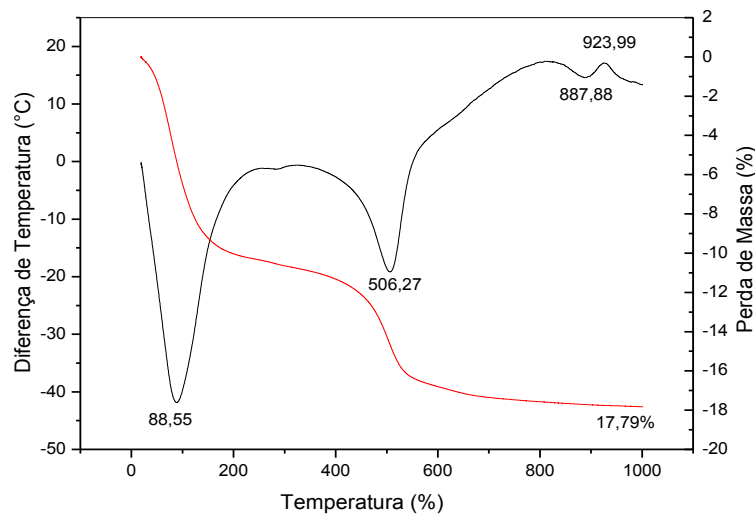
Observa-se, na Tabela 2, que o volume acumulado com diâmetro médio abaixo de  $2,0\mu\text{m}$  está entre  $19,91$  e  $27,75\mu\text{m}$ . Para o volume acumulado de silte (diâmetro de partículas superior a  $2\mu\text{m}$  e menor do que  $20\mu\text{m}$ ) as Bentonitas apresentaram valores entre  $72,25$  e  $76,86 \mu\text{m}$ .

A fração volumétrica abaixo de  $2\mu\text{m}$  das Bentonitas DASL, RF e FDO foi de  $22,24$ ,  $19,91$  e  $27,75\%$ , respectivamente, semelhantes aos valores encontrados por Menezes *et al* [1].

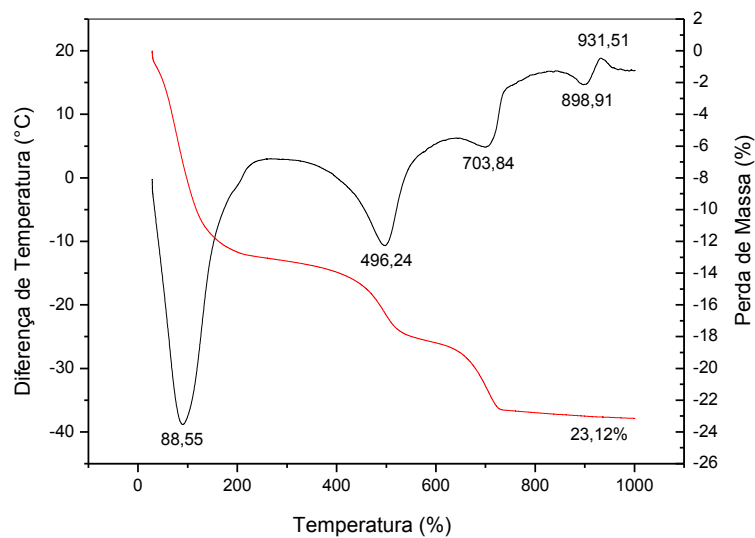
As Figuras 1, 2 e 3 apresentam as curvas de análises termogravimétricas e térmicas diferenciais das argilas estudadas.



**Figura 1:** Curvas de análises termogravimétricas e térmicas diferenciais da Bentonita DASL



**Figura 2:** Curvas de análises termogravimétricas e térmicas diferenciais da Bentonita FDO



**Figura 3:** Curvas de análises termogravimétricas e térmicas diferenciais da Bentonita RF

Analisando as curvas de DTA das amostras em estudo (Figura 1, 2 e 3), foram observadas as seguintes transformações térmicas: grande pico endotérmico em torno de 95°C, caracterizando a presença de água livre e adsorvida; pico exotérmico entre 95°C e 506°C, correspondente à combustão de matéria orgânica; pico endotérmico em torno de 506°C caracterizando a presença de hidroxilas da folha octaédrica da esmectita e caulinita; para a Bentonita DASL e Bentonita RF, foi

observado ainda um pico endotérmico em aproximadamente 701°C possivelmente relacionado carbonato de magnésio, pico endotérmico com máximo em 900°C caracterizando a presença de carbonato de cálcio e pico exotérmico com máximo em 930°C característica da nucleação de mulita com liberação de quartzo  $\beta$  a partir da estrutura amorfa criada anteriormente. Em relação às curvas de TG das amostras em estudo (Figura 1, 2 e 3), observamos que a perda total de massa variaram entre 17,79 - 23,12%, correspondente às perdas de água, de matéria orgânica, hidroxilas e carbonatos.

Ao se comparar os resultados dos termogramas com os valores encontrados por Menezes *et al.*[1] e Amorim *et al.*, [10] , para as argilas de Sossego – PB, observa-se que são similares, evidenciando um comportamento típico das argilas bentoníticas.

A Tabela 3 apresenta as composições químicas das três amostras provenientes de Sossego - PB.

**Tabela 3:** Composições químicas de três bentonitas de Sossego – PB..

Óxidos	Resultados		
	Bentonita DASL	Bentonita FDO	Bentonita RF
PF	12,1	10,5	13,8
SiO <sub>2</sub>	46,1	47,5	46,1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28,0	28,6	25,7
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,7	5,9	3,5
MgO	5,0	4,8	5,8
CaO	3,2	0,6	4,1
K <sub>2</sub> O	1,0	1,1	0,4
TiO <sub>2</sub>	0,5	0,6	0,4
Outros	0,4	0,4	0,2

PF – perda ao fogo

Analisando a Tabela 3 verifica-se que as amostras apresentaram perda de massa entre 10,5 e 13,8%, o que está relacionado, provavelmente, à perda de água coordenada e adsorvidas e hidroxilas dos argilominerais.

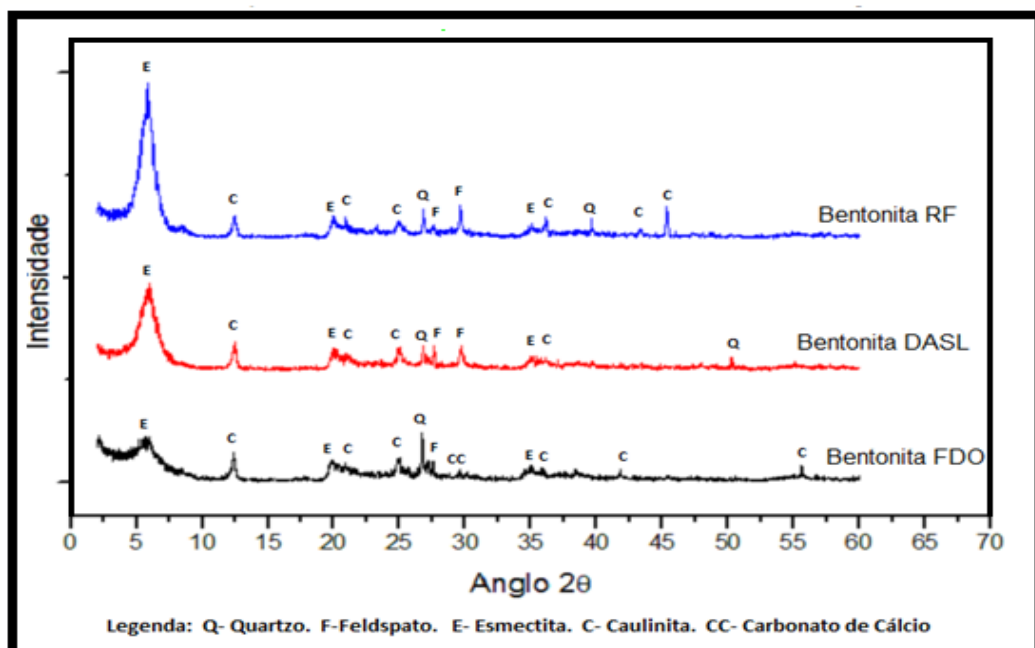
Observou-se que as composições químicas das bentonitas estudadas têm altos teores de óxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ) e de óxido de alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Observa-se que o teor de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  nas amostras situou-se em torno de 3-5% enquanto que MENEZES *et.al*,(2009) obteve uma faixa de 4,26 a 11,12%.

Os teores de MgO apresentaram-se similares evidenciando a presença de magnésio em todas as amostras assim como obtido por MENEZES *et.al*, [11].

Para o teor de CaO, a Bentonita FDO apresentou um baixo teor,e as Bentonitas DASL e RF apresentaram um teor mais elevado evidenciando a origem policatiônica da argila.

Os valores de  $\text{K}_2\text{O}$  e o  $\text{TiO}_2$  apresentaram-se em baixos teores em todas as amostras e com percentuais de forma similar. De maneira global verificou-se que as amostras possuem composição química típica das argilas bentoníticas ( MENEZES *et al*,[11]).

A Figura 4 apresenta os resultados de difração de raios X das amostras estudadas.





**Figura 4:** Difração de raios X da Bentonita RF, DASL e FDO

Analisando a Figura 4 observa-se que as amostras apresentam as seguintes fases mineralógicas: esmectita, caracterizado por 15,58Å, 4,50Å, 2,57 Å; caulinita, caracterizada pelas distâncias interplanares de 7,13Å, 4,13Å, 3,57Å, 2,51 Å, 2,15Å, 2,08 Å e 2,00Å, quartzo, caracterizado por 3,34Å, 1,81Å, e 2,26Å, carbonato de cálcio caracterizado por 3,00Å, e feldspato, caracterizado por 3,25 Å e 3,01 Å. Quantitativamente as amostras RF e DASL apresentaram elevados teores de esmectita semelhante ao obtido nas amostras estudadas por MENEZES *et.al.*[11]. Em todas as amostras verifica-se a presença de caulinita, quartzo e feldspato.

A Tabela 4 apresenta os resultados de viscosidade aparente(VA), viscosidade plástica(VP) e volume de filtrado obtidos com a caracterização reológica das argilas objetivando avaliar sua adequação como agente viscosificante em fluidos de perfuração de poços de petróleo.

Tabela 4: Resultados de viscosidade aparente (VA), viscosidade plástica (VP), volume de filtrado, grau de finura e umidade das argilas estudadas.

AMOSTRAS	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> meq/100g	VA (cP)	VP (cP)	pH	Filtrado (mL)
<b>Argila RF</b>	75	21,0	2,0	10,69	24,4
	100	26,5	3,0	10,68	25,8
	125	26,0	3,0	10,82	24,9
	150	32,5	2,0	10,78	29
<b>Argila FDO</b>	75	4,0	2,0	10,72	32
	100	6,0	2,0	10,83	27
	125	5,5	3,0	10,92	29
	150	6,0	10,0	10,97	32
	75	10	4,0	10,42	29
	100	11,5	3,0	10,71	26,4

<b>Argila DASL(YC)</b>	125	14	13	10,91	22
	150	11	3,0	10,78	20

Pela Tabela 4 pode-se notar que as argilas apresentaram viscosidade aparente (VA) variando de 4,0 a 32,5 Cp e viscosidade plástica (VP) variando de 2,0 até 13cP e volume de filtrado (VF) variando de 24,4 até 32. Com relação ao pH as amostras obtiveram valores próximos.

Fazendo um comparativo desses resultados com as especificações da Norma Petrobrás para fluido base água, observa-se que as amostras RF apresentaram um valor de viscosidade plástica superior ao valor mínimo especificado pela normalização (15Cp para argila ativada). Em contrapartida as amostras FDO e DASL(YC) apresentaram valores inferiores ao especificado pela Petrobrás.

As dispersões preparadas com amostras FDO apresentaram valores muito baixos o que pode ser explicado pelo alto teor de minerais acessórios como evidenciado pelos difratogramas obtidos pela análise de DRX.

Com relação ao parâmetro viscosidade plástica apenas as dispersões preparadas com a FDO a 150meq/100g e DASL (YC) a 125meq/100g apresentaram um valor superior ao valor mínimo especificado pela norma da Petrobrás (4Cp).

Analisando os valores do filtrado todas as amostras apresentaram um valor superior ao valor máximo estabelecido pela especificação da Petrobrás (18ml). As dispersões preparadas com a FDO, DASL(YC) e RF apresentaram magnitudes de pH excedendo o valor limite máximo indicado pela normalização da Petrobrás (pH 10).

## **CONCLUSÃO**

Após o estudo de caracterização e propriedades reológicas das argilas dos novos depósitos do Município de Sossego, podemos concluir que as amostras estudadas apresentaram na sua composição mineralógica esmectita, caulinita e quartzo. Em relação às propriedades reológicas verificou-se que as amostras

estudadas atendem parcialmente as especificações das normas da Petrobras[9] para uso em fluidos de perfuração base água.

## REFERÊNCIAS

[1] MENEZES, R. R., ÁVILA JÚNIOR, M. M., SANTANA, L. N. L., NEVES, G. A., FERREIRA, H. C. Comportamento de expansão de argilas bentoníticas organofílicas do estado da Paraíba. Revista Cerâmica, v.54, n.330, p.152-159, 2008.

[2] AMORIM, L. V., FARIAS, K. V., VIANA, J. D., R. BARBOSA. M. I., PEREIRA, E., FRANÇA, K. B., H. L. LIRA, FERREIRA, H. C. Fluidos de perfuração à base de água. Parte I: Efeitos de aditivações poliméricas nas propriedades reológica. Revista Cerâmica, v.51, n.318, p.128-138, 2005.

[3] SOUSA, F. K. A. de. Estudo de composições de argilas organofílicas para fluidos de perfuração de poços de petróleo em águas ultraprofundas. 2010. Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais). Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

[4] MELO, K. C. de. Avaliação e Modelagem Reológica de Fluidos de Perfuração Base Água. 2008. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

[5] SILVA, L. A. da. Desenvolvimento do Processo de Obtenção da Bentonita Organofílica de Moçambique: Síntese e Caracterização. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Pós-graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

[6] SOUSA, F. K. A., RAMOS, A. P., CAMPOS, L. F. A., MENEZES, R. R., FERREIRA, H. S., NEVES, G. A. Composição de argilas organofílicas obtida com tensoativo não-iônico para fluidos de perfuração base orgânica. Revista Cerâmica v.57, n.342, p.199-205, ano 2011.

[7] FERREIRA, H. S., NEVES, G. A., FERREIRA, H. C. Uso de bentonitas organofílicas em fluidos de perfuração base óleo. II Simpósio de Minerais Industriais do Nordeste, Campina Grande, PB, 2010.

[8] VIDAL,E.L.F.;FÉLIX,T.de F;GARCIA,R.B;COSTA,M.;GIRÃO,J.H.S.; .Aplicação de novos polímeros catiônicos como inibidores de argila em fluidos de perfuração à base de água. 4º PDPETRO, Campinas, SP ,21-24 de Outubro de 2007.

[9] PETROBRAS, Ensaio de viscosificante para fluidos base água na exploração e produção de petróleo. Código: EP-1EP-00011-A, 2011.

[10] AMORIM, L. V.; GOMES, C. M.; LIRA, H. L.; FRANÇA, K. B.; FERREIRA, H. C. Bentonites from Boa Vista, Brazil: Physical, Mineralogical and Rheological Properties, Materials Research, v. 7, p. 583-593, 2004

[11]MENEZES,R.R.,SOUTO,P.M.,SANTANA,L.N..L.,NEVES,G.A.,KIMINAMI,R.H.G .A.,FERREIRA,H.C. Argilas bentoníticas de Cubati, Paraíba, Brasil:Caracterização física-mineralógica.Revista Cerâmica ,v.55,n. 334p.163-169,2009.

## **CARACTERIZATION OF BENTONITE CLAYS FROM SOSSEGO, PARAIBA**

### **ABSTRACT**

Bentonite boasts a range of industrial applications move millions of dollars a year on the market . Among various applications stands out its use for oil drilling fluids . Thus , this study analyzes physical , mineralogical and technologically smectite clays Municipality Quiet , PB . Mineralogical characterization of clays was performed using the following techniques: particle size analysis by laser diffraction , thermogravimetric and differential thermal analysis , chemical analysis and X-ray diffraction The clays were transformed by treatment with sodium in Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> and then he determined to apparent viscosity , plastic and filtrate volume of clay - water dispersions . The results showed that the samples are polycationic bentonite clays containing amounts of MgO , CaO and K<sub>2</sub>O similar to bentonite Boa Vista , PB , and are composed of smectite , kaolinite and quartz . The clay had rheological properties that indicate potential for use in drilling fluids.

Keywords : Bentonite , characterization , clay