

Influência do Silicato de Sódio na Purificação de Argila Bentonítica por Tratamento de Hidrociclonação

B. M. A. B. Buriti¹, I. D. S. Pereira¹, V. C. Silva¹, J. M. Cartaxo¹, G. A. Neves¹

¹ Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Av. Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, Campina Grande – PB, CEP 58429-900.

(Recebido em 19/10/2017; revisado em 23/11/2017; aceito em 23/01/2018)
(Todas as informações contidas neste artigo são de responsabilidade dos autores)

Resumo:

A presença de minerais acessórios restringe o uso industrial das argilas, sendo necessário o estudo para redução desses contaminantes. Como solução, o uso do hidrociclone é uma alternativa viável por requerer um baixo investimento de instalação e manutenção. Assim, o objetivo deste trabalho foi investigar o efeito do silicato de sódio no processo de purificação de uma bentonita, proveniente do Estado da Paraíba, pelo processo de hidrociclonação e verificar a influência da concentração do defloculante nas propriedades físicas, química e mineralógica das bentonitas para aplicações industriais mais nobres. Para a preparação das dispersões foi utilizado o silicato de sódio como defloculante nas concentrações de 0%, 3% e 4%. Inicialmente a argila natural foi caracterizada por Difração de Raios X (DRX) e Fluorescência de Raios X (EDX), e após o tratamento de hidrociclonação as argilas obtidas foram caracterizadas por Granulometria a Laser, DRX e EDX. Na análise granulométrica foram avaliadas as dispersões antes e após purificação. Os resultados evidenciaram que o processo de purificação não foi eficiente, porque o defloculante nas concentrações utilizada agiu como concentrador de partículas, deixando a suspensão em um estado de floculação.

Palavras-chave: bentonita; defloculante; purificação de argilas.

Abstract:

The presence of accessory minerals restricts the industrial use of clays, and a study is necessary to reduce these contaminants. As a solution, the use of hydrocyclone is a viable alternative because it requires a low investment of installation and maintenance. The objective of this work was to investigate the effect of sodium silicate in the process of purification of a bentonite from the State of Paraíba by the hydrocyclone process and to verify the influence of the deflocculant concentration on the physical, chemical and mineralogical properties of bentonites for more noble industrial applications. For the preparation of the dispersions the sodium silicate was used as a deflocculant at the concentration of 0%, 3% and 4%. Initially the natural clay was characterized by X-ray diffraction (XRD) and X-ray fluorescence (EDX), and after the hydrocyclone treatment the obtained clays were characterized by Laser Granulometry, XRD and EDX. In the granulometric analysis the dispersions were evaluated before and after purification. The results evidenced that the purification process was not efficient, because the deflocculant at the concentrations used acted as a concentrator of particles, leaving the suspension in a state of flocculation.

Keywords: Bentonite; deflocculant; purification of clays.

1. Introdução

Atualmente, pode-se definir bentonita como sendo uma rocha composta principalmente por um argilomineral esmectítico (geralmente montmorilonita), formada pela desvitrificação e subsequente alteração química de material vítreo, oriundo da decomposição de rochas vulcânicas, de preferência ácida, depositada sobre lagos ou rios de baixa turbulência [1-3].

As bentonitas são materiais constituídos por um, ou mais, argilominerais esmectíticos e alguns minerais acessórios (principalmente quartzo, cristobalita, micas, feldspatos e alguns outros argilominerais, como a caulinita). Tem partículas de tamanhos que variam de 2 µm a tamanhos

bastante pequenos como 0,1 µm em diâmetro, com tamanho médio de 0,5 µm e formato de placas ou lâminas [4-6].

O estado da Paraíba possui grandes reservas de argilas esmectíticas com destaque as do município de Boa Vista, PB, atualmente essas reservas encontra-se em fase de exaustão das variedades mais nobre em virtude da exploração desordenada, resultando como consequência um sério prejuízo para aplicação industrial. Recentemente foram descobertas novas ocorrências de argilas esmectíticas nos municípios de Cubatí, Oivedos e Sossego, PB, atualmente os estudos sobre esses depósitos encontram-se em fases preliminares, com destaque os trabalhos de [7], [8] e [9]. Esses autores concluíram que as argilas desses municípios apresentaram em sua composição mineralógica elevados teores de minerais acessórios como

*Email: brunamichelebrito@gmail.com (B. M. A. B. buriti)

caulinita, quartzo, mica e calcários. As presenças desses minerais acessórios restringem em muito o uso industrial, sendo necessária a realização de pesquisas que visem o tratamento dessas argilas para redução desses minerais.

Para o tratamento de argila, um dos equipamentos utilizados é o hidrociclone, e tem a finalidade de separar suspensões líquido-líquido ou sólido-líquido. A separação se dá por sedimentação centrífuga, em que as partículas em suspensão são submetidas a um campo centrífugo que provoca sua separação do fluido [10, 11]. Esse tipo de equipamento é simples de operar e requer baixo investimento em instalação e manutenção, sendo amplamente utilizados na indústria mineral, química, têxteis e petroquímica.

Pesquisas sobre tratamentos de minerais utilizando hidrociclone tem se intensificado nos últimos anos com destaque os trabalhos de: [12], que verificaram a necessidade das argilas por processos de beneficiamento para atender às especificações do mercado para determinados usos nobres, e dessa forma, fizeram estudos para observar a influência da pressão no processo de purificação por hidrociclonagem em bentonitas de Cubati-PB; [9] realizaram caracterizações e desenvolveram argilas tratadas, através de técnicas de peneiramento e hidrociclonagem, a partir de bentonitas recentemente descobertas no estado da Paraíba para diversas aplicações; [13] desenvolveram estudos com o objetivo de concentrar o argilomineral de misturas de bentonitas pouco nobres do Estado da Paraíba por meio do processo de hidrociclonagem, e posterior secagem por spray dryer.

Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo investigar o efeito do silicato de sódio no processo de purificação de uma argila bentonita, proveniente do Estado da Paraíba, pelo processo de hidrociclonagem e verificar a influência da concentração do defloculante nas propriedades físicas, química e mineralógica das bentonitas para aplicações industriais mais nobres.

2. Materiais e Métodos

A amostra de argila bentonítica policatiônica utilizada nesta pesquisa foi proveniente do novo jazimento localizado no Município de Boa Vista, PB, sendo denominado de Argila AM1. Após tratamento por hidrociclonagem, a argila recebeu a seguinte denominação: AM1P.

Para preparação das dispersões foi utilizado o defloculante: Silicato de Sódio Puro (Vetec Química Fina).

Foi utilizado um hidrociclone modelo RWK 42L fabricado pela Netzsch AWK, Alemanha. O hidrociclone possui capacidade de separação de partículas com diâmetro de 2 a 5 μm . O corpo do hidrociclone apresenta diâmetro externo de 35 mm e interno de 20 mm, composto de três ápex e dois vórtex. Os orifícios utilizados, o vórtex e o ápex, podem ser

variados, essa variação resulta na modificação da concentração e da vazão. A configuração B3 (Vortex com diâmetro interno de 6 mm e Ápex com diâmetro interno de 5 mm) com pressão de 4 bar será escolhida com base em Gama [14].

Para a preparação das dispersões e purificação por hidrociclonagem, foi utilizado o sistema de purificação montado no Laboratório de Tecnologia dos Materiais da Universidade Federal de Campina Grande-PB, utilizando a argila beneficiada por britagem (britador de mandíbulas) e moagem (moinho de martelo). A argila foi também beneficiada em peneira ABNT n° 200 (74 μm) com a finalidade de retirar alíquotas para as diferentes etapas de caracterização física, química e mineralógica.

Posteriormente foram preparadas as dispersões a serem hidrociclonadas utilizando 687,60 g de argila (passada pelo processo de britagem e moagem) num volume de 15 L de água destilada, obtendo-se uma dispersão de argila em água numa concentração de 4% em massa, mantida sob agitação de 6500 rpm por um período de 24 h em temperatura ambiente. Após esse período, a dispersão ficou em repouso por 8 dias. E ao completar esse período, a dispersão passou 24 h em agitação, e posteriormente foi bombeada com o auxílio de uma bomba centrífuga para o hidrociclone, com uma pressão de 4 bar com uma configuração do ápex e vórtex de 6 mm e 5 mm respectivamente. Coletou-se a parte purificada e o rejeito e em seguida o material coletado passou pelo processo secagem, beneficiamento e caracterização. A preparação das dispersões para purificação foi realizada com e sem o uso do defloculante, que no trabalho foi utilizado o Silicato de Sódio na concentração de 0%, 3% e 4%.

A caracterização das argilas naturais e após tratamento foram realizadas por meio das seguintes técnicas: análise granulométrica (AG) [Mastersizer 2000, Malvern Instruments], realizada antes e após hidrociclonagem; fluorescência de raios X (EDX) [EDX 720 Shimadzu]; difração de raios X (DRX) [XRD 6000 Shimadzu], com radiação $K\alpha$ do Cu (40 kV/30 mA) e rotação do goniômetro de 2/min e passo 0,02°, com faixa de 2° a 60°. Após as purificações, foi realizada a caracterização do purificado a fim de comparar com a caracterização das amostras *in natura*.

3. Resultados e Discussão

Na Tabela 1 e nas Figura 1 a 3, estão apresentados os valores da composição granulométrica das dispersões. As dispersões foram obtidas utilizando 0%, 3% e 4% de defloculante, e analisadas antes (AM1A1, AM1A2 e AM1A3, respectivamente) e após o tratamento por hidrociclonagem (AM1P1, AM1P2 e AM1P3, respectivamente).

Tabela 1. Análise granulométrica por difração a laser das amostras em estudo

Amostras	(%) (D<2 μm)	(%) (2 μm<D<20 μm)	(%) (D>20 μm)	Diâmetro médio (μm)
AM1A1	16,7	79,4	3,9	6,64
AM1P1	12,3	85,5	2,3	6,6
AM1A2	14,2	83,9	1,9	6,4
AM1P2	8,9	84,9	6,2	8,5
AM1A3	8,2	81,7	10,1	9,8
AM1P3	9,0	82,2	8,8	14,9

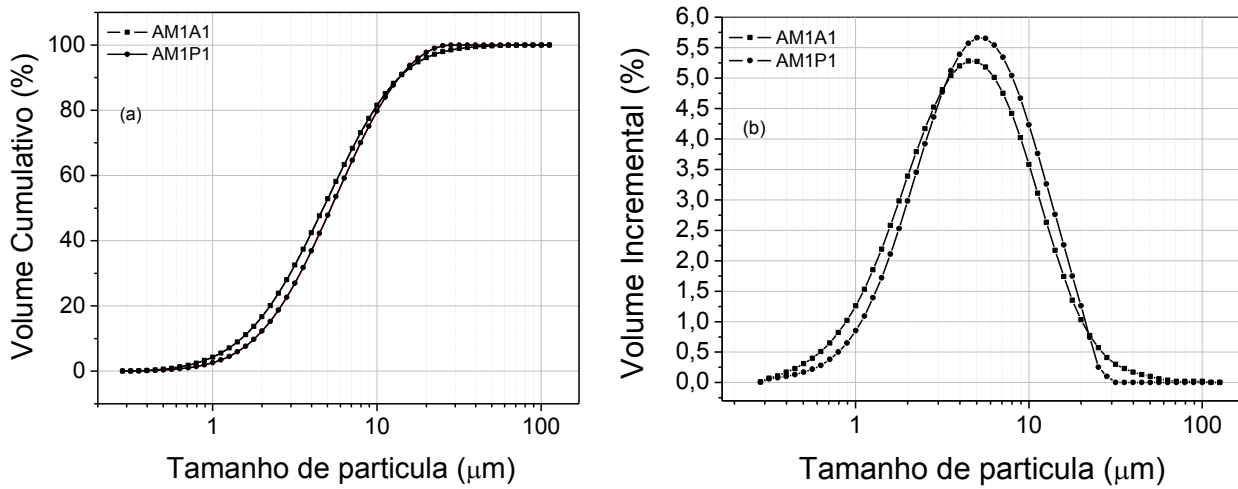


Figura 1. Composição granulométrica da argila antes (AM1A1) e após a hidrociclonação (AM1P1) com 0% do defloculante: volume acumulado (a), histograma (b).

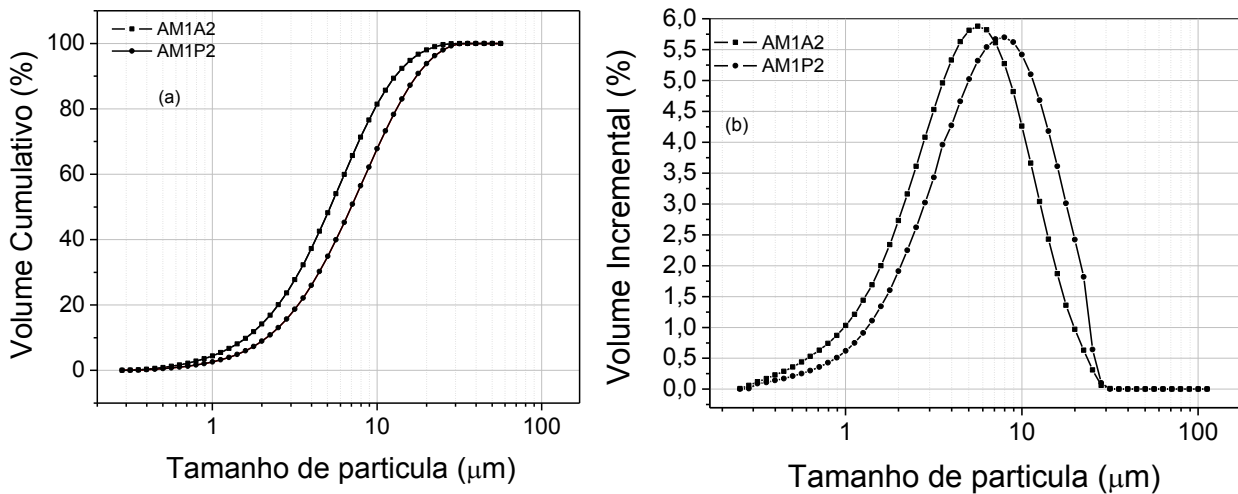


Figura 2. Composição granulométrica da argila antes (AM1A2) e após a hidrociclonação (AM1P2) com 3% do defloculante: volume acumulado (a), histograma (b).

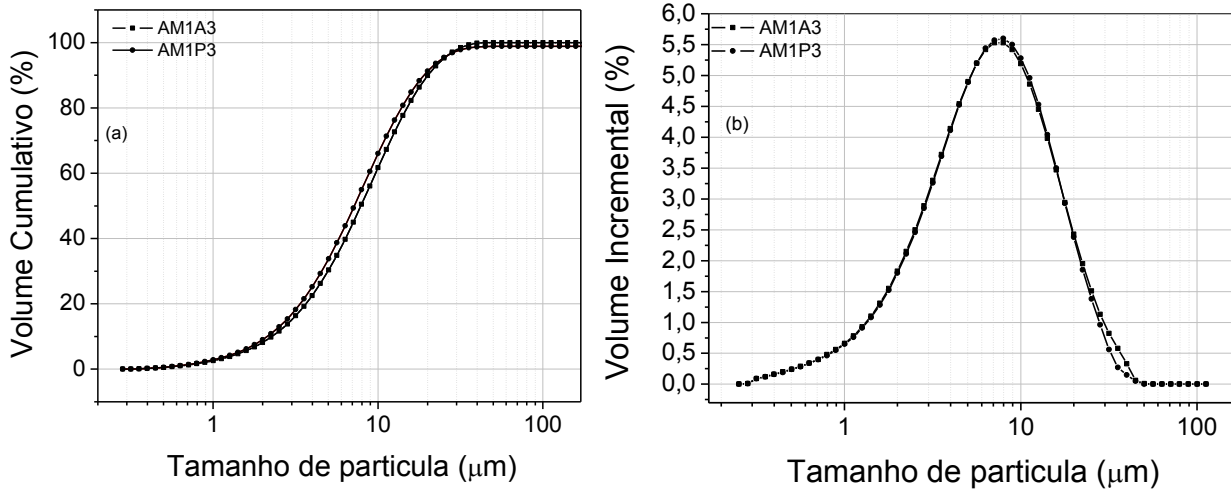


Figura 3. Composição granulométrica da argila antes (AM1A3) e após a hidrociclonagem (AM1P3) com 4% do defloculante: volume acumulado (a), histograma (b).

Observa-se na Tabela 1 que as dispersões antes da purificação que apresentaram maiores percentuais de volume acumulado com diâmetro inferior a 2 μm ($D < 2$ μm) foram as argilas AM1A1 (16,7%) e AM1A2 (14,2%), correspondendo ao diâmetro médio de partícula de 6,6 μm e 6,4 μm respectivamente. Os valores da fração argila foi baixo, devido a granulometria usada para preparar as dispersões, que foi bruta, sem o beneficiamento. Em relação às partículas com diâmetro entre 2 μm e 20 μm, as dispersões anterior à purificação que apresentaram maiores percentuais foram as AM1A2 (83,9%) e AM1A3 (81,7%), ambas com o uso do defloculante na proporção de 3% e 4%, respectivamente. Já a que apresentou maior percentual de diâmetro superior a 20 μm ($D > 20$ μm) foi AM1A3 (10,1%). Pode-se observar que as dispersões apresentam elevado grau de contaminação de minerais acessórios resultando em maiores percentuais de volume acumulado com diâmetro superior a 2 μm.

Em relação ao processo de tratamento por hidrociclonagem, verificou-se que houve um pequeno decréscimo no concentrado da fração argila ($D < 2$ μm) em relação as dispersões antes da purificação de: 36% (com 0% de defloculante), 58% (com 3% de defloculante) e para a dispersão utilizando 4% do defloculante houve um pequeno acréscimo de 10%.

Ao se analisar as Figuras 1, 2 e 3, percebeu-se que as dispersões antes e após purificação apresentaram curvas com comportamento de distribuição de tamanho de partículas monomodal, com faixa variando de 1 μm a 20 μm. Em relação ao volume acumulado, observou-se em D_{50} 4,7 μm para AM1A1, 5,3 μm para AM1P1, 5,2 μm para AM1A2, 6,9 μm para AM1P2, 7,9 μm para AM1A3 e 7,2 μm para AM1P3.

Com a adição de um cátion monovalente na suspensão como, por exemplo, o sódio (Na^+), ocorre troca catiônica (mecanismo de estabilização eletrostática), o sódio fica adsorvido na superfície da partícula no lugar dos cátions divalentes, assim a carga da partícula deixa de ser anulada

provocando a repulsão entre as mesmas e consequente defloculação. Além desta troca catiônica com o cálcio e o magnésio, a parte aniônica da molécula do defloculante, por exemplo, silicato de sódio, sequestra cátions divalentes do meio e as precipita, favorecendo ainda mais a defloculação do sistema. Porém, se for adicionado um excesso de defloculante ocorrerá novamente o equilíbrio, ou seja, a carga da partícula é novamente anulada e há um aumento de viscosidade, e consequentemente a dispersão fica em estado de floculação.

De uma forma geral, observa-se que o tratamento dessa argila por hidrociclonagem nas proporções estudadas conduziu a um aumento do tamanho médio equivalente das partículas, e uma diminuição na fração argila, o que comprova que o processo foi ineficiente, podendo ser justificado pela quantidade do silicato de sódio que foi adicionado agiu como concentrador de partículas, a dispersão estava em um estado de floculação, que ocorre devido às forças de van der Waals originadas partir de dipolos atômicos e moleculares existentes no material, as quais apresentam sempre caráter atrativo.

A Tabela 2 apresenta as composições químicas das argilas estudadas. Observou-se, um aumento no concentrado dos minerais acessórios após tratamentos das argilas por hidrociclonagem em relação à amostra natural, sendo esses acréscimos máximos na fração: sílica de 24,2% (AM1P1, dispersão com 0% de defloculante), correspondente provavelmente a sílica livre; MgO de 23,1% (AM1P1), correspondente provavelmente ao carbonato de magnésio ou mica; Fe_2O_3 de 18,3% (AM1P3) correspondente provavelmente a goetita e hematita. Já para o concentrado de CaO houve uma diminuição de 56% (AM1P1) correspondente ao carbonato de cálcio. Os valores obtidos a partir da composição química foram corroborados com a análise granulométrica, comprovando a ineficiência do tratamento de hidrociclonagem de acordo com os parâmetros utilizados.

Tabela 2. Composições químicas (%) das argilas estudadas

Argilas	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	Outros óxidos	PF
AM1	47,5	14,6	3,6	9,3	2,6	1,7	20,6
AM1P1	59,0	20,1	2,3	10,6	3,2	1,9	2,9
AM1P2	56,6	19,8	2,5	10,5	3,1	4,2	3,2
AM1P3	57,8	19,5	2,4	11,0	2,9	3,5	2,9

PF-Perda ao Fogo

A Figura 4 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** ilustra os resultados de difração de raios X da argila natural e das purificadas com 0%, 3% e 4% de defloculante.

Os resultados dos difratogramas apresentam picos característicos de esmectita (JCPDS 13-0135), quartzo (JCPDS 46-1045) e calcita (JCPDS 05-0586), como mineral acessório.

da Paraíba, compostas predominantemente por argilominerais do grupo da esmectita, assim como observados por [15-19].

Ao analisar as curvas de DRX da argila natural e após purificação (Figura 4), observou-se que as concentrações das frações de quartzo e calcita para as amostras após tratamentos apareceu bem definidos corroborando os resultados obtidos anteriormente.

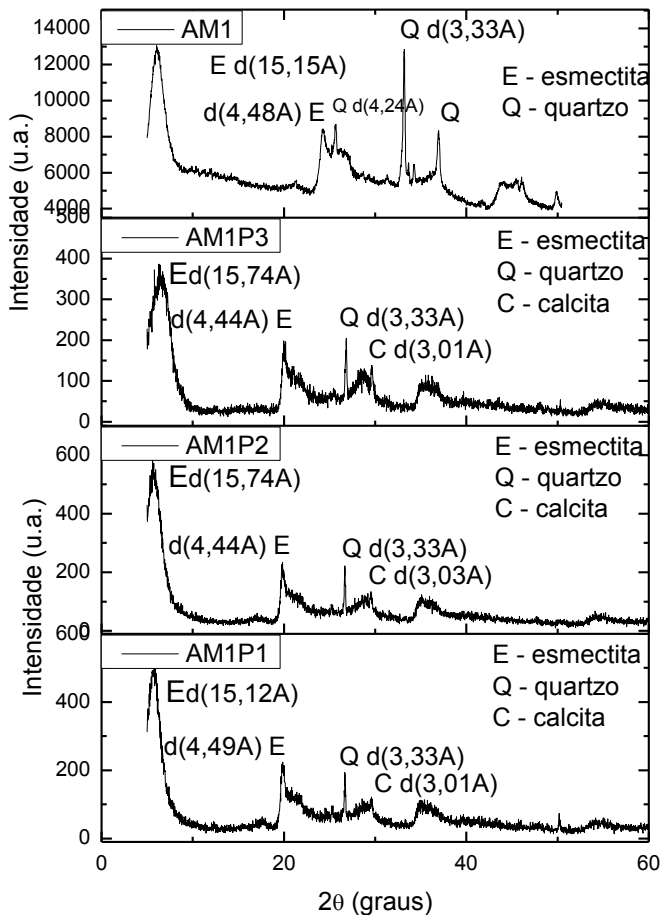


Figura 4. Difratogramas da amostra natural e purificada.

No geral, o espectro da difração de raios X da argila natural confirma, qualitativamente, que as amostras apresentaram curvas típicas das argilas bentoníticas do Estado

Conclusão

Com base nos resultados obtidos, observou-se que o processo de tratamento por hidrociclonação utilizando o silicato de sódio como defloculante para a amostra e proporção estudada mostrou-se ineficaz para retirada das frações grosseiras relativa aos minerais acessórios, além de conduzir a um aumento do tamanho médio equivalente das partículas, e uma pequena diminuição da fração argila. Isso pode ser justificado, porque o defloculante nas concentrações utilizada agiu como concentrador de partículas, causando uma floculação das partículas, devido à força de van der Waals que atuam no sentido de desestabilizar a solução pela formação de aglomerados.

Agradecimentos

Ao CNPq pela manutenção das bolsas e ao Laboratório Tecnologia de Materiais, UAEMA, pela estrutura física cedida para o desenvolvimento da pesquisa.

Referências

- [1] Abdou, M. I., Al-Sabagh, A. M., Dardir, M. M. Evaluation of Egyptian bentonite and nano-bentonite as drilling mud. *Egyptian Journal of Petroleum*, 22, 53-9, 2013.
- [2] Barbosa, R., Morais, D. D. S., Araújo, E. M., Melo, T. J. A. Caracterizações de argilas bentoníticas e síntese de argilas organofílicas para uso em nanocompósitos poliméricos: parte II. *Cerâmica*, 58, 363-7, 2012.
- [3] Menezes, R. R., Melo, L. R. L., Fonseca, F. A. S., Ferreira, H. S., B., M. A., Neves, G. Caracterização de argilas bentoníticas do Município de Sossego, Paraíba,

- Brasil. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, vol 3, 36-43, 2008.
- [4] Ferreira, H. S., Menezes, R. R., Ferreira, H. S., Martins, A. B., Neves, G. d. A., Ferreira, H. C. Análise da influência do tratamento de purificação no comportamento de inchamento de argilas organofílicas em meios não aquosos. *Cerâmica*, 54, 77-85, 2008.
- [5] Paiva, L. B., Morales, A. R., Díaz, F. R. V. Organoclays: properties, preparation and applications. *Applied Clay Science*, 42, 8-24, 2008.
- [6] Silva, A. R. V., Ferreira, H. C. Argilas bentoníticas: conceitos, estruturas, propriedades, usos industriais, reservas, produção e produtores/fornecedores nacionais e internacionais. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, 3, 26-35, 2008.
- [7] Pereira, I. D. S., Lisboa, V. N. F., Silva, I. A., Figueirêdo, J. M. R., Neves, G. A., Menezes, R. R. Bentonite clays from Sossego, Paraíba, Brazil: physical and mineralogical characterization. *Materials Science Forum*, 798, 50-4, 2014.
- [8] Silva, I. A., Pereira, I. D. S., Cavalcanti, W., Sousa, F. K. A., Neves, G. A., Ferreira, H. C. Study of the Characterization of Smectitic Clays from a Town in the State of Paraíba. *Materials Science Forum*, 820, 51-5, 2015.
- [9] Figueirêdo, J. M. R., Cartaxo, J. M., Silva, I. A., Silva, C. D., Neves, G. A., Ferreira, H. C. Purification of Bentonite Clays from Cubati, PB, Brazil, for Diversified Applications. *Materials Science Forum*, 805, 486-91, 2015.
- [10] Barbosa, E. A., Vieira, L. G. M., Almeida, C. A. K., Damasceno, J. J., Barrozo, M. A. S. Differences of behavior between filtering hydrocyclones with Bradley and Rietema geometries. *Materials science forum*, 416-418, 317-22, 2003.
- [11] Souza, F. J., Vieira, L. G. M., Damasceno, J. J. R., Barrozo, M. A. S. Analysis of the influence of the filtering medium on the behaviour of the filtering hydrocyclone. *Powder Technology*, 107, 259-67, 2000.
- [12] Oliveira, P. L. d., Figueirêdo, J. M. R., Cartaxo, J. M., Neves, G. A., Ferreira, H. C. Influence of Hydrocycloning Pressure on the Purification of Bentonite. *Materials Science Forum*, 798-799, 55-60, 2014.
- [13] Marques, V. C., Silva, H. C., Rodrigues, A. M. T., Cartaxo, J. d. M., Menezes, R. R., Ferreiral, H. S. Influência da hidrociclonagem e da secagem por spray dryer nas propriedades reológicas de argilas bentoníticas. *Cerâmica*, 61, 285-97, 2015.
- [14] Gama, A. J. A. Modelagem, simulação e otimização do processo de hidrociclonagem para tratamento de argilas bentoníticas [Tese]. Campina Grande-PB: Universidade Federal de Campina Grande; 2017.
- [15] Batista, A., Menezes, R., Marques, L., Campos, L., Neves, G., Ferreira, H. Caracterização de argilas bentoníticas de Cubati-PB. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, 4, 64-71, 2009.
- [16] Brito, B. M. A., Cartaxo, J. M., Nascimento, N. F. C., Ferreira, H. C., Neves, G. A., Menezes, R. R. Avaliação de argilas bentoníticas policatiônicas do estado da Paraíba com aditivos para aplicação em perfuração de poços de petróleo e tintas à base de água. *Revista Ceramica*, 62, 45-54, 2016.
- [17] 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 (Bentonite clay from Cubati, Paraíba, Brazil: Physical and mineralogical characterization). *Cerâmica*, 55, 163-9, 2009.
- [18] Oliveira, C. d., Rocha, M., da Silva, A., Bertolino, L. Characterization of bentonite clays from Cubati, Paraíba (Northeast of Brazil). *Cerâmica*, 62, 272-7, 2016.
- [19] Silva, I. d., de Sousa, F., Ferreira, H., Neves, G. d. A., Ferreira, H. Effect of smectite clays storage in their rheological properties. *Cerâmica*, 63, 109-15, 2017.