

CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA E BENEFICIAMENTO DO CAULIM DE EQUADOR (RN) E JUNCO DO SERIDÓ (PB) VISANDO A ELEVAÇÃO DE ÍNDICE DE ALVURA

Victor Matheus Joaquim Salgado Campos

Aluno de Graduação em Geologia do 7º período, UERJ
Período PIBIC/CETEM: janeiro de 2015 a julho de 2016,
vcampos@cetem.gov.br

Luiz Carlos Bertolino

Orientador, Geólogo, D.Sc.,
LCBERTOLINO@cetem.gov.br

Resumo

Caulim é a rocha cujo principal constituinte é a caulinita. É usado principalmente nos segmentos de papel e cerâmica. Em algumas localidades do Brasil, como em Junco do Seridó (PB) e Equador (RN), o caulim ainda é explorado de forma rudimentar, o que é consequência de plantas de beneficiamento pouco eficientes e de estudos insuficientes sobre o minério. O objetivo do trabalho foi a caracterização mineralógica e tecnológica do caulim dessas regiões com enfoque na elevação de índice de alvura. Duas amostras de Equador (RN) e uma de Junco do Seridó (PB) foram submetidas à classificação granulométrica a úmido em 44 µm, separação magnética em campo de 14000 Gauss e alveamento químico com ditonito de sódio. As frações foram estudadas pelas técnicas de difratometria de raios X, análise química por fluorescência de raios X, análise granulométrica, microscopia eletrônica de varredura e pela determinação de índice de alvura. As três amostras são compostas por caulinita, muscovita, quartzo e feldspato e apresentaram rendimentos de 19,49 e 21,96% nas amostras de Equador (RN) e de 61,28% nas amostras de Junco do Seridó (PB). A separação magnética foi responsável pelos aumentos de 78,2 para 78,5% e 91,3 para 92,5% no índice de alvura das amostras de Equador (RN) e na não alteração de 86,9% da amostra de Junco do Seridó. Já os 30 minutos iniciais de alveamento químico foram responsáveis pelas elevações de 78,5 para 90,9%, 92,5 para 93,8% e de 86,9 para 88,4%, respectivamente. Tais resultados indicam que é possível remover conteúdos de óxidos e hidróxidos de ferro através de separação magnética e alveamento químico promovendo aumentos no índice de alvura do caulim, embora ocorram diferenças nas eficiências das duas metodologias.

Palavras chave: separação magnética, alveamento químico, índice de alvura.

BENEFICIAMENT AND MINERALOGY OF THE KAOLIN OF EQUADOR (RN) AND JUNCO DO SERIDÓ (PB) AIMING THE ELEVATION OF WHITENESS INDEX

Abstract

Caulim is the rock constituted mainly by kaolinite. It is used principally in the industries of paper and ceramic. In some places, as well Junco do Seridó (PB) and Equador (RN), the kaolin is still explored in rudimentary way due plants of beneficiament fewer efficient and insufficient studies about the ore. The goal of the study was the mineralogical and technological characterization of the kaolin of these regions aiming

the elevation of whiteness index. Two samples of Equador (RN) and one of Junco do Seridó (PB) were submitted to granulometric classification in wet conditions in sieves of 44 μm , magnetic separation in field of 14000 Gauss and chemical bleaching with sodium dithionite. The resultant fractions were studied by X ray diffractometric, chemical analysis by X ray fluorescence, granulometric analysis, scanning electron microscopy and determination of whiteness index. The three samples are composed by kaolinite, muscovite, quartz and feldspar. The two samples of Equador (RN) and one of Junco do Seridó (PB) showed yields of 61.28, 21.96 and 19.49%. The magnetic separation was responsible for increases of 78.2 to 78.5% and 91.3 to 92.5% in the whiteness index of the samples of Equador (RN) and for the non-alteration of 86.9% of the sample of Junco do Seridó (PB). The 30 initial minutes of chemical bleaching were responsible for the largest elevations of 78.5 to 90.9%, 92.5 to 93.8% and 86.9 to 88.4%, respectively. These results indicate it is possible to remove part of the iron oxides and hydroxides by magnetic separation and chemical bleaching promoting increases in the whiteness index of kaolin, though there are differences in the efficiency of them.

Keywords: magnetic separation, chemical bleaching, whiteness index.

1. INTRODUÇÃO

Caulim é a rocha de granulometria fina, cor esbranquiçada e constituída principalmente por caulinita (Patterson e Murray, 1975). É denominado primário quando formado pela alteração de rochas ricas em feldspato e secundário quando de origem sedimentar (Prasad *et al.*, 1991). Os depósitos de caulim da região de Junco do Seridó (PB) e Equador (RN) são primários e ocorrem em pegmatitos associados a Formação Equador (Madeiros Lima *et al.*, 1980).

O minério é usado amplamente nas indústrias de papel e cerâmica, mas para atingir as características tecnológicas desejadas precisa ser submetido a determinados processos de beneficiamento. O tratamento mais comum é a classificação granulométrica em 44 μm seguida de separação magnética em campo de alta intensidade e, por fim, alveamento químico (Patterson e Murray, 1975).

Contudo, os depósitos de Equador (RN) e Junco do Seridó (PB) ainda são explorados de maneira rudimentar e com uso de plantas de beneficiamento inadequadas, acarretando perdas significativas de minério e problemas ambientais. Tais metodologias de exploração, somadas a elevação dos custos da produção de caulim no Brasil (Ichihara, 2015), indicam a necessidade de estudos mais aprofundados acerca das características mineralógicas e tecnológicas desse caulim, como também o melhor entendimento da metodologia de beneficiamento do minério.

2. OBJETIVOS

O estudo teve como objetivo a caracterização mineralógica e tecnológica do caulim de Equador (RN) e Junco do Seridó (PB) visando a elevação do índice de alvura do minério e o seu melhor aproveitamento.

3. METODOLOGIA

Duas amostras de caulim coletadas em Equador (RN) e uma terceira em Junco do Seridó (PB) foram nomeadas de, respectivamente, GB2, GB1 e JS. As coordenadas métricas do local de coleta das amostras são 754364E 9231863N, 754353E 9231943N e

750498E 9225368N, respectivamente, onde a Zona UTM é 24 M e DATUM SIRGAS 2000.

As amostras foram homogeneizadas, quarteadas e submetidas aos processos de classificação granulométrica a úmido em peneiras vibratórias de 44 µm, separação magnética (BOXMAG RAPID) a úmido em campo de 14000 Gauss e alvejamento químico utilizando polpa de 20% de caulim e 80% de água destilada agitada entre 80 e 100 rpm. Ditionito de sódio (Na₂S₂O₄) foi usado como agente redutor em proporções de 4 kg/t e hexametáfosfato de sódio (Na₁₆P₁₄O₄₃) como agente dispersante em proporções de 3 kg/t. O pH foi mantido entre 3 e 4 com adição de ácido sulfúrico e o processo realizado durante 240 minutos com retiradas de alíquotas em intervalos de 30 minutos.

As diferentes frações foram analisadas através de difratometria de raios X (D4 Endeavor/Brucker) com radiação Co K α (40kV/40 mA), análise química por fluorescência de raios X (Axios MAX/PANalytical), análise granulométrica (Mastersize 2000/Malvern), microscopia eletrônica de varredura (FEI Quanta 400/Brucker) e determinação de índices de alvura (Modelo 96169/Carl-Zeiss Elrepho) em padrão 83,9% (ISO)

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As amostras GB2, GB1 e JS apresentaram rendimentos de 19,49, 21,96 e 61,28%, respectivamente. Já os conteúdos de material magnético dos materiais < 44 µm foram de 0,06, 0,53 e 0,05%, ou seja, todos menores que 1% (Tabela 1).

Tabela 1: Balanço de massa após a classificação granulométrica e separação magnética das amostras GB2, GB1 e JS.

Amostra	GB2 (%)	GB1 (%)	JS (%)
> 44 µm	80,51	78,04	38,72
< 44 µm	19,49	21,96	61,28
Fração magnética	0,06	0,53	0,05
< 44µm sem fração magnética	19,42	21,91	61,22

As análises químicas das frações < 44 µm submetidas ou não a separação magnética indicou conteúdos de SiO₂, Al₂O₃ e perda ao fogo variando entre 44,5 e 46,3, 41,5 e 42,6 e 10,4 e 11,5%. Tais teores são semelhante aos descritos da caulinita teórica. Não se observou diminuição nos teores de óxidos de ferro entre as frações antes e após a separação magnética, o que pode ser resultado baixa eficiência do processo na remoção de óxidos e hidróxidos de ferro (Tabela 2).

Tabela 2: Análise química das frações < 44 µm das amostras GB2, GB1 e JS. c/SM – com separação magnética; c/SM – Sem separação magnética

Óxidos	GB2 s/SM (%)	GB2 c/SM (%)	GB1 s/SM (%)	GB1 c/SM (%)	JS s/SM (%)	JS c/SM (%)
SiO ₂	46,3	46,3	45,3	45,1	44,5	44,6
Al ₂ O ₃	41,5	41,5	42,5	42,5	42,6	42,4
PF	10,4	10,4	11,5	11,7	11,3	11,3
Fe ₂ O ₃	0,44	0,42	0,37	0,37	0,26	0,27
Outros	1,27	1,31	0,53	0,51	1,2	1,22
Total	99,91	99,93	100,2	100,18	99,86	99,79

Os difratogramas de raios X das frações *ROM* GB2, GB1 e JS indicaram a presença de caulinita, muscovita, quartzo e feldspato identificados pelos picos característicos em 7,23 (001); 9,95 Å; 3,32 Å; 3,25 Å, respectivamente (Figura 1). Os mesmos minerais foram identificados nas frações < 44 µm com fração magnética. Porém, ocorreram reduções de contagens nos picos característicos de muscovita e quartzo e aumento no da caulinita, o que indicam as respectivas diminuições e aumento nos conteúdos desses minerais após a classificação granulométrica. Não foram observadas diferenças relevantes entre os difratogramas de raios X das frações < 44 µm com e sem fração magnética, o que indica que não ocorreram mudanças em espécies minerais após a separação magnética.

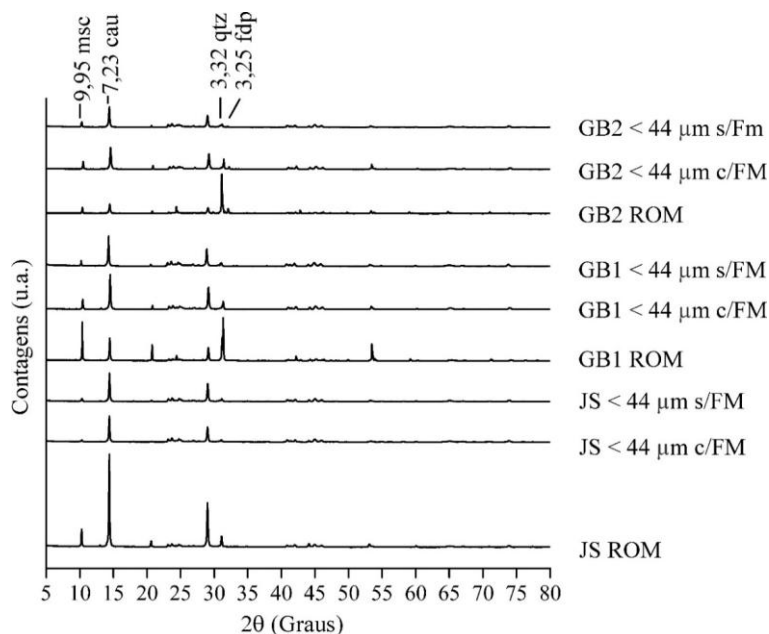


Figura 1: Difratogramas de raios X das frações *ROM* e < 44 µm das amostras GB2, GB1 e JS. s/FM - Sem fração magnética, c/FM – Com fração magnética.

As imagens das frações < 44 µm não magnéticas obtidas por microscopia eletrônica de varredura mostraram que a caulinita é abundante, que se apresenta na forma pseudo-hexagonal em *booklets*. Nas análises granulométricas observaram-se que as frações < 44 µm não magnéticas possuem faixa granulométrica predominante entre 3 e 5 µm.

A separação magnética das amostras GB2, GB1 e JS promoveu elevações de índice de alvura (ISO) de 78,2 para 78,5%, 91,3 para 92,5% e não alteração de 86,9%, respectivamente (Figura 2). Já os 30 minutos iniciais de alveamento químico foram responsáveis por aumentos de 78,5 para 90,9%, 92,5 para 93,8% e 86,9 para 88,4%. As amostras tratadas entre 60 e 240 minutos apresentaram índice de alvura variando entre 90,9 e 91,3%, 93,3 e 93,8% e 88,5 e 89%, respectivamente. Tais resultados indicam que os 30 minutos de alveamento químico foram os mais eficientes no aumento do índice de alvura e que a separação magnética promove pouco ou nenhum aumento no índice de alvura do minério.

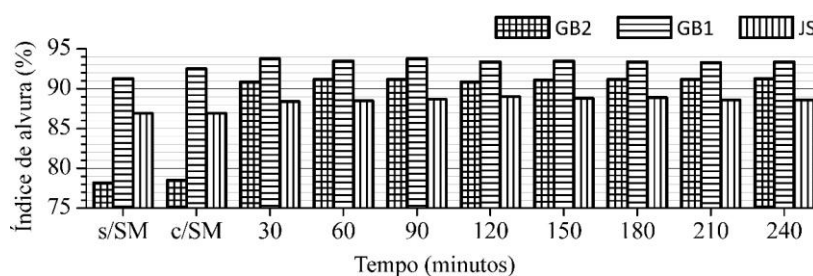


Figura 2: Evolução do índice de alvura das frações < 44 µm das amostras GB2, GB1 e JS durante a separação magnética e o alveamento químico. s/SM – Sem separação magnética
c/SM – Com separação magnética

5. CONCLUSÕES

A amostra JS apresentou o melhor rendimento de 61,28% de material < 44 µm em relação aos de 19,49 e 21,96% observados para as amostras GB2 e GB1, o que reflete a natureza primária do caulim, ou seja, um alto teor de impurezas. Observou-se que as amostras GB2, GB1 e JS são compostas por caulinita, muscovita, quartzo e feldspato e que as GB2 e GB1 apresentaram maiores quantidades de quartzo que a JS, que apresenta conteúdos de muscovita mais elevados. Verificou-se que as frações < 44 µm não magnéticas são compostas principalmente pela caulinita na forma de *booklets* e com faixa granulométrica predominante entre 3 e 5 µm, o que mostra que é possível realizar a concentração do minério através das técnicas da classificação granulométrica e separação magnética

As pequenas elevações nos índices de alvura das frações < 44 µm das amostras GB2, GB1 e JS após a separação magnética indicam que o uso da técnica pode não ser a melhor metodologia na remoção de óxidos e hidróxidos de ferro, pois os 30 minutos iniciais de alveamento químico foram suficientes para promover os aumentos mais significativos no índice de alvura do minério, o que também traz discussões se a realização do alveamento químico durante 240 minutos é realmente necessária. O trabalho traz novas informações sobre as características mineralógicas e tecnológicas do caulim de Equador (RN) e Junco do Seridó (PB) e também uma discussão sobre a melhor metodologia de seu beneficiamento visando um melhor aproveitamento do bem mineral do Nordeste.

6. AGRADECIMENTOS

Ao CETEM, ao CBPF, aos técnicos do SCT/COAM e ao CNPq pelo auxílio.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ICHIHARA, A. H. Caulim. In: LIMA, T. M. e BRASÍLIA, C. A. R. N. Sumário Mineral 2015. Brasil: Departamento Nacional de Produção Mineral, 2015, p.42-43.
- MADEIROS LIMA, E. A. *et al.* Projeto Scheelita do Seridó - Relatório final. Recife, PB, Brasil: DNPM/CPRM, 1980.
- PETTERSON, S. M. and MURRAY, H. H. Clays. In: LEFOND, S. J. (Eds). Industrial Minerals and Rocks, 4th ed. American Institute for Mining & Metallurgical and Petroleum Engineers, Inc., p. 519-585. 1975.
- PRASAD, M. S.; REID, K. J.; MURRAY, H. H. Kaolin: processing, properties and application, **Applied Clay Science**, v. 06, p. 87-119. 1991.