

CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA E TECNOLÓGICA DO CAULIM HALLOYSÍTICO DOS DEPÓSITOS DA PROVÍNCIA PEGMATÍTICA ORIENTAL EM MAR DE ESPANHA E BELMIRO BRAGA (MG) NO SUDESTE DO BRASIL

Tolentino Jr., J. 1,2; Bertolino, L. C. 1,2; Campos, V. M. J. S. 1,2

¹Faculdade de Geologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rua São Francisco Xavier, 524, 4º andar, Bloco A, Rio de Janeiro, RJ, 20.550-900; jobtjr2000@yahoo.com;
²C Centro de Tecnologia Mineral – Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Telecomunicações. Av. Pedro Calmon, 900 Cidade Universitária - 21941-908 - Rio de Janeiro – RJ.

INTRODUÇÃO

O caulim halloysítico é rocha de granulometria fina, cor branca, composta por caulinita e halloysita e também por muscovita, quartzo e feldspato. Os depósitos derivados da alteração *in situ* de rochas ricas em feldspato são denominados primários e quando de origem sedimentar, secundários. Os depósitos que encontram-se a sudeste de Minas Gerais, fazem parte da Província Pegmatítica Oriental (PPO), e encaixam-se nos Grupos Paraíba do Sul, Raposo e Andrelândia. A morfologia tubular da halloysita apresenta propriedades tecnológicas distintas da caulinita. Sendo assim é usado em segmentos especiais da indústria (mecanismo carreador e de controle na liberação de princípios ativos). Muito embora o Brasil possua 4,5% das reservas de caulim comercializados no mundo atualmente, não há registros de depósitos de caulim halloysítico com qualidade industrial.

O estudo tem como objetivo principal a identificação dos depósitos de caulim halloysítico com qualidade industrial.

METODOLOGIA

Foram usadas uma amostra comercial (AMC) e amostras coletadas em Mar de Espanha (AMME) e Belmiro Braga (AMBB) (Fig. 1), as quais no CETEM, passaram por um processo de beneficiamento (Fig. 2) onde foram classificadas em peneira de 44 µm, seguidos pelas etapas de separação magnética, alvejamento químico e separação hidráulica gravitacional (CHG) (Fig. 3). As frações obtidas foram estudadas pelas técnicas de análise granulométrica (Malvern), difratometria de raios X, e microscopia eletrônica de varredura (MEV e FEG), as quais visam identificar a presença de halloysita, como também identificar a eficiência no processo CHG. Após a etapa de alvejamento químico estas foram analisadas por meio da ressonância paramagnética eletrônica (EPR) visando identificar a eficiência na etapa de alvejamento químico na retirada do íon ferro (Fe³⁺). Segue-se a análise de DTA-TG que visou identificar a ocorrência de perda de água (massa) nas etapas de desidratação e de hidroxilação.

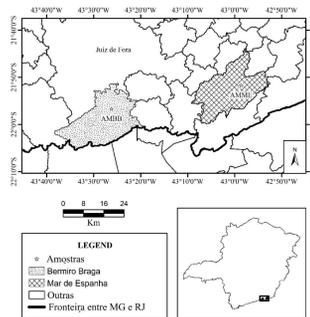


Figura 1: Local de amostragem.

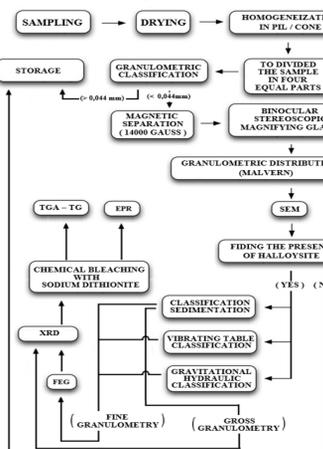


Figura 2: Beneficiamento.

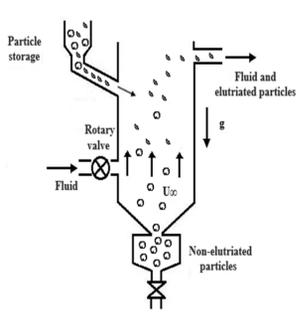


Figura 3: Classificador

hidráulico gravitacional (CHG)

RESULTADOS

As amostras AMME e AMBB indicam presença de halloysita, caulinita euédrica, feldspato, muscovita, quartzo e impurezas. O beneficiamento concentrou 54,43 e 23,46 (% em massa) respectivamente. Nas imagens de microscopia eletrônica os cristais de halloysita aparecem com seu hábito característico (Fig.4). No diagrama de distribuição MALVERN, a amostra AMME apresenta distribuição monomodal, enquanto as amostras AMC e AMBB apresentam distribuição bimodal (Fig.5).

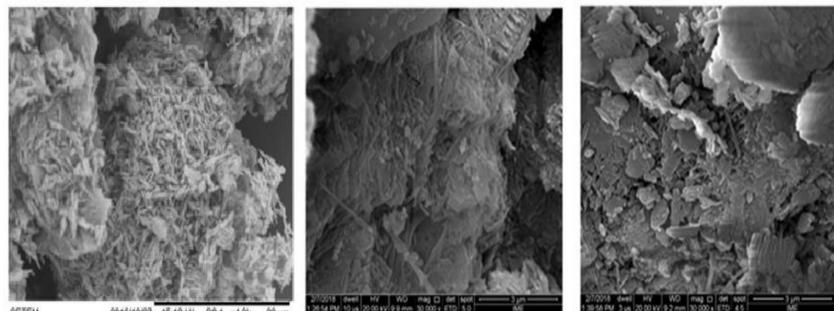
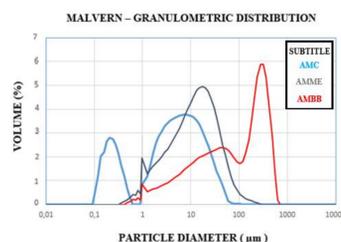


Figura 4: Imagem de microscopia MEV da amostra AMC (ampliação 6,0k) (a esquerda), microscopia FEG (ampliação de 30,0 k) da amostra AMBB (ao centro) e da amostra AMME (a direita).

Figura 5: MALVERN Distribuição granulométrica



Os difratogramas de raios X (Fig. 6) mostram a eficiência do processo de classificação hidráulica gravitacional (CHG) na separação e concentração da halloysita com a eliminação dos picos de quartzo na fração fina.

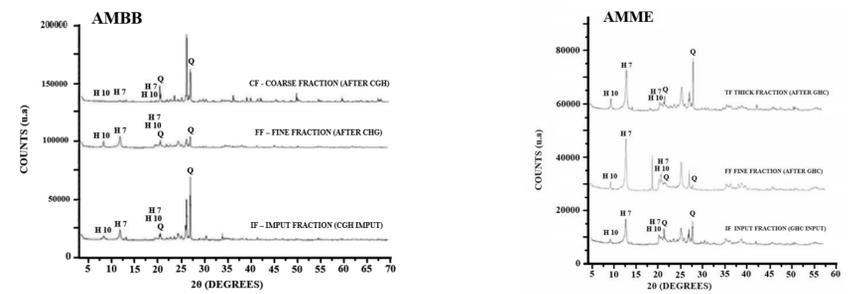


Figura 6: Difratogramas de raios X das amostras AMBB e AMME comparativo entre a fração do alimentador, e suas frações leve e pesada após o beneficiamento por classificação hidráulica gravitacional manual (CHG).

Os espectros de ressonância paramagnética eletrônica mostram que o processo CHG foi eficiente na concentração de halloysita, e que junto desta houve também uma concentração de óxidos nas amostras AMME e AMBB em sua fração fina. Estes espectros também mostram a eficiência na etapa de alvejamento químico, a qual atinge seu máximo a partir de 30 minutos do processo iniciado (Fig. 7).

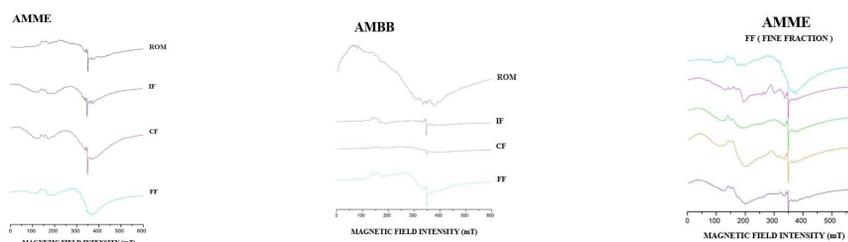


Figura 7: Espectros de EPR mostrando (a esquerda e ao centro) que a etapa de CHG foi eficiente na concentração de halloysita, e que junto desta fração concentrada (FF) ocorre a concentração de óxidos. A etapa de alvejamento químico foi eficiente na remoção do íon Fe³⁺, e que este processo atinge seu máximo após 30 minutos (direita).

Diagrama DTA-TG (Fig. 8) para a amostra AMC (comercial) apresenta na etapa de desidratação: perda de massa de 2,12% e entalpia (ΔH) de -3,9744E-4 (endotérmico); na etapa de dehidroxilação: perda de massa de 10,097% e entalpia (ΔH) de -1,15736E-3 (endotérmico). A amostra AMME fração fina pós CHG apresenta na etapa de desidratação: perda de massa de 2,63% e entalpia (ΔH) de -6,1547E-4 (endotérmico); na etapa de dehidroxilação uma perda de massa de 10,81% e entalpia (ΔH) de -8,6293E-4 (endotérmico). A amostra AMBB fração fina pós CHG apresenta na etapa de dehidroxilação: perda de massa de 6,50% e entalpia (ΔH) de -6,0275E-4 (endotérmico).

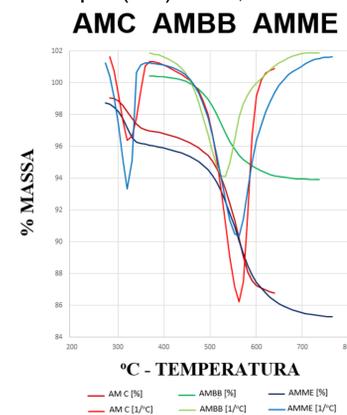


Figura 8: Diagramas de DTA-TG para as amostras AMC, AMBB e AMME apresentando perda de massa e entalpia (ΔH).

CONCLUSÕES

Os resultados indicam que as amostras são constituídas por halloysita (hábito fibroso), caulinita euédrica, muscovita, quartzo, feldspato e impurezas. O processo de separação/concentração conseguiu uma eficiência de 54,43% para a amostra AMME e 23,46% para a amostra AMBB para uma granulometria de 0,044mm. Através da ressonância paramagnética eletrônica identificou-se que o íon Fe³⁺ se encontra distribuído na forma interna, substituindo o íon alumínio em sítios octaédricos na estrutura da caulinita, e na forma externa, como óxidos e/ou hidróxidos de ferro dispersos pelo caulim. Observou-se no processo de alvejamento químico que nos 30 minutos iniciais ocorre os maiores ganhos de qualidade nas propriedades ópticas do caulim, com destaque para a elevação de índice de alvura para a amostra de Mar de Espanha de 55,65 para 61,21 %ISO na rota de beneficiamento com separação magnética. Portanto, verificou-se que as amostras de Belmiro Braga e Mar de Espanha são essencialmente halloysíticas e que através dos processos de beneficiamento adequados, é possível sua utilização como minério em segmentos industriais (com produtos de maior valor agregado), melhorando a utilização do bem mineral no Sudeste e no Brasil.

REFERÊNCIAS

- (1) PASBAKSH, P., *et al.*, "Characterization of properties of various halloysites relevante to their use as nanotubes and microfibre fillers", *Applied Clay Science*, v. 74, pp. 47-57, 2013.
- (2) CAMPOS, V.M.J, BERTOLINO, L.C, ALVES, O.C, Mineralogical characterization and beneficiation study of kaolin from Equador (RN) and Junco do Seridó (PB) to increase the brightness index, *Cerâmica* v.63, p.369-375, 2917, disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132017633672163>, acessado em 04/2/2018.
- (3) SILVA, J., *et al.*, Utilização de argilas fibrosas e tubulares para a liberação modificadas de fármacos: uma revisão, *Researchgate* v.21 n.01, pp. 204-212, 2016.