

**MINERALOGIA E CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE UM
POTENCIAL DEPÓSITO DE HALLOYSITA HOSPEDADO EM PEGMATITO
NO MUNICÍPIO DE PARAÍBA DO SUL, NORTE DO ESTADO DO RIO DE
JANEIRO**

**MINERALOGY AND TECHNOLOGICAL CHARACTERIZATION OF A
POTENCIAL HALLOYSITE DEPOSIT HOSTED IN A PEGMATITE FROM
PARAÍBA DO SUL, NORTHERN RIO DE JANEIRO**

Beatriz Vieira Coelho

Aluna de Graduação da Geofísica 7º período Universidade Federal Fluminense
Período como BIC: novembro de 2022 a agosto de 2023
becoelho@id.uff.br

Luiz Carlos Bertolino

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

Victor Matheus Joaquim Salgado Campos

Coorientador, Geólogo, D.Sc.
vsalgado@id.uff.br

Ernesto Adler Licursi

Coorientador, Geólogo, M.Sc.
ernesto.adler@outlook.com

RESUMO

O termo caulim é utilizado para descrever uma rocha de granulometria fina composta essencialmente por caulinita, sendo encontrada geralmente na cor branca. A halloysita é um polítipo da caulinita e suas principais aplicações se encontram nos segmentos de fármacos e agricultura, além do ramo da nanotecnologia, que vem crescendo nos últimos anos. O objetivo do estudo é caracterizar o caulim de um pegmatito localizado no município de Paraíba do Sul, visando a identificação da halloysita e suas aplicações industriais. A partir dessa perspectiva, foram coletadas quatro amostras de caulim nesse pegmatito. Tais amostras foram direcionadas a caracterização por meio da difratometria de raios X, espectrometria de fluorescência de raios X e microscopia eletrônica de varredura. Os resultados indicaram uma mistura de caulinita e halloysita através de imagens de microscopia. O trabalho traz contribuições ao estudo de possíveis depósitos de halloysita no estado do Rio de Janeiro, o que pode trazer benefícios para o desenvolvimento da atividade minerária para o estado.

Palavras-chave: halloysita; pegmatitos; Paraíba do Sul.

ABSTRACT

The term kaolin is used to describe a fine-grained rock composed essentially of kaolinite, commonly found in white color. Halloysite is a polymorph of kaolinite, and its main applications are found in the pharmaceutical and agriculture sectors, as well as in the field of nanotechnology, which has been growing in recent years. The objective of the study is to characterize the kaolin from a pegmatite located in the municipality of Paraíba do Sul, aiming to identify the presence of halloysite and explore its industrial applications. From this perspective, four kaolin samples were collected from this pegmatite. These samples underwent X-ray diffraction, X-ray fluorescence spectroscopy, and scanning electron microscopy. The results indicated a mixture of kaolinite and halloysite through microscopy images. This study contributes to the investigation of potential halloysite deposits in Rio de Janeiro, which could bring benefits to the development of mining activities in the state.

Keywords: halloysite; pegmatite; Paraíba do Sul.

1. INTRODUÇÃO

O caulim é uma rocha de granulometria fina e coloração branca. Sua composição é predominantemente formada por caulinita, acompanhada por minerais como quartzo, feldspato e micas (PRASAD et al., 1991). No contexto mineralógico, o grupo da caulinita compreende a própria caulinita, halloysita, dickita e nacrita (MURRAY e KELLER, 1993).

A halloysita é descrita como um argilomineral dioctaédrico do tipo 1:1. A distinção encontra-se no teor de água na composição e sua morfologia, na qual a halloysita possui uma molécula a mais de água em sua estrutura e se diferencia principalmente pelo seu formato prismático/tubular. Essa característica confere ao mineral maior área de contato, o que resulta em aplicações industriais mais sofisticadas (JOUSSEIN et al., 2005). A halloysita ocorre na natureza em duas formas: uma hidratada, que possui um espaçamento basal de 10Å e uma camada de moléculas de água entre suas camadas, como também uma desidratada, com espaçamento interplanar de aproximadamente 7 Å. Assim, sendo nomeadas, respectivamente, como halloysita 10Å e halloysita 7Å (MURRAY, 2007). As partículas de halloysita apresentam quatro tipos de morfologia: esférica, placóide, prismática e tubular, sendo essa a mais recorrente. A aplicação deste mineral está relacionada à sua morfologia tubular, a qual permite ser utilizada na fabricação de papel, na de medicamentos, uma vez que atua como carreadora de princípios ativos, e no de produtos agrícolas, já que contribui para a fixação de potássio em solos (CHURCHMAN et al., 2016). Além disso, os nanotubos da halloysita são considerados seguros para o meio ambiente e ser humano, possibilitando o uso desses no setor da nanotecnologia de forma ecológica (KAMBLE et al., 2012).

Estudos prévios evidenciaram a existência de potenciais depósitos de halloysita na Província Pegmatítica do Rio de Janeiro (PPRJ) (MENEZES, 1997; SALGADO-CAMPOS et al., 2020, 2021). Na área de Paraíba do Sul, o caulim halloysítico é encontrado em pegmatitos encaixados em gnaisses laminados. As rochas nessa região estão alteradas e caulinizadas, no entanto, ainda é possível identificar a presença de grãos de quartzo, resquílios de feldspato potássico, algumas placas de muscovita e biotita.

2. OBJETIVO

O principal objetivo da pesquisa é ampliar a detecção do argilomineral halloysita no caulim encontrado em um pegmatito da região de Paraíba do Sul. Além disso, busca-se realizar seu beneficiamento e a caracterização mineralógica, com o intuito de concentrar a halloysita para sua aplicação na indústria.

3. METODOLOGIA

Foram coletadas quatro amostras de caulim, designadas como PS-2A, PS-2B, PS-2C e PS-2D, por meio de amostragem de canal horizontal (0,5 metros cada). Essas amostras foram retiradas de um ponto de uma antiga lavra de caulim no município de Paraíba do Sul (RJ).

No Laboratório de Argilas Aplicadas do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), as amostras foram pesadas e submetidas a um processo de secagem em estufa de 60° C. Em seguida, as amostras foram processadas utilizando um britador de mandíbula para reduzir o tamanho das partículas para menor que 2 µm. Posteriormente, as amostras foram homogeneizadas por meio do método de pilhas cônicas e longitudinais e quarteadas em alíquotas de 500g. Uma alíquota foi separada para análise mineralógica total (fração bruta). A partir disso, as amostras passaram por um processo de classificação granulométrica à úmido em 20 µm. Após a etapa de classificação, as amostras com tamanho de partícula inferior a 20 µm e dispersas em água foram encaminhadas ao processo de separação magnética utilizando o equipamento Boxmag Rapid (14.000 Gauss). Como resultado, foram obtidas duas frações: magnética e não magnética e secas em estufa a 60°. A fração magnética foi desconsiderada do estudo, enquanto a não magnética foi usada para análise. Parte da fração de 20 µm não magnética foi separada e feita uma concentração da fração argila pelo método da suspensão, que tem como princípio a Lei de Stokes. Nesse processo, valores entre 4,8 e 5g de amostra são colocados em provetas de 100 ml

de água destilada, onde é gerada uma turbulência com um bastão de vidro. Após algumas horas, o material mais fino, conseqüentemente suspenso, é recolhido por sifonação e transferido para placas de Petri de teflon e seco em estufa durante 24 horas. O resultado desse processo foi uma fração menor que 2 micras.

A caracterização mineralógica das amostras foi realizada utilizando técnicas como difratometria de raios X (DRX) (Bruker-AXS D8 Advanced Eco) com radiação Cu Ka (40 kV/25mA), microscopia eletrônica de varredura (MEV-EDS) (Zeiss Sigma 300 VP), XRF (PANalytical Epsilon 1) aplicadas em todas as amostras. As análises químicas foram executadas com a técnica de espectrometria de fluorescência de raios X (FRX) no Centro de Tecnologia Mineral e no Laboratório de Sedimentologia vinculado ao Grupo de Interpretação Exploratória e Caracterização de Reservatórios da Universidade Federal Fluminense (UFF).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fazendo o uso da Escala de cores de Munsell, foram identificados nas amostras PS-2A, PS-2B, PS-2C e PS-2D, respectivamente, os códigos de cor 10R 7/4, 5R 8/2, 5Y 8/4 e 5RP 8/2.

De acordo com o resultado do DRX, nas frações brutas e menores que 20 μm de cada amostra foi identificado quartzo com seu pico principal em 3,34Å, sendo exibido também no pico 4,25Å. Foram identificadas a caulinita e/ou halloysita com seus picos principais em 7,23Å em todas as amostras e nos três tipos de fração trabalhadas, sendo a maior concentração presente nas frações menor que 2 micras. Também foi detectado talco nas amostras PS-2A e PS-2C em suas frações bruta e menor que 20 micras, com seu pico em 2,46Å.

As análises de FRX foram realizadas nas amostras com o objetivo de avaliar a qualidade do material estudado em seus termos químicos. Foram detectados SiO_2 e Al_2O_3 em todas as frações, assim como uma quantidade considerável de MgO , o que fundamenta a presença de talco.

Foram realizadas análises de MEV-EDS com o objetivo de identificar a presença de halloysita e também obter uma descrição da textura desse mineral. Segundo os resultados obtidos, foi constatado que as amostras analisadas são compostas por caulinita e halloysita, na qual essa se apresenta em um hábito tubular. O talco foi encontrado nas amostras com um hábito lamelar.

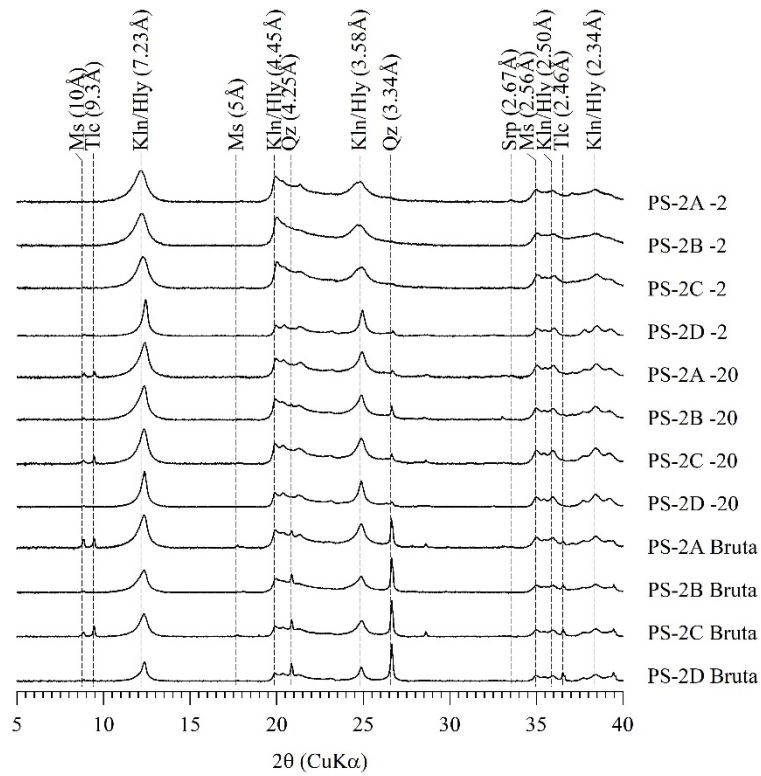


Figura 1: Difratomogramas de raios X das amostras PS-2A, PS-2B, PS-2C e PS-2D subdivididas em frações menor que 2 micras, menor que 20 micras e bruta. Ms: muscovita; Tlc: talco; Kln: caulinita; Hly: halloysita; Qtz: quartzo; Srp: serpentina.

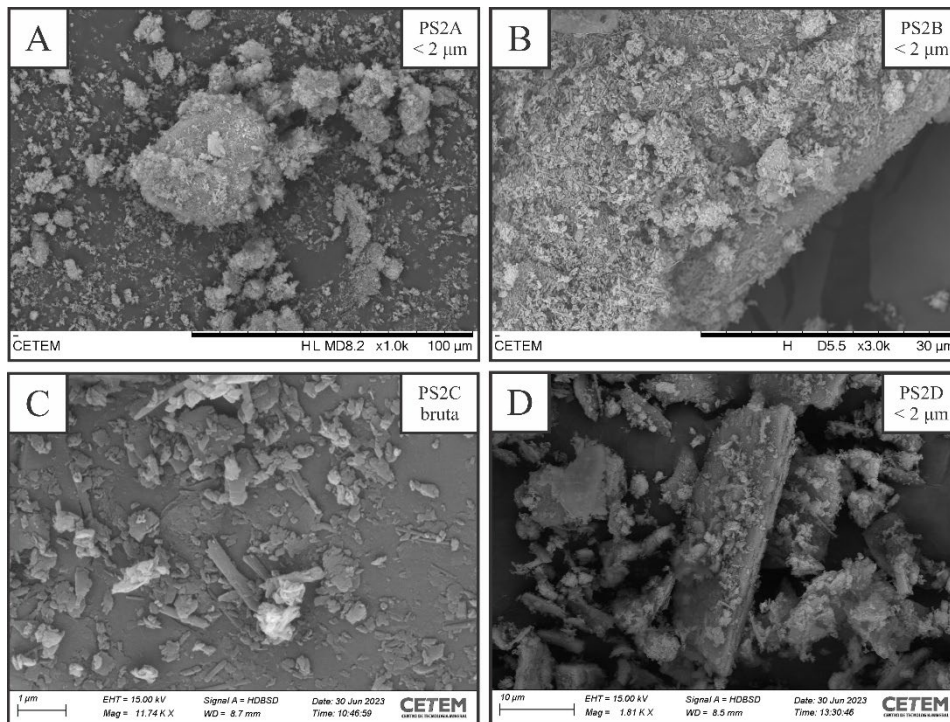


Figura 2: Imagens de microscopia eletrônica de varredura. A) Aglomerado de caulinita e halloysita na fração PS-2A <2μm. B) Aglomerado de caulinita e halloysita na fração PS-2B <2μm. C) Halloysita tubular na fração PS-2C bruta. D) Talco na fração PS2D <2μm.

5. CONCLUSÕES

Os resultados adquiridos com o DRX e MEV revelaram a presença de halloysita-7Å em associação à caulinita, assim como também seu hábito tubular. Nesse contexto, pretende-se prosseguir com a pesquisa em questão, considerando a ampla gama de aplicações da halloysita de acordo com a morfologia analisada neste projeto.

6. AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus orientadores Luiz Carlos Bertolino, Victor Matheus Joaquim Salgado Campos e Ernesto Adler Licursi, pelos conhecimentos adquiridos, orientação e suporte durante toda a pesquisa. Também aos funcionários do Centro de Tecnologia Mineral pela assistência sempre que solicitada. Agradeço ao CNPq pela bolsa de iniciação científica.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHURCHMAN, G. J., PASBAKSH, P. & HILLIER, S. The rise and rise of halloysite. *Clay Minerals*, vol.51(3): p.303-308, 2016.

JOUSSEIN, E., PETIT, S., CHURCHMAN, J., THENG, B., RIGHI, D., DELVAUX, B. Halloysite - A Review. *Clay Minerals*, vol. 40, n. 4, p. 383-426, 2005.

KAMBLE, R.; CHAG, M.; GAIKAWALD, S.; PANDA, B.K. Halloysite Nanotubes and Applications: A Review. *Journal of Advanced Scientific Research*. vol.3(2). p.25-29. 2012.

MENEZES, S.O. 1997. Principais Pegmatitos do Estado do Rio de Janeiro. *In: SCHOBENHAUS, C; QUEIROZ, E. T.; COELHO, C. E. S. (eds.). Principais depósitos minerais do Brasil v.4b. DNPM/CPRM*, p. 405-414.

MURRAY, H.H. – Applied Clay Mineralogy: Occurrences, Processing and Application of Kaolins, Bentonites, Palygorskite-Sepiolite, and Common Clays. *Developments in Clay Science 2*, 2007. 179p.

MURRAY, H.H., KELLER, W.D. Kaolin Genesis and Utilization (A Collection of Papers presented at the Keller '90 Kaolin Symposium), 1993.

PRASAD, M.S., REID, K.J. & MURRAY, H.H. Kaolin: processing, properties and applications. *Applied Clay Science*, 6(2): 87-119, 1991.

SALGADO CAMPOS, V.M.J., BERTOLINO, L.C., DA SILVA, F.J., MENDES J.C. Mineralogical characterization of clay mineral assemblages from Rio de Janeiro pegmatites to identify kaolinite and/or halloysite deposits. *Cerâmica*, 66: 483-495, 2020.

SALGADO CAMPOS, V.M.J., BERTOLINO, L.C., DA SILVA, F.J., MENDES J.C., NEUMANN, R. Mineralogy and chemistry of a new halloysite deposit from the Rio de Janeiro pegmatite province, south-eastern Brazil. *Clay Minerals* (2021), 1-15.