

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS DO CAULIM BRUTO EXTRAÍDO DA PROVÍNCIA PEGMATÍTICA DE BORBOREMA DO SERIDÓ NAS DIVISAS ENTRE RN/PB

**¹ARAÚJO, E. H. A.* ; ¹MELO, V. R. M.; ²FREITAS, J.C.O. ; ¹MELO, M. A. F.;
¹MELO, D. M. A.;**

**¹UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE / LABTAM
²UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE / LABCIM**

***Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, Av. Salgado Filho 2860, Lagoa Nova,
Natal, RN 59075-900
evertonandrade01@gmail.com**

RESUMO

Caulim é um tipo de argila formada essencialmente de caulinita de granulometria muito fina, possui um alto grau de pureza e geralmente apresenta cor branca após a calcinação. Possui várias aplicações industriais tornando-se um mineral de alto valor econômico. O presente trabalho tem como objetivo, realizar um estudo de caracterização físico-química de amostras do argilomineral Caulim como matéria prima para a indústria. As amostras foram extraídas em um município da Província Pegmatítica de Borborema do Seridó entre as divisas do RN e PB. Após o beneficiamento, as amostras foram caracterizadas por difração de raios X (DRX), Fluorescência de raios X (FRX), análise termogravimétrica (TG) e microscopia eletrônica de varredura (MEV), com a finalidade de prever a melhor aplicação do produto final.

Palavras chaves: Caulim, beneficiamento, caracterizações.

INTRODUÇÃO

Recentemente, a produção mundial de caulim atingiu mais de 33 milhões de toneladas e o principal produtor mundial foi o Uzbequistão com 5,5 milhões de toneladas produzidas, o que representa 16,5% da produção mundial. O Brasil, por sua vez, ocupa a 5ª posição no ranking mundial de produtores com praticamente 2 milhões de toneladas produzidas em 2011, ou cerca de 5,8%⁽¹⁾

Baseando-se nos dados do sumário mineral de 2012, do Departamento Nacional de Produção Mineral, a produção interna continua sendo liderada pelo estado do Pará que possui as duas maiores produtoras nacionais localizadas no município de Ipixuna do Pará. Na região nordeste, as principais indústrias mineradoras de caulim estão instaladas na região da Província Pegmatítica de Borborema do Seridó, localizada nos municípios do Equador (RN) e Junco do Seridó (PB) ⁽²⁾.

O termo caulim é utilizado tanto para denominar a rocha em que o mineral caulinita é encontrado quanto ao produto final do beneficiamento. É uma rocha de granulometria muito fina, constituída basicamente de material argiloso que contém um baixo teor de ferro, sendo de coloração branca ou quase branca. Em função de suas características físicas e químicas o caulim pode ser utilizado em diversas áreas o que o torna um mineral de alto valor tecnológico ⁽³⁾. É um filossilicato argilomineral formado por um grupo de silicatos hidratados de alumínio, principalmente caulinita e haloisita. Também podem ocorrer os minerais do grupo da caulinita, como, por exemplo, a dickita, nacrita, folerita, anauxita, colirita e tuesita. Sua célula unitária e fórmula química é expressa na forma $Al_4(Si_4O_{10}) \cdot 2H_2O$, cuja composição química teórica é: $Al_2O_3 = 39,5 \%$; $SiO_2 = 46,5 \%$, $H_2O = 14,0 \%$. No entanto podem ser observadas algumas variações nas suas composições.

Os depósitos de caulim podem ser divididos em depósitos residuais ou primários e depósitos secundários. Os depósitos primários são formados pela alteração de rochas cristalinas como o granito e permanecem “in situ”. Ocorrem associados ao quartzo, mica e feldspato, juntamente com algumas impurezas, apresentando uma morfologia lamelar. Os depósitos secundários são resultantes do transporte, deposição e seleção de caulins primários por meio de correntes de água doce. Apresentam uma menor concentração de impurezas e outros minerais como mica e feldspato, porém sua coloração é mais acentuada devido à concentração de óxido de ferro ser maior ⁽⁴⁾.

O caulim apresenta várias aplicações industriais e seu uso em diferentes segmentos está relacionado com suas propriedades mineralógicas e químicas. De acordo com suas características pode ser utilizado nas indústrias de papel, cerâmica, tinta, plástico, concreto, cimento, vidro, borracha, cosméticos, pesticida, farmacêutica, entre outras ⁽⁵⁾. Portanto caracterizar uma argila visando seu uso tecnológico é conhecer ou determinar a variabilidade de suas propriedades ⁽⁶⁾, tais

como: Textura, composição mineralógica, identificação de componentes não cristalinos, íons trocáveis e propriedades micromeritricas ⁽⁷⁾.

O presente trabalho teve como objetivo realizar ensaios preliminares, determinando os parâmetros físico-químicos do argilomineral Caulim, para verificar sua viabilidade como matéria prima para a indústria.

MATERIAIS E MÉTODOS

Duas amostras de caulim provenientes de minas distintas localizadas na província pegmatítica de Borborema do seridó, mais precisamente em um município situado próximo a divisa do Estado do Rio Grande do Norte com a Paraíba.

O Processo de tratamento das amostras, denominadas de A1 e B1, realizadas nesse trabalho foi iniciado com a separação de 4Kg do material bruto proveniente das duas minas.

Na segunda etapa, as amostras foram peneiradas, desaglomeradas e separadas das partículas maiores definidas como rejeito grosso. Após esta separação o material foi pesado em triplicatas, com uma massa de 100g cada.

Na terceira etapa, realizou-se um peneiramento a úmido, numa peneira de 320 mesh, para a retirada de partículas mais finas e a separação do rejeito fino.

Em seguida as amostras foram postas para decantar, um processo de separação física para separar o material particulado em duas fases, como o pó do caulim é mais denso este se depositou no fundo do recipiente, assim como ocorre no processo de beneficiamento.

Após a decantação, o material foi colocado em uma estufa para secar por 24 horas.

Por fim, após o semibeneficiamento, as amostras foram caracterizadas por difração de raios X (DRX), Fluorescência de raios X (FRX), análise termogravimétrica (TG) e microscopia eletrônica de varredura (MEV), com a finalidade de prever a melhor aplicação do produto final. O processo pode ser observado no fluxograma a seguir.

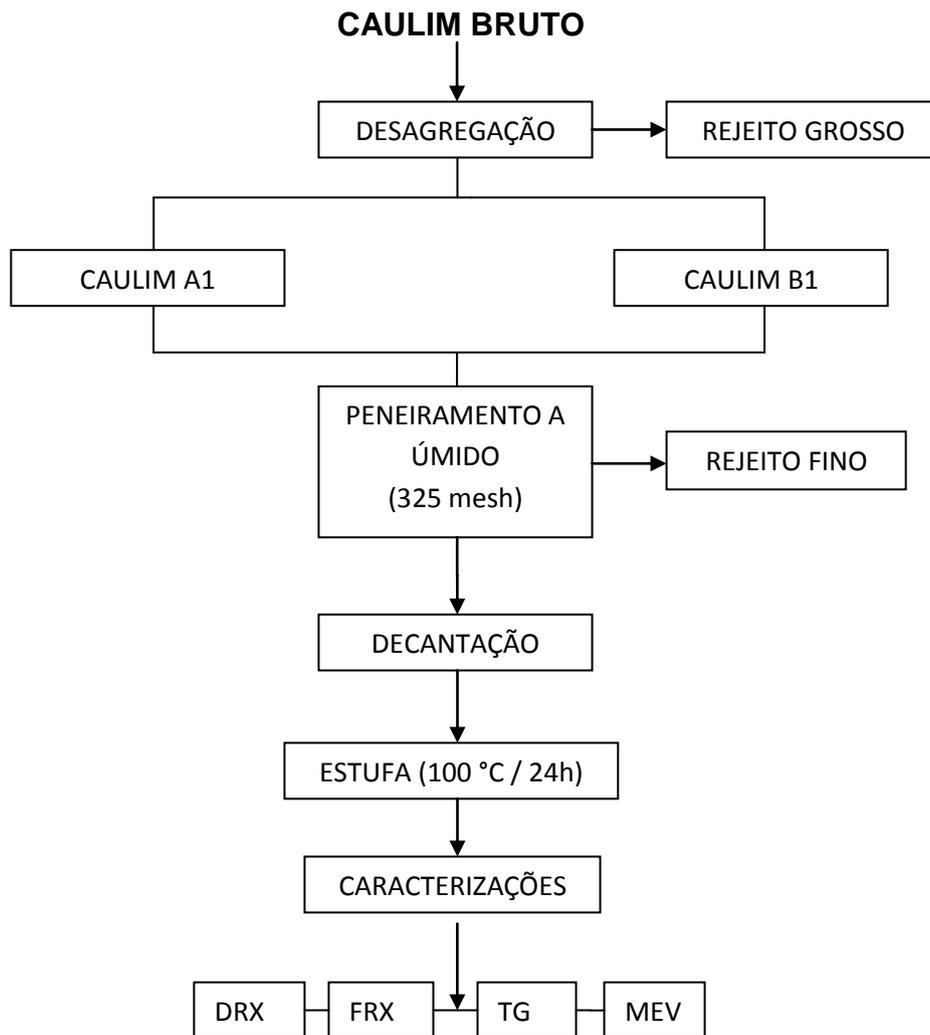


Figura 1. Fluxograma do processo de tratamento das amostras de caulim.

Os diagramas do processo para os ensaios e a separação das amostras tinham o objetivo de fazer a média do rendimento dos pós do caulim extraído após o peneiramento a úmido e secagem, bem como a separação do rejeito.

Os difratogramas de raios X das amostras A1 e B1, bem como de seus respectivos rejeitos, foram registrados em um difratômetro Shimadzu, modelo XRD-7000, radiação $\text{CuK}\alpha$ ($\lambda = 1,5406\text{\AA}$), variação angular 2θ de 10° a 80° com velocidade de varredura 2° min^{-1} e passo $0,02^\circ$.

As amostras A1 e B1 foram submetidas à análise química via fluorescência de raios X (FRX) por energia dispersiva em um equipamento da Shimadzu, modelo EDX-720, onde foram quantificadas as concentrações de dióxido de silício e óxido de alumínio como os principais constituintes, além dos demais óxidos presentes nas amostras.

A análise termogravimétrica foi realizada em uma balança da TA Instruments, SDT-Q600, sob atmosfera de N₂, na faixa de temperatura entre 0 e 900 °C a uma razão de aquecimento de 10 °C min⁻¹, massa de 10,0 mg.

As micrografias foram obtidas utilizando um microscópio eletrônico de varredura da Shimadzu, SSX- 550, com potência de 15kV, onde as amostras foram suportadas em filmes de carbono e metalizadas com alvo de ouro em um metalizador SC-701.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As figuras 2 e 4 mostram os difratogramas de raios X das amostras de caulim semibeneficiadas e as figuras 3 e 5 mostram os difratogramas de raios X dos rejeitos das amostras de caulim A1 e B1 provenientes de minas distintas da província pegmatítica de Borborema do seridó.

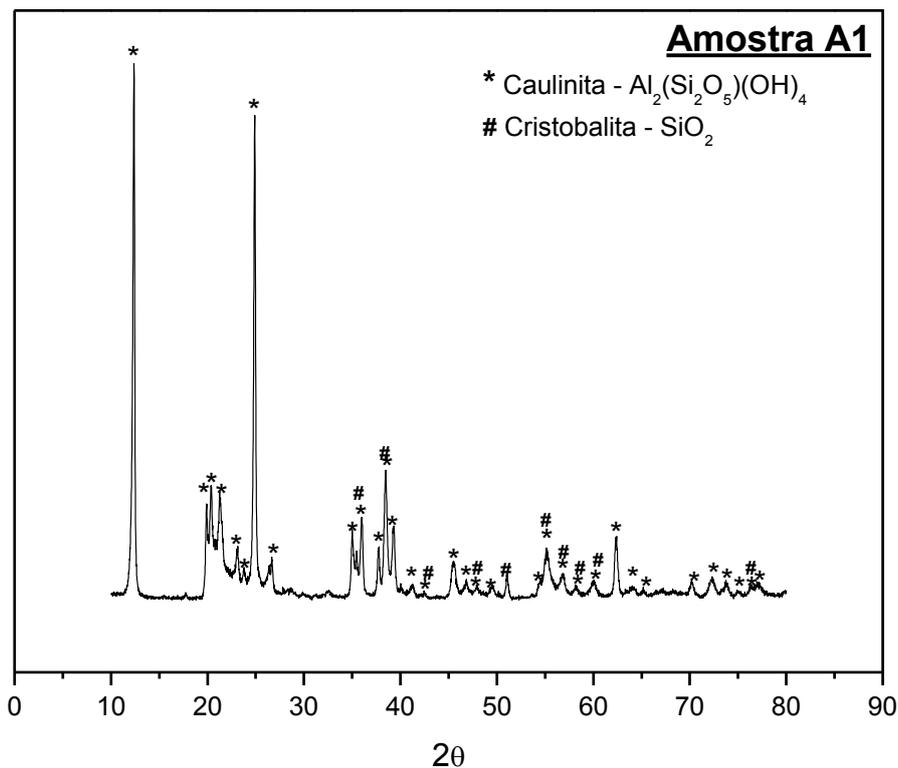


Figura 2. Difratograma de raios X da amostra de caulim A1.

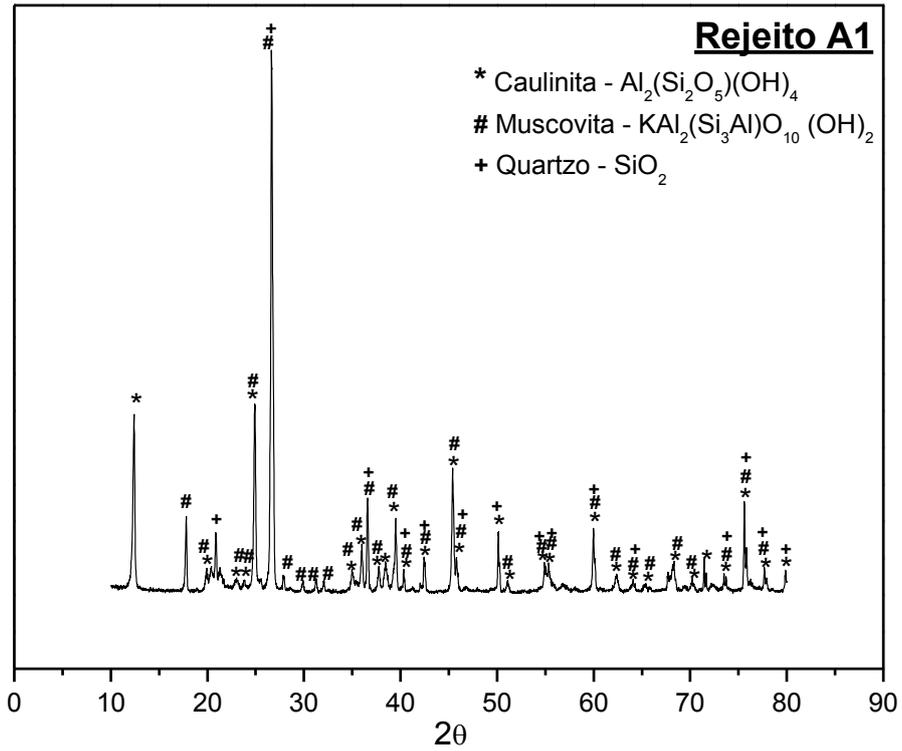


Figura 3. Difratoograma de raios X do rejeito fino da amostra de caulim A1.

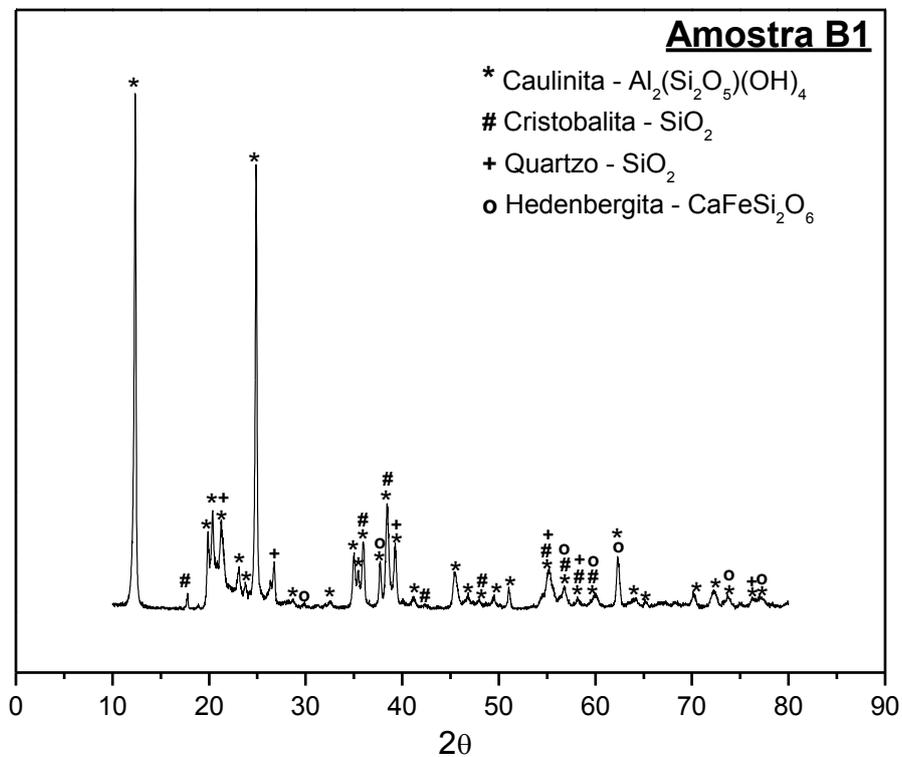


Figura 4. Difratoograma de raios X da amostra de caulim B1.

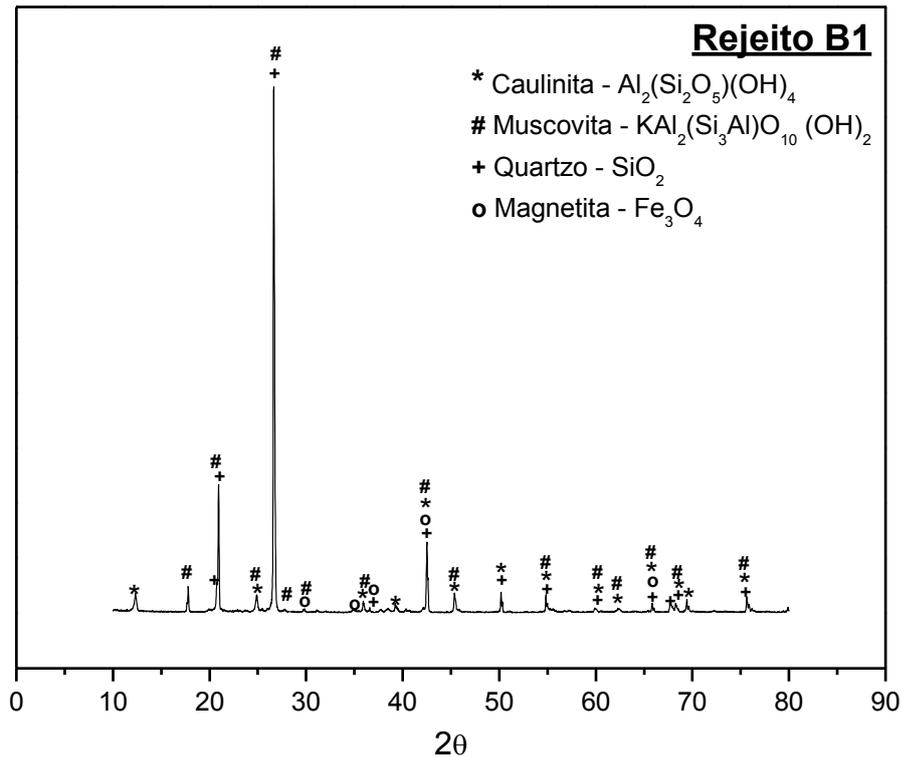


Figura 5. Difratoograma de raios X do rejeito fino da amostra de caulim B1.

Nos difratogramas apresentados nas figuras acima, tanto para a amostra A1 quanto para a amostra B1 semibeneficiadas, pode-se observar como fase cristalina principal um silicato de alumínio hidratado denominado de caulinita $\text{Al}_2(\text{Si}_2\text{O}_5)(\text{OH})_4$ de acordo com a ficha JCPDS n° 079-1570. Também nas duas amostras, observou-se como fase adicional o óxido de silício com estrutura tetragonal denominada de cristobalita beta, uma forma polimorfa do quartzo, de acordo com a ficha JCPDS n° 089-3607. Apenas na amostra B1, foram observadas fases adicionais de quartzo de acordo com a ficha JCPDS n° 082-0511 e silicato de cálcio ferroso, a hedenbergita $\text{CaFe}(\text{Si}_2\text{O}_6)$, de acordo com a ficha JCPDS n° 071-1498. Estes difratogramas denotam que o caulim dessa região é essencialmente caulinitico, uma vez que não possui picos de illita e halloysita.

Para os difratogramas apresentados nas figuras 3 e 5, referente ao rejeito das amostras A1 e B1, foi observado como fase principal a muscovita, $\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$, de acordo com a ficha JCPDS n° 072-1503. Ainda para as duas amostras, foram observadas as fases de quartzo e caulinita semelhantes às encontradas nas amostras A1 e B1 semibeneficiadas. Entretanto, na figura 5, observou-se também o aparecimento da magnetita, Fe_2O_3 , em maior concentração,

de acordo com a ficha JCPDS n° 089-0951, sendo esta responsável pela coloração diferenciada da amostra A1.

As amostras foram submetidas à análise química via fluorescência de raios X (FRX) por energia dispersiva e suas porcentagens podem ser observadas na tabela 1, abaixo.

Tabela 1. Resultados da análise química por fluorescência de raios X.

	%			
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O
Amostra A1	38,026	60,781	0,222	0,971
Amostra B1	38,216	60,066	0,448	0,222

As curvas termogravimétricas (TG) e as curvas da análise térmica diferencial (DTA) do caulim, nas figuras 6 e 7, fornecem as informações sobre a perda de massa e as variações de energia, respectivamente, ocorridas durante o aquecimento da amostra, que servem de indicadores das possíveis reações de transformações das fases presentes no material. Nas figuras 4 e 5, em temperaturas inferiores a 400°C, ocorre a primeira perda de massa referente ao vapor de água, observando-se uma perda de massa na ordem de 0,7% aproximadamente para as duas amostras. Entre 400 e 600°C, ocorre a maior perda de massa, aproximadamente 12% para as duas amostras, isso se deve pela desidroxilação da caulinita. A perda de massa ocorrida após essa faixa de temperatura, aproximadamente 0,4%, é atribuída a decomposição de impurezas presentes no caulim.

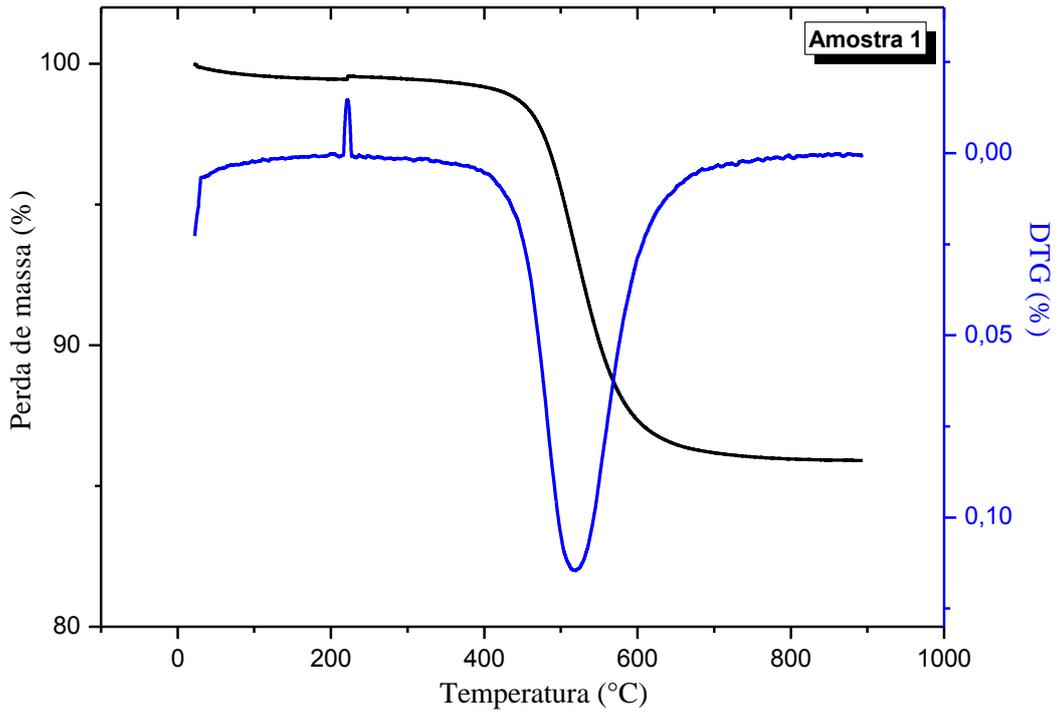


Figura 6. Curva da TG da amostra de caulim A1.

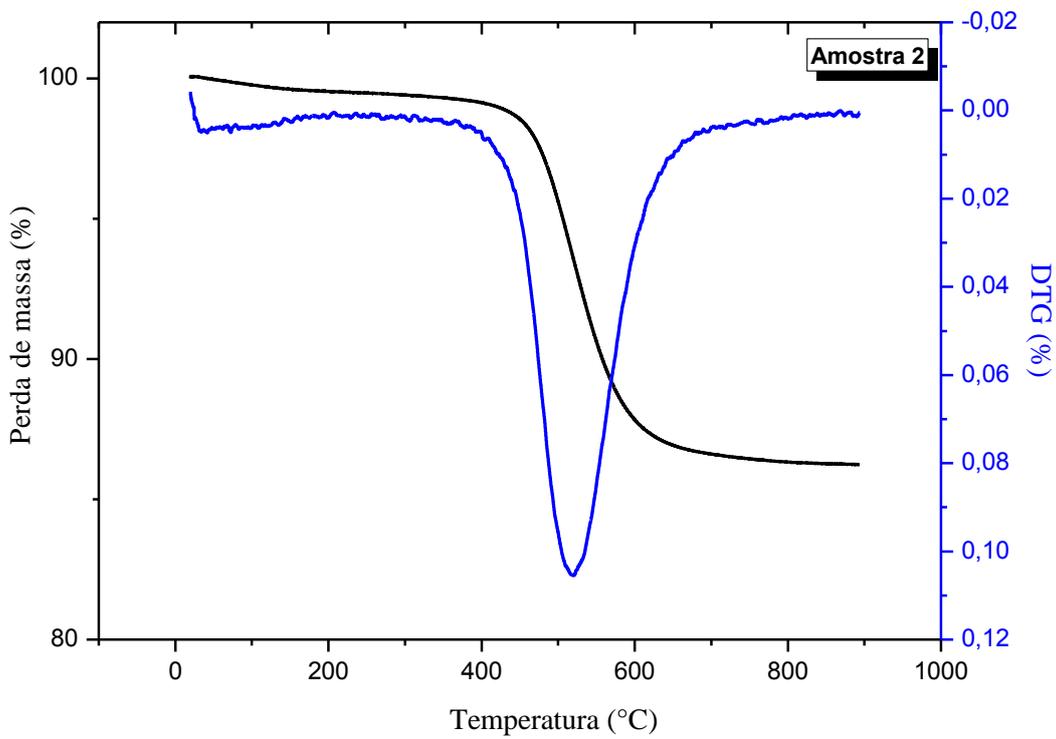


Figura 7. Curva da TG da amostra de caulim B1.

Com o intuito de avaliar a morfologia das partículas presentes nas amostras do caulim A1 e B1, foram obtidas micrografias por meio do microscópio eletrônico de varredura, com o uso de elétrons secundários.

Na Figura 8a e 8b, podem-se observar estruturas da caulinita aglomeradas, não laminadas, na forma de booklets, bem como o aparecimento de caulinita laminadas, acarretando assim, que foi realizado um processo de beneficiamento parcial das amostras. As etapas do beneficiamento podem danificar as estruturas originais da caulinita e promover sua delaminação.

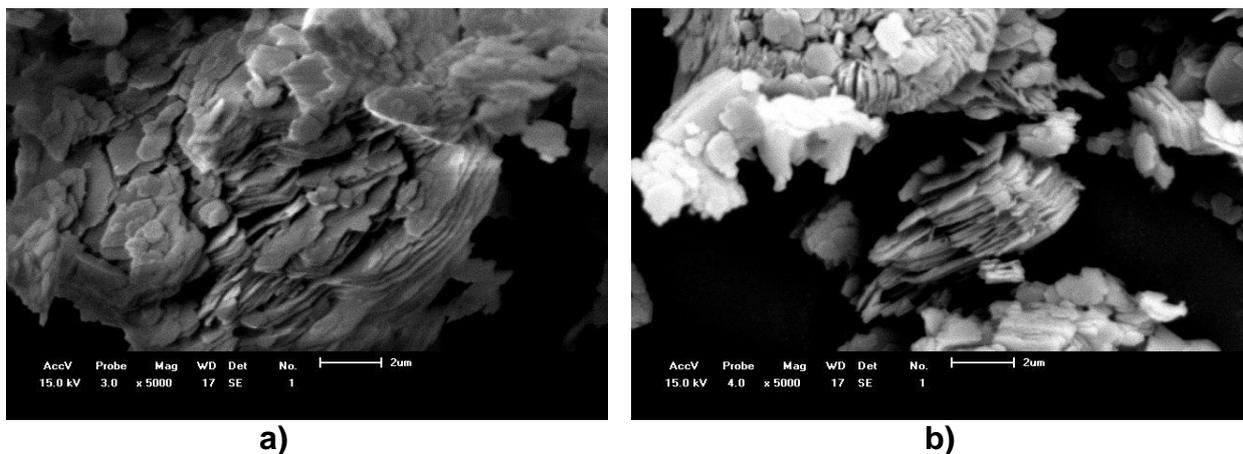


Figura 8. Micrografias do caulim a) A1 e b) B1, após o processo de beneficiamento.

CONCLUSÃO

De acordo com os dados obtidos a partir das caracterizações realizadas neste trabalho, observou-se que o caulim extraído da região Pegmatítica de Borborema do Seridó, em um município localizado na divisa do Rio Grande do Norte e da Paraíba, é de origem primária, essencialmente caulínico, e, encontra-se em sua forma bruta associada aos minerais de quartzo e muscovita como foi observado nos difratogramas dos rejeitos das amostras analisadas.

De acordo com a análise de DRX para as duas amostras, observou-se como fase principal a caulinita, bem como a cristobalita beta, uma forma polimorfa do quartzo, como fase adicional. Na amostra B1, observou-se, além das fases principais já mencionadas, a identificação de alguns picos referentes ao quartzo, bem como a presença de um silicato de cálcio ferroso denominado de hedenbergita

CaFe(Si₂O₆), dado esse comprovado na análise química feita por fluorescência de raios X, onde observou-se a presença de Fe₂O₃.

Diante dos dados apresentados, o caulim A1 teria seu melhor aproveitamento na indústria do papel, visto que na sua composição química a presença de óxidos de ferro é pequena, o que minimizaria a realização de processos adicionais para o clareamento da matéria prima. Já o caulim B1, por sua vez, poderia ser melhor aproveitado na indústria cerâmica ou da construção civil, sem a necessidade de maiores intervenções na matéria prima.

Por tanto, baseando-se principalmente nos difratogramas obtidos, pode-se concluir que o caulim dessa região é essencialmente caulinítico, uma vez que não possui picos de illita e halosita, o que se confirma também na microscopia eletrônica de varredura.

REFERÊNCIAS

- (1) SANTANA, A.L. Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM - 32ª edição do sumário mineral 2012. Disponível em: https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=7378 acessado em 10 de abril de 2013
- (2) SOUZA, L.D.A.; HARIMA, E.; LEITA, J.Y.P. Rejeito de caulim de APL de pegmatito do RN/PB – uma fonte promissora para cerâmica branca. Revista eletrônica HOLOS .2007. disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/140> Acessado em 10 de Abril de 2013
- (3) LUZ, A. B.; LINS, F. F. Rochas e minerais indústrias: Uso e especificações. Rio de Janeiro: Editora Cetem, 2005.
- (4) LIMA, R.M.F. ; LUZ, A.B. Caracterização tecnológica de caulim para a indústria de papel. Série tecnologia mineral, v. 48 , pag 21. CETEM/CNPq, Rio de Janeiro, 1993
- (5) Meria J.L.M. Argilas: o que são suas propriedades e classificações. Comunicações técnicas, Rio Janeiro ,2011
- (6) SANTOS, P. de S. Ciência e Tecnologia de Argilas, vol. 1, Editora Edgard Blücher, Editora da Universidade de São Paulo, 1975.
- (7) BERGAYA, F.; THENG, B. K. G.; LAGALY, G. Handbook of Clay Science, Elsevier: Amsterdam, 2006.