



MELHORA DO BENEFICIAMENTO DE CAULIM DO SERIDÓ UTILIZANDO UM CLASSIFICADOR HIDROCICLONE

ALMEIDA, K.M.¹, VIDAL, F.W.H.², SANTOS, C.A.M.³

¹Centro de Tecnologia Mineral – CETEM/MCTIC. kayronemarvila@gmail.com

²Centro de Tecnologia Mineral – CETEM/MCTIC. fhollanda@cetem.gov.br

³Centro de Tecnologia Mineral – CETEM/MCTIC. cmelo@cetem.gov.br

RESUMO

O presente trabalho foi realizado na Província Pegmatítica da Borborema/Seridó, que é conhecida por suas reservas, extrações e beneficiamento de caulim no Nordeste Brasileiro. A maioria das indústrias de beneficiamento de caulim possuem no seu processamento apenas as etapas de desagregação, peneiramento, desaguamento e secagem, sendo elas realizadas de maneira precária, o que causa grande perda de caulim e excessivo volume de resíduo. A perda do minério de caulim no beneficiamento é de aproximadamente 75%. A grande proporção de resíduo gerado na indústria de beneficiamento indica baixa eficiência no processo. Isso afeta diretamente o meio ambiente e a economia das empresas. Portanto, com a finalidade de melhorar o beneficiamento de caulim e agregar tecnologia ao processo, projetou-se uma planta piloto utilizando o classificador hidrociclone. A nova planta de beneficiamento proposta mostrou uma recuperação final de 34,28% do produto < 0,045 mm. Este valor é referente a todo o processamento do minério “run of mine” (ROM) que foi desagregado, peneirado e beneficiado pelo hidrociclone. A análise química e a alvura foram satisfatórias para utilização do produto na indústria de papel, tinta, cerâmica, dentre outras. Portanto, a utilização do hidrociclone é uma alternativa eficaz para melhoria do beneficiamento de caulim da região.

PALAVRAS-CHAVE: Caulim, Beneficiamento, Hidrociclone, Seridó.

ABSTRACT

This work was carried out in the Borborema / Seridó Pegmatitic Province, which is known for its reserves, extractions and kaolin processing in the Brazilian Northeast. Most of the kaolin processing industries have in their processing plant only the stages of disaggregation, sieving, dewatering and drying, which are performed in a precarious manner, causing great kaolin loss and excessive volume of residue. The kaolin ore loss in the processing plant is approximately 75%. The large proportion of waste generated in the beneficiation industry indicates a low efficiency in the process. It affects directly the environment and the company profit. Therefore, in order to improve kaolin processing stages and looking forward to improve the process plant technology, a pilot plant was designed using the hydrocyclone classifier. The new processing plant proposed showed a final recovery of 34.28% of product <0.045 mm. This value refers to all run of mine (ROM) ore processing that has been disaggregated, sieved and processed by the hydrocyclone. The chemical and the whiteness analysis were satisfactory for the product use in the industries of paper, paint, ceramics, among others. Therefore, the use of hydrocyclone is an effective alternative for the improvement of kaolin processing in the region.

KEYWORDS: Kaolin, Processing, Hydrocyclone, Seridó.

1. INTRODUÇÃO

O Seridó está inserido na província pegmatítica do nordeste brasileiro, o caulim formado na região é oriundo de alteração das rochas pegmatíticas (SANTOS; FERREIRA; SILVA, 2002). No Brasil, existem duas formações de depósito de caulim. Eles são compreendidos como depósitos primários e secundários. Segundo Souza, Harima e Leite (2007), o depósito de caulim do Seridó é de formação primária. Segundo Almeida, Vidal e Castro (2016), pelo fato da formação do caulim ser primária, ele contém grande quantidade de quartzo e mica. Esses minerais contribuem para gerar bastante resíduo durante o beneficiamento.

A planta de beneficiamento do caulim mais utilizada no Seridó possui apenas estas quatro etapas: desagregação, peneiramento, desaguamento e secagem (VIDAL *et al.*, 2017a). Este processamento é realizado, na maioria dos casos, em condições precárias e sem nenhum estudo, o que causa grande perda de caulim e excessivo volume de resíduo (SILVA *et al.*, 2010). A grande quantidade de resíduo gerado no beneficiamento mostra que o processo produtivo do caulim nas empresas do Seridó não é o mais eficiente. Aproximadamente 75% do caulim que é extraído e beneficiado pelas empresas do Seridó são desperdiçados, o que gera acúmulo de pilhas de resíduos. Isso afeta diretamente o meio ambiente e a economia das empresas. A maior parte das empresas não fazem um aproveitamento racional dos recursos naturais não renováveis, portanto, lidam com o grande problema que é o passivo ambiental gerado (VIDAL *et al.*, 2017a). Segundo Vidal *et al.* (2017b), uma alternativa para diminuir os depósitos de resíduos da região do Seridó é o beneficiamento do mesmo utilizando um classificador hidrociclone. De acordo com a pesquisa, aproximadamente 45% do resíduo é caulim puro que pode ser recuperado utilizando o equipamento de classificação.

De acordo com Correia (2010), os hidrociclones são classificadores mecânicos, seu funcionamento é por sedimentação centrífuga; o desempenho do equipamento depende diretamente da sua dimensão e propriedades físicas da polpa de alimentação. Ele é um equipamento muito utilizado em plantas de beneficiamento para deslamagem e classificação de minérios. Portanto, é uma possível alternativa para a utilização nas empresas de mineração de caulim (VIDAL *et al.*, 2017a).

2. OBJETIVO

O trabalho tem como objetivo o uso do classificador hidrociclone no processo de beneficiamento de caulim para diminuir a perda do minério.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente realizou-se a coleta do minério de caulim para realização dos ensaios. A amostra do material foi cedida pela empresa J.M. Silva, localizada no Equador, município do estado do Rio Grande do Norte. Em seguida, o material amostrado foi encaminhado para caracterização tecnológica no laboratório do CETEM-RJ. Os ensaios preliminares com o minério foram: análise granulométrica, difração e fluorescência de raios-x.

Em seguida foi projetada uma planta de beneficiamento para o processamento do caulim coletado. A Figura 1 mostra as etapas da planta de beneficiamento proposta.

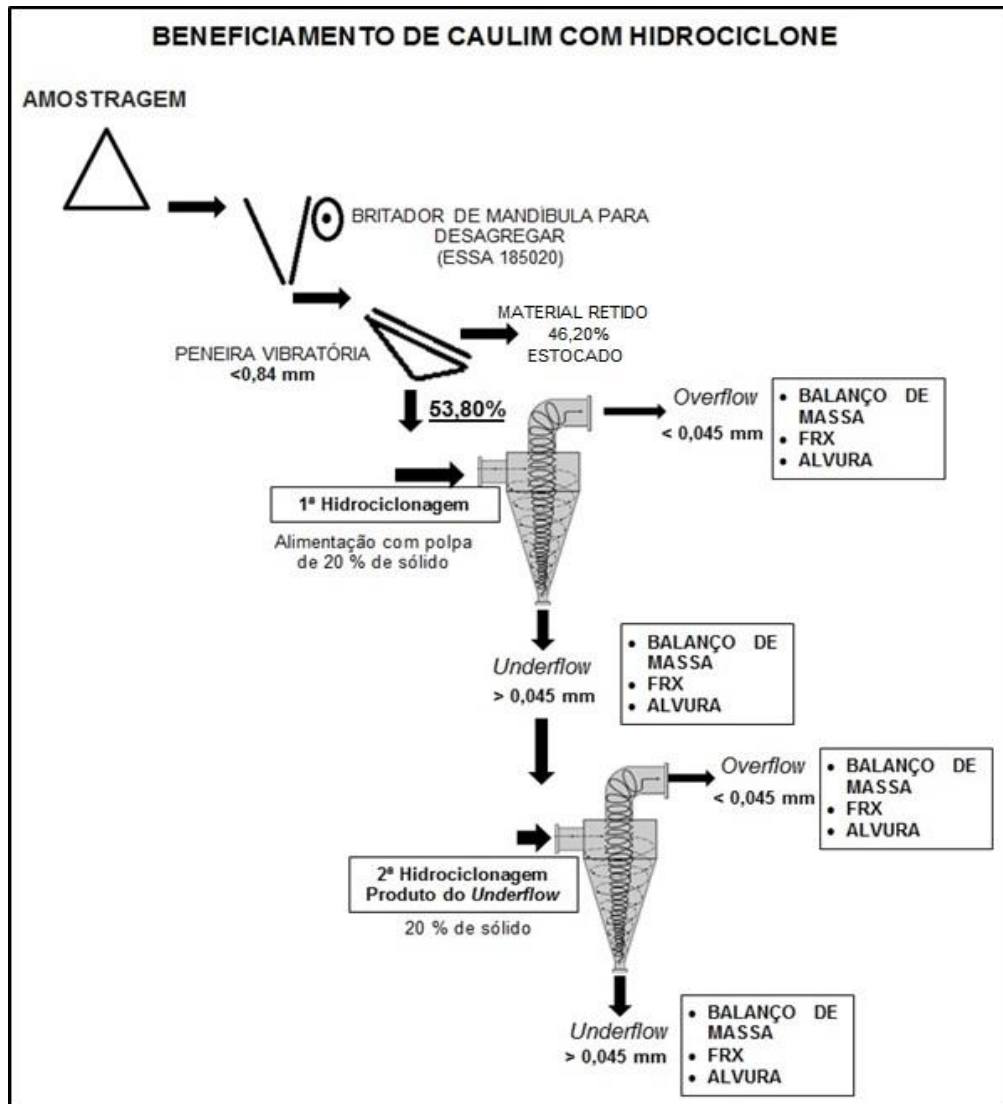


Figura 1. Fluxograma da planta de beneficiamento proposta.

As primeiras etapas realizadas foram as de desagregação seguida de peneiramento. O caulim foi desagregado num britador de mandíbulas ESSA 185020, logo após o produto desagregado foi peneirado em peneira vibratória a 0,84 mm. O produto passante foi homogeneizado e em seguida utilizado na preparação da polpa para alimentar o hidrociclone. A granulometria, < 0,84 mm, foi escolhida para atender as especificações técnicas para alimentar o modelo do hidrociclone utilizado, AKW-JC 91, com vortex de 1 ½". Este foi dimensionado para classificar o minério em frações maiores e menores que 0,045 mm. Esta fração foi escolhida por ser a granulometria do caulim utilizada na indústria de papel.

Foi planejada uma polpa com 19,15 kg de caulim < 0,84 mm. O teor de sólido estabelecido foi de 20%. Foi estabelecida a pressão de 10 psi (68947,60 Pa) para a hidrociclone. No final do processo da primeira hidrociclone foi observada que o *underflow* ainda possuía material fino. Portanto, foi reprocessado o *underflow* da primeira hidrociclone novamente no equipamento para aumentar assim a recuperação final. Para avaliar a eficiência da hidrociclone foram peneirados o *overflow* e *underflow* em peneiras de 0,045 mm para certificar as porcentagens granulométricas. Com os resultados dos produtos do beneficiamento foi elaborado o balanço de massa. Para analisar o desempenho

da hidrociclonagem, foram realizadas as análises químicas necessárias por meio de fluorescência de raios-x e o ensaio de alvura, isto com os produtos finais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ensaio de análise granulométrica realizada no Malvern Mastersizer 2000 apresentou porcentagens significativas de material menor que 0,045 mm, aproximadamente 50%. A Figura 2 a seguir mostra o gráfico de distribuição granulométrica.

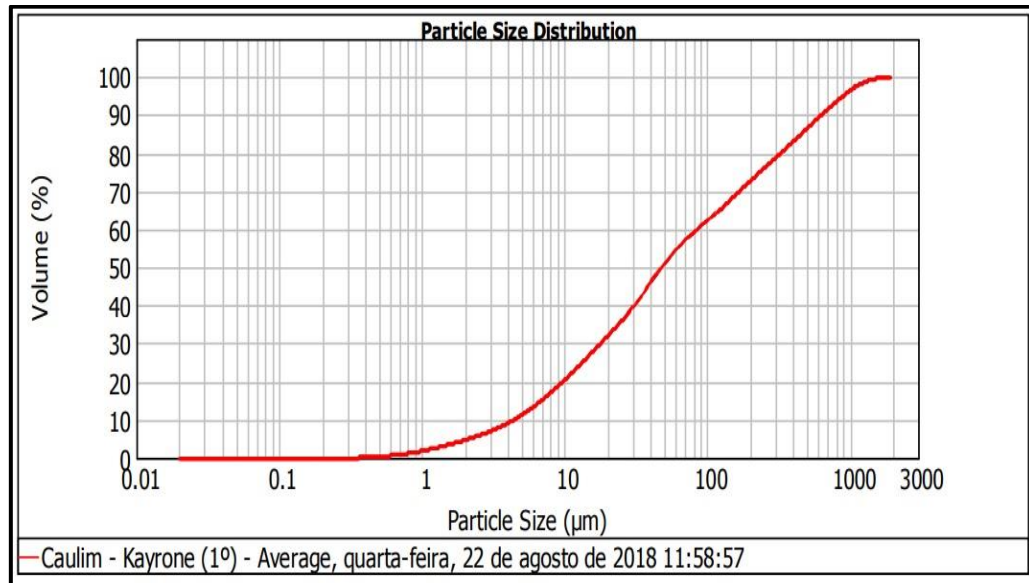


Figura 2. Análise granulométrica do minério de caulim.

O resultado da difração de raios-x mostrou que os minerais presentes no minério de caulim são: caulinita, mica (moscovita), quartzo e pequenos picos de microclina. Os resultados da fluorescência de raios-x foram semiquantitativos e estão expressos em %, calculados como óxidos normalizados a 100%. A amostra de minério de caulim apresentou 40,9% de Al_2O_3 , 44,2% de SiO_2 , 0,6% de K_2O e 0,3% de Fe_2O_3 . O teor de Fe_2O_3 mostrou um pequeno percentual, que não influencia no seu desempenho na indústria.

O minério de caulim processado foi de 73 kg. Nas etapas de desagregação, e peneiramento a 0,84 mm, o processo teve uma perda de apenas 1,27%. No peneiramento 46,20% ficaram retidos e 53,80% passante. O passante, < 0,84 mm, alimentou o hidrociclone numa polpa com 20% de sólidos, cerca de 19,15 kg. Todas as porcentagens expressas no balanço de massa da hidrociclonagem são referentes a 100% do valor inicial da alimentação. A Figura 3 a seguir mostra os resultados referentes ao balanço de massa da hidrociclonagem junto com as análises químicas.

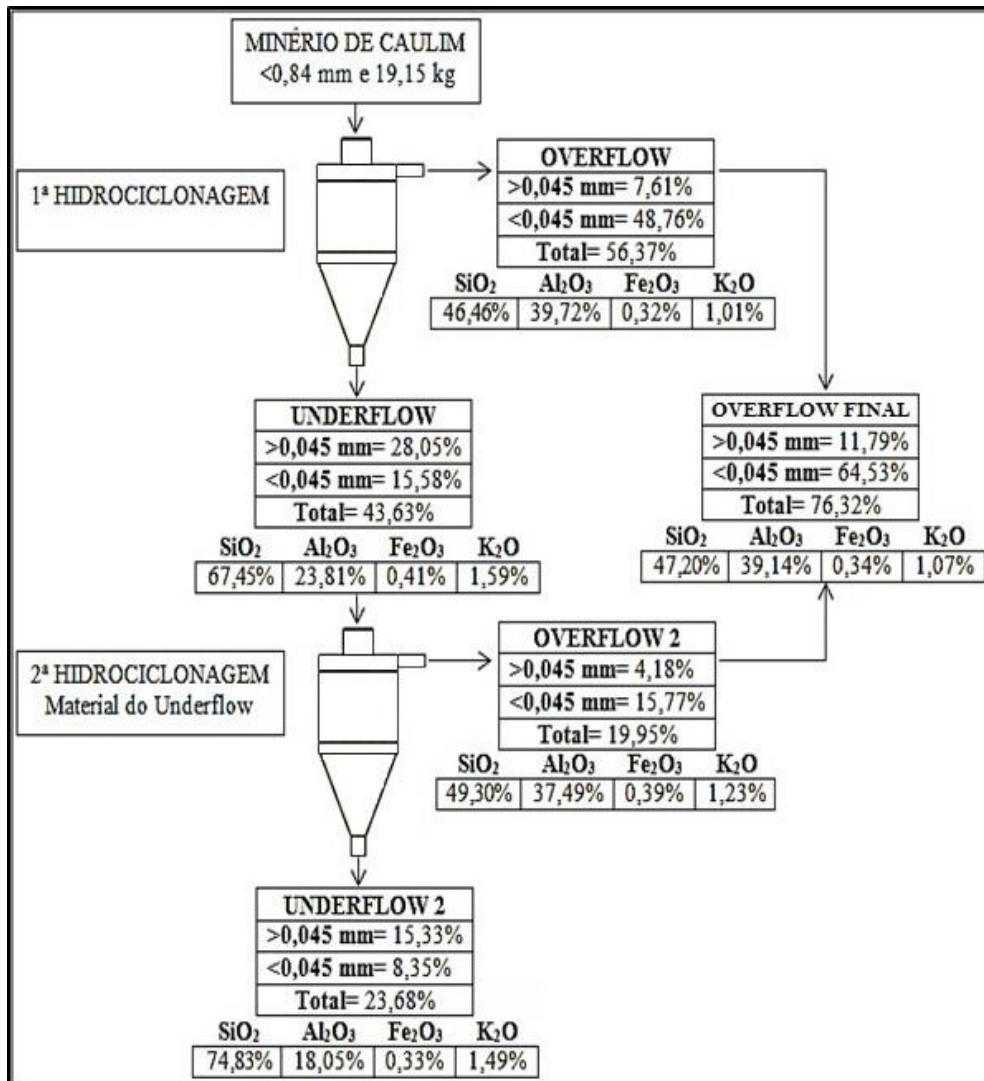


Figura 3. Balanço de massa do beneficiamento com hidrociclone.

O *underflow* da primeira hidrociclone apresentou uma porcentagem significativa de material < 0,045 mm, cerca de 15,58%, por essa razão foi realizado um segundo ensaio de hidrociclone utilizando o *underflow* do primeiro.

O *overflow* final, somando os dois processos de hidrociclone, apresentou o valor de 76,32%. Desta porcentagem, parte dela, 64,53%, apresenta granulometria fina desejada < 0,045 mm. O acréscimo de mais uma hidrociclone no processo mostrou que foi possível aumentar, nas condições aqui testadas, a recuperação do minério fino, < 0,045 mm, de 48,76 % para 64,53 %. Apenas 11,79% do produto final apresentou granulometria < 0,045 mm.

Os produtos finais da hidrociclone mostraram percentuais de SiO₂ e Al₂O₃ favoráveis para serem usados na indústria. Os valores da análise química do *overflow* final foram de 47,20% de SiO₂ e 39,14% de Al₂O₃. O resultado da porcentagem de óxido de ferro no final do processo foi de 0,34%, valor aceitável para utilização do produto na indústria. Todos os valores apresentados nas análises químicas, também são aceitáveis para a utilização do material na indústria.

O *overflow* final das duas etapas de hidrociclone apresentou 80,95% de alvura na fração < 0,045 mm. Isto mostra que a alvura do produto final ficou dentro da faixa especificada

de utilização pelas indústrias, onde os valores são entre 65% e 90%, dependendo do seu uso específico.

O balanço de massa total da planta de beneficiamento com as etapas de desagregação, peneiramento e hidrociclonagem mostrou uma recuperação final de 34,28%. Valor referente a 100% da massa total do minério *run of mine*. O aproveitamento atual das empresas mineradoras de caulim na região do Seridó é de, aproximadamente, 25% com beneficiamento convencional com apenas a desagregação e peneiramento. Com a rota de beneficiamento proposta, utilizando o hidrociclone, foi possível obter um aumento na recuperação.

Algumas empresas que fazem o beneficiamento do caulim na região do Seridó (há 40 anos) já utilizaram o classificador hidrociclone em suas plantas de beneficiamento. Entretanto, com a falta de mão de obra qualificada aliado ao custo de um profissional técnico, as empresas deixaram de operar o equipamento de hidrociclonagem.

5. CONCLUSÃO

A caracterização inicial do minério apresentou teores significativos de óxido de alumínio e dióxido de silício, 40,9% de Al_2O_3 , 44,2% de SiO_2 , e uma porcentagem baixa de ferro, 0,3% de Fe_2O_3 . A difratometria de raios-x mostrou a presença do mineral caulinita no minério. A análise da caracterização tecnológica do minério confirma a presença de caulim e uma baixa contaminação pelo óxido de ferro.

A primeira etapa de hidrociclonagem apresentou um *underflow* com material ainda fino, justificando então o reprocessamento deste produto em mais uma hidrociclonagem. O *overflow* final apresentou uma recuperação de 76,32%. Deste valor, 64,53% atingiu a granulometria desejada, partículas < 0,045 mm.

O produto final da hidrociclonagem, material < 0,045 mm no *overflow*, apresentou valores de 47,20% de SiO_2 e 39,14% de Al_2O_3 . Estes valores estão na faixa do produto caulim utilizado na indústria. O resultado da alvura desse mesmo material foi de 80,95%, compatível com o mercado consumidor de caulim que abrange a indústria de plástico, tinta e seu uso mais nobre como carga para papel.

As empresas da região do Seridó possuem um aproveitamento de 25% utilizando o beneficiamento convencional sem o hidrociclone. A nova planta de beneficiamento proposta, com o uso do hidrociclone, mostrou uma recuperação final de 34,28%, produto < 0,045 mm. Demonstra-se um ganho de aproximadamente 9 pontos percentuais comparado ao beneficiamento convencional. Portanto, a utilização do equipamento pode aumentar consideravelmente o rendimento do beneficiamento na região e minimizar a quantidade de resíduo gerado.

6. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao técnico laboratorial Carlos Alberto Melo Santos que contribuiu nas execuções dos ensaios e a empresa J.M. Silva pela doação do minério de caulim.

7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, K. M.; VIDAL, F. W. H.; CASTRO, N. F. Estudo de caracterização e beneficiamento de resíduo de caulim.

In: IV SIMPÓSIO DE MINERAIS INDUSTRIAIS DO NORDESTE, 4., João Pessoa, PB. **Anais do IV Simpósio de Minerais Industriais do Nordeste**. João Pessoa: CETEM, 2016. p.553-561.

CORREIA, J. C. G. Classificação e Peneiramento. In: LUZ, A. B.; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. **Tratamento de Minérios**. 5 ed. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Centro de Tecnologia Mineral/CETEM/MCTI, 2010, p. 257-296

SANTOS, E. J.; FERREIRA, C. A.; SILVA Jr., J. M. F. (Org.). **Geologia e recursos minerais do estado da Paraíba**. Recife: CPRM, 2002.

SILVA, F. A. N. G.; MELLO, L. S.; SAMPAIO, J. A.; LUZ, A. B.; TEIXEIRA, F. S. Caracterização e beneficiamento físico-químico do caulim da região Borborema-Seridó. In: II SIMPÓSIO DE MINERAIS INDUSTRIAIS DO NORDESTE, 2, 2010, Campina Grande, PB. 2010. **Anais do II Simpósio de Minerais Industriais do Nordeste**. Campina Grande: CETEM, 2010. p. 71-82.

SOUZA, L. D. A.; HARIMA, E.; LEITE, J. Y. P. Rejeito de caulim de APL de pegmatito do RN/PB - uma fonte promissora para cerâmica branca. **Holos**, Natal, Ano23, v.3, p.212-22. 2007.

VIDAL, F.W.H.; SANTOS, C. A. M.; ALMEIDA, K. M.; CASTRO, N. F. Melhorias no processo de beneficiamento do caulim do Seridó Paraibano. **Relatório Técnico elaborado para o Programa Entidades Associadas CETEM-UFCG (RRM 0040-00-17)**. CETEM, Rio de Janeiro. 2017a.

VIDAL, F.W.H.; SANTOS, C. A. M.; ALMEIDA, K. M.; CASTRO, N. F. Recuperação de caulim do rejeito de beneficiamento em pequenas empresas da região do Seridó (RN-PB). **Anais do XXVII Encontro nacional de tratamento de minérios e metalurgia extrativa**. ENTMME, Pará. 2017b