

ESTUDO DE BENEFICIAMENTO DO CAULIM DO SERIDÓ COM A UTILIZAÇÃO DE HIDROCICLONE

STUDY OF THE PROCESSING OF THE KAOLIN OF SERIDÓ WITH THE USE OF HYDROCYCLONE

Kayrone Marvila de Almeida

Aluno de Graduação em Engenharia de Minas do 8º período, IFES
Período PIBITI/CETEM : agosto de 2017 a julho de 2018,
kayronemarvila@gmail.com

Francisco Wilson Hollanda Vidal

Orientador, Eng. Minas, D.Sc.
fhollanda@cetem.gov.br

Resumo

O caulim é uma rocha constituída essencialmente de caulinita. Ele possui ampla utilidade na indústria de cerâmica branca, plástico, tintas, refratários e papel. A região do Seridó, situada no Nordeste brasileiro, nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, é conhecida por sua grande reserva de caulim e seus processos de extração e beneficiamento. O processamento de caulim gera, anualmente, em torno de 15 mil toneladas de resíduos. Estima-se que apenas 25% do minério extraído é aproveitado. O restante do material vira resíduo que é depositado ao redor das empresas sem nenhum controle ambiental. O baixo aproveitamento indica que a planta de beneficiamento utilizada por empresas da região não possui uma boa eficiência. Dessa forma, pensando em melhorar o processamento projetou-se uma nova planta de beneficiamento acrescentando o processo de hidrociclonagem. O beneficiamento com o hidrociclone serviu para melhor classificar o caulim ROM (*run-of-mine*) coletado. O resultado da primeira etapa de hidrociclonagem mostrou uma recuperação significativa no *overflow*. O *underflow*, também da primeira etapa, mostrou ainda a presença de caulim, motivo pelo qual foi adicionada uma segunda etapa de hidrociclonagem para melhorar sua classificação. O ensaio piloto executado resultou numa boa recuperação em massa, valor de 34,28%. Este valor foi referente ao processo inteiro do material ROM que foi desagregado, peneirado e passado pela hidrociclonagem. O resultado foi melhor que a recuperação do beneficiamento utilizado pelas empresas da região do Seridó. As análises químicas e os ensaios de alvura apresentaram resultados compatíveis com os do caulim utilizado na indústria. Portanto, o estudo mostrou uma alternativa viável para melhorar a recuperação do caulim nas empresas de beneficiamento e colaborar com a redução do resíduo gerado.

Palavras chave: caulim, beneficiamento, hidrociclonagem.

Abstract

The kaolin is a stone consisting essentially of kaolinite. It has wide utility in the white ceramic, plastic, paint, refractory and paper industries. The Seridó region, located in the Brazilian Northeast, in the states of Paraíba and Rio Grande do Norte, is known for its large kaolin reserve and its extraction and processing processes. The kaolin process generates, annually, around 15 thousand tons of waste. It is estimated that only 25% of the extracted ore is harnessed. The rest of the material becomes waste and are deposited in the surroundings of the companies without any environmental control. The low utilization indicates that the processing plant used by companies in the region does not have a good efficiency. In this way, thinking of improving the processing, a new processing plant was designed, adding the hydrocyclone process. The treatment with the hydrocyclone served to

better classify the kernel ROM (run-of-mine) collected. The result of the first hydrocyclone step showed a significant overflow recovery. The underflow, also of the first stage, also showed the presence of kaolin, which is why a second hydrocyclone step was added to improve its classification. The pilot run performed resulted in a good mass recovery, of 34.28%. This value was related to the entire process of ROM material that was disaggregated, sieved and passed by hydrocyclone. The result was better than the recovery of the processing used by companies in the Seridó region. The chemical analyzes and the blast tests showed results compatible with those of the kaolin used in the industry. Therefore, the study showed a viable alternative to improve the recovery of kaolin in the beneficiation companies and to collaborate with the reduction of the residue generated.

Keywords: Kaolin, processing, hydrocyclone.

1. INTRODUÇÃO

O caulim é uma rocha do grupo dos minerais industriais muito utilizado na fabricação de cerâmica branca, plástico, tintas, refratários e em especial o papel (LUZ *et al.*, 2005). Sua importância mercadológica faz crescer e desenvolver cada vez mais suas atividades mineradoras. O Brasil ocupa o 6º lugar como produtor mundial de caulim (DNPM, 2015). O caulim coletado para estudo e análise desse trabalho pertence a um depósito localizado no município de Equador-RN, situado na região do Seridó que abrange os estados da Paraíba e Rio Grande do Norte. Segundo Santos (2016), a região do Seridó possui uma grande reserva de caulim proveniente de processos intempéricos de rochas pegmatíticas.

O caulim é um silicato hidratado de alumínio, composto por Al_2O_3 , SiO_2 e H_2O (SOUSA *et al.*, 2005). Sua formação pode ser originada em dois tipos de depósitos: primários e secundários (LUZ; CHAVES, 2000). O caulim de depósito primário é resultado da alteração de rochas pegmatíticas por ações do intemperismo. A região do Seridó é composta por caulim deste tipo de depósito. O depósito secundário, por sua vez, é resultado da deposição de caulim transportado por correntes de água durante os anos. As propriedades naturais do caulim como: granulometria fina, brancura, pouca abrasão e estabilidade química ajudam a torná-lo uma das argilas mais utilizadas no mundo (REZENDE, *et al.*, 2008).

A extração e o beneficiamento do caulim da região do Seridó ainda são feitas de maneiras rudimentares, o que causa grande perda de caulim e excessivo volume de resíduo (SILVA *et al.*, 2010). Alguns produtores realizam apenas etapas de desagregação, peneiramento, desaguamento e secagem. Segundo Rezende (2013), aproximadamente 75% do caulim extraído torna-se resíduo. Esses são dispostos sem controle nos pátios das empresas, terrenos baldios e vegetação nativa, ocupando grandes áreas e gerando diversos impactos ambientais. A grande proporção do resíduo gerado no beneficiamento de caulim indica uma ineficiência nesse processo.

O CETEM, com recursos do MCTIC e em parceria com a Universidade Federal de Campina Grande, na Paraíba, executaram um projeto denominado Programa Entidades Associadas, EA-UFCG, visando o aproveitamento racional dos pegmatitos da região do Seridó. O programa abrangeu estudos sobre a geologia, lavra, beneficiamento, impactos ambientais e o aproveitamento de resíduos, em especial dos resíduos do beneficiamento de caulim (LIMA; VIDAL, 2015). Ele teve como principal objetivo impulsionar o desenvolvimento tecnológico e científico no Brasil. O estudo do melhor aproveitamento do minério de caulim fez parte desse projeto. Portanto, pensando em reduzir a proporção de resíduo gerado no processamento do caulim, foi projetada uma planta de beneficiamento utilizando um classificador hidrociclone. Segundo Correia (2010), o hidrociclone é um equipamento com a função de classificação e deslamagem de minérios. A utilização dele prevê a diminuição de perda de minério e minimização da quantidade de resíduo gerado no beneficiamento.

2. OBJETIVOS

Melhorar o processo de beneficiamento do caulim utilizando um classificador hidrociclone, diminuindo assim a perda de caulim atualmente descartado junto com o resíduo.

3. METODOLOGIA

Foi realizada a amostragem do minério de caulim ROM (*runof mine*) numa extração na região do Seridó. A empresa J.M.SILVA, localizada no município de Equador-RN, cedeu 73 kg de minério para os ensaios. Em seguida ocorreu a preparação do material para o processo de hidrociclonagem nas instalações do CETEM/RJ. As primeiras etapas realizadas foram as de desagregação seguida de peneiramento a 0,84 mm. O equipamento utilizado para desagregação foi o britador de mandíbulas ESSA 185020. O material desagregado passou por uma etapa de peneiramento vibratório a 0,84 mm. O tamanho das partículas de entrada no hidrociclone, <0,84 mm, foi escolhido através das especificações técnicas do hidrociclone. O produto passante foi homogeneizado e seguiu para formar a polpa utilizada no processo. O material retido, rico em mica, foi armazenado para uso em outras linhas de pesquisa no CETEM.

O hidrociclone foi dimensionado para separar o material em duas frações, maior e menor que 0,045 mm, sendo então este o ponto de partição na curva, o (d_{50}). O caulim para uso como carga na indústria do papel deve possuir partículas inferiores a 0,074 mm. A granulometria escolhida para entrada no hidrociclone é suficiente para atender este parâmetro. O ciclone utilizado foi o AKW-JC 91, com vortex de 1 ½". Verificou-se o teor de umidade do minério e em seguida foi preparada a polpa para o processo de hidrociclonagem com o material < 0,84 mm e 20% de sólidos. Foram realizados ensaios variando a pressão em 10 e 15 psi, como os resultados são semelhantes foi adotado apenas o valor para a pressão de 10psi.

Os produtos da hidrociclonagem, *underflow* e *overflow*, foram peneirados em tela de 0,045 mm de abertura para analisar a eficiência da classificação com o hidrociclone. Por possuir granulometria ainda inferior a 0,045 mm, o *underflow* do primeiro ciclone passou por mais uma etapa de hidrociclonagem para aumento da recuperação. Com os produtos finais foi montado um balanço de massa, analisado as propriedades químicas através de fluorescência de raios-X e teste para identificar o índice de alvura.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram processados 73 kg do material. Na primeira etapa, a de desagregação, perdeu-se 1,27 %. No peneiramento vibratório, a 0,84 mm, o material retido foi de 46,20%, já o passante, material desejado, foi de 53,80%. Foi separado 19,15 kg de material passante para criação da polpa com 20% de sólido. A Figura 1 mostra o balanço de massa da hidrociclonagem.

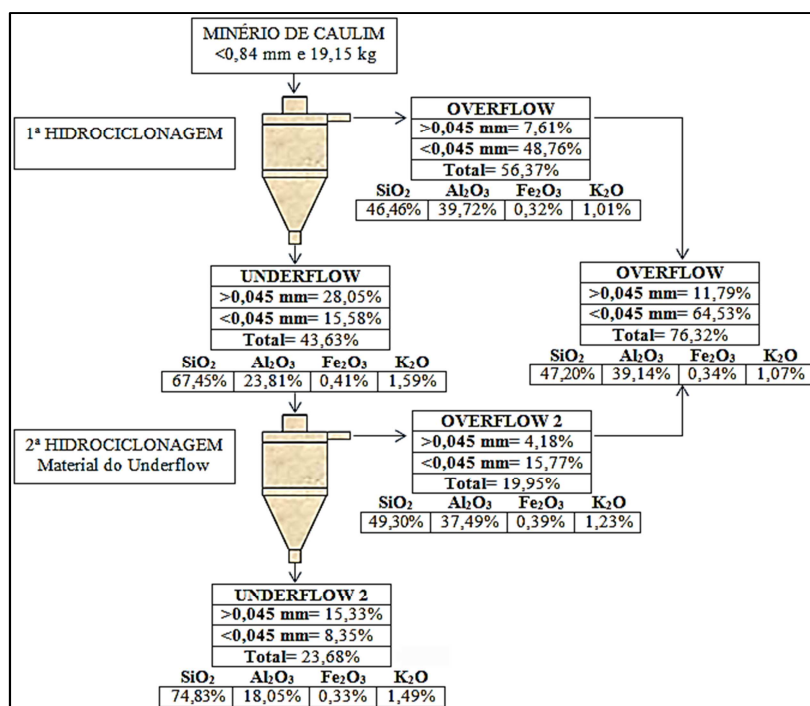


Figura 1: Balanço de massa de todo o processo de hidrociclonagem

Na primeira etapa de hidrociclonagem 56,37% de minério saiu pelo *overflow*. Deste produto, (86,49%) atingiu a faixa granulométrica desejada de dimensão <0,045 mm. A saída de material no *underflow* foi de 43,63%. O balanço de massa mostrou que ele possuía ainda 15,58% de minério, do peso inicial, com material fino <0,045 mm. Por esta razão foi realizado o segundo processo de hidrociclonagem. O segundo *overflow* realizado recuperou 15,77% de material fino <0,045 mm dos 43,63% do *underflow* da primeira etapa de hidrociclonagem, sendo então uma recuperação total nesta etapa de 36,14%. Esse produto seria descartado como resíduo caso não tivesse o segundo processo de hidrociclonagem. O acréscimo de mais uma etapa no processo mostrou que foi possível aumentar, nas condições aqui testadas, a recuperação de minério fino de 48,76 para 64,53%, issono processo de hidrociclonagem.

A soma final dos dois processos de hidrociclonagem nos mostra que o *overflow* foi de 76,32%, valor esse correspondente à quantidade de minério entrada no ciclone. Deste material total processado, *overflow*, (84,55%) apresenta granulometria fina desejada <0,045 mm.

O aproveitamento atual das empresas da região do Seridó é de, aproximadamente, 25% com beneficiamento convencional, sem o hidrociclone. No processamento do estudo realizado com desagregação, peneiramento e hidrociclonagem, o minério fino com tamanho <0,045 mm, teve um aproveitamento de (34,28%) em peso do ROM. Portanto, a rota proposta de beneficiamento pode aumentar consideravelmente o rendimento do processo na região e ajudar na diminuição da quantidade de resíduo gerado.

O produto final do beneficiamento apresentou uma química satisfatória nas frações do *overflow*. Os produtos da hidrociclonagem mostraram percentuais favoráveis de SiO₂ e Al₂O₃ nas frações mais finas. O *overflow* da primeira etapa de hidrociclonagem apresentou 46,46% de SiO₂ e 39,72% de Al₂O₃, percentagens representativas da caulinita. A análise química dos finos do *underflow* corroborou a presença significativa de caulim mostrado na Figura 1, reforçando assim a necessidade de uma segunda etapa com hidrociclone. Os valores da análise química do *overflow* final foram de 47,20% de SiO₂ e 39,14% de Al₂O₃. Sua porcentagem de óxido de ferro foi de 0,34%, valor proporcional à recuperação do produto. Todos os valores apresentados na análise química são aceitáveis para a utilização do material na indústria.

O resultado do teste de alvura ficou dentro da faixa especificada de utilização pelas indústrias. O *overflow* final das duas etapas de hidrociclonagem apresentou 80,95% de alvura na fração <0,045

mm. Segundo Silva, Bertolino e Luz (2010, p. 97), a alvura entre 65 e 90% é utilizada pelas principais indústrias consumidoras de caulim, como as de tinta, plástico e papel.

5. CONCLUSÕES

O uso do hidrociclone no beneficiamento de caulim mostrou ser eficiente. O material fino, <0,045 mm, contido no *underflow* na primeira etapa apresentou porcentagem significativa de caulinita. Isso justificou o acréscimo de mais uma etapa de hidrociclonagem com o *underflow*. Com duas etapas de hidrociclonagem foi possível obter 64,53% de material <0,045 mm no *overflow* final. Esse valor corresponde a 34,28% no material ROM que foi desagregado, peneirado e passado pela hidrociclonagem. As empresas da região, com o beneficiamento convencional, sem hidrociclone, possuem aproveitamento de apenas 25%. Portanto, a planta proposta pode aumentar o rendimento do processo e contribuir para a diminuição da quantidade de resíduo gerado.

A composição química dos produtos de interesse (< 0,045 mm no *overflow*) da hidrociclonagens realizadas foi consistente com a da caulinita utilizada na indústria. Apresentaram valores de 47,20% de SiO₂ e 39,14% de Al₂O₃. O teste de alvura do produto final (*overflow* <0,045 mm) mostrou um percentual de 80,95%, este valor é compatível com o mercado consumidor de caulim que abrange a indústria de tinta, plástico e carga para papel.

O processo de classificação do caulim no hidrociclone mostrou que a eficiência dessa operação também depende de uma boa desagregação prévia do minério. Uma etapa preliminar de desagregação junto com o controle dos parâmetros operacionais e geométricos do ciclone permitirá alcançar o diâmetro de corte adequado e maiores teores do mineral, resultando na separação eficiente da caulinita. No entanto, é necessário que as partículas, principalmente de caulinita, se mantenham desagregadas e dispersas quando estão dentro do equipamento. Portanto, sugere-se em continuidade do estudo testar a utilização de dispersores químicos cuja função seria de aumentar a repulsão eletrostática entre as partículas, contribuindo assim na diminuição de partículas agregadas.

4 AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq pela bolsa, minha família por total apoio, o técnico laboratorial Carlos Alberto Melo Santos que contribuiu nas execuções dos ensaios, Marília Lopes de Souza por colaboração na revisão, a empresa J.M. Silva pela doação do minério trabalhado e ao CETEM por me proporcionar oportunidades de aprendizado e crescimento na pesquisa científica.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORREIA, J. C. G. Classificação e Peneiramento. In: **Tratamento de Minérios**, Adão B. Luz, João A. Sampaio e Sílvia C. França (Eds), 5 Ed. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Centro de Tecnologia Mineral/CETEM/MCTI, 2010, p. 257-296.

DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral. **Sumário Mineral 2014**. Brasília, 2015.

LIMA, M. P.; VIDAL, F.W.H. Relatório dos trabalhos de lavra desenvolvidos na área de Caulim Galo Branco. **Relatório Técnico Final do Programa Entidades Associadas CETEM-UFCG (RRT 0011-00-16)**. CETEM, Rio de Janeiro. 2016.

LUZ, A. B., CHAVES, A. P. **Tecnologia do caulim: ênfase na indústria de papel**. Série de Rochas e Minerais Industriais. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2000.

LUZ, A. B. *et al.* Caulim. In: LUZ, A. B.; LINZ, F. A. F. (Eds). **Rochas & Minerais Industriais - Uso e Atribuições**. 1 ed. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Centro de Tecnologia Mineral, 2005, p. 231-262.

REZENDE, M. L. S. *et al.* Utilização do resíduo de caulim em blocos de vedação. **Revista Escola de Minas**, v. 61, n. 3, p. 285-290, 2008.

REZENDE, M. L. S. **Resíduo de caulim primário como material pozolânico em concreto seco: propriedades físico-mecânicas e durabilidade, Campina Grande-PB**, 2013. Tese de doutorado. UFCG.

SANTOS, L. C. M. L.; MOURA, E. N.; VIEIRA, F. F.; GENUÍNO, V. A.; SALES, E. D. G. Síntese das principais ocorrências minerais de pegmatitos no seridó (PB-RN). In: **IV Simpósio de minerais industriais do nordeste**. João Pessoa, PB. 2016. Rio de Janeiro: CETEM, 2016.

SILVA, F. A. N. G.; BERTOLINO, L. C.; LUZ, A. B. Estudo de beneficiamento do rejeito de caulim da região do Seridó. In: SIMPÓSIO DE MINERAIS INDUSTRIAIS DO NORDESTE, 2, Campina Grande, PB, 2010. **Anais do II Simpósio de Minerais Industriais do Nordeste, Campina Grande**: CETEM/UFPE, 2010. p. 91-98.

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**. Campina Grande, PB. 2010. Anais. p. 71-82. Rio de Janeiro: CETEM, 2010.

SOUSA, J. F. *et al.* Minerais de Argila. In: VIDAL, F. W. H. *et al.* (Eds). **Rochas e Minerais Industriais do Estado do Ceará**. 1 ed. Fortaleza , CE, Brasil: CETEM/ UECE/ DNPM/ FUNCAP/ SENAI, 2005, p. 83 -94.