

ENSAIOS DA ESFOLIAÇÃO TÉRMICA DE VERMICULITA DA PARAÍBA

MARCONDES MENDES DE SOUZA*; LUCIANA JEANNIE DANTAS BEZERRA MENDES²;
LUIZ FELIPE PEREIRA DE MEDEIROS NÓBREGA³;

¹Professor Dr. na área de Recursos Naturais, IFRN, Natal-RN, mmsouza2003@yahoo.com.br

²Pesquisadora da FAPERN, Natal-RN, luciana.fapern@yahoo.com

³Estudante do curso técnico em Mineração, IFRN, Natal-RN, junior.lui09@hotmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: Este trabalho objetivou a caracterização de vermiculita da Paraíba, com relação ao processo de esfoliação térmica. As amostras procedem da jazida de vermiculita de Santa Luzia. Na esfoliação, foi estudada a influência de algumas variáveis relevantes ao processo, tais como: granulometria, tempo de residência e temperatura. Os resultados mostraram que neste minério, foram identificadas partículas compondo placas com interstratificações de vermiculita e biotita. Esta amostra apresenta pouca uniformidade mineralógica e alto grau de alteração; porém, tais características pouco afetam as suas propriedades de esfoliação. Os resultados mostraram que para a otimização é necessário o controle das condições físicas do processo. Constatou-se que a vermiculita de Santa Luzia apresentou-se inferior em termos de capacidade de esfoliação, em comparação a vermiculita de Queimada Nova devido à variação na composição e grau de interstratificação de vermiculita e biotita. Com os resultados constatamos que a vermiculita pode ser usada como isolante térmico.

PALAVRAS-CHAVE: Caracterização, vermiculita, minério, esfoliação térmica.

TESTS OF THERMAL SCRUB THE VERMICULITE PARAÍBA

ABSTRACT: This study aimed to characterize the vermiculite Paraíba, with respect to the thermal exfoliation process. The samples come from the deposit of vermiculite of Santa Luzia. Particle size, residence time and temperature: in the scrub, the influence of some relevant variables to the process, such as was studied. The results showed that this ore particles composing plates were identified with interstratifications vermiculite and biotite. This sample shows little mineralogical uniformity and high degree of change, but such little features affect their properties exfoliation. The results showed that the optimization is necessary to control the physical conditions of the process. It was found that the vermiculite of Santa Luzia presented below in terms of capacity of exfoliation compared vermiculite New Dodgeball due to variation in the composition and degree of interstratification vermiculite and biotite. The results contacted the vermiculite can be used as a heat insulator.

KEYWORDS: Characterization, vermiculite ore, thermal exfoliation.

INTRODUÇÃO

A vermiculita é um mineral semelhante às micas, pertencente ao grupo dos filossilicatos. Esse mineral é constituído de silício, alumínio, magnésio, ferro e água, em porções variáveis. Apresenta clivagem basal paralela e ocorre em placas compostas por finíssimas lamínulas superpostas (VALDIVIEZO, 2003). No estado natural, os espaços entre as lamínulas (espaço interlamelar) são ocupados por água. Essa água interlamelar não está submetida a ligações fortes podendo ser quase ou totalmente removida através de aquecimento moderado (SANTOS, 1989).

A principal característica que a diferencia de outras micas, como a moscovita, é que quando placas de vermiculita são submetidas à temperatura acima de 900°C, a água de hidratação contida entre as suas milhares de lâminas se transforma em vapor, expulsando-a de modo irreversível,

constituindo flocos. A esfoliação ou piroexpansão ocorre na direção perpendicular ao plano basal e provoca um aumento de até 30 vezes o volume inicial. Esses flocos, denominados de vermiculita esfoliada ou expandida, apresentam uma elevada área superficial específica e pequena massa, em relação à vermiculita natural (CASTRO, 1996).

As camadas T-O-T (tetraedro-octaédrico-tetraedro) são separadas por duas ou mais camadas de moléculas de água, arranjadas em formato ou estrutura hexagonal, onde os cátions trocáveis, principalmente magnésio, e também cálcio e sódio, encontram-se situados entre as folhas de moléculas de água (VALDIVIEZO, 2002).

A origem da vermiculita é assumida como sendo proveniente da ação do intemperismo sobre os minerais: biotita e flogopita. Os piroxênios, anfibólios e olivinas, minerais componentes de rochas ultramáficas (ígneas) e metamórficas, bem como sienitos e carbonatitos, foram primeiro alterados para formar biotita e flogopita, serpentina e clorita. A alteração supergênica deu-se pela circulação de água, que removeu álcalis, redistribuiu o magnésio e acrescentou água, a qual foi intercalada nas camadas intercrystalinas, para formar vermiculita.

Os maiores depósitos comerciais do mundo ocorrem em rochas máficase ultramáficas e o mineral minerado é, usualmente, composto de camadas mistas ou interestratificadas de biotita + vermiculita ou flogopita + vermiculita (HENNIES, 1976). Por outro lado, as vermiculitas apresentam diferentes composições químicas, mesmo aquelas encontradas em um mesmo depósito ou em áreas próximas (VERMICULITE ASSOCIATION, 2002).

No Brasil, os principais depósitos de vermiculita situam-se nos Estados de Goiás, Bahia, Piauí, Paraíba e Paraná. Os dados estatísticos concedem ao Brasil o quarto lugar na produção mundial de concentrado de vermiculita. As quatro empresas responsáveis por essa produção foram: Eucatex Mineração do Nordeste S.A., que opera no estado do Piauí, responde por 57%; Mamoré Mineração e Minertec Mineração e Comercio Ltda., ambas em Goiás, e Mineração Phoenix, na Bahia, produziram o restante (DNPM, 2007).

As propriedades da vermiculita, principalmente na forma expandida, a torna um material de inúmeras aplicações em diversos setores entre os quais podem citar-se os seguintes: construção civil, indústria, agricultura, química, outros usos (HINDMAN, 1994).

Este estudo objetivou a caracterização tecnológica da vermiculita de Santa Luzia visando aplicações industriais, sejam convencionais e, eventualmente, aplicações não convencionais; obter subsídios que propiciem um melhor conhecimento do minério e a maximização do seu aproveitamento, com destaque para o processo de esfoliação térmica, visando fornecer informações para melhorar a compreensão dos fatores determinantes do processo.

MATERIAIS E MÉTODOS

A coleta de amostras do minério foi efetuada na jazida da empresa União Brasileira de Mineração (UBM) localizada no município de Santa Luzia. As amostras retiradas consistiram de: minério extraído da mina (ROM). Este era o minério que alimentava a usina de beneficiamento. Amostras do rejeito foram também coletadas bem como os produtos concentrados. Em torno de 400L do material foram colocados em sacos plásticos, etiquetados e transportados ao laboratório da Unidade de Mineração e Geologia da UFCG para a realização de ensaios tecnológicos.

As amostras foram homogeneizadas e quarteadas em lotes de 5 kg e 1,0 kg, porém previamente foram secadas a temperatura ambiente, em lona de polietileno, durante 2 dias. A seguir, com amostra do minério foi efetuado ensaio granulométrico, a úmido, com peneiras de série Tyler. Com o minério, também foi realizado ensaio de peneiramento, obtendo as seis frações, a saber: (4-8) mm; (2,36-4) mm; (1,0-2,36) mm; (0,5-1,0) mm; (0,3-0,5) mm e (-0,3) mm. As primeiras cinco frações foram submetidas a ensaios de esfoliação, e em seguida, a porcentagem de material expansível era determinada em cada uma das frações.

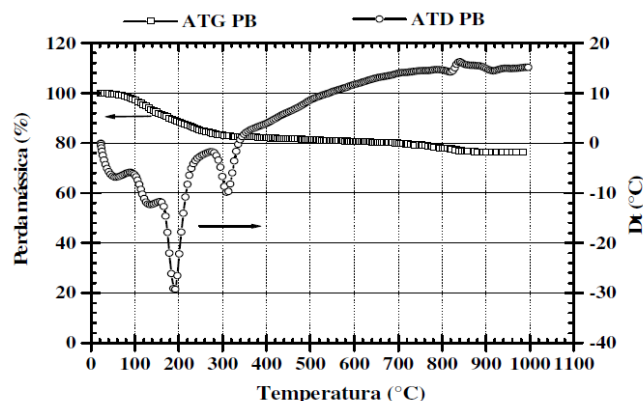
Os ensaios de esfoliação foram realizados com amostras de concentrado com diferentes frações granulométricas. Nos testes foi usado um forno-mufla Quimis, modelo Q-318D24 com potência de 4.000W, termopar de Ni-Cr-Ni e controle digital de temperatura. O material esfoliado era coletado e o mesmo era analisado quanto à porcentagem de material expansível, ou teor de vermiculita. A determinação desses índices foi efetuada com base na metodologia recomendada pela "The Vermiculite Association", instituição americana que padronizou as normas técnicas referentes à vermiculita e seus produtos (www.vermiculite.org.2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ANÁLISES TÉRMICAS

Na Figura 1 estão apresentados os resultados de ATD e TG. Os dois principais picos endotérmicos aparecem nas temperaturas de 200 e 300° C, sendo o primeiro mais acentuado que o segundo. Pequenas variações das curvas ATD foram registradas, em termos de intensidade e posição dos picos, entre 0 e 150° C. O primeiro pico que aparece com mínimo pronunciado a 200° C, representa a remoção de água absorvida por higroscopia, ou seja, devido à umidade. O segundo pico indicaria a transição da camada de água para uma fase anidra (MACHADO & ARAUJO, 2002; ASSUNÇÃO, 1985).

Figura 1. Curvas de ATD e TG de amostra de concentrado de vermiculita de Santa Luzia



A perda de massa referente à evaporação de água que gerou um pico endotérmico comum mínimo em 200°C foi de aproximadamente 12%. Segundo Grim, citado por Machado (2000), a intensidade desses picos está diretamente relacionada à quantidade de água contida na amostra e ao mesmo tempo, a quantidade dessa água, depende da composição mineralógica da vermiculita.

A variação da massa, na faixa de temperatura entre 300 e 800°C, foi de aproximadamente 5%. A vermiculita apresentou um pico endotérmico em 830°C, caracterizando um processo de desidroxilação. A curva ATD apresentou um pico exotérmico em 840°C. Acima dessa temperatura, a decomposição térmica restringe-se à recristalização de uma nova fase mineralógica, com a destruição da anterior e perda de toda a água de desidroxilação.

Essa fase mineral é a enstatita, que também foi citada por outros autores em outros estudos realizados (MARTINS et al, 2001). A variação exotérmica apresentada pela vermiculita entre 340 e 800°C, onde registrou uma ascensão da curva de ATD, pode ser interpretada como sendo devido à oxidação do Fe²⁺ em Fe³⁺ (MACKENZIE, 1957).

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA

O resultado de FRX obtido com amostra de concentrado de vermiculita encontra-se apresentado na Tabela 1. Conforme observado nessa tabela, os teores dos elementos principais da composição química do mineral são: SiO₂, Al₂O₃, MgO, H₂O e outros voláteis, encontram-se dentro dos valores atribuídos às vermiculita comerciais (Tabela 2). Os outros teores, como K₂O, TiO₂ e CaO, apresentam valores ligeiramente inferiores aos valores comerciais; porém, devido às baixas concentrações em que eles se encontram não afetam a qualidade do produto esfoliado.

Tabela 1 – Análise por FRX

SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	Na ₂ O	P.F.	Total
39,43	10,95	25,73	0,51	0,39	9,89	0,77	0,09	0,03	n.d	12,9	99,88

n.d: não detectado; P.F= Perda ao fogo a 950°C; Limite de detecção: 0,01%.

Tabela 2 - Faixas de composição química de vermiculita comercial típica

SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	Na ₂ O	P.F.
38-46	10-16	16-35	1-5	1-6	6-13	1-3	n.d	n.d	n.d	8-16

Fonte: The Vermiculite Association, 2002.

ESFOLIAÇÃO TÉRMICA

Na Tabela 3 apresentam-se os resultados da porcentagem em massa retida e a porcentagem de material expansível em cada uma das seis (06) frações granulométricas obtidas a partir do minério. Essa tabela mostra que a maior distribuição do material encontra-se na granulometria (-2,36+1,0) mm; (-1,0+0,5) mm; e (-0,5+0,3) mm. Nas granulometrias de (-1,0+0,5) mm e (-0,5+0,3) mm as porcentagens de expansíveis foram de 39,1 e 45%, respectivamente. Observou-se um aumento da % de material expansível com a diminuição da granulometria. Conforme mostrado nessa tabela, a % de expansíveis nas granulometrias mais nobres (Grande e Média) é inferior em relação às frações Fina, Superfina e Microfina.

Tabela 3. Distribuição em massa (% retida) e % de material expansível do minério de Santa Luzia. Massa de amostra = 1,0 kg. Peneiramento a seco realizado no Ro-tap

	-8+4	-4+2,36	-2,36+1	-1+0,5	-0,5+0,3	-0,3	Total
Retida (%)	11,1	8,6	24,5	26,6	10,9	17,3	100
Expansível (%)	11,7	6,9	20,8	39,1	45,1	n.a	--

(*)A % de material expansível mede aproximadamente o teor de vermiculita; n.a: não analisado.

Na continuidade do trabalho foi estudada a variação da esfoliação térmica em função de diversos parâmetros relevantes no processo, cujos resultados serão relatados em uma próxima publicação.

CONCLUSÃO

Os resultados das análises da esfoliação térmica da vermiculita estudada, mostraram que com o aumento da granulometria, ocorre um aumento da esfoliação, provavelmente em função do aumento da velocidade de rompimento da camada de água no espaço interlamelar.

Para ambas as amostras, de Santa Luzia e Queimada Nova na granulometria -4+2 mm, a melhor esfoliação foi observada a 950°C de temperatura e a um tempo de residência de, no mínimo, 10 segundos.

Os resultados de esfoliação indicaram que a vermiculita de Santa Luzia apresentou algumas diferenças em relação à amostra de Queimada Nova. A vermiculita de Santa Luzia apresentou maiores valores da massa específica aparente (MEA) e menor valor do rendimento volumétrico de esfoliação (η), quando determinados em função da variação granulométrica, da temperatura e do tempo de residência. As diferenças nas propriedades de esfoliação entre as amostras, deveu-se às variações de composição mineralógica e/ou ao grau de interestratificação, de vermiculita + biotita.

REFERÊNCIAS

- Assunção, L.M.C (1985). Estudos da expansão e caracterização de vermiculitas nordestinas. Dissertação de Mestrado. Engenharia Química – UFPB, Campina Grande – PB, Brasil, 93p.
- Castro, O.G. A vermiculita e suas aplicações. Relatório Técnico: Aporte Consultores e Associados Ltda., São Paulo, Brasil, 54p, 1996.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL – DNPM - Sumário Mineral Brasileiro 2007. Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral, 2007(a). Disponível: <www.dnpm.gov.br>.
- Hennies, W.T.; Stellin Jr., A. (1976). Testes de piroexpansibilidade em vermiculitas brasileiras. Geologia e Metalurgia, N° 40, São Paulo, Brasil, p.433-445.
- Hindman, J.R., 1994, Vermiculite, in Carr, D.D., and others, eds., Industrial minerals and rocks (6th ed.): Littleton, CO, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc., p. 1103-1111.
- Machado, A. O. D. V.; Araújo, J. M. M. (2002). Influência do carbonato de sódio em dispersões de bentonita. Anais do XIX Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa, v.1, Recife, Brasil, p 570-573.
- Mackenzie, R.C. (1957). The differential thermal investigations of clays. Mineralogical Society, London, England, p. 191-204.

- Martins, J.; Machado, L.C.R.; Marcos, C.; Zacarias, C.M. (2001). Caracterização tecnológica de vermiculitas brasileiras. Anais do XVIII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa e VI SHMMT, v.3. Rio de Janeiro, Brasil.
- Santos, P.S. (1989). Ciência e Tecnologia de Argilas. Ed. E. Blücher, 2ª edição, v.2. São Paulo, Brasil.
- Valdiviezo, E. V.; Souza, M. M.; Leitão, T. J. V.; Guerara, E. A. (2002). Caracterização e esfoliação térmica de vermiculitas dos estados da Paraíba e do Piauí. Anais do XIX Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa, v.1, Recife, Brasil, p.562-569.
- Valdiviezo, E. V. (2003). *Caracterização tecnológica de insumos minerais para a perfuração de poços de petróleo* – Sub-projeto: Estudo de caracterização e processamento de vermiculitas para aplicações em fluidos de perfuração de poços de petróleo. Relatório Final, FINEP-CTPETRO/FADE, Campina Grande, Brasil, 22p.
- VERMICULITE ASSOCIATION. Vermiculite, (2002). Disponível em: <<http://www.vermiculite.org>>. Acesso em: 10 de setembro de 2007. Ed. Donald D. Carr.