

ANÁLISES QUÍMICAS, MINERALÓGICAS E ENSAIOS DE ESFOLIAÇÃO TÉRMICA DA VERMICULITA DE SANTA LUZIA- PB

Marcondes Mendes de Souza (1); Débora Santos Umbelino de Farias (2); Isamar Alves de Sá (3);
Luciana Jeannie Bezerra Dantas Mendes (4)

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Campus Natal Central. Avenida Senador Salgado Filho, 1559, Natal/RN, Brasil. , mmsouza2003@yahoo.com.br

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. 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.

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.

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, 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 máficas. 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 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.

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 melhoras a compreensão dos fatores determinantes do processo.

Metodologia

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). 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 5,0 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.

Algumas das frações granulométricas foram selecionadas para os ensaios de caracterização que consistiram de: difração de raio-x (DRX), microscopia eletrônica de varredura (MEV), análise térmica diferencial (ATD) e termo gravimetria (TG) e fluorescência de raios-x (FRX).

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.

Resultados e discussão

No minério de vermiculita foram identificados por DRX os filossilicatos: vermiculita como mineral principal, hidrobiotita, biotita, talco e serpentina. O piroxênio detectado foi o diopsídio. Entre os anfibólios, a hornblenda. Também foram identificados os feldspatos microclínio e os carbonatos: calcita e dolomita. Existem ainda pequenas proporções de óxidos de ferro, como a goethita.

No minério de vermiculita de Santa Luzia, os minerais identificados qualitativamente em cada uma das frações granulométricas estudadas através de difração de raios-X, encontram-se apresentados na TABELA 1.

TABELA - 1 Minerais identificados qualitativamente por DRX em cada uma das frações granulométricas selecionadas do minério de Santa Luzia.

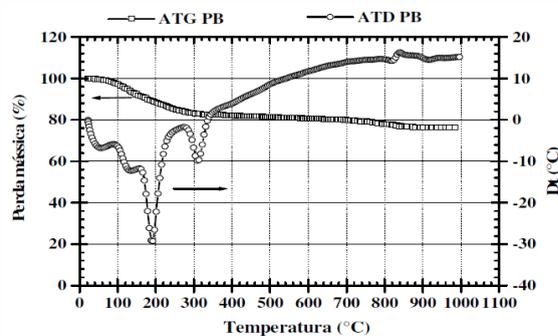
MINERAL	FAIXA GRANULOMÉTRICA, MM					
	-1,168+0,833	-0,833+0,500	-0,500+0,295	-0,147+0,104	-0,104+0,074	-0,074
Vermiculita	****	n.a	****	****	****	****
Hidrobiotita	**	n.a	**	**	**	**
Diopsídio	n.d	n.a	*	*	n.d	n.d
Hornblenda	***	n.a	**	**	**	**
Calcita	*	n.a	n.d	*	*	**
Dolomita	**	n.a	**	**	**	**
Microclínio	*	n.a	**	*	n.d	n.d
Serpentina	*	n.a	*	*	*	*
Biotita	*	n.a	*	*	*	*
Talco	n.d	n.a	*	*	*	*
Goethita	*	n.a	*	n.d	n.d	n.d

Legenda: n.a = não analisada; n.d = não detectado; **** espécie predominante; *** não era predominante mas encontrava-se em proporções apreciáveis; ** menor proporção; * pequena proporção

No minério de vermiculita de Santa Luzia foram identificados os filossilicatos: vermiculita como mineral principal, hidrobiotita, biotita, talco e serpentina. O piroxênio detectado foi o diopsídio. Entre os anfibólios, a hornblenda. Nessa amostra também foram identificados o feldspato microclínio e os carbonatos: calcita e dolomita. Existem também pequenas proporções de óxidos de ferro: goethita.

Na Figura 1 estão apresentados os resultados de ATD e TG. Os dos 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 registrados, 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.

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

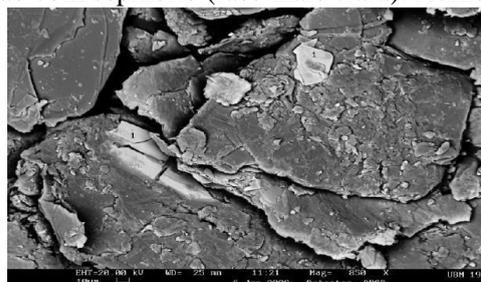


A perda de massa referente à evaporação de água que gerou um pico endotérmico comum mínimo em 200°C foi de aproximadamente 12%.

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. A variação exotérmica apresentada pela vermiculita entre 340 e 800°C, onde registrou uma ascensão da curva de ATD.

A Figura 2 abaixo apresenta a micrografia pertencente ao concentrado de vermiculita de Santa Luzia. Observa-se que as placas de vermiculita apresentam superfícies com elevado grau de alteração ou intemperização e pouca uniformidade mineralógica. Foram registradas frequentemente as placas compondo estruturas semelhantes a agregados.

Figura 2 – Micrografia mostrando detalhes da morfologia e textura da vermiculita de Santa Luzia e sua associação com espinélio (fase mais clara). Aumento: 850x



A Figura 2 mostra as pacas de vermiculita e sua associação com espinélio. Esse mineral ocorre compondo pequenos cristais e em pequenas concentrações.

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

Teor (%)											
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

Teor (%)											
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
38-46	10-16	16-35	1-5	1-6	6-13	1-3	n.d	n.d	n.d	8-16	0,2-1,2

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

Granulometria (%)							
	-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	100,00
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.

Conclusões

Os resultados de caracterização mineralógica mostraram que o minério de vermiculita de Santa Luzia é constituído pelos seguintes minerais: Os filossilicatos: biotita, moscovita, vermiculita, ilita, talco e serpentina. O piroxênio detectado foi o diopsídio e os anfibólios: actinolita e hornblenda. Entre os feldspatos: microclínio, e os carbonatos: calcita e dolomita, bem como o óxido de ferro goethita.

No minério de Santa Luzia, a vermiculita foi identificada em placas ou partículas assim como compondo placas com interestratificações de vermiculita + biotita. Essa vermiculita não apresenta uniformidade mineralógica na superfície exposta dos planos, observando-se um acentuado grau de alteração intempérica.

Na superfície das placas foram observados pequenos cristais de problemas espinélio; porém, devido à baixa concentração de Cr_2O_3 , no mineral, esse elemento, não representa problemas às propriedades de esfoliação da vermiculita.

Palavras-Chave: Caracterização; vermiculita; minério; esfoliação térmica.

Referências

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL – DNPM - Sumário Mineral Brasileiro 2007. Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral, 2007(a). Disponível: <www.dnpm.gov.br>.

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., **Ciência e tecnologia de argilas**. 5. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1992.

Santos, P.S. (1989). **Ciência e Tecnologia de Argilas**. Ed. E. Blücher, 2ª edição, v.2. São Paulo, Brasil.

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.

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.

VERMICULITE ASSOCIATION. **Vermiculite**, (2002). Disponível em: <<http://www.vermiculite.org>>. Acesso em: 10 de agosto de 2017. Ed. Donald D. Carr.