

VERMICULITA – A RIQUEZA DO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Priscila Thalita Barros de Lima ¹
Maryanne Fernandes Formiga Dantas ²
Jaquelynne Cássia de Amorim ³
Ana Luíza Silva Teodoro ⁴

RESUMO

A vermiculita é um importante bem mineral, encontrado em quantidades significativas no semiárido paraibano. Trata-se de filossilicato hidratado de magnésio, ferro e alumínio que possui estrutura 2:1 em camadas. Esse mineral possui capacidade de expansão de sua estrutura em até 30 vezes, graças a água contida no espaço interlamelar que sofre evaporação e o vapor causa o afastamento das camadas. Essa capacidade confere a vermiculita propriedades isolantes, tanto térmica quanto acústica. O objetivo do trabalho foi analisar, por meio de técnicas da caracterização tecnológica, a qualidade do material coletado no município de Santa Luzia – Paraíba. A amostra foi submetida a ensaios de difratometria, espectrometria de fluorescência de raios X e análise térmica diferencial e termogravimétrica. Os resultados indicaram um produto de alta qualidade, com características que influenciam a aplicação do produto na composição de materiais de construção.

Palavras-chave: Vermiculita; Caracterização tecnológica de minerais; Expansão térmica.

INTRODUÇÃO

A vermiculita é um aluminossilicato hidratado pertencente ao grupo das micas, com estrutura lamelar. A presença de água no espaço interlamelar garante uma importante característica a esse material. Quando submetida a aquecimento, essa água presente entre as lamelas sofre evaporação, levando a uma expansão da vermiculita em até 30 vezes o seu tamanho original.

Esse mineral, em especial por sua capacidade de expansão, possui propriedades de adsorção e absorção, além de ser amplamente utilizada em materiais destinados a isolamento acústico e térmico. A cidade de Santa Luzia, localizada no semiárido paraibano, possui uma das mais importantes reservas de vermiculita do país, levando ao maior desenvolvimento local.

¹ Mestranda do Curso de Engenharia de Minas da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, priscilabarroslima@gmail.com;

² Graduada do Curso de Engenharia de Minas da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, maryannefernandes92@gmail.com;

³ Mestranda pelo Curso de Engenharia Química da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, jaquelynne.amorim@gmail.com;

⁴ Graduada do Curso de Engenharia de Minas da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, alsteodoro@gmail.com.

A caracterização de qualquer amostra mineral é de extrema importância, pois determina características intrínsecas ao material e possibilitam a determinação da qualidade do mesmo, de acordo com a presença ou ausência de impurezas. Logo, o objetivo do referido trabalho é apresentar as análises obtidas por meio de caracterização tecnológica, comprovando a qualidade da vermiculita em estudo e as características que influenciarão na sua aplicação.

Para isso, a amostra foi submetida à análises de difratometria, espectrometria de fluorescência de raios X e análise térmica diferencial e termogravimétrica. A utilização da difração de raios X possibilita a determinação das fases presentes na amostra, possibilitando a identificação de fases consideradas de interesse e as possíveis impurezas. A espectrometria de fluorescência de raios X permite uma análise mais química, resultando nos teores de óxidos da amostra. Por fim, as análises térmica diferencial e termogravimétrica possibilitam a identificação da transformação estrutural do mineral de acordo com a variação de temperatura.

Foram encontrados resultados promissores para a vermiculita extraída em Santa Luzia. Foi possível comprovar a qualidade da mesma, o baixo nível de impurezas e quantidade de sílica que influenciará na sua aplicação em materiais de construção civil.

METODOLOGIA

A amostra de vermiculita foi obtida na empresa União Brasileira de Mineração (UBM), localizada no município de Santa Luzia – Paraíba. O material foi disponibilizado em sacos plásticos e em granulometria fina. A mesma foi lavada com água destilada, seca em estufa e cominuída em almofariz até uma granulometria de #200.

A vermiculita foi submetida a ensaios de difratometria (DRX), espectrometria de fluorescência de raios X (EDX) e análise térmica diferencial (ATD) e termogravimétrica (TG), realizados pelo Laboratório de Caracterização de Materiais/UAEMa/CCT/UFCG.

DESENVOLVIMENTO

A vermiculita é um mineral de ocorrência natural, quimicamente composto por um complexo de silicato hidratado de alumínio, magnésio e ferro, podendo ser representada pela fórmula $(\text{Mg,Ca})_{0.3-0.45} \cdot (\text{H}_2\text{O})_n \{ (\text{Mg,Fe,Al})_3 (\text{Al,Si})_4 \cdot \text{O}_{10} (\text{OH})_2 \}$. Esse bem mineral é

filossilicato hidratado, que possui uma estrutura de 2:1 e a habilidade de estocar moléculas de água e cátions trocáveis no espaço interlamelar. Cada camada de vermiculita consiste de uma folha de cátions coordenados octaédricamente (tipicamente magnésio, alumínio e ferro) unidos por duas folhas de cátions coordenados tetraédricamente (tipicamente silício e alumínio). O hábito placoso da vermiculita se assemelha ao da mica. Quimicamente, a composição da vermiculita comercial pode se encontrar dentro dos teores de óxidos apresentados na tabela 1 (SCHACKOW *et al.*, 2014; LI *et al.*, 2017; THE VERMICULITE ASSOCIATION, 2002).

Tabela 1: Teores de óxidos da vermiculita comercial.

Óxido	Teor Médio (%)
SiO ₂	38 – 46
MgO	16 – 35
Al ₂ O ₃	10 – 16
Fe ₂ O ₃	6 – 13
K ₂ O	1 – 6
CaO	1 – 5
TiO ₂	1 – 3

Fonte: The Vermiculite Association, 2002.

Como dito, a vermiculita é dotada de uma estrutura micáceo-lamelar, contendo água na região intralamelar que, quando aquecida a temperaturas entre 650°C e 1.000°C, transforma-se bruscamente em vapor, exercendo uma pressão que causa o deslocamento das lamelas, gerando uma deformação axial em sua estrutura. Conhecido como expansão térmica ou esfoliação, esse processo ocasiona a expansão da vermiculita, cujo volume aumenta até 30 vezes, conferindo ao produto final diversas aplicações industriais (SCHACKOW *et al.*, 2014; KOKSAL; GENCEL; KAYA, 2015).

Após a expansão, a vermiculita preserva o novo volume, onde as pequenas placas encontram-se separadas por lacunas de ar. A forma, cor, brilho e composição do grão permanecem próximas ao material original, porém a capacidade de absorção de água da vermiculita aumenta drasticamente quando a densidade aparente varia entre 64 e 160 kg/m³

dependendo do tamanho da partícula, após a esfoliação. Essas mudanças acarretam em diversas propriedades valiosas para a vermiculita, como alta porosidade, baixa condutividade térmica, alta resistência ao fogo e alta absorção sonora. Além disso, a vermiculita é um material quimicamente inerte, incombustível, resistente a deformação e neutro à ação de ácidos. Essas características permitem à vermiculita sua aplicação principalmente como agregado leve em concretos e argamassas (EL-GAMAL; HASHEM; AMIN, 2011; KOKSAL; GENCEL; KAYA, 2015; SHOUKRY, 2016; MO *et al.*, 2018).

Segundo Urgate, Sampaio, França (2008), o uso específico da vermiculita está condicionado a sua pureza e granulometria, sendo, a de granulometria grossa, aplicada para fins de horticultura, cultivo e germinação de sementes, dentre outros. Já a vermiculita fina é utilizada na produção de manufaturados para a construção civil, além de utilizadas como carreadoras na produção de fertilizantes e de alimentos para animais.

Na horticultura pode-se utilizá-la, na forma expandida, tanto na granulometria média, fina e superfina, como auxílio na composição dos fertilizantes e formação dos solos, principalmente nos períodos de estiagem. A vermiculita também pode ser utilizada na produção e plantio de mudas de plantas, reflorestamentos de grandes áreas, como condicionador de solos ácidos e argilosos, além de ser utilizado como substrato para criação de mudas em estufa, entre outras utilidades (URGATE, SAMPAIO, FRANÇA, 2008; SOUZA, 2004).

Na indústria química, a vermiculita pode ser aplicada como catalisador de reações na síntese de certos compostos orgânicos, já na indústria cerâmica é possível sua utilização em refratários isolantes e concretos isolantes. A vermiculita também pode ser aplicada no meio ambiente para remediação de solos contaminados por petróleo (NASCIMENTO, 2008).

No que se refere à construção civil, Urgate, Sampaio, França (2008) destacam sua aplicação como isolante térmico e acústico em paredes, na forma de massa para revestimento (reboco), em virtude da baixa condutividade térmica do material e pequena propagação sonora (médias de coeficiente de redução de ruídos superior a 60%).

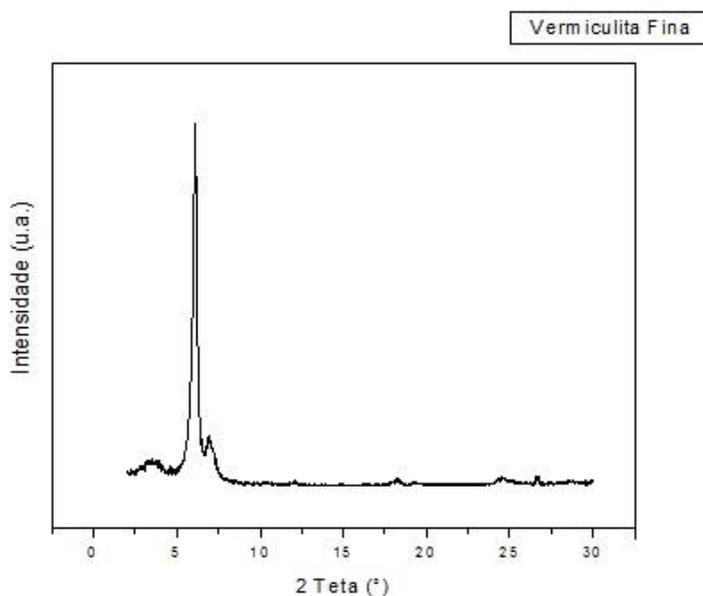
De acordo com o *U.S. Geology Survey* (USGS), em um relatório divulgado no ano de 2019, o Brasil encontra-se em terceiro lugar em tamanho de reservas mundiais, ficando atrás apenas da África do Sul e dos Estados Unidos. Os principais depósitos brasileiros estão situados nos estados de Goiás (66,7%), Paraíba (19,1%), Bahia (13,3%), Piauí (0,9%), e Pernambuco (0,05%). O município de Santa Luzia é uma importante região produtora do bem mineral (CARVALHAES, 2015; USGS, 2019).

Os depósitos brasileiros e mundiais de vermiculita podem ser encontrados, principalmente, em zonas de complexos máficos-ultramáficos e carbonatitos. Outros pequenos depósitos são formados dunitos, piroxenitos, peridotitos ou rochas máficas cortadas por pegmatitos, sienitos e rochas graníticas (NASCIMENTO, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O difratograma da vermiculita (Figura 1) apresentou um pico característico desse mineral na distância interplanar de 14,53 Å ($2\theta = 6,08^\circ$), com reflexão basal do plano (001). Também se verificou picos reflexivos como 15,49 Å ($2\theta = 5,70^\circ$) e 12,73 Å ($2\theta = 6,94^\circ$), cujo último pico pode ser associado à presença de biotita na amostra.

Figura 1: Difratograma da vermiculita.



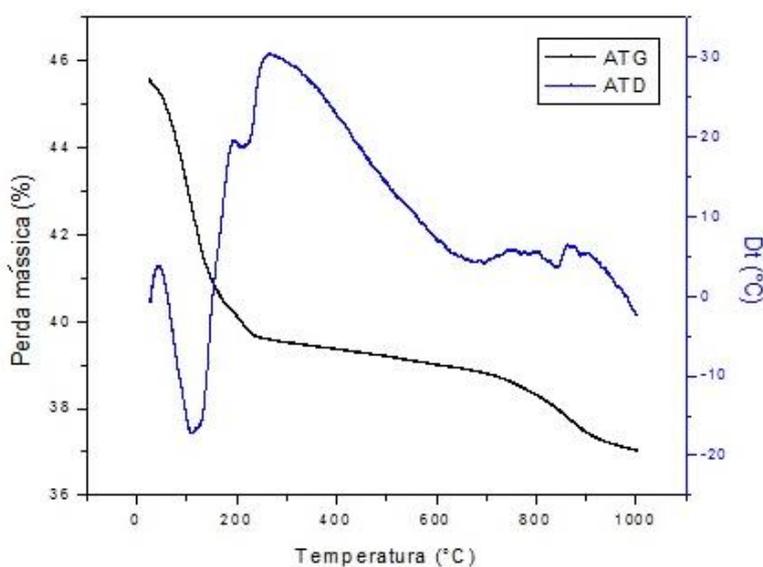
A espectrometria de fluorescência de raios X da amostra, Tabela 2, apresentou teores de óxidos como SiO₂, MgO, Al₂O₃ e Fe₂O₃ correspondentes aos valores determinados para vermiculitas comerciais, de acordo com dados apresentados pelo *The Vermiculite Association*. Se o material for aplicado à materiais de construção, como concreto ou argamassa, os teores apresentados são importantes pois a presença significativa de sílica, que atua quimicamente por meio da reação pozolanica, colaborando com a resistência da pasta do cimento.

Tabela 2: Teores médios dos óxidos nas amostras de vermiculita.

Óxido	Teor (%)	Óxido	Teor (%)
SiO ₂	46,129	TiO ₂	1,005
MgO	23,717	BaO	0,539
Al ₂ O ₃	15,787	Cr ₂ O ₃	0,307
Fe ₂ O ₃	7,564	NiO	0,158
K ₂ O	1,874	MnO	0,081
CaO	1,513	CuO	0,048
SO ₃	1,253	NbO	0,024

Para os resultados de ATD e ATG obtidos na análise da vermiculita (Figura 2), foi possível identificar a presença de dois picos endotérmicos nas temperaturas de, aproximadamente, 150°C e 250°C, com perda mássica de 4,68% e 5,88% respectivamente, onde o primeiro encontra-se mais evidenciado que o segundo.

Figura 2: Curvas de ATD e ATG da amostra de vermiculita fina.



O primeiro pico possivelmente é associado a remoção de água adsorvida encontrada no espaço interlamelar, já o segundo pico é um possível indicador da transição de água para uma

fase anidra. Também observou-se que, em na temperatura de aproximadamente 840°C, com perda mássica de 8,02%, a curva ATD apresenta um pico exotérmico. A decomposição térmica que ocorre acima dessa temperatura levará à recristalização de uma nova fase mineralógica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A vermiculita é um importante bem mineral, especialmente por sua capacidade de expansão, que confere características isolantes quando aplicada a materiais de construção civil. A caracterização tecnológica da amostra de vermiculita mostrou-se importante, para determinar a qualidade do material extraído no semiárido paraibano.

O difratograma exibiu a fase característica da vermiculita na distância interplanar de 14, 53 Å ($2\theta = 6,08^\circ$), e ainda alguns picos reflexivos indicando a presença de biotita, o que é concordante com a literatura que afirma que a vermiculita é produto de alteração da biotita.

Os teores de óxidos encontrados são condizentes com o padrão comercial determinado pela associação de vermiculita, indicando a alta qualidade do material e a possibilidade de aplicação do mesmo em argamassas e concretos em decorrência do alto teor de sílica.

Já os resultados de análise térmica apresentam picos endotérmicos, possivelmente associados a perda de água estrutural, e um pico exotérmico, que provavelmente indica a recristalização de uma nova fase.

REFERÊNCIAS

CARVALHAES, C. **Vermiculita**. In: LIMA, T. M. (Org.); NEVES, C. A. R. (Org.). Sumário Mineral 2015. DNPM, Brasília, 2015.

EL-GAMAL, S. M. A.; HASHEM, F. S.; AMIN, M. S. **Thermal resistance of hardened cement pastes containing vermiculite and expanded vermiculite**. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, [s.l.], v. 109, n. 1, p.217-226, 3 jun. 2011. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s10973-011-1680-9>.

KOKSAL, F.; GENCEL, O.; KAYA, M. **Combined effect of silica fume and expanded vermiculite on properties of lightweight mortars at ambient and elevated temperatures**. Construction And Building Materials, [s.l.], v. 88, p.175-187, jul. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.04.021>.

LI, L.; ZHOU, X.; LI, Y.; GONG, C.; LU, L.; FU, X.; TAO, W. **Water absorption and water/fertilizer retention performance of vermiculite modified sulphoaluminate**

cementitious materials. Construction And Building Materials, [s.l.], v. 137, p.224-233, abr. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.01.061>.

MO, K. H.; LEE, H. J.; LIU, M. Y. J.; LING, T.-C. **Incorporation of expanded vermiculite lightweight aggregate in cement mortar.** Construction And Building Materials, [s.l.], v. 179, p.302-306, ago. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.05.219>.

NASCIMENTO, M. C. B. **Argamassa térmica produzida com resíduos da exploração e processamento mineral de caulim e vermiculita expandida.** 2008. 130 f. Dissertação (Mestrado em Minerais e Rochas Industriais) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2008.

SCHACKOW, A.; EFFTING, C.; FOLGUERAS, M. V.; GÜTHS, S.; MENDES, G. A. **Mechanical and thermal properties of lightweight concretes with vermiculite and EPS using air-entraining agent.** Construction And Building Materials, [s.l.], v. 57, p.190-197, abr. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.02.009>.

SOUZA, M. M. **Caracterização e processamento de vermiculitas na Paraíba.** 2004. 86 f. Dissertação (Mestrado em Tratamento de Minérios) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 2004.

THE VERMICULITE ASSOCIATION. **Vermiculite**, 2002. Disponível em: <http://www.vermiculite.org/>. Acesso em 13 de fev. 2016.

UGARTE, J. F. O.; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. **Vermiculita.** In: LUZ, A. B. (Ed.); LINS, F. A. F. (Ed.) Rochas & Minerais Industriais: usos e especificações. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 865 – 887.

USGS - U.S. Geological Survey, 2019, **Mineral commodity summaries 2019**: U.S. Geological Survey, 200 p., <https://doi.org/10.3133/70202434>.