

## MICA E O AGALMATOLITO

Silas Sena - Pesquisa Mineral - Lamil Lage Minérios Ltda.  
Junho de 2007.

### RESUMO

A mica é um mineral funcional com propriedades muito raras e exclusivas[1], que determinam sua funcionalidade de alto desempenho em diversos materiais como tinta, papel, borracha[2], plásticos[3,4,5], adesivos, eletrodos e outros.

As micas se destacam por se fragmentarem perfeitamente em lamelas ou folhas, como se fosse um maço de papéis espalhadas sobre uma mesa.

O termo mica é empregado no mercado de cargas minerais para exprimir uma característica lamelar sobre a sua funcionalidade.

O Agalmatolito é constituído por minerais ricos em alumínio mais quartzo, existindo zoneamentos bem definidos dentro do corpo [6,7], onde encontram-se zonas ricas e exclusivas de moscovita, mica branca. A partir do processamento diferenciado desde a lavra até uma micro-aero-seleção é obtida as variações de produtos da mica.

### APLICAÇÃO DA MICA

A mica possui várias aplicações conhecidas e muitas outras ainda não exploradas no mercado nacional, devido à carência de um produto nacional de qualidade e aos altos preços dos importados.

A mica possui propriedades mecânicas / físico-químicas especiais e únicas proporcionado pela sua estruturação em camadas e composição química rica em potássio e alumínio.

Aplicações e propriedades das micas:

1. **Reforço Mecânico** em compostos poliméricos promovido pela alta Razão de Aspecto [5], modificação das propriedades mecânicas isotrópicas;
2. **Resistência Química** às intempéries e a ataques químicos, protegido pelos tetraedros de silicato de baixíssima reatividade;
3. **Resistência Térmica** pela sua estruturação atômica e pela sua composição química gera uma estabilidade térmica até 110°C em resinas de silicone [5];
4. **Isolamento Elétrico** devido à distância entre os cátions livres, separados pelas camadas silicatos, isolantes naturais [1].
5. **Revestimento Superficial** em tintas industriais, promovendo cobertura e fechamento do substrato, auxiliando a resina na proteção contra corrosão;
6. **Pigmentos** em tintas automotiva, mobiliária, eletro-eletrônicos, bicicletas, etc., com propriedades superiores como estabilidade química, alto brilho e efeito perolado promovido pelo aumento no ângulo de reflexão, maior pureza e definição da cor [8].
7. **Composto de Borracha** promove a diminuição do índice de tempo de cura, aumento da densidade de ligações cruzadas (melhor vulcanização), aumento

no módulo, aumento da rigidez, mas ocorre diminuição da resistência à abrasão.

### CARACTERÍSTICAS DAS MICAS

A imagem na figura 1 apresenta uma rocha composta de 100% de micas tipo moscovita, onde os minerais têm a forma de folhas ou lâminas (lamelas) muito finas e de fácil desagregação. Suas lamelas são geralmente unidas por forças fracas, secundárias, ao longo do eixo c, característica dos filossilicatos tipo pirofilita e talco. Mas também podem ser unidos por pontes de potássio entre as camadas de tetraedros.

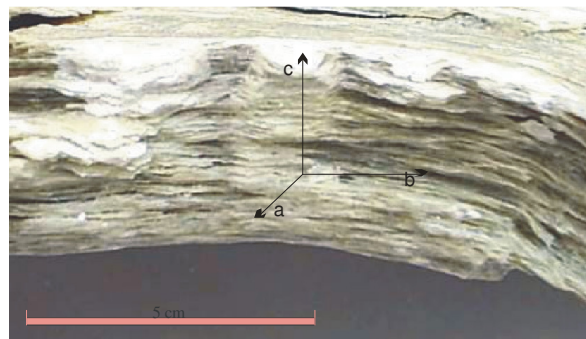


Figura 01: fotografia de uma rocha (Lamil) com mineral de mica apresentando suas lâminas definindo sua clivagem perfeita.

O termo mica, [9] do latim *micare* (brilho) é entendido pelo mercado como cargas lamelares com alta razão-de-aspecto (relação entre a maior e a menor dimensão do mineral), geralmente branca, com certa pureza química e apresentando um aspecto de purpurina no visual e no tato.

### CRISTALOGRAFIA

A estrutura das micas [1,10,14] é constituída por planos de tetraedros ligados, em duas dimensões, formando uma folha (fig. 02), onde três dos quatro oxigênios dos tetraedros  $\text{SiO}_4$  são compartilhados com os tetraedros vizinhos, levando a uma relação  $\text{Si}:\text{O}=2:5$ , que é denominada de "folha siloxama" ou simplesmente folha tetraédrica. Para a constituição dos minerais dessa classe as folhas tetraédricas são unidas a folhas octaédricas, constituídas por brucita  $[\text{Mg}(\text{OH})_2]$  ou gibbsita  $[\text{Al}(\text{OH})_3]$ , originando duas famílias ou clãs, denominados respectivamente de trioctaédrica e dioctaédrica.

As micas do tipo moscovita e pirofilita são dioctaédricas, enquanto o talco e a clorita são trioctaédricas, por exemplo [15].

### A MICA NO AGALMATOLITO

O agalmatolito é uma rocha composta de vários tipos minerais, onde todas as variedades são silicatos de alumínio e/ou também potássio. A base mineralógica do agalmatolito é a pirofilita  $((\text{Si}_4\text{O}_{10})\text{Al}_2(\text{OH})_2)$  e a

moscovita ( $KAl_2Si_3AlO_{10}(OH,F)_2$ ), podendo apresentar também, zoneamentos na jazida ricos em diásporo, cianita e andaluzita, turmalina e quartzo.

A pirofilita e a moscovita pertencem à classe dos silicatos, subclasse filossilicatos e à família das micas. A pirofilita têm suas folhas unidas por forças de *Van der Waals* caráter hidrofóbico, enquanto a moscovita por ligações iônicas [10] caráter hidrofílico.

Ambos os minerais podem ser esfoliados em finas lâminas com alta razão de aspecto, porém, isto depende do tipo de formação da rocha (mais ou menos compacta (fig. 03)), tipo de moagem e classificação. Para otimizar a produção de mica, a lavra é direcionada para as zonas de *mica coarse* (fig. 01).



Figura 03: fotografia das amostras de rocha composta de 100% de moscovita apresentando-se compacta, mica ultrafina.

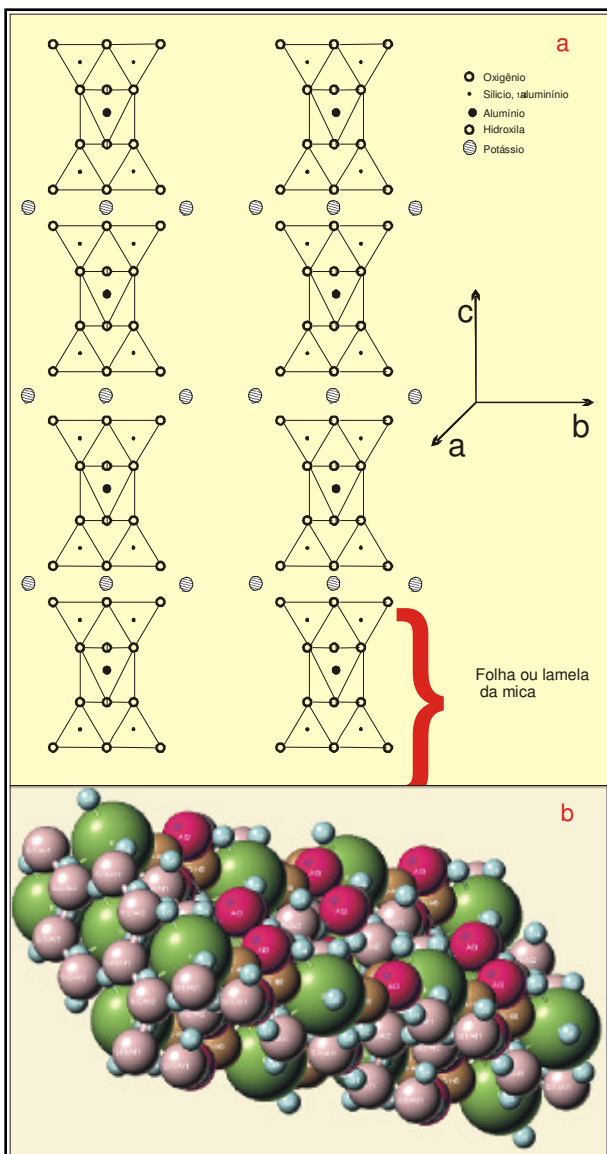


Figura 02: Ilustrações sugerindo arranjo atômico dos tetraedros e octaedros de gibbsita remontando a arquitetura da mica. Modificado de (a) Mica [1] e (b) Webmineral [11].

Em rochas de aspecto maciço, os minerais são muito pequenos, e mais resistentes à esfoliação, a fotomicrografia (fig.04) destaca partículas de moscovita não laminada, proveniente de uma rocha compacta/maciça e *grand fina*. Enquanto em rochas xistosas e com lamelas mais grosseiras são naturalmente micas esfoliadas, como pode-se analisar na fotomicrografia das figuras 05 e 06, que mostram uma mica com alta razão de aspecto.

Nas jazidas da Lamil há um variedade de agalmatolito, ricas em moscovita, que pode alcançar 98% de pureza denominada sericita xisto mica *grand fina* (fig. 04), e moscovita xisto com lamelas de até 5 cm (figs. 05 e 06).

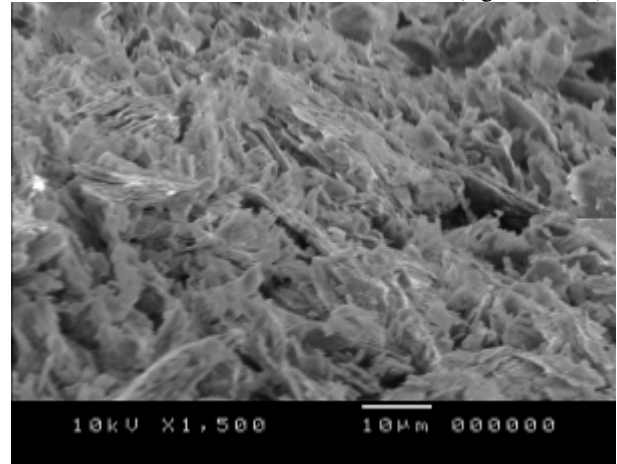


Figura 04: fotomicrografia de MEV do produto Lamil com granulometria. Grand fina.

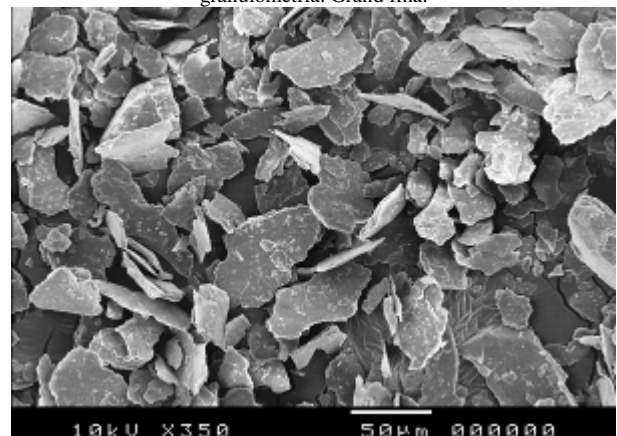


Figura 05: Aspecto geral de micas coarse em fotomicrografia de MEV.

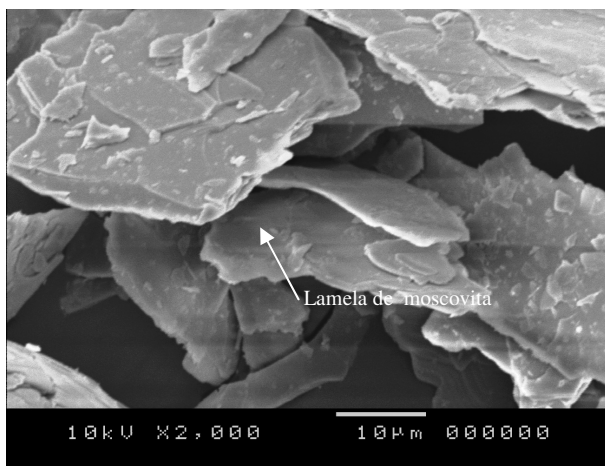


Figura 06: Detalhe das finíssimas lamelas de moscovita em fotomicrografia de MEV.

Existem processos sofisticados que elevam bastante a razão de aspecto da mica mesmo em tamanhos ultra reduzidos sem comprometer a sua estrutura, através, por exemplo de técnica de esfoliação ultra sônica [12]. Porém são técnicas ainda em estudos de viabilização para aplicação industrial.

Para melhoria na aderência às resinas se propõe uma mudança nas características físico-químicas de superfície, onde um processo de calcinação a 300°C modifica o potencial zeta do mineral [13].

A produção de mica no Brasil poderia ser maior, se houvesse investimentos em tecnologias mais viáveis de micronização e tratamento destes produtos.

### CONCLUSÕES

O consumo de mica no Brasil ainda não está maduro em função do desconhecimento do mercado sobre sua funcionalidade e da produção restrita em qualidade e tecnologia agregada.

A Lamil realiza pesquisas e desenvolvimentos de novas técnicas de beneficiamento e tratamento de seus materiais, focando na otimização das propriedades e funcionalidades exigidas pelo mercado.

Inovando nossa linha de produtos, a Lamil lançou uma linha de MICA para os diversos segmentos e aplicações.

### REFERÊNCIAS

- [1] D. M. Hepburn, I.J. Kemp, A.J. Shields: Mica, Deis, 2000, p. 19.
- [2] Viviane A. Escócio, Agnes F. Martins, Leila L.Y. Visconte, Regina C.R. Nunes: Influência da Mica nas propriedades Mecânicas e Dinâmico-Mecânicas de Composições de Borracha Natural, IMA, 2003, p. 130.
- [3] Daoji Gan, Shiqiang Lu: Mechanical Properties and Friction Behavior of a Mica-filled Poly(aryl ether Ketone) Composite, Elsevier, 2001, p. 1359.
- [4] C.J.R. Verbeek: Highly Filled Polyethylene / Phlogopite Composites, Elsevier, 2001, p. 453.

- [5] Maged A. Osman, Ayman Athallah, Martin Müller, Ulrich W. Suter: Reinforcement of Poly(dimethylsiloxane) networks by Mica Flakes, Elsevier, 2001, p. 6545.
- [6] Nogueira H., Barzaghi L.: Composição Mineralógica do Agalmatolito de Pará de Minas - São Paulo, 1972, Ed. Cerâmica n° 71, 371-380.
- [7] Moraes, Luciana J.: Jazidas de Agalmatolito em Minas Gerias - Rio de Janeiro, 1938, pg. 89-96.
- [8] Revista Química e Derivados - <http://www.quimica.com.br/revista/qd397/tintas2.htm>
- [9] Cavalcante, Patrícia M. T.; Baltar, Carlos A. M.; Sampaio, João Alves - Mica, Rochas e Minerais Industriais - 2005. Ed. Cetem. Pg. 531-544.
- [10] Santos, Pérsio de Souza - Ciência e Tecnologia de Argilas - 1989, vol. 01. Ed. Edgard Blücher. Pg. 38-44.
- [11] Site internacional de cooperação científica nos assuntos de mineralogia - <http://www.webmineral.com/data/Muscovite.shtml>.
- [12] J.L. Pérez-Rodríguez, A. Wiewióra, J. Drapala, L.A. Pérez-Maqueda: The effect of sonication on dioctahedral and trioctahedral micas, Elsevier, 2006, p. 61.
- [13] Satoshi Nishimura, Peter J. Sales, Hiroshi Tateyama, Kinue Tsunematsu, Thomas W. Healy: Cationic Modification of Muscovite Mica (An Electrokinetic Study), Langmuri, 1995, p. 291.
- [14] E. W. Radoslovich: The Structure of Muscovite,  $KAl_2(Si_3Al)O_{10}(OH)_2$ , Acta Cryst, 1960, p. 919.
- [15] Klein, Cornelis - Mineralogy Tutorials, Manual of Mineralogy - 21ª Ed., Prod. by S.M. Stoller Corporation.
- [16] James B. Hedrick: 2005 minerals yearbook / Mica, 2005, p. 50.5
- [17] Anuário mineral Brasileiro 2006 - [www.dnpm.gov.br/assets/galeriadocumento/anuariomineral2000/MICA.doc](http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriadocumento/anuariomineral2000/MICA.doc);