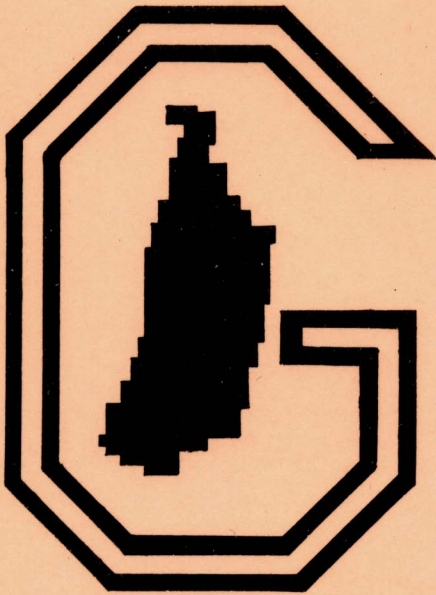


ISSN 0101-708X



UFG – IQG

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

# BOLETIM GOIANO DE GEOGRAFIA

PUBLICAÇÃO ANUAL – VOL. 7/8 N. 1/2 – JANEIRO/DEZEMBRO 1987/1988

AS POSSIBILIDADES DA UTILIZAÇÃO DA VERMICULITA FINA NÃO-EXPAN-  
DIDA NA AGRICULTURA

J. M. Fleury\*

RESUMO

O autor apresenta dados teóricos, da possibilidade da utilização da vermiculita fina não-expandida no solo agrícola, baseado nos seus conhecimentos de professor de agrogeologia, que foi por vários anos na Escola de Agronomia da UFGO; pelo desenvolvimento de alguns trabalhos pedológicos a empresas particulares e pelo seu trabalho na pesquisa de vermiculita realizado numa das jazidas de São Luiz de Montes Belos, cujo relatório foi apresentado ao Departamento Nacional de Produção Mineral.

Sua tese principal está na propriedade da vermiculita fina e não-expandida possuir propriedades sortivas de umidade e de cátions, quando presente no solo, ensejando assim a possibilidade de reter por período mais longo, a umidade e os cátions no solo, ao nível dos cultivos.

Por esta propriedade estende sua tese na possibilidade de se utilizar a vermiculita finamente moída ou naturalmente subdividida, como sub-produto da lavra de vermiculita comercial, em mistura com o pó calcário ou com adubos a fim de diminuir a ação lixiviante da água de percolação, ação esta de grande poder na erosão vertical em solos de climas tropicais, e deste modo, tentar reduzir o volume tanto do pó calcário como dos adubos, quando em mistura com a vermiculita fina e não-expandida, para a obtenção do mesmo resultado no solo.

Sugere o autor, mais trabalhos de pesquisa tanto teórica como, principalmente experimental, sobre esta tese a qual julga de enorme importância para a agricultura.

---

\* Professor Titular do Depto. de Geologia do IQG - UFGO.  
Consultor e Assessor Técnico de Geologia e Ecologia para Empresas e Particulares, através do seu escritório J.M. Fleury.

## TERMINOLOGIA

A palavra Vermiculita vem do Latim "vermiculas" ou pequenos vermes, devido tornarem-se suas lâminas em formas de bastões e largos filonetes como se fossem vermes.

É um Aluminossilicato básico hidratado de Magnésio, Ferro e Alumínio de fórmula química:  $(Mg, Fe, Al)_3 (Al, Si)_4 O_{10} (OH)_2 \cdot 4H_2O$ . Pertence ao grupo das micas, e quando no solo finalmente subdividida pela ação do intemperismo, podem ter algumas propriedades coloidais e reagem no solo à semelhança das argilas montmorilonitas.

Na forma mineral, tem as características das micas, de forma achatada e esfoliando-se na clivagem basal em lâminas muito finas. Sua cor varia de parda a parda-amarelada; amarelo-ouro; amarelo-bronze e às vezes com aspectos esverdeados. Seu brilho é baço. Sua dureza varia de 1 a 1,5, na escala de Mohs; pouco flexível e bastante quebradiça, com peso específico de 2,4 a 2,7.

Sua principal e mais notável propriedade é a de expandir-se rapidamente até um volume de 6 a 25 vezes maior, ao ser submetida a uma temperatura de 900 a 1000°C. Pode contar com outros cátions como o Cromo, o Manganês, o Fósforo, o Enxofre e o Cloro, na sua estrutura.

## ORIGEM E OCORRÊNCIAS

A vermiculita pode originar-se da alteração pelo intemperismo, da biotita, normalmente em quantidades pouco expressivas como jazimentos, todavia, aproveitáveis para os solos agrícolas, e também por meio do metamorfismo ou transformação de filões ou lentes de biotita ou flogopita e de corpos de metaultrabasitas, ricos em piroxênios e anfibólios, os quais por ação hidrotermal, a baixas temperaturas sofreram a transposição para a vermiculita. Esta última gênese é a que produz os grandes jazimentos.

A vermiculita está associada a rochas ultrabásicas ou a pegmatitos que são ou foram ricos em biotita, podendo assim ocorrer tanto superficialmente, como soterrada, sendo este último tipo de ocorrência, ainda não muito economicamente viável para sua extração.

Ela pode apresentar-se nos jazimentos em placas de tamanhos centimétricos até finamente subdividida.

## RESERVAS E PRODUÇÃO

Até bem pouco tempo a vermiculita não tinha mercado. só mais recentemente, de uns cinco anos para cá é que se tem incrementado a utilização deste minério, principalmente na construção civil, como isolante térmico e acústico, e em substituição, hoje, bem mais vantajosa de custo, do isopor, que é um sub-produto do petróleo.

O Brasil hoje ocupa o terceiro País do mundo em reservas e produção, como se vê no quadro abaixo, extraído do Sumário Mineral de 1981, do Ministério das Minas e Energia e Departamento Nacional da Produção Mineral:

Países	Reservas	Produção
EE.UU.	90.726 x 10 <sup>3</sup> ton.	288 x 10 <sup>3</sup> ton.
África do Sul	72.576 x 10 <sup>3</sup> ton.	185 x 10 <sup>3</sup> ton.
Brasil	16.000 x 10 <sup>3</sup> ton.	15 x 10 <sup>3</sup> ton.

Como se vê, o Brasil ainda tem uma produção bem reduzida em comparação com seus parceiros maiores.

Suas jazidas se situam pela ordem de grandeza nos estados de Goiás (Catalão/Ouvidor; e Sancrerlândia/São Luiz de Montes Belos), Bahia, Piauí, São Paulo, Paraná e Minas Gerais.

## TIPOS COMERCIAIS, PROPRIEDADES E USOS

A vermiculita comercial, ou seja aquela empregada como isolante térmico ou acústico, deve ter tamanho superior a 0,50 mm. ou 32 mesh, o que implica em considerar refugo toda vermiculita fina, com tamanho inferior a 32 mesh.

No tratamento mecânico da vermiculita para a obtenção da vermiculita comercial, passa para o refugo todo o material argiloso com a vermiculita fina.

A vermiculita pode ser utilizada nos seguintes setores:

**Construção Civil** - Isolante termo-acústico para lages e paredes; agregado leve para concreto estrutural; proteção impermeabilizante em lages de coberturas; miolos de divisórias e portas, como função de "corta-fogo"; revestimento de câmaras à prova de som e de fogo.

**Indústria Siderúrgica** - Blocos simples e compostos ou em flocos, no revestimento de altos fornos.

**Indústria Cerâmica** - Tijolos e argamassas isolantes, para fornos de alta temperatura.

**Indústria Naval** - Isolante termo-acústico na construção de navios.

**Outras** - Na indústria de embalagens à prova de fogo e de choque; na indústria de filtros, como elemento filtrante.

**Agricultura** - A vermiculita quanto mais fina, melhor como elemento de mistura nos solos agrícolas, durante o gradeamento, a fim de prover o solo com melhores condições de poder higroscópico e reter por mais tempo a umidade ao nível das raízes; em mistura com o pó corretivo calcário, para maior poder de correção do pH; em mistura com fertilizantes, para impedir uma maior lixiviação dos elementos macro e micro nutrientes.

As principais propriedades físicas em valores médios da vermiculita podem ser resumidas:

- Ponto de fusão	- 1.350°C
- Dureza	- 1,5
- Densidade Aparente	- 90/150kg/m <sup>3</sup>
- Condutibilidade Térmica	- 0,0326 kcal/m <sup>2</sup> h°C
- pH	- 7,0
- Absorção Acústica	- 50%

A análise química média é a seguinte:

- SiO <sub>2</sub>	- 40%
- MgO	- 22%
- Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	- 15/18%

- Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	- 10%
- K <sub>2</sub> O	- 5/8%

A possibilidade de utilização da vermiculita fina na agricultura, visa valorizar o minério de vermiculita e melhorar as condições químicas do solo, nos seguintes aspectos:

a) - Os solos tropicais ou sub-tropicais já possuem boas condições físicas, todavia, devido seu alto grau de permeabilidade, os processos lixiviantes pelas águas de percolação são acentuados, arrastando para além das raízes das culturas os cátions trocáveis, e, é esta mesma permeabilidade que favorece uma evaporação acentuada da umidade dos solos, deixando-os facilmente ressecados, influenciando drasticamente na capacidade de campo e no coeficiente de murchamento do solo.

Daí a importância de se conseguir uma maior capacidade de campo e um menor coeficiente de murchamento, com uma maior e mais perene retenção da umidade ao nível das raízes;

b) - A erosão vertical, tanto empobrece o solo natural, como atua no sentido de arrastar para o sub-solo os cátions Ca e Mg, necessários à redução de H iônico no solo, por consequência, da sua acidez, e também no arraste dos elementos nutrientes fornecidos pela adubação artificial. A lixiviação em solos tropicais, principalmente em solos de cerrados e cerradões, arrastam com relativa facilidade os cátions para o sub-solo obrigando-se a uma calagem e adubação constantes. Seria então necessário que se encontrassem meios e modos de fazer com que estes cátions, permanecessem por mais tempo ao nível das raízes de plantio, resistindo mais à ação lixiviante das águas de percolação, daí se pensar na utilização da vermiculita fina não-expandida.

## A VERMICULITA COMO ARGILA DE SOLOS

O clima tropical úmido e os elevados índices pluviométricos, provocam a destruição de argilas nobres como as montmorilonitas e ilitas, transformando-as sucessivamente em caolinitas e óxidos de Fe e Al. A transformação em óxidos de Fe e Al, conhecida como laterização é típica de climas tropicais e sub-tropicais e este processo requer umidade atmosférica, portanto, climas com chuvas, em alternância com período seco mais ou menos longo, com baixa umidade atmosférica.

As argilas podem ser distribuídas na classificação a baixo: (Figuras 01 e 02)

	<u>Si</u> :	<u>Al</u>
NOBRES: Montmorilonitas - Tipo	2	: 1
Iilitas	"	2 : L
POBRES: Caolinitas - "	1	: 1
Sexquióxidos de Fe e Al.		

De acordo P.F.Pratt a capacidade de troca de cátions (CTC) do solo em miliquivalente por 100 gramas (meg/100gr.) das principais argilas no solo estão expostas no quadro abaixo, sabendo-se que uma micela de argila, está sempre com um enxame de cátions adsorvidos nela devido suas propriedades eletronegativas. (Figura 03)

## Meg/100 grs.

Montmorilonitas	50 a 100
Iilitas	30 a 50
VERMICULITAS	80 a 100
Caolinitas	5 a 15
Sexquióxidos de Fe e Al	2 a 5
Alofanas ou Argilas Cripto cristalina ou Amorfas	40 a 150

Buckman e Brady evidenciam que atualmente com os instrumentos e técnicas de pesquisa mais aperfeiçoados, os cientistas do solo e mineralogistas têm demonstrado a presença no solo de outros grupos importantes de argilas silicatadas. Dois exemplos são frequentes em certos solos, a CLORITA e a VERMICULITA. Estes minerais aparentemente contêm magnésio como compo-

nente principal, das unidades cristalográficas. Embora, ainda se conheça pouco a respeito das propriedades específicas destes minerais na condição de argilas, ou seja, finamente subdividida, sabe-se que porém dispõem de razoável CTC e sob este aspecto a Clorita iguala a Ilita e a Vermiculita, muitas vezes excede a Montmorilonita. À medida que novas pesquisas, forem sendo realizadas novos esclarecimentos virão à tona.

O diagrama apresentado a seguir é bem ilustrativo, (Figura 04) mostrando as condições gerais para a formação dos vários tipos de argilas silicatadas e de óxidos de ferro e alumínio, desde o clima frio até o equatorial (tropical), indo da esquerda para a direita. Em cada caso a gênese das argilas é acompanhada pela remoção de elementos solúveis com o K, Na, Ca e Mg.

Por este diagrama, vemos que em climas tropicais os tipos comuns são os caolinitas e os óxidos de ferro e de alumínio, tão somente em condições especiais, é que podem aparecer em grandes proporções os outros tipos.

A vermiculita como argila de solo é do tipo estrutural 2:1, como as montmorilonitas e ilitas e sua estrutura pode ser considerada como derivado do talco por meio de substituições parciais isomorfas de Si por Al. A estrutura da vermiculita contém Mg e Fe, sendo que os íons de Mg não estão firmemente retidos nas unidades cristalográficas e podem ser substituídos por outros cátions da solução do solo, sendo assim perfeitamente trocável ou substituível, o que é de grande valia e importância para a vida vegetal. (Figura 05).

A unidade cristalográfica da vermiculita apresenta-se com dois tipos de água interlamelar:

- 1<sup>a</sup> - a que está ligada a cátions trocáveis;
- 2<sup>a</sup> - a água livre, que não está circundando os cátions trocáveis, sendo facilmente expulsada a temperatura ligeiramente superior a 110°. (Figuras 06 - A.B.C.)

Quando a vermiculita é submetida a uma temperatura de 350 a 650 graus centígrados a água interlamelar se perde por evaporação e a unidade cristalográfica apresenta um achatamento das lamelas, com redução do espaçamento basal ou interplanar e aumento do espaço entre as unidades cristalográficas, daí sua expansão ou aumento de volume. Como na indústria de expansão da vermiculita ela é submetida a uma temperatura que varia



de 800 a 1000 graus centígrados, torna-se evidente a perda das propriedades de capacidade de troca de cátions, e de seu poder higroscópico, pela redução quase a zero dos espaços interlamelar, e aumentos dos espaços entre as unidades lamelares.

#### A UTILIZAÇÃO DA VERMICULITA FINA NÃO-EXPANDIDA NO SOLO

A tese apresentada é a possibilidade da aplicação da vermiculita não-expandida no solo, quer diretamente, quer em mistura com o pó calcário ou com adubos.

Em vista do exposto atrás, vimos que, os solos de climas tropicais e sub-tropicais, são de alta permeabilidade, isto porque a profunda ação dos agentes do intemperismo, muito mais atuante que nos solos de climas temperados e frios, faz com que haja uma desintegração física acentuada no corpo da rocha e nos próprios minerais, dando condições para uma maior superfície específica de ataque pelas reações químicas das águas pluviais, com uma decomposição profunda dos minerais e desmantelamento estruturais deles, tudo isto acelerado pela ação vigorosa da temperatura nestes climas. Por isso, os nossos solos são levados ao processo de sialitização e lateralização muito rapidamente, destruindo as argilas nobres, e empobrecendo-os cada vez mais de partículas siltosas, tornando-o arenosos ou areno-argilosos, na maior parte, sendo que as argilas predominantes são as caolinitas e as argilas de óxidos de Fe e Al; daí a pobreza dos solos tropicais em CTC (capacidade de troca catiônica) e sua sempre boa condição física e de arajamento.

A carência ou mesmo a falta de humus muito comum nos solos tropicais, provoca a combinação dos cátions liberados dos minerais, com o ácido silícico, dando silicatos alcalinos mais ou menos solúveis, portanto susceptíveis de se perderem por lixiviação vertical pela ação das águas de percolação, ou gravitacionais.

A presença do humus, onde os humatos ácidos, reagem com os cátions liberados, dando humatos solúveis, os quais permanecem no Horizonte "A", não permitindo facilmente a combinação dos cátions com a sílica, não havendo assim perda excessiva, de cátions nesta fase de sialitização.

O emprego da vermiculita no solo, do tipo comercial, ou seja, expandida, não deixa de agir no sentido de reter alguma umidade, todavia, a expansão provocada, faz com que a verm

culita tenha grandes bolsas de vazios, cujo poder higroscópico não sendo muito eficiente, perde a água retida com relativa facilidade pela ação da temperatura elevada dos climas tropicais, esta mesma temperatura que faz baixar o nível freático de 2 a 4 metros no período da estiagem, pela evaporação em fluxo contínuo, a partir das partículas de superfície. (Figura 07)

Se a retenção de umidade não é tão eficiente, o mesmo se poderia dizer para CTC destas vermiculitas expandidas.

Parece-nos que em países de climas temperados tem utilizado esta vermiculita com relativo sucesso, todavia, ali o clima não tem variação acentuada de temperatura em 24 horas durante o ano todo, como o nosso caso de clima tropical, tem mais variações acentuadas anuais. A aplicação da vermiculita comercial e expandida em terrenos arenosos tipo deserto, só haveria de dar resultado positivo, pois ali sendo praticamente nulo o poder sortivo dos solos, qualquer coisa que se aplicar com algum poder sortivo seria benéfico, mas não é o caso dos nossos solos de cerrados.

O que se pretende em tese é demonstrar que a vermiculita para ser utilizada no solo com maior eficiência em poder sortivo e maior CTC, seria aquela finamente sub-dividida, quer naturalmente, quer mecanicamente, não-expandida e abaixo de 05,mm.

Quanto mais finamente sub-dividida melhor será sua ação no solo, de preferência, abaixo de 0.074mm. (200 mesh), pois aí teríamos as ações das águas intelamelares com seu poder de troca iônica acentuado. Neste caso a vermiculita fina poderia ser aplicada sozinha, a fim de dar melhores condições higroscópicas e sortivas ao solo, ou seja, aumentar seu poder de retenção de umidade, melhorar sua capacidade de campo e permitir uma menor taxa de evaporação, (Quadro 01), além de permitir, maior retenção de cátions nas lamelas, e nas micelas coloidais. Como a vermiculita sofrerá a ação do intemperismo a sua decomposição fornecerá ao solo K e Mg da sua composição, sabendo-se que o Mg é trocável mesmo sem que haja alteração química, profunda.

A tese ainda abrange a possibilidade de se misturar o pó calcário com a vermiculita para uma aplicação conjunta, numa proporção talvez 2:1 e com isto se ter por meio da vermiculita fina um maior tempo de retenção do Ca e do Mg ao nível das raízes da cultura, freando a ação lixiviante e reduzindo

do-se a quantidade de pó corretivo e da vermiculita nos anos seguintes para a obtenção do mesmo resultado, pois não haveria perda total do Ca e do Mg pelo CTC e do poder sortivo da vermiculita, a qual permanecerá no solo por longo tempo. (Quadro 02).

A mesma coisa se poderia fazer com os adubos, pois sendo estes muito solúveis, sua perda por lixiviação é acentuada de um ano ao outro, nos solos tropicais e a vermiculita seria como o moderador na ação lixiviante, dando condições de permanência por maior tempo dos cátions dos adubos ao nível das raízes do plantio, devido sua capacidade de retenção dos cátions. Quanto a proporção de mistura ainda é obscuro, necessitando-se de trabalhos experimentais que aguardamos a oportunidade de realizá-los, pois julgamos também neste caso conseguir-se uma substancial redução na quantidade de adubação, utilizando-se a vermiculita misturada com os adubos.

#### CONCLUSÃO

Julgamos ter apresentado uma tese de real importância, abrangendo dois polos distintos: primeiro o da mineração da vermiculita e do seu tratamento mecânico, que considera como refugio, todo material de tamanho inferior a 0,5mm., material este de enorme importância para os solos tropicais; segundo o do aproveitamento de solos de cerrados e cerradões, que é penalizado por um custo elevado na aplicação de grandes volumes de pó corretivo calcário e de adubos, para se atingir a produtividade almejada, produtos estes que são lixiviados nestes solos, rapidamente, pelas condições de baixo poder de retenção de cátions de suas argilas, pela sua alta permeabilidade e pela pouca presença de matéria orgânica natural (humus), além do alto índice de evaporação de umidade natural. Deste modo, poder-se-á reduzir a quantidade convencional de pó calcário e por consequência, de adubos, nas necessidades reais do solo, com uma adequada mistura de vermiculita com o pó calcário e com os produtos de adubação, obtendo-se um real barateamento nos custos e promovendo um prolongamento na ação destes dois produtos artificiais, no solo.

## MÉTODOS DE REPRESENTAÇÃO

Vários são os métodos empregados para representar a força de retenção da água pelo solo. Dentre eles, bem difundido é aquele que compara esta força de retenção com a pressão exercida pelo peso de uma coluna de água cuja altura é dada em centímetros. Seus valores podem ser expressos em atmosferas ou pF, que vem a ser logaritmo decimal da altura, em centímetros, da coluna de água

Quadro 01 — Pressão exercida por uma coluna de água, em centímetros, com valores correspondentes expressos em atmosfera e pF Segundo *Buckman* (6)

Altura da coluna de água		Valor aproximado da pressão
cm	atm	pF
1	1/1000	0
10	1/100	1
100	1/10	2
346	1/3	2,5
1.000	1	3
10.000	10	4
15.849	15	4,2
31.623	31	4,5
100.000	100	5
1.000.000	1.000	6
10.000.000	10.000	7

QUADRO 01

## ASSIMILAÇÃO DOS PRINCIPAIS NUTRIENTES PELAS PLANTAS

ELEMENTOS	pH						
	4,0	4,5	5,0	5,5	7,0	6,0	6,5
nitrogênio	0	20	50	75	100	100	100
fósforo	0	30	32	40	50	100	100
potássio	0	30	35	70	90	100	100
enxofre	0	40	80	100	100	100	100
cálcio	0	20	40	50	67	83	100
magnésio	0	20	40	50	70	80	100
solos ácidos					acidez leve		neutro

Fonte: BRDE

### TONELADAS DE CALCÁRIO POR HECTARE A USAR PARA CORRIGIR A ACIDEZ DO SOLO

pH	terra			
	Arenosa	Mista	Argilosa	Turfosa
4,0	2,0	6,0	9,0	21,0
4,2	1,9	5,6	8,5	19,5
4,4	1,8	5,2	8,0	18,0
4,6	1,7	4,8	7,5	16,5
4,8	1,6	4,4	7,0	15,0
5,0	1,5	4,0	6,5	13,5
5,2	1,4	3,6	6,0	12,0
5,4	1,3	3,2	5,5	10,5
5,6	1,2	2,8	5,0	9,0
5,8	1,1	2,4	4,5	7,5
6,0	1,0	2,0	4,0	6,0

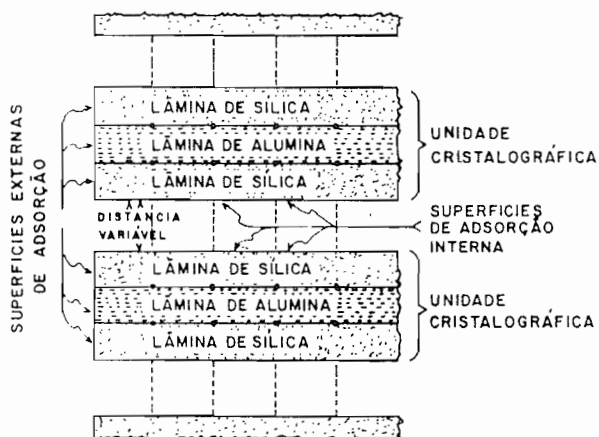


FIGURA 01

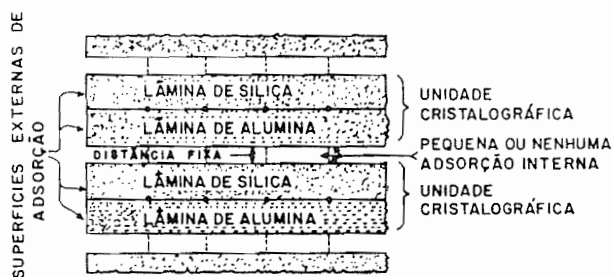


FIGURA 02

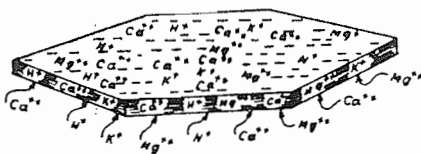


FIGURA 03



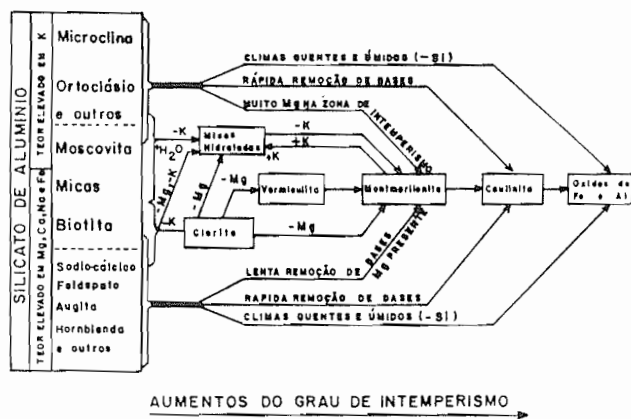


FIGURA 04

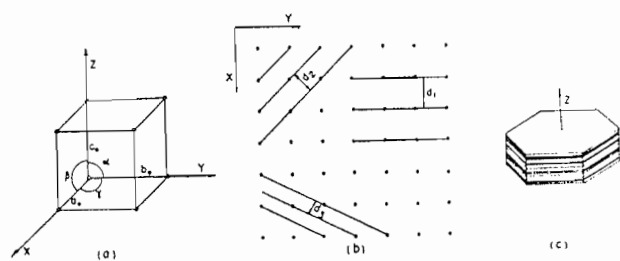
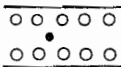
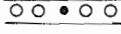



Figura 05 - (a) Eixos cristalográficos X, Y e Z, parâmetros e cela unitária (b) representação do retículo cristalino, assinalando-se algumas famílias de planos possíveis, com as distâncias interplanares  $d$  correspondentes; (c) planos de clivagem da mica.

Espaçamento basal, $d$ (Å)	Temperatura	H <sub>2</sub> O e cátion interlamelar	Descrição
14,4	ambiente		2 camadas de H <sub>2</sub> O; com ligeiro aquecimento acima de 110°C ficam apenas 8 moléculas de H <sub>2</sub> O em contato com o cátion ( $d = 13,8$ Å)
11,6	350°C		1 camada de H <sub>2</sub> O
9,0	650°		corresponde à estrutura do talco

## COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ESTRUTURA DOS MINERAIS DE ARGILA

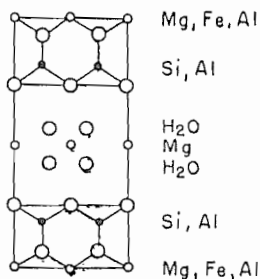


Figura O6-B — Representação esquemática da estrutura da vermiculita, observando-se os íons hidratados de magnésio no centro da estrutura.

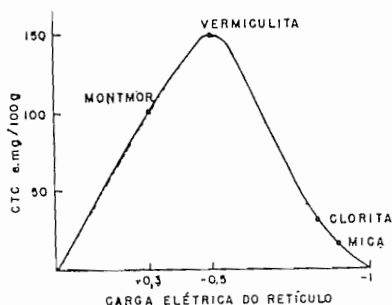


Figura O6-C—Relação entre capacidade da troca de cátions e o déficit de carga compensado ou não, devido a substituições isomorfas nas camadas de tetraedros e octaedros dos argilominerais.

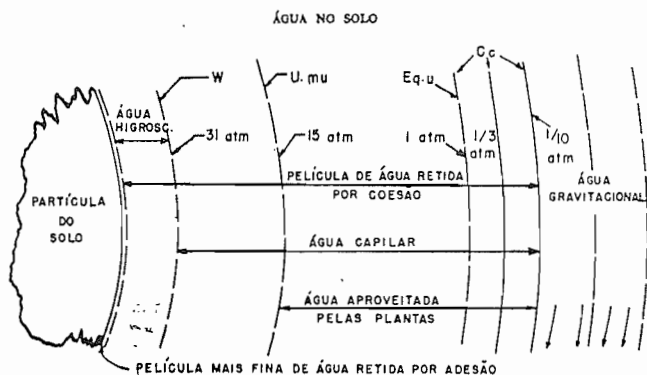


Figura O7 - Representação esquemática do espessamento progressivo da película de água e do declínio correspondente da tensão com que essa água é retida por uma partícula de solo em um macroporo. São representadas, também, a posição da água de adesão, de coesão, higroscópica, capilar, gravitacional e as diversas constantes de umidade.

FIGURA 07

