

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA DA PARTE ARGILOSA DE SOLOS USADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS RODOVIÁRIOS.

Nilso BARELLJ*

RESUMO: O microscópio eletrônico de varredura (MEV) provou ser extremamente adequado para o estudo da morfologia, textura e montagem de argilas em solos usados em base de rodovias. Observou-se também que algumas amostras são mais propícias ao exame pelo MEV devido ao tamanho dos cristais, melhor cristalização e textura aberta.

UNITERMOS: Argilas; morfologia; textura.

INTRODUÇÃO

O microscópio eletrônico de varredura (MEV) é excepcionalmente adequado para o estudo de argilas, porque oferece uma visão tridimensional ampliada e com grande profundidade de foco da superfície não modificada da amostra. A única preparação necessária para a observação é o recobrimento da amostra por uma fina película metálica, a qual é obtida em evaporador a vácuo e que serve para prevenir o acúmulo eletrônico na superfície da amostra, fazendo-os escoarem por eletrificidade estática.

A resolução da ordem de 200 Å e aumentos de 50.000 vezes está em uma faixa conveniente entre aquela do microscópio óptico (MO) e do microscópio eletrônico de transmissão (MET). Muito mais importante entretanto é a profundidade de foco oferecida, a qual está na ordem de dezenas de micra¹, com referência à do MO. Isto significa que uma superfície razoavelmente rugosa, tal como a produzida por uma fratura metálica ou a

exibida por uma pequena amostra biológica, permanecerá totalmente em foco, mesmo a grandes aumentos. A imagem obtida é semelhante em aspecto à do MO de reflexão, mas a resolução e a profundidade de foco são muito melhores. O princípio de operação do MEV tornou-se atualmente bastante familiar. A superfície da amostra é "iluminada" por feixe eletrônico fino que foi condensado de uma fonte por lentes eletromagnéticas contidas na coluna do microscópio. Este feixe varre a superfície da amostra em sincronismo com o sinal de um tubo de raios catódicos (TRC). O sinal resultante da interação do feixe eletrônico com a amostra é coletado por um detector eletrônico adequado e usado para modular o brilho no TRC. Os elétrons secundários são os mais frequentemente usados para se estudar a topografia de materiais sólidos. O número de elétrons secundários emitidos depende, entre outros fatores, do número atômico da amostra, do ângulo que a superfície faz com o feixe incidente e da forma, espessura e posição de cada partícula. Assim,

* Departamento de Química Tecnológica e de Aplicação — Instituto de Química — UNESP — 14.800 — Araraquara — SP.

profusões, pontas ou arestas emitem mais rapidamente que superfícies planas. O brilho e contraste de cada ponto observado no TRC estão relacionados com os detalhes da superfície da amostra. A grande profundidade de foco, inerente ao tipo de instrumento, é parcialmente devido ao fato de que os elétrons secundários ou de baixa energia podem descrever trajetórias curvas. A aplicação de uma voltagem de influência (*bias voltage*) ao coletor de elétrons, puxam os sinais para o cintilador dando informações de regiões mais profundas.

Vários trabalhos^{2,3,4}, citados na literatura brasileira, descrevem o emprego do MEV, porém nenhum deles dando o enfoque que ora proposto.

Com a montagem de um microscópio eletrônico de varredura JSM-P15 (Jeol Electronic Equipments) no Instituto de Química de Araraquara, iniciamos o estudo da parte argilosa de solos usados em base de rodovias paulistas, para observar a morfologia dos argilo-minerais (topografia das partículas em forma e porosidade), microestrutura, textura e associações, possivelmente criando subsídios para a engenharia de rodovias na escolha de materiais naturais que possam abaxiar os custos da construção. Tornou-se imediatamente aparente que certos argilo-minerais são mais fáceis de se examinar que outros, isto dado ao maior tamanho, melhor cristalização e morfologia distinta. Os resultados quase que só se referem à caulinita, o argilo-mineral mais frequente nos solos estudados, contudo há amostras contendo haloisita e montmorilonita. A identificação foi acompanhada por difração de raios-X em câmara de 114,6 mm e radiação de $\text{CuK}\alpha$ ($\lambda = 1,5418 \text{ \AA}$).

II — AMOSTRAGEM E PREPARAÇÃO

As amostras foram coletadas pelo DER-SP, Seção de Araraquara (DER-4). A preparação das amostras é relativamente

te simples, considerando-se a sofisticação do equipamento e isto realmente aumenta seu uso e aplicação. O tamanho das amostras é limitado pelo cabeçote, as quais poderão ter 1,0X0,5X1,0 cm. O pó das amostras pode ser espalhado diretamente sobre uma pasta condutora (prata), mas um bom substituto é o esmalte de unhas. Pequenos torrões ou grumos das amostras podem ser colados diretamente sobre o esmalte, ou pequenos paralelepípedos recortados com uma serra fina também podem ser usados.

Como os solos não são condutores, estes devem ser recobertos com uma fina película metálica para evitar o acúmulo de carga, antes porém deve-se recobri-los com uma película de carbono, de um arco volático, para evitar ruídos na imagem. Ambos os recobrimentos são efetuados em alto vácuo e a película metálica possui uma espessura da ordem de 100-200 \AA , a qual em nada modificará a superfície da amostra, pois a resolução do microscópio está acima disso (250 \AA). A metalização é feita em ângulo de 45°, relativo à base do metalizador, isto para garantir a maior área de metalização da amostra.

III — RESULTADOS E DISCUSSÕES

Certas características dos argilo-minerais são mais facilmente observáveis pelo MEV do que por outro método convencional. Tais características incluem as que envolvem a superfície e os aspectos tridimensionais, tais como morfologia, montagem (*fabric* — relações entre os limites de partículas) e textura (arranjo global das partículas).

Morfologia

As Figs. 1, 2, 3, 4 e 5, mostram como o MEV pode resolver o problema da determinação da morfologia de argilo-minerais.

A Fig. 1 é a visão de caulinita de um solo laterizado. Nota-se que não existem cristais isolados, mas um aglomerado de pequenos cristais (ordem de 1/10 μ), os

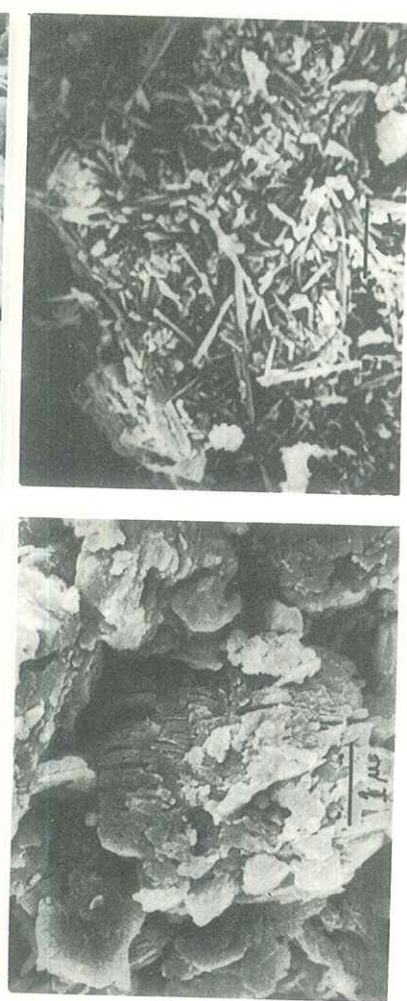
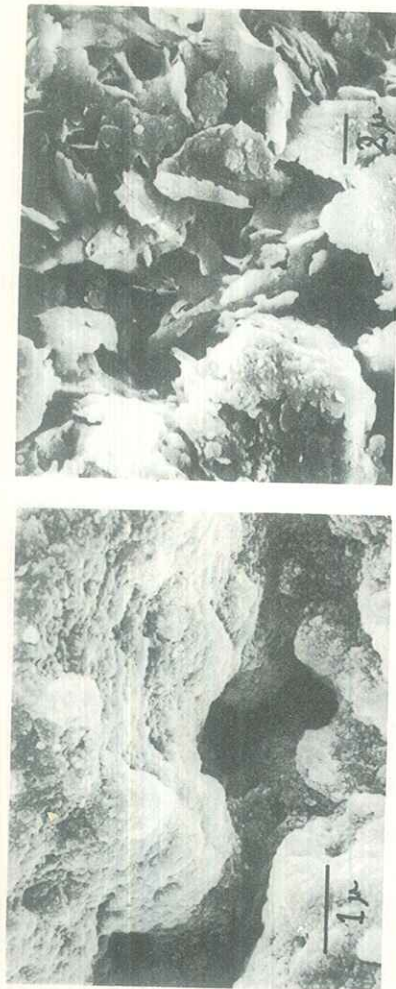


FIG. 1 — Caulinita de solo laterizado. Jazida de Trábjju-Rodovia Araraquara - Jaú.

FIG. 2 — Caulinita placóide de solo não laterizado. Jazida do Cambui — Rodovia SP 310 — Washington Luis.

FIG. 3 — Caulinita sanfonada esférica. Rodovia dos Bandeirantes Km 97 + 00m, prof. 14m.

FIG. 4 — Bastonetes de haloisita. Rodovia Castelo Branco, Km 29 + 100m.

FIG. 5 — Montmorilonita - Rodovia SP 321, Km 273 + 00m Ibitinga-Bauru.

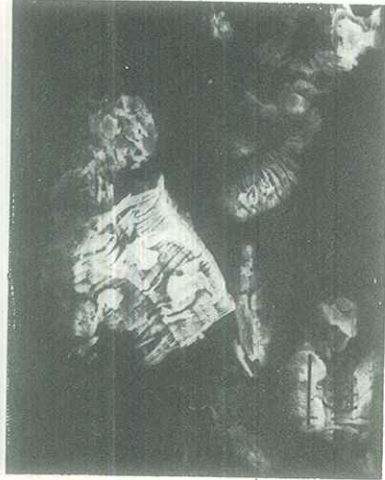


FIG. 6 — Caulinita escalonada. Br. 116. Trevo com a Rodovia da Banana.

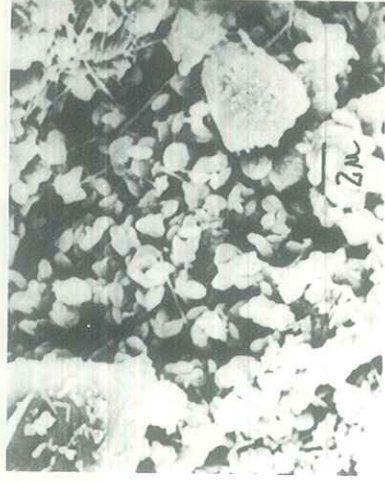


FIG. 7 — Associação Caulinita - haloisita. Rodovia Castelo Branco Km 29 + 100m.

quais se empacotam de uma maneira ma-
ciça, porém nota-se a aparente porosidade
existente, dando ao material a aparência
de uma pipoca. A Fig. 2 mostra a morfo-
logia das plaquetas de caulinita de um so-
lo não laterizado, onde se nota a existên-
cia de pequenos cristais isolados. Pode-se
ver mesmo que as maiores plaquetas de
argila apresentam a composição de pla-
quetas menores. Na Fig. 3 vê-se uma es-
tranha morfologia da caulinita a qual cha-
mamos de sanfonada. É constituída de
plaquetas apresentando uma certa esferi-
cidade a qual provavelmente foi adquirida
devido à tensão superficial de alguma
água de hidratação, retendo a forma esfé-
rica mesmo após a água haver-se evapora-
do. A Fig. 4 mostra a morfologia de bas-
tonetes de haloisita. A Fig. 5 ilustra a ca-
racterística morfológica da montmorilo-
nita. Esta morfologia peculiar, a qual
assemelha-se a um favo de abelhas,
desenvolve-se provavelmente devido ao
encolhimento do material expandido, as-
sim que ele seca.

Montagem - Fabric

O microscópio eletrônico de varredura é o único em capacidade para revelar as relações entre partículas, tais como entrelaçamentos e características de interpen-

CONCLUSÃO

O MEV, dada a grande facilidade de operação e rapidez na preparação das amostras, aliada à grande profundidade

de foco, provou ser extremamente útil no estudo da morfologia, montagem e textura de argilo-minerais que estão presentes em solos usados como base de pavimentos rodoviários.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq pelo auxílio recebido.

Proc. 30.0206/79 G.C.

BARELLI, N. — Scanning electron microscopy of clays in soils used as road foundation. *Ecl. Quím.*, São Paulo, 7: 25-29, 1982.

ABSTRACT: *The scanning electron microscope (SEM) proves to be ideally suited for studying the morphology, texture and fabric of clays in soils used as road foundation. It is also seen that certain samples are more easy to examine by SEM because of their larger crystallite size, better crystallinity and open texture.*

KEY-WORDS: *Clays; morphology; texture.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- REIMSCHUESSEL, A.C. — Scanning Electron Microscopy Part I and II — *J. Chem. Ed.*, 1972, 49 n.º 8 and 9.
- SILVA, F.T.; CADOU, Y; MANNHEIMER, W.A. — *Rev. Bras. Tec.* 1972, 3, 205.
- FERRÁN, E.M. — *Rev. Bras. Tec.* 1975, 6, 27.
- ARIAS, D.H. — Tese COPPE/UFRJ — Emprego do microscópio eletrônico de varredura no estudo da redução de minérios de ferro e pelotas aglomeradas brasileiras, in, *Rev. Bras. Tec.*, 1971, 2, 171.