

## SECÇÕES DELGADAS DE SOLOS: MÉTODO DE IMPREGNAÇÃO \*

A. C. TEIXEIRA MENDES \*\*

S. C. FALCI \*\*\*

J. L. I. DEMATTÊ \*\*

### RESUMO

O presente trabalho apresenta um método desenvolvido para a impregnação de amostras de solo indeformadas, com a posterior finalidade da confecção de secções delgadas.

A impregnação é efetuada sob vácuo e em um dessecador adaptado para receber a mistura impregnante. Esta, é constituída pela resina poliéster Polylite T 213 diluída em monômero de estireno e catalisada com peróxido de metil-etil-cetona.

A confecção das secções delgadas não apresentou problemas que pudessem ser atribuídos a falhas na impregnação, tais como desintegração da amostra, dissolução da mesma em água, trincas, etc.

Lâminas de solos e argilas foram obtidas com resultados amplamente satisfatórios.

### INTRODUÇÃO

Segundo OSMOND (1955) foi somente quando secções delgadas de rochas e fragmentos de rochas foram preparadas e extensivamente usadas por Sorby em 1850, que os primeiros petrologistas puderam fazer mais do que descrever megascopicamente a aparência das rochas.

Até há pouco tempo o pedologista estava se defrontando com dificuldades semelhantes na descrição e investigação do solo. As determinações químicas e físicas de muitas espécies contribuíram para o aumento da quota de informações acerca do solo. O microscópio eletrônico permitiu a observação da forma dos indivíduos da fração argila, enquanto que as técnicas de análise de difração dos raios X permitiram a detecção da estrutura das mesmas. Mas, o estudo do solo em um estado não perturbado só pôde ser conseguido através de seu exame em secções delgadas.

---

\* Entregue para publicação em 25/7/1973; trabalho apresentado em 1971 no XIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo realizado em Guarapari, Vitória, E. S.

\*\* Professor de Disciplina e Livre Docente, respectivamente, do Departamento de Solos e Geologia da E.S.A. «Luiz de Queiroz», Universidade de São Paulo.

\*\*\* Pós-Graduada da E. S. A. «Luiz de Queiroz» e bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, à qual agradece pela Bolsa de Aperfeiçoamento.

Ainda segundo OSMOND (1955), foram Delage e Lagatu em 1904 os primeiros que estudaram o solo em secções com cerca de 0,01 mm de espessura, mas o modo como conseguiram preparar tais secções não foi revelado.

Ross, Harper e Volk, Leggette e outros (OSMOND, 1955) em 1924 utilizaram no exame microscópico de solos, secções de 0,05 mm de espessura, estudando a estrutura e os espaços porosos.

A «Micropedologia» de KUBIENA apareceu em 1938, onde o autor descreveu minuciosamente a obtenção de secções delgadas de amostras de solos com 0,03 mm de espessura. As observações do autor revelaram que os solos têm uma «microfabric» distinta das estruturas mais grosseiras observáveis no campo, e também que, Podzóis, Brown Earth, Chernozem e Rendzinas têm «fabrics» diferentes.

Uma das aplicações mais interessantes do uso da técnica de secções delgadas foi desenvolvida por FREI & CLINE (1949) que estudaram a micro morfologia de seis perfis de uma sequência do Gray-Brown Podzolic Brown Podzolic, com «intergrades». As secções delgadas provaram a evidência de que a argila do horizonte B do solo Gray-Brown Podzolic é acumulada pela água em percolação, sendo concentrada nas faces dos agregados e arranjada opticamente em camadas contínuas ao longo das paredes dos canais. A «fabric» da superfície do solo Brown Podzolic é grandemente semelhante àquela de um Podzol, enquanto que a dos horizontes minerais superiores pareceu muito similar à horizonte B desse mesmo solo. O exame dos perfis «intergrade» mostrou que, com a perda de bases no solo Gray-Brown Podzolic, os sesquióxidos foram deixados na superfície e que havia uma degradação progressiva do horizonte B a partir do topo, de modo que o desenvolvimento do solo Brown Podzolic ocorria nas camadas superiores do Gray-Brown Podzolic.

Através dos anos, o estudo dos solos em secções delgadas foi-se ampliando grandemente, sendo hoje uma ferramenta indispensável na gênese e classificação de solos. Assim, por exemplo, as cutans iluviais são uma característica diagnóstica importante dos horizontes argílicos na classificação de solos proposta pelo SOIL SURVEY STAFF (1960, 1967), visto que indicam translocação de argila em um perfil textural. O método mais seguro para a identificação das cutans iluviais é em secções delgadas examinadas sob microscópio petrográfico, conforme citou MILLER (1965).

Foi em 1964 que BREWER, utilizando suas publicações a respeito de vários assuntos, publicou o livro «Fabric and Mineral Analysis of Soils», onde registrou processos de estudo do solo, principalmente em secções delgadas sob microscópio petrográfico. Além de introduzir novos conceitos (matriz-s, vazios, cristalária, agregados) na observação microscópica, o autor propôs toda uma sequência de observações a serem seguidas.

BUOL & YESILOY (1964), estudando perfis Mohave barro-arenosos representativos dos solos Red Desert desenvolvidos em Avra Valley na parte setentrional do Arizona, Estados Unidos, em secções delgadas, constataram a presença de cutans iluviais em pequena quantidade. As secções delgadas

e o conteúdo total de argila indicaram iluviação de argila do horizonte A para o B. Entretanto, a quase completa ausência de argila orientada nos perfis, indicou que as cutans, se formadas, foram destruídas por perturbações naturais do solo, constatarem os autores, o que está em consonância com as conclusões de BUOL & HOLE (1961).

Na classificação de solos, como já foi dito, uma das principais utilizações das secções delgadas é na identificação das cutans iluviais, cuja presença diagnostica o horizonte argílico, visto que a pesquisa demonstrou que o aumento no conteúdo de argila com a profundidade não mais é prova de iluviação, como se pensava no início das investigações pedológicas (STEPHEN, 1960). Além disso, em determinados perfis de solos, as cutans podem não ser visíveis no campo, mas o estudo em secções delgadas poderá revelar a existência das mesmas. Assim é que GILE & GROSSMAN (1968), estudando solos de regiões desérticas no Novo México, Estados Unidos, não constatarem na morfologia dos mesmos a presença de cutans no horizonte argílico (identificado pela diferença textural). Mas, o estudo desse horizonte em secções delgadas sob microscópio petrográfico mostrou corpos de argila orientada dentro dos agregados; estes corpos foram por eles interpretados como restos de cutans iluviais formadas nas superfícies dos agregados durante os períodos pluviais do Pleistoceno. Sendo encontradas nas superfícies dos agregados e em canais, nos horizontes argílicos adensados em paleossolos do Pleistoceno, as cutans são uma evidência da iluviação de argila nessa Época. Mas, como citaram os autores, a preservação das cutans até a Época Recente requeriria restritas perturbações físicas. No caso dos solos estudados, o acúmulo autigênico de carbonato, a quantidade de argila silicatada e a proporção de fragmentos grosseiros favoreceram a perturbação do horizonte que foi perdendo suas cutans iluviais. Baseado pois nos dados de secções delgadas, os autores classificaram o solos de um modo totalmente diferente daquele que teriam feito se não utilizassem tal técnica.

NETTLETON et al (1969) afirmaram que, embora a argila de alguns horizontes B<sub>t</sub> de solos de textura fina e moderadamente fina de climas áridos e mediterrânicos no sudoeste dos Estados Unidos fosse altamente orientada, as cutans não puderam ser reconhecidas naquela parte do solo que mostrava maior conteúdo de argila. Em seu trabalho, os autores se propuseram a mostrar que: (a) corpos altamente orientados de argila e que frequentemente eram tomados como cutans iluviais no campo, poderiam ter-se formado sem iluviação; (b) a ausência de cutans iluviais em horizontes B<sub>t</sub> é consistentemente relacionada com a evidência micromorfológica de pressões na «fabric» e ao potencial contração-expansão do horizonte; (c) a iluviação de argila provavelmente teve lugar nesses solos. A utilização da técnica de secções delgadas e outras, permitiu aos autores concluir que: (a) os horizontes do subsolo, de textura fina e moderadamente fina, nas áreas de climas desérticos ou mediterrâneos no sudoeste dos Estados Unidos frequentemente não possuem cutans iluviais distintas; (b) as cutans iluviais estão ausentes nos horizontes de potencial contração-expansão alto, visto que as pressões produzidas tanto durante a contração como durante a expansão impedem a formação de superfícies de agregados que sejam suficientemente perma-

mentos para o acúmulo das cutans, e destroem quaisquer cutans já existentes; (c) houve evidência de que os horizontes sem cutans foram formados pela iluviação de argila e que portanto continuariam sendo considerados como argílicos.

Recentemente, BENNEMA et al (1970), no estudo de solos com horizonte argílico típico e solos com horizonte que possuía somente o mínimo necessário para ser enquadrado como tal, concluíram que estes últimos, apesar da fraca diferenciação dos horizontes, apresentavam, em volume, uma concentração de cutans iluviais semelhante à dos primeiros. Isto permitiu ao autores concluir, que nestes solos com fraca diferenciação textural, aqueles horizontes com poucas características de argílico o eram realmente, e com tanta expressividade quanto os típicos.

## REVISÃO DA LITERATURA

As amostras de solo são muito friáveis para poderem ser seccionadas ou polidas sem que se faça uma estabilização pela impregnação com algum material endurecedor.

O material de impregnação ideal deveria ter uma viscosidade tão baixa quanto possível sob as condições de impregnação, uma mudança mínima de volume ao endurecer e não ser polar. Além disso, as condições de impregnação não deverão afetar o arrançamento dos constituintes ou mudar-lhes as propriedades ópticas. Quando estabilizado, o material de impregnação deverá ser duro à temperatura ambiente, incolor e isotrópico em secção delgada (BREWER, 1964).

Com fito nessas características, muitos materiais foram pesquisados como meios impregnantes.

O primeiro material citado na literatura com resultados satisfatórios para materiais friáveis tratava-se, muito provavelmente, da resina conhecida com Bakelite (General Bakelite Company, Birmingham, Inglaterra), usada por ROSS (1924). OSMOND (1955) citou que Harper e Volk também a usaram concomitantemente a Ross, enquanto Leggette (DALRYMPLE, 1957) fez uso da mesma quatro anos mais tarde. ROSS (1924) realizou a impregnação por embebição das amostras durante 1 a 4 dias, após o que eram aquecidas durante 2 dias a 70-90°C. O maior inconveniente da Bakelite diz o autor, é o seu alto índice de refração (1,634) o que trazia alguns problemas no exame das lâminas, visto que o bálsamo (meio usado como fixador da amostra na lâmina) tem índice de refração 1,543.

KUBIENA (1938) utilizou na preparação de secções delgadas de solos e materiais friáveis, a resina Kollolith (Voigt und Hochgesang, Gottingen, Alemanha) que, junto com amostras de solo cortadas com cerca de 3 mm de espessura, era colocada em um tubo pirex de 2,5 cm de comprimento e 3,5 cm de diâmetro, evacuado a seguir. Aquecimento a 150-170°C derretia a resina que podia agora penetrar nos poros da amostra. O tempo de tratamento variava de 10 a 30 minutos conforme a porosidade do material. Do método des-

crito por ele e como relatou também BREWER (1964), deduz-se que, como desvantagens desse material aparecem: (a) o prolongado aquecimento a altas temperaturas com evidente borbulhamento da resina e perturbação da amostra; (b) o fato de que líquidos como o querosene dissolvem-no, forçando o desgaste a ser a seco, o que toma um tempo muito grande na confecção da secção delgada.

Muito provavelmente, o uso de resinas poliéster na confecção de secções delgadas foi introduzido por BOUREAU & BERGER (1947). Os autores utilizaram a resina Castolite (Castolite Company, Illinois, Estados Unidos) ativada por um catalisador de oxidação, realizando a impregnação sob vácuo do seguinte modo: a amostra seca ao ar era colocada em recipiente de vidro e a Castolite já ativada vertida dentro do mesmo até cobrir totalmente a amostra. O recipiente era então colocado em um dessecador e evacuado suavemente até que as bolhas de ar cessassem. Como havia redução de volume, mais Castolite ativada era colocada e o ar remanescente evacuado. O endurecimento se completava em 4 a 6 horas à temperatura ambiente (os autores usaram 0,1% do catalisador por peso de resina) após o que a amostra era levada à estufa por 30 minutos a 70°C.

FREI & CLINE (1949) utilizaram na confecção de secções delgadas uma resina natural denominada Sold (Vernicolor, Meilen, Suíça), sendo as amostras secas ao ar e saturadas com a resina segundo procedimento desenvolvido por Frei.

OSMOND & STEPHEN (1957) usaram como impregnante a resina sintética Ceemar para a confecção de secções delgadas com 0,03 mm de espessura. O desgaste era efetuado inteiramente a seco com Carborundum (The Carborundum Company, Nova Iorque) e aloxita fina H, apresentando o mesmo inconveniente já citado por BREWER (1964), quanto à resina Kollolith utilizada por Kubiena em 1938.

DALRYMPLE (1957) comparando a obtenção de secções delgadas de amostras de solo impregnadas com diversos materiais, propôs o uso da resina damar ou da resina Lakeside 70 (Hugh Courtright and Company, Illinois, Estados Unidos). Utilizava amostras de solos com 2 a 3 cm de diâmetro e 1 cm de espessura que eram imersas, para remoção do ar, em um recipiente contendo xilol. A seguir era removida para um recipiente com a goma aquecida quando então o xilol era substituído pela mesma, após o que a amostra era retirada e deixada à temperatura ambiente até completo endurecimento. O autor fez mais de 200 lâminas de solos e sedimentos usando esses materiais e, segundo ele, o método era rápido e fácil para a impregnação das amostras que não apresentaram deformação aparente em virtude do aquecimento.

BUOL & HOLE (1959) para a preparação de secções delgadas cortavam as amostras com cerca de mais ou menos 0,5 cm de espessura sem o uso de qualquer lubrificante. Após terem sido secas em estufa a 105-110°C por 24 horas, eram colocadas em um copo de 800 ml e cobertas com Castolite. O copo era colocado sob vácuo aplicado suavemente para evitar o borbulhamento violento da resina, e quando este abrandava, usualmente em 5 a 10 minutos, o

endurecedor Castolite era adicionado, muito bem misturado e a amostra retornava ao vácuo até novamente cessar o borbulhamento. O excesso de Castolite era vertido fora e as amostras colocadas em estufa a 70°C por 24 horas.

BARTELLI & ODELL (1960) utilizaram um método adaptado dos procedimentos de Dalrymple, Bourbeau e Berger, e Cady, sendo a mistura impregnante constituída de 55% de monômero de estireno, 45% de Castolite e catalisador peróxido de metil-etil-cetona.

BUOL (1960) relatou a seguinte técnica de impregnação de amostras de solo com Castolite ou com Laminac (American Cyanamid Company, Nova Iorque): a amostra era inicialmente seca em estufa a 105-110°C por 24 horas sendo a seguir colocada sob uma campana onde ficava sob a pressão de 7mm de Hg. Após alguns minutos o material impregnante (55% de Castolite ou Laminac, 45% de monômero de estireno e 20-25 gotas de endurecedor Castolite por 300 ml de solução) era deixado escorrer no recipiente. Quando a mistura cobria a amostra o ar era lentamente admitido. Retirada da campana ela era levada à estufa a 70°C e depois a 100°C por 12 horas, para endurecer.

Procedimento idêntico foi descrito por BUOL & FADNESS (1961), concluindo os autores que a saída do ar da amostra antes da introdução da mistura, minimizava o efeito de tensão superficial que se encontrava quando o ar era evacuado após inundação com a mistura impregnante.

BREWER (1964) arrolou diversos plásticos adequados à impregnação, anotando ainda o fato de que todos os materiais e métodos descritos até aquele momento seguiam, em linhas gerais, aquele prescrito por Bourbeau e Berger. Os plásticos em geral não polimerizam satisfatoriamente em presença de umidade e as impregnações são melhores quando realizadas sob vácuo. O autor recomendou que as impregnações fossem realizadas sob vácuo equivalente à pressão de 27 polegadas de Hg. Segundo ele, vácuos mais rigorosos são mais eficientes mas tornam-se insatisfatórios em virtude do borbulhamento muito vigoroso do plástico ou do catalisador e (ou) do acelerador adicionados. O autor citou o uso de: (a) Plastrene 47 (Polymer Corporation Pty. Ltd., Chemical Manufactures, Austrália) na proporção de 10 ml da resina para 2 gotas de catalisador G e uma gota de acelerador H; (b) Epirez n.º 2659E (Indelab Pty. Ltd., Austrália) semelhante à anterior, na relação de 10 ml da resina e 1 ml de endurecedor; (c) Durcupan (Fluka A. G., Chemische Fabrik, Buchs, S. G., Suíça), que sendo um plástico epóxi de baixa viscosidade é recomendado em especial para amostras úmidas e compactas; (d) Carbovax 6000 (Carbide and Carbon Chemical Company, Nova Iorque) que pode ser usado para amostras úmidas mas que tem o inconveniente de em secções delgadas ser anisótropo com baixa birrefringência e sob nicóis cruzados ter a aparência de um aglomerado de pequenos cristais; (e) Sóis de Látex que podem impermeabilizar amostras úmidas por difusão durante vários dias. A desvantagem é que requerem impregnação posterior com outros plásticos.

MILLER (1965) relatou que os materiais e as técnicas utilizadas em seu trabalho, seguiram com algumas modificações, as recomendações dadas por

Bartelli. O autor fez uma impregnação preliminar (sob vácuo) com mistura de Glyptal (General Electric Company, Estados Unidos) e solvente n.º 1511 na razão de 10:1. Para o endurecimento completo a amostra foi posteriormente impregnada com mistura de 45% de Castolite, 55% de monômero de estireno e 6-10 gotas de catalisador peróxido de metil-etil-cetona por 100 ml de resina, feita penetrar na amostra sob a pressão de 5 mm de Hg. Após a gelatinização da amostra esta era aquecida durante 12 horas a 40°C e depois a temperatura era elevada a uma razão não superior a 15°C por hora, até atingir 100°C onde permaneceu por uma hora.

LANGTON & LEE (1965) relataram um método que praticamente eliminava a contração e ruptura da «fabric» natural de Histossóis. Utilizaram a resina Carbovax 6000 para a impregnação, e na montagem da amostra na lâmina, Catoglas (Castolite Company, Illinois, Estados Unidos).

DOBELL & DAY (1966) sugeriram a utilização da resina Scotchast n.º 3 (Minnesota Mining and Manufacturing, Minnesota, Estados Unidos) na preparação de secções delgadas de sedimentos friáveis ou minerais pesados. A viscosidade da mesma é extremamente baixa e as amostras impregnadas puderam ser serradas, desgastadas e montadas com facilidade, asseguraram os autores.

GILE (1967) sugeriu um método simplificado para a impregnação de amostras de solo com uma quantidade relativamente pequena de materiais e tempo. Como material impregnante utilizou a resina Laminac diluída com acetona. Inicialmente as amostras eram secas em estufa a 90°C por uma noite, e após esfriarem em um dessecador recebiam a mistura impregnante, constituída de 3,5 partes de solvente para uma da resina e 35 gotas de catalisador Lupersol DDM (Lucidol Division, Pennwalt Corporation, Nova Iorque) para cada 1000 ml de solução. Cobertas com um prato de alumínio, que possuía um orifício de 6 mm de diâmetro, as amostras eram deixadas curando por três dias, quando então o prato de alumínio era removido e a evaporação continuava até que a solução se tornasse viscosa (usualmente em cerca de 2 dias). Assim curadas, as amostras eram novamente levadas à estufa a 90°C até completa solidificação, só sendo removidas da mesma quando frias.

CAMPOS (1968) utilizou a técnica de Dalrymple na impregnação de amostras de solo, introduzindo as seguintes modificações: (a) em vez de tubos de vidro usou recipientes de alumínio; (b) imergiu as amostras na goma em excesso de xilol e depois na goma aquecida; (c) a relação de goma para a de xilol foi de 2:1.

SINGH (1969) propôs um método para a impregnação de solos argilosos independentemente de sua mineralogia e grau de saturação. O ar e a água dos poros da amostra de solo eram substituídos por monômero de estireno. A amostra era a seguir impregnada com a resina Araldite (Ciba Ltd., Duxford, Cambridge, Inglaterra) e curada à temperatura de 55°C. O método forneceu secções delgadas excelentes e solos montmorilloníticos puderam ser tratados com o maior grau de sucesso possível.



PETTAPIECE & ZWARICH (1970) usaram amostras secas ao ar de torrões com 4 x 2 x 2 cm que foram impregnadas com mistura de Castolite e monômero de estireno na proporção de 1:1, seguindo essencialmente o método proposto por Buol e Fadness.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### 1. Materiais

#### Amostras

Foram utilizadas amostras de solos pertencentes aos grandes grupos Latossol Roxo e Terra Roxa Estruturada, e de Caolinita.

#### Materiais usados na impregnação

Resina de Polytite T 213 produzida pela Resana S/A, Indústrias Químicas, SP, cujas características são as seguintes: é uma resina poliéster, rígida, de baixa reatividade, de alta viscosidade, com sistema especial de promotor para rápida cura a frio. No estado líquido apresenta:

Teor de estireno .....	29 - 31%
Cor .....	azulada
Viscosidade .....	1700 - 2300 cps
Peso específico .....	1,144 - 1,154
Compatibilidade com estireno .....	infinita
Solventes .....	cetonas, ésteres, etc.

Monômero de estireno.

Peróxido de metil-etil-cetona (Peróxido de MEK, produzido pela Resana S/A, Indústrias Químicas, SP).

Frascos cilíndricos de vidro com aproximadamente 4 cm de diâmetro e 7 cm de altura.

#### Aparelhos e utensílios

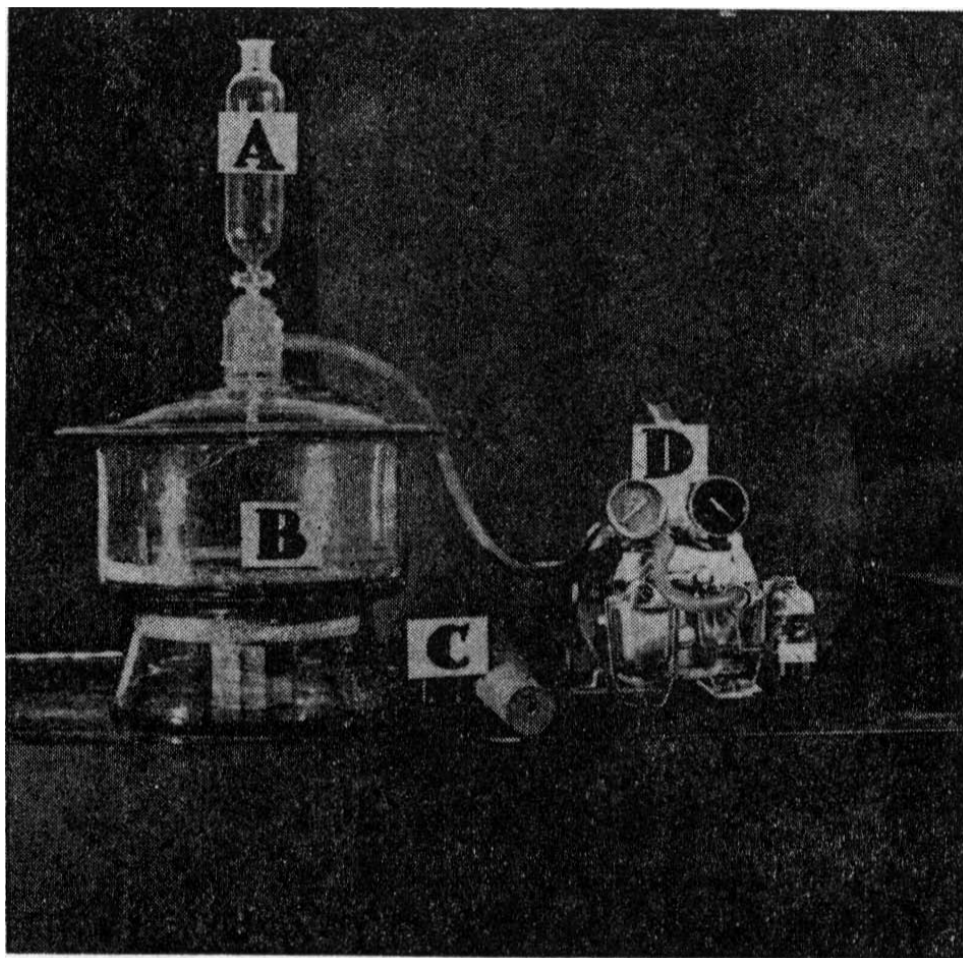
Equipamento para o corte das amostras de solo impregnadas. Utilizou-se uma serra elétrica com disco de diamante produzida pela Felker Di-Met Manufacturing Company, Estados Unidos, modelo 11 R.

Equipamento para desgaste das secções. Esta operação foi realizada em um prato de lapidação rotativo de fabricação da R. Fuess, Alemanha.

Equipamento para impregnação. Este aparelho (figura 1) foi montado no Laboratório de Mineralogia de Solos (Departamento de Solos e Geologia da ESALQ, USP) baseado em um apresentado por BREWER (1964), adaptan-



do-se a um dessecador a vácuo um reservatório para resina (A) e uma mesa com tampo giratório (B) para a impregnação de várias amostras. A mesa é girada com o auxílio de um imã (C). O vácuo é feito com uma bomba (D) provida de vacuômetro e motor de 1/4 de HP.



**Figura 1. Equipamento utilizado para impregnação.**

Chapa aquecedora de lâmina. Utilizou-se uma, de fabricação da Eberbach Corporation, Michigan, Estados Unidos.

Estufa com regulagem de temperatura. Foi utilizada uma, modelo 1078 1/2, de fabricação da WM. Boekel and Company, Inc., Philadelphia, Estados Unidos.

## **2. Métodos**

### **Preparo da amostra**

As amostras foram modeladas como cilindros de aproximadamente 4 cm de altura por 3 cm de diâmetro, sendo deixadas secar ao ar por 24 horas mais ou menos. A seguir, por outras tantas foram colocadas em estufa a 60-80°C para que a umidade restante fosse eliminada o mais possível, facilitando assim a penetração e polimerização da resina.

As amostras numeradas e assim preparadas foram colocadas nos frascos de vidro.

### **Impregnação**

Inicialmente tomou-se o cuidado de lubrificar a válvula de saída de ar e os bordos da tampa do aparelho com «Dow Corning High Vacuum Grease» (Dow Corning Corporation, Michigan, Estados Unidos) a fim de impedir a entrada de ar quando se fazia o vácuo.

Estando as amostras no aparelho, este foi tampado, mantendo-se fechada a saída de resina e abrindo-se a válvula de entrada e saída de ar conectada à bomba de vácuo posta a funcionar.

Fez-se um vácuo equivalente à pressão de 27 polegadas de mercúrio, deixando-se o dessecador permanecer nesta por 5 minutos, para eliminação do ar da amostra.

A solução de 55% de Polylite T 213, 45% de monômero de estireno e 6 gotas de catalisador peróxido de metil-etil-cetona por 100 ml de resina foi então colocada no reservatório e deixada escorrer lentamente dentro do frasco com a amostra.

Sob a pressão considerada, a resina borbulhava devido ao despreendimento de gases à medida que atravessava o tubo do reservatório e enquanto enchia o frasco com a amostra, sendo o borbulhamento suave.

Quando o nível da resina no frasco atingia uma altura de 1 a 2 cm acima do topo da amostra, fechava-se a saída de resina e colocava-se outra amostra sob o tubo do reservatório com a ajuda do imã.

Periodicamente a pressão era verificada.

Após terem sido todas as amostras (em número de 10 no presente caso) cobertas com a resina, eram deixadas a borbulhar por alguns minutos e, quando este se tornava mínimo devido tornar-se a resina um pouco mais viscosa à medida que o estireno era evaporado, o ar era lentamente admitido no dessecador. A pressão de aproximadamente uma atmosfera agia forçando a resina para dentro dos poros da amostra.

Retirados do dessecador, os frascos eram deixados repousar até a polimerização da resina. Com a quantidade de catalisador usada, a gelatinização se dava em 3 a 4 dias e o completo endurecimento dentro de mais 6 a 7 dias. Para finalizar o processo de cura, as amostras eram colocadas em estufa a 105-110°C durante 12 horas.

### **Corte**

Secções da amostra impregnada, com cerca de 0,5 cm de espessura, foram obtidas na serra com disco de diamante.

### Montagem da amostra

Após o corte, uma das faces da secção foi polida manualmente sobre placa de vidro com abrasivo umedecido com querosene. Fez-se uso inicialmente do Carborundum de número 600 passando-se depois para os de números 1000 e 1200 sucessivamente. A seguir a secção foi limpa com querosene e então enxaguada com acetona, estando pronta para ser montada na lâmina de vidro própria para microscopia.

Esta lâmina, de 2,6 x 4,6 cm, foi limpa, rotulada e colocada na chapa aquecedora de lâmina. Um copo de 50 ml contendo o cimento Lakeside 70 (Hugh Courtright and Company, Illinois, Estados Unidos) foi também aquecido na chapa até derreter, quando então foi aplicado sobre a lâmina com um bastonete e espalhado sobre toda a área a acomodar a face polida da amostra a ser colada.

Uma vez colada, a amostra era removida da chapa aquecedora e pressionada contra uma superfície plana até o completo endurecimento do Lakeside.

### Desgaste e polimento

Colada na lâmina, a amostra de solo foi levada ao prato de lapidação rotativo e desgastada com abrasivo. Inicialmente usou-se um abrasivo mais grosseiro — Carborundum de número 80 — passando-se sucessivamente para os mais finos — de números 120 e 600 — até que a lâmina atingisse a espessura de aproximadamente 0,05 mm. Neste momento o desgaste passou a ser sobre uma placa de vidro, com os abrasivos de números 1000 e 1200, a lâmina sendo afinada até ficar com mais ou menos 0,03 mm de espessura, quando então foi limpa com querosene e seca.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A impregnação em si mostrou-se altamente satisfatória, tanto para as amostras de solo como para as de argila, não havendo problema algum em quaisquer das fases da confecção da secção delgada.

Uma outra característica que pôde ser anotada, é que a quantidade de monômero de estireno utilizada não provocou contração da resina, pois quando isto acontece, a mesma quando curada, apresenta-se birrefringente: esta birrefringência pode ser observada como margens brilhantes ao teor dos elementos estruturais e vazios. A figura 2a é uma foto da secção delgada vista ao microscópio petrográfico e sob polarizadores cruzados, enquanto que a 2b é o esquema da mesma foto.

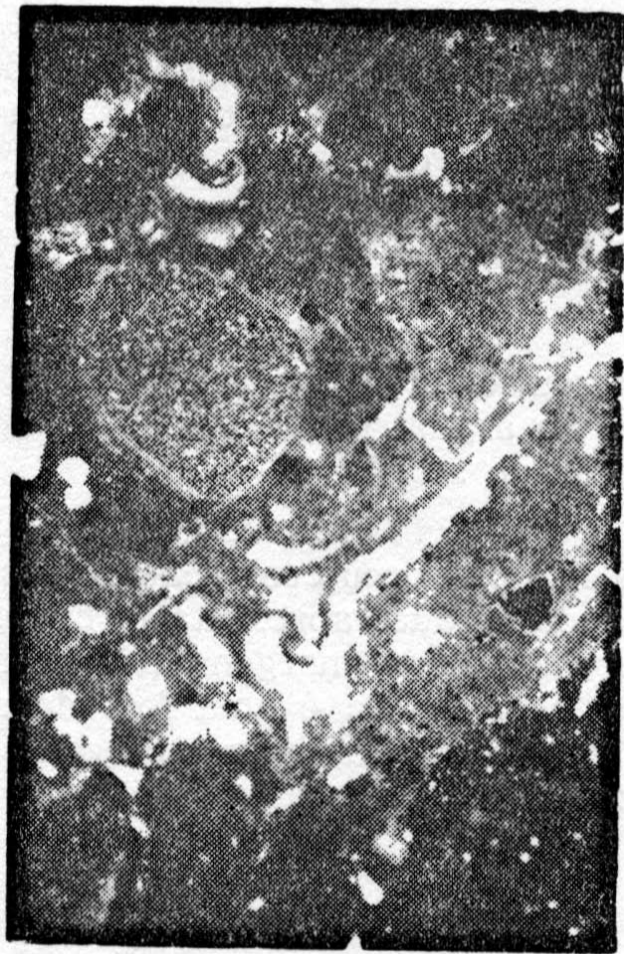


Figura 2a. Latossol Roxo, horizonte Ap. Pola-  
rizadores cruzados, 114 x.

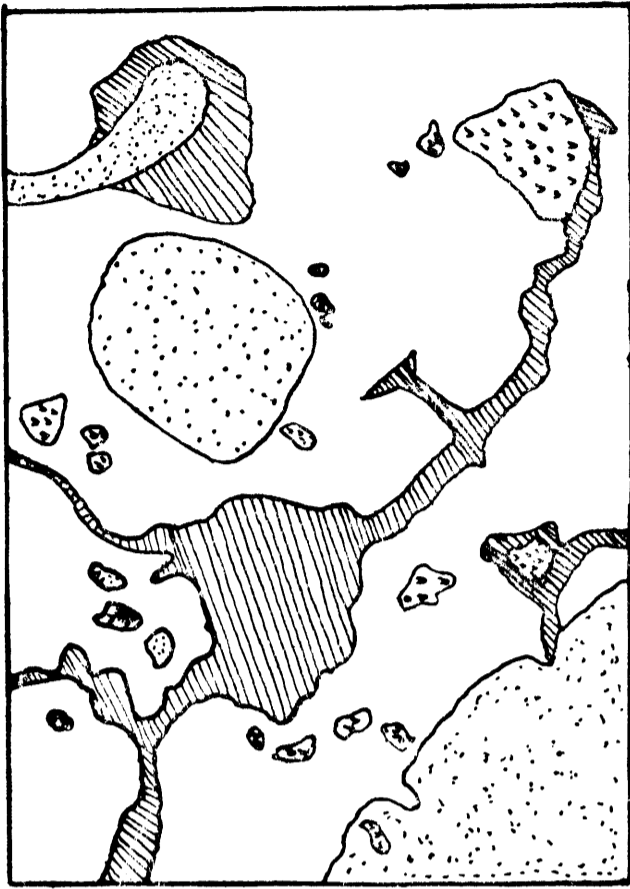


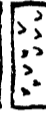



Figura 2b. Esquema da foto da figura 2a.

-  vazios preenchidos com resina.
-  cutans iluviais.
-  grãos minerais.
-  massa do solo.

## CONCLUSÕES

A qualidade das impregnações e secções delgadas obtidas mostraram que:

1. a resina poliéster Polylite T 213 convenientemente preparada adapta-se perfeitamente para a impregnação de amostras de solos e argilas;
2. a relação entre resina e monômero de estireno (11:9) revelou-se bastante adequada à impregnação.

## SUMMARY

### SOIL THIN SECTION: IMPREGNATING METHOD.

A method is described for impregnation undisturbed soil and clay materials with a clear and transparent plastic which polymerizes and hardens at room temperature.

The impregnation is carried out under vacuum in a desiccator adapted to receive the impregnating solution (polyester resin Polylite T 213 and monomeric styrene, with methyl-ethyl-ketone peroxide as catalyst).

Thin sections of soil and clay materials were obtained with satisfactory results. The effectiveness of the impregnation was ascertained by the absence of sample desintegration, dissolution in water and cracking.

## LITERATURA CITADA

- BARTELLI, L. J. & ODELL, E. T. — Laboratory studies and genesis of a clay-enriched horizon in the lowest part of the solum of some Brunizem and Graw-Brown Podzolic soils in Illinois. *Soil Science Society of America Proceedings* 24(5): 390-395. 1960.
- BENNEMA, J.; JONGERIUS, A. & LEMOS R. C. — Micromorphology of some oxic and argillic horizons in south Brazil in relation to weathering sequences. *Geoderma* 4: 333-335. 1970.
- BOURBEAU, G. A. & BERGER, K. C. — Thin sections of soils and friable materials prepared by impregnation with the plastic "Castolite". *Soil Science Society of America Proceedings* 12: 409-412. 1947.
- BREWER, R. — *Fabric and Mineral Analysis of Soils*. John Wiley and Sons, Inc., New York. xiii 470 pp. 1964.
- BOUL, S. W. — Clay skin genesis in Wisconsin soils. A thesis submitted to the Graduate School of the University of Wisconsin in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. xiii 109 pp. 1960.
- BUOL, S. W. & FADNESS, D. M. — New method of impregnating fragile material for thin sectioning. *Soil Science Society of America Proceedings* 25 (3): 253. 1961.
- BUOL, S. W. & HOLE, F. D. — Some characteristics of clay skins on peds in the B horizons of a Graw-Brown Podzolic Soil. *Soil Science Society of America Proceedings* 23 (3): 239-241. 1959.
- BUOL, S. W. & HOLE, F. D. — Clay skin genesis in Wisconsin soils. *Soil Science Society of America Proceedings* 25(5): 377-379. 1961.

- BUOL, S. W. & YESILOY, M. S. — A genesis of a Mohave candy loam profile. *Soil Science Society of America Proceedings* 28(2): 254-256. 1964.
- CAMPOS, D. A. F. — Micropedologia, Contribuição ao estudo de solos de Piracicaba. Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor. iv 77 pp. 1968.
- DALRYMPLE, L. B. — Preparation of thin sections of soils. *The Journal of Soil Science* 8(1): 161-165. 1957.
- DOBELL, J. P. & DAY, D. P. — Preparation of thin sections of unconsolidated or friable sediments. *Journal of Sedimentary Petrology* 36(1): 254. 1966.
- FREI, E. & CLINE, M. G. — Profile studies of normal soils of New York: II Micromorphological studies of the Graw-Brown Podzolic — Brown Podzolic soil sequences. *Soil Science* 68 (4): 333-344. 1949.
- GILE, L. H. — A simplified method for preparation of soil thin sections. *Soil Science Society of America Proceedings* 31(4): 570-571. 1967.
- GILE, L. H. & GROSSMAN, R. B. — Morphology of the argillic horizon in desert soils of southern New Mexico. *Soil Science* 106(1): 1-15. 1968.
- KUBIENA, W. L. — Micropedology. Collegiate Press, Ames, Iowa. xvi 243 pp. 1938.
- LANGTON, J. E. & LEE, G.B. — Preparation of thin sections from moist organic soil materials. *Soil Science Society of America Proceedings* 29 (2): 221-223. 1965.
- MILLER, F. P. — Physical, chemical, and mineralogical properties related to the micromorphology of the Canfield silt loam — A Fragiudalf. A thesis submitted to Graduate School of the Ohio State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. x 218 pp. 1965.
- NETTLETON, W. D.; FLACH, K. W. & BRASHER, B. R. — Argillic horizons without clay skins. *Soil Science Society of America Proceedings* 33(1): 121-125. 1969.
- OSMOND, D. A. — Thin sections of soils. *Science Progress* 43 (172): 693-696. 1955.
- OSMOND, D. A. & STEPHEN, I. — The micropedology of some red soils from Cyprus. *The Journal of Soil Science* 8(1): 19-26. 1957.
- PETTAPIECE, W. W. & ZWARICH, M. A. — Micropedological study of a Chernozemic to Grey Wooded sequence of soils in Manitoba. *The Journal of Soil Science* 21(1): 138-145. 1970.
- ROSS, C. S. — The preparation of thin section of friable rocks. *American Journal of Science* 7(42): 483-485. 1924.
- SINGH, R. B. — A versatile method for treatment of clay soils for thin-section fabric studies. *The Journal of Soil Science* 20(2): 269-273. 1969.
- SOIL SURVEY STAFF — Soil Classification, A Comprehensive System — Seventh Approximation. Soil Conservation Service, United States Department of Agriculture. 265 pp. 1960.
- SOIL SURVEY STAFF — Supplement to Soil Classification System — Seventh Approximation. Second Printing. Soil Conservation Service, United States Department of Agriculture. 207 pp. 1967.
- STEPHEN, I. — Clay orientation in soils. *Science Progress* 48: 322-331. 1960.