

EFEITOS DA VEGETAÇÃO E DA AÇÃO DO HOMEM SOBRE A ESTRUTURA DOS LATOSSOLOS ARGILOSOS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

M. Grimaldi¹
M. Sarrazin¹ A. Chauvel²
F. Luizão³
M. de R. Lobato Rodriguez⁴

INTRODUÇÃO

A estrutura do solo, quer dizer, o modo de arranjo dos seus constituintes pode evoluir rapidamente sob a ação dos fatores naturais e antrópicos. Esta característica desempenha um papel essencial na fertilidade do solo: ao determinar o espaço poral, ela controla a disponibilidade da água, do ar e dos nutrientes em solução para as plantas (e para todos os organismos vivos no solo).

As modificações da estrutura são particularmente evidentes dentro dos latossolos amarelos, álicos, textura muito argilosa (80% de argila), que cobrem perto de 10% da superfície da Amazônia Central, e sobre os quais estão instaladas diversas estações experimentais (do INPA, da EMBRAPA, e da FUCADA), plantações, fazendas de gado, etc. Estes latossolos, que ocupam a superfície dos platôs, são homogêneos, o que facilita os estudos comparativos.

Neste trabalho, comparam-se solos originalmente cobertos por floresta tropical densa após o desmatamento - manual ou mecanizado - e o seu uso com diferentes coberturas vegetais - dendê (*Elais guineensis*) com puerária (*Pueraria phaseoloides*) ou dendê com carrapicho (*Desmodium adsendens*) - comparando-se também cada tratamento com o solo sob floresta original. Cada um destes representa um estágio de evolução da estrutura do solo em estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os métodos de estudo utilizados para comparar estes estágios foram:

1) *Estudo Morfo e Ultramicro-Morfológico*: a observação do perfil e dos horizontes pedológicos nas escalas métricas à micrométricas permite distinguir os diferentes níveis de organização do perfil pedológico, dos horizontes, dos agregados, etc até o arranjo dos constituintes argilosos;

2) *Porosimetria*: as amostras coletadas, em diversas profundidades, são submetidas a medidas de porosidade; determina-se a distribuição dimensional dos poros a partir das curvas de desorção de água (Lawrence, 1977) e de injeção de mercúrio, utilizando o aparelho Carlo-Erba

2000 (Vachier et al., 1979).

O conjunto dos dados (morfológicos e analíticos) permite-nos entender as modificações das propriedades do solo, nas escalas apropriadas, a partir do solo sob floresta primária, tomado com controle.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

I) O Solo sob Floresta Primária

• Morfologia

O perfil pedológico sob floresta primária apresenta uma diferenciação vertical pouco evidente da estrutura com dominância de grumos nos horizontes superficiais, densidade maior de 20 a 30cm de profundidade e friabilidade elevada de 35cm a 1m.

A observação do horizonte A3 (5-10cm), em lâmina delgada com a lupa, mostra a abundância das estruturas biológicas (raízes, atividade da mesofauna).

O microscópio eletrônico de varredura, com aumento médio, revela que a maior parte do material deste horizonte é constituído de excrementos de artrópodos e anelídeos deixando entre si vazios comunicantes de uma dezena de mm de diâmetro.

Com aumento maior, observa-se na periferia de raízes de palmeiras, agregados de caulinita formados dentro das células vegetais mortas. O tamanho destes agregados é 50µm.

O material dos micro-agregados, observado com um aumento forte (50000x) mostra partículas de caulinita de 0.1µm, deixando entre si vazios muito finos (0,01µm).

Assim, o estudo micro-morfológico evidencia a existência neste solo, de dois tipos de poros correspondentes a níveis de organização diferentes:

- vazios muito finos (0,01µm) entre as partículas minerais
- vazios maiores (10µm), devidos a atividade biológica.

¹ Centre ORSTOM de Cayenne, Guyane française.

² INPA-ORSTOM, (antenne ORSTOM auprès de l'INPA).

³ INPA, Departamento de Ecologia, Manaus, AM, Brasil.

⁴ EMBRAPA, Manaus, AM, Brasil.

• Porosimetria

As curvas porosimétricas (aqui deduzidas das curvas de injeção de mercúrio), completam as observações micromorfológicas. Os dados expressos pelo índice de vazios (taxa de volume de vazios em relação ao volume de sólido) são representados de duas maneiras diferentes (Figura 1):

1) curvas cumulativas, indo das classes de vazios menores ($0,004\mu\text{m}$) até os maiores ($100\mu\text{m}$) com escala logarítmica; 2) histogramas de repartição do índice de vazios em diferentes classes, o que corresponde ao "espectro de porosidade".

Constata-se que as curvas estabelecidas para diferentes profundidades no solo sob floresta, são todas bimodais, evidenciando os dois níveis de organização já reconhecidos (nas escalas de $0,01$ e de $10\mu\text{m}$), mas agora temos medições precisas da distribuição dimensional do tamanho dos vazios:

- a importância e o tamanho dos vazios muito finos, relacionados com a abundância da argila, muda pouco de cima para baixo no perfil;

- os vazios maiores (de $0,1$ a $100\mu\text{m}$), apresentam uma variação dependente da distribuição das raízes e da mesofauna no perfil: máximo na superfície, mínimo de 30 a 50cm (limite de "aração biológica"), novo aumento de 30 a 50cm (atividade das formigas, dos cupins etc, segundo Chauvel et al., 1987).

• Conseqüências

Esta distribuição dimensional dos poros determina a circulação dos fluidos dentro dos solos: penetração relativamente fácil de água e do ar pelos vazios maiores (com uma pequena limitação de 25 a 30cm); retenção de uma quantidade razoável (6 a 10%) de água disponível para plantas nos poros de diâmetro superior a $0,1\mu\text{m}$ (correspondente ao ponto de murchamento); retenção de uma quantidade maior (da ordem de 30%) de água não disponível para plantas, nos poros menores que $0,1\mu\text{m}$ (potencial matricial acima de 15 atm.).

II) A. Ação do Homem sobre a Estrutura dos Latossolos

Esta ação se exerce, de maneira direta, pelos meios mecânicos utilizados, e, de maneira indireta pela supressão da cobertura protetora vegetal e subsequente pela instalação de novas coberturas vegetais.

1) Efeitos dos Meios Mecânicos Utilizados pelo Desmatamento

• Morfologia

A passagem das máquinas pesadas deixa uma superfície desnuda e compacta da, pouco permeável (estagnação da água em período chuvoso).

O perfil pedológico apresenta indícios de adensamento de 20 a 40cm de profundidade.

A observação na lupa (lâmina delgada) do horizonte A3, mostra a supressão dos vazios de origem biológica, substituídos por fissuras comunicantes mas que se fecham com o solo úmido.

O microscópio eletrônico de varredura mostra o achatamento das estruturas biológicas herdadas do solo da floresta.

• Porosimetria

As curvas porosimétricas (Figura 2) mostram que o volume dos poros menores não muda de maneira significativa (observa-se unicamente uma homogeneização destes vazios); entretanto, o volume dos vazios de tamanho $> 0,1\mu\text{m}$ desaparece quase totalmente (-80%). Assim, a distribuição do tamanho dos poros se torna quase unimodal.

• Conseqüências

A supressão da maioria dos poros de tamanho superior a $0,1\text{mm}$ limita fortemente todas as possibilidades de transferências de fluidos (água e ar), provocando a estagnação e o escoamento das águas superficiais, a redução da condutividade hidráulica e, conseqüentemente, da alimentação hídrica das raízes, e também da evaporação superficial no decorrer dos períodos secos. Ao mesmo tempo a maioria (90%) da água retida nos horizontes compactados é presa nos poros muito finos com uma sucção capilar tão elevada ($> 15\text{atm}$) que esta água é indisponível para as plantas. Isto explica a dificuldade da instalação de uma nova vegetação após desmatamento mecanizado.

2) Efeitos da Instalação de uma Nova Cobertura Vegetal

A pesquisa neste assunto foi desenvolvida na Estação Experimental do Rio Urubu (EMBRAPA): ao lado de um testemunho de floresta primária conservada, uma parte das parcelas foi desmatada manualmente, e outra, mecanicamente (durante a estação seca). Depois, no início da estação chuvosa, uma metade de ambas foi cultivada com uma leguminosa de cobertura (*Desmodium adsendens*), outra metade com uma outra leguminosa (*Pueraria phaseoloides*). Com os cuidados necessários (adubação minimum) as duas plantas se desenvolveram bastante (independente do modo de desmatamento). Os quatro tratamentos (2 modos de desmatamento x 2 plantas de cobertura) são aqui comparados em relação ao efeito sobre a estrutura do latossolo, após 2 anos de cultivo.

• Vegetação e Morfologia

As coberturas de desmodium e de puerária são muito desenvolvidas. As raízes do *Desmodium* são superficiais, as da *Pueraria* atingem 30 a 40cm e mais. Devido à atividade destas raízes de puerária, e da mesofauna presente, as fissuras se incurvam e são colonizadas pela

atividade biológica.

A observação com o MEV mostra que, ao redor das raízes finas (diâmetro 0,1 mm), o solo apresenta uma reestruturação (até uma distância de 100 µm da raiz) com vazios de 10 µm de diâmetro.

• *Porosimetria*

As medidas porosimétricas, feitas de 0 a 5cm e de 10 a 15cm de profundidade, evidenciam os efeitos diferentes do modo de desmatamento assim como da planta de cobertura (Figura 3). Após um desmatamento manual, a maioria dos poros de tamanho superior à 1mm, devidos a atividade biológica sob floresta, foram conservados: a influência da leguminosa (desmodium ou puerária) é pouco importante.

Ao contrário, nas parcelas que foram desmatadas mecanicamente, os efeitos da destruição da porosidade de tamanho superior a 0.1mm devidos à passagem das máquinas, mantêm-se sob uma cobertura de desmodium, mas desaparecem totalmente sob a cobertura de puerária (após 2 anos de cultivo). A estrutura reconstituída parece até mais favorável que aquela observada sob floresta primária.

CONCLUSÕES

Na floresta primária, parece existir uma regulação recíproca entre o funcionamento do solo e das raízes, conduzindo a uma homeostasia subterrânea: adaptação da porosidade às exigências dos seres vivos, o que permite uma produção primária importante desta floresta.

O homem, pelo uso dos meios mecânicos, está de-

struindo este equilíbrio. Para restabelecer a produtividade do solo, ele precisa de meios que atuem nos níveis de organização apropriados para as transferências de água, ar e nutrientes necessários às raízes. Estes meios são, essencialmente, de natureza biológica (plantas pioneiras, mesofauna do solo etc.).

Os mecanismos determinantes neste domínio parecem, até agora, quase desconhecidos. O programa "Biologia e Fertilidade dos Solos Tropicais" tem por objetivo estudar nestes mecanismos, e a EMBRAPA e o INPA devem estar participando dele nos próximos anos.

LITERATURACITADA

CHAUVEL, A.; GUILLAUMET, J.L.; SCHUBART, H.O.R., 1987. Importance et distribution des racines et des êtres vivants dans "latossol" argileux sous forêt amazonienne. *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 24(1):19-48.

LAWRENCE, G.P., 1977. Measurement of pore size in fine-textured soils: a review of existing techniques. *Journal of Soil Science*, 28:527-540.

VACHIER, P.; CAMBIER, P.; PROST, R., 1979. Structure d'un milieu poreux: la craie. *Ann. Agron.*, 30(3):247-253.

LATOSSOLO SOB FLORESTA NATURAL

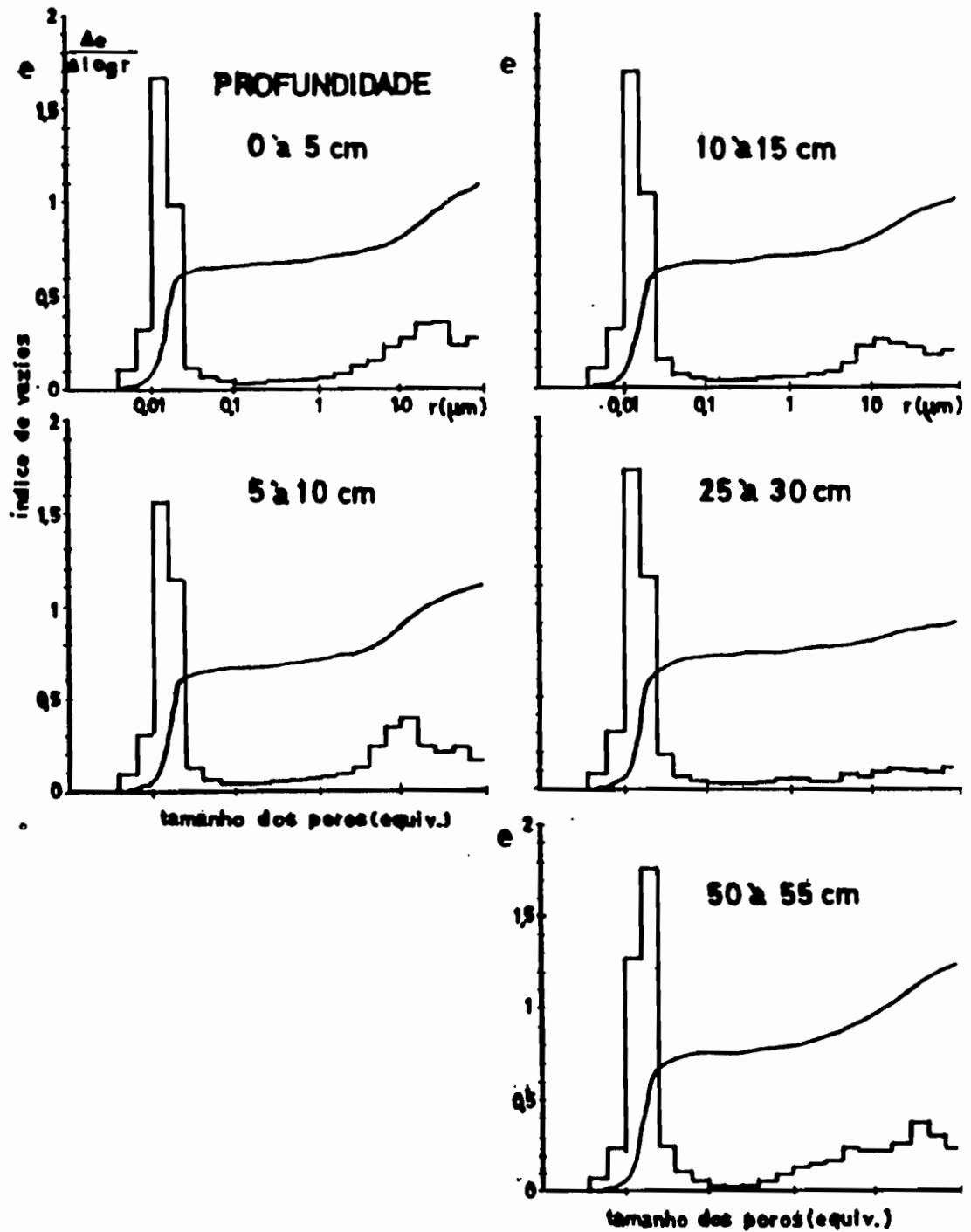


FIGURA 1. Curva do Índice Acumulativo de Vazios (e) em Função do Tamanho dos Poros (r) e Espectro Poral Deduzido $D e/D \log r$ (porosimetria por mercúrio).

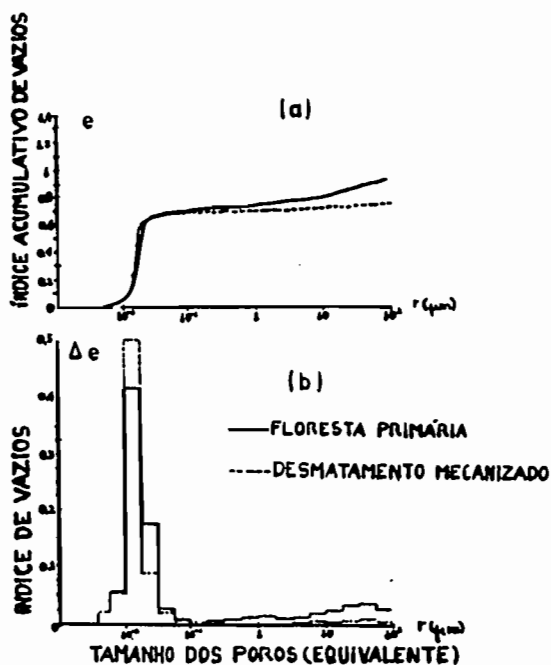


FIGURA 2. Efeito de um Desmatamento Mecanizado sobre a Distribuição Dimensional dos Poros. a) Curvas Cumulativas do Índice de Vazios(e), indo das Classes de Vazios Menores até os Maiores com Escala Logarítmica; b) Espectros de Porosidade.

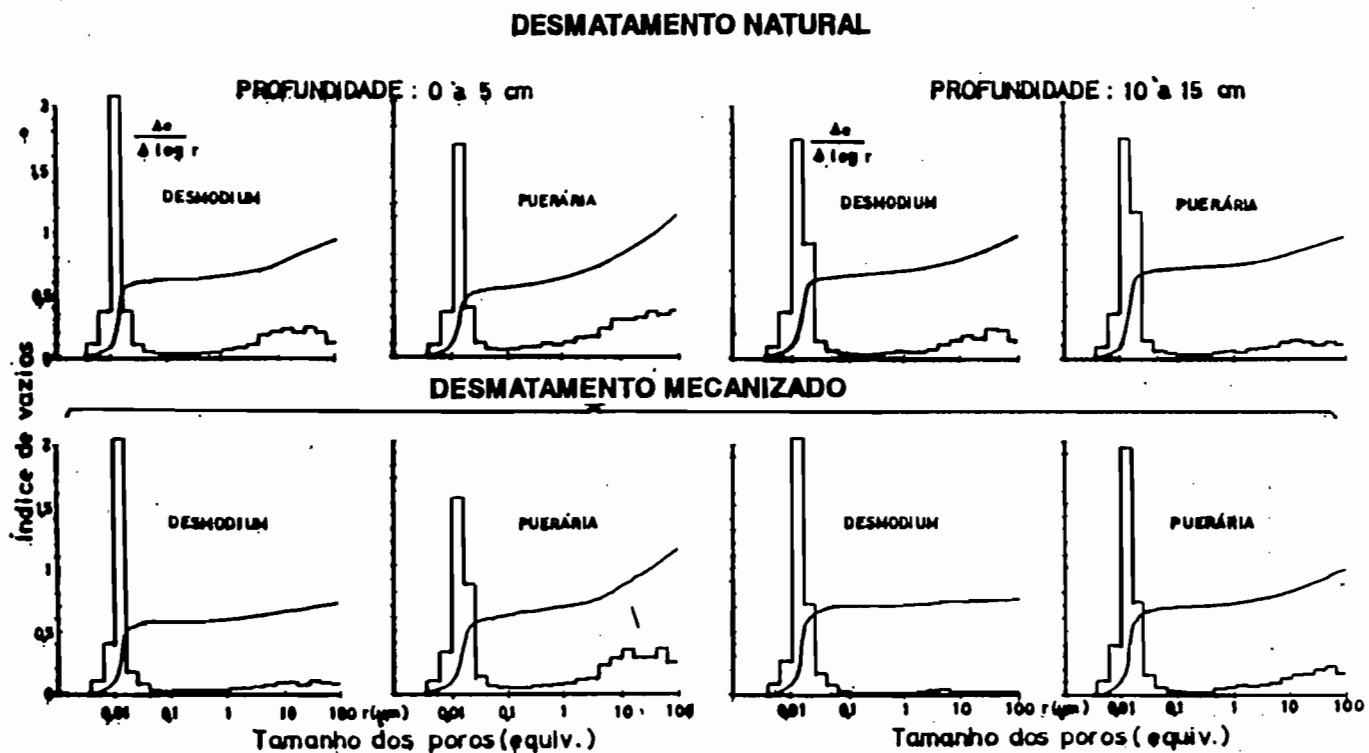


FIGURA 3. Comparação da Distribuição do Tamanho dos Poros num Latossolo com Desmatamento Manual e Mecanizado, e com Cobertura de Desmodium e Puerária.