

SISTEMATIZAÇÃO E ADAPTAÇÃO DA METODOLOGIA PARA CARACTERIZAÇÃO DO
PERFIL CULTURAL (1)

Ph. BLANCANEUX, P.L. FREITAS, R.F. AMABILE

ORSTOM-EMBRAPA/SNLCS-GO

INTRODUÇÃO

O solo constitui um sistema que pode ser considerado sob diferentes enfoques. Assim, é um para o pedólogo, que considera que o perfil, em seu conjunto, representa a consequência de uma evolução, os horizontes exprimindo a resultante da ação dos diferentes processos que produziram a diferenciação do perfil. É outro para o físico do solo, na medida em que suas propriedades globais resultam das propriedades dos diversos horizontes. É ainda outro para o agrônomo, pelo fato das intervenções humanas criarem, mesmo em um material pedológico perfeitamente homogêneo, camadas discerníveis por sua estrutura. Por outro lado, o fato de certos fatores naturais, como a chuva ou o gelo, afetarem mais as camadas superficiais do que as profundas, conduz a diferenciá-los, modificando seu estado físico, e influem na gênese de um perfil.

I - PERFIL CULTURAL - Definição, objetivo e método de estudo.

1 - DEFINIÇÃO: perfil pedológico e perfil cultural

O solo, o perfil pedológico, pode ser definido como o resultado da ação da atmosfera e da biosfera sobre a litosfera. Em tal definição, o fator biosfera inclui toda atividade biológica suscetível de causar uma diferenciação no perfil, e por consequência engloba todas as ações humanas sobre o solo.

(1) Trabalho apresentado à Reunião Técnica sobre a Metodologia do Perfil Cultural. Londrina - PR, Brasil, de 04 a 08 de fevereiro, 1991.

ORSTOM Fonds Documentaire

Nº 37.567 ex 1

Cote : B

15 AVR. 1993

De fato, o conceito de perfil cultural, dentre tantos que a ciência tem criado, expressa mais especificamente as ações humanas sobre a diferenciação pedológica. Por definição, o perfil cultural seria o "conjunto constituído pela sucessão de camadas de terra individualizadas pela intervenção dos instrumentos de cultivo, pelas raízes dos vegetais e pelos fatores naturais que reagem a estas ações" (HENIN et al, 1969). Portanto, não há se opor dois perfis distintos, perfil pedológico e perfil cultural, mesmo se estes perfis, na verdade, pareçam diferir por razões de escala (tempo, espaço etc.) ou de finalidade (a caracterização de um perfil cultural supostamente deve permitir diagnósticos e prognósticos mais especificamente ligados aos diferentes sistemas de cultivo e de populações vegetais).

Os dois métodos de descrição e caracterização dos perfis se assemelham (utilizam os mesmos critérios) e são complementares; ao serem reunidos somam informações, com lucro da caracterização morfológica e funcional global de um perfil que não é outro que um perfil pedológico antropisado.

Isso conduz simplesmente à utilização de metodologias de caracterização adaptadas aos fatores de diferenciação que se quer colocar em evidência, insistindo no caso dos horizontes antropisados, mais particularmente sobre as relações solo/planta.

2 - OBJETIVO

2.1 - Ferramenta de avaliação das potencialidades agronômicas.

Sob a ótica da avaliação das potencialidades agronômicas, a caracterização do perfil cultural deve permitir avaliar o volume de terra potencialmente explorável pelas raízes, estimar a reserva útil potencial de água e a contribuição das camadas profundas à nutrição mineral das plantas, em associação aos resultados de análise da terra, tendo-se em conta a proporção de elementos grosseiros.

Desse modo, limita-se a constatar e descrever as propriedades do solo a partir da observação dos caracteres facilmente identificáveis ao nível dos horizontes, tais como:

- Camadas compactadas; presença de hidromorfismo; rocha de origem etc.
- Presença de fissuras; atividade biológica (galeria de vermes ou poros tubulares).
- Densidade e profundidade das raízes das culturas precedentes ou atuais.

2.2 - Ferramenta de vistoria agronômica.

Sob esta ótica, a caracterização do perfil cultural deve permitir verificar se uma deficiência observada no crescimento da vegetação, não imputável a um problema fitossanitário, está ligada a uma característica do tipo estrutural.

Desse modo, focalizam-se as observações sobre as relações entre a vegetação (densidade, desenvolvimento e estado das raízes) e a caracterização do estado estrutural do perfil.

2.3 - Ferramenta de auxílio à decisão.

A caracterização do perfil cultural é também uma ferramenta de previsão; na medida em que se considera os efeitos observáveis ou previsíveis das ações culturais sobre o estado estrutural e conseqüentemente sobre o enraizamento das culturas.

Sob tal ponto de vista, a caracterização do perfil cultural deve permitir uma estimativa da reserva de água útil para a condução da irrigação, da profundidade a ser considerada para o cálculo do balanço estimado do nitrogênio, por exemplo.

Desse modo, baseando-se na observação dos horizontes antrópicos, as eventuais zonas de compactação ou de acumulação de elementos capazes de prejudicar o desenvolvimento adequado do sistema radicular (pé de arado, cavidades, acumulação de materiais orgânicos, bolsões de hidromorfismo, zona de redução etc).

As observações do estado estrutural, a profundidade da fragmentação, a presença de camadas compactadas etc., devem permitir a escolha do tipo de manejo do solo (tipo de implemento a se utilizar e profundidade de aração) baseando-se em simples observações tais como da porosidade, presença de fissuras, repartição da matéria orgânica; estado de umidade-dessecamento, ocorrência de fendas de retração etc.

2.4 - Ferramenta de diálogo com o agricultor.

A observação e a descrição de um perfil cultural é sem dúvida a ocasião privilegiada de comunicação com o agricultor diretamente no campo.

Se a descrição de um perfil cultural pode ser realizada ao longo de todo o ciclo vegetativo da cultura, o momento mais oportuno para a observação conjunta com o agricultor é função da época em que melhor se evidenciam os aspectos mais característicos do estado estrutural e suas conseqüências sobre a cultura. Se se trata, por exemplo, de níveis de hidromorfismo no perfil, esta observação e o diálogo serão realizados levando-se em conta as épocas pluviosas. De um modo geral, é conveniente, todavia, efetuar esta

observação quando a planta atinge seu desenvolvimento radicular máximo, o que permite evidenciar as consequências do estado estrutural sobre a planta cultivada.

Tal diálogo será conduzido evidentemente tendo-se em consideração o nível técnico do agricultor; poder-se-á por exemplo limitar-se às observações diretas, simples e rápidas identificando-se os fenômenos mais marcantes, como os que foram apresentados no parágrafo 2.1 (ver instrumento de avaliação das potencialidades agronômicas).

2.5 - Ferramenta de aquisição de referências.

Em todos os casos em que se acompanha a interação entre o estado estrutural do solo e o desenvolvimento da cultura introduzida, o perfil cultural será o instrumento chave da identificação e caracterização dos solos, o que permitirá a aquisição de referências culturais.

Graças às observações repetidas durante todo o ciclo vegetativo, será possível proceder-se a:

- estudos técnicos particulares
- comparação de itinerários técnicos
- comparação de solos diferentes ou de condições particulares do mesmo solo
- testes de sucessão de culturas
- combinação de todos os estudos que abrangem uma interação entre o solo e a planta

Para tais estudos, afim de armazenar corretamente as observações obtidas nas diferentes parcelas estudadas, é recomendado proceder-se a uma descrição segundo uma metodologia única codificada na forma de uma ficha comum de descrição de perfis.

2.6 - Ferramenta de orientação ao manejo do solo.

O conjunto de todas as observações realizadas no curso das diferentes etapas de descrição morfológica do perfil cultural, associadas às determinações analíticas de laboratório ou de campo, deve conduzir a um diagnóstico confiável e à prescrição de uma recomendação judiciosa em matéria de manejo do solo. A formação de uma tal recomendação é todavia uma das fases mais difíceis e complexas. Ela exige globalmente:

- uma análise aprofundada do perfil cultural
- um diagnóstico preciso deste perfil
- um excelente conhecimento do comportamento do solo e da vegetação

- um conhecimento muito bom da ação dos implementos agrícolas de manejo de solo
- um profundo conhecimento dos ciclos climáticos e culturais

A elaboração de tal recomendação de fato não pode ser outro que o resultado de uma colaboração muito estreita entre especialistas de disciplinas diversas, entre outros, pedólogos (físicos e químicos do solo), agrônomos, bioclimatologistas, especialistas em maquinário agrícola etc., em ligação constante com o agricultor. Os resultados obtidos e as recomendações formuladas serão tanto mais eficazes quanto mais forte a coesão entre as diferentes equipes disciplinares.

3 - MÉTODO DE ESTUDO

1 - Princípios gerais de descrição de perfil cultural.

O exame de um perfil pedológico consiste em observar e caracterizar os diferentes horizontes que o constituem. Observa-se, portanto, a variabilidade espacial do aspecto do solo. Esta variabilidade se manifesta pelas mudanças de cor, textura, estrutura, comportamento físico etc., elas são ao mesmo tempo verticais e laterais.

Nos horizontes antropizados, as características mais marcantes de tal variabilidade concernem ao estado estrutural, que rege o comportamento físico e global dos horizontes e influi particularmente no estado e desenvolvimento do sistema radicular das plantas.

A descrição do perfil cultural deverá, pois, ser conduzida ao mesmo tempo vertical e lateralmente.

31.1 - Caracterização morfológica do perfil.

311.1 - Variação vertical dos horizontes

Ao se examinar um perfil de solo que sofreu uma ação cultural qualquer, pode-se distinguir no campo os horizontes que são o resultado das operações culturais (horizontes antrópicos), daqueles mais profundos (horizontes pedológicos).

a) Horizontes antrópicos (modificados, Ap): são o resultado da ação das ferramentas agrícolas. Segundo a nomenclatura proposta por GAUTRONNEAU et al, 1977, denomina-se Ap (p de ploughed, em inglês, trabalho) o conjunto dos horizontes antrópicos subdivididos em H0 (horizonte de superfície) a H8, horizonte situado sobre o limite inferior de trabalho, o mais velho e par-

cialmente afetado por ferramentas como o subsolador. Os horizontes de H1 a H4 referem-se às camadas de solo modificadas pela lavoura. O horizonte H5 é um horizonte lavrado não continuamente; H6 e H7 constituem a base dos horizontes lavrados anteriormente. Os horizontes H1 a H7 são às vezes de mesma cor e textura, o que é resultado da homogenização dos horizontes pela ação cultural.

O número dos horizontes antrópicos vai depender das operações culturais e da profundidade de influência das ferramentas utilizadas.

É bem evidente que o conhecimento prévio do "itinerário técnico" e das características das máquinas e implementos agrícolas utilizados facilitará a identificação dos diferentes horizontes antrópicos e permitirá uma hipótese de estratificação vertical dos mesmos, que o observador verificará no campo.

b) Horizontes pedológicos (A/B, B, B/C, C ...)

São, por definição, o resultado da ação dos fatores naturais sobre o material original; sua diferenciação não está diretamente ligada à ação dos implementos. Nós veremos posteriormente os critérios de descrição destes diferentes horizontes.

311.2 - Variação lateral dos horizontes.

Nos horizontes antrópicos, as variações espaciais do estado estrutural são fundamentalmente determinadas pelas operações culturais, quer sejam elas recentes ou não. Desse modo é possível se identificar diretamente no campo as diferentes etapas das ações culturais que têm provocado uma variação lateral na organização morfológica dos materiais. GAUTRONNEAU et al, 1987, propõe uma divisão lateral baseada em três tipos de posições laterais correspondentes cada uma a uma etapa dos intervalos culturais. São assim distinguidas:

- L1 - Locais afetados pelas rodas das máquinas agrícolas após as últimas operações superficiais.
- L2 - Locais onde circularam as rodas das máquinas utilizadas entre a aração e a última operação.
- L3 - Zona não alterada pelas ações precedentes.

A partir do reconhecimento dessas diferentes posições, diretamente observadas no campo, procede-se, para cada estrato, à descrição do perfil.

31.2 - Critérios de descrição morfológica do perfil.

312.1 - Textura

Se o critério de textura é utilizado sobre tudo para a caracterização do perfil pedológico, permitindo a apreciação da variabilidade espacial vertical dos horizontes, nos horizontes antrópicos privilegiar-se-á sobretudo as observações referentes ao estado estrutural.

312.2 - Estado estrutural

A caracterização do estado estrutural dos horizontes antrópicos, quando da descrição do perfil cultural, deverá ser conduzida do modo mais detalhado possível. Com efeito, trata-se do principal critério de caracterização do perfil; o estado estrutural sendo por um lado resultado direto das operações culturais, em interação com os agentes naturais, e, por outro, o fator principal direcionando o funcionamento global do perfil (porosidade, aeração etc.) e conseqüentemente o desenvolvimento das culturas.

A estrutura do solo, isto é, aquela do meio no qual se desenvolvem os processos físicos, é que irá determinar segundo suas características específicas, as condições de evolução destes últimos. É conveniente portanto definir e lembrar os fatores que condicionam a formação de estrutura.

a - Definição: A estrutura é caracterizada pela forma como se organizam os diversos constituintes do solo. Ela é definida como o arranjo dos elementos texturais uns em relação aos outros; é portanto a arquitetura do solo, de qualquer modo que se tente caracterizá-la.

A estrutura é às vezes definida utilizando-se as conseqüências destes arranjos. Donde a necessidade de considerar-se tanto a forma e dimensão das partículas, quanto as conseqüências de seus arranjos (porosidade, friabilidade etc.).

b - Fatores de formação das unidades estruturais.

Tanto a formação quanto a destruição da estrutura são processos dinâmicos e dentre os fatores que os determinam podemos citar: o clima e os fatores físicos (ação do gelo e do degelo sobre os agregados maiores que 0,25mm; os efeitos são variáveis de acordo com os estados de umidade do solo); dessecamento e reumedecimento. Os microorganismos (seu efeito se traduz pela decomposição da matéria orgânica); formação genética (floculação dos colóides e cimentação das partículas pelos colóides floculados; dentre os complexos coloidais distinguem-se as argilas, os complexos húmicos, os óxidos de ferro e alumínio, o carbonato de cálcio) DUCHAUFOR, 1965.

c - Metodologia de determinação.

A descrição da estrutura do solo é normalmente feita através de sua caracterização morfológica; pela determinação das propriedades dos agregados (tamanho e densidade) e pelos métodos indiretos que referem-se às propriedades que dela decorrem, como porosidade, densidade do solo, aeração, condutividade hidráulica e retenção de água, FREITAS et al, 1990.

c.1 - Forma e dimensão das constituintes

* O conceito de agregado

Para certos autores, o estudo da estrutura consiste na descrição das associações das partículas constituintes dos conjuntos de tamanhos crescentes. Em posição inferior na escala encontram-se os elementos formados do arranjo das partículas inerentes do "esqueleto" por intermédio dos constituintes coloidais ativos (argilas, humus, hidróxidos ou géis). Esses pequenos elementos são os agregados, que ligam-se uns aos outros dando origem aos aglomerados e aos torrões observados no campo.

A classificação dos aglomerados é feita semiquantitativamente de acordo com seu tamanho. Distinguem-se cinco grupos, utilizados na caracterização da estrutura.

Classes de partículas ou de estrutura	estruturas granular e laminar	estruturas cúbica e poliédrica	estrutura prismática e colunar
muito fina	< 1mm	< 5mm	< 10mm
fina	1 a 2mm	5 a 10mm	10 a 20mm
média	2 a 5mm	10 a 20mm	20 a 50mm
grossa	5 a 10mm	20 a 50mm	50 a 100mm
muito grossa	> 10mm	> 50mm	> 100mm

Para a maioria dos pesquisadores, a caracterização morfológica da estrutura é feita através da observação direta no campo. A existência de uma estrutura se traduz por um arranjo de terminado da forma e dimensão de seus elementos constituintes. O estudo dos materiais é realizado segundo uma certa progressão. Parte-se do arranjo elementar, isto é, a maneira como as partículas granulométricas estão associadas umas às outras; em seguida estuda-se os fragmentos resultantes desta associação, cujas formas diversas, irão caracterizar a estrutura. Parece então necessário não somente conhecer as formas típicas, mas igualmente as modifica

ções que elas podem apresentar em função das condições do meio.

A descrição da estrutura pode ser considerada em dois níveis, o do arranjo elementar e o da estrutura propriamente dita.

- O arranjo elementar: No que a ele concerne, os métodos utilizados e os sistemas de descrição estão ligados à micro morfologia. Para tais descrições é necessário definir um certo número de conceitos: o esqueleto, o plasma, cutâns, glêbulas, poros etc., BULLOCK et al, 1985. Estes conceitos permitem descrever as lâminas delgadas quando a eles associa-se um certo número de disposições sistemáticas correspondentes às diferentes possibilidades de organização do plasma e do esqueleto (aglomerosquelic, profirosquelic etc.)..

- Os constituintes da estrutura e sua nomenclatura: As partículas granulométricas reunidas segundo as modalidades que acabam de ser descritas formam geralmente conjuntos coerentes. Estes são mais ou menos fragmentados; é a estes fragmentos que se atribui o nome de agregado, aglomerado ou torrão. "O agregado é uma unidade natural tridimensional de um arranjo coerente e definido de partículas elementares".

c.2 - Os tipos fundamentais de estrutura

A nomenclatura apresentada aqui é relativamente simplificada. A forma dos elementos é apresentada de acordo com uma classificação que leva em conta igualmente sua constituição. Distingue-se:

- Estrutura dos elementos individualizados.

Trata-se essencialmente dos elementos do esqueleto que se separam facilmente uns dos outros (areias).

- Estrutura contínua ou fundida.

Nestas condições não se pode mais falar de constituintes, já que estão imersos em uma massa mais ou menos contínua. No estado seco, dá a impressão de um concreto. No estado úmido, o material é pastoso.

- Estrutura fragmentar.

Distingue-se três tipos: com elementos angulosos (cúbicos, prismáticos, colunares, em plaquetas, laminares); com elementos arredondados (grumosos, nuciformes); com elementos intermediários entre angulosos e arredondados (poliédricos angulosos e subangulosos, grumosos).

c.3 - Distinção das estruturas

Para DUCHAUFOR, 1965, a consideração da origem da estrutura conduz a uma classificação genética; as estruturas ofe-

recem então aspectos, propriedades e estabilidade diferentes se gundo os casos, que podem evoluir no tempo e no espaço. Três tipos fundamentais de estrutura podem ser assim reconhecidos:

* As estruturas ditas construídas, que resultam da atividade biológica; esta última intervém diretamente por ação mecânica e indiretamente fornecendo cimentos húmicos que são os mais eficazes. Os grumos resultantes são de forma irregular, porosos e aerados, geralmente estáveis.

* As estruturas ditas formadas por fragmentação, que resultam do fissuramento de uma massa argilo-siltosa pouco hifificada, devido ao fenômeno de retração; os elementos que resultam deste processo têm forma angulosa (poliedros, grumos poliédricos). Estas estruturas são às vezes instáveis, mais ou menos degradáveis.

* As estruturas concrecionadas devido à precipitação de origem físico-química de hidróxidos fortemente cristalizados em torno dos grãos grosseiros. Estas últimas são assim energicamente soldadas. As concreções são geralmente duras, pobremente porosas, em oposição aos grumos mais friáveis e porosos.

c.4 - As consequências da reunião dos elementos estruturais (agregados). O estado estrutural e a porosidade.

A disposição dos agregados uns em relação aos outros, em função de sua forma e de seu arranjo, consistirão no estado estrutural do perfil e determinará a porosidade do solo.

Neste parágrafo, nos contentaremos em apresentar os critérios de campo para a caracterização morfológica da porosidade dos solos.

Denomina-se porosidade (P) de um sistema a relação entre o volume não ocupado pela matéria sólida e o volume total.

$$V = V_s + V_v$$

V_s = volume ocupado pela matéria sólida

V_v = volume não ocupado pela matéria sólida

$$P = \frac{V_v}{V} \quad \text{ou:}$$

$$P = \frac{V_v}{V_v + V_s}$$

$$P \% = \frac{V_v}{V} \times 100$$

No campo, os pedólogos franceses propõem a seguinte escala para descrever os "vazios" do solo presentes entre os ele

mentos estruturais que foram descritos (Glossaire, 1969).

Volume de vazios: fraco, muito fraco, pouco importante, importante, muito importante.

No que se refere aos poros; considerados como vazios presentes intra ou entre os fragmentos que constituem os torrões, distingue-se:

Muito finos (<1mm), finos (1 a 2mm); médios (2 a 5mm) grossos ou grandes (superiores a 5mm).

Certos métodos de medição da porosidade são apresentados no item 3.3 das determinações analíticas complementares necessárias à caracterização do perfil cultural.

3.2 - Desenvolvimento prático da descrição do perfil cultural.

Guia metodológico

32.1 - Introdução. Ferramentas e instrumentos recomendados para a descrição do perfil cultural (fig. 2).

Para abrir a trincheira, onde será descrito o perfil cultural, é necessário dispor-se de um certo número de ferramentas e instrumentos adequados. Dentro os últimos, nós destacamos: uma picareta, necessária para a abertura dos horizontes compactados; uma pá reta de bordas cortantes, útil para cavar em um solo não pedregoso; um torçador (garfo) muito útil para revirar os horizontes superficiais e cavar em terrenos pedregosos; uma pá comum muito útil para retirar a terra e fechar a trincheira; um martelo pedológico e/ou geológico; uma faca do tipo opinel nº 12 (sua lâmina deve ser suficientemente forte para deslocar os agregados ao se estocar a face do perfil durante o preparo para a descrição, mesmo em se tratando de um horizonte compacto; um fole para limpar a face do perfil e retirar a terra fina das raízes; um metro dobrável, ou uma trena, graduado em cor, que facilite a observação fotográfica; uma piseta; uma caderneta de cores (Munsell); uma prancheta um lápis e um caderno para descrição e gráficos.

32.2 - Abertura da trincheira

322.1 - Localização do sítio de observação (Estação de observação, histórico agrícola e geomorfo-pedológico, descrição do ambiente do perfil, representatividade etc.).

O perfil cultural descrito deve ser representativo do conjunto da parcela estudada. É portanto necessário, antes de escolher o local onde será aberta a trincheira, proceder-se a um reconhecimento global da estação de observação. Um local representativo será escolhido em função do tipo de solo - o que suben-

tende uma representatividade geomorfo-pedológica -, do histórico cultural e do estado da vegetação (desenvolvimento, infestação com ervas daninhas ...). A homogeneidade do tipo de solo pode ser reconhecida por meio de sondagens repetidas efetuadas com a ajuda de um trado. Enfim, no curso desta primeira etapa, proceder-se-á à identificação e à descrição dos diferentes parâmetros do ambiente do perfil (BLANCANEUX et al, 1980); a saber: situação do perfil, altitude, posicionamento na forma local do terreno, pendente; ambiente climático: época da observação, precipitação, temperatura, regime hídrico calculado do solo, regime de temperatura do solo; ambiente geomorfo-pedológico: tipo de paisagem, relevo geral, microrrelevo, superfícies e formas; ambiente geológico: abundância de rochas na superfície, tipo de ocupação; natureza da rocha, grau de alteração, erosão, cor; ambiente hidrológico: drenagem externa, regime hídrico, localização de impedimento à drenagem, causa deste impedimento, nível do lençol freático, drenagem interna; característica da água: natureza, origem, sabor, limpidez, conteúdo, cor, odor, presença de gases, pH etc. Por outro lado, é importante descrever da maneira mais precisa possível os "estados de superfície" (encrostamento superficial, tipo de grau de erosão etc.).

322.2 - Localização e tamanho da trincheira (situação, orientação; comprimento, largura e profundidade; fig. 3).

* A descrição do perfil cultural será feita o mais próximo possível do centro da estação.

* A trincheira será aberta perpendicularmente à direção da aração de modo a observar as variações espaciais laterais por ela introduzidas. Por outro lado, a descrição será feita em duas faces perpendiculares desta trincheira.

* O comprimento da trincheira deve ser no mínimo igual a três vezes a distância entre as linhas de aração, de modo a secionar pelo menos dois sulcos de passagem do arado.

* A largura da trincheira deve ser suficiente para que um observador possa aí estar comodamente instalado durante a descrição dos horizontes pedológicos (aproximadamente 1 metro).

* No que concerne à claridade, orientar-se-á a trincheira de modo a que a face de observação apresente a máximo de contraste; isto é fundamental para um bom resultado fotográfico. Se a luminosidade é fraca, fotografa-se a face diretamente iluminada; se é forte, a parede à sombra.

* Com a pá, traça-se então, sobre o terreno, os limi

tes da trincheira.

* Em função da orientação adotada e da escolha da face de observação, procede-se à delimitação da zona proibida (zona a proteger de qualquer perturbação ou "No Man Land") e daquela que servirá à descarga da terra retirada da trincheira.

322.3 - Abertura da trincheira

Para a descrição de um perfil cultural é recomendado que a trincheira seja aberta manualmente. Com efeito, só as dificuldades encontradas durante a escavação da trincheira são, desde já, indicações preciosas sobre as características do solo. A abertura da trincheira será realizada utilizando-se as diferentes ferramentas anteriormente mencionadas, levando-se em conta as particularidades próprias do terreno estudado. A terra revolvida, acumulada gradativamente à escavação da trincheira, será evacuada em etapas sucessivas e de modo a se deixar construídos certos números de degraus que facilitem o acesso. O número de degraus será, é bem evidente, função da profundidade da trincheira que, por si mesma, dependerá dos objetivos perseguidos (exames dos horizontes pedológicos mais profundos etc.).

322.4 - Marcas de referências laterais na superfície da face de observação

É necessário identificar escrupulosamente as principais marcas diretamente observáveis na superfície do solo, como por exemplo as diferentes linhas de semeadura e sua posição em relação à passagem das máquinas, os traços deixados pelas rodas dos diferentes implementos agrícolas (tratores, plantadeiras etc). Estas marcas serão codificadas, numeradas, medidas e colocadas em um gráfico que será posteriormente anexado à ficha de identificação e caracterização do perfil cultural.

32.3 - Descrição do perfil cultural (fig. 4)

323.1 - Caracterização vertical do perfil. (Distinção e descrição dos horizontes antrópicos e dos horizontes pedológicos. Características físicas e morfológicas).

* Preparação da face de observação.

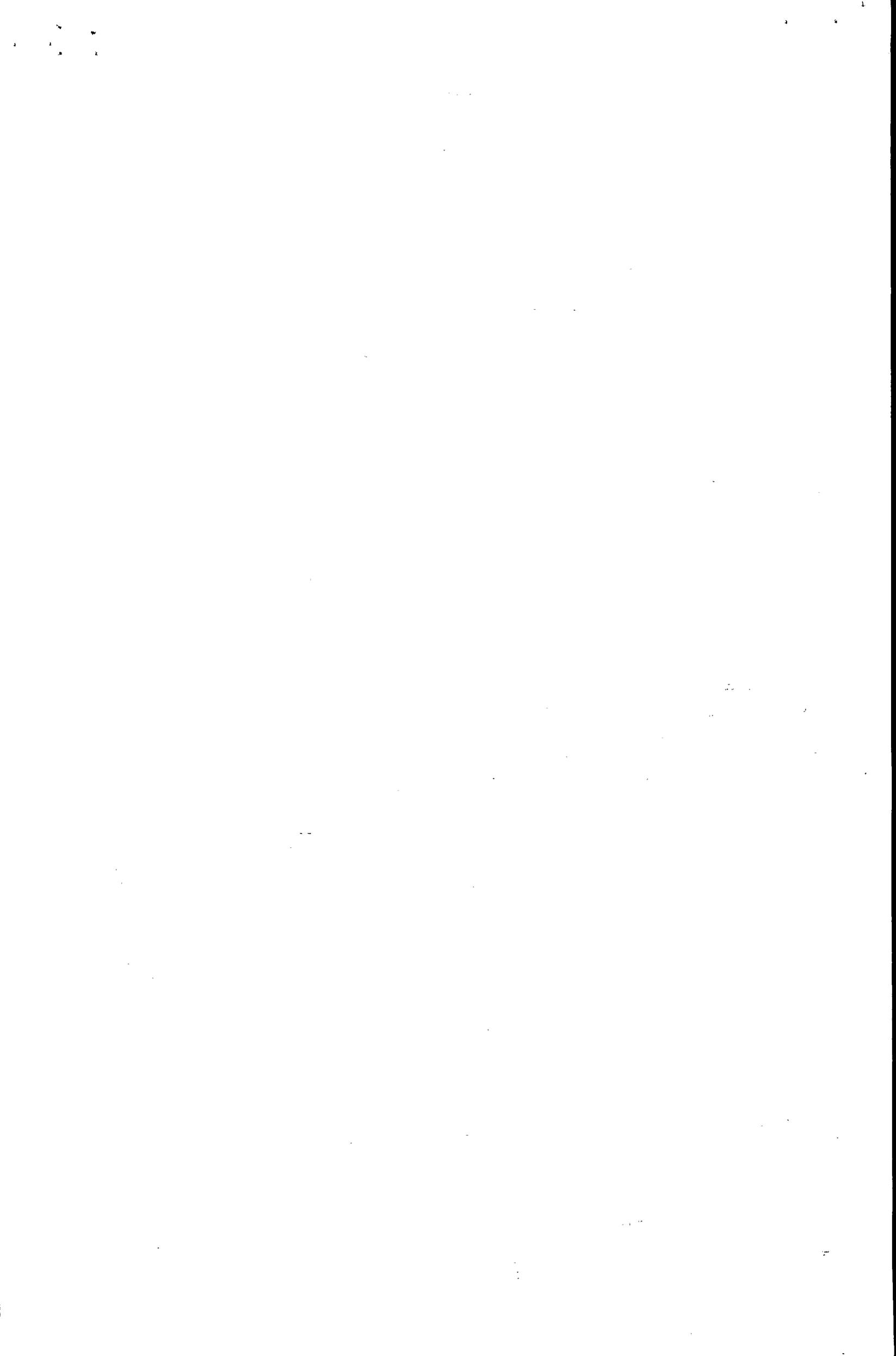
Ao se descrever o perfil em uma trincheira, a primeira operação consiste em uma preparação da face de observação, que visa dar relevo a esta face, possibilitando uma melhor expressão de suas características estruturais, mais próximas da condição natural. Com efeito, durante a escavação da trincheira, a utili-

zação das diferentes ferramentas provocará uma alteração do estado estrutural do solo, quer devido ao alisamento causado pela pá, quer pela compactação decorrente da pressão exercida pelos movimentos de alavancamento durante a escavação do terreno. Desse modo, convém observar a estrutura original do material, tal como se encontrava antes de qualquer modificação. Esta operação se faz estocando-se a face de observação; ela é simples mas exige destreza; consiste no atãque da parede do perfil com a faca, por cujo intermédio são destacados e retirados os elementos estruturais modificados, de modo a causar o aparecimento da estrutura original do material. A terra fina é retirada com o fole.

* Marcas, referências verticais na face de observação.

A operação precedente permite distinguir globalmente os diferentes constituintes do conjunto do perfil, a saber, os horizontes pedológicos em profundidade, subjacentes aos horizontes movimentados pela atividade antrópica. Traça-se diretamente na face do perfil os limites entre os diferentes horizontes, baseando-se no conjunto das características observadas durante a preparação e limpeza desta face, entre outras, principalmente a cor, a consistência, a pedregosidade, a macroestrutura, a profundidade de enraizamento etc.

Uma tal delimitação global dos horizontes sendo feita, procede-se à caracterização morfoestrutural e física do perfil. Para cada horizonte, a partir do mais profundo, observam-se e avaliam-se: o arranjo e a transição dos horizontes, a umidade, a cor (no estado úmido e no estado seco, utilizando-se a carta de cores de Munsell), os pontos eventuais de hidromorfismo (distribuição, cor, natureza ...), a matéria orgânica (a avaliação de seu estado, tipo e porcentagem), os elementos calcimagnesianos, os elementos com óxidos ou hidróxidos individualizados, os elementos grosseiros, a textura da terra fina, a estrutura (ao nível do agregado e ao nível do horizonte, sub e superestrutura), a porosidade (ao nível do agregado e ao nível do horizonte, micro e macroporosidade, presença de fissuras, de poros e de galerias de atividade biológica ...), os revestimentos eventuais e/ou cutãs, a consistência (no estado seco, úmido e molhado), o estado de plasticidade e pegajosidade, as crostas e eflorescências eventuais, as raízes (distribuição, tamanho, forma, orientação, distribuição espacial - método da malha - etc.), os traços eventuais de atividade biológica (minhocas, formigas, termites), as medições eventuais feitas no campo (pH, condutividade). Identifica-se assim cada horizonte e determina-se o limite com o horizonte que o suerpõe. Observações complementares podem ser feitas tendo-se em



tificação das variações laterais dos rasgos morfológicos que lhes são imputáveis e que são apreciadas quando da caracterização morfoestrutural do perfil.

A observação da contribuição das diferentes máquinas agrícolas a uma modificação lateral das características físicas dos solos e mais particularmente observada ao nível dos horizontes antrópicos diretamente sobrejacentes aos horizontes pedológicos; esses últimos serem então objetivo de uma atenção particular. Como para as descrições morfológicas verticais, procede-se de novo à preparação da face do perfil para os horizontes antrópicos para colocar em relevo sua organização estrutural em diferentes níveis; paralelamente, durante este procedimento, aprecia-se mais especificamente as variações dos caracteres de consistência do material, dos estados estruturais, de fissuramento e de alisamento, de acumulação de matéria orgânica ou de vazios etc. Essas variações laterais estão diretamente relacionadas com as marcas identificadas decorrentes da passagem das máquinas cujos limites ou zonas de influência sobre os horizontes serem delimitados. Procede-se durante esta operação igualmente por um vai e vem lateral repetido, de modo a precisar os limites das variações morfoestruturais observadas. Estas últimas, uma vez localizadas, identificadas, delimitadas e caracterizadas, permitem então uma ilustração gráfica, só para intermédio de fotografias do conjunto e dos detalhes, só por esboços realizados diretamente no campo.

O resultado de tal descrição lateral do perfil cultural deveria permitir, teoricamente, o delineamento das curvas de isodiferenciação morfoestrutural dos horizontes pedológicos antropizados.

323.3 - Utilização de uma ficha descritiva do perfil cultural.

Tal como para a descrição dos perfis pedológicos, é de extrema valia contar-se, ao se proceder à descrição do perfil cultural, com a ajuda de uma ficha de descrição. Um modelo foi apresentado por GAUTRONNEAU et al, 1987. A utilização de tal formulário corresponde precisamente aos objetivos seguintes:

- Orientar o observador durante a descrição no campo, ordenando sua execução e reduzindo ao mínimo os esquecimentos.
- Simplificar o procedimento de registro dos dados de campo.
- Proporcionar um padrão de armazenagem dos resultados da observação.
- Auxiliar na síntese e interpretação das diferentes observações.

323.4 - Interpretação das observações. Diagnósticos e previsões.

A observação de um perfil cultural tem como alvo caracterizar o conjunto das propriedades morfo-estruturais e físicas de um solo em um momento determinado, e suas relação com a população vegetal introduzida posteriormente a operações culturais diversas. Esta descrição responde então a um estado morfoestrutural característico de um momento determinado.

Assim, essa descrição possibilita definir o conjunto das características do perfil, ou mesmo estabelecer um diagnóstico, bem como previsões, a longo ou curto prazos, sobre a evolução provável do perfil e suas consequências à população vegetal, em função desta própria população e do tratamento cultural.

A interpretação dos dados, que permite a síntese das observações deve considerar um conjunto de conhecimentos que abrangem especialmente o comportamento da população vegetal estudada assim como o do solo sob a ação do clima (comportamento mecânico em função do grau de umidade, degradação superficial do estado estrutural por ação das chuvas, relação estado estrutural/estado hídrico etc.). Como vários fatores condicionam o funcionamento e o desenvolvimento das raízes, parece necessário, no momento da síntese das observações atentar para aqueles cujos efeitos parecem mais importantes. Segundo casos específicos, principalmente relacionados com os regimes hídricos, considera-se em particular as relações estado estrutural/liberação de nitrogênio pelo solo (caso em que não há déficit hídrico), ou as relações estado estrutural da camada trabalhada/densidade de raízes (caso em que os riscos de seca são importantes).

É o conjunto de todos estes dados que permite finalmente, através da descrição da condição estrutural dos horizontes antrópicos, compreender os efeitos das diversas intervenções agrícolas, quer sejam elas mais drásticas (aração), quer mais brandas (operações posteriores à aração), ou mesmo herdadas de cultivos anteriores. Esse diagnóstico torna possível determinar os laços diretos entre as operações culturais e suas consequências, expressas pelo estado estrutural do solo (caracterização no campo da ação dos implementos agrícolas e do comportamento do solo).

Enfim, é pelo cruzamento de todos os dados disponíveis e com base em observações de campo que se poderá estabelecer previsões sobre a evolução do estado da cultura e assim elaborar, em função de regime climático, das diferentes operações culturais e sistemas de cultivo, um "conselho" para o agricultor e um prognóstico dos efeitos das condições do solo sobre os rendimentos da

cultura.

3.3 - Determinações analíticas complementares necessárias à caracterização do perfil cultural.

Para um correto estudo físico dos solos, é absolutamente necessário associar às observações qualitativas feitas durante a descrição do perfil cultural, um certo número de medições físicas, de modo a serem analisados e discutidos os processos que no solo se desenvolvem. De maneira idêntica, alguns dados analíticos sobre as propriedades químicas do solo são indispensáveis.

Em vista da determinação e sistematização de uma metodologia para caracterização do perfil cultural, distinguiremos entre as realizadas no campo e as realizadas no laboratório.

33.1 - Determinações "in situ" no campo.

Tais determinações são necessárias, se se pretende compreender a influência do estado estrutural sobre algumas propriedades físicas do solo. Dentre elas destacamos:

* Medições de penetrometria, que permitem a avaliação da resistência mecânica do solo à penetração e ilustram o estado de organização dos elementos estruturais; possibilitam, assim, a delimitação e localização de camadas compactadas no perfil.

* Medições que concernem à infiltração da água no solo, pelas quais é possível avaliar o coeficiente de permeabilidade do solo "in situ". Diferentes métodos de estimativa da velocidade de infiltração de água podem ser utilizados, como por exemplo, o método MUNTZ, que consiste no estudo da variação temporal do volume de água necessário para manter constante a altura da lâmina d'água em um cilindro, de características pré-determinadas, introduzido no solo; ou o método PORCHET. Diferentes modelos de infiltrômetro existem atualmente no mercado. Os resultados das medições daquele parâmetro têm, geralmente, mostrado um exagero dos valores dos coeficientes de permeabilidade calculados no laboratório em relação aos obtidos no campo.

* Medições que concernem ao teor de água no solo (perfil hídrico). Podem ser realizadas por intermédio da sonda de nêutrons, porém é igualmente possível serem efetuadas por simples tradagens em intervalos de 10cm, até 1m de profundidade. Estas medições devem ser realizadas periodicamente, ao longo do ciclo da cultura. As amostragens devem ser repetidas pelo menos três vezes. O teor de umidade ponderal é determinado no laboratório. A umidade volumétrica, H_v , é obtida multiplicando-se a

umidade ponderal, W , pela densidade aparente, D_a , da camada considerada.

$$H_v = W \times D_a$$

D_a é obtida pelo método do cilindro ou pela determinação do volume e pesagem de torrões parafinados.

A uma série de amostragens pode-se relacionar:

- um perfil hídrico médio, em coordenadas (W, h) ou (H_v, h)
- um estoque de água, S , em mm, contido na camada considerada

* Simples testes de efervescência podem ser realizados com HCl e permitem identificar a natureza das crostas ou eflorescência eventuais.

* Determinações de pH, assim como de condutividade (elétrica) podem ser igualmente realizadas.

* Medições relativas a análises de raízes (avaliação do enraizamento das plantas cultivadas, método da grade) devem também ser efetuadas no campo.

33.2 - Determinações de laboratório

Dentre estas, distinguimos as relativas à organização dos solos e seus diferentes constituintes daquelas relacionadas às características físicas (condição estrutural, caracterização e quantificação da porosidade do solo).

332.1 - Organização do solo

* Organização microscópica

Durante a descrição do perfil cultural, diferentes níveis de organização dos elementos estruturais do solo são observados. É assim que são identificados os diferentes tipos de estrutura, desde o agregado até o conjunto constituído pela reunião dos diferentes tipos de constituintes elementares.

Para melhor caracterizar a organização microscópica dos agregados, assim como sua constituição e o tipo de arranjo, que condicionam os fenômenos de circulação dos fluidos e do calor no solo, é necessário utilizar a micromorfologia.

A operação consiste na coleta de amostras indeformadas (com estrutura preservada) utilizando-se caixas de Kubiena. Estas amostras são depois embebidas de resina, secas e servirão para a fabricação de lâminas delgadas, posteriormente examinadas com a lupa binocular, o microscópio ótico e eletrônico.

Para a descrição, caracterização e interpretação das

lâminas recomendamos a utilização do "Handbook for soil thin section description", de BULLOCK et al, 1985.

332.2 - Constituintes do solo

* Determinações físicas

Se referem à mineralogia, particularmente das argilas, determinada por R.X; a análise total dos elementos residuais e análise granulométrica, que fornece os dados que permitem traçar as curvas que relacionam a proporção de partículas presentes no sistema ao seu diâmetro. Para isso, três grupos diferentes de materiais são separados. Referem-se aos materiais orgânicos, carbonatos e silicatos, assim como aos óxidos e oxihidróxidos. Diferentes métodos de análise granulométrica são propostos, como o método internacional A (dispersão da terra, análise granulométrica propriamente dita - Método "Pipette de ROBINSON"), método de TAMM etc.

* Determinações químicas

No que se refere às análises químicas, explicitaremos as que concernem a:

- O complexo orgânico do perfil

. Dosagem do carbono orgânico, C%

Os diferentes métodos preconizados para a dosagem do carbono orgânico via úmida, todos baseados na oxidação do solo por uma mistura sulfocromica e a titulação do excesso de bicromato pelo sal de Mohr, nunca fornecem a totalidade do carbono. Com a técnica de P. ANNE, a taxa de recuperação é máxima, em torno de 97%, sendo este método recomendado.

. Matéria orgânica total (M.O. %)

A percentagem de matéria orgânica total do solo é obtida multiplicando-se por 1,724 o conteúdo de carbono orgânico determinado; o resultado deve ser expresso com duas decimais.

. Nitrogênio total

O conteúdo de nitrogênio (‰) da terra fina seca ao ar (TFSA) é determinado pelo método KJELDAHL, e expresso com duas decimais.

. Dosagem do nitrogênio amoniacal e do nitrogênio nítrico

Estas dosagens são um útil complemento à do nitrogênio total.

. Dosagem do húmus

O método de CHAMINADE consiste na extração do húmus com oxalato de amônio, precipitação do ácido húmico pelo ácido sulfúrico (H_2SO_4) e em seguida dissolução com NaOH 0,1N e titulação pelo MnO_4K 0,1N. O teor de húmus da terra fina seca ao ar é expresso em porcentagem (%).

- O complexo sortivo do solo

As diferentes análises referentes ao complexo sortivo do solo consistem em:

. Determinação da soma de bases trocáveis, dadas separadamente, seja pelos métodos de dosagem dos elementos Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , assim como Al^{+++} e Fe^{+++} , seja pelos métodos de dosagem de Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ e Mn, seja enfim pela determinação global (valor "S") de acordo com o método de BRAY e WILLHITE.

Para cada elemento, assim como para o "valor S", os resultados são expressos em meq por 100g de solo.

- As reservas minerais do solo

. Dosagem dos elementos totais (solúveis no ácido nítrico concentrado)

A extração realizada na terra fina pelo ácido nítrico concentrado sob fervura permite conhecer as quantidades de cálcio, magnésio e potássio presentes em compostos tais como os carbonatos, sulfatos, nitratos, humatos, e silicatos facilmente decompostos, como também a do ácido fosfórico.

. Dosagem do ácido fosfórico total (P_2O_5)

A determinação do ácido fosfórico pode ser efetuada pelo método de LORENZ, o resultado de P_2O_5 (‰) sendo expresso com duas decimais.

. Dosagem dos elementos assimiláveis (P_2O_5 e K_2O)

Para a dosagem de P_2O_5 assimilável consideram-se dois casos:

a) o caso das terras pouco calcárias, ácidas, ricas ou muito ricas em húmus (alguns solos do Sul do Brasil), com teor de húmus superior a 2%, a extração é então realizada com ácido nítrico a 1% e o ácido fosfórico é dosado de acordo com o método de

LORENZ.

b) o caso das terras calcárias (mais de 2% de CaCO_3) e pobres em húmus (<2%), para as quais o método de TRUOG é perfeitamente adequado e permite a dosagem do ácido fosfórico sem tratamento prévio.

Com relação ao potássio assimilável (K_2O), é determinado no extrato de saturação pelo ácido cítrico a 1%.

Os resultados de P_2O_5 e K_2O assimiláveis são expressos em partes por mil (‰) da terra fina seca em estufa a 105°C (TFSE), com três casas decimais.

- A solução do solo

Na solução do solo são determinados o pH (pelo pH-metro com eletrodo de vidro) e a acidez extraível e total, assim como a condutividade hidráulica, que é expressa em mnhos/cm.

- Determinação das relações $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ e $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$

Após a determinação dos teores de sílica (SiO_2), alumínio (Al_2O_3) e ferro (Fe_2O_3), solubilizados pelo ataque triácido (ácido nítrico, clorídrico e fósforo) na terra fina e expressos em porcentagem, são calculadas as relações moleculares $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ (índice Ki) e $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ ($\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$, índice Kr).

- Determinação do ferro livre

É expresso em porcentagem de Fe_2O_3 e determinado por colorimetria pelo método da orto-fenantrolina após extração, quer seja pelo ácido oxálico a 2% ou pelo hidrossulfito de sódio ($\text{S}_2\text{O}_4\text{Na}_2$).

332.3 - Características físicas do solo

* Estado estrutural do solo

Determinações analíticas variadas estão relacionadas ao estado estrutural dos solos. São lembrados aqui os principais métodos de apreciação da estabilidade da estrutura. São considerados, geralmente, os métodos relacionados com a evolução de um parâmetro que caracteriza a estrutura, como a variação da porosidade e da velocidade de infiltração, a resistência dos torrões à ação da água; a avaliação do estado de agregação através da granulometria; o método francês; os índices de estabilidade etc.

Dentre as diferentes análises que podem ser realizadas, citam-se: a distribuição do tamanho de agregados, a avalia

ção da estabilidade e distribuição dos agregados a seco e em água, determinação do Diâmetro Médio Ponderado (DMP) e Diâmetro Médio Geométrico (DMG) dos agregados retidos em diferentes peneiras, a densidade dos agregados etc., FREITAS et al, 1990.

* Caracterização e quantificação da porosidade do solo.

Assim como para os diferentes aspectos que se referem à estrutura, (definição, formação das unidades estruturais, micro-organismos, fatores físicos, formação genética, tipo de argilas, cimento humico, óxidos de ferro e alumínio, carbonato de cálcio, tipos de estruturas, metodologia de determinação, classificação morfológica, natureza geral, classes de estrutura etc.), os que se relacionam com a porosidade foram discutidos em publicação anterior da qual sugerimos a leitura (FREITAS e BLANCANEUX, 1990).

O comportamento do solo pode ser previsto pela apreciação qualitativa e a quantificação de sua porosidade, cujas principais características são o tamanho, a distribuição e a continuidade dos poros. De um modo geral, distingue-se a macroporosidade (poros $>60\mu$) e a microporosidade (poros intra-agregados, $<60\mu$).

- Metodologias de determinação

Entre os métodos de determinação da porosidade do solo, diferenciam-se os que permitem simultaneamente a avaliação ao mesmo qualitativa e quantitativa da porosidade, do que permitem somente sua quantificação.

As análises micromorfológicas, através da observação de lâminas delgadas em diferentes escalas (lupa binocular, microscópios ótico e eletrônico) permitem a caracterização morfológica da porosidade do solo. A análise de fotografias de lâminas delgadas permite caracterizar, a partir das medições geométricas, as formas dos poros. Permite, por outro lado, quantificar a porosidade do solo, sendo os poros medidos sobre uma superfície plana em duas dimensões. Por esta técnica, é possível ainda avaliar a macroporosidade (porosidade interagregados e a dos canais/cavidades). Na França, tais análises são realizadas no laboratório de ciência do solo de Rennes (V. HALLAIRE), graças ao sistema VISILOG. As imagens utilizadas são fotografias em preto e branco de blocos de solos com estruturas indeformadas, a partir dos quais são confeccionados as lâminas delgadas. Cada fotografia representa aproximadamente uma superfície de 25cm^2 de solo e corresponde a profundidades diferentes do perfil. A fotografia é analisada em 10 sítios de 120mm^2 de área, escolhidos ao acaso, o que permite estimar toda a superfície poral representada na fotografia. Os poros observados têm área que varia de $7369\mu\text{m}^2$ a 37mm^2 , não sendo considerados

os poros intra-agregados, que não são visíveis nessa escala.

Densimetria

Por meio da determinação da densidade aparente e da densidade dos sólidos (densidade de partículas), a porosidade total do solo pode ser calculada, apreendendo-se o problema da estabilidade do sistema poral, a retração.

. O volume-poral - A densidade dos sólidos é determinada com o picnômetro de água (STENGEL, 1983), enquanto para a densidade aparente as determinações podem ser realizadas em amostras secas, em diferentes escalas de volume (torrões, cilindros...). No caso dos torrões, seu volume é determinado segundo o princípio de ARCHIMEDES, por medições de empuxo em petróleo (MONNIER et al, 1983). As relações entre as densidades permite o cálculo do volume de poros considerando 1 grama de solo.

. Estimativa da retração. É feita pela comparação entre os valores de densidade aparente determinados em torrões com umidade natural e após secagem em estufa, o que permite avaliar a retração macroscópica do material (fissuração etc.), às vezes observada no campo.

Retractometria

. É um método de caracterização pedo-hídrica, baseado na análise da curva de retração (BRAUDEAU, 1988).

Um modelo mais explícito da variação do volume do solo em função do teor de água é estabelecido no caso geral de amostras de solos estruturados e pouco expansivos. Esse modelo apoia-se na determinação precisa dos volumes estruturais constitutivos da amostra de solo: os dois volumes porais, micro e macro, assim como a água e o ar neles contidos. Em perfeito acordo com todos os resultados observados em solos "ferralíticos" (Latos solos), o volume é regido por uma mesma equação paramétrica, que permite calcular precisamente os diferentes volumes estruturais em função do teor de água. Os oito parâmetros da equação são facilmente medidos através da curva de retração, e constituem um conjunto abrangente de características físicas da amostra, que BRAUDEAU, 1988, propõe chamar "características pedohídricas" do solo. O modelo permite distinguir a porosidade estrutural (macro porosidade) da porosidade textural (microporosidade) e estabelecer igualmente as balanças de água e ar, bem como relacioná-los com as noções agronômicas familiares, tais como reservas em água e ar (BRAUDEAU et al., 1990).

. Curva de retenção de água

Pode ser determinada considerando-se os poros do solo como um feixe de tubos capilares, onde a tensão superficial atua na interface vidro-água-ar. Nestes tubos, a altura de elevação da água (H_c) acima de sua superfície (pressão atmosférica) é inversamente proporcional ao diâmetro do tubo e pode ser, assim, relacionada ao gradiente de pressão da água (ΔP) e, finalmente, ao diâmetro, da seguinte forma:

$$H_c = \frac{\Delta P}{\gamma} = \frac{4\sigma}{d} \cdot \cos \alpha$$

onde: γ é o peso específico da água;
 σ é a tensão superficial da água (0,073 n/m, a 20°C);
 d é o diâmetro do tubo capilar;
 α é o ângulo de contato entre a água e o tubo, igual a zero para a água.

Esta analogia vem sendo considerada na determinação do diâmetro equivalente de poros. Aplicando-se uma pressão ΔP no solo, a água é retida em poros cujo diâmetro é menor do que o calculado pela equação:

$$d = \frac{300}{\Delta P}$$

onde: d é o diâmetro dos poros em microns, e
 ΔP é a pressão aplicada, em KPa.

Cuidados devem ser tomados na contração da amostra pela aplicação da pressão, que causa a perda de estabilidade dos poros e a consolidação do solo, ainda a pressões tão baixas quanto 1 Pa. A susceptibilidade da amostra à consolidação é função do teor de argila e sua densidade ou resistência, sendo que a contração pode ocorrer em solos com qualquer conteúdo ou tipo de argila (LAWRENCE, 1977).

Porosimetria a Mercúrio

O estudo do sistema poral pelo método da porosimetria a mercúrio, consiste em acompanhar a intrusão do mercúrio nos poros do solo, segundo uma pressão crescente. Permite adquirir informações sobre o volume poral, em função do tamanho do raio de constricção. Por esse método é possível estudar-se os poros cujos raios equivalentes são inferiores a 250 μm (microporosidade) e igualmente estimar-se o sistema poral dentro dos agregados e em

tre estes.

Na França, as medições são realizadas no laboratório SESCOF do INRA, em Orleans, por A. BRUAND com o aparelho Micromeritics Pore Sizer 9310. As amostras são pequenos torrões de 2 a 4 cm³, secos em estufa a 105°C durante 24 horas, pesados, esvaziados dos gases e imersos no Hg.

A relação matemática que permite relacionar a pressão exercida sobre o Hg e o raio de entrada (raio equivalente, Req) dos poros é dada por VACHIER et al., 1979:

$$R_{eq} = 2 \cdot \gamma \cdot \cos \theta / P, \text{ onde:}$$

γ = tensão superficial de Hg,

θ = ângulo de contato do menisco na interface mercúrio/sólido,

P = pressão exercida

Os valores de θ e γ adotados são de 130° e de 484 dinas/cm², respectivamente. O espectro poral considerado abrange tamanhos de Req incluídos entre 4 micrômetros e 251 μ .

Dois modos de representação dos resultados são normalmente utilizados: a curva do volume poral cumulativo e a curva da distribuição dos volumes porais (espectro da porosidade); sendo esta última deduzida da que a precede. A figura 6, extraída de BRUAND, 1985, esquematiza essas duas curvas.

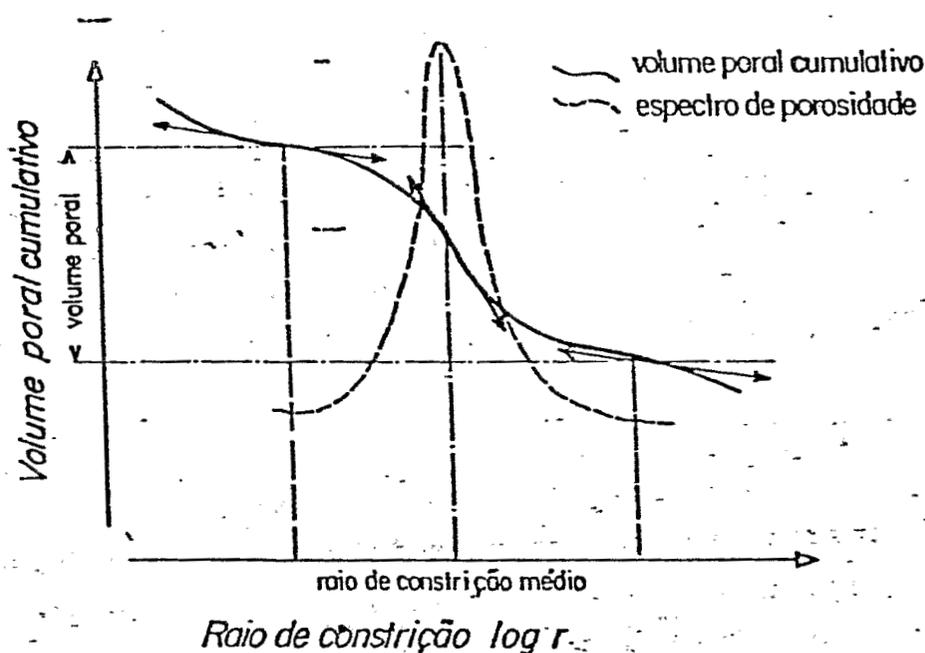


FIGURA 6 : Esquema da curva do volume poral cumulativo e da distribuição do volume dos poros : definição do volume poral e do raio de constrição médio para o qual é acessível.

O ponto de inflexão vertical indica um máximo da intrusão de Hg. Corresponde a um modo na curva de distribuição dos volumes porais. O ponto de inflexão horizontal indica um mínimo de intrusão de Hg; ele separa então dois grupos de poros.

IV - CONCLUSÃO

A extensão a um solo "in situ" de análise de laboratório ou de determinações de parâmetros no campo, implica um conhecimento aprofundado do perfil pedológico antropizado (perfil cultural) e particularmente do perfil estrutural. Só esse conhecimento permite definir os horizontes e selecionar as amostras que, posteriormente, serão submetidas aos diversos métodos de análises.

Parece então necessário associar as observações qualitativas, análises físicas realizadas, seja no campo, seja no laboratório, respeitando tanto quanto possível as características estruturais do solo.

BIBLIOGRAPHIE

BLANCANEAUX (Ph), PIROT (F), 1980

Glosario para descripción del ambiente del perfil con tratamiento informático.

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR). DGIIA, Dirección de Suelos, Vegetación y Fauna, División de Suelos. Caracas, Venezuela, 1980.

BLANCANEAUX (Ph), 1988

Organisation et comportement hydrologique de deux couvertures pédologiques sur granito-gneiss de la région de Grégoire en Guyane Française.

ORSTOM, T.D.M, 37, Paris, 319p, 1988.

BRAUDEAU (E), 1988

Méthode de caractérisation pédo-hydrigue des sols basée sur l'analyse de la courbe de retrait.

Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XXIV, n°3, 1988 : 179-189.

BRAUDEAU (E), GRUNBERGER (O), 1990

Notice de présentation du rétractomètre par un exemple d'application sur un échantillon de sol non remanié.

Labo. Hydrophysique. ORSTOM, 10p. Bondy, France.

BRUAND (A), 1985

Contribution à l'étude de la dynamique de l'organisation de matériaux gonflants. Application à un matériau provenant d'un sol argilo-limoneux de l'Auxerrois. Thèse, Paris VII, 225p.

BULLOCK (P), FEDOROFF (N), JONGERIUS (A), STOOPS (G), TURSINA (T), 1985

Handbook for soil thin section description.

England, Intern. Soc. Soil Sci, Waine Res. Publications, 1985 : 152p.

DUCHAUFOR (Ph), 1965

Précis de pédologie. Masson Ed. Paris.

FREITAS (P.L de), 1988

Effect of soil structure on root growth and function.

Ithaca, NY, Cornell University. These de PhD.

FREITAS (P.L de), BLANCANEAUX (Ph), 1990

Metodologia de pesquisa en manejo de solo : Estrutura e porosidade de solo. EMBRAPA/SNILCS/Goiânia et ORSTOM. Passo Fundo, Brésil, 04/07 décembre 1990. PROCISUR/EMBRAPA/CIMMYT.

GAUTRONNEAU (Y), MANICHON (H), 1987

Guide méthodique du profil cultural.

Paris, GEARA et CEREF, 1987, 71p., 13 fig., 4 tabl.

GLOSSAIRE DE PEDOLOGIE, 1969.

Description des horizons en vue du traitement informatique.

ORSTOM, Initiations-Documentations techniques, N° 13, Paris, 1969.

HENIN (S), GRAS (R), MONNIER (G), 1969

Le profil cultural (2^{ème} édit.) MASSON ED. Paris.

HENIN (S), 1976

Cours de physique du sol I. Texture - Structure - Aération.

ORSTOM, Initiations - Documentations techniques, n°28, Paris, 1976.

L'AGRONOMIE TROPICALE , 1953

Protocoles d'analyses des sols tropicaux.

Vol VIII, n° 3, 1953. p : 307-323.

LAWRENCE (G.P), 1977

Measurement of pores size in fine textured soils : a review of existing techniques. J. Soil Sci., 28 : 527-540, 1977.

MONNIER (G), STENGEL (P), FIES (J.C), 1973

Une méthode de mesure de la densité apparente de petits agglomérats terreux. Application à l'analyse des systèmes de porosité du sol.

Ann. Agron. 24 (5). p : 533-545

STENGEL (P), 1983

Analyse de la porosité.

Séminaire CEE - AGRIMED, Montfavet.

VACHIER (R), CAMBIER (P), PROST (R), 1979

Structure d'un milieu poreux : La craie.

Ann. Agron. 30 (3). p : 247-263.

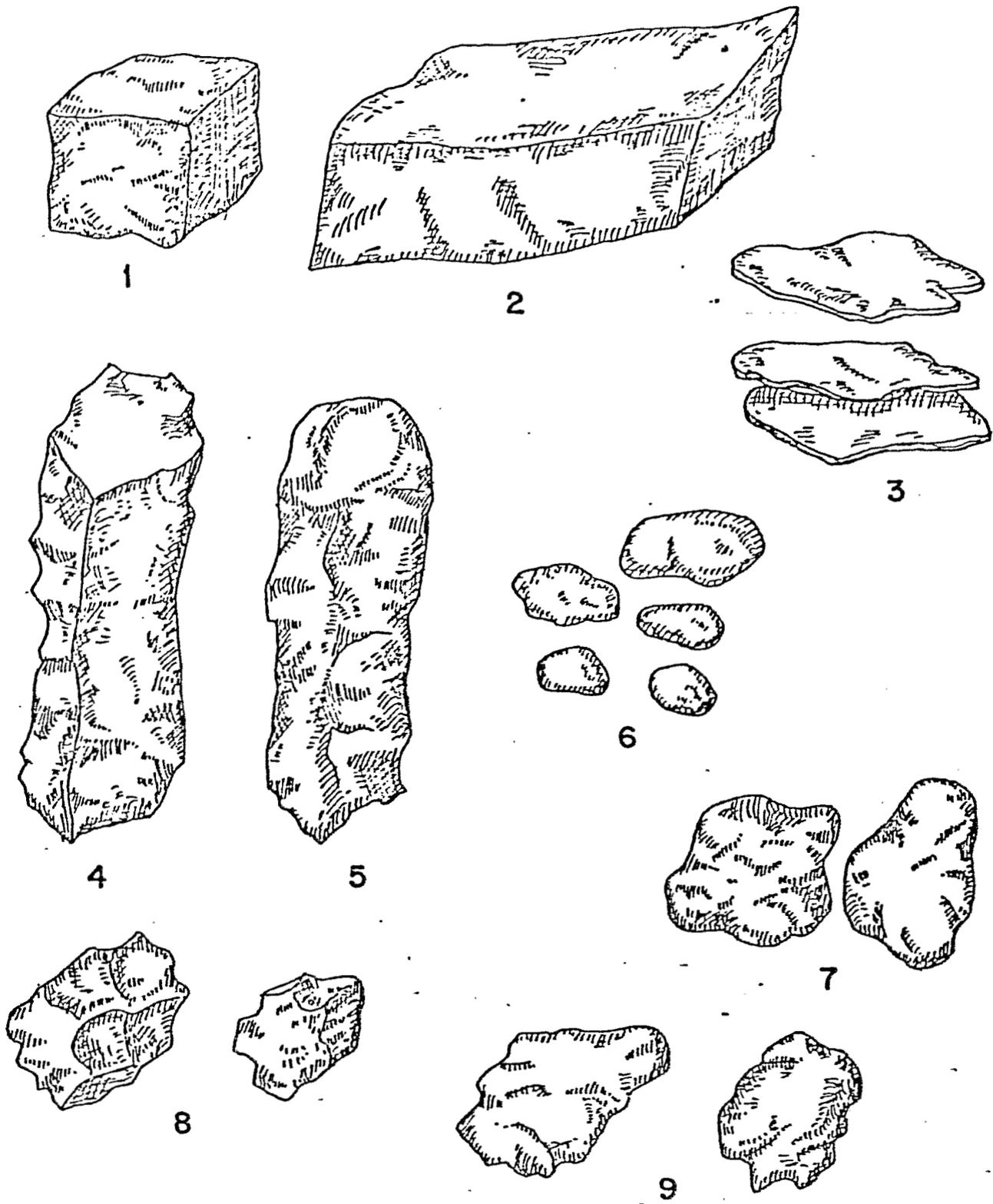


Figura 1 : DIFERENTES TIPOS DE ESTRUCTURA.

1 - Cúbica

2 - Placas pequenas

3 - Laminar

4 - Prismática

5 - Colunar

6 - Granular

7 - Grumosa

8 - Poliédrica (blocosa angular)

9 - Poliédrica (blocosa subangular)

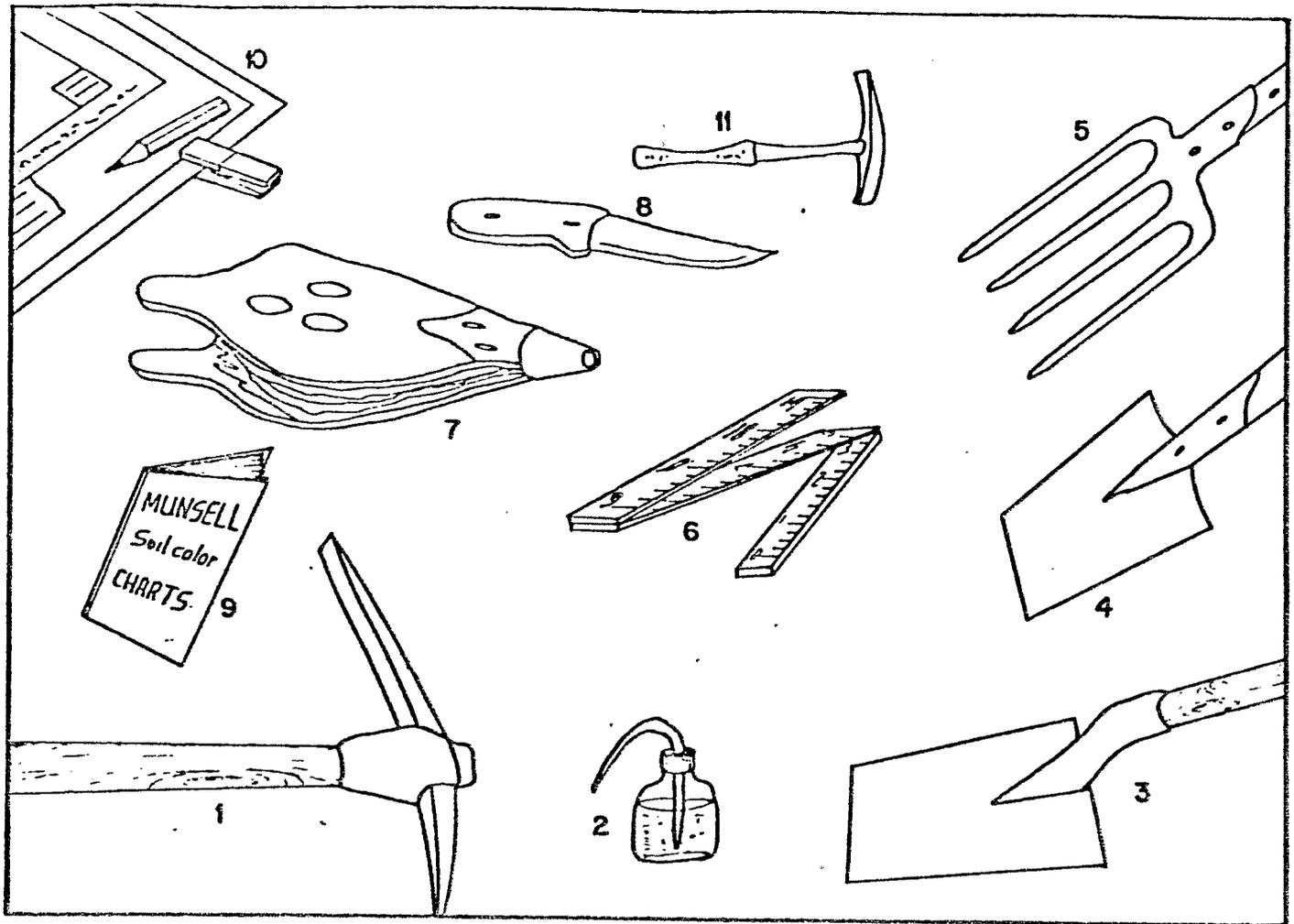


Figura 2 : FERRAMENTAS E INSTRUMENTOS RECOMENDADOS PARA ABERTURA DE TRINCHEIRA E DESCRIÇÃO DO PERFIL CULTURAL.

- | | |
|--|--|
| 1 - Picareta para cavar os horizontes compáctos. | 6 - Metro dobrável. |
| 2 - Piceta. | 7 - Fole para limpeza de terra fina. |
| 3 - Pá com bordas cortantes, util para retirar a terra. | 8 - Faca. |
| 4 - Pá reta para cavar em solo sem pedras (Pá quadrada). | 9 - Carta de cores "Munsell".
(caderneta) |
| 5 - Forcado, muito util para cavar em solo pedregoso. | 10 - Lapis e prancheta. |
| | 11 - Martelo pedológico. |

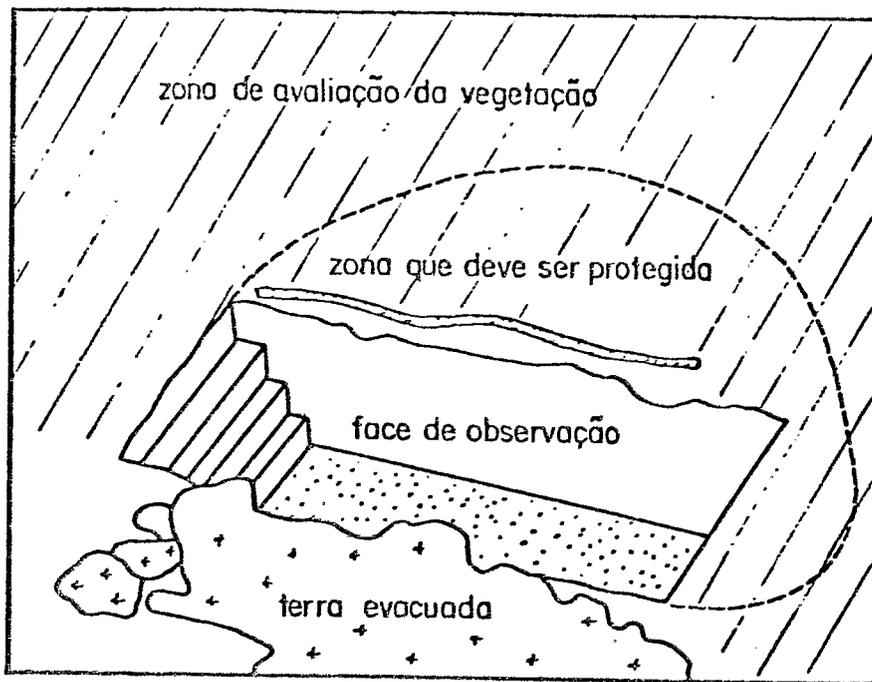


Figura 3 : ESQUEMA DE UMA TRINCHEIRA PRONTA PARA OBSERVAÇÃO.

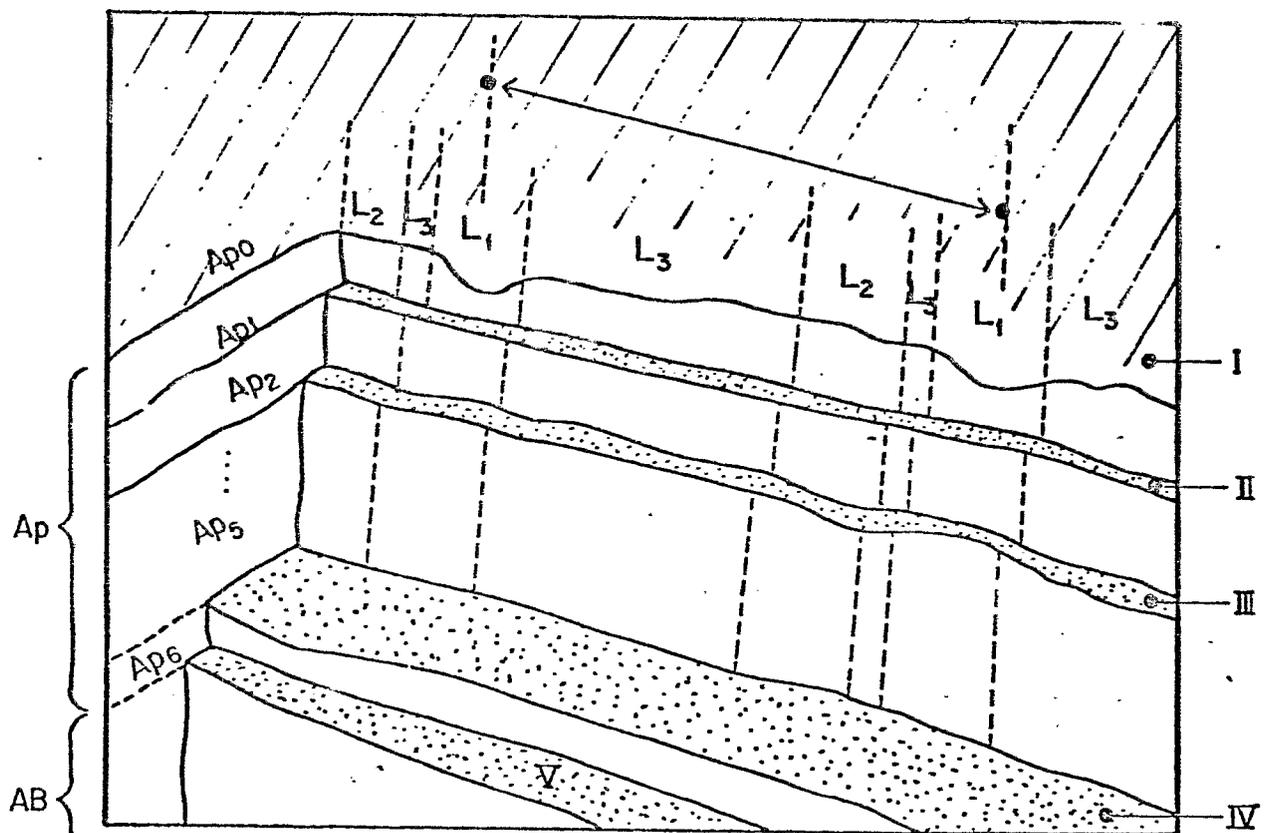


Figura 4 : AS FACES DE OBSERVAÇÃO COM AS VARIAÇÕES VERTICAIS E LATERAIS DAS ORGANIZAÇÕES TEXTURAIS E ESTRUTURAIS DOS HORIZONTES.

Ap : horizontes antropicos

AB : horizontes pedológicos

I, II, III, IV, V : superfícies que servem para medições no campo dos diferentes horizontes distinguidos.