

programa de
textos didáticos
universidade
federal da
bahia 1971

jean boyer

departamento I

instituto de geociências

**DEFINIÇÃO
DOS SOLOS
E DESCRIÇÃO
DO PERFIL**

DEFINIÇÃO DOS SOLÕES E
DESCRIÇÃO DO PERFIL`

JEAN BOYER

prof. de pedologia (diretor de pesqui
sas da ORSTOM - convênio ORSTOM/UFBa)
departamento I (instituto de geociên-
cias) 4

tradução de Célia Peixoto Motti e Pas
cal Motti

colaboração de Sylvio de Queiroz Matto
so e Teresa Cardoso da Silva

PROGRAMA DE TEXTOS DIDÁTICOS XXXVII
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

Salvador Bahia 1971

FICHA CATALOGRÁFICA

Boyer, Jean, -

Definição dos solos e descrição do perfil; tradução de Célia Peixoto Motti e Pascal Motti, com a colaboração de Teresa Cardoso da Silva e Sylvio de Queiroz Mattoso. Salvador, Universidade Federal da Bahia, 1971.

78p. ilus. (Programa de textos didáticos, 37.

1.Geologia. 2.Pedologia. I.Motti,Célia Peixoto, - , trad. II.Motti, Pascal, - , trad. III.Silva, Teresa Cardoso, - , trad. IV.Mattoso, Sylvio de Queiroz, - , trad. V.Bahia, Universidade Federal. VI.t. VII.s.

CDU - 55:631.4

(Preparada por Raquel del Carmen Hermida Hermida)

G E N E R A L I D A D E S

1. PRELIMINAR	7
1.1. Histórico da Pedologia e definição do solo	7
1.2. Fins da Pedologia	12
2. CARACTERÍSTICAS DO PERFIL E DOS HORIZONTES DE UM PER- FIL	15
2.1. Desenvolvimento de um perfil do solo	15
2.2. Os horizontes do perfil	17
2.3. Os horizontes de diagnóstico, na classificação americana	20

O B S E R V A Ç Ã O D E U M P E R F I L

1. O AMBIENTE: LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO DO PERFIL	25
1.1. Generalidades	25
1.2. Vegetação	27
1.3. A rocha-mãe	28
1.4. Aspecto da superfície do solo	29
2. OBSERVAÇÃO DE UM PERFIL	35
2.1. Características morfológicas de um horizonte	35
2.2. Matéria orgânica visível nos solos	40
2.3. Textura do solo	48
2.4. Estrutura do solo	53
2.5. Porosidade	60
2.6. Consistência	62
2.7. Outras observações a fazer num perfil	64

GENERALIDADES

1. PRELIMINAR

1.1. Histórico da Pedologia e definição do solo

O homem sempre se interessou pelo solo, porque este é o suporte das plantas úteis à subsistência da humanidade, e suas propriedades condicionam o rendimento das culturas.

Já na Antiguidade romana, Catão o Antigo, no seu tratado *De agricola*, dava grande importância aos solos; mais recentemente, no século XVII, Oliver de Serres, na França, fala muito deles no seu trabalho semi-agrícola, semi-econômico, que é o *Mesnage des champs*.

Em todos os tempos, os agricultores distinguiram os bons e os maus solos e os solos intermediários, mas sempre em função das necessidades das plantas, do rendimento das colheitas.

Daí a definição de Mitscherlich (químico alemão): "O solo é uma mistura de partículas sólidas pulverizadas de água e de ar, que serve de suporte aos elementos nutritivos das plantas".

Com o aparecimento e o desenvolvimento da Geologia nos séculos XVIII e XIX, procurou-se ligar o solo às rochas subjacentes, pois estava evidente que elas forneceram, após a decomposição, os elementos constituintes do solo.

Daí os mapas agrogeológicos preconizados, entre ou-

tros, pelo agrônomo francês Rissler; estes mapas agrogeológicos conheceram um grande desenvolvimento na Europa Ocidental no século XIX (principalmente na segunda metade), a tal ponto que o Governo Imperial Francês recomendou, em 1850, a realização de mapas agrogeológicos na escala do *arrondissement* (10.000 a 15.000 km²) e, mesmo, do *canton* (1.000 km², muitas vezes, menos). Ainda que úteis sob muitos aspectos, estes mapas agrogeológicos tinham o inconveniente de levar, sobretudo, em consideração o fator rocha-mãe.

O aparecimento da Química moderna, no decorrer do mesmo século XIX (Berzelius, Bertholet, Avogadro, etc.), influenciou, consideravelmente, o estudo do solo, quando se descobriu que o solo não era apenas um produto da rocha-mãe, mas tinha propriedades particulares que pertenciam a ele mesmo, isto é, tinha uma individualidade própria, pelo menos sob o ponto de vista químico. Nesta época, descobriram-se as propriedades de troca de bases. Daí a definição de Ramon: "O solo é a camada superior mole da crosta terrestre. Ele compreende rochas reduzidas a pequenos fragmentos e mais ou menos transformadas quimicamente, e os detritos de plantas e de animais que aí vivem e dele se servem".

Encontra-se, nesta definição, a marca do químico no trecho da frase "transformadas quimicamente".

Como a análise de um solo é uma operação demorada e complicada, logo, cara (por isso, não podiam ser multiplicados ao infinito os pontos de coleta de amostras), os estudos de química do solo foram feitos principalmente na escala de campos cultivados. Os progressos no conhecimento das propriedades do solo foram imensos (Schloesing) e muito ajudaram na difusão dos adubos químicos, cujo emprêgo foi o motor da II Revolução Agrícola na Europa Ocidental. Estes progressos continuam, ainda, até nossos dias. Ao contrário, assiste-se a uma regressão da cartografia dos solos, pois esta necessitaria de um grande número de análises (porque este tipo de mapa necessita de intrapolação).

A Pedologia moderna nasce com Dokuchaev na Rússia. Dokuchaev, funcionário da Fazenda, foi encarregado pelo Govêr

no Imperial de estabelecer uma base de impostos mais justa que a anterior, que levava em consideração somente a superfície das explorações. Para êste efeito, êle começou a estudar os solos da Rússia e observou que os tipos de solos eram praticamente os mesmos sob o mesmo clima, sendo a influência da rocha-mãe de importância secundária.

Êle foi o primeiro a encarar os solos como indivíduos independentes, resultantes da interação de vários fatores: clima, solo, vegetação e rocha-mãe. Êle foi, também, o primeiro a designar os horizontes do solo com as letras A, B e C.

A definição que Dokuchaev dá ao solo traduz estas novas concepções:

Os solos são corpos naturais independentes, e cada indivíduo apresenta uma morfologia particular, resultante de uma combinação específica do clima e da matéria viva, da rocha, do relêvo e da duração do seu desenvolvimento. A morfologia de cada solo, tal como se manifesta no perfil, reflete os efeitos combinados de uma série particular de fatores genéticos, determinando seu desenvolvimento.

Dáí o sistema de classificação de Dokuchaev ser baseado nos principais fatores genéticos do solo.

Conhecendo-se êsses fatores, ou, pelo menos, seus efeitos sobre o perfil do solo, será possível, a partir de um certo número de pontos bem escolhidos, em função do clima do solo (que é chamado pedoclima), do relêvo, da rocha-mãe e da vegetação, extrapolar o perfil observado a tãda uma zona onde os fatores genéticos foram os mesmos e, por conseguinte, produziram os mesmos efeitos e geraram, a grosso modo, as mesmas propriedades físicas, químicas e biológicas.

Na realidade, o problema não é tão simples, pois a passagem entre duas categorias de solo x e y vizinhos é contínua e progressiva na maioria das vezes. Conseqüentemente, o limite entre as duas será sempre um pouco arbitrário e dependerá, numa certa medida, da interpretação do pedólogo. Exemplo: solo ferralítico com hidromorfia de profundidade, ou solo hidromorfo com características ferralíticas em superfície? A coisa é delicada e, muitas vezes, bem difícil de resolver.

Dai, duas atitudes diante de um perfil:

1. A das classificações genéticas, francesa e russa em particular, que tentam, através da morfologia do perfil, ligar as observações visuais à gênese do solo.

Elas têm o principal inconveniente de se basearem, em grande parte, sobre a interpretação pessoal do pedólogo, o que é uma fonte de erros, mas também, de progresso.

A vantagem é dar uma grande coerência às observações feitas e obrigar a refletir, para as associar e facilitar o mapeamento por uma extrapolação em função dos fatores de formação.

2. A das classificações morfológicas, classificação americana, principalmente.

O observador deve se limitar a descrever o perfil e a reconhecer certos horizontes particulares, chamados *horizontes de referências* ou *de diagnóstico*, bem escolhidos.

Utilizando apenas as observações sobre o terreno, o pedólogo deve encontrar o lugar do solo na classificação que ele possui.

O principal inconveniente é separar os solos muito próximos uns dos outros, em razão da rigidez da classificação: 1 cm a mais ou a menos de espessura, e teremos dois tipos de solos diferentes. Outro inconveniente é a multiplicação dos pontos de observação para a cartografia, pois este método necessita de uma certa interpolação.

A vantagem é que os horizontes de diagnóstico são muito bem escolhidos, e o método obriga a um trabalho de observação metuculoso.

Evidentemente, não pode mais haver as interpretações, às vezes problemáticas, dos pedólogos que se utilizam das classificações genéticas; mas elimina-se, ao mesmo tempo, a fonte de progresso que representa a reflexão pessoal diante do perfil.

Na verdade, se os métodos diferem, os fins são mais ou menos idênticos, pois os horizontes de diagnóstico da classificação americana têm um valor genético certo e, com efei-

to, estuda-se a gênese dos solos, sem o querer dizer.

E, na maioria das vezes, pode-se passar, sem muitas dificuldades, de uma classificação para outra, pelo menos nas unidades mais elevadas (classe, subclasse, grupo).

Em conclusão, uma das melhores definições do solo poderia ser aquela do *Soil survey manual*, 1951:

O solo é definido como uma coleção de corpos naturais, ocupando uma parte da superfície do globo, que suporta as plantas, e cujas propriedades são provenientes do efeito integrado do clima e da matéria viva sobre um material original, condicionado pela natureza da rocha, o relevo e o tempo.

Esta definição implica que o solo não possa ser definido somente por algumas características (profundidade, textura, estrutura, saturação do complexo absorvente), nem mesmo por um horizonte particular (horizonte lixiviado, de acumulação, etc.); mas deve-se sempre fazer referência ao conjunto do perfil e aos seus fatores de formação.

Na prática, lembrar-se-á que:

1º O solo é a parte móvel superficial que suporta as plantas, e cuja profundidade pode ir de alguns centímetros a alguns metros, às vezes, algumas dezenas de metros (solos tropicais, principalmente).

2º O solo resulta da combinação de vários fatores: clima, rocha, relevo, plantas, ação do homem, etc..

3º O solo nasce, vive e, também, morre: rapidamente, pela erosão; lentamente, quando da evolução geológica e pedológica.

No decorrer de sua existência, um solo evolui (concepção dinâmica do solo).

Observação: Para os mecânicos do solo e os engenheiros de trabalhos públicos (estradas, barragens, etc.), chama-se *solo* tudo que é móvel, qualquer que seja a profundidade onde se encontre este material móvel.

1.2. Fins da Pedologia

A Pedologia é uma ciência natural, como a Botânica ou a Geologia, logo, um pouco empírica; em outras palavras, é uma ciência nova, que ainda não tem um século de existência.

1.2.1. Fim científico

Como todas as ciências naturais, a Pedologia tenta se constituir sobre bases científicas (a Química começou por ser uma ciência natural também), mas continua, ao mesmo tempo, a ser uma ciência de observação da natureza.

O primeiro objetivo da Pedologia é, pois, o estudo do solo por si mesmo, tendo simplesmente em vista aprofundar os conhecimentos sobre o meio natural importante para o homem (exatamente como os botanistas estudam as plantas por si mesmas):

- a) caracterização e morfologia dos solos;
- b) caracterização de seus próprios constituintes (argila, matéria orgânica),
- c) gênese dos solos;
- d) química dos solos;
- e) física dos solos;
- f) microbiologia dos solos.

Os mapas pedológicos nas diversas escalas são, mais particularmente, uma síntese destes dados.

1.2.2. Fim prático

1. A agricultura

A agricultura, primeiramente nos países da Europa Ocidental e atualmente em muitas regiões do mundo (Japão), fez enormes progressos, sobretudo após os estudos de química dos solos.

Atualmente, um desenvolvimento agrícola bem dirigido não pode mais ser concebido sem um mapa e um estudo pedológico (em geral, em grande escala 1/20.000, muitas vezes, 1/50.000). O mapa de utilização dos solos que os acompanha, muitas vezes, é apenas uma versão simplificada do mapa pedológico, com um vocabulário menos especializado e mais ao alcance do agricultor (bons solos, maus solos, solos para a

citricultura, para o café, etc.). Um bom mapa pedológico e o mapa da utilização do solo, que dêle deriva, devem indicar ao agrônomo e ao utilizador em geral a *maneira de adaptar as culturas ao solo* (Exemplos: amendoim e arroz, na África Ocidental; arboricultura, na Tunísia; trigo, nas terras virgens da Rússia) e, numa certa medida, as possibilidades de irrigação e as necessidades de adubos minerais e orgânicos (Baixo Rôdano do Languedoc na França; dendê, na Costa do Marfim; hévea...).

Além disso, êle deve dar indicações sobre a possibilidade de controlar a erosão e a perda de elementos minerais ou orgânicos que seguem o desmatamento, se bem que, em região tropical, este problema seja muito difícil de resolver.

2. A planificação econômica

Cada vez mais, as planificações econômicas nacionais e internacionais utilizam os mapas pedológicos.

A FAO estabeleceu, dentro deste princípio, um mapa pedológico na escala de 1/5.000.000 dos solos do mundo, enquanto que a UNESCO fez executar um mapa dos solos salgados do mundo, na mesma escala de 1/5.000.000.

É evidente que, para a valorização de unidades menores, como um país, um estado, uma região, os mapas pedológicos, na escala de 1/100.000 ou 1/500.000, representam um instrumento de trabalho indispensável aos responsáveis por esta valorização.

Tais mapas lhes permitem fixar fins a alcançar e estabelecer prioridades em função das condições econômicas, políticas e humanas da determinada zona de ação.

3. Os trabalhos públicos: estradas, aeroportos, barragens.

A Pedologia pode fornecer uma ajuda preciosa.

4. A Ecologia

A Ecologia é a ciência que estuda as relações entre o meio natural e os seres vivos (homens, animais e plantas); o solo é, evidentemente, um dos constituintes des

te meio natural, da mesma forma que o clima, a higrometria,
etc..

5. A Geologia e a Geomorfologia.

6. Etc..

2. CARACTERÍSTICAS DO PERFIL E DOS HORIZONTES DE UM PERFIL

Quando se abre uma trincheira no solo, com uma profundidade de mais ou menos 30 cm a 2 m (mais em região tropical úmida), nota-se, a partir da superfície, uma série de estratos sucessivos em largas faixas paralelas entre si, chamados *horizontes*, sendo o último horizonte formado pela rocha-mãe em via de decomposição.

O conjunto de horizontes constitui o perfil.

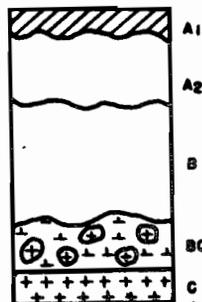


Fig. 1 — Perfil esquemático de um solo ferruginoso

2.1. Desenvolvimento de um perfil do solo

Quando uma rocha é descoberta e a pluviometria é suficiente, um pouco de vegetação consegue sempre se instalar: líquens e musgos, em regiões temperadas; musgos e gramíneas, em região equatorial; às vezes, cactos, em zonas mais secas.

Ocorre, então, formação de matérias orgânicas, e as rochas são atacadas: rapidamente, se é um sedimento móvel (alu

viões, areia, silte); lentamente, se a rocha é dura e pouco permeável.

Se nenhum fator externo vem perturbar este processo (erosão, ação do homem, dos animais, do fogo, etc.), um solo se forma sempre, com a condição de que caiam, pelo menos, 50-60 mm de chuva por ano (neste caso, só se forma, evidentemente, um solo pouco evoluído de deserto; mas, com 100-200 mm de chuva, já se podem formar solos bem desenvolvidos).

Progressivamente, o solo se aprofunda, a matéria orgânica se incorpora à parte superior do solo (horizonte A), enquanto que a parte inferior é constituída pela rocha em via de decomposição (horizonte C). O solo mostra, pois, um perfil AC: é o caso das rendzinas e de alguns vertisolos, por exemplo.

Observação: No caso de um solo muito jovem ou que se forma sobre uma rocha muito dura, a matéria orgânica é misturada diretamente com o horizonte C, tendo-se, então, um perfil AC.

À medida que o solo envelhece, ele se aprofunda, e, entre A e C, aparece um horizonte intermediário, chamado (B) ou B estrutural, praticamente sem matéria orgânica.

Enfim, sobre um solo já adulto, e mesmo envelhecido, o horizonte A se diferencia em vários sub-horizontes. O horizonte B se enriquece de certos elementos (húmus, argila), seja por migração de elementos vindos de A (solos podzólicos, solos lixiviados), seja por síntese no local (solos ferralíticos): ele se torna, então, um horizonte B ou B textural, do qual falaremos em seguida, pois se trata de um caso particular do horizonte (B).

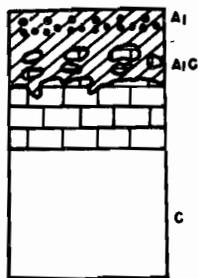


Fig. 2 — Perfil de uma rendzina

2.2. Os horizontes do perfil

2.2.1. Horizonte A

É um horizonte *maior*, o cupando a parte superior do perfil e apresentando uma das duas características seguintes, ou as duas ao mesmo tempo:

- a) presença de matéria orgânica;
- b) empobrecimento em constituintes, tais como: argila, ferro, alumínio.

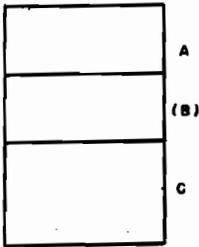


Fig. 3 — Solo mais evoluído

Subdivide-se em A_{00} , A_0 , A_1 , A_2 , A_3 , que se superpõem na ordem indicada, podendo faltar alguns dêles (faltam efetivamente, às vêzes):

A_{00} — horizonte de superfície, formado por detritos vegetais facilmente reconhecíveis: fôlhas, *frondelles*, às vêzes chamado L por alguns autores.

A_0 — horizonte principalmente constituído de detritos vegetais meio decompostos e praticamente irreconhecíveis. É subdividido, às vêzes (certos autores nórdicos, suecos, alemães, holandeses), em F e H; não se tendo H, nenhuma estrutura vegetal é reconhecível. Esta distinção entre F e H é raramente feita nos solos tropicais. A_0 contém, pelo menos, 30% de matéria orgânica (A_0 e A_{00} são medidos de baixo para cima, a partir do tôpo de A_1).

A_1 — horizonte mineral, apresentando menos de 30% de matérias orgânicas bem misturadas com a matéria mineral; devido a isto, sua cor é, geralmente, escura; em todo caso, êle tem uma cor mais escura do que o horizonte situado abaixo.

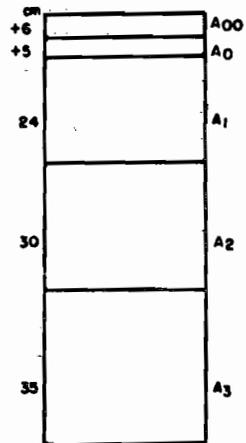


Fig. 4 — Subdivisão do horizonte A

Ele pode, ou não, ser um horizonte eluvial (saída de elementos como argilas, ferro, alumina, húmus, que podem ser levados para baixo no perfil, ou em tórno do perfil).

A_2 — horizonte de côr mais clara que o horizonte A_1 , empobrecido em ferro, argila, alumina, por lixiviação dos materiais em solução ou em suspensão (horizonte de eluviação), que podem ser levados para o horizonte B (lixiviação pròpriamente dita), para fora do perfil (empobrecimento), ou os dois ao mesmo tempo. O empobrecimento é muito freqüente em muitos solos tropicais: a saída de ferro, de argila ou de alumina é acompanhada de uma concentração dos elementos mais resistentes à eluviação (em 99% dos casos, trata-se de quartzo, isto é, de grãos de areia).

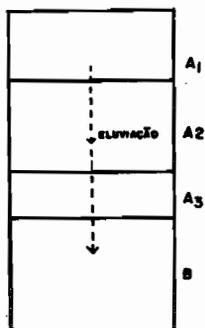


Fig. 5 — Eluviação do horizonte A

A_3 — horizonte de transição, mas conservando, sobretudo, características do A.

2.2.2. Horizonte B

Horizonte situado logo abaixo do A e caracterizado por teores elevados em argila, ferro e húmus (às vêzes), mais elevados do que em A ou C (Quando a variação dos teores destes elementos é muito fraca e existe apenas diferença de consistência, de estrutura e de côr, chama-se este horizonte (B) ou B estrutural). Uma letra minúscula indica a natureza do enriquecimento:

- B_t — para a argila
- B_h — para o húmus
- B_{fe} — para o ferro
- B_{cn} — para as concreções ferro-aluminosas,

etc..

Este horizonte se subdivide em B_1 , B_2 e B_3 .

B_1 — horizonte de transição depois do A,

mas cujas características se aproximam mais das do B; pode faltar, quando a transição entre A e B é brutal.

B₂ — horizonte que constitui a parte essencial do B. As principais subdivisões, no caso do B, são, sobretudo, para B₂. Tem-se: B_{2t}, B_{2fe}, B_{2h}, B_{2hfe}, B_{2Ca}, B_{2Cm}, B_{2Cs} (gipso), B_x (crosta endurecida, quando ressecada — *frangipan*; mole, quando úmida), B_{2m} (horizonte maciço com forte cimentação: couraça ou crosta dos franceses, *duripan* dos americanos).

B₃ — horizonte de transição antes do C, mas, mais próximo do B do que do C.

Às vezes, é necessário estabelecer subdivisões no horizonte B₂, o mais importante; escrevem-se, pois, B₂₁, B₂₂, B₂₃, do alto para baixo, indicando, por estes números, apenas uma superposição.

2.2.3. Horizonte C

Terceiro horizonte maior. É um horizonte mineral, diferente da rocha matriz, situado abaixo do B (ou abaixo do A, se o B não existe), mas, relativamente pouco afetado pelos processos de pedogênese que conduziram à diferenciação do B e do A. Não possuindo as características destes, é considerado como o primeiro estágio de evolução de rocha para solo.

Pode ser subdividido em : C₁, C₂, C₃, etc. (superposição simples).

2.2.4. Horizonte R

É a rocha matriz bruta, às vezes rachada e um pouco enfraquecida, quando se trata de uma rocha dura; ou simplesmente idêntica à camada geológica, quando se trata de um material móvel (areia, argila, etc.).

Observação: Se o solo é formado a partir de várias rochas (descontinuidade litológica), põe-se um algarismo romano; dispensa-se o primeiro e tem-se, então: A₁, A₂, B₁, B₂₁, II_{B22}, II_{B3}, II_{C1}, III_{C2}.

2.3. Os horizontes de diagnóstico, na classificação americana

A classificação americana é baseada na identificação dos horizontes de diagnóstico.

Distinguem-se duas categorias: os horizontes de superfície e os horizontes de profundidade.

2.3.1. Horizonte superficial ou *epipedon*

Com matéria orgânica; corresponde a A e parte de B:

1. *Epipedon ochrique* (sobretudo para solos tropicais) — cor bastante clara; pobre em matérias orgânicas; C/N próximo de 10; fraco teor em bases trocáveis; má estrutura.

2. *Epipedon mollique* (regiões temperadas, sobretudo) — húmus doce ou Mull; espessura superior ou igual a 17 cm (1/3 da espessura total de 25 cm ou menos, se o solo não é profundo); cor Munsell característica; matérias orgânicas: mais de 1%, pelo menos, sobre 17 cm; bem saturado em bases: $V > 50\%$ (com Ca, sobretudo); $P_{205} > 0,25\%$ (sendo que ele não é mais um Mull).

3. *Epipedon umbrique* (regiões tropicais úmidas de montanha) — menos friável e mais ácido que o precedente; $V < 50\%$. As outras características permanecem as mesmas do *epipedon mollique*.

4. *Epipedon histique* (solos de turfa) — os fragmentos de matéria orgânica são bem reconhecíveis; M.O. $> 20\%$, se o solo é arenoso; M.O. entre 20 e 30%, se o solo tem até 50% de argila e espessura de 20 a 50 cm. Quando o solo é cultivado, as cifras precedentes se tornam: 14% de M. O., se o solo é arenoso; entre 14 e 30% de M.O., se o solo é argiloso.

5. *Epipedon antropique* — horizonte superficial revolvido pelo homem.

6. *Flaggen horizon* (na Holanda) — 1 a 2 m de terra arrastada, cerca de 1 mm por ano, durante 1 a 2 milênios.

2.3.2. Horizonte de profundidade

1. Horizonte *argilique* (horizonte B iluvial, na classificação francesa) — considera-se que tenha acumulação de argila nas seguintes situações:

a) horizonte iluvial — <15% de argila e, pelo menos, 3%^{em tons} a mais que no horizonte A;

b) horizonte iluvial — 15% < argila <40% e, pelo menos, 20% a mais que no horizonte A;

c) horizonte iluvial — argila > 40% e, pelo menos, 8%^{em tons} a mais que no horizonte A.

Na França, em todos estes casos, a diferença mínima entre A e B é de 40% a menos. A variação entre A e B deve se fazer em 15 cm ou mais. Há presença de revestimentos argilosos, chamados *cerosidades*.

2. Horizonte *spodique* (B dos solos podzólicos e podzolos) — espessura mínima de 15 cm; rico em ferro e em húmus com revestimentos; húmus ferroso em palhêtas:

Seja M.O. >0,5% e ferro livre >0,7%;

M.O. >1% e ferro livre <0,7%;

M.O. <0,5% e ferro livre >2%.

3. Horizonte *oxique* — horizonte de concentração de sesquióxidos de ferro e de alumínio; cores vivas: ocre, amarelo, vermelho; estrutura nunca maciça; friabilidade; riqueza em óxidos metálicos: Fe, Al, Mn; fraco teor em minerais alterados.

T baixo < 13 meq/100 g; S fraco; mais pobre em sílica que o material original.

4. Horizonte *natrique* (sódico) — rico em sódio.

5. Horizonte *albique* — muito esbranquiçado (A₂ da classificação francesa).

6. Horizonte *cambique* — horizonte B alterado; alteração do material original; diferença de cor e estrutura em relação à rocha-matriz.

7. Horizonte *agrique* — criado pelas atividades humanas; não tem equivalente na classificação francesa.

2.3.3. Horizontes secundários de diagnóstico

1. *Duripan* — horizonte fortemente endureci-

do; couraça ou crosta da classificação francesa.

2. *Fragipan* — horizonte endurecido em estado sêco, e quebradiço em estado úmido; carapaça da classificação francesa.

3. *Calcique* — horizonte enriquecido em calcário.

4. *Salin* — horizonte enriquecido em sais solúveis.

5. *Gypsique* — horizonte enriquecido em gipso.

6. *Albique* — horizonte A_2 muito lixiviado.

7. *Plintique* — horizonte manchado.

OBSERVAÇÃO DE
UM PERFIL

1. O AMBIENTE: LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO DO PERFIL

1.1. Generalidades

1.1.1. Localização

Nome do observador e data da observação (isto é muito importante para o laboratório de análise e para a redação do relatório).

Localização exata: coordenadas sobre o mapa e local. Exemplo: estrada de Salvador a X, 2 km a oeste do povoado Y, latitude x, longitude y.

Condições atmosféricas: chuvas recentes ou não, estação seca, estação chuvosa, sol ou tempo nublado.

1.1.2. Características do ambiente

Altitude: muito importante, pois condiciona, freqüentemente, a intensidade de acumulação da matéria orgânica (mais forte quando a altitude ultrapassa 1.000 m na zona intertropical) e, às vezes, também, a pluviometria, mal conhecida nestas regiões.

Modelado (formas de relevo): zona plana ou inclinada, planície, planalto, colina, montanha, vale, depressão.

Este tipo de observações é importante, pois o relevo está, geralmente, em relação com os solos:

a) os solos ferralíticos estão, freqüentemente, numa paisagem de colinas;

b) os solos ferruginosos tropicais se encontram nas zonas planas, quase sem relêvo;

c) os vertisolos, nas depressões mal drenadas, como também os solos halomórficos;

d) etc..

Relêvo e classes de relêvo:

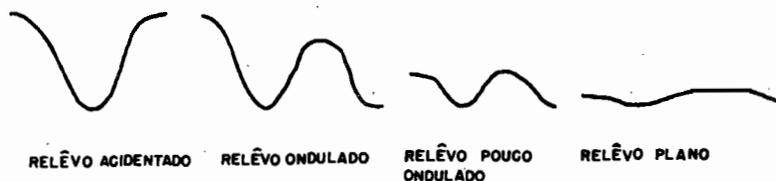


Fig. 6 — Classes de relêvo

1. Relêvo acidentado — região formada de um conjunto de colinas com topos sub-horizontais e encostas com inclinação superior a 25%.

2. Relêvo ondulado — região formada de um conjunto de colinas ou de planaltos com pequenas superfícies sub-horizontais, com predominância de encostas que variam de 8 a 25% (muitos solos ferralíticos têm um relêvo ondulado).

3. Relêvo pouco ondulado — conjunto de colinas e planaltos com grandes superfícies sub-horizontais, interrompidas por encostas de 8 a 25%.

4. Relêvo plano — conjunto relativamente plano, com encostas que não ultrapassam 8%.

5. Na minha opinião, falta uma classe — relêvo < 3% (importante para a agricultura).

1.1.3. Relação do relêvo com a drenagem

Pode-se, também, classificar o relêvo em relação à drenagem:

1. Relêvo nulo ou côncavo — superfície com drenagem muito lenta ou nula.

2. Relêvo subnormal. — superfícies mais ou

menos planas, com drenagem superficial lenta.

3. Relêvo normal — superfícies onduladas, com drenagem superficial boa.

4. Relêvo excessivo — superfícies acidentadas, com drenagem superficial rápida.

1.1.4. Encosta

É importante observar as encostas em tórno do perfil, pois estas têm grande influência sôbre a circulação das águas, portanto, sôbre a evolução do solo. Notam-se:

a) intensidade da encosta em graus ou em percentagens;

b) comprimento da encosta em metros (importante para o aproveitamento);

c) exposição da encosta;

d) forma da encosta: plana,convexa (morros em meia-laranja, característicos das zonas ferralíticas úmidas), côncava, presença de patamar.

1.2. Vegetação

Não é preciso fazer um estudo fitossociológico, mas certos dados são importantes (um bom pedólogo deve ser um pouco botânico).

1.2.1. Tipo de formação vegetal

Florestas, estepes, prados, plantações arbustivas, campos cultivados,etc..

1.2.2. Altura dos tipos de vegetação

Estrato herbáceo:

0-10 cm	10-50 cm	50-100 cm	mais de 100 cm
rasteiro	inferior	médio	superior

Estrato lenhoso:

0-0,25 m	0,25-2 m	2-8 m	mais de 8 m
rasteiro	herbáceo	arbustivo	arbóreo
	(inferior)		

1.2.3. Espécies predominantes do estrato herbáceo e do estrato arbustivo

1.2.4. Aspecto fisionômico dos povoamentos botânicos

Vivo, depredado (notando-se a estação do ano e a causa: fogo, inundação, seca, etc.). As culturas e seu aspecto.

1.2.5. Grau de cobertura do solo

Estrato aberto ou fechado.

1.2.6. Relações entre a vegetação e o tipo de detritos vegetais (Mor, Moder, Mull).

1.3. A rocha-mãe

Quando o solo é formado sobre um antigo solo, ou quando o horizonte C é espesso e pode-se distinguir uma parte inferior tendo, ainda, certas características da rocha, caso frequente nos solos ferralíticos, observa-se o material original.

1.3.1. Natureza da rocha

Composição: uma rocha rica em Ca produz, frequentemente, solos férteis.

Estado de cristalização: rocha dura ou friável.

1.3.2. Modos de jazimento

Mergulho (exemplo): camadas (estratos geológicos) inclinadas facilitam muito a alteração (xistos). Se elas são horizontais, a penetração das águas é menor, a alteração também, portanto, os solos são menos espessos.

Presença de linhas de menor resistência: diáclase, fratura, linha de falha, linha de acamamento, etc.. Elas facilitam a penetração das águas.

1.4. Aspecto da superfície do solo

1.4.1. Modelado de detalhe

1. Micro-relevos

Trata-se de irregularidades de superfície do solo:

a) relêvo *gilgai* — sucessão de pequenas bossas e de zonas deprimidas devidas às alternâncias de expansão e ressecamento de certas argilas (como a montmorilonita): caso dos vertisolos em particular;

b) montículos devidos aos vermes;

c) sulcos de erosão;

d) termiteiros (formigueiros);

e) fendas de ressecamento durante os períodos secos;

f) montículos devidos à vegetação;

g) valetas, escavamento artificial de terra, aterros, ruínas.

2. Presença de pedras ou blocos

Chamam-se *blocos* os materiais cujos diâmetros médios são superiores a 20 cm e que não são fixados profundamente no solo.

É importante notar sua presença (ou ausência), pois eles têm uma grande influência sobre o trabalho do solo pelas máquinas agrícolas. Em função da sua maior ou menor densidade, tem-se:

Classe 1 — sem pedras, ou muito poucas para que possam perturbar o trabalho do solo. Com efeito, elas cobrem menos de 0,1% (um milésimo) da superfície do solo.

Classe 2 — pedras suficientes para atrapalhar a lavoura, sem, no entanto, torná-la impossível.

Nesta classe, as pedras são espalhadas na superfície, distantes umas das outras de 10 a 90 m. Elas ocupam de 0,1 a 1% da superfície total.

Classe 3 — a quantidade de blocos e pedras torna impossível a utilização de máquinas pesadas (arado

com trator). O solo pode ser utilizado para pasto, seja pasto natural ou pasto de corte.

Classe 4 — a utilização do solo é o pasto melhorado, quando a fertilidade ou a floresta o permitem.

Classe 5 — blocos demais para permitir mesmo o uso de instrumentos agrícolas (até máquinas leves ou instrumentos manuais). Utilização do solo: floresta ou pasto de pouso.

Classe 6 — mais de 90% da superfície é coberta de blocos. Nenhuma utilização possível, exceto a floresta.

Observação: Quando se trata de pedras (com 5 a 20 cm de diâmetro), os solos podem ser cultivados com arbustos; existem solos que possuem 90% da superfície coberta com pedregulhos utilizados por vinhedos, árvores frutíferas, seringueiras, cafeeiros.

3. Presença de rochas

A palavra *rocha* é utilizada arbitrariamente, em Pedologia, para designar as formações duras que afloram à superfície do solo e que são profundamente enraizadas.

Definem-se, igualmente, seis classes, levando-se em conta a superfície do solo coberta por rochas e as possibilidades de utilização das máquinas agrícolas:

Classe 1 — não existe rocha: menos de 2% da superfície é ocupada por rochas situadas, em média, a 100 m de distância umas das outras.

Classe 2 — com poucas rochas: 2 a 5% da superfície é coberta por rochas distantes, em média, de 35 a 100 metros.

Classe 3 — com poucas rochas, que cobrem cerca de 5 a 10% da superfície do solo, estando os afloramentos, em média, afastados de 10 a 35 m. O uso de máquinas é difícil, geralmente impossível; somente as máquinas agrícolas leves ou os instrumentos a mão são utilizáveis.

Classe 4 — mais ou menos rochoso: os afloramentos de rochas cobrem 10 a 50% da superfície total, e estão distanciados, em média, de 3,5 a 10 m. Os instrumen

tos manuais são utilizáveis (foice). Uso para pastos ou florestas.

Classe 5 — com muitas rochas: a superfície coberta pelas rochas é de 50 a 90%, separadas, em média, por distâncias inferiores a 3,5 m. Nenhuma cultura possível: ervas ou florestas.

Classe 6 — rochoso: mais de 90% da superfície é ocupada por rochas.

Observação: quando os solos são, ao mesmo tempo, pedregosos e rochosos, notam-se, separadamente, as classes de cada um destes aspectos.

1.4.2. Erosão

O aspecto superficial do solo permite determinar os fenômenos de erosão e o seu tipo.

A erosão, para um solo, consiste num certo arrastamento superficial sob a ação do vento (erosão eólica) ou da chuva (erosão hídrica pluvial).

Naturalmente, havendo erosão em determinados lugares, haverá acumulação em outras partes, mas, em geral, distantes, ou no mar.

1. Erosão eólica (devida à ação do vento).

Trunca a superfície do solo, diminuindo a espessura do horizonte de superfície; frequentemente, formam-se estratos paralelos. Por isso, pode haver uma acumulação de produtos de erosão em *dunas* e *nebkas*.

2. Erosão hídrica (devida à chuva e ao escoamento das águas sobre o solo).

a) Erosão por impacto (*splash*) das gotas de água, que fazem partir os agregados e projetam, às vezes, até mais de 10 cm, os elementos mais finos.

Forma-se, na superfície, uma crosta de 1 a 3 cm de espessura, de aspecto folheado, com uma forma reticulada característica.

b) Erosão em lençol (*sheet erosion*) — a chuva raspa camadas finas do solo (1 mm e, às vezes, menos, em cada chuva), muito regularmente, tendo-se, assim, um aspecto

reticulado. Esta forma de erosão pode se produzir sôbre encostas de 1 a 3%, e mais na zona tropical.

c) Erosão em lençol ravinante. — camadas de solo são arrastadas em massa, formando pequenos degraus nas encostas.

d) Erosão em sulcos (*gully erosion* ou *erosion en goulet*) — o escoamento da água escava pequenos sulcos de algumas dezenas de centímetros, chamados "arranhões" (*griffes*) de erosão.

e) Erosão em forma de ravinas — a ravina se forma por aprofundamento dos sulcos; as ravinas podem ter profundidade de cêrca de 1 até 10 m ou mais.

f) Erosão por movimentos de massa (deslocamento) — a massa inteira do solo se descola, com uma grande espessura, e desliza na encosta (*lavakas* de Madagáscar, deslizamento de terra nas encostas das favelas do Rio de Janeiro ou nas encostas de Salvador).

g) Erosão em forma de canais subterrâneos — a água do escoamento se infiltra nos buracos e escava, em profundidade, rios subterrâneos (terrenos calcários). Em superfície, vêm-se desabamentos característicos sôbre o percurso destes rios.

A erosão eólica, a erosão pelo impacto das gôtas, a erosão por lençol d'água ou em sulcos e, de uma certa maneira, também, a erosão em ravinas (exceto nos países montanhosos ou de relêvo muito acidentado) são erosões pedológicas e são, freqüentemente, provocadas por uma má utilização do solo (culturas sôbre encostas muito fortes, mau ciclo de cultura que destrói a estrutura, solo nu durante as chuvas). Por isso, elas podem ser combatidas com a introdução de culturas em curvas de nível ou em banquetas, alternando-se as plantas que estraguem a estrutura do solo e o cubram mal, e gramíneas que cubram bem o solo.

1.4.3. Regime hídrico de superfície

O pedólogo deve avaliar, mesmo de maneira aproximada, sem fazer medidas especiais, o modo como a água que cai em superfície esco; a presença de um horizonte im-

permeável no perfil (*gley* ou *pseudo-gley*) dá, também, indicações. Somente no caso de um mapeamento em grande escala (1/20.000) se fazem medidas de permeabilidade, ou melhor, quando se pretende fazer irrigação de culturas em certas regiões. Tanto para drenagem como para inundação, vão defini das seis classes:

Classes de drenagem

Classe 1 — drenagem nula: sem escoamento pluvial, pouca infiltração no solo; a água é evacuada sobretu do por evaporação.

Classe 2 — drenagem muito lenta: sem escoamento pluvial; a água estagna e é evacuada, em parte, por eva poração.

Classe 3 — drenagem lenta: a água estagna por algum tempo e se infiltra, em parte, no solo; há um pouco de escoamento superficial.

Classe 4 — drenagem média: a água estagna pouco tempo em superfície e é evacuada, bastante rapidamente, por escoamento superficial e por evaporação.

Classe 5 — drenagem rápida: toda a água é e vacuada por escoamento superficial e por evaporação, logo que chega ao solo.

Classe 6 — drenagem muito rápida: toda a á gua é evacuada por escoamento superficial, com uma infiltração muito fraca (erosão mais ou menos forte).

Classes de inundação

A inundação se produz por transbordamento de um rio ou por simples acumulação de água da chuva.

Classe 1 — solos inundados durante a maior parte do ano (mais de 10 meses).

Classe 2 — solos inundados de 6 a 10 meses.

Classe 3 — solos inundados regularmente, me nos de 6 a 10 meses por ano.

Classe 4 — solos inundados menos de 6 meses por ano (ano úmido).

Classe 5 — solos excepcionalmente inundados

(acidente meteorológico).

Classe 6 — solos nunca inundados; são os
mais frequentes.

2. OBSERVAÇÃO DE UM PERFIL

2.1. Características morfológicas de um horizonte

Denomina-se *horizonte*, no solo, o estrato horizontal (algumas vezes descontínuo) que difere dos precedentes e dos subseqüentes pela coloração, textura, estrutura, matéria orgânica, etc..

Os horizontes são caracterizados como mostra a ilustração ao lado, e de acôrdo com os dados seguintes:

2.1.1. Espessura em centímetros

É contada a partir da superfície de A. Os horizontes A_{00} e A_0 são contados como positivos. Por exemplo:

0 + 3 cm A_0
0 - 15 cm A_1
15 - 40 cm A_2
passagem abrupta (sem A_3)
40 - 65 cm B_2
65 - 70 cm B_3
passagem progressiva
70 - 115 cm C
>115 cm rocha matriz.

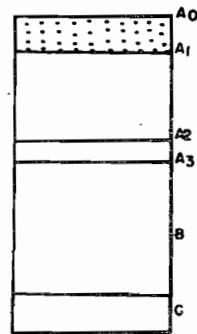


Fig. 7 — Divisão do solo em horizontes

Fala-se de passagem abrupta quando a substituição de um horizonte por outro se processa em menos de 2 cm:

Tipo de modificação	Espessura dentro da qual se operou a modificação
abrupta	< 2 cm
distinta	2 a 5 cm
gradual	5 a 15 cm
progressiva	> 15 cm

Deve-se lembrar, sempre, de registrar o tipo de passagem de um horizonte a outro e sua regularidade: ondulado, descontínuo, etc..

2.1.2. Côr

1. Côres do horizonte (Tabela de Munsell)

Pode-se registrar a côr observada, porém o valor determinado varia de tal maneira, de um observador para outro, que é aconselhado o uso da tabela de côres de Munsell (*Munsell's color chart*). De outra forma, o que um observador chamará de ocre poderá corresponder ao amarelo, ao alaranjado e ao castanho claro, etc., de outros observadores. A tabela de Munsell é quase universalmente utilizada pelos pedólogos, apesar de seu preço elevado: 30 dólares, equivalente a cerca de Cr\$ 125,00, em novembro de 1969. A tabela de côres de Munsell para solos é constituída de 175 pequenos retângulos (17 x 12 mm) (*chips*) coloridos, grupados por famílias Munsell, em cerca de uma dezena de pranchas.

Nelas se distinguem:

a) A *tonalidade (gamme, hue)*: é designada pela inicial inglesa do nome correspondente:

R *Red* = vermelho

YR *Yellow-Red* = amarelo-vermelho

Y *Yellow* = amarelo

N *Neutral* = neutro,

com uma notação de 0 a 10, precedendo a indicação da tonalidade: 2,5 YR ou 5Y ou 5R, etc..

b) O *valor*: corresponde à luminosidade da

côr (função aproximada da raiz quadrada da quantidade da luz). Ele é obtido, na tabela Munsell, pelo fundo cinzento do cartão onde estão colados os retângulos de côres. A notação vai de 0 para o negro, até 10 para o branco, e vem impressa verticalmente, à esquerda.

c) A *intensidade* (ou saturação — *chroma*, em inglês): é a pureza ou a força espectral da côr e cresce da esquerda para a direita, com uma tonalidade cinzenta decrescente. Ela é identificada por índices numerados de 1 a 8.

Um quadro em frente de cada prancha dá o nome, em inglês, das côres. A ordem em que se registram as cores é:

tonalidade — valor — intensidade:

2,5 YR 4/6 (Red).

A côr pode variar consideravelmente, conforme a unidade do solo (2 a 3 unidades em valor e em intensidade nos solos tropicais ferruginosos). Por isso, é recomendável registrar, junto com a côr, a umidade do solo:

2,5 YR 4/6 (vermelho), estado úmido.

2. Manchas (*taches*, em francês)

A côr de um horizonte pode não ser uniforme, pois, com frequência, aparecem manchas de côres diferentes pintando o solo. Determina-se, então, a *densidade de manchas*, seja por uma apreciação aproximada a olho, seja com o auxílio de um modelo esquemático.

Geralmente, três categorias são satisfatórias para a descrição:

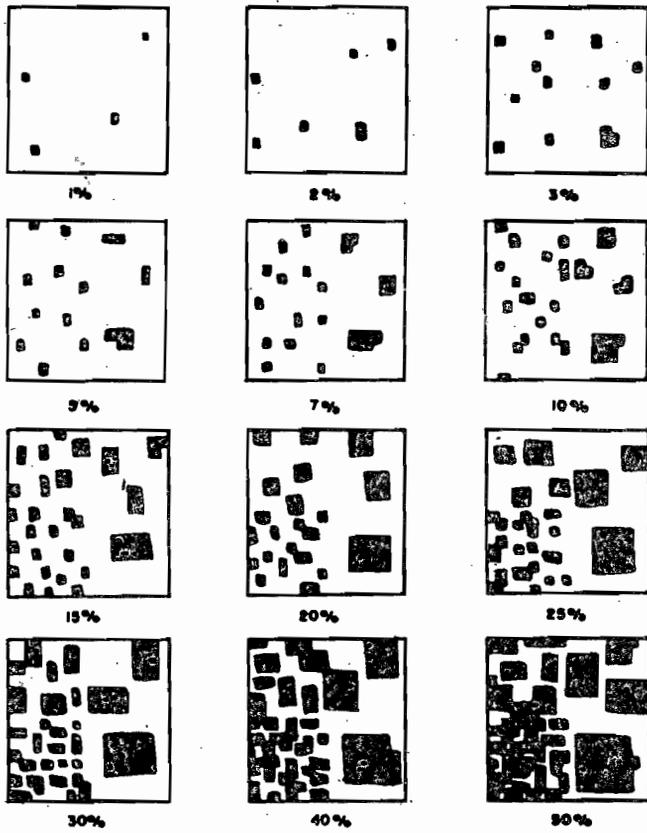
a) poucas manchas: quando elas ocupam menos de 2% da superfície total;

b) várias manchas: quando elas ocupam de 2 a 20% da superfície total;

c) numerosas manchas: se elas ocupam mais de 20% da superfície total.

Quanto às *dimensões*, anota-se o diâmetro médio, considerando-se, também, três alternativas:

a) pequenas: com diâmetros inferiores a



CADA QUARTO DOS QUADRADOS TEM A MESMA SUPERFÍCIE DE MANCHAS PRETAS

Fig. 8 — Pranchas para avaliação da proporção das manchas e fragmentos grosseiros

5 mm;

b) médias: com diâmetros compreendidos entre 5 e 15 mm;

c) grandes: quando os diâmetros médios são superiores a 15 mm.

A forma das manchas pode variar bastante: manchas circulares, estriadas, longas, contorcidas, elípticas, com *marbrures* (jaspeadas, como nos mármore).

Um elemento importante a registrar é a *côr* das manchas: pode-se empregar o código Munsell, mas nem sempre é fácil fazê-lo, pois a mancha pode ser demasiado pequena. Por isso, utiliza-se apenas o nome da *côr*: vermelho, amarelo, cinzento, etc..

Enfim, o contraste determina a clareza com que a mancha sobressai da terra que a envolve. Na prática, utiliza-se a clareza da mancha em relação ao solo onde está a mancha. Três casos são considerados:

a) contraste vago: quando a mancha só é visível de perto;

b) contraste distinto: quando as manchas são vistas com facilidade;

c) contraste gritante: quando a *côr* das manchas é muito diferente do material do solo que as envolve.

Observação: As manchas são, muitas vezes, devidas aos óxidos de ferro ou de manganês. Em particular, nos solos ferralíticos e solos hidromorfos.

2.1.3. Presença de calcário e de gesso

1. Calcário

Raramente se encontra calcário nos solos das regiões tropicais úmidas. Entretanto, ele é muito frequente nas zonas secas e temperadas, em particular quando a rocha que originou o solo é uma rocha calcária.

Quando ele está presente, pode-se evidenciá-lo e avaliá-lo no solo, adicionando-se-lhe ácido clorídrico 1/2 (entretanto, as areias reagem mais fortemente que os solos argilosos, possuindo teores comparáveis em carbonatos).

Distinguem-se as seguintes classes:

- a) não-calcário: nenhuma efervescência;
 - b) pouco calcário: fraca efervescência, pouco visível, mas perceptível pelo ruído (audível);
 - c) calcário: efervescência visível;
 - d) muito calcário: forte efervescência;
- neste caso, o calcário pode ser identificado a olho nu.

Naturalmente, quando o calcário é visível, registra-se a forma sob a qual ele aparece: grãos de areia calcária, massas ou filamentos pulverulentos, nódulos ou até crosta.

2. Gesso ($\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

Em geral, ele é encontrado associado ao calcário. O solo efervesce ainda, porém menos do que se o calcário estivesse só.

Na maioria das vezes, o gesso aparece sob a forma de cristais brilhantes, cintilando à luz artificial e ao sol. Num solo gipsífero, os golpes de pá deixam riscos bem brilhantes. O gesso é sobretudo frequente nos climas secos e muito secos.

2.2. Matéria orgânica visível nos solos

A matéria orgânica dos solos é produzida pelos detritos e bagaços vegetais que caem na sua superfície, tais como folhas secas, talos, galhos, ou que morrem no seu interior, como as raízes das gramíneas (as raízes das gramíneas morrem e se reformam todos os anos, fornecendo uma massa considerável de matéria vegetal integrada no solo todos os anos, enquanto que as raízes das árvores e dos arbustos vivem numerosos anos, às vezes por toda a vida da planta).

Esses detritos vegetais sofrem, então, toda uma série de transformações devidas aos cogumelos (actinomicetes), às bactérias, aos vermes da terra e aos diversos artrópodes que vivem no solo.

Essa transformação ou *mineralização* da matéria orgânica é função do clima em geral, mas também do *clima*, do solo (pH, umidade, permeabilidade, aeração) ou *pedoclima*.

Assim, nos climas frios e úmidos, sobretudo se o solo é muito ácido, a mineralização é incompleta, há má incorporação ao solo e, portanto, acumulação na superfície.

Nos climas temperados e quentes, se o solo é bem aerado e pouco ácido, ou neutro, ou fracamente alcalino, há mineralização completa, incorporação total ao solo e, enfim, de composição dessa matéria orgânica (ciclo do carbono). Não há verã acumulação, a menos que a vida bacteriana pare durante um tempo suficiente para impedir a transformação total em gás carbônico e elementos minerais: é o que se passa nos países onde a *estiação* é longa ou o inverno muito rigoroso (*chernozems*, solos estêpicos).

No caso geral, realiza-se um certo equilíbrio entre o fornecimento de matéria orgânica, a formação de húmus e a degradação desse húmus, que é, em média, de 1 a 3% das matérias orgânicas totais para os solos ferralíticos de savana da África Central, por exemplo.

Todavia, nas regiões equatoriais muito úmidas (1.600 a 3.000 mm de chuva ou mais), quando os solos são muito ácidos (pH entre 3,0 e 5,5, por exemplo), a vida bacteriana é interrompida, e há acumulação de matéria orgânica mal decomposta.

Nos países de clima temperado, sobretudo no norte da Europa, são definidos 5 tipos principais de húmus.

Os três primeiros, os mais importantes, são o Mull, o Moder e o Mor, e se formam nos solos arejados não-embebidos de água o ano todo, portanto, em condição de aerobiose (o que não exclui uma inundação periódica e curta, ou seja, uma anaerobiose temporária).

Os dois últimos são os húmus hidromorfos, formados em presença da água, portanto, em anaerobiose: os Anmoor (anaerobiose interrompida por curtos períodos de aerobiose) e a turfa (*tourbe*, em francês) (anaerobiose permanente).

2.2.1. Húmus formados em aerobiose (meio arejado)

1. Mull

É caracterizado por uma incorporação total da matéria orgânica ao solo, com formação de um complexo argilo-húmico estável. A transformação da matéria orgânica é rápida e completa sob a influência das bactérias e dos vermes da terra.

a) Mull cálcico:

Em A_1 :

pH = 7;

C/N = 10;

V = 100%.

Solo de estrutura grumosa (*grumeleuse*) muito estável, devido aos ácidos húmicos cinzentos muito polimerizados e bem ligados às argilas (Pinck e Allison).

b) Mull de rendzina: negro sob floresta, cinzento nas pradarias ervosas.

c) Mull de estepe (*chernozem*)

d) Mull florestal (*forestier*):

Em A_1 :

pH = 5,5 a 7,0;

C/N = 12 a 15, exceto sob lavoura;

V = 20 a 60% (saturação em bases).

e) Mull *like* Moder (Kubiena): solo de montanha sobre calcário, com horizonte (AC).

A estrutura do solo formado de grumos (*grumeaux*) ou de poliedros é menos estável que a precedente e se quebra com facilidade (ácidos húmicos castanhos).

f) Mull eutrofo: pH = 5,5. Climas continentais com invernos longos e rigorosos. Espessos.

g) Criptomull: pH = 5,5 a 6,5 e 7. Pouco colorido, pouco espesso e clima constantemente úmido.

h) Mull ácido: pH = 4,5. Má estrutura; passa, com frequência, para um Moder. Sua presença é mal explicada (rochas ácidas pobres em bases?).

i) Hidromull: formado sob um nível freá-

tico pouco profundo, que umedece o solo, de onde se origina uma atividade biológica importante, desde que a secura pouco prolongada do verão tenha tempo de favorecer o umedecimento. A₁ é espesso. Solo muito frequente na Holanda, Alemanha do Norte, Flandres, etc..

2. Moder

É caracterizado pela presença de um horizonte A₀, pouco espesso (alguns centímetros), de matéria orgânica pouco decomposta e muito mal incorporada ao solo: com efeito, A₀ sobrepõe-se a um horizonte A₁, onde o húmus está bem misturado ao solo; a passagem para o horizonte A₁ é pouco nítida, e aí são encontrados grãos de areia perto da matéria orgânica mal decomposta.

Se, a olho nu, A₁ aparece como uma mistura íntima de matérias minerais (areia muito fina, com bastante frequência) e de húmus, quando se usa o microscópio, percebe-se que existe apenas justa posição de grãos de areia e de grumos de húmus (concreções focais de artrópodes, segundo Iongerius), portanto, nenhuma formação de compostos argilo-húmicos. É verdade, porém, que os solos formados com Moder são, geralmente, muito arenosos.

Em A₁:

pH = 4 e 5, algumas vezes 6 e 6,5 (Holanda);

C/N de 12 a 25;

V = 20%.

Predominância de ácidos húmicos castanhos e fúlvicos.

a) Moder florestal (*forestier*):

C/N = 20;

V = 20%.

Solos de cor ocre, podzólicos, podzolos lixiviados.

b) Moder hidromorfo:

C/N = 20 com frequência.

Um nível freático muito próximo favorece

a acumulação de matérias orgânicas. Uma grande parte dos solos cultivados na Holanda e na Alemanha do Norte possui o tipo Moder hidromorfo.

c) Moder alpino: altitude superior a 2.000 m. Húmus muito prêto e espêso.

d) Moder cálcico: solo calcário de montanha em clima sêco. O húmus repousa diretamente sôbre a rocha, que, neste caso, é rocha calcária.

3. Mor ou húmus bruto

Os solos de Mor se caracterizam por um horizonte A_0 muito espêso, com passagem para o A_1 bastante nítida. Sua espessura, muitas vêzes, é tal (5 a 30 cm, às vêzes maior), que se costuma subdividi-lo em sub-horizontes L, F e H: L ou A_{00} : fôlhas e talos não ligados por micélio.

F: reconhece-se, ainda, a estrutura vegetal, mas ela está aglomerada (micélio dos cogumelos).

H: não se reconhece mais, ou muito mal, a estrutura vegetal.

A humificação é muito lenta, por causa do baixo pH (3,0 a 5,5), que permite sômente a vida dos cogumelos. Decorre, daí, uma mineralização muito incompleta, que libera sobretudo ácidos fúlvicos, e uma acumulação de matéria orgânica: relação C/N entre 20 e 50 para A_0 , muito alta para A_1 (C/N em tôrno de 25). A saturação em bases é muito fraca: $V = 10\%$.

a) Mor sêco ou xeromor: húmus bruto, fibroso. Nas terras sêcas, L e F são espessos, H é muito delgado (Landes, no sul da França).

b) Hidromor: a hidromorfia, praticamente permanente, provoca a anaerobiose e, por conseguinte, um arrefecimento da transformação em húmus. O estrato H é o mais espêso. O Hidromor provém, com freqüência, da turfa secada por drenagem e do cultivo de um pântano (*marais*).

c) Mor cálcico ou Tangel (Kubiena): forma-se sobrejacente ao calcário. É um produto intermediário entre os Mull *like* Moder e os Mull.

O horizonte A é muito espesso, atingindo até 50 cm. Sua mineralização é melhor que nos Mors típicos.

C/N é da ordem de 22 a 25;

pH na faixa 5-6;

V ou saturação em bases ou S/T entre 50 e 70%.

2.2.2. Húmus hidromorfos. Anmoor e turfa (*tourbe*)

1. Anmoor

É constituído por uma mistura íntima de argilas com matéria orgânica bem decomposta (vê-se ao microscópio, porém, que a matéria orgânica não está tão bem misturada com a argila, como se pensa). O Anmoor se forma nos solos de *gley*, que estão embebidos de água (encharcados) uma boa parte do ano, mas com um período seco de 2 a 4 meses.

Em A₀:

M.O. = 30% no máximo;

espessura de 30 cm;

pH variável;

C/N < 20.

2. Turfa (*tourbe*, em francês; *peat*, em inglês).

É uma matéria orgânica muito mal decomposta (permanece fibrosa), por causa do excesso de água: os solos turfosos praticamente não secam nunca.

2.2.3. Classificação das turfas

1. Na antiga classificação francesa, distinguem-se:

a) Turfas baixas: formadas nas zonas de fundo baixo, sob uma vegetação não-especializada; nas turfas baixas, a turfa está misturada com matérias minerais que contêm bases como Ca e N.

Sob a influência de Duchaufour, distinguem-se, nas turfas baixas:

Turfas eutrofas: saturadas em cálcio, com bastante N para a decomposição das matérias orgânicas que secam no solo. C/N = 15 a 30.

Turfas mesotrofas: não-saturadas em Ca; pouco N.

Turfas oligotrofas: praticamente sem Ca e N. C/N = 30 a 40.

Para as turfas eutrofas, seriam reunidas tôdas as condições para a transformação da matéria orgânica em húmus, se não houvesse um excesso d'água. O valor agrícola é bom, se se abaixa o nível de lençol freático. O valor agrícola das turfas oligotrofas é absolutamente nulo.

Até o momento, pensava-se que tôdas as turfas tropicais eram turfas oligotrofas. Trabalhos mais recentes, feitos em Madagáscar (Didier de St.Armand, 1967), mostram que elas podiam, também, ser tanto mesotrofas quanto eutrofas.

b) Turfas altas (turfas oligotrofas, segundo Duchaufour: são desconhecidas nas regiões tropicais. Elas se formam nas depressões dos planaltos, nas regiões temperadas frias e úmidas, com a condição de que a água seja bastante pura. A vegetação é muito especializada, à base de esfagnos (*Sphagnum*), que apenas emergem à superfície da água. São os detritos dos esfagnos mortos que formam a turfa. O encharcamento pela água é total e dura o ano todo. Mesmo no caso de secagem artificial (canais de drenagem), seu valor agrícola é nulo. A única utilização possível é para o aquecimento, após secagem ao ar (mas é um mau combustível).

2. Sob a influência da classificação americana, existe, hoje, uma tendência a classificar as turfas no campo, do seguinte modo:

a) Turfas fibrosas (*fibrists*, na classificação americana): possuem fibras compridas. Dois terços das fibras têm, pelo menos, 1 mm de comprimento. Comprimindo, entre as mãos, um pacote de fibras, o líquido que sai é limpo.

b) Turfas semifibrosas (*lemnists*, na classificação americana): estão parcialmente decompostas. As fibras constituem cerca de 1/2 a 2/3 da massa. O líquido obtido por compressão de um pacote de fibras é levemente colorido.

c) Turfas alteradas (*sapriste*, na classificação americana): possuem poucas fibras e, quando elas existem, são quebradiças. O líquido obtido, quando se espreme o material, é vermelho escuro.

Em cada categoria, introduz-se o qualificativo *eutrofo* ou *oligotrofo*.

Eutrofo:

pH > 5,0 (com freqüência bastante elevada, perto de 6,5 ou 7,0);

C/N > 20%;

V > 40% com bastante cálcio.

Oligotrofo:

pH < 5,0;

C/N > 30%;

V < 20-25%.

O subgrupo mesotrofo intermediário está suprimido e colocado entre os eutrofos, pois parece que, com bastante freqüência, suas utilizações agrícolas são idênticas às do subgrupo eutrofo. O subgrupo eutrofo começará, pois, por uma taxa de saturação em bases (V) superior a 25%.

2.2.3. Matérias orgânicas e húmus nas regiões tropicais e equatoriais

Os diversos tipos de húmus e de matéria orgânica nos solos foram definidos em zona temperada fria, pela simples razão de ser lá que eles estão bem representados e que podem ser encontrados a curta distância um do outro; são: Mull, Moder, Mor, Anmoor e Turfa.

Em zona mediterrânea, encontram-se, essencialmente, os Mulls, às vezes turfas eutrofas, praticamente nunca Mor e Moder.

Quais são, pois, os tipos de húmus que se encontram nas zonas tropicais?

As turfas existem nestes solos, com certeza; por muito tempo, supôs-se que se tratava de turfas oligotrofas apenas, mas os trabalhos de Didier de St. Armand indicaram que existiam, simultaneamente, turfas eutrofas e oligotrofas.

Em região tropical seca (200 - 400 a 1.200 mm de precipitações anuais), encontram-se húmus bem incorporados ao solo, que têm forte semelhança com os Mulls; apesar de algumas opiniões contrárias, são Mulls verdadeiros. Com efeito, nas regiões mais secas, predominam ácidos húmicos cinzentos, como nos Mulls cálcicos (solos iso-húmicos das regiões áridas). A medida que se penetra nas regiões mais úmidas, os ácidos húmicos castanhos tornam-se cada vez mais importantes (eles predominam, claramente, nos solos ferralíticos da faixa pluviométrica de mais de 1.200-1.400 mm anuais), como nos Mulls florestais.

Em zonas de floresta equatorial (pluviosidade anual de 1.800 a 4.000 mm), os ácidos fúlvicos predominam, nitidamente, sobre os ácidos húmicos, na matéria orgânica.

Os especialistas ainda discutem, para decidir se se trata de um Mull (os podzolos também contêm grande quantidade de ácido húmico e fúlvico, e a sua matéria orgânica é um Mor).

Notamos, simplesmente, que a matéria orgânica se mistura bem e rapidamente ao solo, originando ácidos fúlvicos e ácidos húmicos, se o teor em bases é suficientemente elevado, isto é, pH de 5,5 a 6,8 em condição de boa drenagem.

Sobretudo nos climas muito úmidos (Gabão, Amazônia, litoral sul da Bahia), a lixiviação das bases é importante, o pH desce abaixo de 5,0 (3,0 a 5,0), a vida bacteriana cessa, e aparece uma acumulação de matéria orgânica com produção de grande quantidade de ácidos fúlvicos, tal como nos podzolos. Será, portanto, um Mor? Preferiu-se chamá-lo de *húmus tropical bruto* (formação de *alios* e solos hidromorfos).

2.3. Textura do solo

Denomina-se *textura do solo* a composição granulométrica do solo, isto é, a distribuição percentual dos grãos de diâmetro inferior a 2 mm. A distinção entre as frações granulométricas é arbitrária, todavia existem vários sistemas ado-

tados universalmente: *Wentworth* (sobretudo para os geólogos), *Atterberg*, *USDA*, etc.. Aqui, são os três principais sistemas utilizados:

1. Sistema *Atterberg* (método internacional)

Denominação	Diâmetro
Argila	< 2 μ i.e. < 0,002 mm
Silte (limo)	2 μ a 20 μ 0,002 - 0,020 mm
Areias finas	20 μ a 200 μ 0,020 - 0,200 mm
Areias grossas	200 μ a 2.000 μ 0,200 - 2,000 mm

2. Sistema *USDA* (um pouco complexo)

Argila	< 2 μ
Silte	2 μ a 50 μ
Areia muito fina	50 μ a 100 μ
Areia fina	100 μ a 250 μ
Areia média	250 μ a 500 μ
Areia grossa	500 μ a 1.000 μ
Areia muito grossa	1.000 μ a 2.000 μ

3. Sistema *Atterberg* modificado: é empregado para os solos tropicais, introduzindo-se, ainda, a fração 20-50 μ , que tem propriedades bem diferentes das propriedades das areias (em particular, uma certa capacidade de troca)

Argila	< 2 μ
Silte fino	2 μ a 20 μ
Silte grosso	20 μ a 50 μ
Areias finas	50 μ a 200 μ
Areias grossas	200 μ a 2.000 μ

2.3.1. Determinação das classes de textura

A terminologia indica, primeiramente, a fração granulométrica dominante e, em seguida, a segunda fração granulométrica em percentagem.

Assim, *argilo-silticas*: textura sobretudo argilosa, porém com uma proporção apreciável de silte; *areno-argilosa*: predominância de areia, com argilas subordinadas.

1. Elementos finos da textura

A definição das classes de estrutura é

deduzida de um triângulo equilátero chamado triângulo das texturas, muito arbitrário (existem muitos, o que significa que as definições são pouco precisas).

Com efeito, para muitos dos solos ferralíticos, os teores em silte são fracos (entre 5 e 10%), e a classe de estrutura é determinada sem considerar o silte:

Argila	> 45	a 50%	textura argilosa
Argila entre	30	a 50%	textura argilo-arenosa
Argila entre	< 12/15 e 30%		textura areno-argilosa
Argila	12-15%		textura arenosa

Quando se dispõe dos resultados das análises do solo, é fácil determinar a classe da textura. Mas o importante é fazer-se uma idéia da classe de textura no campo: para isso, umedece-se, fortemente, um pequeno torrão de solo na palma da mão e pressiona-se a pasta com a ponta do dedo. Sente-se, logo, ao tato, uma sensação de sabão, característica das argilas que sujam fortemente a pele. O silte tem um tato mais suave, porém menos untuoso que a argila, e, quando seca, suja pouco a pele. Quanto à areia, sente-se o grão áspero sob o dedo.

Numa zona bem conhecida, onde já foram feitas análises, este método de testar a textura dá bons resultados; todavia, os pedólogos, mesmo experimentados, confundem, com bastante facilidade, silte e areia fina (inferior a 80-100 μ) e, ainda mais, quando eles mudam de região.

Quando o solo contém muito húmus (mais de 10%) ou calcário (efervescência visível), registram-se essas características. Por exemplo:

Areia húmífera ou areia argilosa húmífera.

Areia calcária ou calcífera, silte calcífero ou calcário.

2. Elementos graúdos da textura

Até aqui, só se falou da terra fina, ou

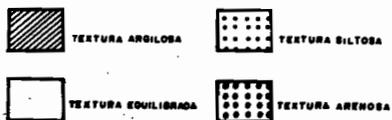
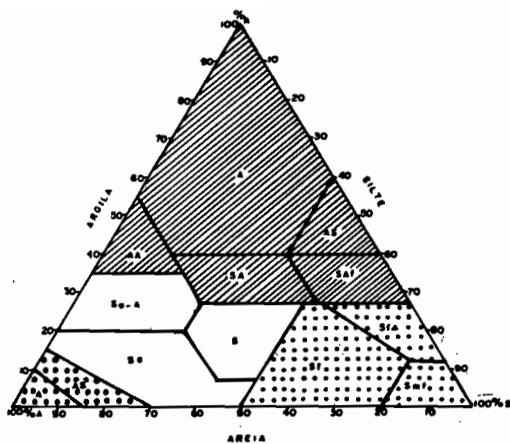


Fig. 9 - Diagrama das Texturas (classificação americana)

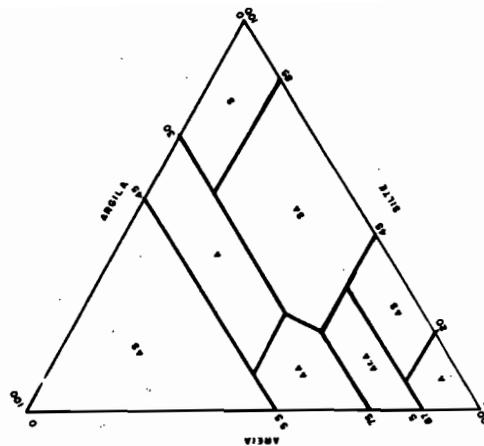


Fig. 10 - Triângulo das texturas para a realização do mapa dos solos da AISNE (M. Jamagne - 1966)

seja, a fração que atravessa a peneira de 2 mm. Mas o solo pode conter elementos mais grossos, seixos e cascalhos (2 a 50 mm), calhaus (50 a 200 mm) ou matacões (diâmetro superior a 200 mm). Quando eles aparecem em proporção apreciável, acrescenta-se ao nome da classe textural um adjetivo, função da percentagem e do diâmetro médio dos elementos grossos:

% de elementos graúdos	Seixos (<i>graviers</i>) 2 a 50 mm	Calhaus (<i>cailloux</i>) 50 a 200 mm	Matacões (<i>pierres</i>) >200 mm
2 - 15	poucos seixos	poucos calhaus	poucos matacões
15 - 50	com seixos	com calhaus	com matacões
50 - 90	muitos seixos	muitos calhaus	muitos matacões
90	cascalheiras de seixos	cascalheiras de calhaus	cascalheiras de matacões

A natureza desses elementos graúdos deve figurar, também, no levantamento pedológico, seja com a denominação geológica (arenito, calcário, quartzo, folhelho, xisto, etc.), se se tratar de elementos ou fragmentos de rocha, seja com uma denominação pedológica, se fôr uma formação pertencente ao solo (pisálitas ferruginosas, nódulos calcários, etc.).

A orientação desses elementos graúdos e sua disposição no solo devem ser registradas, pois essas informações podem ter alguma influência no crescimento das plantas (os fragmentos achatados, horizontais, perturbam a penetração das raízes e, muitas vezes, até da própria água), ou indicar um fenômeno importante: assim, a linha de cascalhos (*stone line*) dos solos ferralíticos é, muitas vezes, indicação de transporte (*remaniement*) da superfície desses solos.

2.3.2. Observações

1. Não se devem considerar as classes de textura e a repartição obtidas pela análise granulométrica como algo de absoluto e intangível. Trata-se de um ensaio de labo-

ratório. Mas êsse ensaio é de extrema importância, por ser universalmente utilizado.

A prova disso é que, quando se faz a dispersão com soda ou hexametáfosfato de sódio, ou tratamento por ultra-som, as quantidades de argilas encontradas em certos solos ferralíticos podem ser multiplicadas por 2 ou por 3, o que significa que as areias determinadas pelos métodos usuais não são mais que agregados de argilas do tamanho de grãos de areia sólidamente ligados, cimentados, por hidróxidos de ferro. Esses agregados minúsculos são destruídos pelos ultra-sons.

2. Em Pedologia, utiliza-se o termo *argila* para todos os materiais de diâmetro inferior a 2 microns. Esses elementos abrangem tanto minerais argilosos (argilas, no sentido cristalográfico do nome), como também aquilo que os sedimentólogos chamam "pós", que são uma mistura de numerosos fragmentos finamente pulverizados (quartzo, micas, etc.).

2.4. Estrutura do solo

Denomina-se *estrutura do solo* o modo de arrumação das partículas individuais entre si, tais como foram definidas pela análise granulométrica.

Presentemente, a maioria dos autores admite que uma estrutura pode ser formada não sõmente por partículas ligadas em forma de *partículas compostas*, mas também pela simples superposição destas partículas

Tem-se, assim, *estruturas particulares*, *estruturas fragmentárias* (ou em agregados) e *estruturas maciças* (ou *fundidas*), nas quais os elementos do solo formam uma massa contínua (não se distingue, aí, a forma dos agregados).

O agregado (*ped*, em inglês; *agregat*, em francês) é formado pelos elementos da terra fina e, eventualmente, por elementos mais grossos, ligados entre si por cimentos coloidais (argila, húmus, hidróxidos de ferro, etc.) e por forças de atração de vária natureza.

Êle se apresenta sob a forma de um pequeno sólido

de forma geométrica bem definida (grãos arredondados, poliédricos, cúbicos, prismáticos, etc.), que se repete indefinidamente no perfil.

Os agregados são separados uns dos outros por superfícies de menor resistência, que permitem separá-los e individualizá-los; essas superfícies exteriores apresentam, com frequência, revestimentos com uma cor diferente da cor da parte interna do agregado (húmus castanho, argila eluvial), mas essa diferenciação de cor não se verifica sempre, e a superfície do agregado poderá ter a mesma coloração que o seu interior.

2.4.1. Tipos de estruturas

O tipo de estrutura se refere à forma e ao arranjo dos agregados ou das partículas elementares, quando êles não se formam.

1. Estruturas particulares

O horizonte, aqui, é formado por elementos de pequena dimensão, sem coesão entre êles; trata-se, muitas vezes, de grãos de quartzo, mas pode-se, também, ter pó (elementos de diâmetro inferior a 2 microns).

a) Estrutura pulverulenta (*poudreuse*): é comum nos solos salinos; na realidade, trata-se de microagregados de argila.

b) Estrutura como cinza (*ceñdreuse*): é característica do horizonte A_2 dos podzolos; tem o aspecto de cinza (resíduo de combustão), mas, na realidade, é uma mistura de cristais de quartzo muito finos.

c) Estrutura farinácea (*farineuse, fluffy structure*): tem o aspecto de farinha de trigo; aparece nos solos podzólicos ocres e nos horizontes de acumulação de calcário e gesso (zonas secas).

d) Estrutura orgânica, fibrosa ou folheada, conforme o caso: fibrosa, se há entrelaçamento das raízes; folheada (*feuillettée*), se há orientação dos leitões ou mechas das raízes.

e) Estrutura particular propriamente dita (*particular or sandy structure*): é a mais importante, por ser a mais comum. É geralmente produzida por grãos de areia (cal-

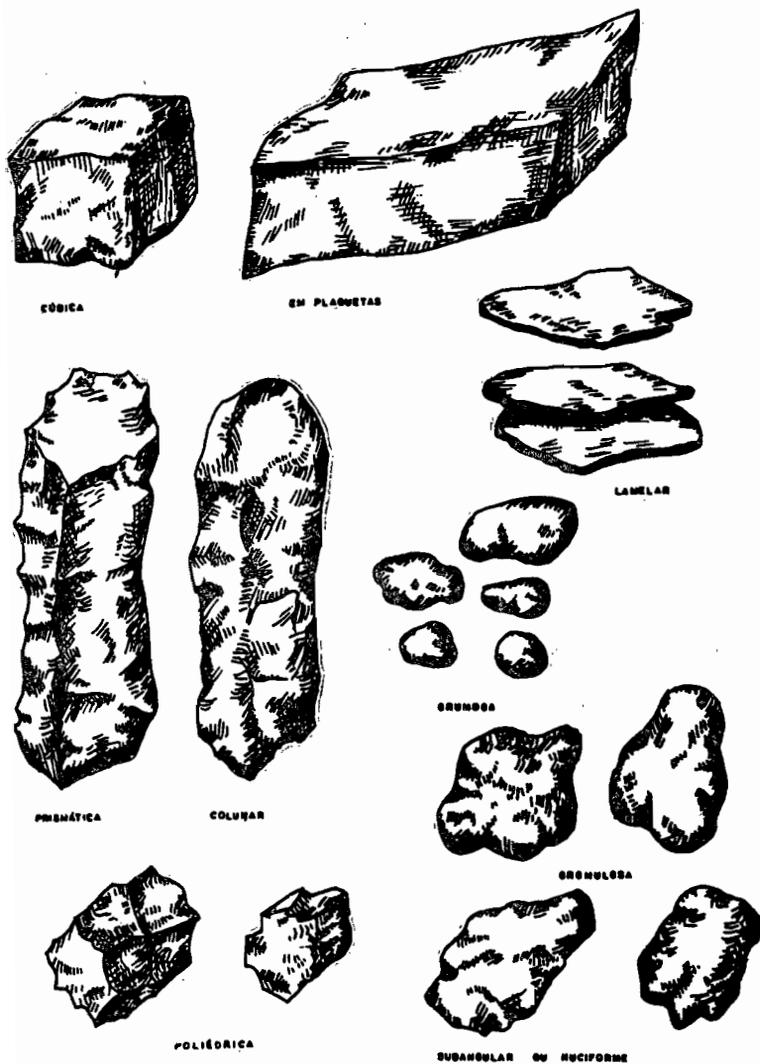


Fig. 11 — Diferentes tipos de estruturas

cário ou quartzo), sem qualquer ligação entre êles. É encontrada em zonas intertropicais (solos de aluvião, solos ferralíticos muito arenosos).

2. Estruturas de agregados ou fragmentares

Essas são as estruturas mais frequentes no mundo todo. Costumam ser classificadas de acôrdo com a orientação.

a) Formas angulosas: nestas estruturas, são encontradas faces mais ou menos planas e ângulos bastante vivos; os agregados formam poliedros que se engrenam uns nos outros.

Estrutura cúbica (bastante rara): nenhuma orientação preferencial.

Estrutura prismática: orientação vertical no sentido do comprimento.

Estrutura em placa ou lamelas (*sheet structure*): de espessura delgada.

Estrutura escamosa: o bordo da lamela se dobra para cima.

Estrutura em colunetas ou colunar (*columnar structure*): é uma estrutura prismática terminada em formas hemisféricas.

Estrutura poliédrica (*angular structure*): é constituída por poliedros, sem apresentar forma bem definida, mas com ângulos vivos; é uma estrutura muito frequente.

b) Formas arredondadas: trata-se de formas vizinhas da esfera ou do elipsóide.

Estrutura granular (*granule*); constituída por pequenos agregados arredondados, quase esféricos, em geral fechados e pouco porosos. É frequente nos solos ricos em cálcio.

Estrutura grumosa (*grumeluse, crumbly structure*): conjunto de formas arredondadas.

Estrutura poliédrica arredondada (*subangular structure*) ou estrutura nuciforme: apresenta um conjunto de faces planas com extremidades arredondadas (poliedros de arestas arredondadas). Muito frequente.

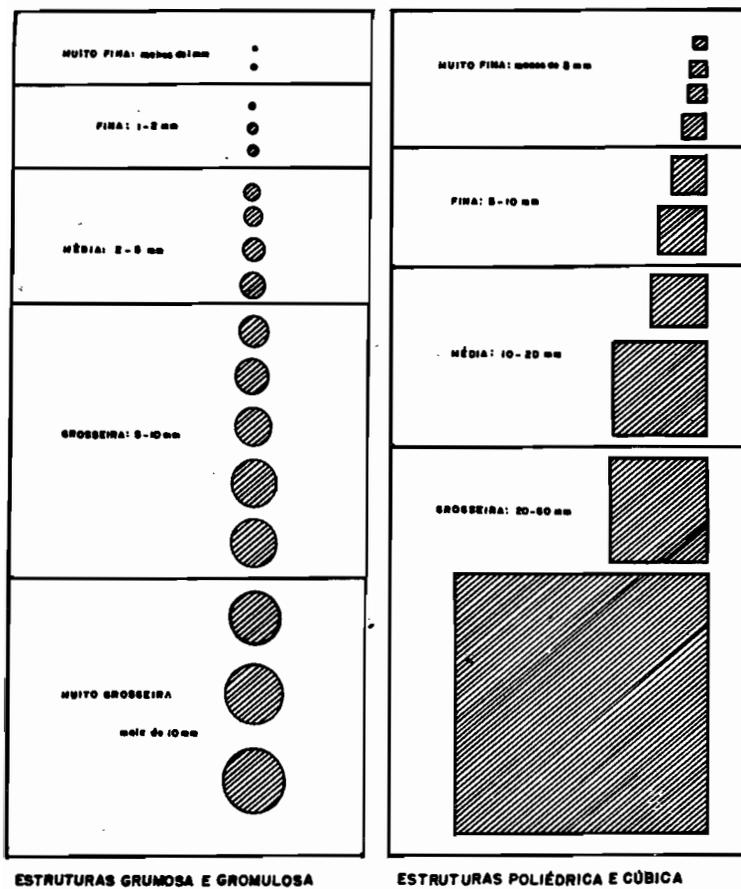
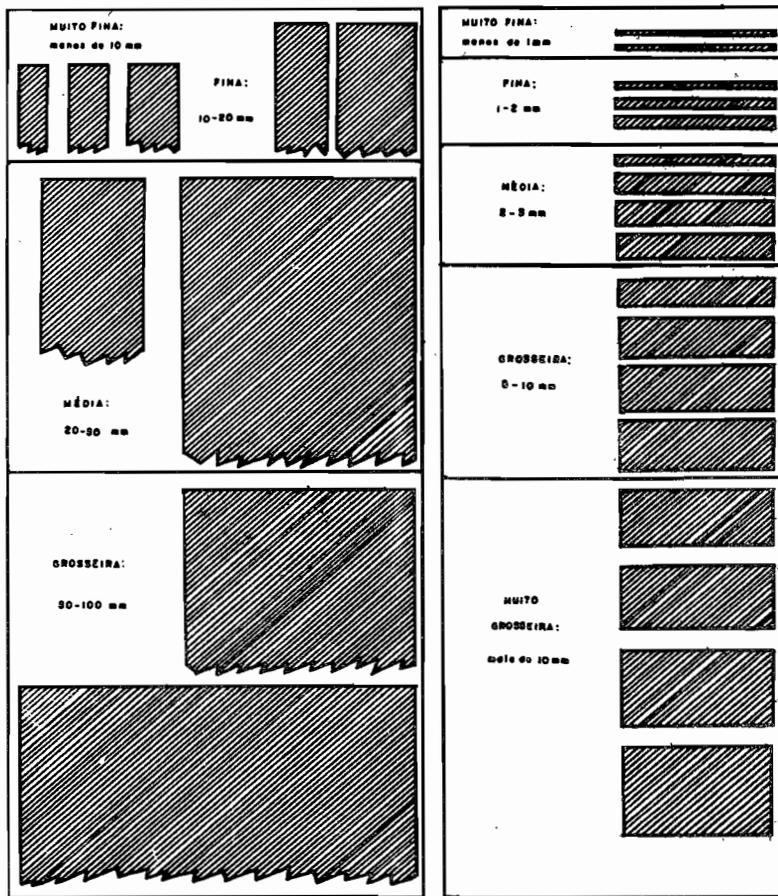


Fig. 12 — Tipos e classes de estruturas



ESTRUTURA PRISMÁTICA

ESTRUTURA LAMELAR

Fig. 13 — Tipos e classes de estruturas

3. Estruturas maciças ou contínuas

O horizonte forma um bloco único, onde é impossível separar os elementos estruturais; nota-se logo esta estrutura, pelo modo de os blocos se quebrarem sob a piqueta e pelo som das batidas.

a) Estrutura fundida: existe quando não se distingue, a olho nu, nenhum elemento diferenciado e quando o solo se apresenta sob a forma de uma pasta. Confunde-se, às vezes, a estrutura fundida muito friável com a estrutura particular; aliás, se os elementos se esboroam facilmente, entre os dedos, a estrutura será classificada como particular; se ela tem mais tendência a se romper do que a se esboroar, a estrutura será fundida.

b) Estrutura arenosa (*gréseuse*): os elementos são de tipo arenoso e ligados por um cimento.

c) Estrutura conglomerática (*poudinguiforme*): elementos com as dimensões dos seixos estão mergulhados num cimento.

Observação: O termo *cimento*, aqui, significa toda matéria fina que não se distingue a olho nu e cuja quantidade é tal, que impede o solo de se comportar como se fôsse uma areia. Esse cimento em nada se compara com o que se utiliza nas construções.

2.4.2. Grau de desenvolvimento da estrutura

O grau de desenvolvimento da estrutura exprime a diferença entre a coesão interna do agregado e a adesão dos agregados entre si.

No campo, esmaga-se, suavemente, uma amostra de solo entre os dedos, para separar os agregados: nessa operação, uma parte da amostra forma pequenos poliedros característicos da estrutura, e outra parte se desfaz como poeira. Estimam-se, a olho, as proporções relativas dessas duas frações.

Na verdade, a eficiência deste teste varia com a umidade do solo, sendo mais preciso quando os solos são secos ou pouco úmidos, pois, nestes casos, a estrutura está melhor formada. De qualquer modo, é preciso indicar a umidade

do solo, pelo menos de modo aproximado (sêco, pouco úmido e úmido), quando se fazem as observações de campo.

Quatro graus de desenvolvimento da estrutura podem ser distinguidos:

1. Nenhuma estrutura visível (ou estrutura indiferenciada)

Nenhuma agregação: a estrutura é maciça, se existir alguma coesão; particular, se o horizonte não se sustenta no estado sêco.

2. Fracamente estruturado ou fracamente desenvolvido

A amostra se divide em muitos materiais móveis e um pequeno número de agregados inteiros. No perfil, não se distinguem os agregados.

3. Medianamente estruturado ou medianamente desenvolvido

Sobre o perfil, distinguem-se mal os agregados, mas eles são vistos com facilidade, numa amostra segurada com a mão. A amostra quebrada entre os dedos produz muitos agregados com pouca terra fina.

4. Fortemente estruturado ou bem desenvolvido

Os agregados são bem percebidos no perfil, onde eles estão mais ou menos ligados entre si. Esmagada entre os dedos, a amostra produz agregados e praticamente nenhuma terra fina.

2.5. Porosidade

No terreno, o pedólogo se limita a apreciar o número de cavidades presentes no solo, com o auxílio de uma lupa.

1. Às vezes, quando é necessário, distinguem-se:

a) macroporosidade: que corresponde, em particular, às fendas de retração e que tem uma importância considerável;

b) porosidade entre os agregados: que corresponde à circulação da água nas zonas menos compactas, que são as superfícies interagregados;

c) porosidade no interior dos agregados: é preciso uma lupa para enxergar os poros.

Registram-se a forma e a dimensão das cavidades, utilizando-se, geralmente, a seguinte terminologia: cavernas, fissuras, alvéolos, tubos, vesículas. Todavia, é importante observar se a água pode circular entre as cavidades, pois alguns solos, que parecem porosos, têm vesículas que não se intercomunicam: elas são, portanto, dificilmente permeáveis.

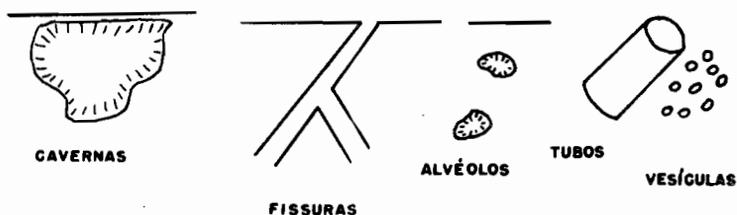


Fig. 14 — Tipos de cavidades no solo

2. Na realidade, é possível contentar-se em observar o *aspecto do solo* ao nível de cada horizonte:

a) solo poroso (quando se notam, claramente, os poros do solo): as raízes se instalam facilmente, com seus numerosos pêlos (horizontes próximos da superfície); o pé das pessoas afunda na superfície; o dedo deixa uma marca profunda após uma pressão no solo seco;

b) solo meio poroso (se os poros são pouco visíveis): as raízes se instalam bem, mas possuem poucos pêlos; o pé e o dedo se afundam mal;

c) solo pouco poroso ou compacto (não são distinguidos poros entre as partículas): as raízes não penetram, ou penetram muito mal; o pé e o dedo não se afundam no solo.

É interessante avaliar a porosidade, pois ela

condiciona a permeabilidade do solo. Com efeito, a permeabilidade total do solo depende da permeabilidade do horizonte mais impermeável.

2.6. Consistência

1. Apreciação da consistência

Define-se a *consistência de um solo* como sendo o comportamento mecânico dos seus materiais constituintes, tal como eles são aí encontrados. Sua determinação se faz pelo método de *Atterberg*.

Entretanto, é importante avaliar a consistência no campo, pelo menos aproximadamente, para cada um dos horizontes de um perfil; infelizmente, ela varia de tal maneira em função da umidade do solo, que é necessário empregar termos diferentes, conforme o solo esteja sêco, úmido ou encharcado.

a) Solo sêco: pF 4,2, sendo 4,2 o ponto de emurchecimento (*point de flétrissement*). Esmaga-se, entre os dedos, uma certa quantidade de solo (o que se pode fazer junto com o teste do desenvolvimento da estrutura).

Horizonte móvel (friável) ou pouco coerente: se ele se transforma totalmente em poeira, sem qualquer pressão.

Horizonte pouco coerente: se uma leve pressão dos dedos é suficiente para transformar em poeira alguns grãos e agregados.

Horizonte coerente ou mediamente coerente: se a amostra não se esmigalha senão após forte pressão entre o polegar e o indicador.

Horizonte duro: se a amostra resiste ao esmigalhamento entre o polegar e o indicador (mas pode-se quebrar a amostra, comprimindo-se-a entre as mãos).

b) Solo úmido: pF entre 4,2 e 2,7 (2,0 para os solos arenosos); pF entre o ponto de emurchecimento e a capacidade no campo.

A resistência é mais fraca que nos solos se-

cos. Por esse motivo, foi introduzida uma categoria suplementar.

Horizonte muito friável: se a amostra se quebra sem resistência, entre os dois dedos (pode voltar a ser coerente, se se amolda).

Horizonte friável: se a amostra se quebra entre os dedos, sob uma fraca pressão.

Horizonte firme: se a amostra só se quebra entre os dedos após forte pressão.

Horizonte muito firme: se a amostra se quebra somente entre as duas mãos.

Horizonte extremamente firme: se resiste a toda a pressão da mão.

c) Estado encharcado: pF 2,7 ou pF 2,0 (areias).

O solo, neste caso, está extremamente úmido, e sua consistência geral é fraca.

Também se procura definir dois estados, conforme o caso: a adesividade e a plasticidade.

2. Apreciação da adesividade

Toma-se uma amostra entre o polegar e o indicador, exerce-se uma pressão e tenta-se, suavemente, separá-la em duas partes, com os dedos. Dêsse modo, se definem as quatro categorias seguintes:

a) não-grudento (ou não-pegajoso): a amostra não adere a qualquer dos dedos (não-aderente);

b) pouco grudento: a amostra adere a apenas um dos dedos, sem se esticar muito;

c) grudento: a amostra tem tendência a aderir aos dois dedos e tem tendência a se partir depois que é um pouco esticada;

d) muito grudento (*três collant*): a amostra adere fortemente aos dois dedos e muito fortemente à pá ou à picareta (muito aderente ou muito pegajoso).

3. Apreciação da plasticidade

Com frequência, faz-se um teste de plasticidade no campo, rolando pouco a terra entre as duas mãos, de modo a produzir um bastão cilíndrico. Definem-se os três estados seguintes:

a) não-plástico: não forma qualquer cilindro que se sustente;

b) pouco plástico: o cilindro se forma muito bem, porém quebra-se com facilidade, ao ser curvado;

c) muito plástico: o cilindro se forma facilmente e não se quebra, mesmo depois de dobrado em ângulo reto.

2.7. Outras observações a fazer num perfil

2.7.1. Raízes

O grau de desenvolvimento das raízes, a forma, o tamanho, a colocação, são excelentes indicações do estado do solo. Onde existem raízes, é importante observar:

1. Natureza das raízes

Raízes gordas, lenhificadas (*lignificées*), raízes das gramíneas, pêlos absorventes das raízes.

2. Espécies vegetais às quais pertencem as raízes

3. Dimensão

Grossas — diâmetro superior a 10 mm

Médias — diâmetro entre 2 e 10 mm

Finas — diâmetro inferior a 2 mm.

4. Repartição ou distribuição dessas raízes nos diversos horizontes dos solos

5. Direção de penetração das raízes

Observa-se se as raízes são verticais ou sub-horizontais e, sobretudo, se tocam com um horizonte compacto e se estendem horizontalmente sobre ele. Enfim, se os pêlos absorventes penetram no interior dos agregados (caso freqüente nas estruturas granulares e grumosas).

6. Estado sanitário das raízes

Observa-se se há, nas raízes, apodrecimentos ou feridas (estas são freqüentes, devido às arestas cortantes do quartzo).

Além disso, as raízes podem estar acompa-

nhadas de alinhamentos de *gley*, de acumulação ferruginosa, etc..

2.7.2. Consolidação

Alguns horizontes do solo podem ser muito mais duros que os outros e apresentar uma forte cimentação dos agregados por óxidos de ferro, argila, calcário, gesso e não se quebrar, a não ser com um golpe de algum instrumento. Assim, distinguem-se:

1. Carapaça

É um horizonte duro no estado sêco, bastante friável quando úmido. É a carapaça dos solos ferralíticos, ou o encrostamento (*encroûtement*, em francês) dos solos calcários. Corresponde à *Fragipan* da classificação americana.

2. Couraça

Não pode ser quebrado, mesmo no estado úmido, a não ser com um forte golpe de martelo, que, geralmente, provoca um ricochête, praticamente sem separar qualquer fragmento. É a couraça (*cuirasse*, em francês) dos solos ferralíticos, ou a crosta (*croûte*, em francês) dos solos calcários. Cor responde à *Duripan* da classificação americana.

2.7.3. Revestimentos argilosos (*coatings*)

São pequenas películas de argila depositadas na superfície dos agregados e que possuem uma cor diferente da cor do agregado. Com frequência, são brilhantes, mas nem sempre mostram brilho.

Anotam-se: o modo como ocorre (*emplacement*), a espessura e a cor.

2.7.4. Faces de escorregamento (*slickensides*)

São muito freqüentes em certos solos, como os vertisolos. Trata-se de faces polidas e estriadas que se vêm em certos agregados e que são devidas ao deslizamento de duas massas de solo, uma contra a outra.

2.7.5. Tubos ferruginosos

Encontram-se no lugar das raízes antigas.

2.7.6. Pedacos de madeira carbonizada.

2.7.7. Dejeções de vermes da terra, galerias de insetos ou outros animais (ratos).

2.7.8. Eflorescências salinas (solos halomorfos).

NOTAS REFERENTES ÀS FIGURAS

¹As figuras 9, 10, 11, 12 e 13 foram copiadas em Maignien, R. *Manuel de prospection pédologique*. Bondy, ORSTOM, 1969. 132 p. (Cahier ORSTOM, initiations, documentation technique).

²A figura 8 foi copiada em Organization des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Division de la Mise en Valeur des Terres et des Eaux. Section Prospection et Fertilizante. *Directives pour la description des sols*. Rome, 1968. 58 p.

³As demais figuras foram elaboradas pelo autor.

⁴Todas as figuras foram copiadas por Olívia C. Viana de Azevêdo.

- AUBERT, G. & BOULAIN, J. *La pédologie*. Paris, Presses Universitaires de France, 1967. 128 p. (Que sais-je?, 352).
- IRSIA. *Schéma pour la description d'un profil*. Belgique, s.d..
- MAIGNIEN, R. *Manuel de prospection pédologique*. Bondy, ORSTOM, 1969. 132 p. (Cahier ORSTOM, initiations, documentation technique).
- ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE. Division de la Mise en Valeur des Terres et des Eaux. Section Prospection et Fertilité. *Directives pour la description des sols*. Rome, 1968. 58 p.
- POUQUET, Jean. *L'érosion des sols*. Paris, Presses Universitaires de France, 1961. 126 p. (Que sais-je?, 491).
- SEGALEN, P. *Pédologie et développement*. Bondy, ORSTOM, 1970. 210 p.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. *Soil survey manual*. s.l., 1951. 503 p. (Handbook, 18).
- Soil Conservation Service. *Soil classification; a comprehensive system*. s.l., 1960. 258 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

PROGRAMA DE TEXTOS DIDÁTICOS

Trabalhos publicados em 1970

- ABRAMO, Perseu. *Pesquisa em ciências sociais; um guia para estudantes*. Mestrado em Ciências Humanas. (Pub. 8).
- BRANDÃO, Maria de Azevedo. *Teoria da investigação e ciências do homem; textos de metodologia das ciências sociais*. Departamento de Sociologia. (Pub. 13).
- *O raciocínio experimental; textos de metodologia das ciências sociais*. Departamento de Sociologia. (Pub. 14).
- CARVALHO, J.P. Penna de. *Compressibilidade e adensamento dos solos*. Departamento de Ciência e Tecnologia dos Materiais. (Pub. 4).
- *Distribuição das pressões nos solos*. Departamento de Ciência e Tecnologia dos Materiais. (Pub. 5).
- *Noções sobre o escoamento de água através dos solos*. Departamento de Ciência e Tecnologia dos Materiais. (Pub. 6).
- COSTA, Carlos. *O problema da sociologia como ciência*. Departamento de Sociologia. (Pub. 1).
- FUJIMORI, Shigueme & FERREIRA, Yêda de Andrade. *Introdução ao uso do microscópio petrográfico*. Departamento-03 (Geologia). (Pub. 10).
- GALINDO, Valdimiro Nascimento. *Textos de economia brasileira*. Departamento de Economia. (Pub. 15).
- JANCSÓ István & CASARI, Regina R. *Introdução ao estudo da história; história e historiografia*. Departamento de História. (Pub. 11).
- & TEYSSEIRE, Daniel. *Introdução ao estudo da história; história da historiografia (momentos)*. Departamento de História. (Pub. 12).
- MACHADO NETO, A.L. *Formação e temática da sociologia do conhecimento*. Mestrado em Ciências Humanas. (Pub. 9).
- MAFFI, Carlo. *Interpretação fotogeológica*. Departamento-03 (Geologia). (Pub. 18).
- MATTOS, M.A. *Seleção de textos destinados ao curso de didática*. Departamento de Teoria e Prática de Ensino das Ciências Humanas e Letras. (Pub. 3).
- NASCIMENTO, Iracema A. & SAMPAIO, Maria da Glória. *Roteiros de prática de fisiologia animal*. Departamento de Zoologia. (Pub. 2).
- RÊGO, Fernando. *Textos básicos para seminários de lógica*. Departamento de Filosofia. (Pub. 16).
- SOUZA, Judith Endraos de. *A atividade experimental no ensino de biologia*. Departamento de Teoria e Prática de Ensino de Matemática e Ciências Experimentais. (Pub. 17). Parte I e II.
- TAVARES, Luís Henrique Dias. *Seleção de textos destinados ao curso de História do Brasil*. Departamento de História. (Pub. 7).

IMPRESSO NA IMPRENSA UNIVERSITÁRIA
DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA