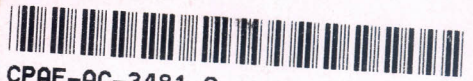


CADERNOS UFAC: Serie - ...
n.2, 1995



CPAF-AC-3481-2

CADERNOS
UFAC

2

PEDOLOGIA

UMA VISÃO
SINTÉTICA

ESTUDOS E
PESQUISAS
1995

José de Ribamar Torres da Silva
Eufraan Ferreira do Amaral

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE

ADMINISTRAÇÃO SUPERIOR

Reitor

Lauro Julião de Sousa Sobrinho

Vice-Reitora

Raimunda Coelho de Carvalho

Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação

Lígia Célia Nery Aranguren

Pró-Reitor de Assuntos Comunitários

Josué Fernandes de Souza

Pró-Reitora de Graduação

Maria Bety da Conceição Ribeiro Barbosa

Pró-Reitor de Administração

Francisco das Chagas Muniz Ribeiro

Pró-Reitor de Planejamento

Francisco Carlos da Silveira Cavalcante

3481

PEDOLOGIA

UMA VISÃO SINTÉTICA



PEDOLOGIA

UMA VISÃO SINTÉTICA

JOSÉ DE RIBAMAR TORRES DA SILVA
ENGENHEIRO AGRÔNOMO - MSc SOLOS
PROFESSOR ADJUNTO - UFAC

EUFRAZ FERREIRA DO AMARAL
PROFESSOR SUBSTITUTO DA UFAC
PESQUISADOR DA FUNTAC

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE

RIO BRANCO - ACRE - 1995



CADERNOS UFAC Nº 2

Conselho Editorial

Antonio Carlos Fonseca Pontes, Antonio Tadeu Tavares, Benedita Maria Gomes Esteves, Carlos Estevão Ferreira Castelo, Celso de Castro Caitete, Domingos José de Almeida Neto, Jacó Cesar Piccoli, João Carlos de Souza Ribeiro, Júlio Cesar Bicca-Marques, Pascoal Torres Muniz, Raimundo Ferreira de Souza, Roberto Feres, Rosilene Brasil Muniz e Tânia Rosane B. Benedetti.

Presidente do Conselho Editorial

Ligia Célia Neri Aranguren

Coordenadora de Editoração e Divulgação Científica

Maria Elza Pinheiro

Revisão/Técnica

Dulcélia Mota Lopes e Raimundo Ferreira de Souza

Composição e Impressão

Gráfica Universitária

FICHA CATALOGRÁFICA

S586p SILVA, José de Ribamar Torres da, AMARAL, Eufraim Ferreira do. **Pedologia: uma visão sintética.** Rio Branco: Universidade Federal do Acre, 1995. 124p. Bibliografia.
1. Solos. I Título. II. Amaral, E. F. do
CDU 631.44

Os direitos desta edição ficam reservados à Universidade Federal do Acre - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação e Departamento de Ciências Agrárias - Campus Universitário BR 364 - Km 04. Fones: (068) 226 1422 Ramais - 232/217
*Fax: (068) 226 1162 - Rio Branco - Acre. CEP: 69.915-900

SUMÁRIO

Prefácio	08
Cap. 1 - <i>Princípios Básicos de Geologia</i>	09
1.1 - Correlação entre Geologia e Solos	09
1.2 - Camadas da Terra.....	09
1.3 - Minerais.....	09
1.4 - Rochas.....	11
1.5 - Intemperismo.....	13
1.6 - Ilustrações Sintéticas do Capítulo.....	14
Cap. 2 - <i>Ciências do Solo</i>	15
2.1 - Conceitos de Solo.....	16
2.2 - Ciências do Solo.....	17
2.3 - Ilustrações Sintéticas do Capítulo.....	18
Cap. 3 - <i>Componentes do Solo</i>	19
3.1 - Fase Sólida.....	20
3.2 - Fase Líquida.....	20
3.3 - Fase Gasosa.....	21
3.4 - Ilustrações Sintéticas do Capítulo.....	22
Cap. 4 - <i>Fatores de Formação do Solo</i>	23
4.1 - Introdução.....	24
4.2 - Material de Origem.....	24
4.3 - Clima.....	26
4.4 - Relevo.....	30
4.5 - Organismos Vivos.....	32
4.6 - Tempo.....	35
4.7 - Ilustração Sintética do Capítulo.....	37
Cap. 5 - <i>Descrição Morfológica de Perfil de Solo</i>	38
5.1 - O Perfil do Solo.....	39
5.2 - Horizontes Principais	39
5.3 - Índices Designativos	40
5.4 - Relação entre Sequência de Horizontes, Grau de Desenvolvimento e Fatores de Formação do Solo	40
5.5 - Diagrama de um Perfil Hipotético	41
5.6 - Características Diagnósticas	42
5.7 - Horizontes Diagnósticos Superficiais	45
5.8 - Horizontes Diagnósticos Subsuperficiais	48
5.9 - Importância da Descrição Morfológica	53
5.10 - Seleção do Local para Descrição do Perfil	53
5.11 - Material Necessário aos Trabalhos de Campo	54
5.12 - Horizontes do Solo	55
5.13 - Características Morfológicas dos Horizontes	57
5.14 - Registro de Redação das Descrições	75

Cap.6 -	<i>Noções Básicas dos Modos de Expressar a Fertilidade do Solo</i>	80
6.1 -	Conceituação e Equivalências	81
6.2 -	Conversão de Resultados de Análises Químicas	86
6.3 -	Exercícios Propostos	86
Cap.7 -	<i>Pedogênese</i>	88
7.1 -	Conceito	89
7.2 -	Processos Pedogenéticos	89
7.3 -	Ilustração Sintética do Capítulo	94
Cap.8 -	<i>Tipos de Formação dos Solos</i>	95
8.1 -	Conceito	96
8.2 -	Principais Tipos de Formação dos Solos	96
8.3 -	Tipos de Formação do Solo, Condições Ambientais e Reações que os Caracterizam	101
8.4 -	Ilustrações Sintéticas do Capítulo	102
Cap.9 -	<i>Propriedades Físicas dos Solos</i>	107
9.1 -	Análise Granulométrica	108
9.2 -	Densidade	109
9.3 -	Porosidade Total	111
9.4 -	Umidade do Solo	112
9.5 -	Aeração do Solo	116
9.6 -	Estrutura do Solo	116
Cap.10 -	<i>Principais Solos do Acre</i>	117
10.1 -	Latossolos	118
10.2 -	Podzólicos	119
10.3 -	Cambissolos	120
10.4 -	Solos Aluviais	121
10.5 -	Litossolos	122
10.6 -	Gleys	123
Ref.	<i>Bibliográfica</i>	124

PREFÁCIO

Os campos da Gênese e Morfologia como integrantes da Pedologia e, responsáveis pelo estudo do solo sob os aspectos de sua origem, desenvolvimento, descrição e classificação, tem sido áreas cujos interesses tem aumentado significativamente nas últimas décadas, dada a possibilidade de nelas se realizar economicamente um grande número de atividades em áreas diversas, entre as quais destacam-se a Engenharia (Agronômica, Florestal e Civil) e a Geologia.

A literatura sobre Pedologia no Brasil não é tão vasta quando comparada a dos países do primeiro mundo. Este fato levou-nos a proceder uma revisão bibliográfica sobre o assunto, estimulados pelo grande interesse que a Pedologia tem despertado nos discentes de Agronomia que cursam a disciplina (CA - 022) - Gênese e Morfologia, ministrada na UFAC (Universidade Federal do Acre).

Este material, além de abranger todo o conteúdo programático da citada disciplina, nele procuramos abordar os temas de cada capítulo de modo sumarizado e preciso, acrescentando-lhe ilustrações, em sua grande maioria criadas pelos autores, constituindo-se assim num texto didático, prático e dinâmico, contribuindo de maneira significativa para a efetivação de um processo ensino-aprendizagem mais eficaz na área de estudo.

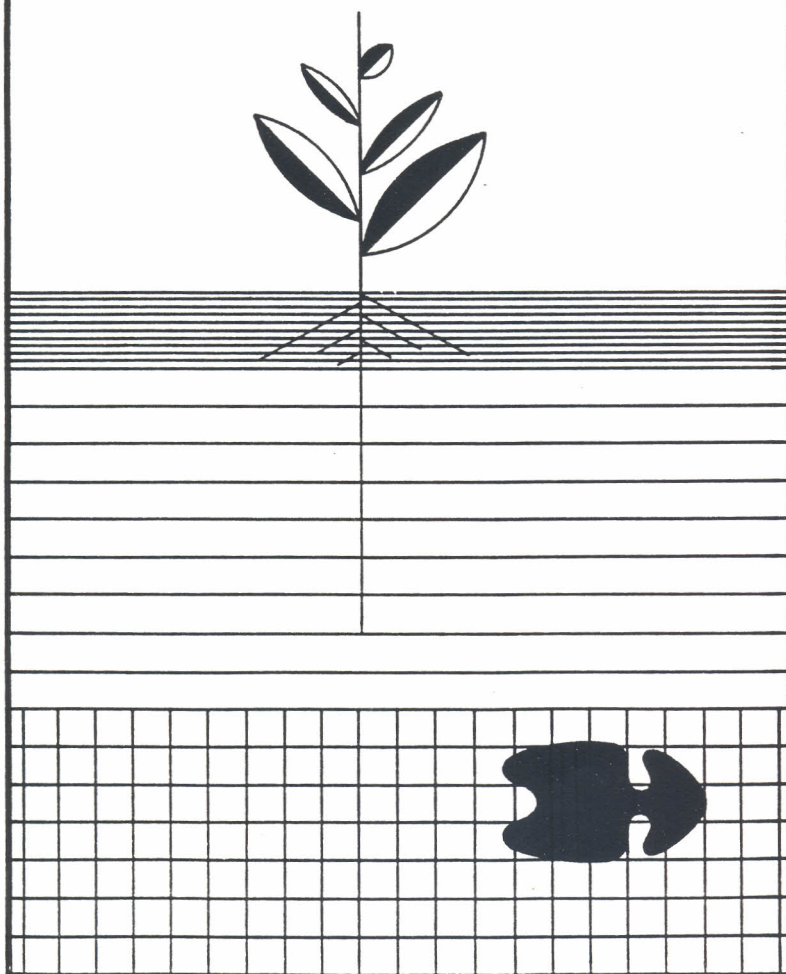
Apesar da forma simplista com que este trabalho é apresentado, o mesmo justifica-se fundamentalmente pela contribuição que certamente propiciará, não só aos discentes e docentes de solos, mas também àqueles profissionais que de uma forma ou de outra necessitam dos conhecimentos de solos para melhor desenvolverem suas atividades profissionais.

Esperamos com este trabalho dar uma contribuição, pequena que seja, para que os leitores (principalmente estudantes de Agronomia) compreendam melhor o estudo de solos sob o prisma de sua formação e evolução no tempo, pois só assim poderão explicar as características atuais de um solo.

Todas as críticas e sugestões que visem o aprimoramento deste trabalho serão gratamente recebidas pelos autores.

I.Princípios básicos de Geologia

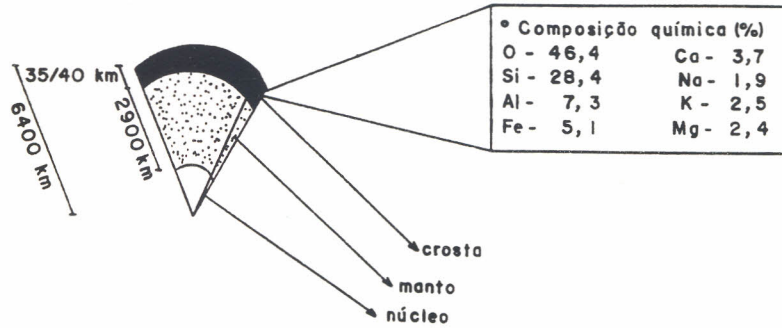
- 1. Correlação entre Geologia e Solos
- 2. Camadas da Terra
- 3. Minerais
- 4. Rochas
- 5. Intemperismo
- 6. Ilustrações sintéticas do capítulo



1. Correlação entre Geologia e Solos



2. Camadas da Terra



3. Minerais

3.1. Conceito

São elementos, ou compostos químicos inorgânicos, de composição química definida, geralmente no estado sólido e são encontrados naturalmente na crosta da Terra.

3.2. Minerais importantes (ponto de vista agrícola)

Grupo	Constituintes	Importância Agrícola
• Feldspatos	• Ortoclásio - $K(AlSi_3O_8)$ • Plagioclásio - Albita - $NaAlSi_3O_8$ - Anortita - $CaAl_2Si_2O_8$	• Cede K, Ca e Na
• Feldspatóides	• Leucita - $K(AlSi_2O_6)$ • Nefelina - $(Na, K)(AlSiO_6)$	• Cede K e Na
• Anfibólios	• Tremolita $Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$ • Actinolita $Ca_2(Fe, Mg)_5Si_8O_{22}(OH)_2$ • Hornblenda $Ca_2Na(Fe, Mg)_4(Al, Fe, Si)$	• Cede Ca, Mg e Fe
• Piroxênios	• Diopsídio - $(Mg, Ca)Si_2O_6$ • Augita $(Ca, Na)(Mg, Fe, Al)(Si, Al)_2O_6$ • Hiperstênio - $(Mg, Fe)SiO_3$	
• Olivinas	• Forsterita - $MgSiO_4$ • Fayalita - Fe_2SiO_4	• Cede Mg e Fe
• Quartzo	• SiO_2	• Principal componente da fração arenosa do solo.
• Apatito	• $Ca(F, Cl, OH)(PO_4)_3$	• Principal fornecedor de P
• Pirita	• FeS_2	• Cede S
• Micas	• Biotita (+ instável) $K(Mg, Fe^{+2})(Al, Fe^{+3})_3Si_3O_{10}(OH)_2$ • Moscovita $KAl_2(Al, Si)_3O_{10}(OH)_2$	• Cede K, Fe e Mg

4. Rochas

4.1. Conceito

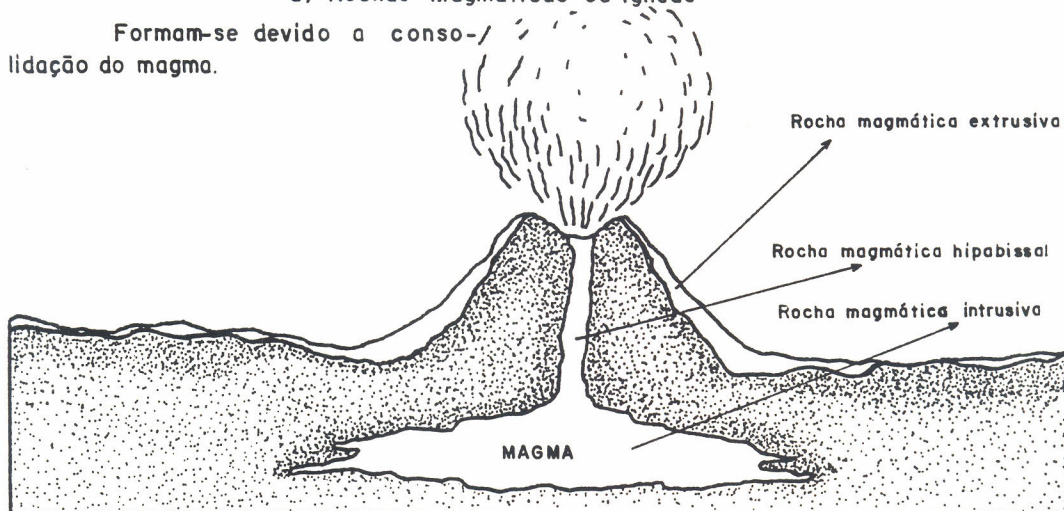
Agregado natural formado por um ou mais minerais, inclusive matéria orgânica e vidro vulcânico, que forma parte da crosta terrestre.

4.2. Subdivisão

As rochas estão subdivididas em três grandes grupos:

a) Rochas Magmáticas ou Ígneas

Formam-se devido a consolidação do magma.



a.1. Rocha Magmática Intrusiva ou Plutônica

Consolida-se no interior da crosta.

a.2. Rocha Magmática Extrusiva ou Vulcânica

Consolida-se no exterior da crosta.

a.3. Rocha Magmática Hipabissal

Consolida-se numa região intermediária da crosta.

◦ Extrusivas - Minerais com granulometria reduzida.

◦ Intrusivas - Minerais bem desenvolvidos.

a.4) Principais rochas Magmáticas

◦ Intrusivas

- Granito (quartzo, feldspato e mica)

- Sienito (feldspato alcalino, biotita, anfibólio ou piroxênio)

- Gabro (piroxênio, plagioclásio cálcico)

◦ Hipabissal

- Diabásio (piroxênio, plagioclásio cálcico)

◦ Extrusivas

- Basalto (piroxênio, plagioclásio cálcico)

- Riolito (Quartzo, feldspato, mica)

- Andesito (feldspato, anfibólio ou piroxênio)

a.5) Classificação segundo o teor de sílica

◦ Rochas ácidas

➤ > 65 % de sílica (coloração clara)

◦ Rochas neutras

➤ 65 a 52 % de sílica

◦ Rochas básicas

➤ 52 a 45 % de sílica (coloração escura)

◦ Rochas ultra-básicas

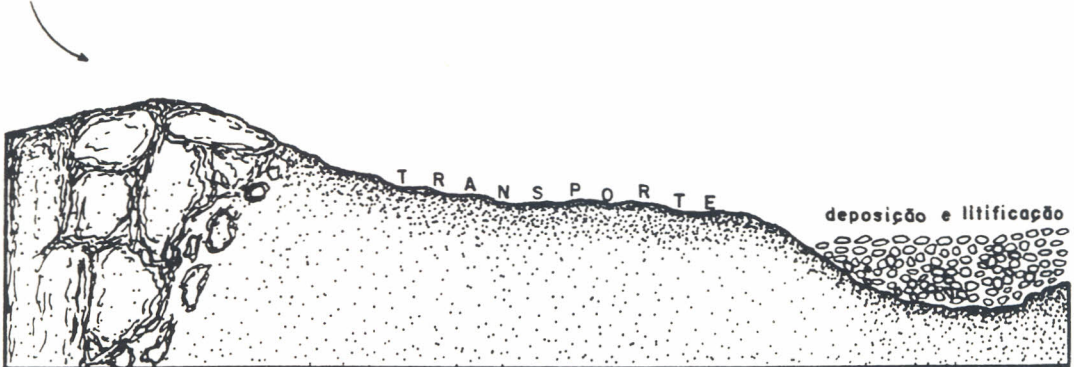
➤ < 45 % de sílica



b) Rochas Sedimentares

São aquelas formadas a partir de material originado da destruição intempérica de qualquer tipo de rocha, material este, que deverá ser transportado, depositado e litificado.

intemperismo



b.1) Principais Rochas Sedimentares

o Argilito e folhelho

Formados a partir da compactação de matérias argilosas.

o Siltito

Resultante da litificação do silte.

o Arenito

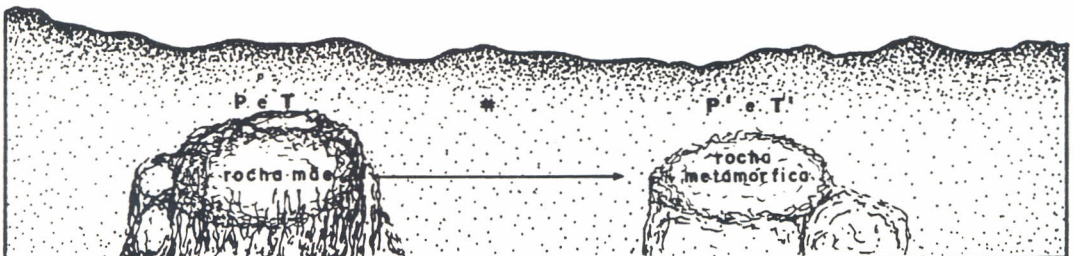
Resultante da cimentação de grãos de quartzo.

o Calcário

Carbonato de cálcio

c) Rochas Metamórficas

São formadas devido a modificações mineralógicas e/ou texturais de rochas preexistentes, modificações estas que ocorrem em resposta às mudanças de pressão (P) e temperatura (T) que diferem da pressão e temperatura do ambiente em que as rochas se formaram.



c.1) Principais Rochas Metamórficas

o Quartzito

Constituída de Quartzo.

o Mármore

Constituída de Calcita ou Dolomita.

o Gnaisse

Constituída de Feldspato, Quartzo, Micas e Anfibólio.

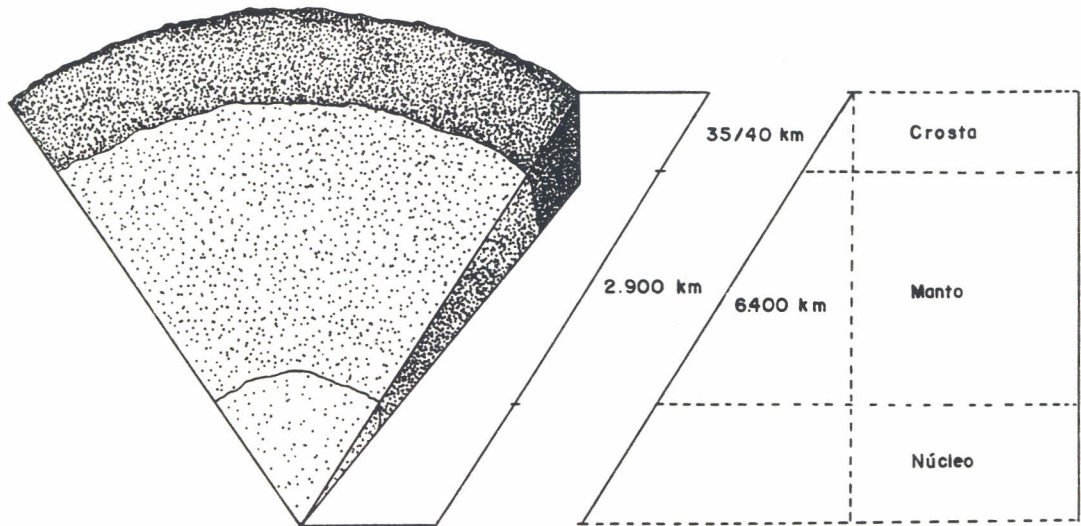
o Ardósia

Constituída de Quartzo, Micas e Clorita.

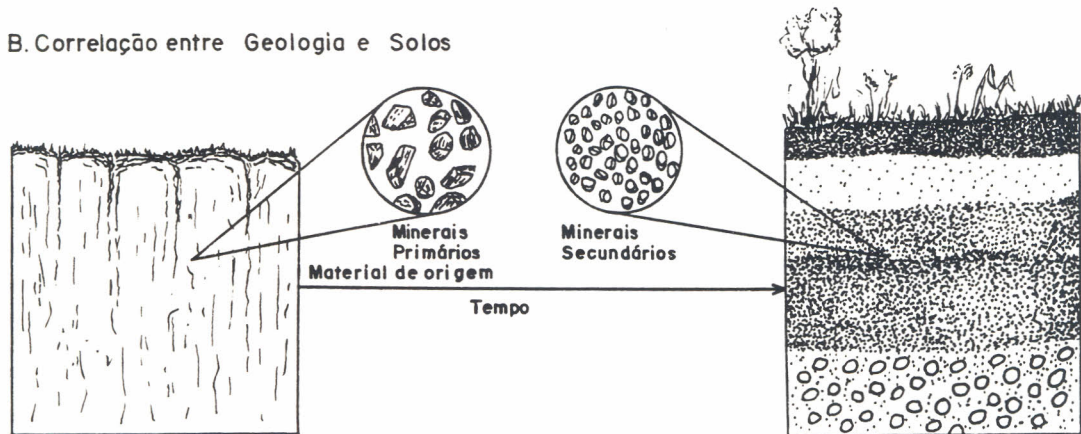


6. Ilustrações sintéticas do capítulo

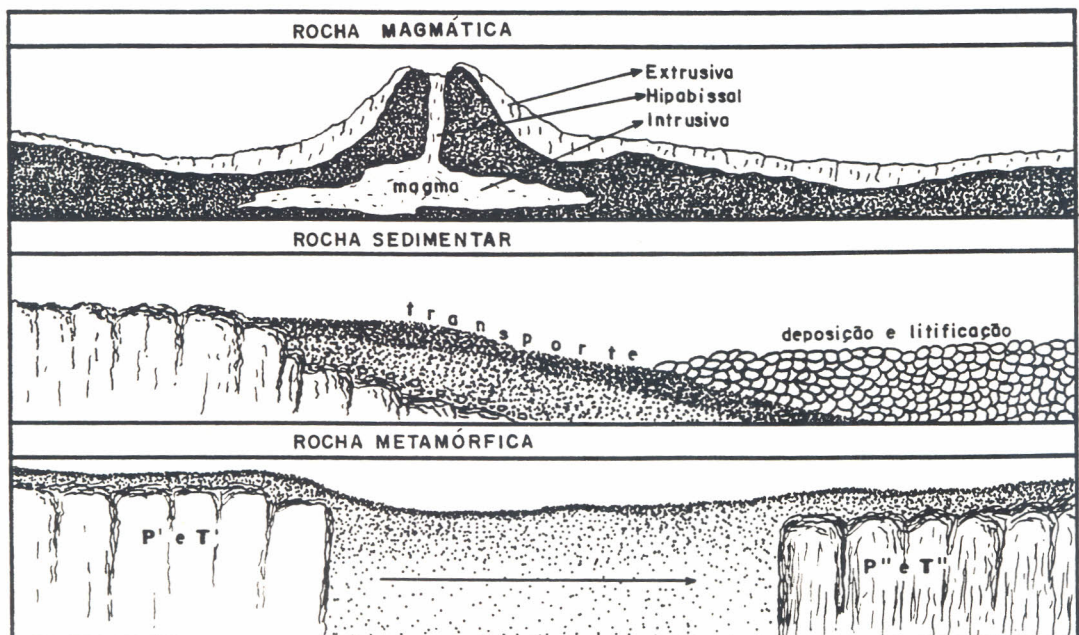
A. As camadas da Terra



B. Correlação entre Geologia e Solos

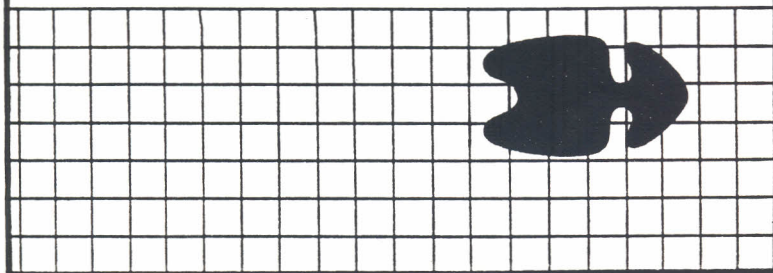
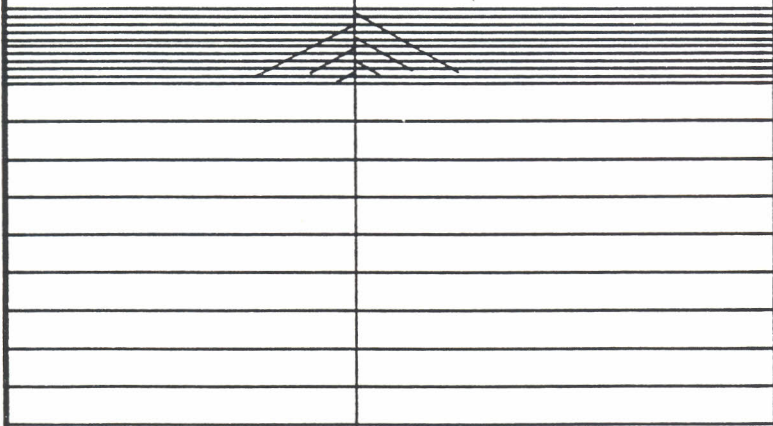


C. Tipos de rocha



2. Ciências do Solo

- 1. Conceitos de Solo
- 2. Ciências do Solo
- 3. Ilustrações sintéticas do capítulo



I. Conceitos de Solo

I.1. Solo

"Meio onde as plantas se desenvolvem."

É empírico e permite observar áreas produtivas e não produtivas.

I.2. Solo

"Produto de intemperização das rochas."

Surgiu com a Geologia (fim do século XVIII). Inclui, apenas, o material não consolidado que esteja com elevado grau de intemperização.

I.3. Solo

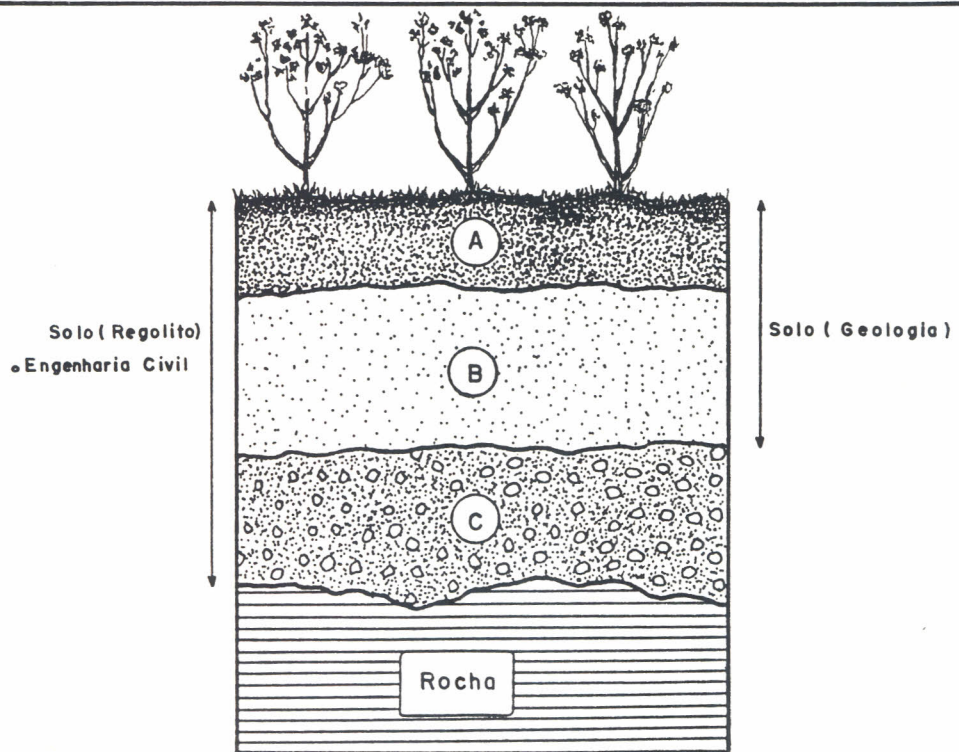
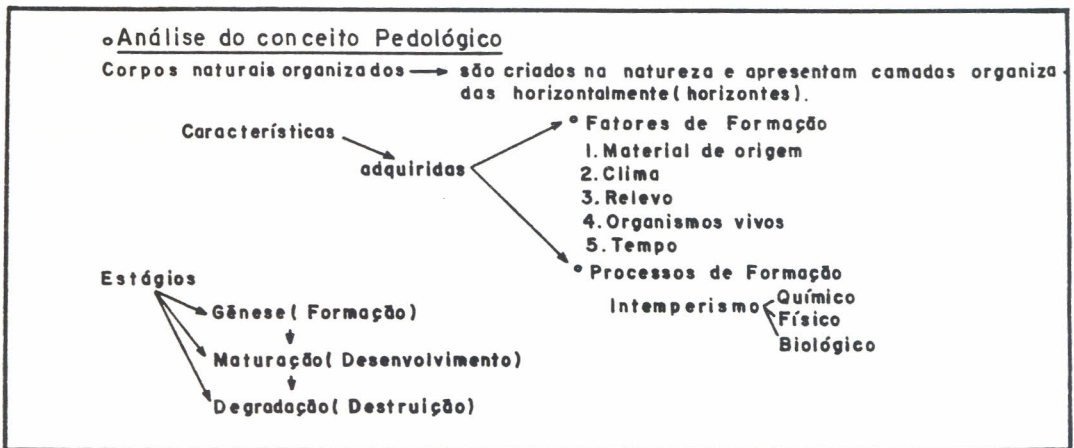
"Manto de rochas intemperizadas."

Surgiu com a Engenharia Civil. Inclui o Regolito (camada de material não consolidado da superfície até a rocha).

I.4. Solo (conceito Pedológico)

Camada superficial do Regolito, ou seja:

"São corpos naturais 'organizados' com características próprias, adquiridas através de ação dos 'Fatores' e 'Processos' de formação e que evoluem através de estágios de 'Gênese', 'Maturação' e 'Degradação'."



◦ Representação esquemática de um perfil de solo

2. Ciências do Solo

2.1. Geologia

Ciência que estuda a origem e constituição da Terra (características geológicas).

2.2. Edafologia

Ciência que estuda o solo sob o ponto de vista de sua utilização prática, considerando as diferentes propriedades do solo que se relacionam com a produção vegetal.

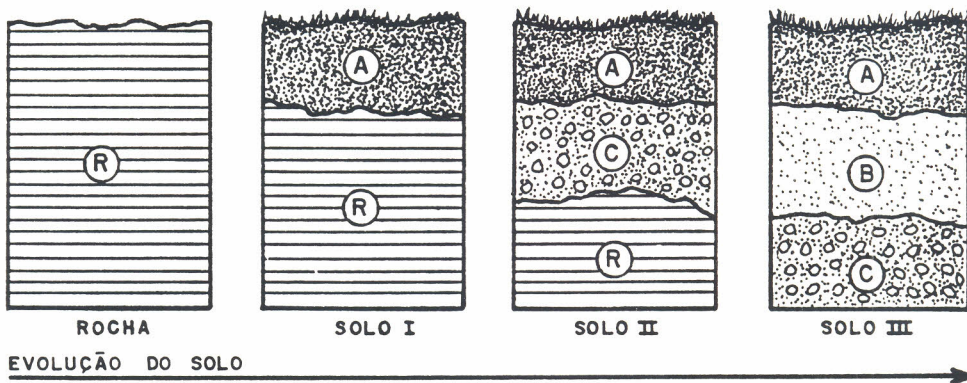
2.3. Pedologia

Ciência que estuda o solo sob o ponto de vista de sua origem, características, descrição, classificação, não entrando no estudo das relações solo-planta, ou seja, sua utilização prática.

PEDOLOGIA = GÊNESE + MORFOLOGIA

o Gênese do solo

Ciência que estuda e procura explicar o desenvolvimento dos solos a partir de um material original (rocha, sedimento, etc) até o presente estágio, bem como prever a sua evolução.



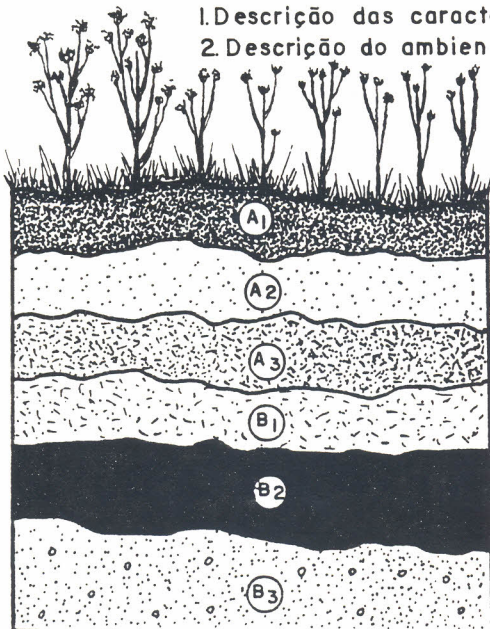
o Morfologia do solo

É o estudo das formas com o objetivo de "Descrição", através de uma morfologia padronizada da aparência do solo no campo, segundo características visíveis ou perceptíveis por manipulação.

Caracterização do solo (2 etapas):

1. Descrição das características internas (Anatomia)

2. Descrição do ambiente



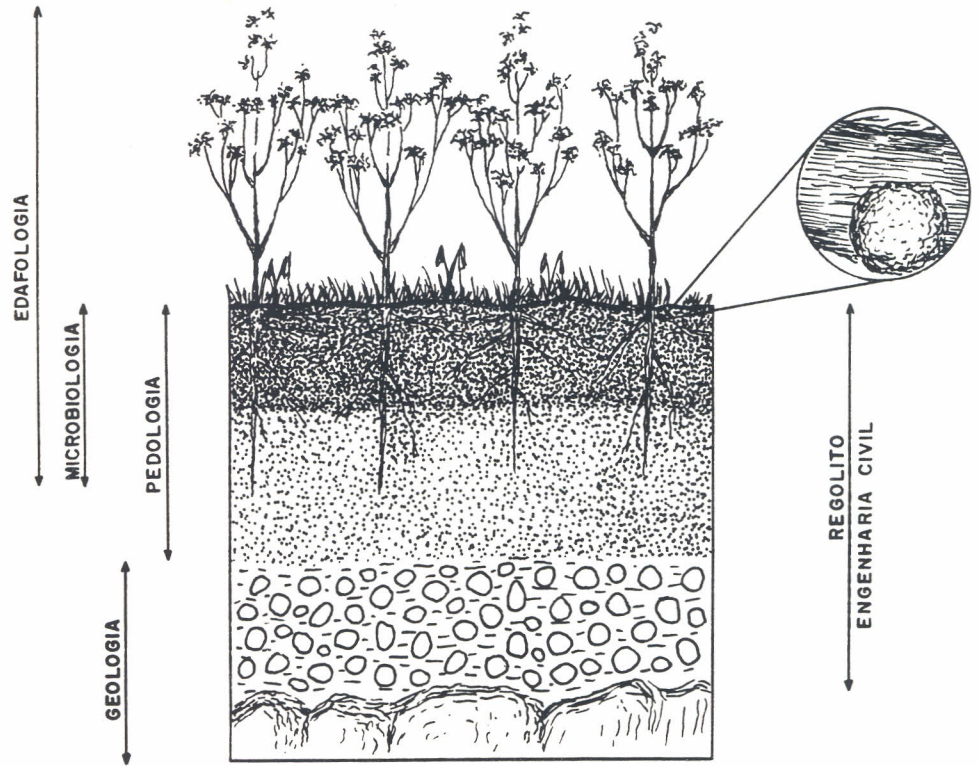
Descrição morfológica padronizada das características visíveis ou perceptíveis por manipulação.

2.4. Microbiologia do Solo

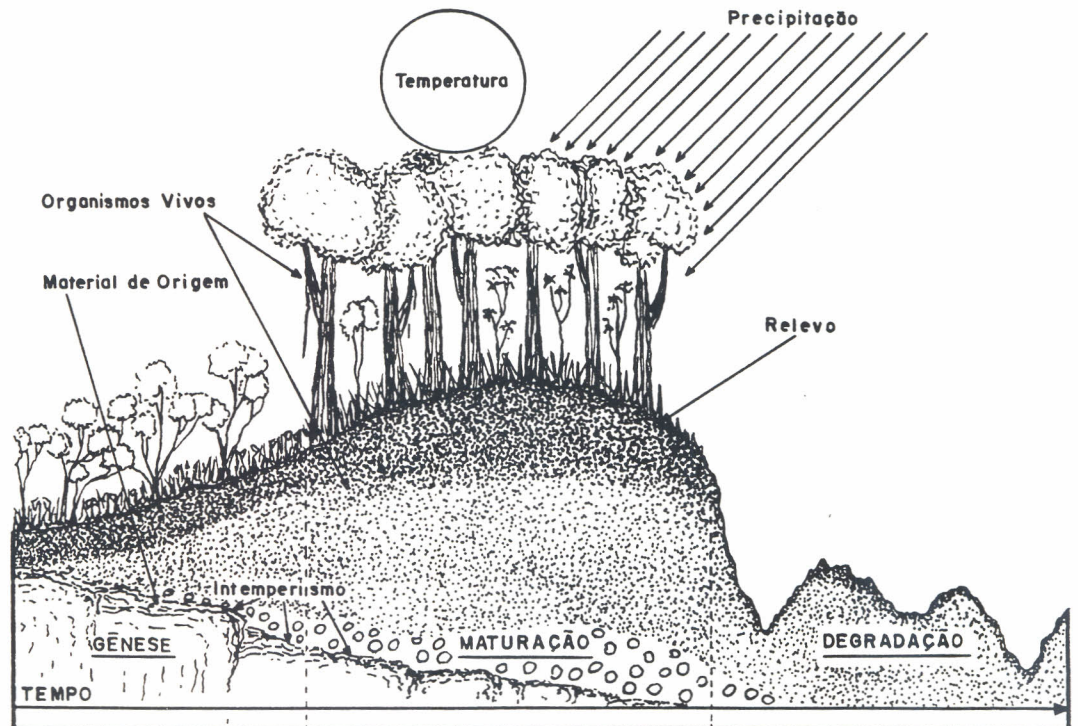
Ramo da Microbiologia que estuda a população microscópica do solo, as transformações ocasionadas e sua importância para nutrição vegetal e produção agrícola.

3. Ilustrações sintéticas do capítulo

A. As Ciências do Solo

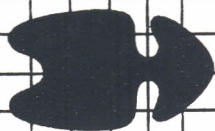


B. Análise do Conceito Pedológico do Solo



3. Componentes do Solo

- 1. Fase sólida
- 2. Fase líquida
- 3. Fase gasosa
- 4. Ilustrações sintéticas do capítulo



Do ponto de vista químico, o solo é um sistema tri-fásico:

I. Fase Sólida

50-100% do peso total.

◦ Fração orgânica

5% do peso

12% do volume

→ Organismos vivos

→ Restos semi-decompostos

→ Húmus

◦ Fração mineral

95% do peso

38% do volume

→ Minerais primários (herdados da rocha)

$\emptyset > 2 \mu$ (quartzo, feldspato, mica)

→ Minerais secundários (formados no solo)

$\emptyset < 2 \mu$ (caulinita, montmorilonita, vermiculita)

◦ Caulinita

ocorre em solos velhos, bem intemperizados.

É um mineral 1:1.

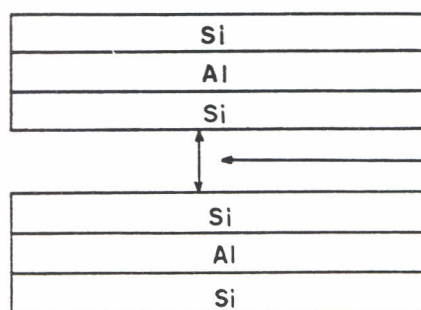
Si
Al

◦ Montmorilonita e Vermiculita

Ocorrem em solos jovens.

São minerais 2:1.

Inconveniente: fixação de Potássio e NH_4^+ .



1.1. Importância

- Fonte potencial de nutrientes;
- Propriedades físicas: textura, estrutura, densidade, etc;
- Propriedades químicas: absorção de íons (CTC);
- Retenção de água.

2. Fase Líquida

Água retida no solo (solução do solo).

0- 50% volume do solo.

◦ Composição química

- Cátions

Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Al^{+++}

pH \approx 7 → predomina Ca e Mg

pH < 5,5 → predomina Al

- Aníons

Cl^- , NO_3^- , SO_4^{--} , H_2PO_4^- , CH_3COO^- , $\text{C}_2\text{O}_4^{--}$
(bactérias nitrificantes)

OBS: Solos salinos → 1 mol carga/l

\leq cátions = \leq aníons

10^{-4} → solos mais jovens

10^{-7} → solos mais velhos

2.1. Importância

- > Indica a concentração de nutrientes prontamente disponíveis para as plantas;
- > É o local onde, principalmente, ocorre a absorção dos nutrientes;
- > Dela dependem os mecanismos de suprimento (Difusão,...);
- > Acidez ativa do solo e toxidez de nutrientes.

3. Fase Gasosa

Ar do solo.

É uma mistura complexa de gases oriundos da atmosfera e das reações processadas no sistema água-solo-planta.

o Composição

Variável, em função do ambiente, do solo e das atividades biológicas. Ocupa 0 (solo inundado) a 50% (solo seco) do volume do solo.

COMPOSIÇÃO			
Ar do solo		Ar atmosférico	
N ₂	80%		~ 79 %
O ₂	0- 20% (°)		~ 21 %
CO ₂	0,1- 20% (°)		~ 0,03 %

(°) Atividades microbiológicas (respiração microbiana)

Maior atividade -> pH > 5,0
 Adição de matéria orgânica
 t > 30° C e < 35° C
 Umidade ~ 80% C/C

o Hipótese

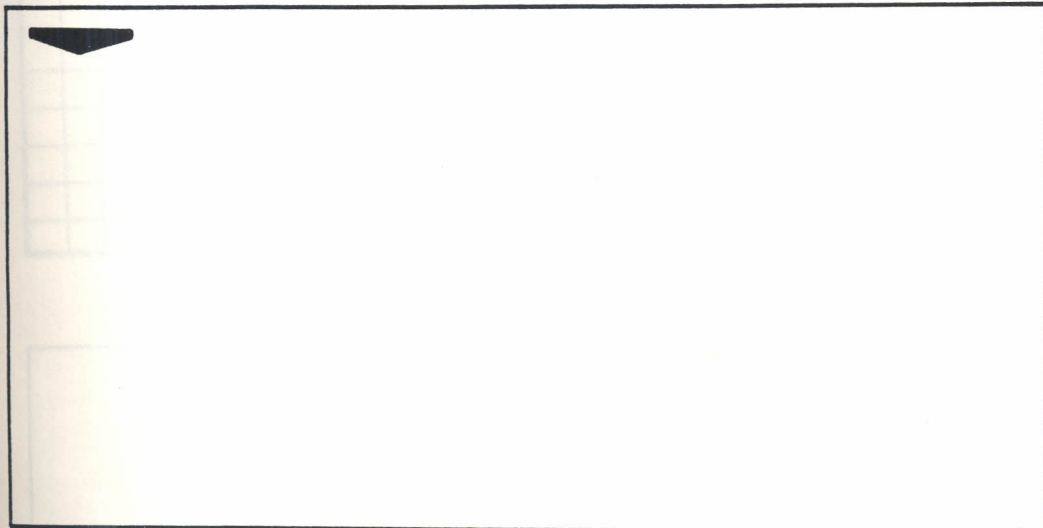
pH = 6,0
 Adição de restos de cultura
 Umidade do solo de 85% da C/C
 t_{solo} = 31° C

N -> Invariável
 O₂ -> teores próximos a 0%
 CO₂ -> teores próximos a 20%

Devido as condições especificadas ocorre um aumento da atividade microbiana.

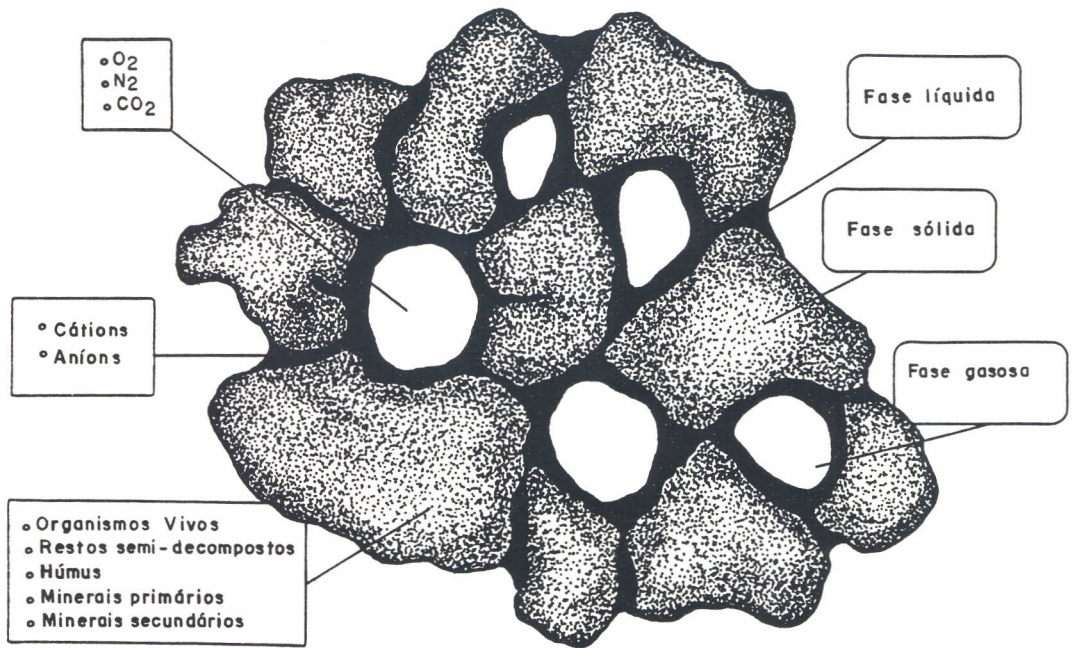
3.1. Importância

- > Constitui a aeração do solo, imprescindível para o desenvolvimento do sistema radicular das plantas;
- > Processo da respiração;
- > Difusão do oxigênio, favorecendo as condições de oxidação;
- > Desenvolvimento da microflora do solo.

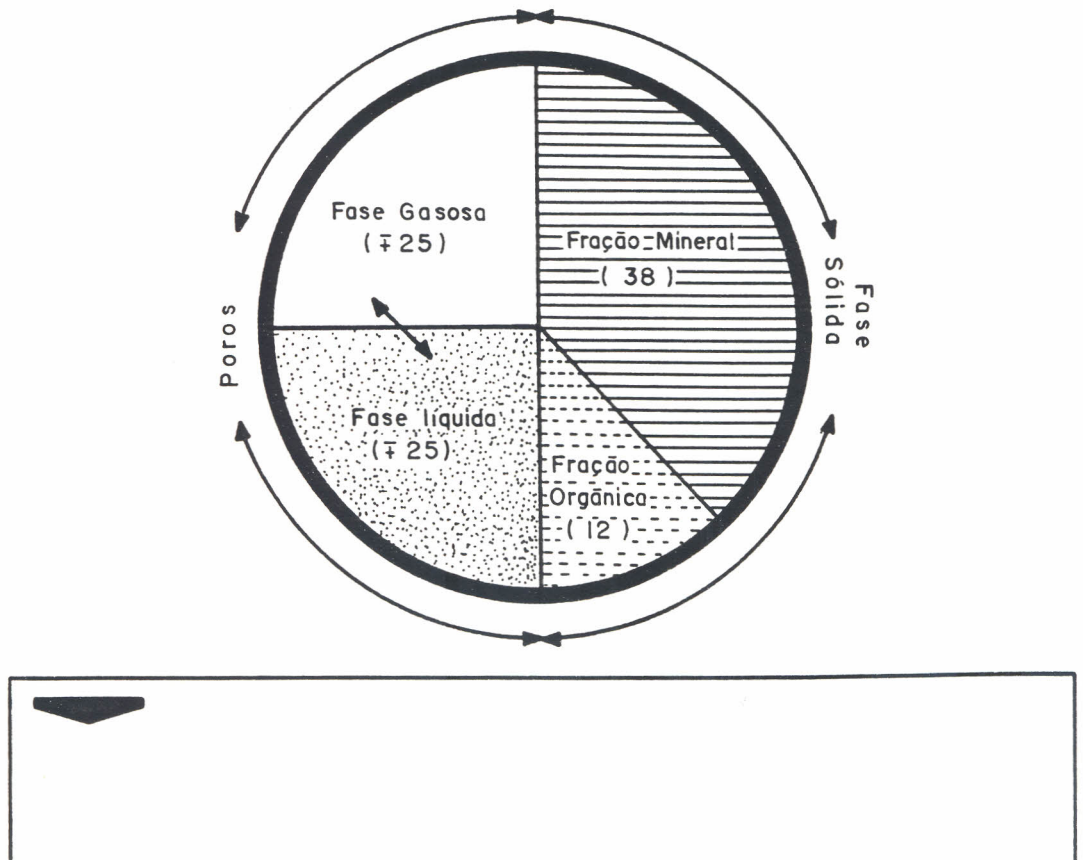


4. Ilustrações sintéticas do capítulo

A. As três fases do solo



B. Composição do solo (%)



4. Fatores de Formação do Solo

- 1. Introdução
- 2. Material de origem
- 3. Clima
- 4. Relevo
- 5. Organismos vivos
- 6. Tempo
- 7. Ilustração sintética do capítulo



1. Introdução

Até 1870, prevalecia a "Teoria Geológica" para explicar a formação dos solos, que considerava os mesmos como originados da alteração da rocha subjacente e, que somente esta influenciava nas características do solo.

A partir dos estudos de Dokuchaiev sobre as planícies russas, se observou que: solos desenvolvidos de um mesmo material de origem apresentavam características diferentes sob condições distintas de vegetação, relevo e clima, concluindo, assim que os fatores ambientais que exerciam influência na formação dos solos eram: Material de Origem, Clima, Relevo e Organismos acrescentados do Tempo de atuação dos processos físicos, químicos e biológicos.

Para estudar a influência de determinado Fator de Formação nas características do solo, procura-se, na natureza, ambientes onde os demais fatores sejam constantes. Entretanto, há dificuldades, devido:

- Interdependência entre os fatores de formação;
- Todos os fatores podem variar;
- Difícil identificação do efeito de cada fator.

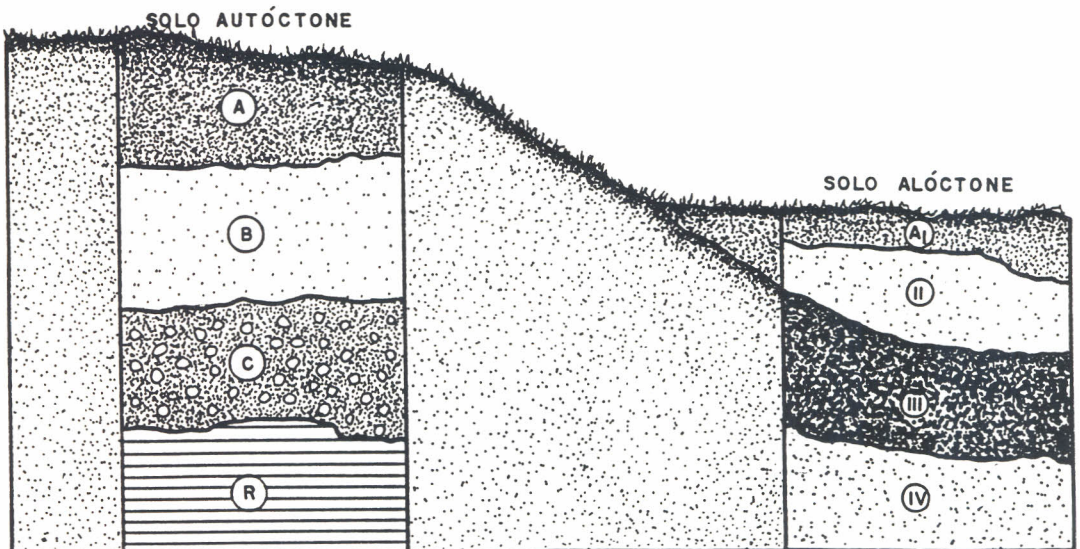
Os fatores de formação, Clima e Organismos Vivos, são considerados fatores ativos (fornecem energia ao meio), enquanto que os demais são passivos (fornecem massa e as condições para a formação do solo).

2. Material de Origem

Material do qual os solos se desenvolvem. Estado do sistema solo a um tempo zero de sua formação.

Pode ser:

- Rocha subjacente;
- Material coluvial ou aluvial;
- Sedimentos;
- Materiais de pedogênese anterior.



o Solo Autóctone

Solo desenvolvido da rocha ou do material situado a alguma profundidade do perfil.

o Solo Alóctone

Originado de sedimentos deposicionais, sem relação com a rocha subjacente.



2.1. Características do Material de Origem que influenciam na Gênese dos Solos

A. Grau de Consolidação

Condiciona a velocidade de intemperização da rocha.

Influencia na profundidade dos solos:

- Rocha não consolidada (arenito) → Solos mais profundos
- Rocha consolidada (granito) → Solos menos desenvolvidos (sob condições semelhantes)

B. Granulação

Está associada à composição mineralógica da rocha.

Determina a textura do solo:

- Rocha com elevados teores de sílica → arenito e granito → origina solos mais arenosos.
- Rocha rica em minerais ferro-magnesianos → basalto → origina solos mais argilosos.

C. Composição Química e Mineralógica

Quanto maior o tempo de atuação dos processos e fatores de formação, menor será a relação entre o material de origem e o solo.

- Solos jovens → maior relação com o material de origem.
- Solos velhos → menor relação com o material de origem.

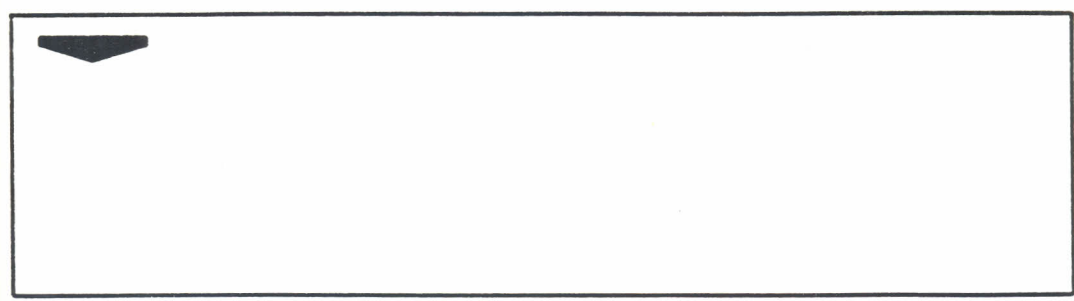
Em geral:

- Rocha rica → solo fértil
Basalto → solo com elevado teor de Ca, Fe e Mg.
- Rocha pobre → solo pobre quimicamente
Arenito → solo com baixo teor de nutrientes.

Quanto mais ácida é a rocha (>SiO₂), menos ricos serão os solos dela originados.

- Rocha Leucocrática → coloração clara → > 65% Si
- Rocha Melanocrática → coloração escura → 35 - 65% Si

INFLUÊNCIA DO MATERIAL DE ORIGEM NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA-MINERALÓGICA DE ULTISOLS - RS								
Rocha	Composição da Rocha				Composição do solo			
	Química (%)			Mineralógica	Argila (%)	Fe %	Kt (ppm)	Mineralógica
	Ca	K	Fe					
ARENITO (ácida)	0,1	0,5	2,0	Quartzo Feldspato	30	1	2030	Caulinita Quartzo Goethita Hematita
GRANITO (neutra)	1,4	3,4	3,0	Idem anterior + Mica	40	3	10740	Idem anterior + Mica
BASALTO (básica)	6,4	1,2	9,0	Piroxênios Anfibólios Plagioclásios Olivinas	60	16	2100	Caulinita Goethita Hematita



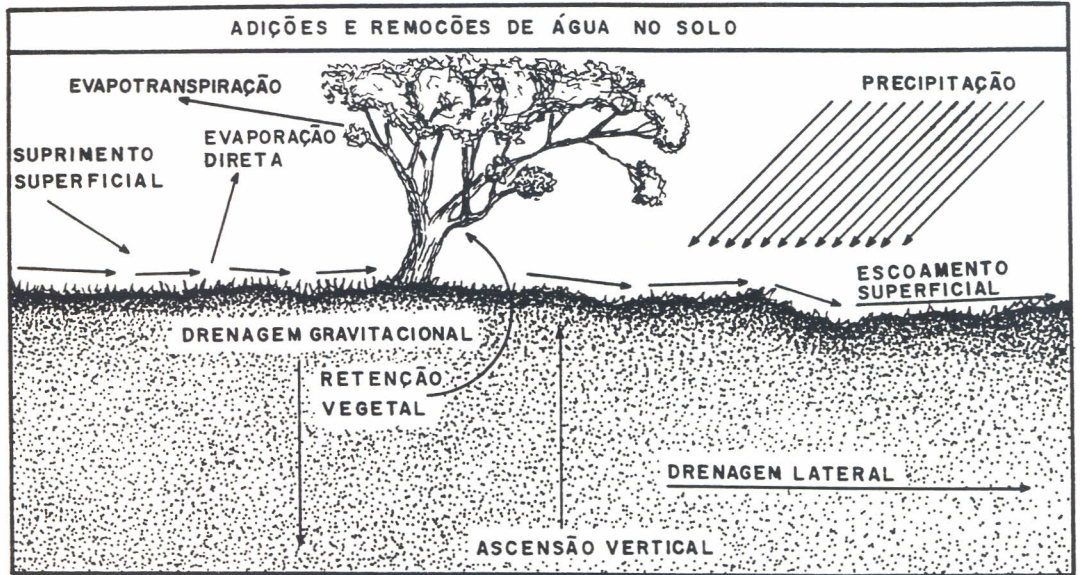
3. Clima

Componentes mais importantes:

- Precipitação Pluviométrica (P)
- Temperatura (T)

O Clima atua na formação do solo:

- o Diretamente → Intemperismo (físico, químico e biológico), erosão, transporte e deposição de sedimentos.
- o Indiretamente → Condicionador dos demais fatores.



Considerando o esquema citado (água no solo), é pedogeneticamente efetiva:

- Água retida pelas forças matriciais do solo (P - EP)
- Água de percolação (Drenagem gravitacional)

- o Lixiviação → transporte de íons em solução
- o Eluviação → transporte de partículas

→ Água que escorre (escoamento superficial) - erosão, deposição...

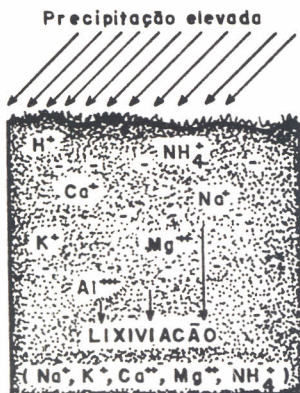
→ Água da evaporação → ascensão de sais



3.1. Influência da precipitação nas propriedades do solo

Com o aumento da precipitação, ocorre:

- o Maior perda de bases (lixiviação), dando origem a solos Distróficos.
- o Aumento da acidez do solo (diminuição do pH).
- o Predominam minerais 1:1 e óxidos de ferro e alumínio.
- o Aumento do teor de argila (> intemperismo).
- o Aumento do nitrogênio total (acúmulo de resíduos orgânicos).



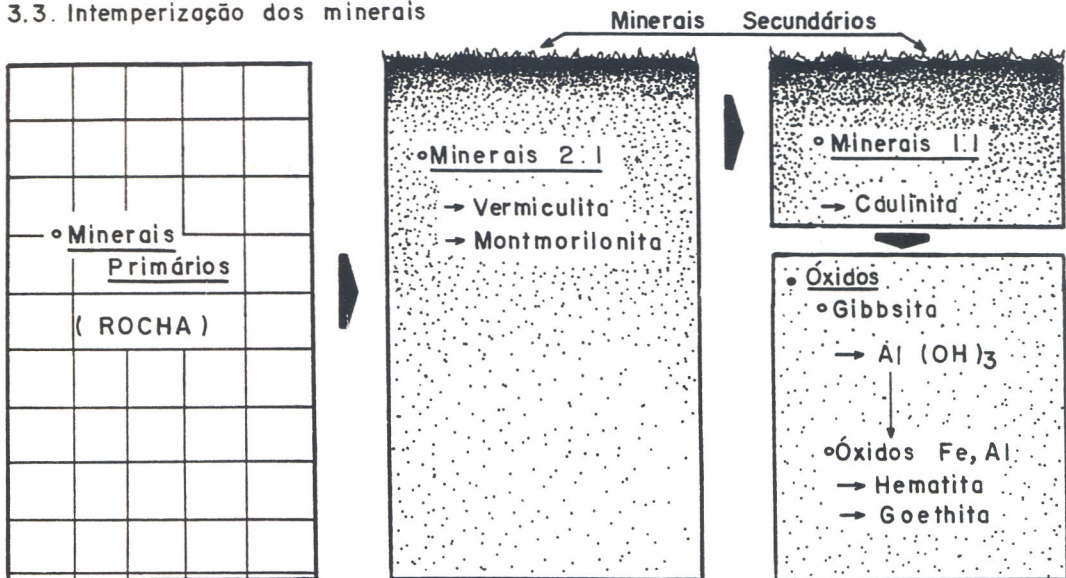
- o Cátions básicos = Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺
- o Cátions ácidos = Al³⁺, H⁺

o Soma de bases (S)
 $S = Na^+ + K^+ + Ca^{2+} + Mg^{2+}$

o Capacidade de Troca de Cátions (CTC)
 $CTC = T = Na^+ + K^+ + Ca^{2+} + Mg^{2+} + Al^{3+} + H^+$
 $CTC = S + Al^{3+} + H^+$

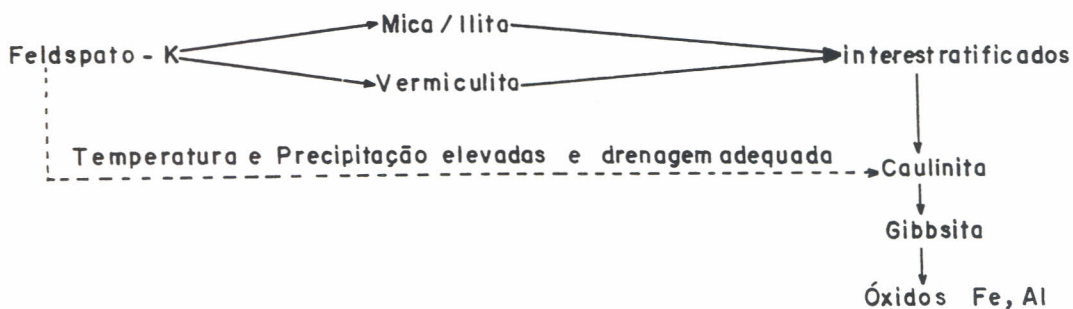
o Saturação de bases (V)
 $V = \frac{S}{CTC} \times 100$

3.3. Intemperização dos minerais

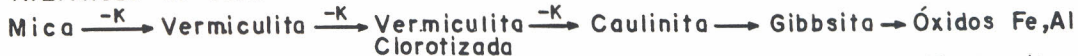


A. Intemperização de Minerais Potássicos

A.1. Feldspatos Potássicos no solo

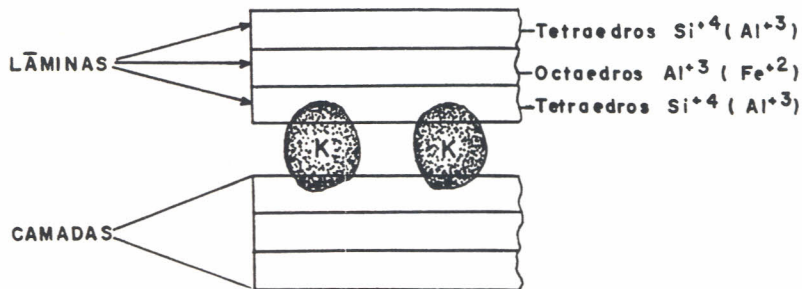


A.2. Micas no solo

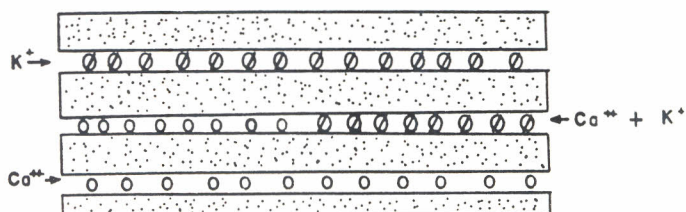


OBS: Com drenagem favorável e presença de Mg no solo, pode formar Montmorilonita antes da Caulinita.

• REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE UM MINERAL DE MICA



• MODELO DE INTEMPERIZAÇÃO DA VERMICULITA

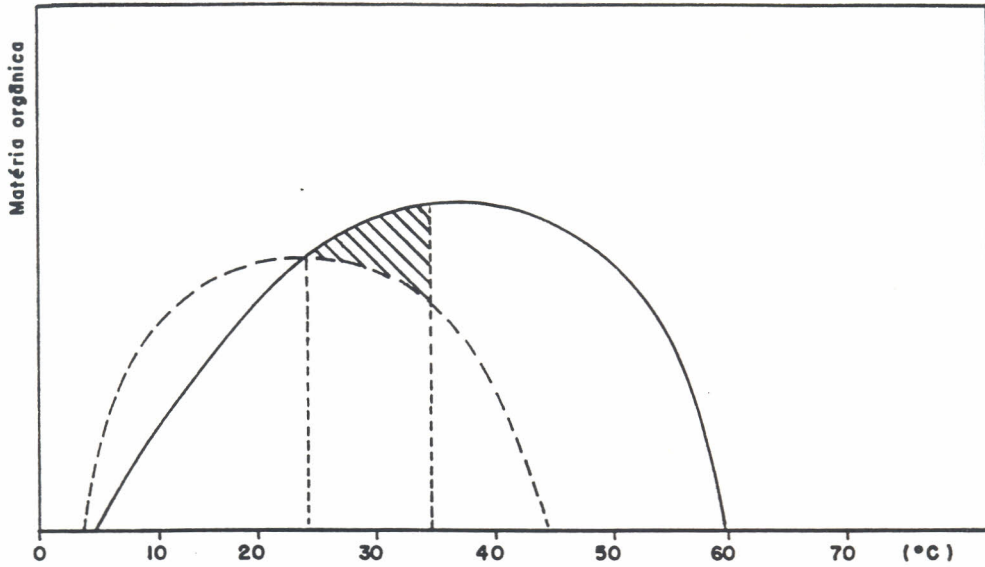


3.4. Influência da temperatura nas propriedades do solo

Com o aumento da temperatura ocorre:

- Solos com cores mais avermelhadas e menos acinzentadas;
 - Maior lixiviação de íons (maior solubilização);
 - Menores teores de Carbono e Nitrogênio orgânicos (menos resíduos orgânicos)
- T > 25°C;
- Maior teor de argila (maior intemperismo).

3.5. Relação entre temperatura e produção de matéria orgânica no solo

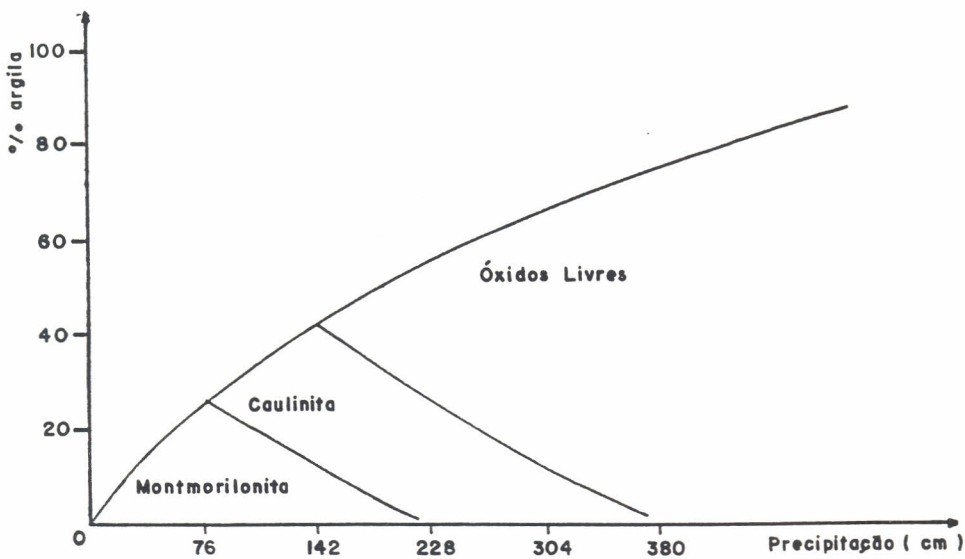


— Decomposição da matéria orgânica
 - - - Acúmulo de matéria orgânica

◦ Conclusão:

- T ≤ 25°C → Cresce o acúmulo de matéria orgânica
- T > 25°C → Redução do acúmulo e aumento da decomposição até T = 35°C

3.6. Mineralogia das argilas em função da precipitação pluviométrica em clima úmido (Havaf)



4. Relevo

São as formas de terreno (conjunto de elevações ou irregularidades) que compõem uma paisagem.

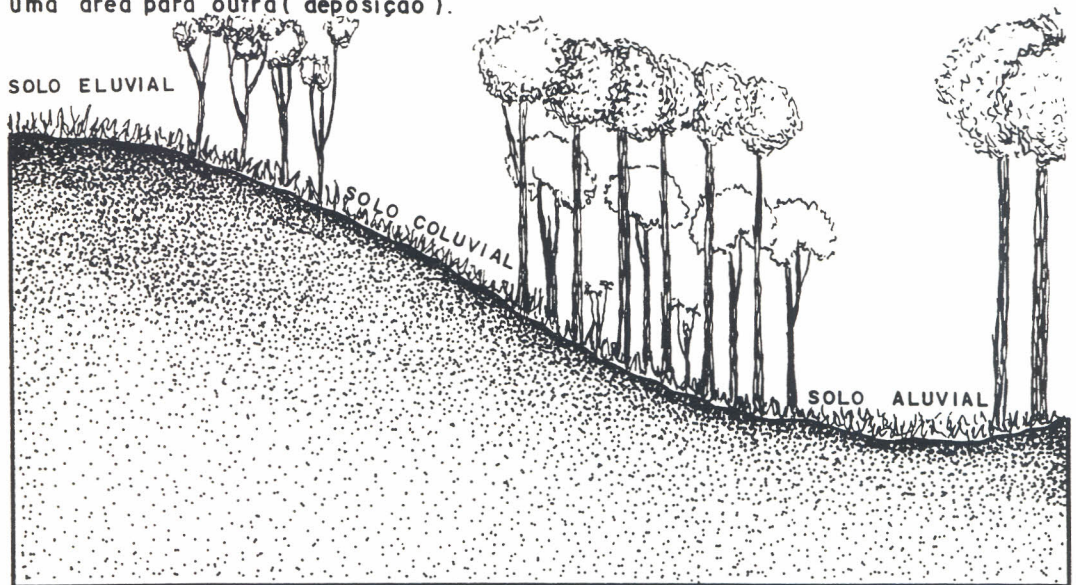
O relevo atua na dinâmica da água no sentido vertical (infiltração) e no sentido horizontal (escoamento superficial e drenagem lateral).

O relevo pode apressar (plano) ou retardar (ondulado) a formação do solo, podendo modificar o desenvolvimento do perfil do solo de três maneiras:

1. Influenciando na quantidade de água (Precipitação) absorvida e retida no solo.

2. Atuando na velocidade de perda de solo por erosão.

3. Orientando o movimento de materiais em suspensão, ou em solução, de uma área para outra (deposição).



- Solo Eluvial → Solo de formação local (AUTÓCTONE)
- Solo Coluvial → Solo mais ou menos transportado (ALÓCTONE)
- Solo Aluvial → Solo formado a partir de material depositado (ALÓCTONE)

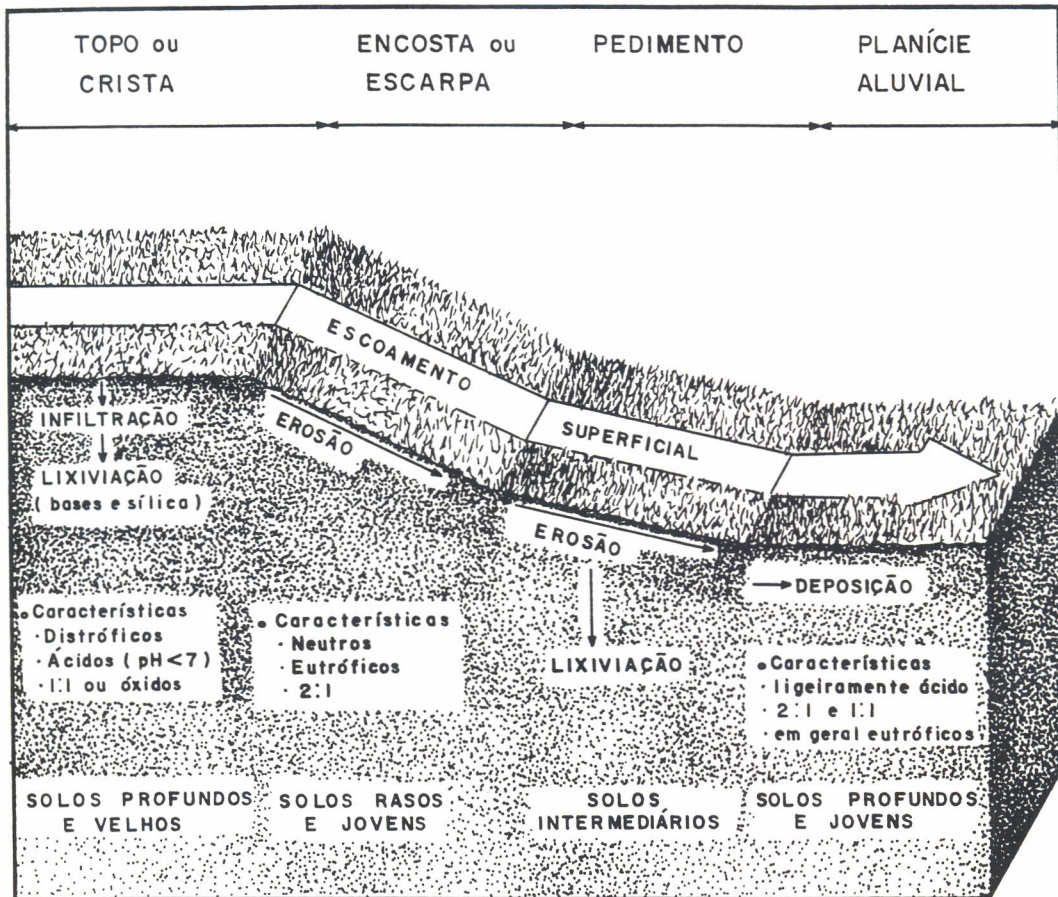
4.1. Influência do Relevo nas propriedades do solo

- Profundidade dos solos
Relevo estável (plano) → solos profundos
- Umidade do perfil
Baixadas (planícies) → maior umidade do solo
- Conteúdo de matéria orgânica
Partes bem drenadas → menor teor de matéria orgânica.
Partes mal drenadas → maior teor de matéria orgânica.
- Grau de diferenciação dos horizontes
Áreas planas → maior intemperismo químico
→ maior diferenciação de horizontes
- Reação do solo
Partes bem drenadas → maior lixiviação → menor pH
- Cor do solo
Áreas bem drenadas → solos vermelhos, amarelos
Áreas mal drenadas → solos cinzas
Áreas elevadas com acúmulo de água → solos escuros
- Mineralogia
Partes bem drenadas → minerais 1:1 e óxidos
Nas bacias → minerais 2:1 (acúmulo de bases)

4.2. Toposequência

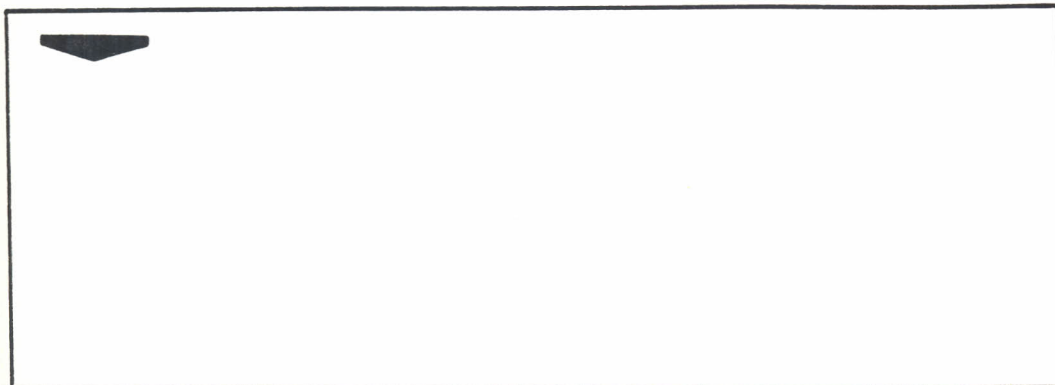
Uma superfície Geomórfica bem desenvolvida apresenta os seguintes elementos de paisagem:

- Topo ou crista (relevo plano/ suave ondulado)
- Encosta ou escarpa (relevo forte ondulado a montanhoso)
- Pedimento (relevo ondulado)
- Planície Aluvial (relevo plano)



A idade dos solos é determinada em grande parte pela estabilidade das superfícies, as quais variam com o relevo:

- Superfícies inclinadas (escarpa)
São instáveis, e devido a erosão ocorre a formação de solos jovens (rasos), pouco desenvolvidos.
- Superfícies planas (topo)
Solos velhos, bem desenvolvidos, bem intemperizados.



5. Organismos Vivos

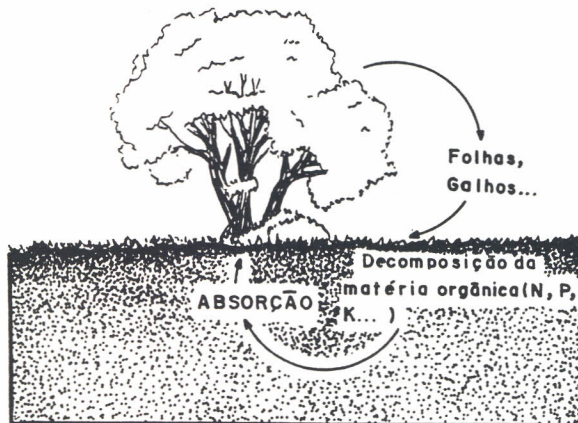
A Biosfera é a camada de ação dos complexos biológicos e constituída de Fitosfera e Zoosfera.

5.1. Etapas de atuação (Fitosfera):

- Estágio inicial
 - Rocha matriz
- Quando há suficiente solo
 - 1º Líquens
 - 2º Musgos
- Quando as acumulações são suficientemente espessas
 - 3º Gramíneas
- Posteriormente f(Clima)
 - 4º Outras espécies superiores

5.2. Biociclagem de nutrientes

É responsável pela fertilidade nos horizontes de solos tropicais florestados, sendo que esta alta fertilidade ocorre somente nas camadas superficiais destes solos.



A Incorporação de matéria orgânica ao solo é o efeito mais importante da vegetação na formação do solo, isto porque, o material orgânico ao se decompor origina ácidos húmicos, húmus e elementos diversos que decompõem o material de origem. Além desse aspecto, a matéria orgânica é fonte potencial de nutrientes.

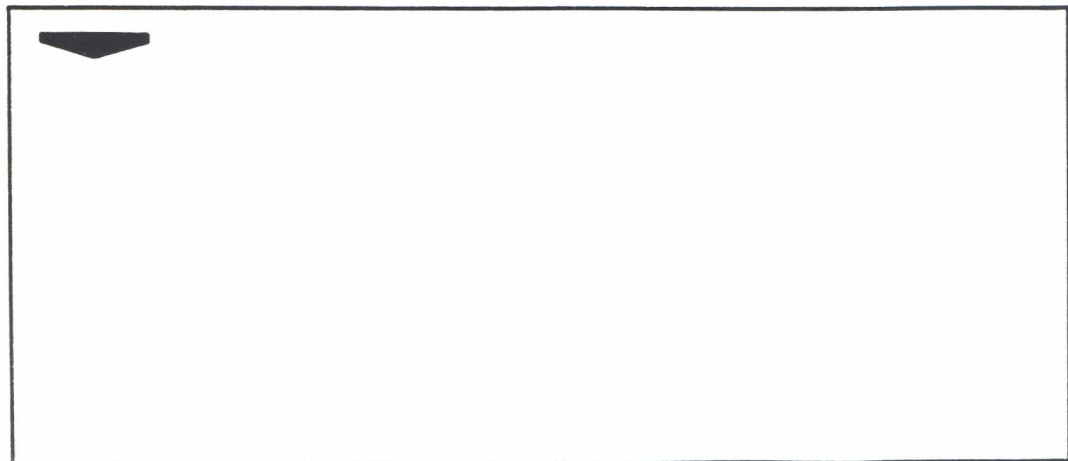
5.3. Incorporação e decomposição de matéria orgânica

É variável nas diferentes regiões climáticas.

Adição anual de matéria seca:

- Floresta Tropical = 5 t/ha
- Floresta Temperada = 1 t/ha

No entanto, o teor de matéria orgânica nos solos das duas regiões, praticamente se equivalem, porque a taxa de decomposição da matéria orgânica nas Regiões Tropicais é cerca de 5 vezes maior que nas Regiões temperadas.



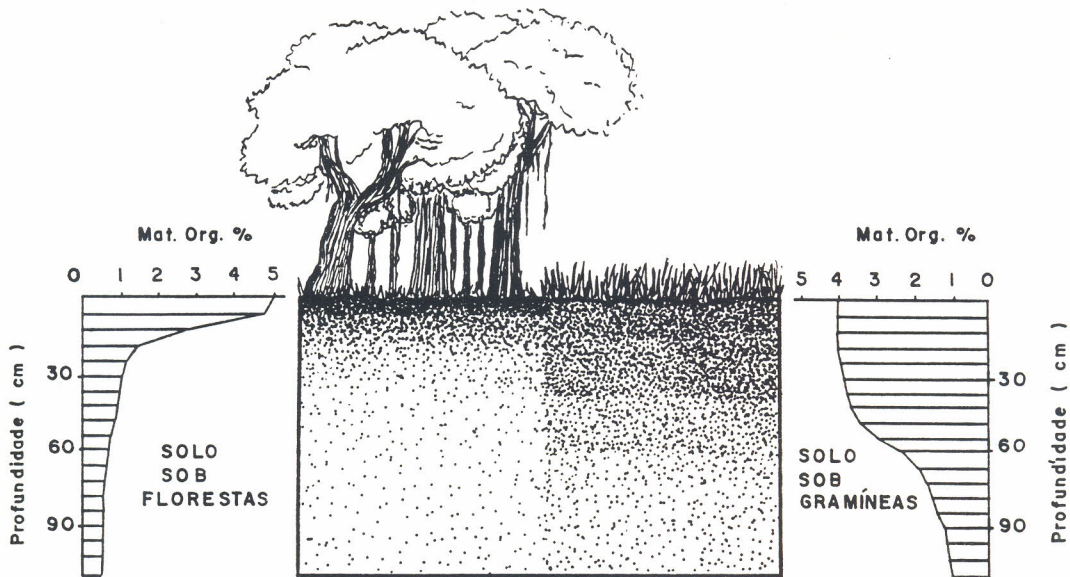
5.4. Tipo de vegetação- Distribuição da matéria orgânica

o Florestas

Distribuição da matéria orgânica na superfície, devido a de -
composição de restos vegetais.

o Campo

Distribuição em profundidade com maior incorporação de ma -
téria orgânica, devido a rápida reciclagem do sistema radicular.



5.5. Remoção da vegetação (Floresta)

Ocasiona:

- o Perdas de nutrientes por lixiviação;
- o Perdas de solo por erosão.

A vegetação protege o solo do efeito erosivo das chuvas ,
do vento, da insolação e da evaporação. E a eficiência da proteção depende da
densidade da cobertura vegetal.

5.6. Microorganismos importantes à formação do solo

Os fungos, bactérias, actinomicetos e algas contribuem com
suas secreções e micélios, para a formação de agregados estruturais no solo, ou
seja, para a união de partículas.

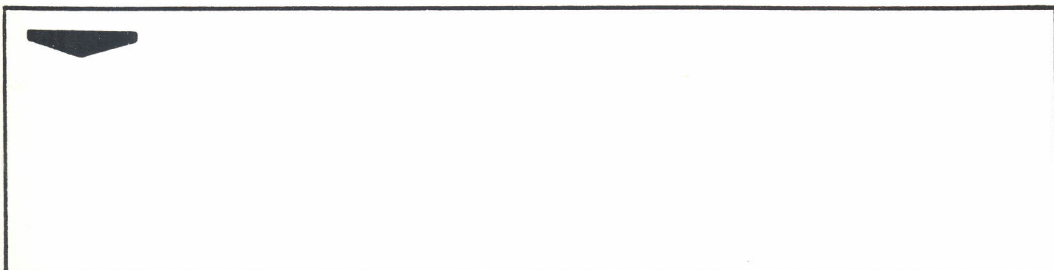
5.7. Outros organismos vivos

As minhocas, os térmitas e os roedores, contribuem exe-
cutando o processo de Bioturbação (revolver o solo).

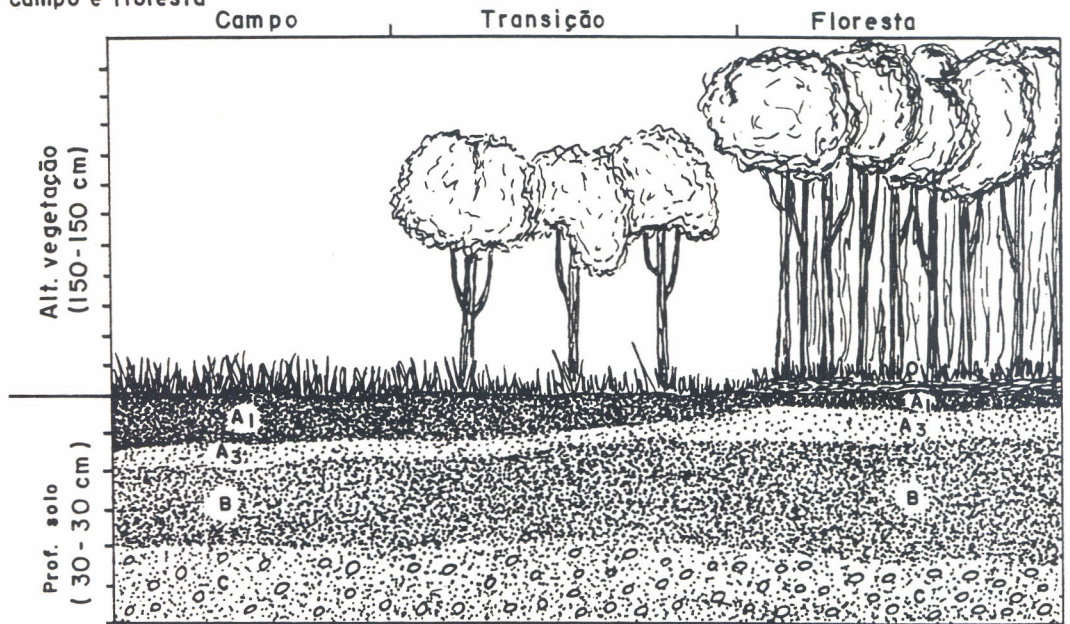
5.8. O Homem como fator de formação

Atua, basicamente, de duas maneiras:

- o Fazendo melhorias
Adubação química, adubação orgânica, calagem, etc.
- o Destruindo o solo
Manejo mal conduzido, remoção da vegetação, etc.



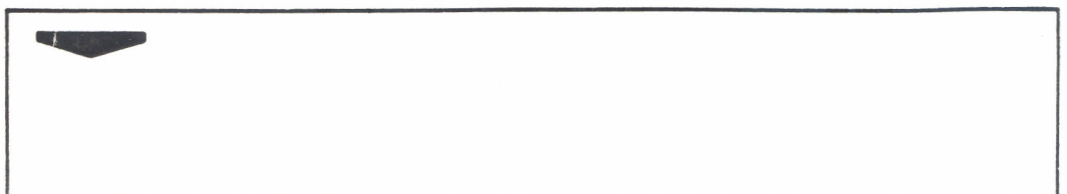
5.9. Diagrama das relações organismos - solo nos ecossistemas campo e floresta



5.9.1. Algumas propriedades de solos desenvolvidos sob vegetação de campo e floresta caducifolia na região central dos Estados Unidos

Propriedades do solo	Vegetação	
	Campo	Floresta
Argila total (%)		
A	28	21
B	34	36
Relação B/A	1,21	1,71
N total (%)		
A ₁₁ (0-7 cm)	0,35	0,35
A ₁₂ ou A ₂ (20-30 cm)	0,21	0,08
B ₂ (55-65 cm)	0,09	0,05
Reação do solo (pH)		
A ₁₁ (0-7 cm)	5,1	6,5
B ₂ (55-65 cm)	5,2	5,2
C (115 -130 cm)	6,2	5,2
Saturação de bases (% V)		
A ₁₁ (0-7 cm)	90	80
A ₁₂ ou A ₂ (20-30 cm)	68	42
B ₂ (55-65 cm)	78	78

(Buol, 1980)



6. Tempo

Os solos são continuamente alterados, porém as alterações se processam lentamente e são imperceptíveis em um intervalo de tempo pequeno.

6.1. Velocidade de formação dos solos

Depende, principalmente, do clima e da resistência à alteração dos minerais contidos no material de origem.

o Condições que aceleram o desenvolvimento de um solo

- Clima Quente e Úmido;
- Vegetação de floresta;
- Material de origem não consolidado, permeável, baixa % de CaCO_3 e com elevado teor de minerais facilmente intemperizáveis;
- Topografia plana ou côncava.

o Condições que retardam a formação do solo

- Clima Frio e Seco;
- Vegetação: Campo (gramíneas);
- Material de origem impermeável e com teor elevado de CaCO_3 ;
- Topografia acidentada.

6.2. Idade dos solos

É difícil determinar o exato momento do início da atuação dos processos pedogenéticos, por isso, usa-se as técnicas estimativas para determinar a idade dos solos.

A. Idade absoluta

- Datação de fósseis de mamíferos (^{14}C);
- Informações paleontológicas;
- Contagem dos anéis de crescimento das árvores;
- Estratigrafia

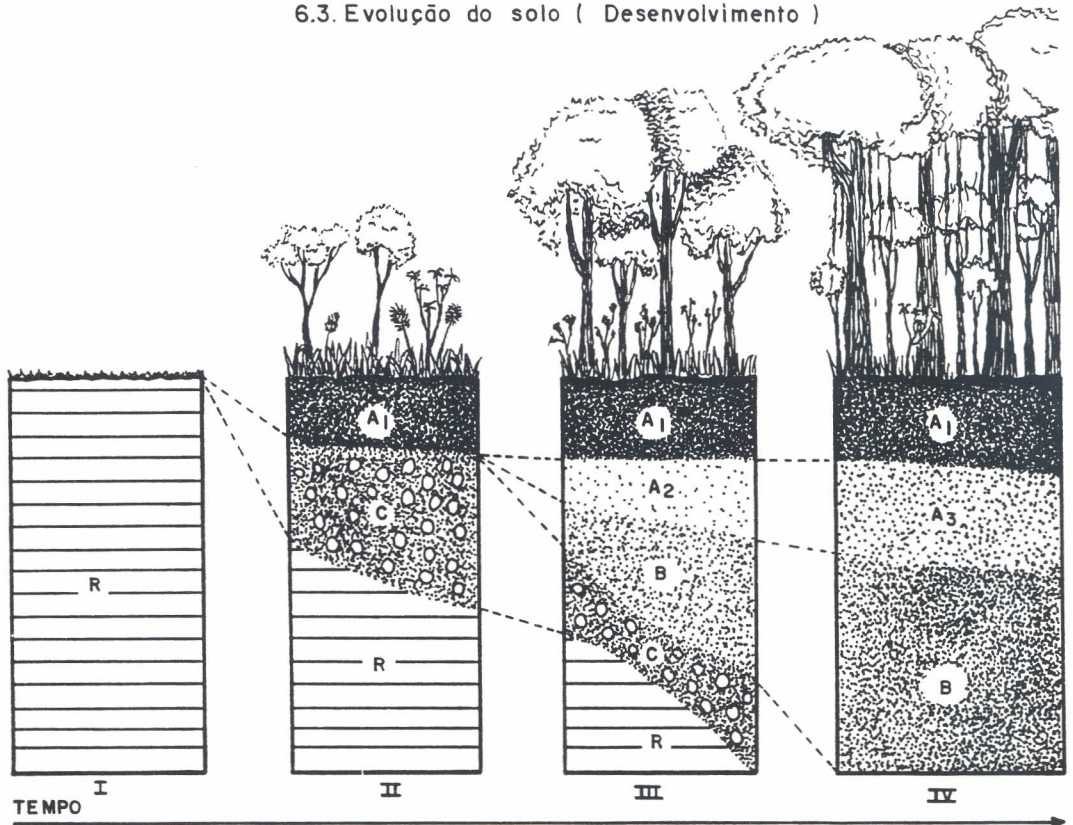
Estuda a formação, composição, sequência de deposição e correlação de sedimentos e rochas.

B. Idade relativa

É baseada no grau de diferenciação dos horizontes, ou seja no número de horizontes. Quanto maior o número de horizontes, mais desenvolvido será o solo.

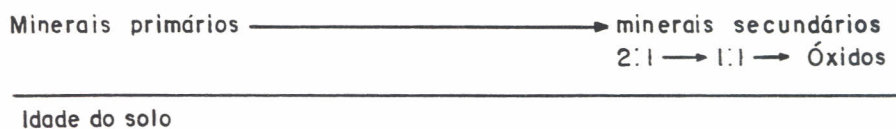


6.3. Evolução do solo (Desenvolvimento)



- I → ROCHA CONSOLIDADA
- II → SOLO JOVEM
Transformação de minerais primários, incorporação de matéria orgânica e sequência de horizontes A/C, A/R, A/C/R.
- III → SOLO MADURO
Já com um horizonte B formado.
- IV → SOLO VELHO
Muito ácido, com B praticamente impermeável.

6.4. Relação Idade do solo e minerais



6.5. Idade absoluta dos solos de regiões Tropicais, Sub-tropicais e Temperadas

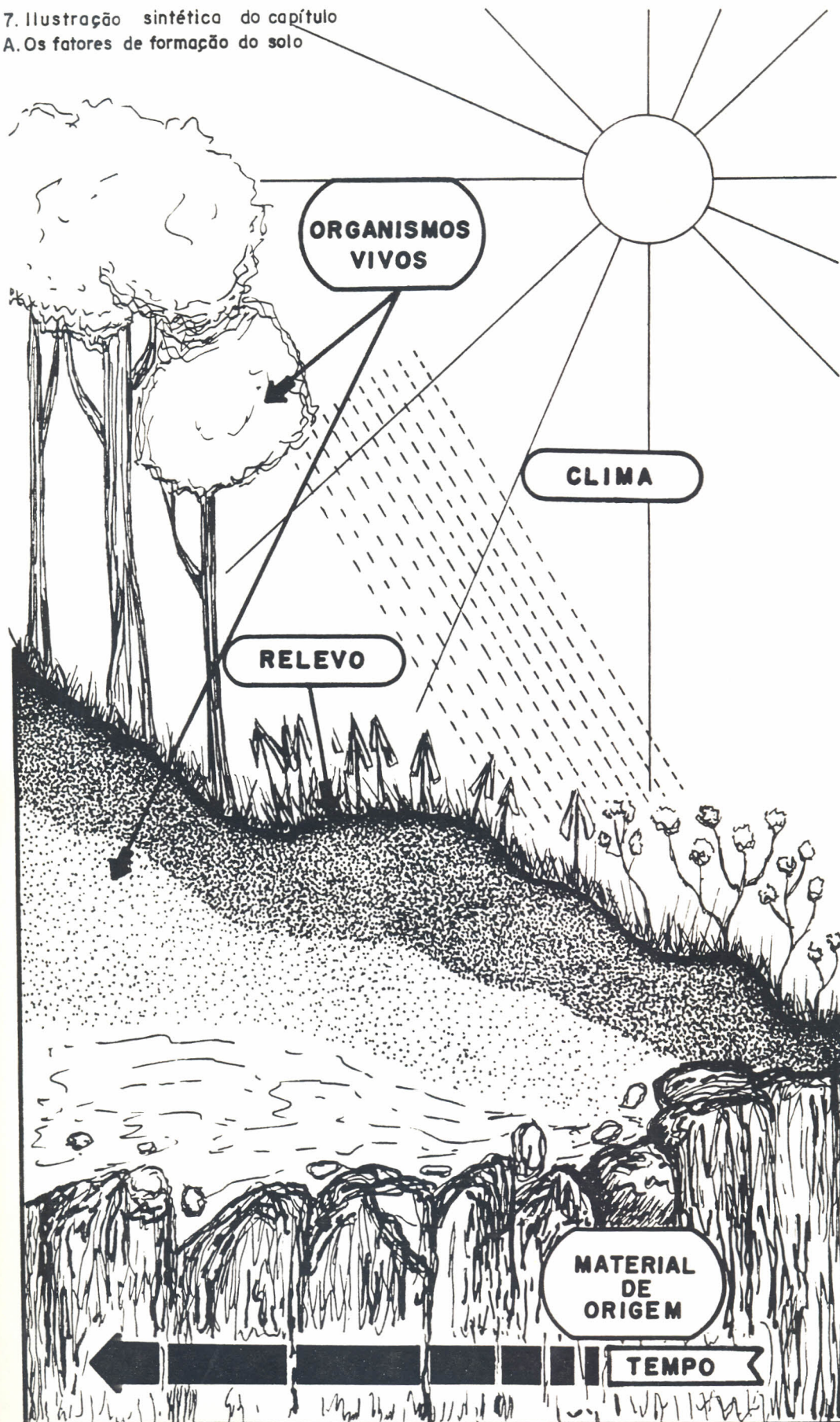
- Solos do Hemisfério Norte (Glaciações)
Idade máxima → 10.000 - 15.000 anos
- Solos de regiões Tropicais e Sub-tropicais
Centenas de milhares-milhões de anos (o correspondente a idade das superfícies Geomórficas).

6.6. Destino dos solos

- Equilíbrio → Erosão ≠ Alteração;
- Envelhecimento pelo intemperismo;
- Conversão em material de origem para outro solo;
- Soterramento por sedimentos;
- Desaparecimento devido a erosão.

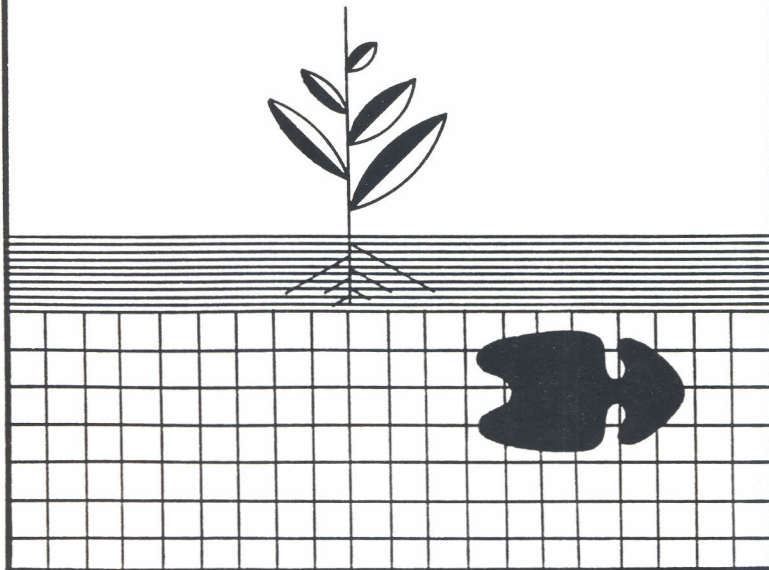


7. Ilustração sintética do capítulo
A. Os fatores de formação do solo



5. Descrição Morfológica de Perfil de Solo

1. O perfil do solo
2. Horizontes principais
3. Índices designativos
4. Relação entre sequência de horizontes, Grau de Desenvolvimento e Fatores de Formação
5. Diagrama de um perfil hipotético de solo
6. Características Diagnósticas
7. Horizontes Diagnósticos Superficiais
8. Horizontes Diagnósticos Sub-superficiais
9. Importância da Descrição Morfológica
10. Seleção do local para descrição do perfil
11. Material necessário aos trabalhos de campo
12. Horizontes do solo
13. Características morfológicas dos horizontes
14. Registro e redação das descrições



1. O perfil do solo

É a secção vertical de um solo, que mostra camadas dispostas horizontalmente (horizontes), e que abrange desde a superfície até onde se verifica um certo grau de ação intempérica. Esses horizontes têm características resultantes da pedogênese e imprimem ao perfil características próprias de sua Classe de Solos.

Para caracterizar, morfologicamente, um perfil, usam-se letras maiúsculas para designar os horizontes principais e índices numéricos para caracterizar as subdivisões dos horizontes. As letras **O**, **A**, **B** e **C**, designam os Horizontes Genéticos Principais. Sendo que os horizontes **A** e **B** se referem ao Conceito Pedológico do solo (Solum), e o horizonte **C** refere-se ao Material Parental, alterado pela ação do intemperismo. A letra **R**, corresponde a rocha inalterada.

2. Horizontes principais

2.1. Horizontes Orgânicos

- **O** —————> Horizonte orgânico
 $MO > 30\% \Rightarrow > 50\%$ argila (fração mineral)
 $MO > 20\% \Rightarrow$ não argilosa
- **O₁** —————> Horizonte constituído de resíduos orgânicos não decompostos.
- **O₂** —————> Horizonte constituído por restos orgânicos em decomposição.

2.2. Horizontes Minerais

- $MO < 30\% \Rightarrow > 50\%$ argila (fração mineral)
- $MO < 20\% \Rightarrow$ não argilosa
- Horizonte **A**
- **A₁** —————> Horizonte superficial mineral contendo matéria orgânica.
- **A₂** —————> Horizonte de coloração mais clara que o **A₁**, devido as perdas por eluviação e lixiviação (argilas minerais, ferro e alumínio). Zona de máxima eluviação do perfil.
- **A₃** —————> Horizonte de transição entre **A** e **B**, predominando características do **A**.
- **A / B** —————> Horizonte de transição entre **A** e **B**, que apresenta sua parte superior dominada por característica do **A** e a inferior por características do **B** e não podem ser separadas em **A₃** e **B₁**.
- **A & B** —————> Horizonte que deveria ser classificado como **A₂**, exceto pela inclusão de áreas que constituem menos de 50% do volume e se classificariam como **B**.
- **A / C** —————> Horizonte de transição entre **A** e **C** que possui propriedades do **A** e do **C**, mas não está dominado nem por um nem por outro.
- Horizonte **B**
- **B₁** —————> Horizonte de transição entre **A** e **B**, onde as características dominantes são as do **B**.
- **B₂** —————> Horizonte de máxima eluviação (argilas silicadas minerais ou ferro e matéria orgânica). É o horizonte de máxima expressão das características do **B**.
- **B₃** —————> Horizonte de transição entre **B** e **C**, predominando características do **B**.
- **B & A** —————> Horizonte que deveria ser classificado como **B**, exceto pela inclusão de áreas que constituem menos de 50% do volume e se classificariam como **A₂**.
- **B & C** —————> Horizonte classificado como **B** em mais de 50% do seu volume, incluindo partes classificadas como **C**.
- Horizonte **C**

É a camada de material inconsolidado com pouca influência dos Fatores e Processos de Formação e é constituído

da de material originário da rocha. Chama-se material parental do solo.

o **R**

Representa a rocha inalterada, que poderá ser ou não a rocha matriz do solo acima desenvolvido.

3. Índices Designativos

A simbologia dos horizontes pode ser acrescida de sufixos (letras minúsculas), que indicam a presença de características específicas.

o Exemplos

A_p, B_{1g}, C_{ca}, B_{2t}, B_{hir}

3.1. Principais Índices Designativos

- o **b** —————> Horizonte enterrado.
- o **cn** —————> Acúmulo de concreções ou nódulos enriquecidos com sesquióxidos de Fe ou Mn.
- o **ca** —————> Acúmulo de concreções de carbonato de cálcio (CaCO₃).
- o **cs** —————> Acúmulo de sulfato de cálcio (CaSO₄).
- o **f** —————> Horizonte permanentemente congelado.
- o **g** —————> Representa forte gleização, horizonte com cores acinzentadas.
- o **h** —————> Acúmulo de húmus iluvial.
- o **hir** —————> Acúmulo de ferro e húmus iluvial.
- o **ir** —————> Acúmulo de ferro iluvial revestindo as partículas do solo.
- o **m** —————> Horizonte cimentado, endurecido.
- o **p** —————> Indica horizonte arado ou alterado por cultivos ou pastagens.
- o **sa** —————> Acúmulo de sais solúveis, outros que não o sulfato de cálcio.
- o **si** —————> Cimentação por material silicoso.
- o **t** —————> Acúmulo de argila iluvial.
- o **pl** —————> Presença de plintita (ferro)
- o **x** —————> Indica característica de fragipan.

3.2. Indicação de Descontinuidade Litológica

Se verifica quando a partir de certa profundidade o solo foi desenvolvido de outro material de origem. Usam-se algarismos romanos, como prefixos, para indicar uma descontinuidade litológica.

o Exemplos

II B, IV C

o Características Indicadoras

- > Linhas de pedra;
- > Variações abruptas da distribuição do tamanho de partículas;
- > Mudanças acentuadas de cor.

4. Relação entre sequência de horizontes, Grau de Desenvolvimento e Fatores de Formação

- o Solos pouco desenvolvidos (jovens)

A/C/R ou **A/R**

- o Solos intermediários (Regiões Temperadas)

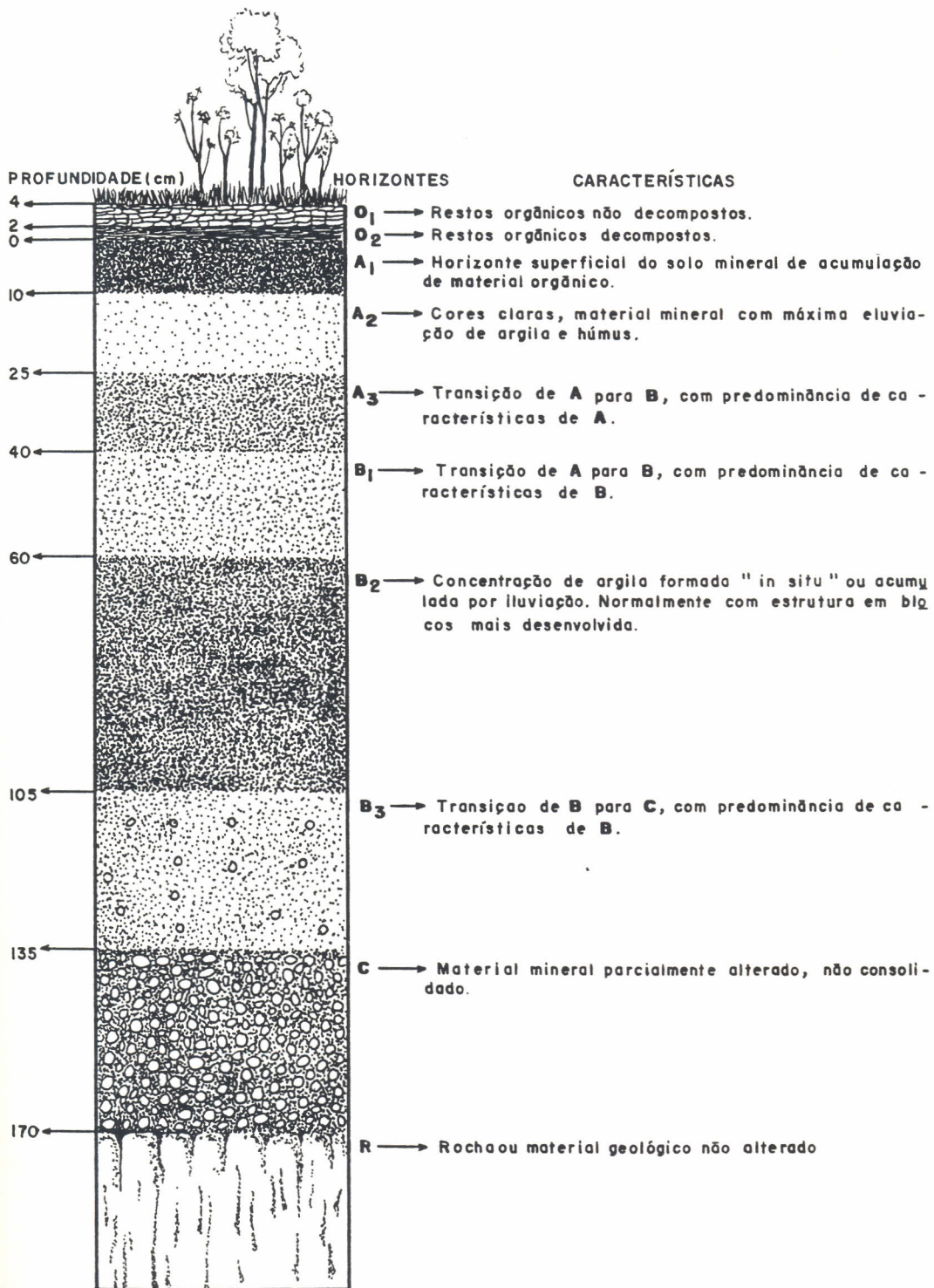
{ O₁/O₂ } / A₁/A₂/A₃ / B_{hir}/C/R

- o Solos muito desenvolvidos (Regiões Tropicais)

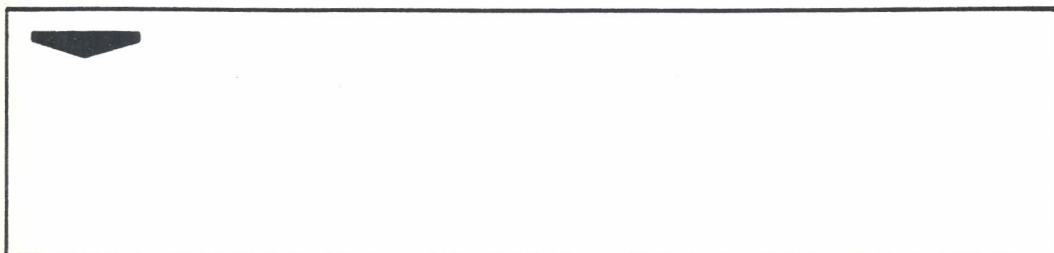
{ O₁/O₂ } / A₁/A₃ / B₁ / B₂/B₃ / C/R



5. Diagrama de um perfil hipotético de solo



Escala 1:10



6. Características Diagnósticas

6.1. Atividade da Argila (Horizonte B)

$$T = \left[\frac{(\%C \times 4,5) - CTC}{\%Argila} \right] \times 100$$

- Baixa $\longrightarrow T_b < 24$ meq/100 g \longrightarrow Minerais 1:1; óxidos.
- Alta $\longrightarrow T_a \geq 24$ meq/100 g \longrightarrow Minerais 2:1.

6.2. Caráter Eutrófico ou Distrófico (Horizontes A e B)

$$V = \frac{S}{T} \times 100$$

- $S = Na^+ + K^+ + Ca^{++} + Mg^{++}$
- $T = S + Al^{+++} + H^+$
- Eutrófico $\longrightarrow V \geq 50\%$
- Distrófico $\longrightarrow V < 50\%$
- Epieutrófico \longrightarrow Eutrófico no A e Distrófico no B.
- Endoeutrófico \longrightarrow Distrófico no A e Eutrófico no B.

6.3. Caráter Álico (Horizontes A e B)

$$Sat_{Al} = \frac{100 \cdot Al}{S + Al}$$

- Álico $\longrightarrow Sat_{Al} > 50\%$ e $Al \geq 0,3$ meq%
- Epialico \longrightarrow Álico somente no A.
- Endoálico \longrightarrow Álico somente no B.

6.4. Caráter Sódico (B e/ou C)

$$Sat_{Na} = \frac{100 \cdot Na}{T}$$

- Sódico $\longrightarrow Sat_{Na} > 15\%$

6.5. Caráter Solódico (B e/ou C)

- $Sat_{Na} \longrightarrow 6-15\%$

6.6. Mudança Textural Abrupta

- Se o horizonte A tem $< 20\%$ argila, no B o teor de argila deve aumentar 100 %, numa distância vertical de 7,5 cm.

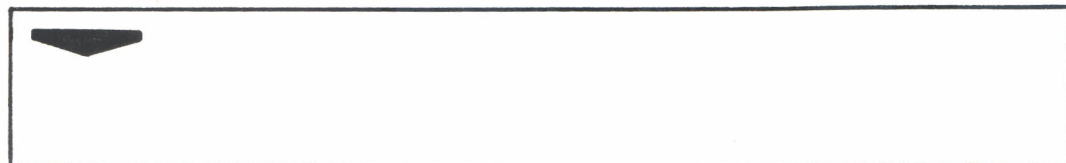
Exemplo: 18% \longrightarrow 36%

- Se o horizonte A tem $> 20\%$ argila, no B o aumento de argila deve ser de 20%, ou mais, em 7,5 cm.

Exemplo: 22% \longrightarrow 42%

6.7. Profundidade do Solo

- Raso $\longrightarrow \leq 50$ cm
- Pouco Profundo $\longrightarrow 50-100$ cm
- Profundo $\longrightarrow 100-200$ cm
- Muito Profundo $\longrightarrow > 200$ cm



6.8. Classes Texturais

- Muito Argiloso → > 60% argila
- Argiloso → 35-60% argila
- Média → 15-35% argila
- Arenoso → < 15% argila
- Siltoso → > 50% silte

6.9. Grau de Evolução dos Solos

A decomposição de rochas e minerais é conduzida no sentido da lixiviação dos elementos mais solúveis, e acumulação de um complexo constituído pela sílica, Alumina e sesquióxidos de ferro, em várias proporções, de acordo com as condições climáticas. Através desse complexo coloidal, pode-se avaliar o grau de evolução dos solos.

◦ Valor **Ki**

Relação molecular entre a sílica e alumina.

$$K_i = \frac{\% SiO_2}{\% Al_2O_3} \times 1,7$$

→ Solos Jovens → $K_i \geq 2,2$

→ Solos Maduros, Velhos → $K_i < 2,2$

◦ Valor **Kr**

Relação molecular entre a sílica e os sesquióxidos de Fe e Al.

$$K_r = \frac{\% SiO_2}{\% Al_2O_3 + (0,6375 \times \% Fe_2O_3)}$$

6.10. Durinódulos

São nódulos fracamente ou fortemente endurecidos, tendo como agente cimentante o SiO_2 .

6.11. Horizonte com Alto Conteúdo de Cálcio

◦ Cálccicos

Apresentam um acúmulo de carbonato de cálcio secundário no perfil.

◦ Carbonáticos

> 15% $CaCO_3$ (não apresentar horizonte cálcico).

◦ Com Carbonato

$CaCO_3$ → 5-15%

6.12. Cerosidade (Filme de Argila, Película Iluvial)

É um revestimento de argilas cristalinas alumino-silicatadas, geralmente encontradas na superfície dos elementos estruturais (peds) e/ou nos poros. É resultante da movimentação ou segregação da argila no perfil. Quando bem desenvolvida, apresenta um aspecto lustroso e brilho graxo.

6.13. Gilgai

É um microrrelevo típico de solos argilosos que possuem alto coeficiente de expansão com mudanças no conteúdo de umidade devido a distintas variações climáticas.

6.14. Superfície de Fricção (Slickenside)

É uma superfície alisada e lustrosa que apresenta estriamento causado pelo deslizamento e atrito da massa do solo.



6.15. Salino

Presença de sais mais solúveis que o sulfato de cálcio (gesso), em quantidade suficiente para interferir no desenvolvimento da maioria das culturas.

6.16. Ortstein

Horizonte cimentado por óxido de ferro e/ou matéria orgânica, iluviais.

6.17. Contato Lítico

É um limite entre o solo e um material subjacente contínuo e coeso.

6.18. Contato Litóide (Paralítico)

É um limite entre o solo e um material coeso subjacente. O material subjacente é, normalmente, rocha sedimentar semiconsolidada.

6.19. Duripan

Horizonte subsuperficial cimentado por sílica, contendo ferro e carbonato de cálcio. Um fragmento seco dificilmente se abranda, mesmo após prolongado período de umedecimento.

6.20. Fragipan

Horizonte subsuperficial de textura franca, aparentemente cimentado e que apresenta tendência de romper-se subitamente, quando pressionado.

6.21. Superfície de Compressão

É uma superfície alisada e sem estriamento, proveniente da compressão da massa do solo em decorrência da expansão do material.

6.22. Coeficiente de Aeração

$$CA = \frac{\% \text{ Macroporosidade}}{\% \text{ Microporosidade}}$$

6.23. Grau de Floclulação

$$GF = \frac{(\text{argila total} - \text{argila natural}) \times 100}{\text{argila total}}$$

6.24. Relação Textural

$$RT = \frac{\text{Média das \% de argila do B (Exclusive B}_3 \text{)}}{\text{Média das \% de argila do A}}$$

7. Horizontes Diagnósticos Superficiais

"A" CHERNOZÊMICO (≅ Epipedon Mollic)

◦ Espessura

- Mínima 18 cm ou 1/3 do Solum (menos de 75 cm)
- ≥ 25 cm → Solum tem mais de 75 cm
- ≥ 10 cm → se Contato Lítico (**A/R**)

◦ Estrutura e Consistência

- Suficientemente estruturado;
- Não pode ser simultaneamente Maciço e Duro ou Mui-

to Duro quando seco.

◦ Cor

- Úmida → Valor e Croma $\leq 3,5$
- Seca → Valor $\leq 5,5$

◦ Saturação de Bases

- $V \geq 50\%$, com predominância de cálcio.

◦ Carbono Orgânico

- $C_{org} \geq 0,6\%$ ou M.O. $> 1,0\%$

◦ P_2O_5 solúvel

- < 250 ppm

"A" PROEMINENTE (≅ Epipedon Umbric)

→ Semelhante ao "A" Chernozêmico em Cor, % M.O. , ppm P_2O_5 , consistência, espessura.

- Mas: $V < 50\%$

"A" FRACO (≅ Epipedon Ochric)

→ Horizonte estreito;
→ Estrutura pouco desenvolvida (tendendo a Maciça) ,
ou sem estrutura;

- Cromas elevados (cores claras) e Valores ≥ 5 ;
- $C_{org} \leq 0,58\%$.

"A" MODERADO (≅ Epipedon Ochric)

→ Cromas elevados → $> 3,5$;
→ $C_{org} > 0,58\%$.
→ Estrutura mais desenvolvida que no "A" Fraco;
→ Suas características de espessura e/ou cor não satisfazem ao "A" Chernozêmico, "A" Proeminente, "A" Húmico e "A" Turfosos.

"A" TURFOSO (≠ Epipedon Histic)

- Pouco espesso, com material fibroso ou sáprico;
- Saturado com água por 30 dias consecutivos ou mais;
- Ter espessura entre 40-80 cm, com mais de 75% de matéria orgânica fibrosa e $ds < 0,1$;
- Ter espessura entre 20-40cm e:
 - o $C \geq 18\%$ → se argila $\geq 60\%$;
 - o $C \geq 9\%$ → se não for argiloso;
 - o Teores intermediários
$$C = 9 + 0,15 \times \% \text{ argila}$$
- Quando a camada arada ≥ 25 cm, e não tiver argila, deve possuir $C \geq 8\%$ ou $C \geq 16\%$, quando a argila ocupa $\geq 60\%$ da fração mineral ou conteúdos intermediários:

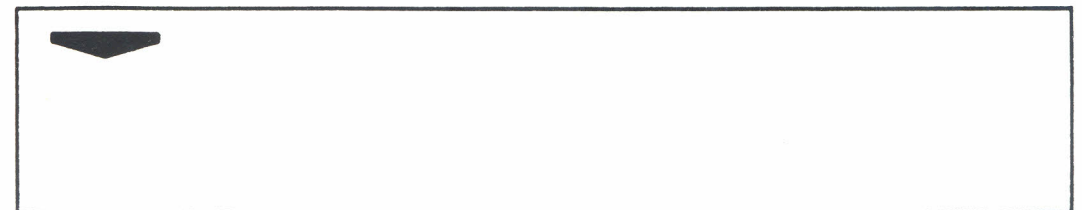
$$C = 8 + 0,133 \times \% \text{ argila}$$

"A" HÚMICO

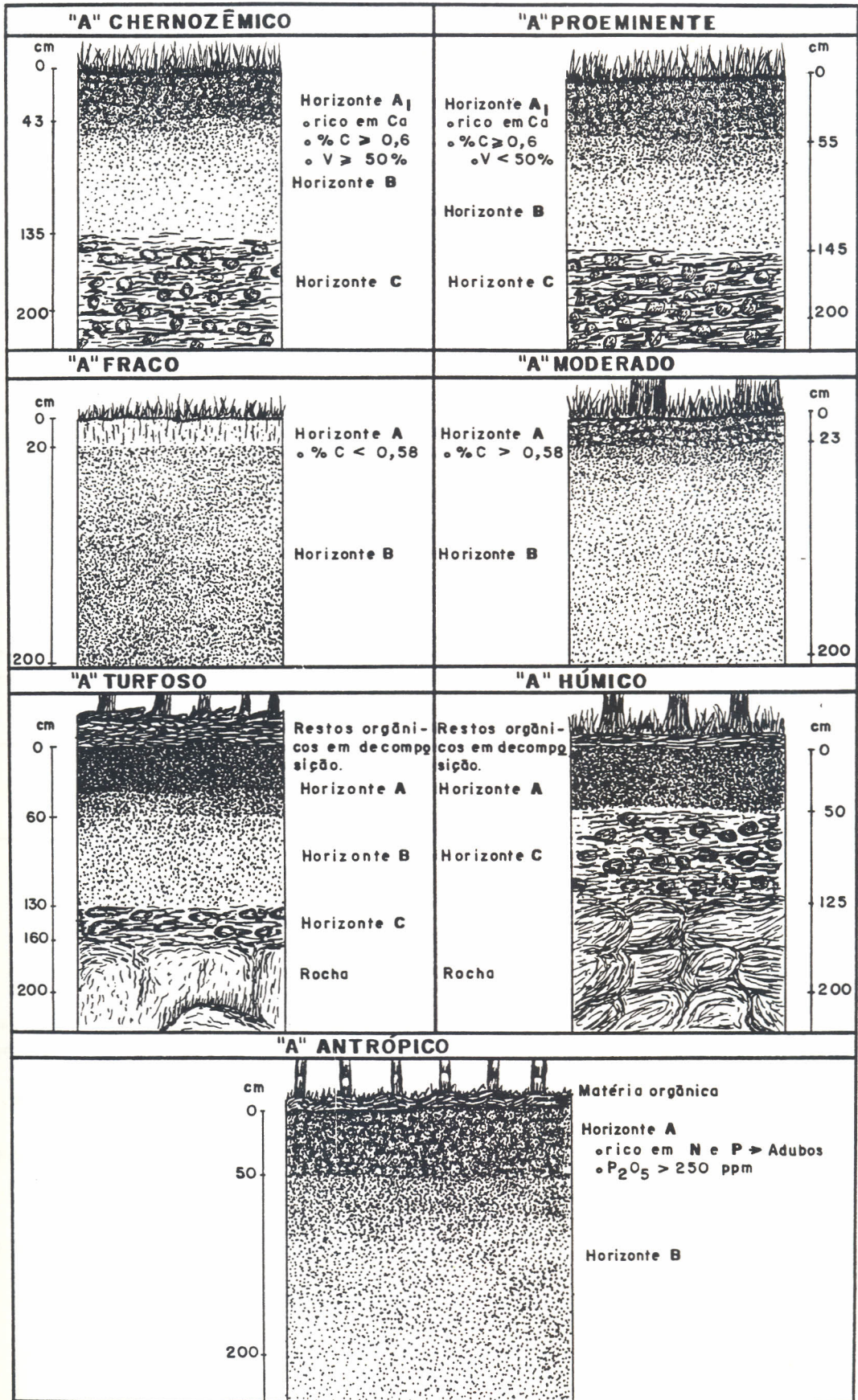
- Rico em matéria orgânica e $V < 50\%$;
- %C
 - o > limite mínimo para "A" Chernozêmico
 - o < limite para "A" Turfoso
 - o Teores maiores que:
 1. $0,60 + 0,012 \times \% \text{ argila}$ até 100 cm, Solo ≥ 100 cm;
 2. $0,87 + 0,0175 \times \% \text{ argila}$ até 60 cm, Solo ≥ 60 cm;
 3. $1,20 + 0,024 \times \% \text{ argila}$ até 40 cm, tendo o Solo profundidade entre 40 e 200 cm;
 4. $2,20 + 0,044 \times \% \text{ argila}$ até um profundidade < 20 cm quando não existir horizonte **Ap** em um Solum ≤ 50 cm;
 5. $2,20 + 0,040 \times \% \text{ argila}$ até 20 cm, Solo: 20-200cm;
 6. $1,75 + 0,035 \times \% \text{ argila}$ até < 20 cm quando existir **Ap** e um Solum ≤ 50 cm.

"A" ANTRÓPICO (≠ Epipedon Anthropic)

- Formado sob contínuos e prolongados cultivos e tratos agrícolas envolvendo grandes adições de matéria orgânica e suplementação de **N** e **P**.
- Semelhante ao **A** Chernozêmico e/ou **A** Proeminente, exceto: $P_2O_5 > 250$ ppm.



7.1. Ilustração sintética dos horizontes diagnósticos superficiais



Escala 1:50

8. Horizontes Diagnósticos Subsuperficiais

"B" LATOSSÓLICO (≠ Horizonte Oxic)

- Pouca diferenciação entre horizontes;
- Espessura ≥ 50 cm;
- Silte/Argila
 - $< 0,7$ (Textura média)
 - $< 0,6$ (Textura argilosa)
- Estrutura forte granular, grânulos pequenos;
- Muito intemperizado: ausência de minerais primários facilmente intemperizáveis ou em teores $< 4\%$;
- Grau de Floculação: $\approx 100\%$;
- Argila dispersa em água: $\approx 0\%$;
- $K_i \leq 2,2$;
- Baixa CTC .. $T_b \leq 13$ meq/100 g argila;
- Dominância: minerais l.i e óxidos (Fe, Al)
- Ocorrência: Latossolos
 - Latossolo Roxo
 - Latossolo Vermelho Escuro
 - Latossolo Vermelho Amarelo
 - Latossolo Bruno
 - Latossolo Amarelo

"B" TEXTURAL (≠ Horizonte Argillic)

- Relação Textural

$$RT = \frac{\text{Média das \% de argila do B (Exclusive B}_3 \text{)}}{\text{Média das \% argila do A}}$$

- $RT > 1,5$ (A → $> 40\%$ argila)
- $RT > 1,7$ (A → 15-40% argila)
- $RT > 1,8$ (A → $< 15\%$ argila)

Obs: Se o horizonte **A**, tiver espessura menor que 15 cm, utiliza-se espessura máxima do **B**, de 30 cm;

Se o horizonte **A**, tiver espessura maior ou igual a 15 cm, utiliza-se a espessura do **B** que compreenda o dobro do **A**, até no máximo de 100 cm do horizonte **B**.

- Estrutura em blocos ou prismática, bem desenvolvida;
- Com ou sem cerosidade;

OBS: Se não atender os índices acima ver outras possibilidades no Manual de Morfologia e Classificação dos Solos (VIEIRA & VIEIRA, 1983)

- Ocorrência
 - Podzólicos (**PVA**, **PVE**, **PBAc**)
 - Terra Roxa Estruturada (Laterítico Bruno Avermelhado)
 - Terra Bruna Estruturada
 - Planossolo
 - Brunizem
 - Bruno Não Cálcico

"B" INCIPIENTE (= Horizonte Cambic)

- Estrutura variável: blocos, prismática ou maciça porosa;
- Geralmente raso: espessura < 50 cm;
- Minerais primários de fácil intemperização (Micas, Piroxênios, Anfibólios...) > 4% e/ou muito silte ou argila muito ativa, indicando baixo grau de intemperismo;
- Cerosidade ausente;
- $K_i > 2, 2$;
- Silte/ Argila
 - o > 0,6 (Textura argilosa)
 - o > 0,7 (Textura média)
- Fraca indicação de "B" Latossólico ou "B" Textural, mas insuficiente para qualifica-lo como um ou outro;
- Ocorrência: Cambissolos
 - o Cambissolo
 - o Cambissolo Bruno

"B" PODZOL (= Horizonte Spodic)

- Acumulação de matéria orgânica e/ou óxidos de ferro e alumínio;
- Teor de argila $\leq 15\%$;
- Frequentemente não possui estrutura (apresenta-se em grãos simples ou maciça), podendo ocorrer estruturas fraca granular, grumosa, laminar, prismática ou blocos;
- Ocorrência: Podzois
 - o Podzol
 - o Podzol Hidromórfico

"B" NÁTRICO (= Horizonte Natric)

- Tem características de B Textural, com estrutura prismática ou colunar;
- pH extremamente alto (entre 10-11);
- $Sat_{Na} > 15\%$ em algum sub-horizonte, dentro dos primeiros 40 cm do mesmo ou ter $(Mg + Na)_{Trocável} > (Ca + H)_{Trocável}$ dentro dos primeiros 40 cm do horizonte (B), desde que haja algum sub-horizonte até 2 m de profundidade, com $Sat_{Na} > 15\%$;
- Também denominado "B" Solonético;
- Ocorrência:
 - o Solonetz Solodizado

HORIZONTE GLEY

————> Intensa redução dos compostos de Ferro, sob influência do lençol freático —————> Cores acinzentadas (neutras), com ou sem mosqueados;

————> Saturado com água em algum período do ano;

————> Cor:

◦ Com mosqueado —————> croma \leq 2

◦ Sem mosqueado —————> se valor \leq 4 \rightarrow croma $<$ 1
se valor \geq 4 \rightarrow croma \leq 1

Obs: Quando um horizonte atender, simultaneamente, os requisitos para um **Horizonte Gley** e de um dos seguintes horizontes: **Sulfúrico**, **Sálico**, **Incipiente**, **Textural** (exceto se tiver mudança textural abrupta), será identificado como um **Horizonte Gley**.

————> Ocorrência: Gleys

◦ Gley Húmico

◦ Gley Pouco Húmico

HORIZONTE SULFÚRICO

————> Composto de material mineral ou orgânico que tenha simultaneamente, pH $<$ 3,5 (H₂O 1:1) e mosqueado com matiz 2,5 Y, ou mais amarelado, e croma \geq 6;

————> É altamente tóxico para as plantas.

————> Ocorrência:

◦ Gley Tiomórfico

HORIZONTE SÁLICO

————> Espessura \geq 15 cm;

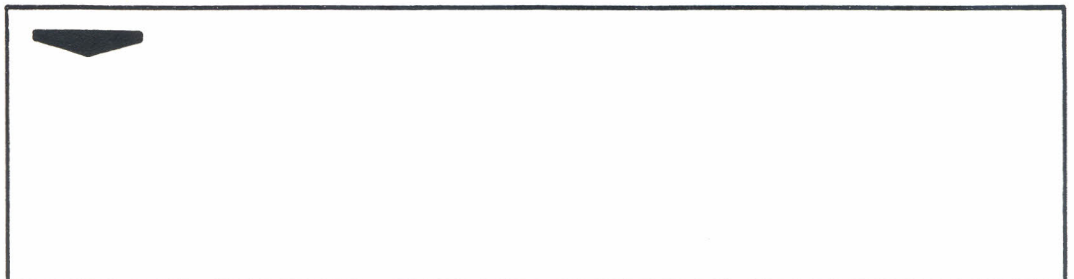
————> Enriquecido com sais mais solúveis em água fria que ◦ CaSO₄ (gesso);

————> Contém \geq 2% sais;

————> Espessura (cm) x % sal/peso \geq 60;

————> Ocorrência

◦ Solonchak



HORIZONTE PLÍNTICO

————> Caracteriza-se, fundamentalmente, pela presença de plintita (material argiloso, intemperizado, rico em Ferro) em quantidade igual ou superior a 25% /volume;

————> Espessura \geq 15 cm;

————> Trata-se de horizonte mineral "B" e/ou "C", que apresenta um arranjo de cores vermelhas e acinzentadas ou brancas, formando um padrão reticulado, poligonal ou laminar;

————> Coloração, usualmente, variegada com predomínio de cores avermelhadas, bruno-amareladas, amarelo-brunadas, acinzentadas e esbranquiçadas (menos frequentemente amarelado-claras);

————> Textura Franco-arenosa ou mais fina;

————> Usualmente, apresenta **Tb** com **Ki** \rightarrow 1,20-2,20, mas quando apresenta **Ta** \rightarrow **Ki** até 3,30;

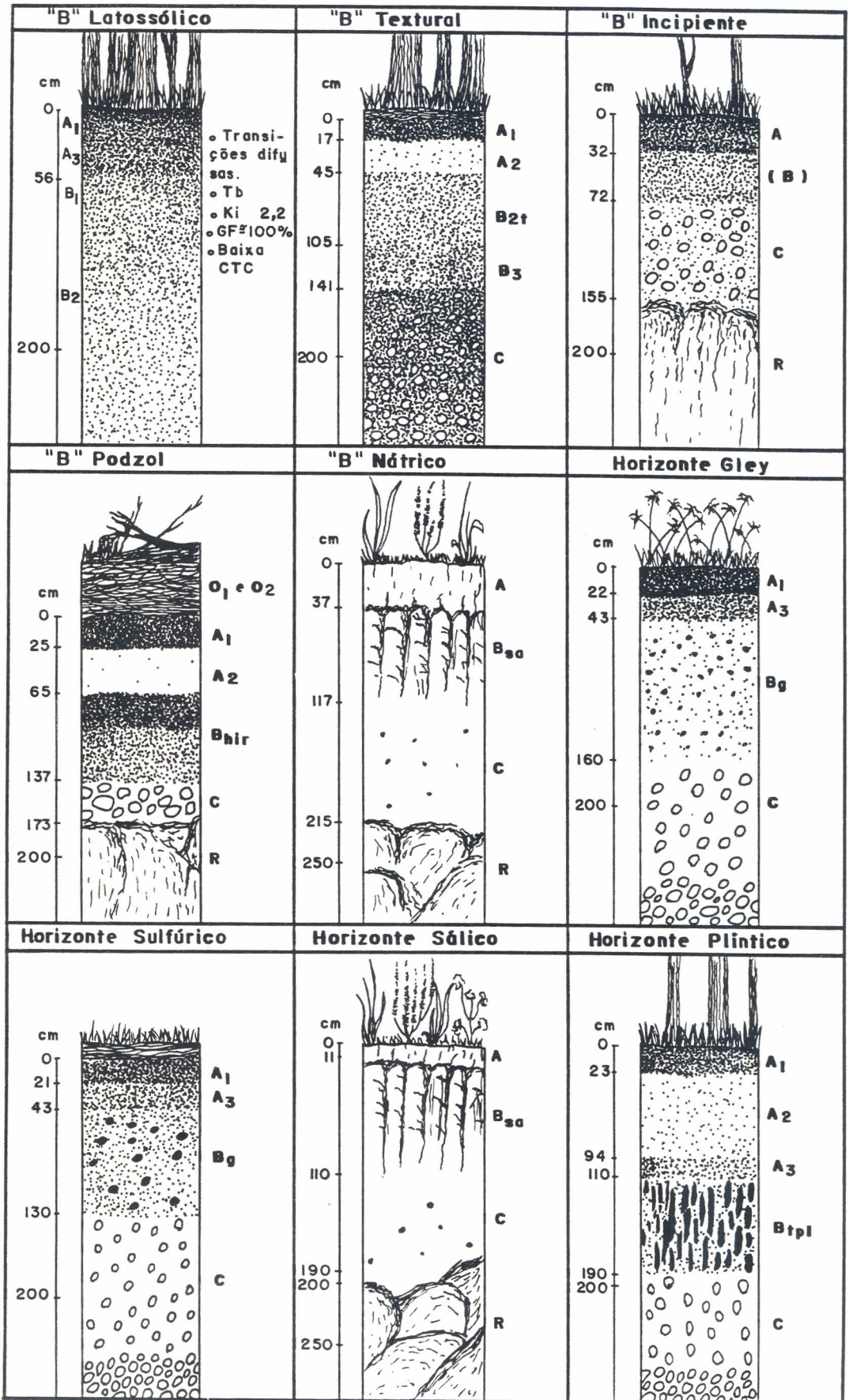
————> Formado em solos com lençol freático elevado ou onde haja estagnação de água com impedimento a percolação.

Obs: Quando um mesmo horizonte satisfaz os requisitos de um **Horizonte Plíntico** e de um "B" Textural (exclusive "B" Solonéztico), "B" Latossólico, "B" Incipiente ou **Horizonte Gley**, a preferência taxonômica é dada ao **Horizonte Plíntico**.

————> Ocorrência:

- o Plintossolo

8.1. Ilustração sintética dos horizontes diagnósticos subsuperficial



Escala 1: 50

9. Importância da Descrição Morfológica

É de fundamental importância, uma Descrição Morfológica de Solos, pois trata-se do ponto básico da Classificação Taxonômica e, conseqüentemente, de um Levantamento de Solos.

A partir da Descrição Morfológica, tem-se a visão das potencialidades e restrições, morfológicas dos solos, e pode-se recomendar, ou evitar, o cultivo de determinada cultura.

Cita-se, ainda, o ponto de vista conservacionista, pois ao se estudar os aspectos ambientais, na descrição, pode-se prever, e evitar, a ação dos agentes erosivos.

10. Seleção do local para descrição do perfil

A seleção é feita em função do objetivo a que se propõe:

- Identificação e caracterização de solos;
- Estudos de Gênese;
- Estudos específicos (manejo, fertilidade, trabalhos de

Engenharia...).

Nas descrições detalhadas, não se utiliza "cortes de estrada", devido:

- Ao umedecimento e secagem constantes;
- A ação mecânica do desmatamento;
- A mudança de vegetação;
- As camadas de poeira e do material escorrido da su-

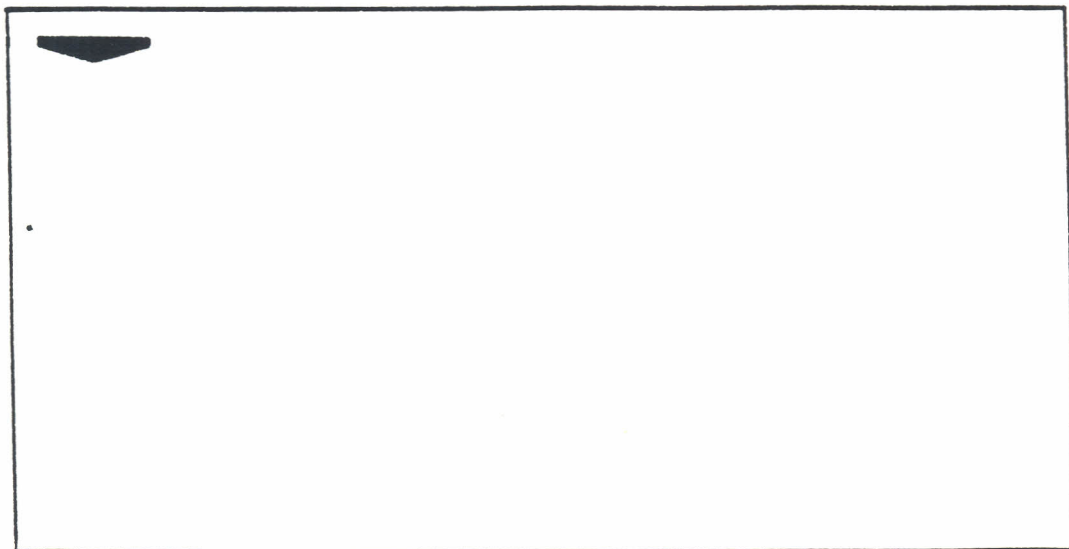
perfície, que podem se acumular nos cortes ao longo das estradas.

Para uma descrição detalhada, utiliza-se **Trincheiras**, de 1,5 m x 2,0 m x 2,0 m, abertas em local representativo das características da Unidade de Mapeamento, com a face a ser descrita voltada para o sol.

Os cortes de estrada, podem ser usados durante o Mapeamento, porém deve-se utilizar cortes recentes, após a limpeza (raspar e escarificar) cuidadosa do perfil.

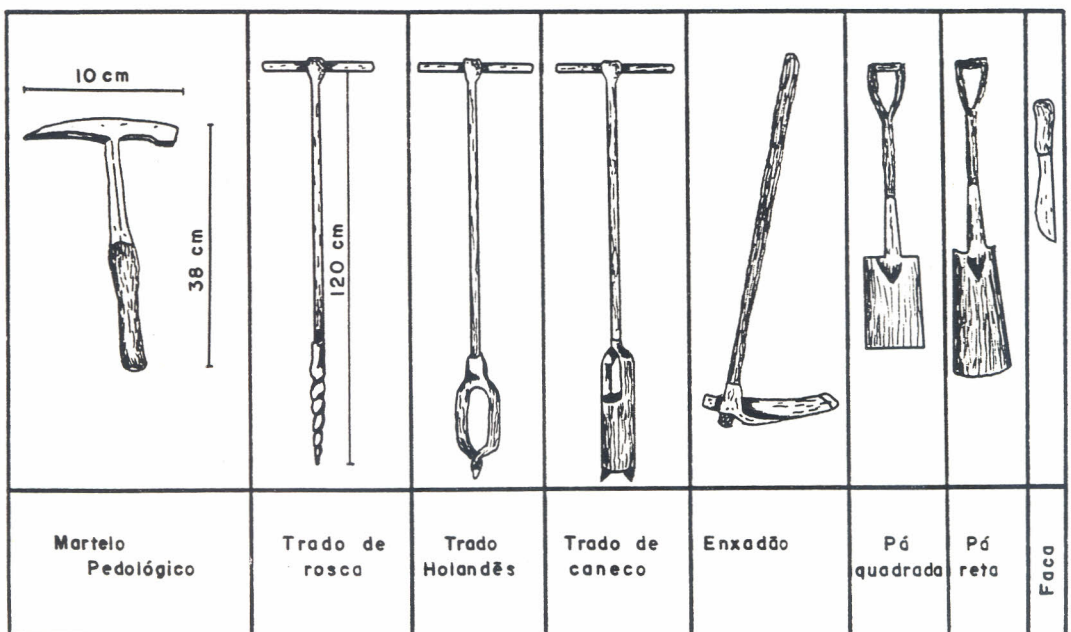
As descrições rápidas podem ser feitas nos cortes de estrada, ou em voçorocas causadas pela erosão, e permitem identificar a grosso modo o tipo de solo.

Em áreas onde não existam cortes, efetua-se o estudo do perfil do solo com o uso do trado (Rosca, Holandês ou Caneco), onde, o mais recomendado é o **Trado Holandês**.



II. Material necessário para trabalhos de campo

- Martelo pedológico;
- Trados: de rosca, holandês e de caneco com extensão;
- Enxadão;
- Pá quadrada;
- Pá reta;
- Faca;
- Facão;
- Altímetro;
- Trena;
- Clinômetro;
- Caderneta de Munsell;
- Ácido clorídrico (solução 50%);
- Água oxigenada (20 volumes);
- Lente de mão;
- Imã;
- Caderneta de notas;
- Prancheta de mão;
- Máquina fotográfica;
- Fita para fotografia de perfis
- Pisceta;
- Mapas e fotografias aéreas;
- Latas de alumínio para coleta de amostras para densidade aparente;
- Fita adesiva crepe de 25 cm de largura;
- Anéis de Kopecky ou similares;
- Pincel atômico;
- Sacolas para coleta de amostras de perfis e de amostras extras;
- Barbante;
- Caixas para coleta de amostras de fertilidade;
- Etiqueta para coleta de amostras de perfis e de amostras extras;
- Fichas para descrição de perfis e de amostras extras;
- Fichas para descrição de fertilidade.



Adaptado de LEMOS et al. (1976)

12. Horizontes do solo

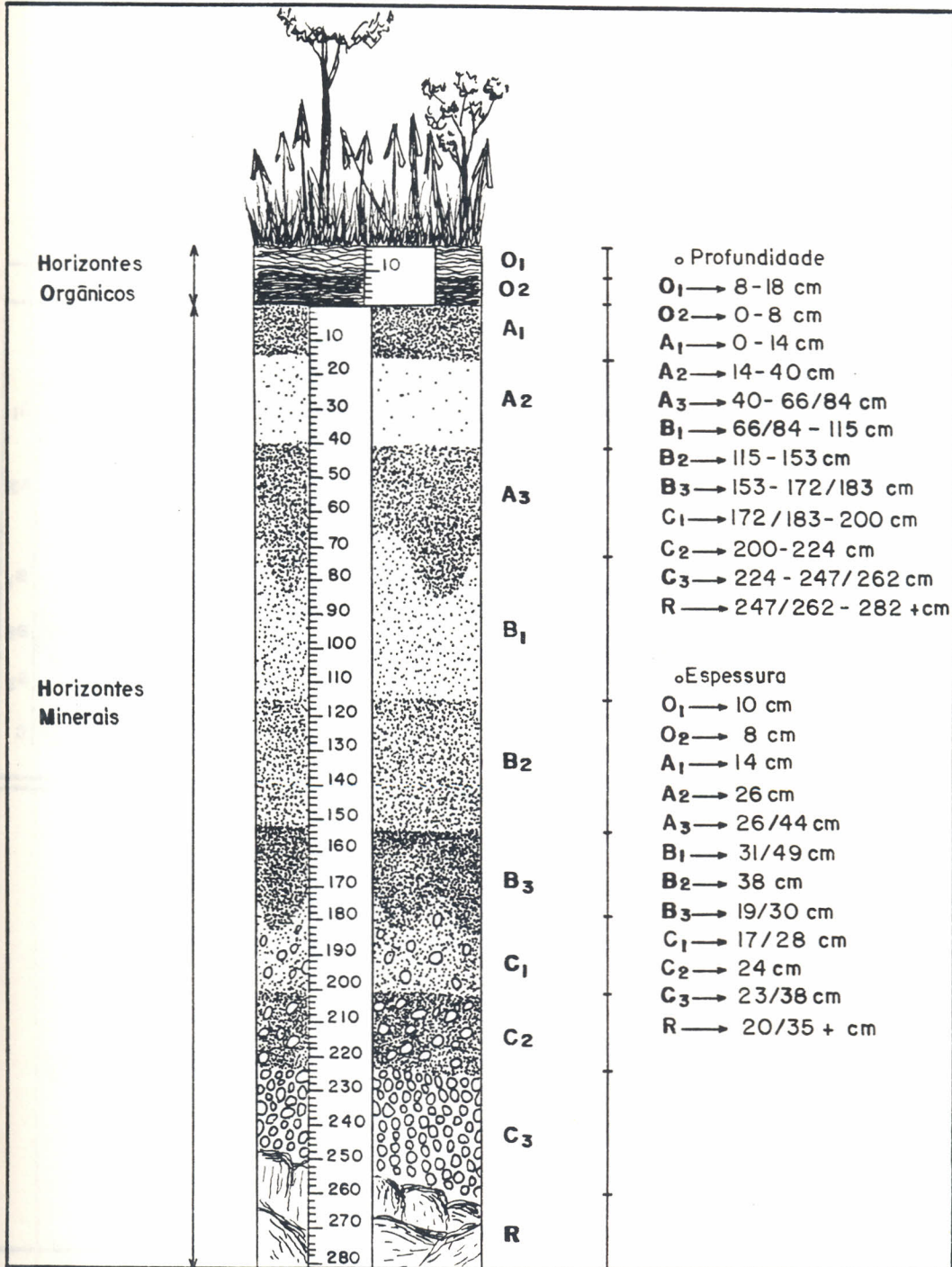
12.1. Espessura e arranjo dos horizontes

A medição da profundidade e espessura dos horizontes é feita após a separação dos mesmos no perfil.

Procede-se colocando o zero da trena na parte superior do horizonte superficial, em posição vertical, e começa-se a leitura da profundidade. Todas as medidas devem ser expressas em centímetros.

A medição dos horizontes orgânicos é feita coincidindo-se o zero da trena com a parte superior do horizonte A e se faz a leitura de baixo para cima.

O sinal "+" é usado para indicar a continuidade da última profundidade.



Adaptado de LEMOS et al. (1976)

12.2. Transição entre os horizontes

A transição constitui a nitidez ou contraste e a topografia da linha de separação entre os horizontes e sub-horizontes.

o Nitidez ou contraste

Os graus de transição que podem ser descritos, são:

- Transição abrupta

A faixa de separação é menor que 2,5 cm.

- Transição clara

A faixa varia entre 2,5 e 7,5 cm.

- Transição gradual

A faixa varia entre 7,5 e 12,5 cm.

- Transição difusa

A faixa é maior que 12,5 cm.

o Topografia ou forma

- Plana ou Horizontal

Horizontal ou aproximadamente horizontal.

- Ondulada ou sinuosa

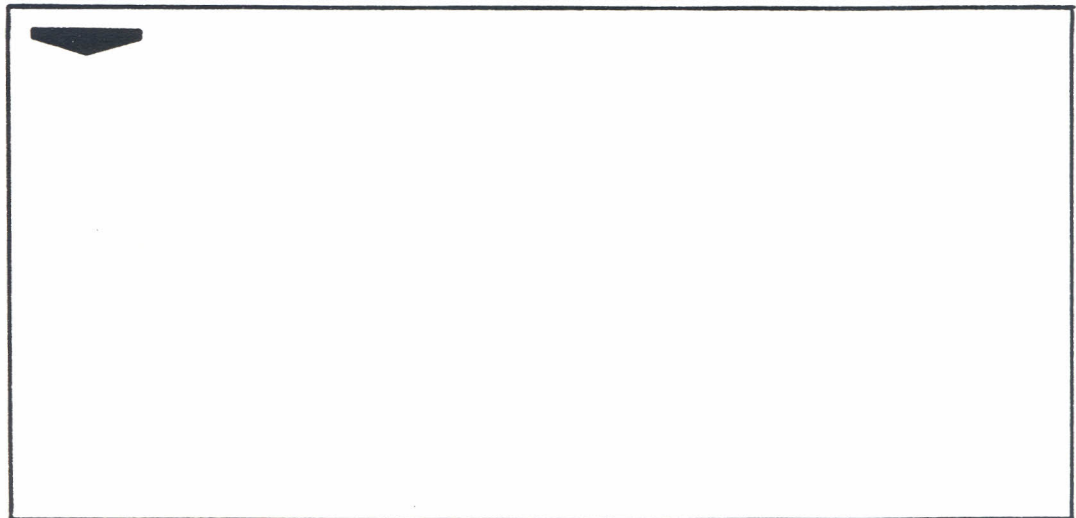
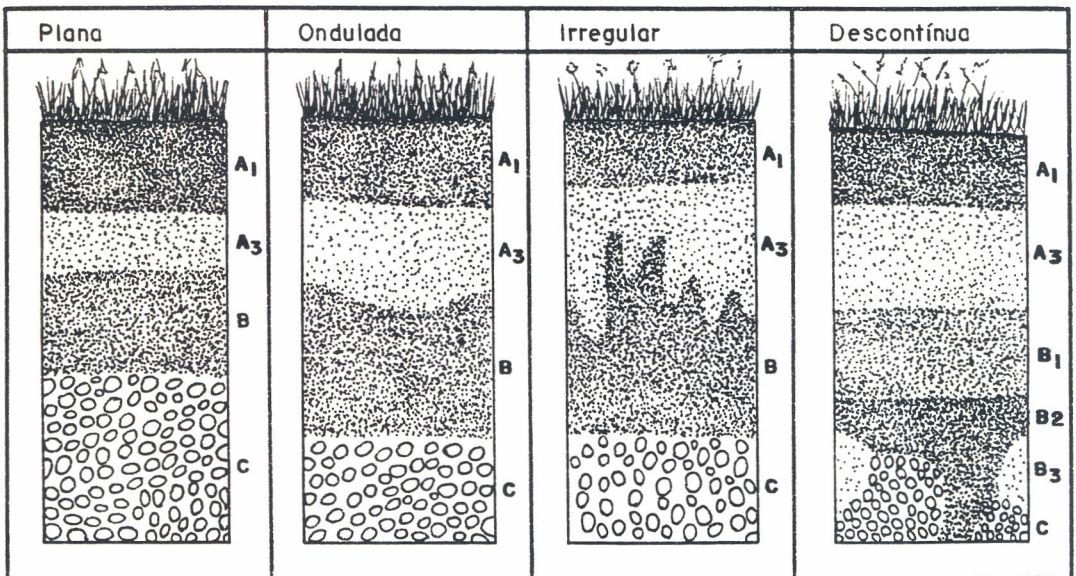
Depressões com largura maior que a profundidade.

- Irregular

Depressões com a profundidade maior que a largura.

- Descontínua ou quebrada

A separação entre os horizontes não é contínua.



Adaptado de LEMOS et al. (1976)

13. Características morfológicas dos horizontes

13.1. Cor

o Fatores que influenciam na cor do solo (principais)

- > Matéria orgânica (cores escuras);
- > Conteúdo de sílica (cores esbranquiçadas);
- > Compostos de ferro (cores vermelhas).

Para a determinação da cor usa-se as tabelas de cores, principalmente a **Munsell Soil Color Charts**.

Nome das cores para as diversas combinações de valor e croma, no matiz 2,5 YR, que constituem uma página da Escala de Munsell.

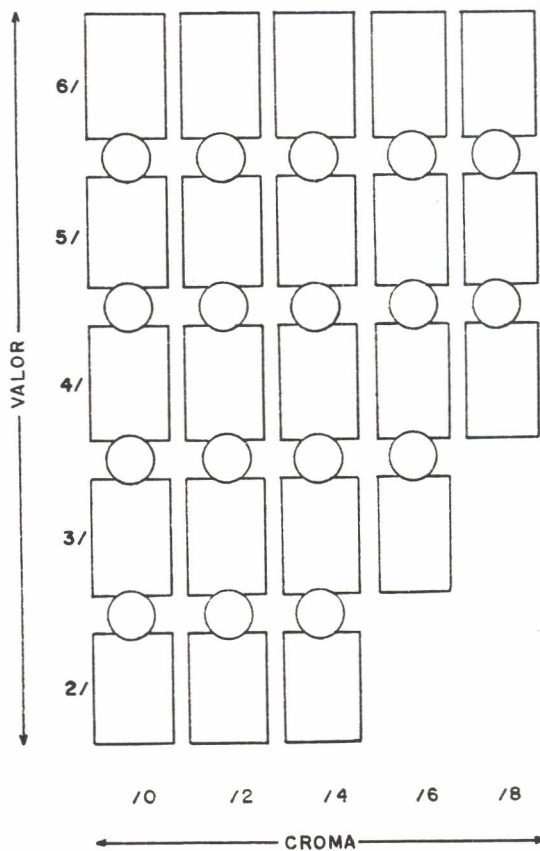
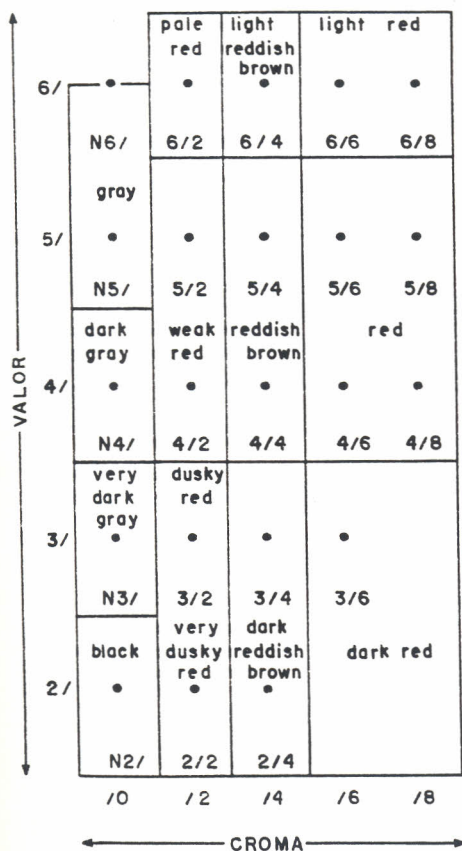
ESCALA MUNSELL DE CORES DO SOLO

MATIZ
2,5 YR

(verso da página)

(página da escala)

MATIZ
2,5 YR



Adapatado de LEMOS et al. (1976)

A **Cor** é determinada pela análise comparativa da cor da amostra de solo com as cores da caderneta de Munsell. Depois de determinada, procede-se a leitura da cor, ou seja, anota-se o **MATIZ (hue)**, depois o **VALOR (value)** e a **CROMA (chrome)**.

Nas cores neutras a leitura se faz **N valor/**.

TRADUÇÃO DAS CORES FEITA PELA SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO	
MUNSELL	PORTUGUÊS
Black	Preto
Bluish gray	Cinzento azulado
Brown	Bruno
Brownish yellow	Amarelo-brunado
Dark bluish gray	Cinzento-azulado-escuro
Dark brown	Bruno-escuro
Dark gray	Cinzento-escuro
Dark greenish gray	Cinzento-esverdeado-escuro
Dark olive	Olive-escuro
Dark olive gray	Cinzento-oliváceo-escuro
Dark red	Vermelho-escuro
Dark reddish brown	Bruno-avermelhado-escuro
Dark reddish gray	Cinzento-avermelhado-escuro
Dark yellowish brown	Bruno-amarelado-escuro
Dusky red	Vermelho-escuro-acinzentado
Gray	Cinzento
Grayish brown	Bruno-acinzentado
Grayish green	Verde-acinzentado
Greenish gray	Cinzento-esverdeado
Light bluish gray	Cinzento-azulado-claro
Light brown	Bruno-claro
Light brownish gray	Cinzento-brunado-claro
Light gray	Cinzento-claro
Light greenish gray	Cinzento-esverdeado-claro
Light olive brown	Bruno-oliváceo-claro
Light red	Vermelho-claro
Light reddish brown	Bruno-avermelhado-claro
Olive	Olive
Olive brown	Bruno-oliváceo
Olive gray	Cinzento-oliváceo
Olive yellow	Amarelo-oliváceo
Pale brown	Bruno-claro-acinzentado
Pale green	Verde-claro-acinzentado
Pale olive	Olive-claro-acinzentado
Pale red	Vermelho-claro-acinzentado
Pale yellow	Amarelo-claro-acinzentado
Pink	Rosado
Pinkish gray	Cinzento-rosado
Pinkish white	Branco-rosado
Red	Vermelho
Reddish black	Preto-avermelhado
Reddish brown	Bruno-avermelhado
Reddish gray	Cinzento-avermelhado
Reddish yellow	Amarelo-avermelhado
Strong brown	Bruno-forte
Very dark brown	Bruno-muito-escuro
Very dark gray	Cinzento-muito-escuro
Very dark grayish brown	Bruno-acinzentado-muito-escuro
Very dusky red	Vermelho-muito-escuro-acinzentado
Very pale brown	Bruno-muito-claro-acinzentado
Weak red	Vermelho-acinzentado
White	Branco
Yellow	Amarelo
Yellowish brown	Bruno-amarelado
Yellowish red	Vermelho-amarelado

o Tipos de amostra para determinação da cor

a. Amostra úmida

É obtida através de um leve umedecimento da amostra.

b. Amostra úmida amassada

É obtida amassando-se a amostra umedecida.

c. Amostra seca

É obtida destacando-se um fragmento de um torrão seco.

d. Amostra seca triturada

É obtida amassando-se a amostra seca.

Na descrição da cor, a sequência usada é a seguinte:

úmida, úmida amassada, seca e seca triturada.

o Exemplo de descrição da cor

vermelho escuro (2,5 YR 3/6, úmido) e vermelho (2,5 YR 4/6, seco).

Quando o horizonte está marcado com manchas de outra(s) cor(es), recebe o nome de mosqueado ou variegado, dependendo do grau de dominância das manchas.

O mosqueado é descrito da seguinte forma:

1. Cor do fundo (predominante) e cor, ou cores, das manchas.

2. Arranjoamento do mosqueado

2.1. Quanto a quantidade

o Pouco

As manchas não ocupam mais de 2% da superfície do horizonte.

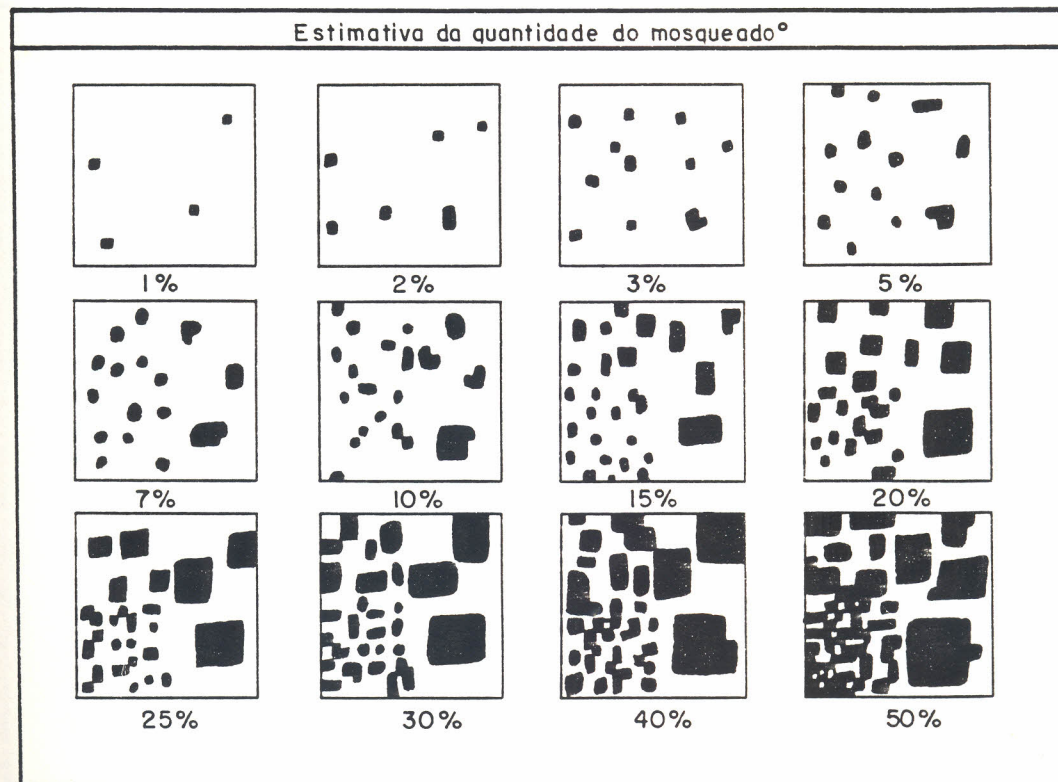
te.

o Comum

As manchas ocupam de 2 a 20% do horizonte.

o Abundante

As manchas ocupam mais de 20% do horizonte.



^o Quadros reduzidos 30%. (Adaptado de LEMOS et al. (1976))



2.2. Quanto ao tamanho das manchas

◦ **Pequeno**

Eixo maior inferior a 5 mm.

◦ **Médio**

Eixo maior de 5 a 15 mm.

◦ **Grande**

Eixo maior superior a 15 mm.

2.3. Quanto ao contraste das manchas em relação ao fundo

◦ **Difuso**

Mosqueado indistinto. Matiz, valor e croma pouco variáveis.

◦ **Distinto**

Mosqueado facilmente visível. Matiz varia de 1 a 2 unidades, valor e croma de muitas.

◦ **Proeminente**

O mosqueado apresenta variação em muitas unidades no matiz, valor e croma.

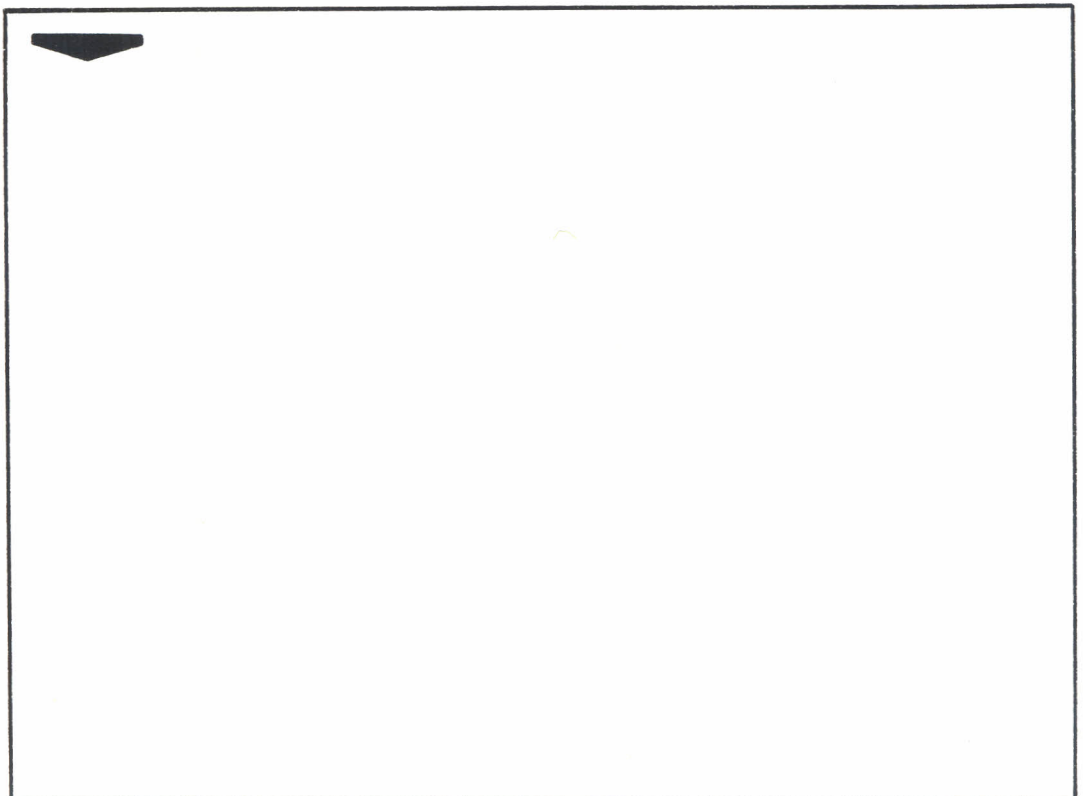
◦ Exemplo de descrição do mosqueado

Mosqueado pouco, médio e proeminente amarelo brunado (10 YR 4/6)

Quando o horizonte for mosqueado, mas não houver predominância de determinada cor constituindo o fundo, ele será descrito como contendo **coloração variegada**.

◦ Exemplo de descrição da coloração variegada

Coloração variegada composta de vermelho (2,5 YR 4/6, úmido) bruno (10 YR 5/3, úmido), etc.

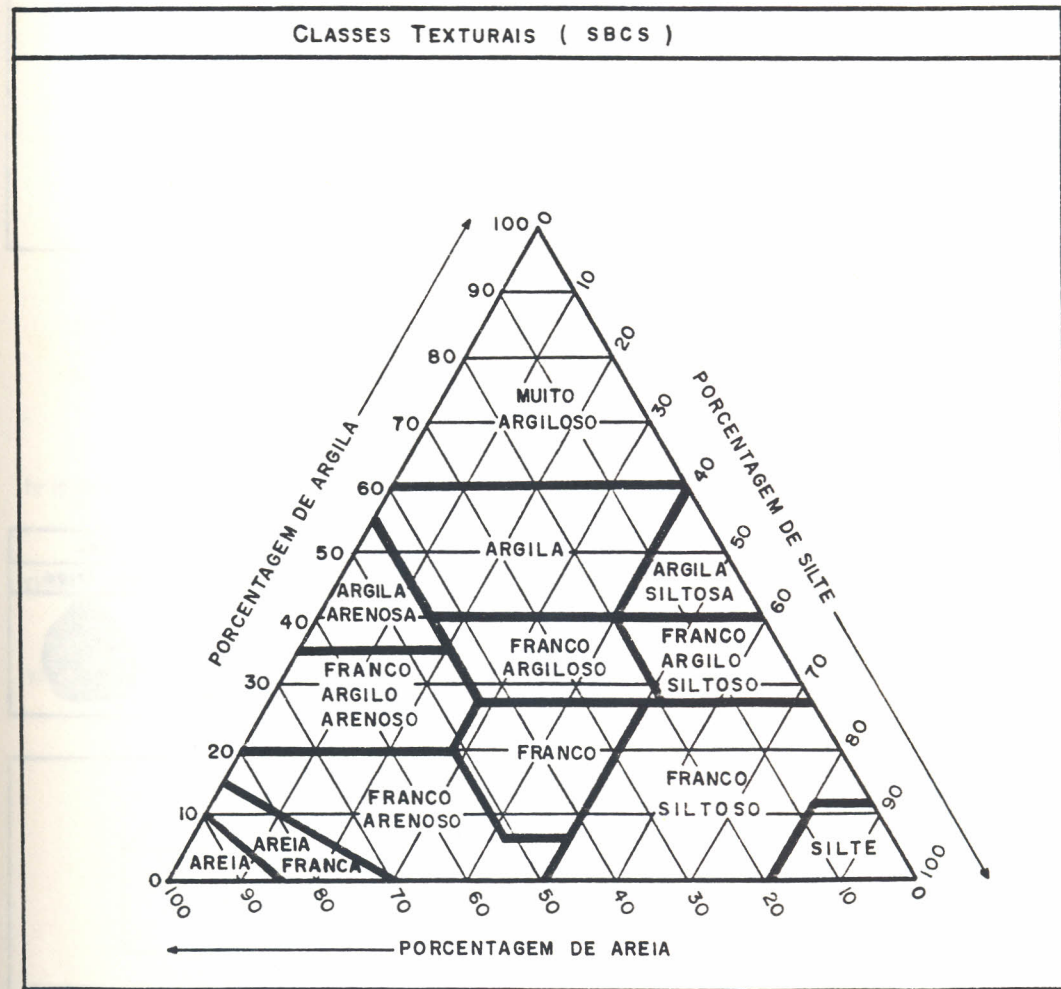


13.2. Textura

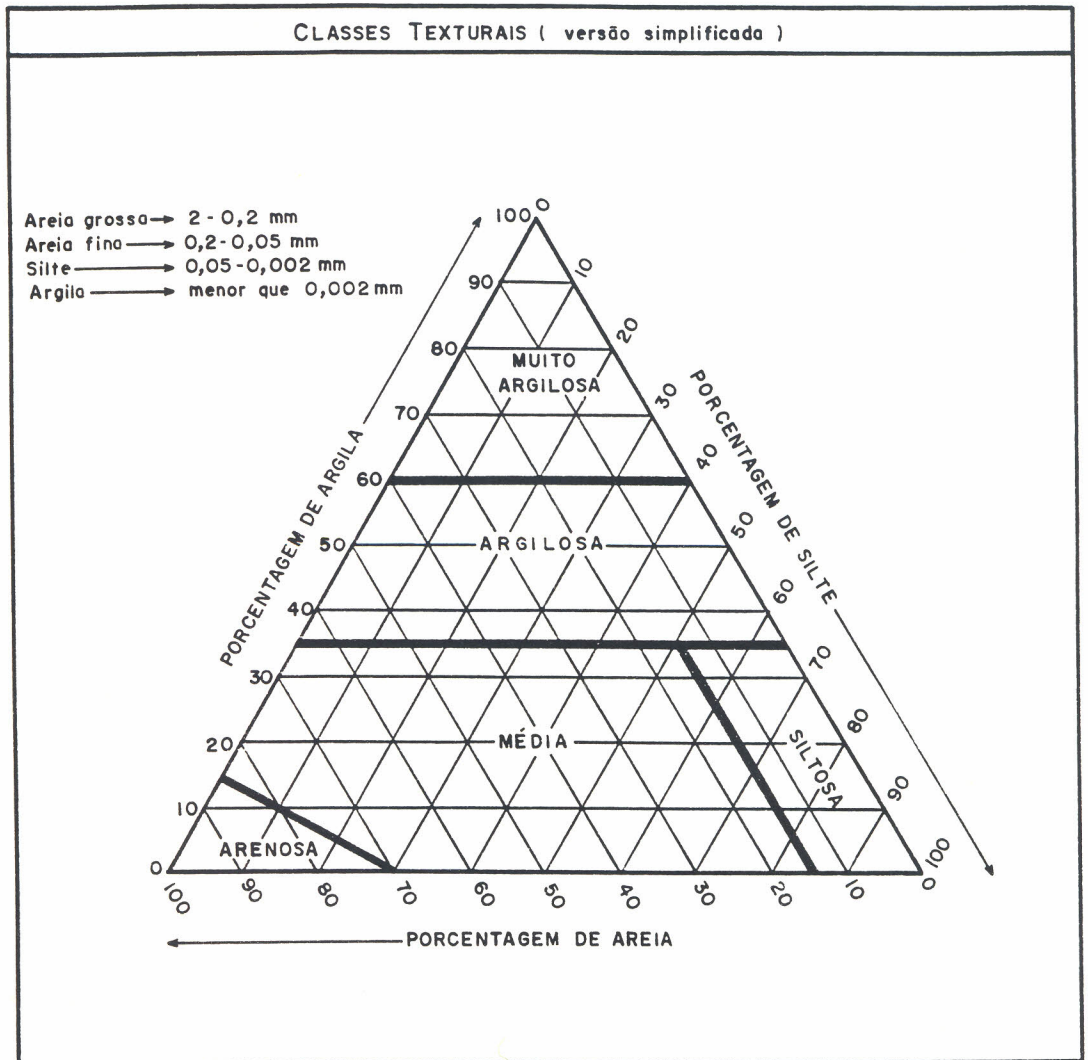
Refere-se às proporções de areia, silte e argila.

Na prática, avalia-se a textura através do tato. Ou seja, através do manuseio de um pouco de solo úmido. A **areia** dá sensação de **atrito**, o **silte**, de **sedosidade** e a **argila**, de **plasticidade** e **pegajosidade**.

CLASSES TEXTURAIS
Muito argiloso
Argila
Argila arenosa
Argila siltosa
Franco-argiloso
Franco-argilo-siltoso
Franco-argilo-arenoso
Franco
Franco-siltoso
Franco-arenoso
Silte
Areia franca
Areia



Adaptado de LEMOS et al. (1976)

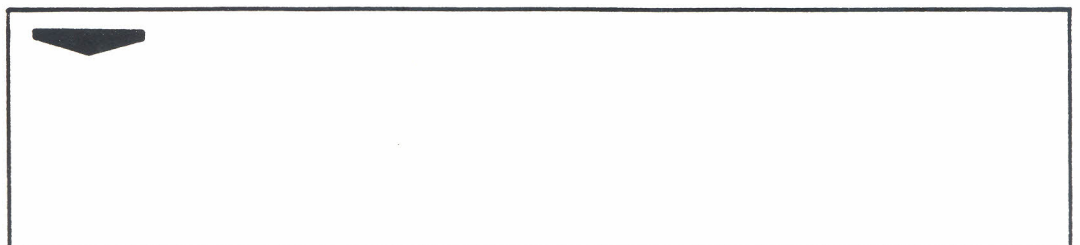


- Frações grosseiras
 - Cascalho: diâmetro de 2 mm a 2 cm.
 - Calhau: diâmetro de 2 cm a 20 cm.
 - Matacão: diâmetro maior que 20 cm.
- Descrição da ocorrência de cascalhos
 - Muito cascalhenta: mais de 50% de cascalho.
 - Cascalhenta: 15 a 50% de cascalho.
 - Com cascalho: 8 a 15% de cascalho.

◦ Grau de arredondamento das frações grosseiras

CAMPO	Arestado	Lig. Arestado	Desarestado	Arredondado	Rolado
MINERALOGIA	Angular	Subangular	Subarredondada	Arredondada	Bem Arred.
FIGURAS					

LEMOS et al. (1976)



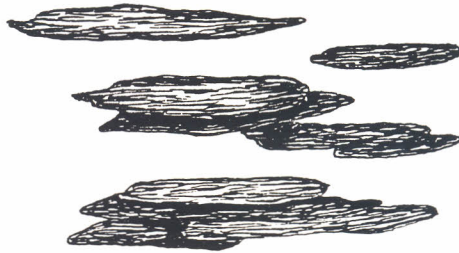
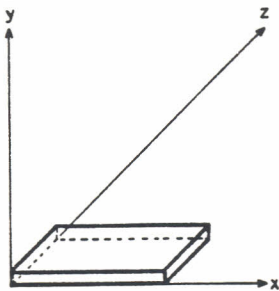
13.3. Estrutura

É a agregação das partículas individuais em partículas compostas ou agregados, que darão origem aos torrões (parte macroscópica da estrutura do solo). A unidade individual da estrutura do solo é denominada **ped.**

a. Tipos de estrutura

a.1. Estrutura Laminar

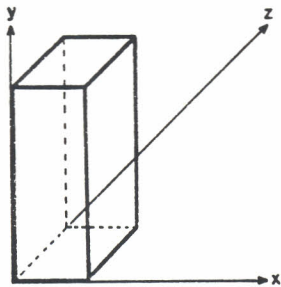
As partículas do solo estão dispostas em torno de um plano horizontal. As unidades estruturais se assemelham a lâminas de espessura variável e apresentam uma linha horizontal(x) bem definida.



a.2. Estrutura Prismática

As partículas do solo estão dispostas em torno de uma linha vertical dominante. Apresenta dois subtipos:

- o Prismática
Extremidade superior apresenta ângulos.
- o Colunar
Extremidade superior arredondada.



Prismática



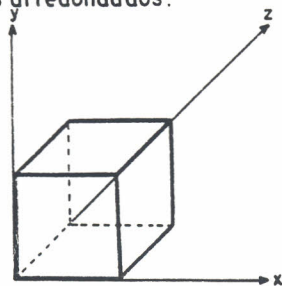
Colunar



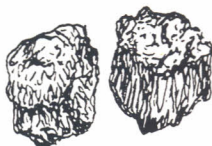
a.3. Estrutura em Blocos (Poliédrica)

A unidade estrutural apresenta as três dimensões aproximadamente iguais. Apresenta dois subtipos:

- o Blocos angulares
Apresenta as faces planas e a maioria dos vértices com ângulos vivos.
- o Blocos subangulares
Apresenta mistura de faces arredondadas e planas com muitos vértices arredondados.



Blocos angulares



Blocos subangulares



a.4. Estrutura Granular (Esferoidal)

Tem forma e aspecto arredondado e difere da estrutura em blocos por não apresentar superfícies de contato. Apresenta dois subtipos:

- Estrutura granular propriamente dita:
Apresenta unidades estruturais não porosas.
- Estrutura grumosa
Apresenta unidades estruturais porosas.



b. Classe de estrutura

É determinada em função do tamanho das unidades estruturais. São reconhecidas as seguintes classes:

- Muito pequena
- Pequena
- Média
- Grande
- Muito grande

c. Grau da estrutura

Refere-se às condições de coesão dentro e fora dos agregados.

Os graus de estrutura são:

- Sem estrutura

Não se observa agregação. É chamada maciça, quando coerente, e de grãos simples, quando não coerente.

- Fraca

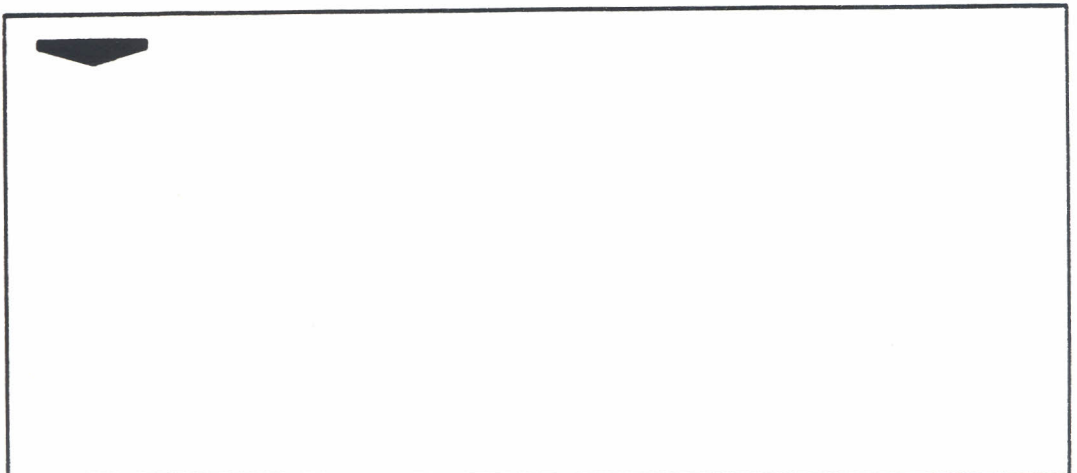
Caracteriza-se por pedriscos ligeiramente formados e de difícil observação no local. Pode ainda ser dividido em: muito fraca e moderadamente fraca.

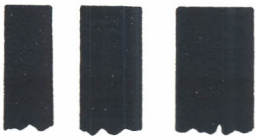
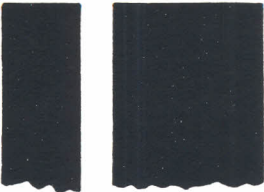
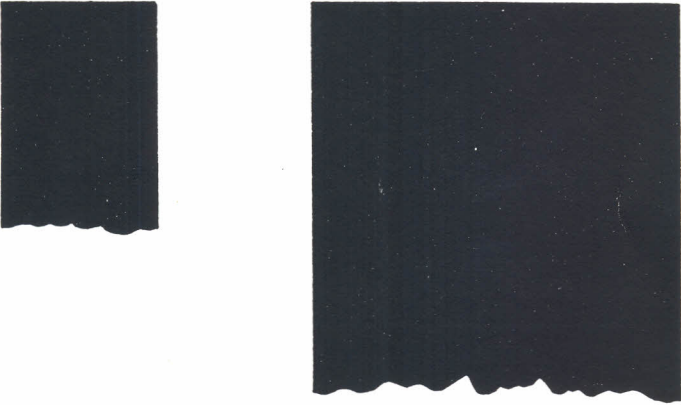

- Moderada

Caracteriza-se por apresentar pedriscos bem formados e distintos, os quais são moderadamente duráveis e evidentes.






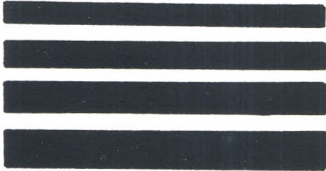

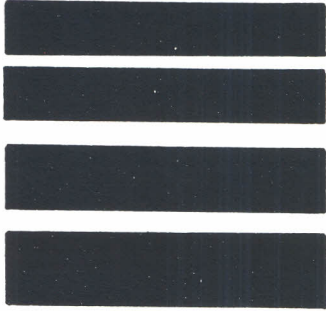

- Forte

Caracteriza-se por pedriscos resistentes à deformação, aderem-se debilmente um ao outro, resistem a deslocamentos e separam-se quando o solo volta a ser desagregado. Pode ainda ser dividido em: moderadamente forte e muito forte.








Classe de estrutura prismática e colunar	
	<p>Muito Pequena (< 10 mm Ø)</p>
	<p>Pequena (10 - 20 mm)</p>
	<p>Média (20 - 50 mm)</p>
	<p>Grande (50 - 100 mm)</p>

LEMOS et al. (1976)

Classe de estrutura em blocos angulares e subangulares		Classe de estrutura prismática	
Muito Pequena (< 5 mm diâmetro)		Muito Pequena (< 1 mm)	
Pequena (5 - 10 mm diâmetro)		Pequena (1 - 2 mm)	
Média (10 - 20 mm diâmetro)		Média (2 - 5 mm)	
Grande (20 - 50 mm diâmetro)		Grande (5 - 10 mm)	
		Muito Grande (> 10 mm)	

Le mos et al. (1976)

Classe de estrutura granular e em grumos	
Muito Pequena (< 1 mm Ø)	
Pequena (1 - 2 mm diâmetro)	
Média (2 - 5 mm diâmetro)	
Grande (5 - 10 mm diâmetro)	
Muito Grande (> 10 mm diâmetro)	

LEMOS et al. (1976)

13.4. Porosidade

É o volume do solo ocupado pela água e pelo ar.

Classificação da porosidade:

a. Quanto ao tamanho

◦ Sem poros visíveis

Quando não apresentar poros visíveis, mesmo com lupa de aumento mais ou menos 10 x.

◦ Muito pequenos
inferiores a 1 mm de diâmetro.

◦ Pequenos
de 1 a 2 mm de diâmetro.

◦ Médios
de 2 a 5 mm de diâmetro.

◦ Grandes
de 5 a 10 mm de diâmetro.

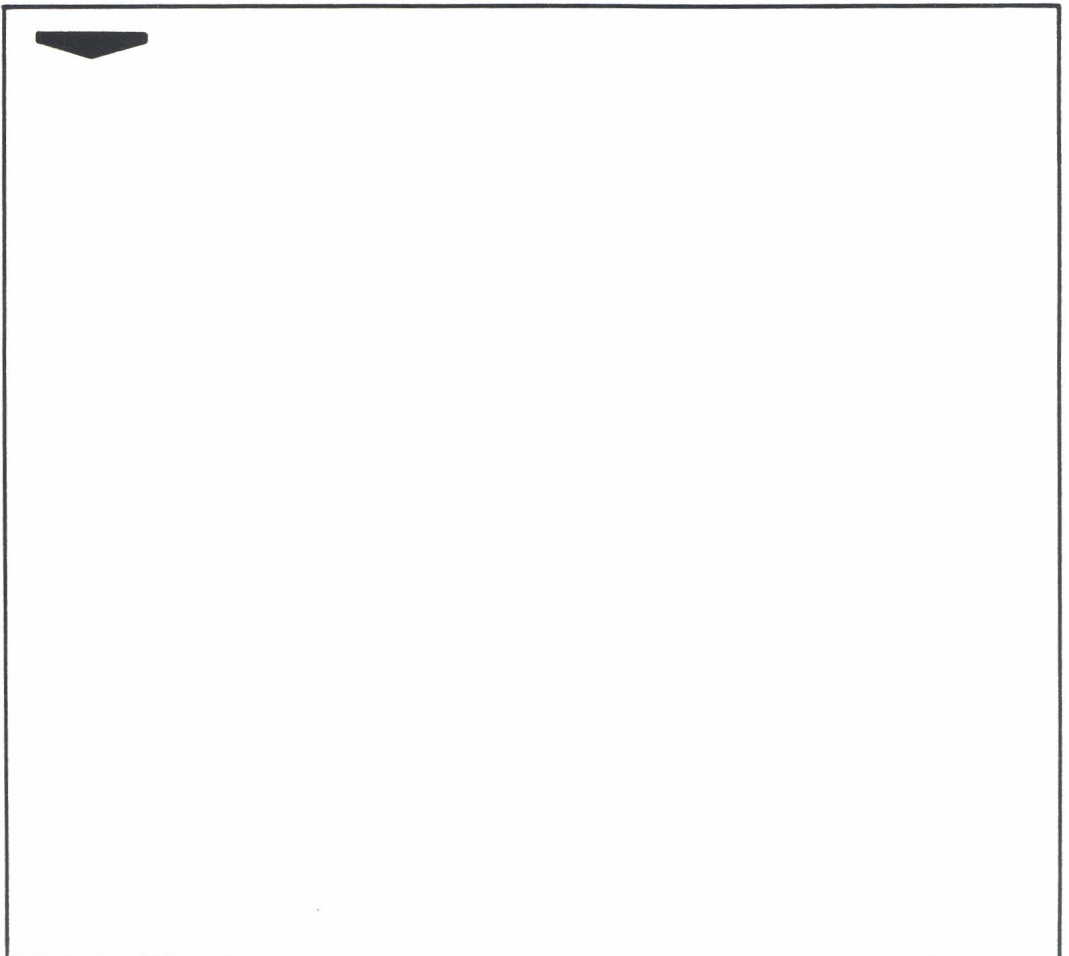
◦ Muito grandes
maiores que 10 mm de diâmetro.

b. Quanto a quantidade

◦ Poucos poros
ex: horizonte B dos Hidromórficos Cinzentos; B gleizado.

◦ Poros comuns
ex: horizonte B do Podzólico Vermelho Amarelo (textura argilosa, com estrutura em blocos, moderada a bem desenvolvida).

◦ Muitos poros
ex: horizonte B do Latossolo modal, ou mais poroso.



13.5. Cerosidade

É o revestimento das unidades estruturais com, principalmente, argilas iluviais, que apresentam o aspecto um tanto brilhante e ceroso.

Classificação da cerosidade:

a. Quanto ao grau de desenvolvimento

- Fraca
- Moderada
- Forte

Estes termos são usados de acordo com a maior ou menor nitidez e com o contraste mais ou menos evidente em relação às partes onde se encontra.

b. Quanto a quantidade

- Pouco
- Comum
- Abundante

Estes termos são usados de acordo com a sua maior ou menor abundância.

Além da cerosidade, deve-se descrever:

◦ **Superfície Fosca**

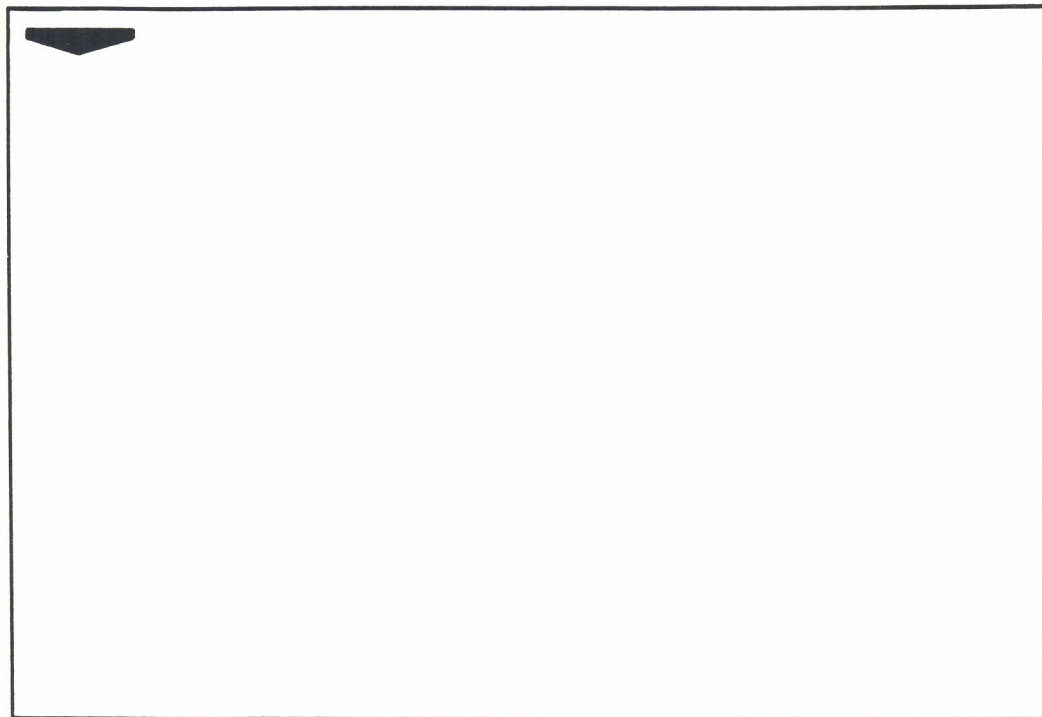
São revestimentos muito tênues e poucos nítidos, que não podem ser claramente identificados como cerosidade, apresentando normalmente pouco contraste entre a parte externa revestida e a matriz sob esse revestimento, tendo aspecto embaçado ou fosco. Este revestimento também inclui filmes de matéria orgânica infiltrada e manganês (pretos ou quase pretos), os quais podem resultar de translocações, apresentando, nesse caso, maior contraste entre a parte revestida e a matriz capeada. A sua nitidez poderá ser maior que nos casos de revestimento com argila.

◦ **Superfícies de Fricção**

São superfícies alisadas e lustrosas que apresentam estriamentos provocados pelo deslizamento e atrito da massa do solo. São superfícies tipicamente inclinadas.

◦ **Superfícies de Compressão**

São superfícies alisadas e lustrosas sem estriamento, provocadas pela compressão na massa do solo em decorrência de expansão do material. Estão restritas a solos de textura argilosa.



13.6. Consistência

Designa as manifestações das forças físicas de coesão e adesão que se verificam no solo, conforme variação dos teores de umidade.

o Consistência do solo quando seco

É caracterizada pela dureza ou tenacidade. Para avaliá-la, deve-se selecionar um torrão seco e comprimi-lo entre o polegar e o indicador. Assim, tem-se:

a. Solto

não coerente entre o polegar e o indicador.

b. Macio

a massa do solo fracamente coerente e frágil; quebra-se em material pulverizado ou grãos individuais sob pressão muito leve.

c. Ligeiramente duro

fracamente resistente à pressão; facilmente quebrável entre o polegar e o indicador.

d. Duro

moderadamente resistente à pressão, pode ser quebrado nas mãos, sem dificuldade, mas dificilmente quebrável entre o polegar e o indicador.

e. Muito duro

muito resistente à pressão. Somente com dificuldade pode ser quebrado nas mãos. Não quebrável entre o indicador e o polegar.

f. Extremamente duro

Extremamente resistente à pressão. Não pode ser quebrado com as mãos.

o Consistência do solo quando úmido

É caracterizada pela friabilidade e determinada num estado de umidade aproximadamente intermediário entre seco ao ar e a capacidade de campo. Para avaliá-la, deve-se selecionar e tentar esboroar na mão, um torrão que aparente estar ligeiramente úmido. Assim, tem-se:

a. Solto

não coerente.

b. Muito friável

o material do solo esboroa-se com pressão muito leve, mas agrega-se por compressão posterior.

c. Friável

o material do solo esboroa-se facilmente sob pressão fraca e moderada entre o polegar e o indicador e agrega-se por compressão posterior.

d. Firme

o material do solo esboroa-se sob pressão moderada entre o indicador e o polegar, mas apresenta resistência distintamente perceptível.

e. Muito firme

o material do solo esboroa-se sob forte pressão; dificilmente esmagável entre o indicador e o polegar.

f. Extremamente firme

o material do solo somente se esboroa sob pressão muito forte; não pode ser esmagado entre o indicador e o polegar e deve ser fragmentado pedaço por pedaço.

o Compacidade

A compacidade do material do solo é reservada para a combinação de consistência firme e grupamento ou arranjo cerrado das partículas e deveria ser usada somente nesse sentido. É classificada do seguinte modo:

- Compacto

- Muito compacto

- Extremamente compacto

o Consistência quando molhado

É caracterizada pela plasticidade e pela pegajosidade e determinada em amostras pulverizadas e homogeneizada com conteúdo de água ligeiramente acima ou na capacidade de campo.

l. Plasticidade

É a propriedade que pode apresentar o material do solo de mudar continuamente de forma, pela ação da força aplicada, e de manter a forma imprimida, quando cessa a ação da força.

Para determinação de campo de plasticidade, rola-se, após amassado, o material do solo entre o indicador e o polegar e observa-se se pode ser feito ou modelado um fio ou cilindro fino (cerca de 3 a 4 mm de diâmetro) de solo.

Expressa-se o grau de resistência à deformação da seguinte forma:

a. Não plástico

nenhum fio ou cilindro fino se forma.

b. Ligeiramente plástico

forma-se um fio que é facilmente deformado.

c. Plástico

forma-se um fio, sendo necessária pressão moderada para sua de

formação.

d. Muito plástico

forma-se um fio, sendo necessária muita pressão para deforma

lo.

2. Pegajosidade

É a propriedade que pode apresentar a massa do solo de aderir a outros objetos. Para a avaliação de campo de pegajosidade, a massa do solo, quando molhada e homogeneizada, é comprimida entre o indicador e o polegar, e a aderência é então observada. Os graus de pegajosidade são descritos da seguinte forma:

a. Não pegajoso

após cessar a pressão, não se verifica, praticamente, nenhuma aderência da massa ao polegar e indicador.

b. Ligeiramente pegajoso

Após cessar a pressão, o material adere a ambos os dedos, mas desprende-se de um deles perfeitamente. Não há apreciável esticamento ou alongamento quando os dedos são afastados.

c. Pegajoso

após cessar a compressão, o material adere a ambos os dedos e, quando são afastados, tende a alongar-se um pouco e romper-se, ao invés de desprender-se de qualquer um dos dedos.

d. Muito pegajoso

após a compressão, o material adere fortemente a ambos os dedos e alonga-se perceptivelmente quando eles são afastados.



13.7. Cimentação

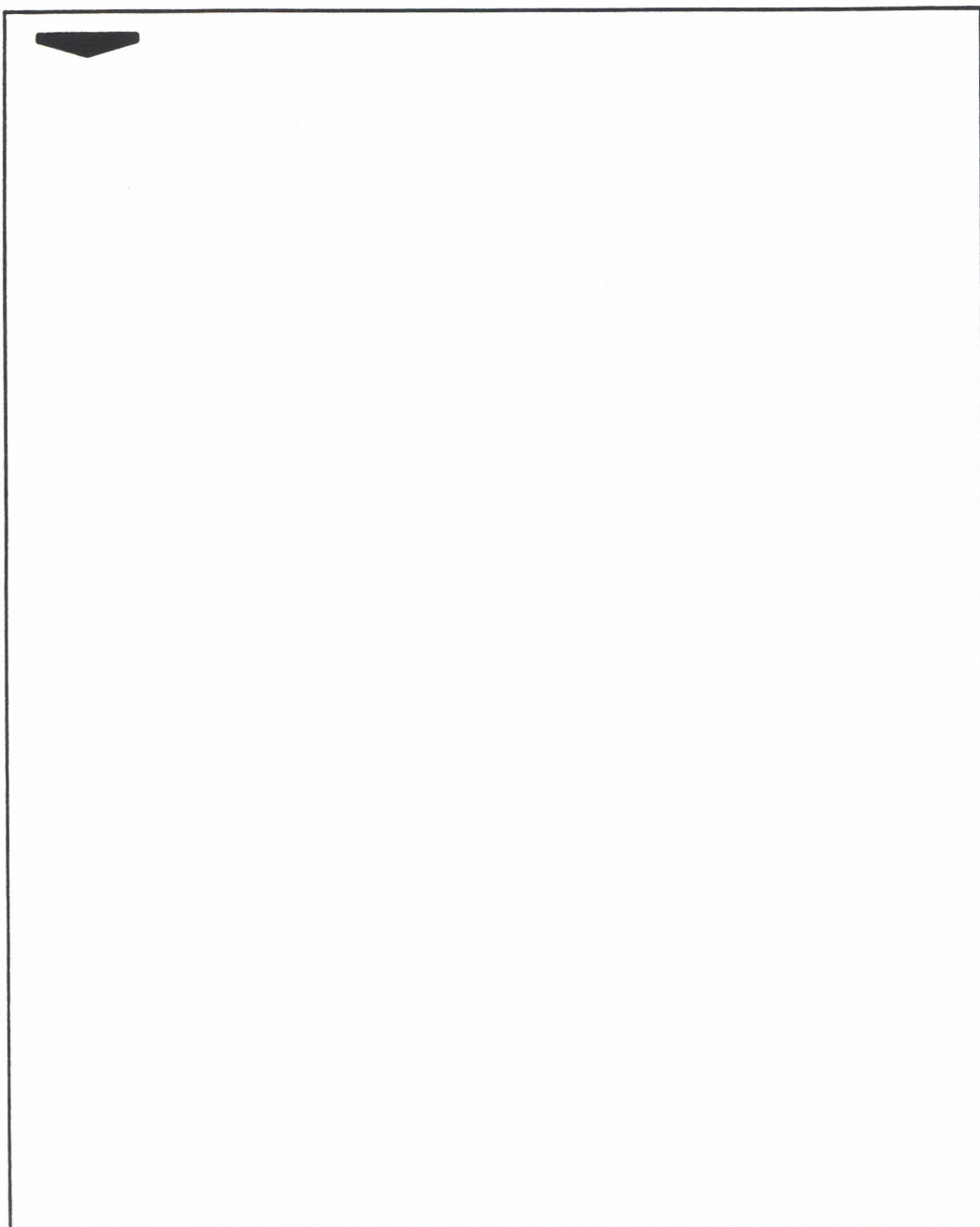
Refere-se à consistência quebradiça e dura do material do solo, determinada por qualquer agente cimentante que não seja mineral de argila, tais como: carbonato de cálcio, sílica, óxido ou sais de ferro ou alumínio.

Classificação da cimentação:

a. Fracamente cimentado
a massa cimentada é quebradiça, tenaz ou dura, mas pode ser quebrada nas mãos.

b. Fortemente cimentado
a massa cimentada é quebradiça e mais dura do que possa ser quebrada nas mãos, mas pode ser quebrada facilmente a martelo.

c. Extremamente cimentado
A massa cimentada é quebradiça, não enfraquece sob prolongado umedecimento e é tão extremamente dura que, para quebrá-la, é necessário um golpe vigoroso com o martelo.



13.8. Nódulos e concreções minerais

Descreve-se, neste item, grande variedade de concreções e nódulos residuais. A sua descrição deve incluir informações sobre:

a. Quantidade

É definida baseada em volume. Assim, tem-se:

- o Muito pouco - menos que 5% do volume.
- o Pouco - de 5 a 15% do volume.
- o Frequente - de 15 a 40% do volume.
- o Muito frequente - de 40 a 80% do volume.
- o Dominante - mais que 80% do volume.

b. Tamanho

- o Muito pequeno - menor que 0,5 cm.
- o Pequeno - de 0,5 a 1 cm.
- o Grande - de 1 a 2 cm.
- o Muito grande - maior que 2 cm.

c. Dureza

- o Macio - os nódulos podem ser quebrados entre o polegar e o indicador.
- o Duro - os nódulos não podem ser quebrados entre os dedos.

d. Forma

- o Esférica
- o Irregular
- o Angular

e. Cor

Adotam-se termos simples, como: preto, vermelho, branco, etc.

f. Natureza dos nódulos

Presumível natureza do principal material do qual o nódulo tenha sido formado. Ex: gipsita, carbonato de cálcio, etc.

g. Conteúdo de carbonatos

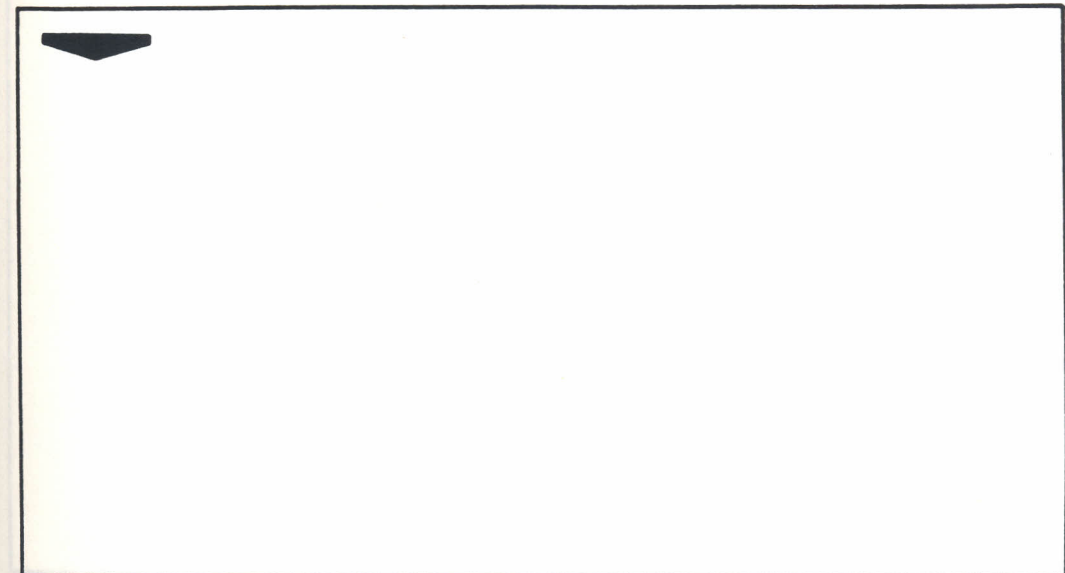
Indicado pela efervescência com HCl a 10%.

- o Ligeira - efervescência fraca, somente ouvida mas não visível.
- o Forte - efervescência visível.
- o Violenta - efervescência forte, causando muitas vezes destruição dos agregados

h. Conteúdo de manganês

Indicado pela efervescência em água oxigenada.

- o Ligeira - efervescência fraca, somente ouvida.
- o Forte - efervescência visível.
- o Violenta - efervescência forte, causando muitas vezes destruição dos agregados.



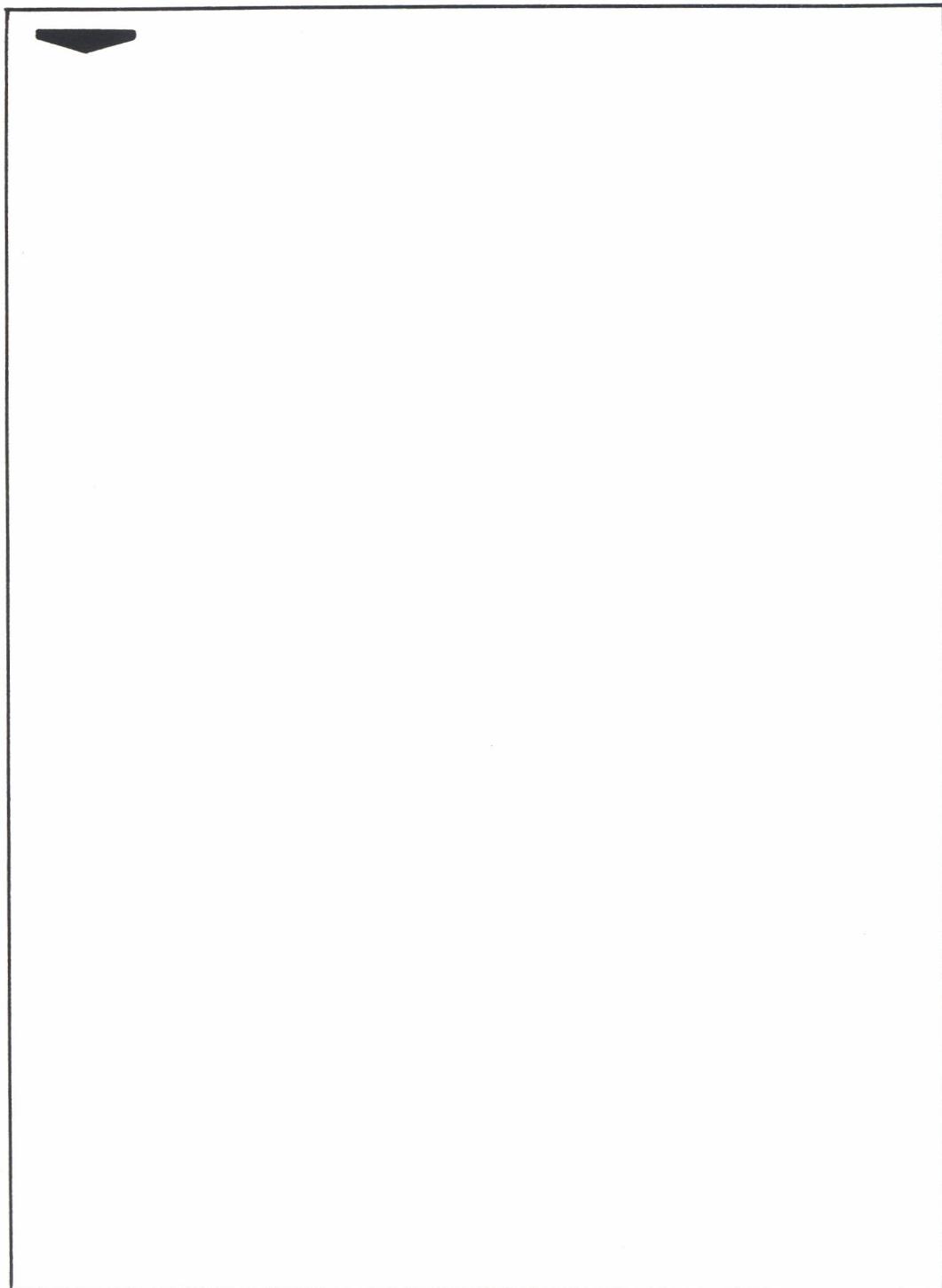
13.9. Eflorescências

São ocorrências de sais cristalinos sob a forma de revestimentos, crostas e bolsas, após período seco, nas superfícies dos elementos estruturais, nas fendas e nas superfícies, podendo ter aspecto pulverulento, como pó de giz.

São constituídas, principalmente, por cloreto de sódio, sulfato de cálcio, magnésio e sódio e, mais raramente, por carbonato de cálcio.

O aparecimento desses sais decorre da evaporação e concentração local nos períodos secos.

Por ascensão capilar, a solução do solo atinge a superfície, onde se concretiza, e os sais individualizam-se.



14. Registro e redação das descrições

As descrições completas e detalhadas de perfis de solo, devem apresentar os seguintes itens:

Instituição ou Projeto**Perfil nº****Classificação****Unidade**

especificar se perfil típico, de transição ou intermediário.

Localização, Município, Estado e Coordenadas**Situação, declive e cobertura vegetal**

especificar a posição do perfil no relevo e registrar o declive local. Descrever, também, a vegetação existente no local do perfil.

Altitude

dada em relação ao nível do mar.

Litologia

discriminação da(s) rocha(s) que constitui(em) o substrato no local do perfil.

Formação geológica

especificação da unidade litogenética a que se referem as rochas do substrato.

Período

refere-se ao geológico.

Material originário

informar sobre a natureza do material primitivo do qual o solo se originou, tomando por base, principalmente, as observações e fetuadas no local do perfil; se possível especificar algo sobre granulometria, composição mineralógica aparente, permeabilidade; se o material é de caráter brando, semi-brando ou consolidado.

No caso de solos orgânicos, informar sobre a natureza dos detritos vegetais que integram o material originário.

Sempre que possível, informar e esclarecer se há influência de material autóctone ou pseudo-autóctone.

Pedregosidade

refere-se à proporção relativa de calhaus e matacões sobre a superfície e/ou massa do solo.

Rochosidade

refere-se à proporção relativa de exposições de rochas do embasamento.

Relevo local

refere-se ao local onde se está descrevendo o perfil.

Relevo regional

área da qual está sendo descrito o perfil. Detalhes da forma dos topos das elevações, forma e largura dos vales, forma e extensão das vertentes ou encostas, além da amplitude de variação dos declives, e registrar informações sobre os desníveis entre elevações e várzeas contíguas (amplitude de altitude regional).

Registrar, quando necessário, a ocorrência de microrrelevo.

Erosão

refere-se à remoção da parte superficial e subsuperficial do solo.

Drenagem

interna do perfil e profundidade do lençol freático, quando possível.

Vegetação primária**Uso atual**

especificar as diferentes espécies de cultivo e, sempre que

possível, estimativas percentuais. Idem para pastagens e reflorestamento. Quando área cultivada, obter informações quanto a anos de cultivo e situação de cultivo.

Clima

especificar

Descrito e coletado por

completar

Descrição individualizada dos horizontes

obedecendo a seguinte ordem:

designação do horizonte; profundidade; cor (úmida), cor (seca); mosqueado; textura; estrutura (grau, tamanho, tipo); cerosidade; superfície de fricção; superfície de compressão; superfícies foscas; grau de coesão; consistência a seco; cimentação; consistência úmido, consistência molhado (plasticidade e pegajosidade); transição (contraste e forma) e pH de campo.

Observações: porosidade; raízes; atividades biológicas; concreções; calhaus e matacões.

14.1. Comentários sobre alguns itens da descrição

a. **Pedregosidade** (classes)

- o Não pedregosa
- o Ligeiramente pedregosa
- o Moderadamente pedregosa
- o Pedregosa
- o Muito pedregosa
- o Extremamente pedregosa

b. **Rochosidade** (classes)

- o Não rochosa
- o Ligeiramente rochosa
- o Moderadamente rochosa
- o Rochosa
- o Muito rochosa
- o Extremamente rochosa

c. **Relevo** (classes)

- o Plano (declives menores que 3 %)
- o Suave ondulado (declives de 3 a 8 %)
- o Ondulado (declives entre 8 e 20 %)
- o Forte ondulado (declives entre 20 e 45 %)
- o Montanhoso (declives de 45 a 75 %)
- o Escarpado (declives maiores que 75 %)

d. **Erosão**

- Quanto a forma

a. Erosão laminar

b. Erosão em sulcos

- Quanto a frequência:

- o Ocasionais
- o Frequentes
- o Muito frequentes

- Quanto a profundidade

- o Superficiais
- o Rasos
- o Profundos
- o Muito profundos

- Classes

- o Não aparente
- o Ligeira
- o Moderada
- o Forte
- o Muito forte
- o Extremamente forte

e. **Drenagem** (classes)

- o Excessivamente drenado
ex: Areias Quartzosas.
- o Fortemente drenado
ex: Latossolo Vermelho - Escuro textura média.
- o Acentuadamente drenado
ex: Latossolo Roxo.
- o Bem drenado
ex: Terra Roxa Estruturada.
- o Moderadamente drenado
ex: Rubrozem.
- o Imperfeitamente drenado
ex: Planossolo
- o Mal drenado
ex: Podzol Hidromórfico
- o Muito mal drenado

ex: Solos Orgânicos

f. Vegetação primitiva

As formas de vegetação empregadas para o fasmamento de solos são:

· Floresta Equatorial:

Perúmida
Perenifólia (1)(2)
Subperenifólia (1)(2)
Subcaducifólia (1)
Higrófila de várzea
Hidrófila de várzea

· Floresta Tropical:

Perúmida (3)
Perenifólia (3)
Subperenifólia (3)
Subcaducifólia (3)
Caducifólia (3)
Higrófila de várzea
Hidrófila de várzea

· Floresta Subtropical:

Perúmida (2)
Perenifólia (2)
Subperenifólia
Higrófila de várzea

· Vegetação de Restinga:

Floresta não hidrófila de restinga
Floresta hidrófila de restinga
Restinga arbustiva e campo de restinga

· Cerrado:

Cerrado equatorial subperenifólio
Campo cerrado equatorial
Vereda equatorial
Cerrado subperenifólio
e subcaducifólio
Cerradão tropical caducifólio
Campo cerrado tropical
Vereda tropical

· Caatinga:

Hipoxerófila (2)
Hiperxerófila
Do pantanal
De várzea

· Vegetação campestre:

Campo equatorial (2)
Campo equatorial hidrófilo de várzea
Campo equatorial higrófilo de várzea
Campo tropical
Campo tropical hidrófilo de várzea
Campo tropical higrófilo de várzea
Campo subtropical (2)
Campo subtropical hidrófilo de várzea
Campo xerófilo
Pampas
Campo hidrófilo de surgente

· Outras formações:

Floresta ciliar de carnaúba
Formações de praias e dunas
Formações halófilas

Manguezal
Formações rupestres
Complexos

- (1) Floresta dicótilo-palmácea (babaçual), quando for o caso.
- (2) Distinguir altimontana(o), quando for o caso.
- (3) De várzea, quando for o caso.

g. Raízes

◦ Quanto a quantidade

Muitas

Comuns

Poucas

Raras

◦ Tipos

Fasciculares

Pivotantes

Secundárias

Outras

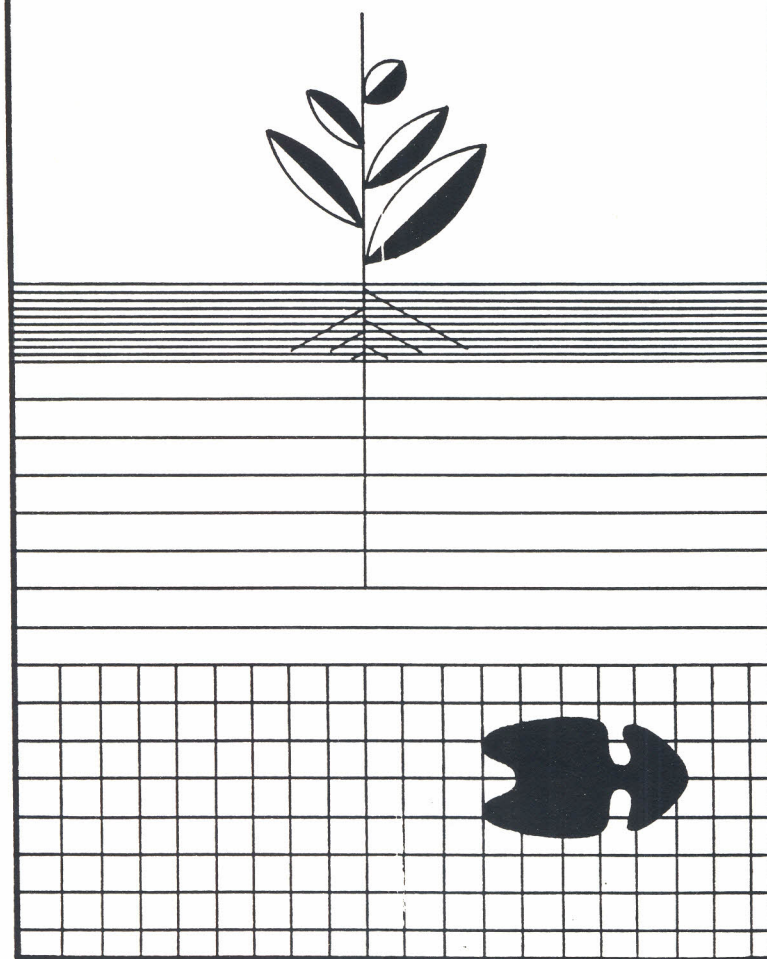
◦ Diâmetro

h. Fatores biológicos

Indica-se a ação de outros organismos, como minhocas, cupins, formigas, tatus, etc., nos respectivos horizontes, anotando o local de máxima atividade e distribuição pela área.

6. Noções básicas dos modos de expressar a fertilidade do solo

1. Conceituação e equivalências
2. Conversão de resultados de análises químicas
3. Exercícios propostos



Exemplos:

1. Na⁺

1 eqg Na⁺ ——— 23 g (÷ 1000)

1 meqg Na⁺ ——— 0,023 g

1 meq Na⁺ ——— 23 mg

2. Al⁺⁺⁺

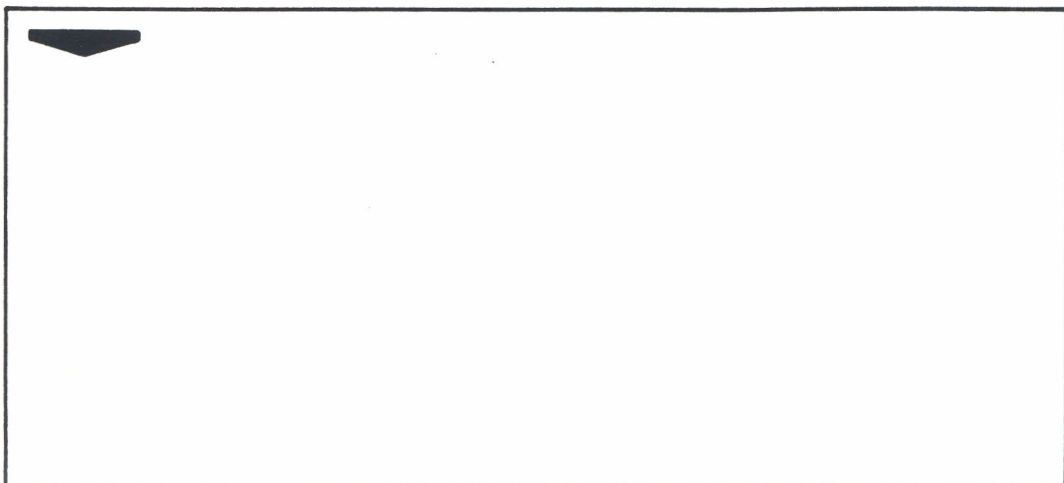
1 eqg Al⁺⁺⁺ ——— 9 g (÷ 1000)

1 meqg Al⁺⁺⁺ ——— 0,009 g

1 meq Al⁺⁺⁺ ——— 9 mg

Valores de peso equivalente (P. Eq.)		
Elemento ou composto químico	P (g) / valência	P. Eq.
Na ⁺	PA/1	23,00
N	PA/1	14,00
NO ₃ ⁻	PM/1	62,00
NH ₄ ⁺	PM/1	18,00
P	PA/3	10,33
P ₂ O ₅	PM/6	23,67
PO ₄ ⁻³	PM/3	31,67
S	PA/2	16,00
SO ₄ ⁻²	PM/2	48,00
K ⁺	PA/1	39,00
K ₂ O	PM/2	47,00
Ca ⁺²	PA/2	20,00
CaO	PM/2	28,00
CaCO ₃	PM/2	50,00
Mg ⁺²	PA/2	12,15
MgO	PM/2	20,15
MgCO ₃	PM/2	42,15
Al ⁺³	PA/3	9,00
Al ₂ O ₃	PM/6	17,00

PA = PESO ATÔMICO / PM = PESO MOLECULAR



2. Conversão de resultados de análises químicas

a. Conversão de unidade

- o 0,3 % N \longrightarrow ppm N
 $= 0,3 \text{ mg N} / 100 \text{ g} = 3 \text{ mg N/g}$
 $= 3000 \text{ mg N/kg} = 3000 \text{ ppm N}$

$$\text{ppm} = \% \times 10\ 000$$

$$\text{kg/ha} = \text{ppm} \times 2$$

$$\text{kg/ha} = 3000 \times 2 = 6000 \text{ kg N/ha}$$

$$3000 \text{ ppm} = 3000 \text{ mg} / 1000 \text{ g} (\div 10) = 300 \text{ mg N} / 100 \text{ g}$$

$$\text{mg/100g} = \text{ppm} / 10$$

$$1 \text{ meq N} \text{ ————— } 14 \text{ mg}$$

$$x \text{ meq/100 g} \text{ ————— } 300 \text{ mg/100 g}$$

$$x = 21,4 \text{ meq N/100 g}$$

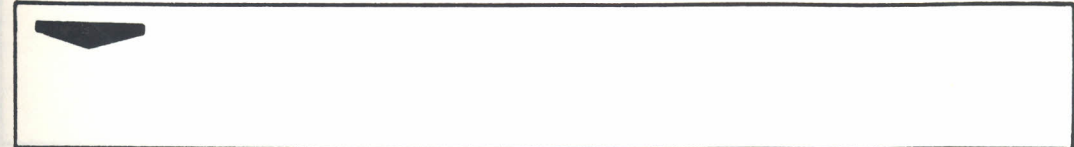
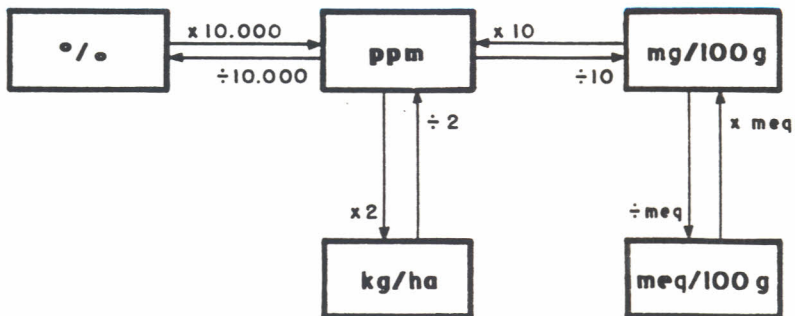
- o 0,18 % N \longrightarrow mg N/100 g
 $= 0,18 \text{ mg N} / 100 \text{ mg}$
 $= 1,8 \text{ mg N/g}$
 $= 180 \text{ mg N} / 100 \text{ g}$

$$\text{mg/100g} = \% \times 1\ 000$$

- o 125 ppm S \longrightarrow % S
 $= 125 \text{ mg S/kg}$
 $= 12,5 \text{ mg S/100 g}$
 $= 0,0125 \text{ g S} / 100 \text{ g} = 0,0125 \% \text{ S}$

$$\% = \text{ppm} / 10\ 000$$

Esquema dos fatores de conversão



b. Conversão de formas químicas

$$\begin{array}{r}
 \circ 0,3 \% \text{ N} \longrightarrow \% \text{ NO}_3^- \\
 14 \text{ ————— } 62 \\
 0,3 \text{ ————— } x \\
 x = 1,33 \% \text{ NO}_3^-
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 \circ 20 \% \text{ P}_2\text{O}_5 \longrightarrow \% \text{ P} \\
 \text{resolução:}
 \end{array}$$

1. Considerando os pesos atômicos e moleculares associados ao número de átomos da reação

$$\begin{array}{r}
 \text{P}_2\text{O}_5 \text{ ————— } 2\text{P} \\
 142 \text{ ————— } 62 \\
 20 \text{ ————— } x \\
 x = 8,73 \% \text{ P}
 \end{array}$$

2. Considerando os pesos equivalentes

$$\begin{array}{r}
 \text{P}_2\text{O}_5 \text{ ————— } \text{P} \\
 23,67 \text{ ————— } 10,33 \\
 20 \text{ ————— } x \\
 x = 8,73 \% \text{ P}
 \end{array}$$

$$\circ 0,9 \text{ meq Al}^{+3} \longrightarrow \text{meq Al}_2\text{O}_3 / 100 \text{ g}$$

$$1 \text{ meq Al}^{+3} \equiv 1 \text{ meq Al}_2\text{O}_3$$

$$x = 0,9 \text{ meq Al}_2\text{O}_3$$

obs: Quando o elemento estiver em outras formas químicas, ele se iguala em termos de miliequivalente.



c. Conversão de formas químicas e unidades ao mesmo tempo

$$\circ 10,33 \text{ ppm P} \longrightarrow \text{mg P}_2\text{O}_5/100 \text{ g}$$

$$10,33 \text{ mg P}/100 \text{ g} = 1,033 \text{ mg P}/100 \text{ g}$$



$$10,33 \longrightarrow 23,67$$

$$1,033 \longrightarrow x$$

$$x = 2,37 \text{ mg P}_2\text{O}_5/100 \text{ g}$$

$$\circ 45 \text{ ppm K} \longrightarrow \text{kg K}_2\text{O}/\text{ha}$$

$$45 \text{ ppm K} = 45 \text{ kg K}/1.000 \text{ ton}$$

$$= 90 \text{ kg K}/2.000 \text{ ton} = 90 \text{ kg K}/\text{ha}$$



$$39 \longrightarrow 47$$

$$90 \longrightarrow x$$

$$x = 108,46 \text{ kg K}_2\text{O}/\text{ha}$$

$$\circ 3 \text{ mg P}_2\text{O}_5 \longrightarrow \text{meq PO}_4^{3-}$$

resolução:

$$1. \text{ mg P}_2\text{O}_5/100 \text{ g} \longrightarrow \text{mg PO}_4^{3-} \longrightarrow \text{meq PO}_4^{3-}/100 \text{ g}$$



$$142 \longrightarrow (2 \times 95)$$

$$3 \longrightarrow x$$

$$x = 4,01 \text{ mg PO}_4^{3-}$$

$$1 \text{ meq PO}_4^{3-} \longrightarrow 31,67 \text{ mg}$$

$$x \longrightarrow 4,01 \text{ mg}$$

$$x = 0,13 \text{ meq PO}_4^{3-}/100 \text{ g}$$

$$2. \text{ mg P}_2\text{O}_5/100 \text{ g} \longrightarrow \text{meq P}_2\text{O}_5/100 \text{ g} \longrightarrow \text{meq PO}_4^{3-}/100 \text{ g}$$

$$23,67 \text{ mg P}_2\text{O}_5 \longrightarrow 1 \text{ meq P}_2\text{O}_5$$

$$3 \longrightarrow x$$

$$x = 0,13 \text{ meq P}_2\text{O}_5/100 \text{ g}$$

$$= 0,13 \text{ meq PO}_4^{3-}/100 \text{ g}$$

3. Exercícios propostos

Converter:

a. 0,003 % N para:

◦ Dados:

N = 14

O = 16

H = 1

Eq N = 14

Eq NH_4^+ = 18

Eq NO_3^- = 62

1. ppm N	2. kg N/ha	3. mg N/100 g
4. kg NO_3^- / ha	5. pp2m NH_4^+ / ha	6. meq NH_4^+ / 100 g
7. meq N / 100 g	8. % NO_3^-	9. ppm NO_3^-

Respostas: 1) 30 2) 60 3) 3 4) 266 5) 77,14 6) 0,21
7) 0,21 8) 0,0133 9) 133

b. 107 ppm K para:

◦ Dados:

K = 39

O = 16

Cl = 35,5

Eq K = 39

Eq KCl = 74,5

Eq K_2O = 47

1. % K	2. mg K/100 g	3. meq K %
4. kg K / ha	5. % K_2O	6. meq K_2O %
7. kg KCl / ha	8. meq KCl / 100g	9. ppm KCl

Respostas: 1) 0,0107 2) 10,7 3) 0,27 4) 214 5) 0,0129 6) 0,27
7) 408,8 8) 0,27 9) 204,4

c. 3,0 mg P/100 g para:

◦ Dados

P = 31

O = 16

Eq P = 10,33

Eq PO_4^{3-} = 31,67

Eq P_2O_5 = 23,7

1. % P	2. ppm P	3. kg P/ha
4. meq P/100 g	5. kg P_2O_5 / ha	6. meq P_2O_5
7. mg P_2O_5 / kg	8. % P_2O_5	9. meq PO_4^{3-}

Respostas: 1) 0,003 2) 30 3) 60 4) 0,29 5) 137,42 6) 0,29
7) 68,71 8) $6,87 \times 10^{-3}$ 9) 0,29



d. 0,5 meq Ca/100 g para:

o Dados
 Ca = 40
 O = 16
 Eq CaO = 28
 Eq CaCO₃ = 50

1. % Ca	2. ppm Ca	3. mg Ca/100 g
4. pp2m Ca	5. ppm CaO	6. meq CaO%
7. % CaCO ₃	8. meq CaCO ₃	9. µg CaCO ₃ /g

Respostas: 1) 0,01 2) 100 3) 10 4) 200 5) 140 6) 0,5 7) 0,025
 8) 0,5 9) 250

e. 240 kg Mg/ha para:

o Dados:
 Mg = 24
 C = 12
 O = 16
 Eq MgO = 20
 Eq MgCO₃ = 42

1. meq Mg/100 g	2. % Mg	3. pp2m MgO
4. meq MgO %	5. % MgCO ₃	6. meq MgCO ₃ %

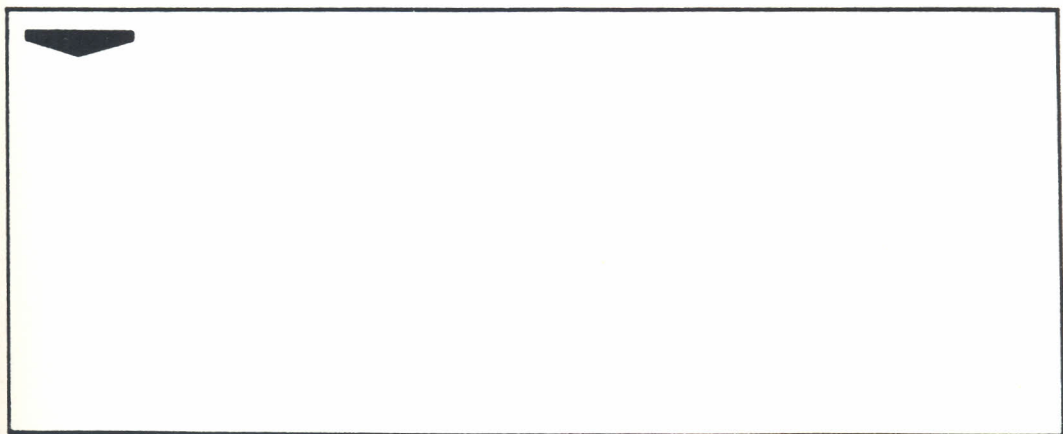
Respostas: 1) 1 2) 0,012 3) 400 4) 1 5) 0,042 6) 1

f. $3,4 \times 10^{-3}$ % Al₂O₃ para:

o Dados
 Al = 27
 O = 16
 Eq Al = 9
 Eq Al₂O₃ = 17

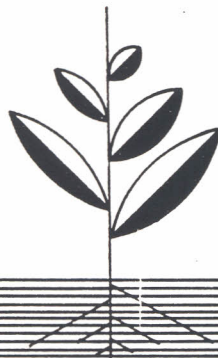
1. kg Al ₂ O ₃ / ha	2. meq Al ₂ O ₃ %	3. pp2m Al
4. meq Al/100g	5. % Al	6. ppm Al

Respostas: 1) 68 2) 0,2 3. 36 4) 0,2 5) $1,8 \times 10^{-3}$ 6) 18



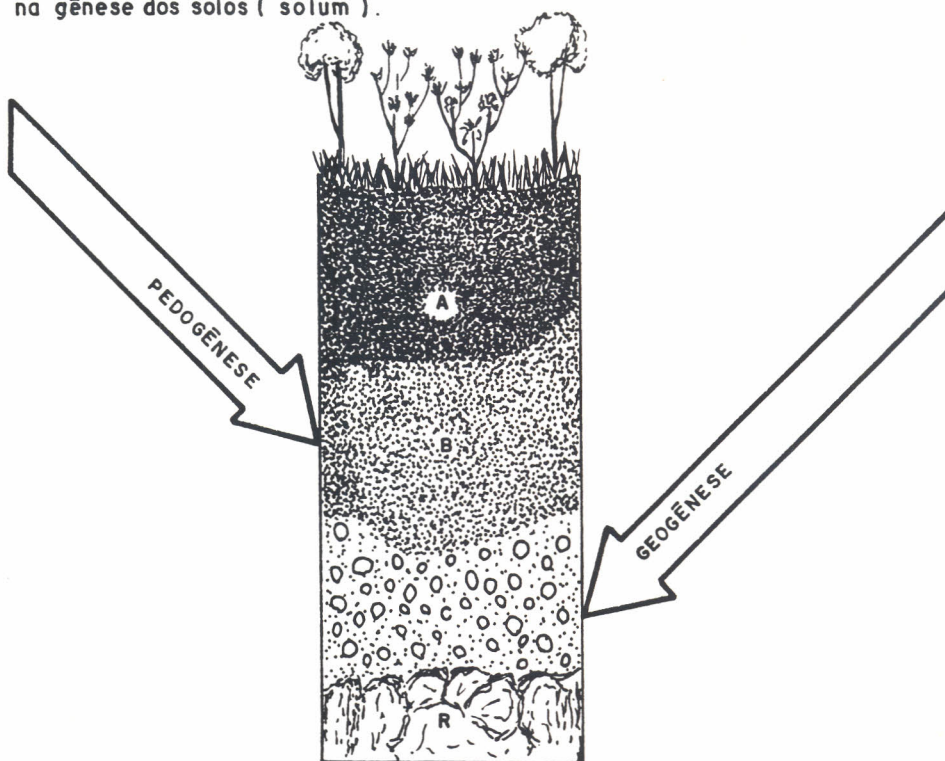
7. Pedogênese

1. Conceito
2. Processos Pedogenéticos
3. Ilustração sintética do capítulo



1. Pedogênese (conceito)

Parte da Ciência do Solo que explica os fatores e processos que intervêm na gênese dos solos (solum).



2. Processos Pedogenéticos

Reações e/ou mecanismos (químico, físico e biológico) que produzem no " solum " características correlacionadas com os Fatores de Formação.

2.1. Adição

- Difere:
 - o Tipo de material
 - o Origem do material

2.1.1. Classes de materiais

a. Matéria orgânica

- o Parte aérea e raízes dos vegetais (75-85% das adições anuais);
- o Contribuição em profundidade;
- o Acumulações moderadas de matéria orgânica na superfície do solo —> horizontes: O₁; O₂ e A₁;

obs: para a formação dos Solos Orgânicos, contribuem:

- Excesso de água e reduzida velocidade de decomposição da matéria orgânica;
- Baixas temperaturas (Regiões frias);
- pH baixo (os fungos tem menor velocidade de decomposição que as bactérias).

ADIÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA kg/ha/ano		
Vegetação	Profundidade (cm)	
	0	15
Campo	312	540
Floresta	100	200

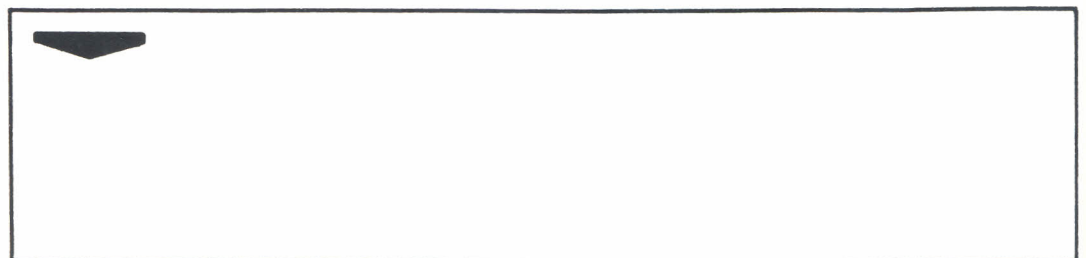
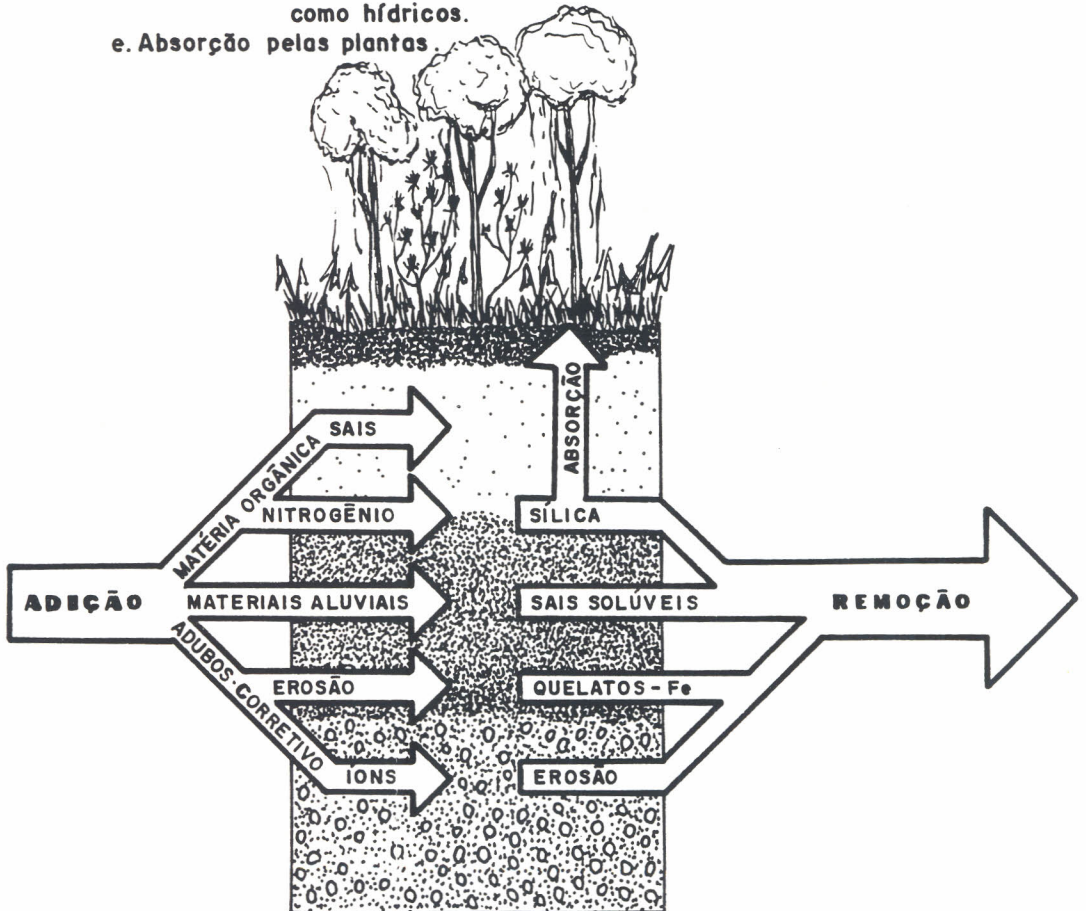
- b. Produtos erosionados e levados pelas águas nos declives.
- c. Adições de materiais aluviais depositados em áreas planas pelos rios e mares
- d. Adições de materiais eólicos.
- e. Adições de certos íons por movimentação lateral de solos adjacentes.
- f. Adição de Nitrogênio (chuvas, agentes eólicos, etc).
- g. Adição de sais ($EP > P$).
- h. Adição de fertilizantes e corretivos.

2.2. Remoção

Em geral, ocorre quando a precipitação é maior que a evaporação, e envolve lixiviação (transporte de íons) e eluviação (transporte de partículas).

2.2.1. Classes de materiais

- a. Sais solúveis
 CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , NO_3^- e NO_2^- de metais alcalinos e alcalinos ferrosos.
- b. Sílica (SiO_2)
Na etapa final da evolução dos solos.
- c. Quelatos - Fe sob condições de redução.
- d. Remoções por erosão da superfície do solo, tanto por agentes eólicos, como hídricos.
- e. Absorção pelas plantas.



2.3. Translocação

É o movimento de materiais e substâncias dentro do perfil, produzindo acumulações e modificações visíveis na distribuição desses materiais no perfil.

A translocação é atribuída às seguintes condições:

- o Precipitações inadequadas;
- o Retardamento da lixiviação por impedimento à percolação da água e à eliminação da mesma por drenagem.

2.3.1. Principais translocações

a. Sais

- o Carbonatos, bicarbonatos, cloretos e sulfatos acompanhados de K, Na, Mg e Ca. Estes se acumulam no solo (manchas brancas), quando a produção é maior que a lavagem.

b. Argilas

o Condições:

- Existir água suficiente para mover a argila no perfil;
- A argila não esteja agregada ou cimentada, ou em quantidade insuficiente para mover-se;
- Existam macroporos para realmente haver a translocação da argila e a visibilidade do processo.

c. Sesquióxidos

- o Al, Mn e Fe por quelação com a matéria orgânica, deslocam-se para a camada sub-superficial (A → B), onde decompõem-se ou precipitam-se.

d. Matéria orgânica

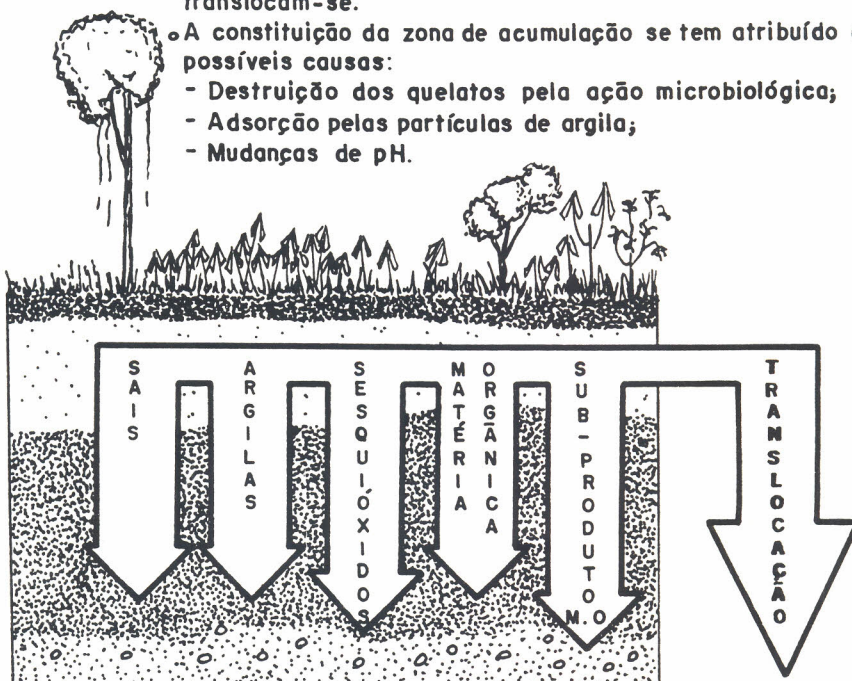
- o Através: poros, fendas, lavagem e organismos vivos (minhocas).

e. Sub-produtos da decomposição da matéria orgânica

- o Ácidos húmicos e fúlvicos geralmente formam complexos com cátions como: Fe, Al, Mn, Zn e Ca na forma de quelatos e translocam-se.

- o A constituição da zona de acumulação se tem atribuído a várias possíveis causas:

- Destruição dos quelatos pela ação microbiológica;
- Adsorção pelas partículas de argila;
- Mudanças de pH.



2.4. Transformações

São processos pedogenéticos mais extensos e complicados.

Podem ser de caráter:

- Físico ou mecânico
- Causadas por intemperização

2.4.1. Físico ou mecânico

a. Formação de estrutura (agregados)

É necessário que os colóides floculem, que haja mudanças de volume (secagem e umedecimento) e o efeito das raízes se faça presente para que ocorra a formação de estrutura.

A estabilidade dos agregados é função, principalmente, de:

Compostos orgânicos, sesquióxidos de Fe e Al, carbonatos e argila.

b. Pedoturbação (minhocas, cupins)

c. Fendilhamento e auto-inversão

Solos com elevado teor de argilas 2:1 ocorrem os microrrelevos (gilgai).

2.4.2. Intemperização

a. Alteração química por oxidação e redução

Neste processo, o oxigênio tem a máxima importância como agente de decomposição das rochas, especialmente por seus efeitos sobre os minerais de Ferro e Manganês.

Compostos Ferrosos e Manganosos se oxidam facilmente e passam a Férricos e Mangânicos.

- Quando reduzidos → Solos:
 - (Fe⁺⁺) . Negros
 - . Esverdeados ou cinzas
- Quando oxidados → Solos:
 - (Fe⁺⁺⁺) . Amarelos
 - . Brunados ou vermelhos

a.l. Importâncias

◦ Favorece a alteração de muitas rochas (transformações químicas e as tornam desagregáveis);

◦ Permite identificar, nos solos, as zonas de oxidação (favoráveis para converter o solo em suporte para as plantas superiores) e de redução (geralmente mais profunda e em presença de água estagnada e matéria orgânica, onde tem lugar os processos redutores);

◦ Dependendo das condições climáticas favoráveis (climas quentes e úmidos), pode originar nos solos, produtos prejudiciais como H₂SO₄ e FeSO₄, nocivos aos vegetais, quando em excesso.

Em ambientes de redução:



◦ Nas transformações da matéria orgânica e no desenvolvimento biológico do solo.

b. Alteração química por dissolução e hidrólise

◦ Dissolução

A água, devido sua ação dissolvente e hidrolítica, em contato com os minerais pode causar uma série de transformações de ordem química.

Águas encontradas na Litosfera não são puras, são impregnadas de CO₂ e ácidos orgânicos complexos, que lhes garantem poder dissolvente sobre certos minerais.

◦ Hidrólise

A maior parte dos compostos da crosta terrestre constitui-se de silicatos, o intemperismo químico desses minerais pela água se dá por hidrólise, onde o agente ativo é o íon H⁺ (oriundo da ionização da água e dos ácidos húmicos da matéria orgânica).

◦ Hidratação

É a fixação de moléculas de água pelas estruturas de alguns minerais (não há reação química).

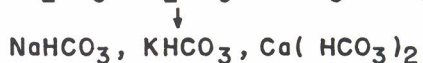


c. Alteração química por carbonatação

É um processo de decomposição das rochas e minerais que resulta da ação do anidrido carbônico, principalmente dissolvido em água sobre os carbonatos, transformando-os em bicarbonatos.



Obs:



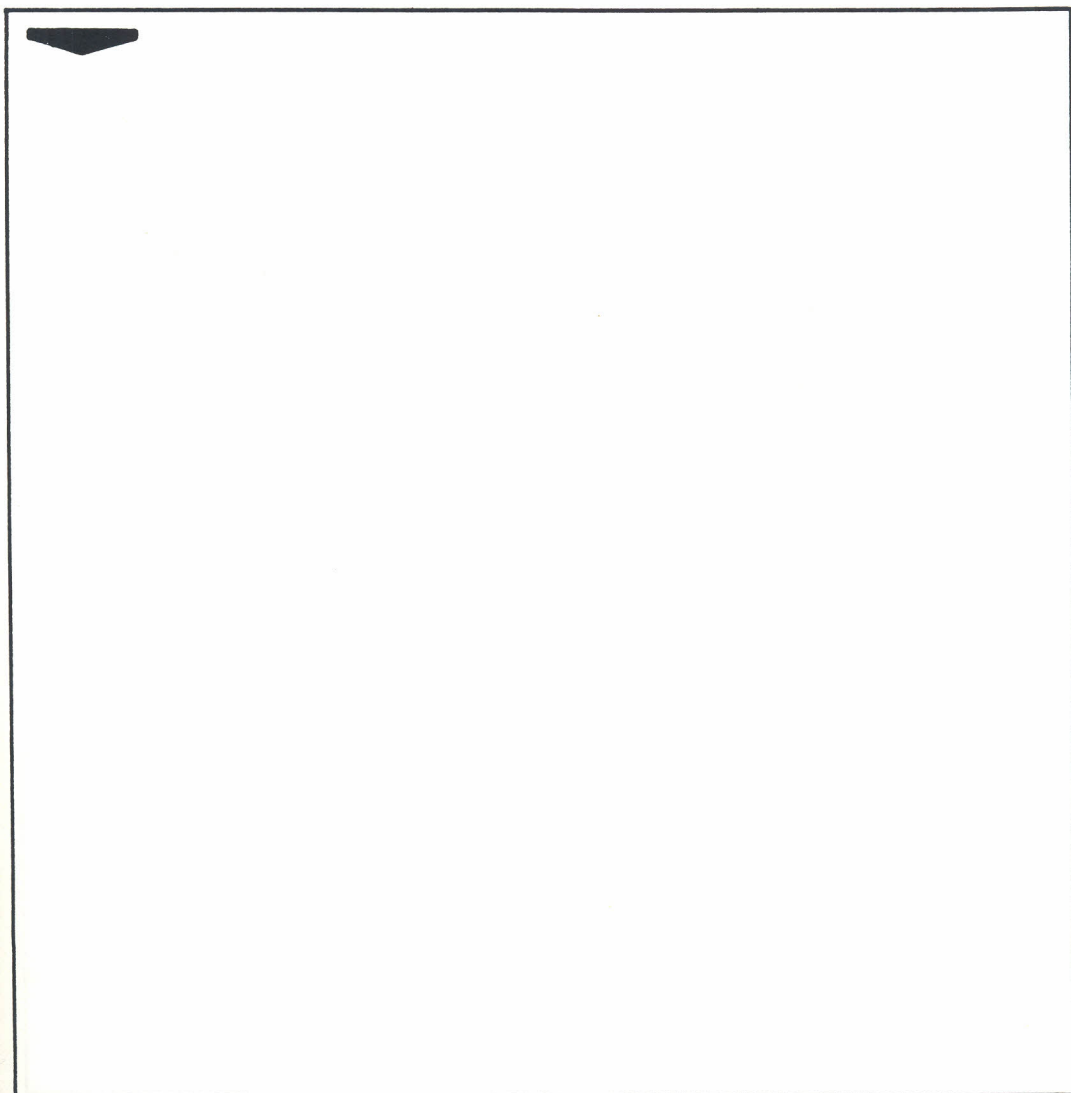
d. Intemperismo biológico

Verdadeiramente não existe, o que ocorre são ações físicas e químicas desenvolvidas pelos organismos vivos, que contribuem para a destruição das rochas e transformações que ocorrem nos solos.

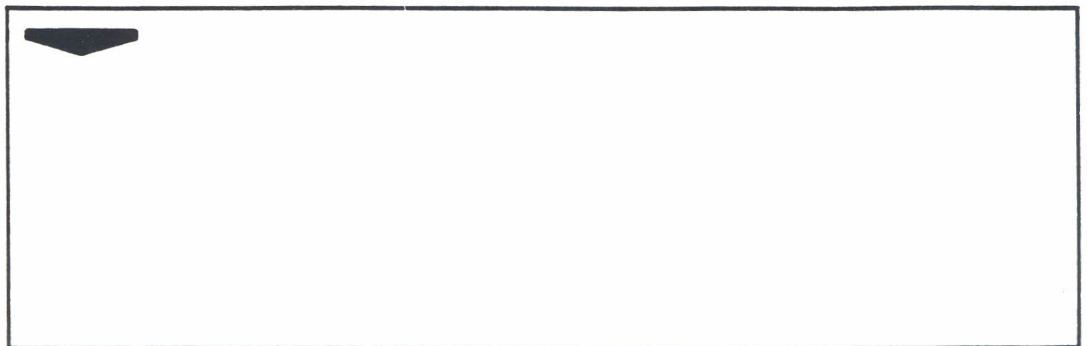
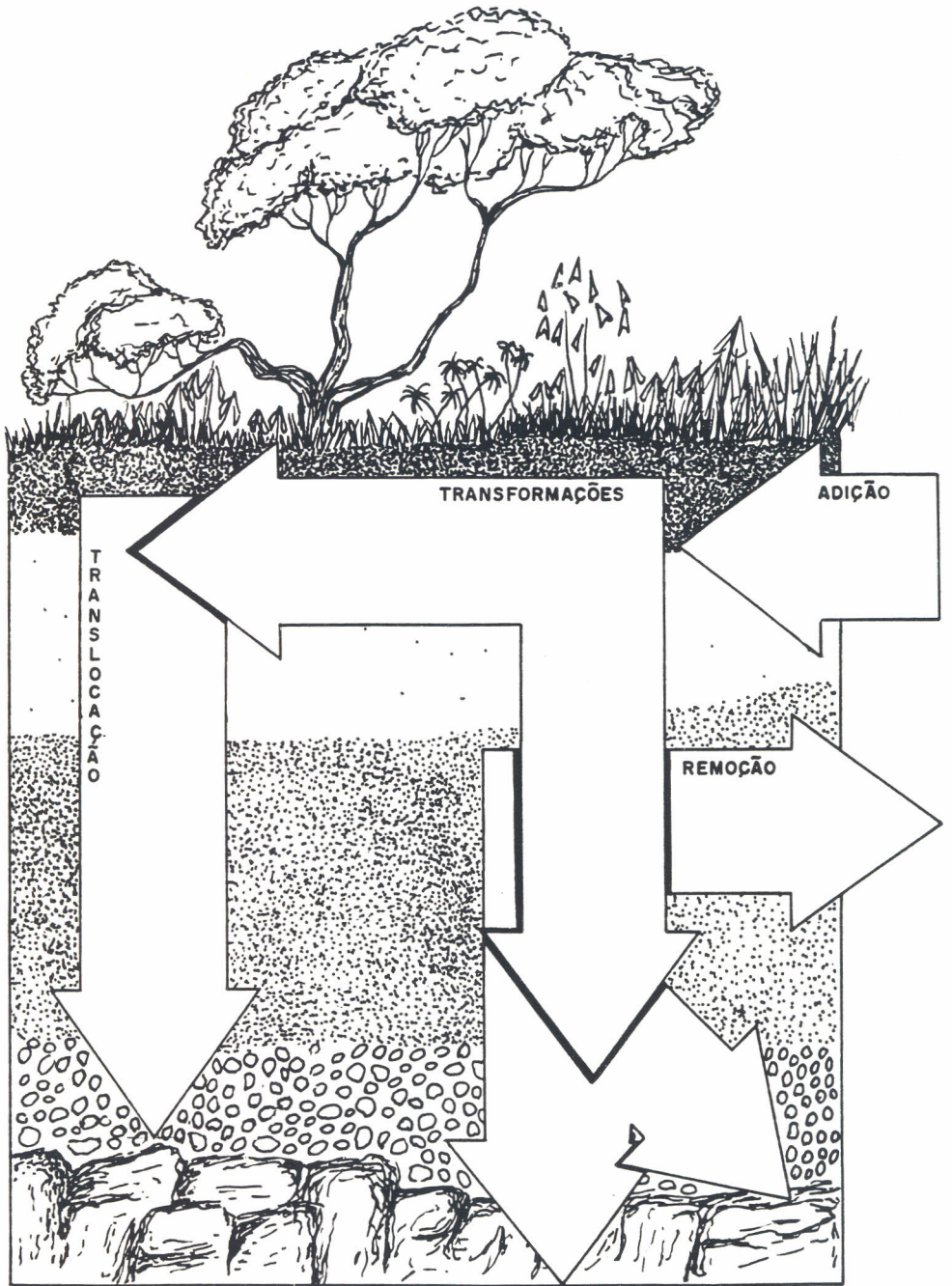
O principal papel dos agentes orgânicos na natureza se manifesta através da ação química, a qual é favorecida pelo CO_2 resultante da atividade vital e da decomposição da matéria orgânica.

Todos os seres vivos, aeróbios, consomem O_2 e eliminam CO_2 durante a respiração. Daí a importância da carbonatação originada pela respiração das raízes, e da microflora e microfauna do solo.

Toda combustão da matéria orgânica que se dá no solo, constitui fonte de CO_2 para posterior carbonatação.

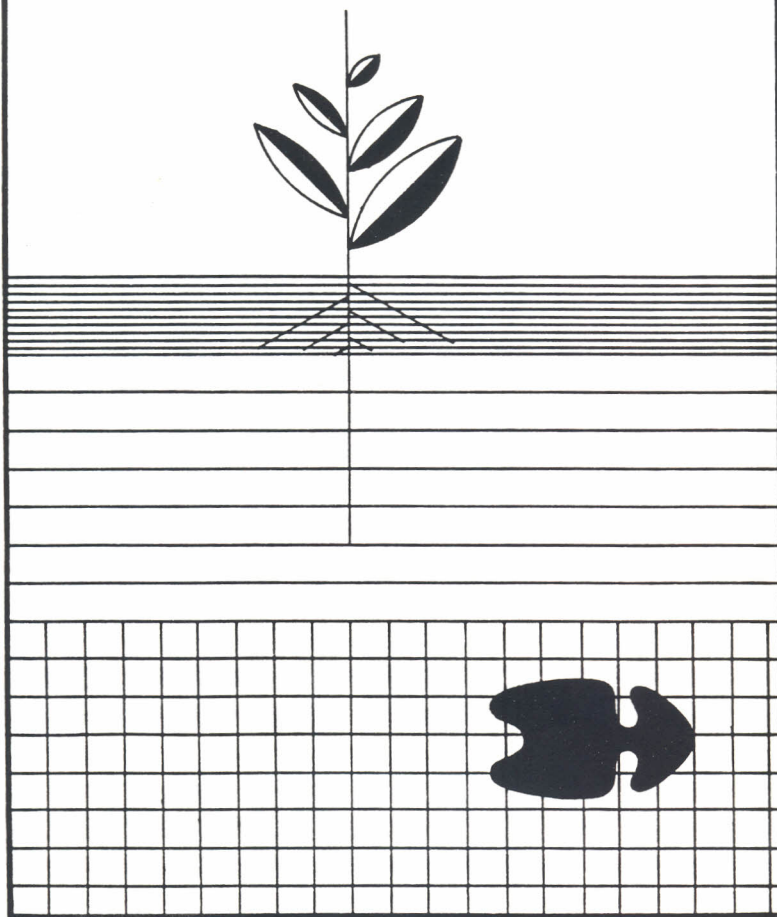


3. Ilustração sintética do capítulo
a. Processos pedogenéticos



8. Tipos de Formação dos Solos

- 1. Conceito
- 2. Principais tipos de formação dos solos
- 3. Tipos de formação do solo, condições ambientais e reações que os caracterizam
- 4. Ilustrações sintéticas do capítulo



1. Conceito

É o conjunto de Processos Pedogenéticos que atuam em condições específicas, originando solos com características bem definidas.

2. Principais Tipos de Formação de Solos

1. Latossolização ou Latolização

* É um processo decorrente da intensa lixiviação de bases e sílica (SiO_2) com concentrações de Fe e Al, onde a precipitação é maior que a evapotranspiração potencial em grande parte do ano.

1.1. Adição

- Muita matéria orgânica (Floresta Tropical), contrabalançada pela elevada taxa de decomposição (Clima Quente e Úmido);
- Biociclagem das bases.

1.2. Remoções

- Bases (Na, K, Ca, Mg) e sílica (SiO_2) por lixiviação para o lençol freático.

1.3. Translocações

- Não são importantes (são reduzidas), devido ao intenso processo de lixiviação das substâncias móveis, levando-as ao lençol freático (Remoções).

1.4. Transformações

- Intenso intemperismo químico, com dominância de minerais Al_2O_3 e óxidos de Ferro e Alumínio.

1.5. Solos originados

◦ Latossolos

→ Sequência de horizontes: $A_1 / A_3 / B_1 / B_2 / B_3 / C$;

→ Sem gradiente textural;

* → Solos profundos com baixo grau de diferenciação entre horizontes.

Ele mesmo + cl com fe de cima?



2. Podzolização

É um processo que ocorre como consequência da eliminação de bases por lixiviação e do desenvolvimento de um estado ácido na superfície.

2.1. Adição

- Considerável acúmulo de matéria orgânica ácida.

2.2. Remoção

- Lixiviação, principalmente de cátions.

2.3. Translocações

- Sesquióxidos de Ferro e Al, na forma de Quelatos com a matéria orgânica → Horizontes **B_h**, **B_{hir}**.
- Argilas → Horizonte **B_t**.

2.4. Transformações

- Ocorrem quando há no solo materiais não intemperizados, originando argilas, principalmente do grupo 1:1

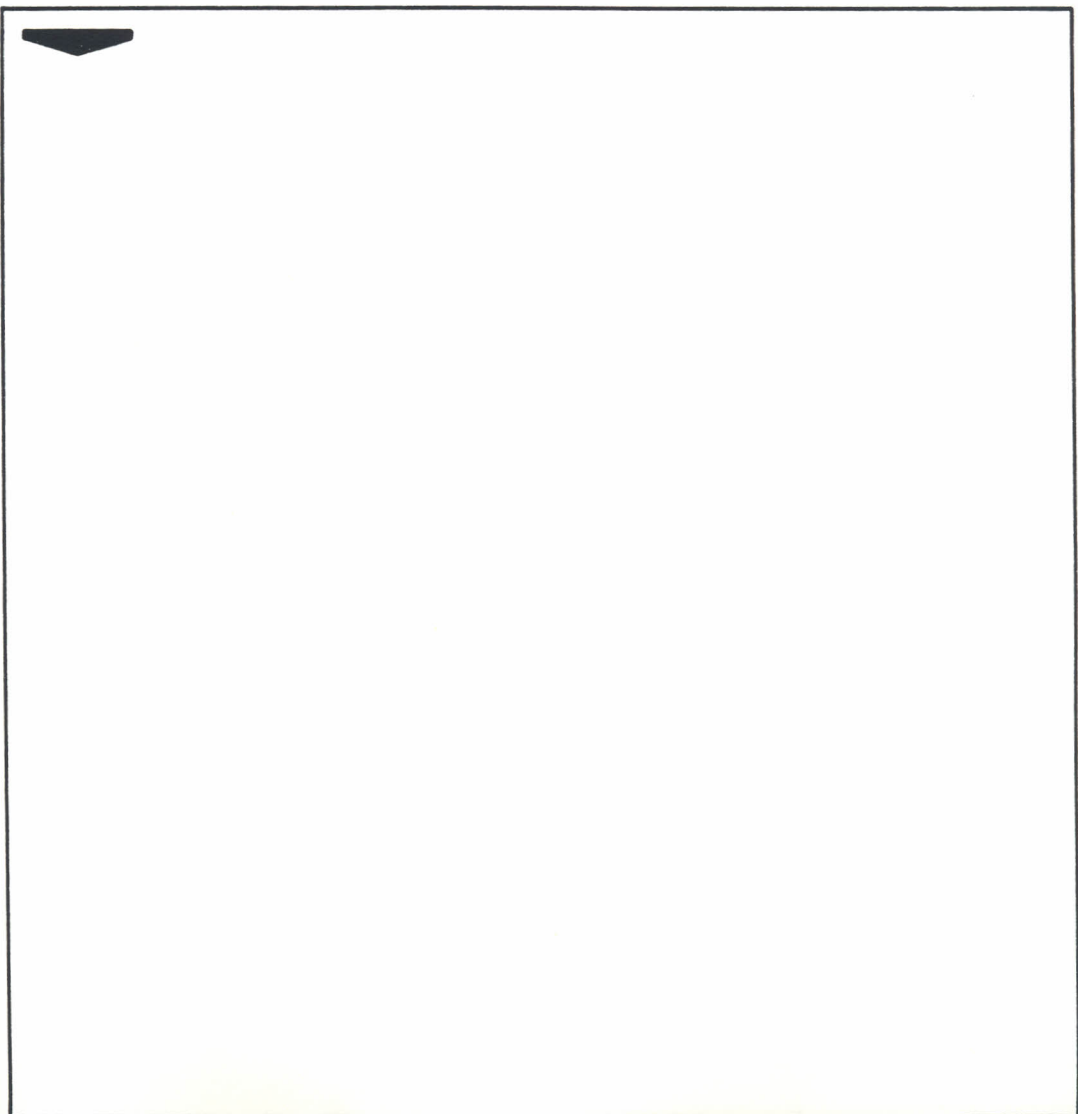
2.5. Solos originados

◦ Podzóis

- Sequência de horizontes: **A₁ / A₂ / B_{hir} / C**;
- Ácidos;
- Baixa soma de bases (valor V).

◦ Podzólicos

- Sequência de horizontes: **A₁ / A₂ / B_t**.
- Apresentam gradiente textural.



3. Gleização

É um processo que ocorre nos solos que se apresentam sob condições de drenagem imperfeita, impedida ou alagamento completo.

A principal característica, são as condições do solo que se apresenta sob redução no perfil (Fe, Mn), gerando cores acinzentadas.

3.1. Adição

- Acúmulo de matéria orgânica na superfície, com baixa taxa de mineralização.

3.2. Remoções

- Principalmente dos compostos de Ferro e Manganês, por drenagem lateral.

3.3. Translocações

- Fe, Al, Mn e matéria orgânica.

3.4. Transformações

- Pouco intensas, com exceção dos compostos de Fe e Mn.

3.5. Solos originados

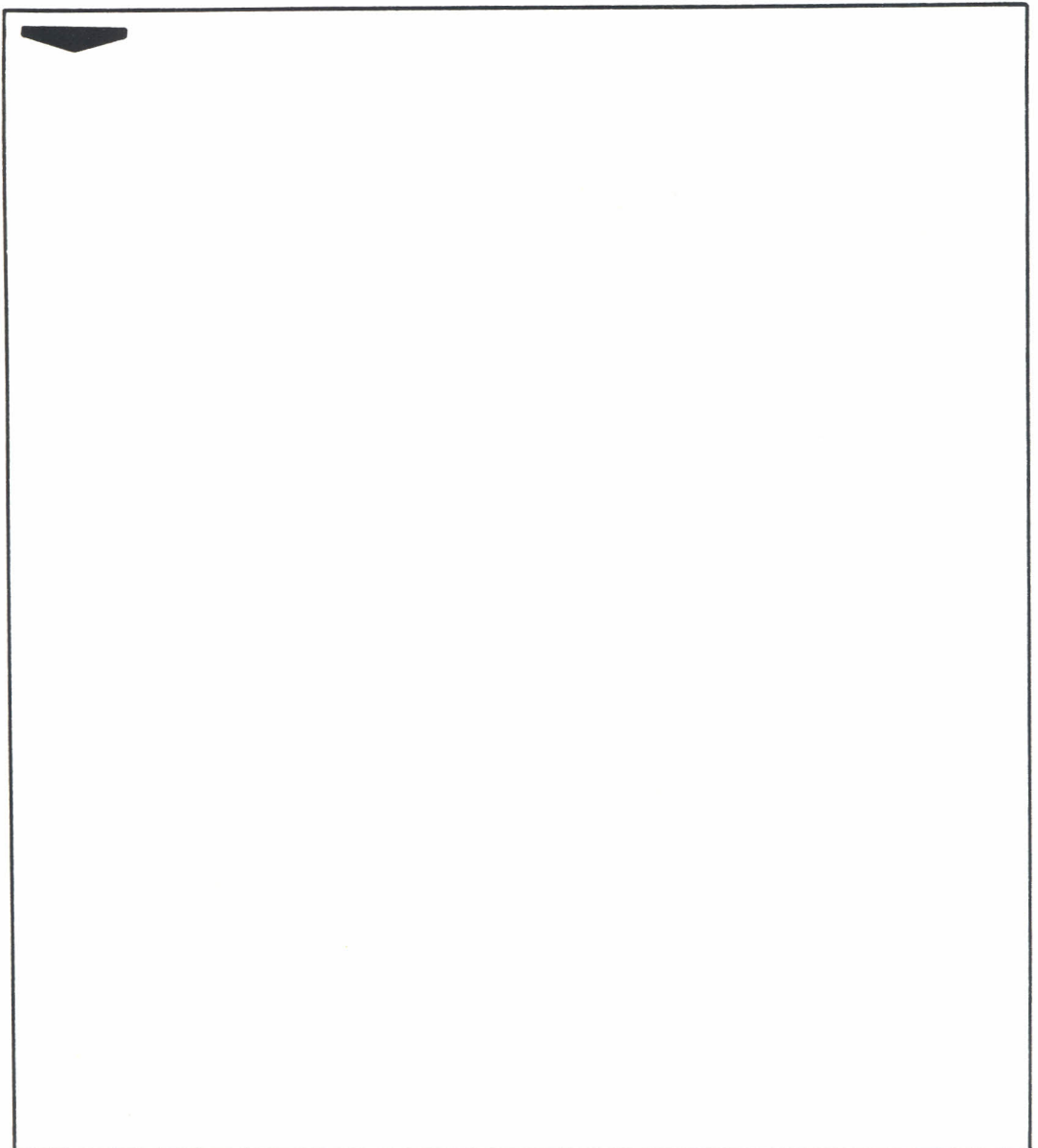
- **Gley Húmico**

- **Gley Pouco Húmico**

→ Sequência de horizontes: A/Bg /Cg ou A/Cg

- **Solos Orgânicos**

- **Plintossolos**



4. Calcificação ou Carbonatação

É o conjunto de processos combinados que levam à concentração de CaCO_3 em determinada parte do perfil.

4.1. Adição

- Muita matéria orgânica no horizonte A_1 (ciclagem radicular, vegetação: campo).

4.2. Remoções

- Insignificantes ($EP > P$). A precipitação é insuficiente para causar lixiviação.

4.3. Translocações

- Afeta aos carbonatos de Ca e Mg, bem como o sulfato de Ca. São lixiviados do **A** para o **B**, ou **C**, originando os horizontes **B_{Ca}** e/ou **C_{Ca}**.

4.4. Transformações

Há, por transformação dos minerais primários, aparecimento de argilominerais 2:1.

4.5. Solos originados

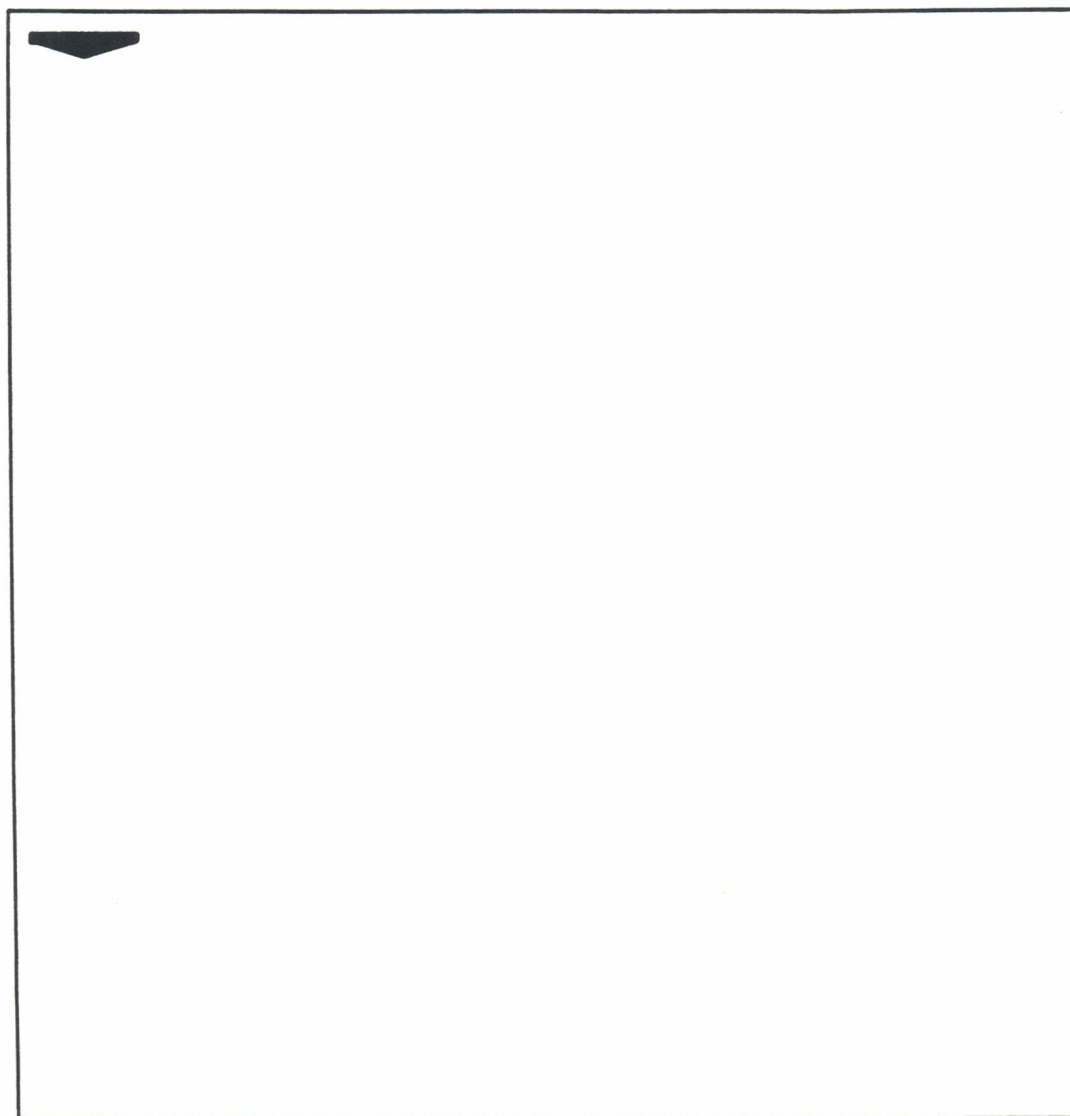
- **Brunizem**

- **Vertissolo**

- **Planossolo**

→ Horizonte **A** escuro com boa agregação;

→ Valor S alto.



5. Salinização

Processo típico de climas áridos, onde $P \ll EP$ durante grande parte do ano.

Nos períodos secos, sulfatos e cloretos de **Na**, **K**, **Ca** e **Mg** acumulam-se na superfície do solo, chegando a formar crostas brancas (**Solonchak**).

5.1. Adições

◦ São insignificantes (pouca matéria orgânica, sedimentos eólicos).

5.2. Remoções

◦ Não ocorre ($P \ll EP$).

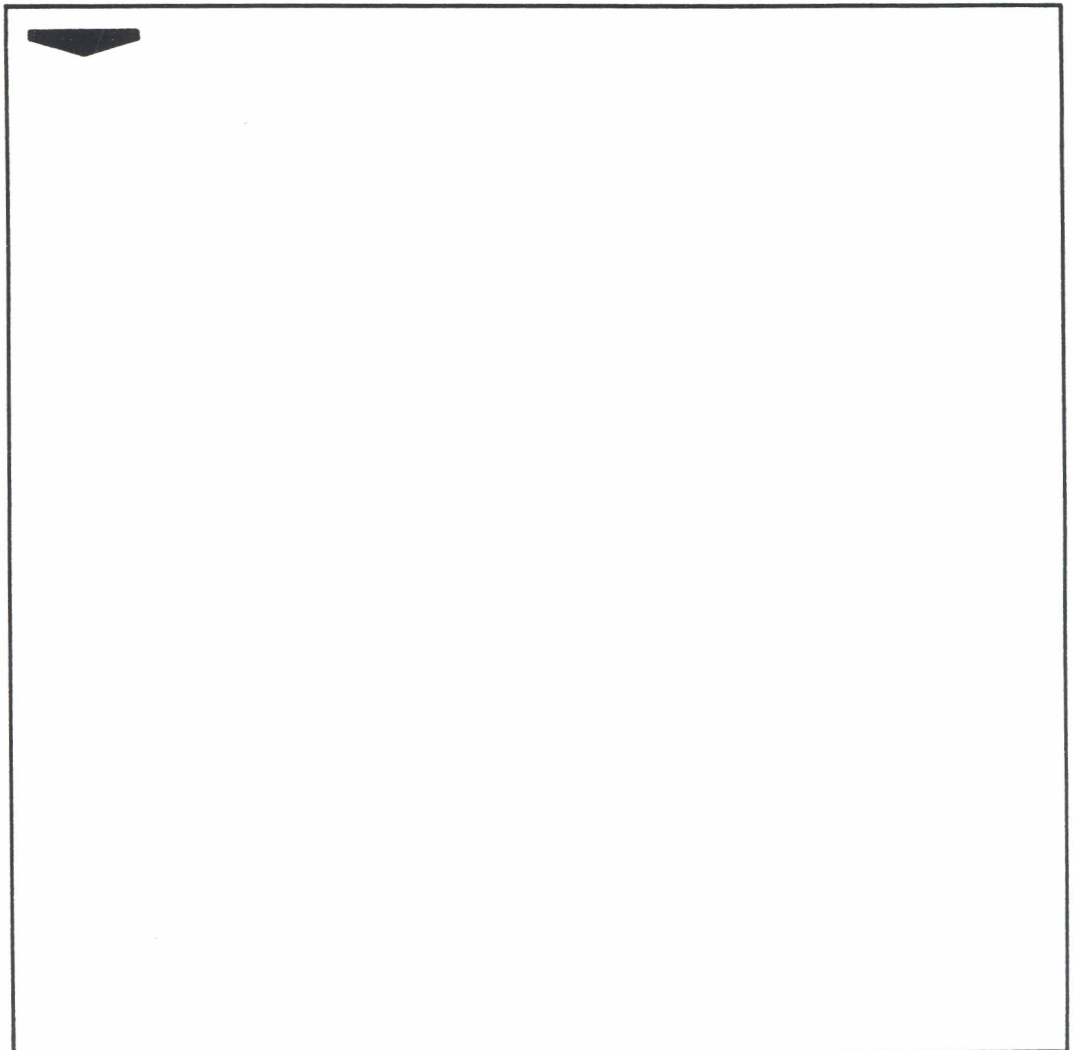
5.3. Translocações

◦ Ascensão de carbonatos, bicarbonatos de **Na** e de sais neutros (Cloretos e sulfatos de **Na**, **K**, **Ca** e **Mg**) e deposição a pouca profundidade no horizonte **B** na forma de pontuações brancas, capas delgadas ou manchas.

5.4. Transformações

◦ Nos solos salinos (**Solonchak**) e alcalinos (**Solonetz**), as transformações consistem, principalmente na formação de argilominerais 2:1.

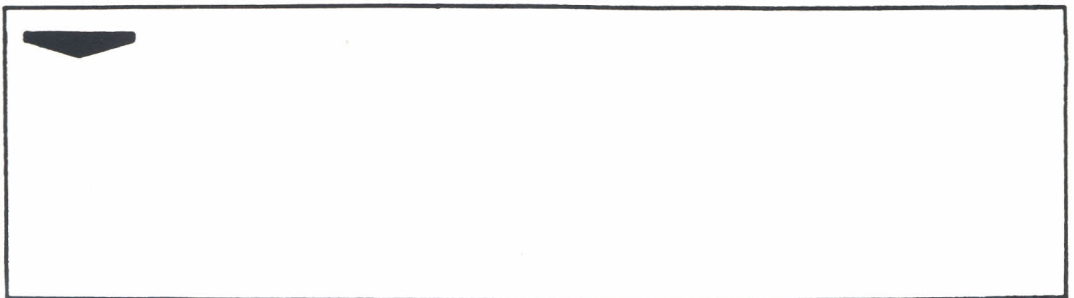
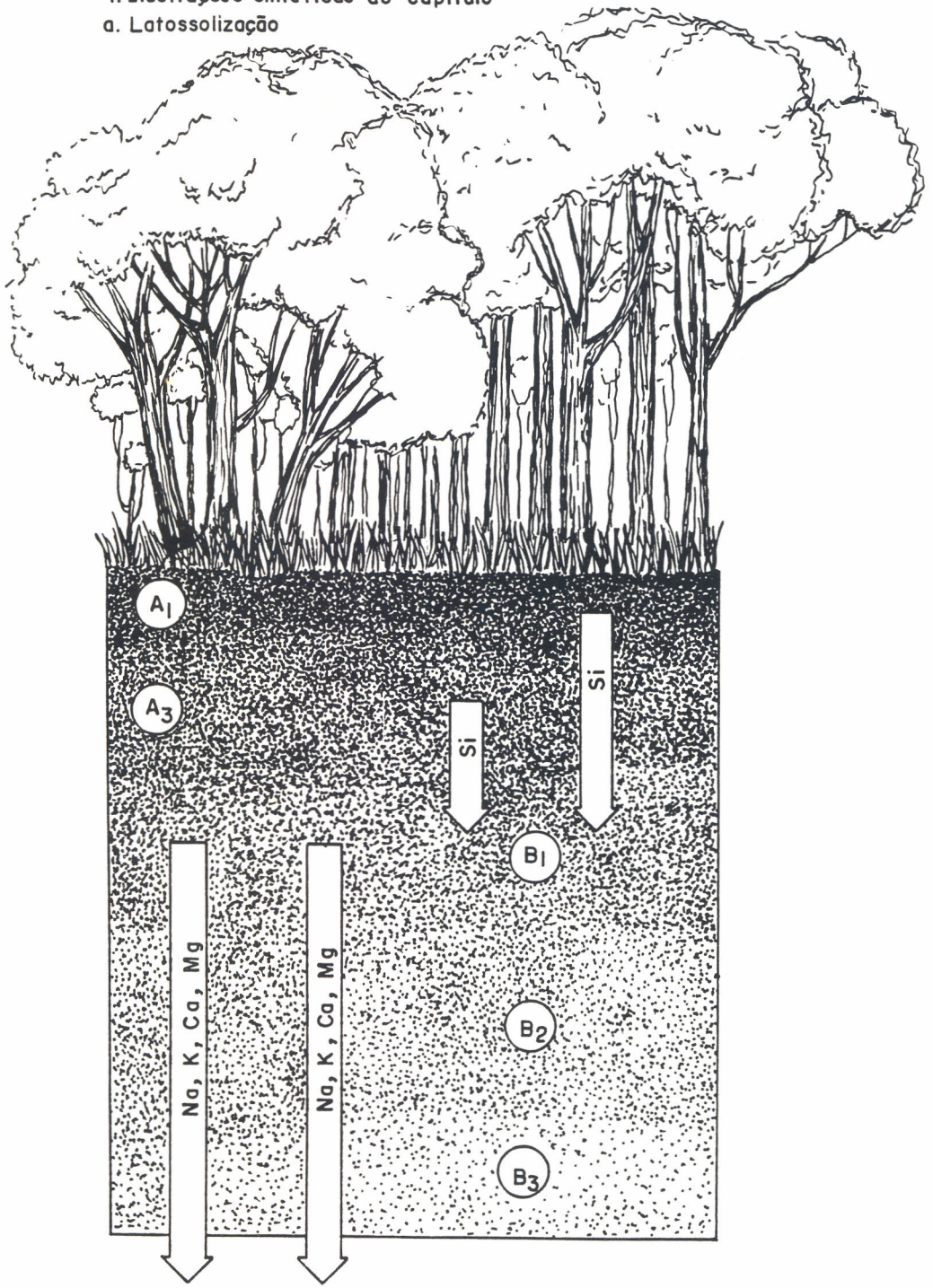
Obs: Os carbonatos (**Na**) dissolvem a matéria orgânica, dando uma coloração escura à crosta de sais da superfície originando o chamado **Álcali Negro** (**Solonetz**), que em condições de melhora de drenagem → **Solonetz Solidizado** .



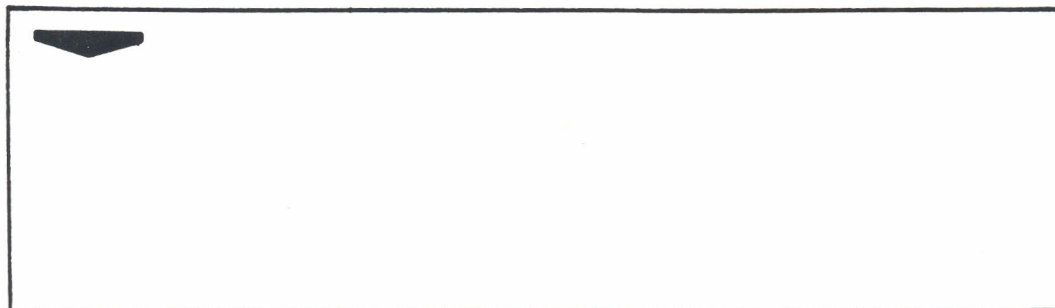
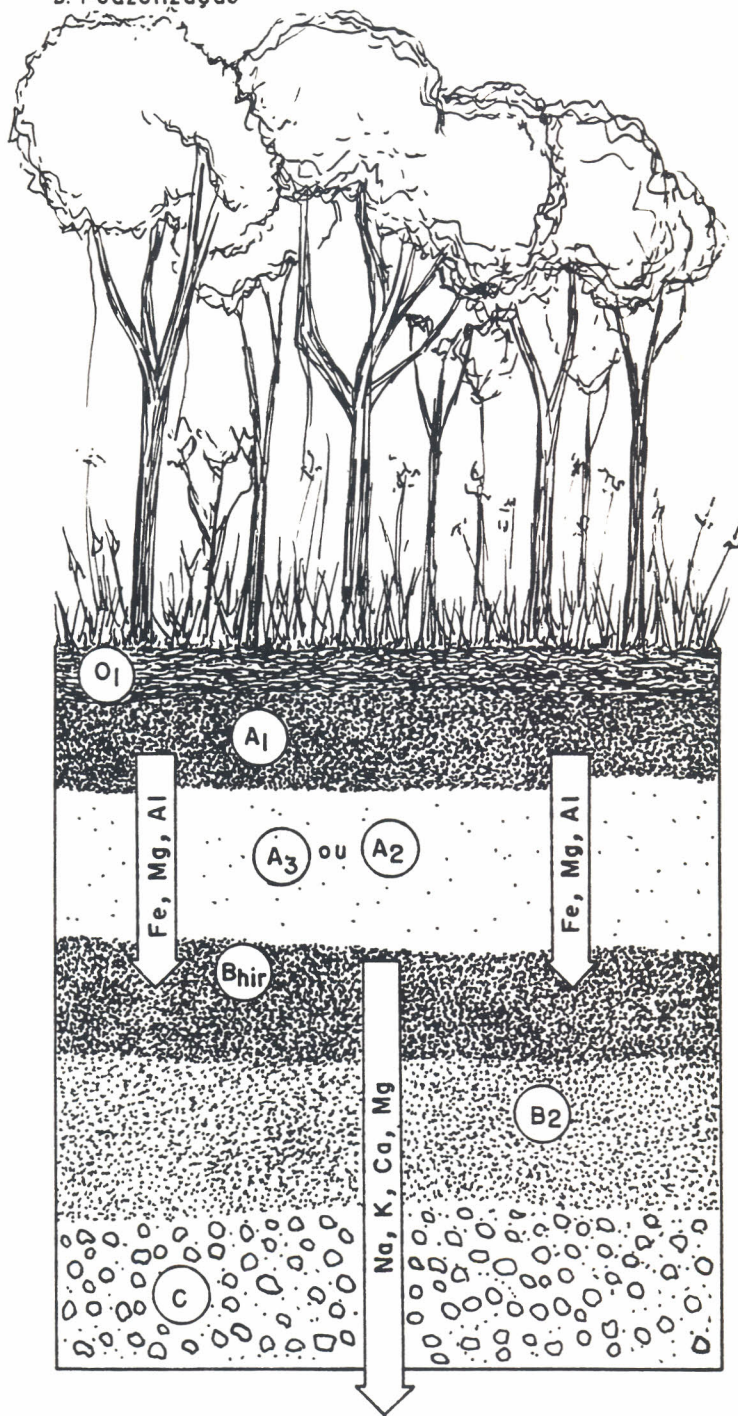
3. Tipos de formação do solo, condições ambientais e reações que os caracterizam

CONCEITO, CONDIÇÕES AMBIENTAIS E REAÇÕES		TIPOS DE FORMAÇÃO DOS SOLOS				
		PODZOLIZAÇÃO	LATOSSOLIZAÇÃO	CALCIFICAÇÃO	GLEIZAÇÃO	SALINIZAÇÃO
Conceito		Lixiviação de bases, acidificação, formação e transferência de complexos-metálicos.	Lixiviação de bases e sílica, e transformação integral do material de origem com formação de óxidos.	Concentração de bases (Ca) sob forma de concreções nos horizontes inferiores.	Redução de Fe, Mn e Al. Translocação e remoção dos mesmos e formação de horizontes cinzentos.	Ascensão de sais (Na) à superfície com salinização do solo.
Precipitação x Evapotranspiração		$P > E$	$P > E$	$P \leq E$	$P > E$	$P < E$
Temperatura		Baixas: $< 25^{\circ} C$	Altas: $> 25^{\circ} C$	Baixas: $< 25^{\circ} C$	Variável	Variável
Vegetação		Coníferas	Matas Latifoliadas	Campos	Aguapés, ciperáceas, taboca	Esparsa: Xerófitas
REAÇÕES	Adição	Matéria orgânica	Pouca matéria orgânica	Muita matéria orgânica	Muita matéria orgânica	Sedimentos eólicos e fluviais ou marinhos
	Remoção	Cátions, principalmente K	Cátions e sílica	Poucos íons solúveis	Fe, Mg, Al e bases por movimentação lateral	Insignificante
	Translocação	Complexos orgânicos do A para Bh1r	Não importante	Argila e bases da superfície à sub-superfície	Fe, Mn, Al, bases e argila	Ascensão de sais solúveis
	Transformação	Minerais primários à argilas 1:1 e óxidos	Minerais primários à argilas 1:1, óxidos e hidróxidos	Minerais primários à argilas 2:1 esmectita	Minerais primários à argilas 2:1 e 1:1	Minerais primários à argilas 2:1
Classes de solos		<ul style="list-style-type: none"> • Podzols • Podzólicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Latossolos 	<ul style="list-style-type: none"> • Brunizem • Planossolo • Vertissolo 	<ul style="list-style-type: none"> • Gley Húmico • Gley Pouco Húmico • Solos Orgânicos • Plintossolos 	<ul style="list-style-type: none"> • Solonetz • Solonchak

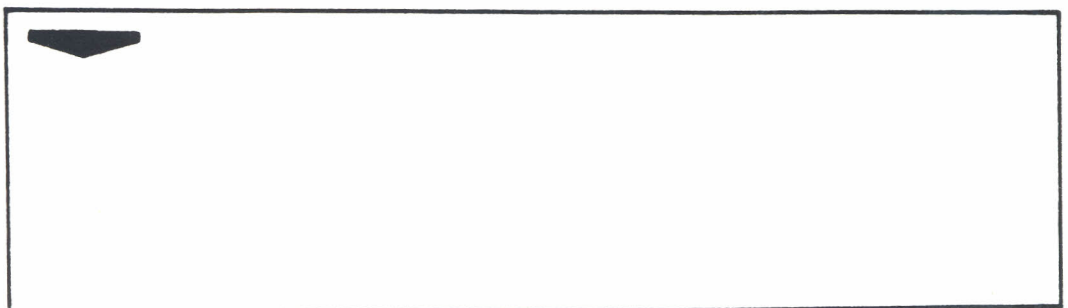
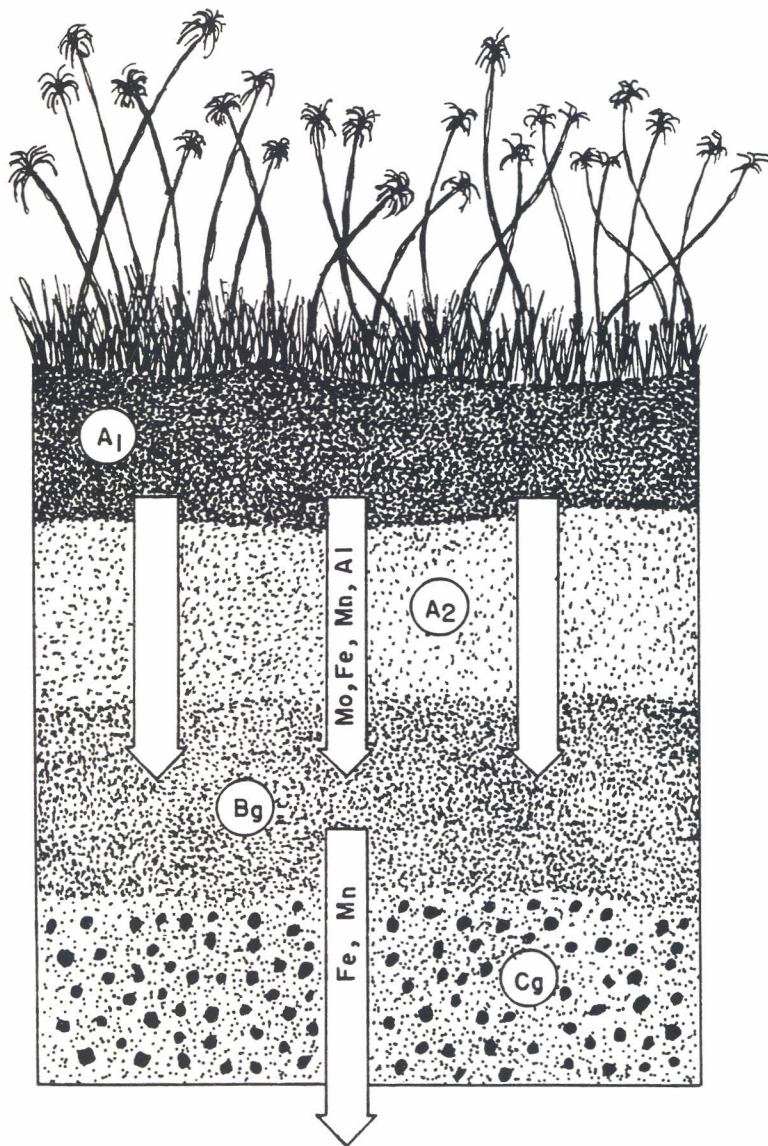
4. Ilustrações sintéticas do capítulo
a. Latossolização



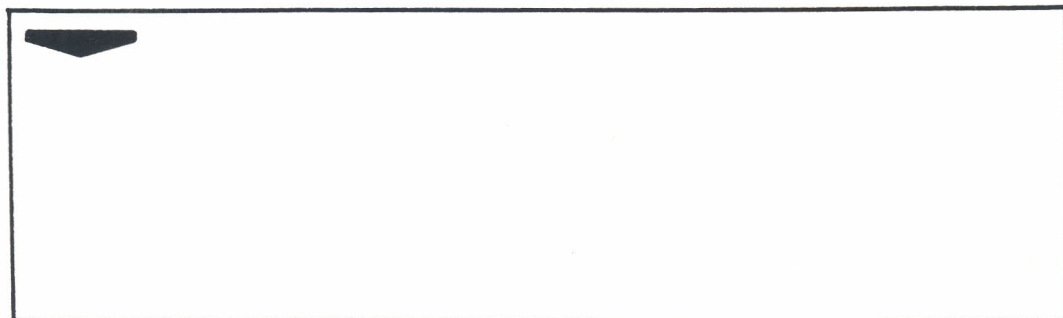
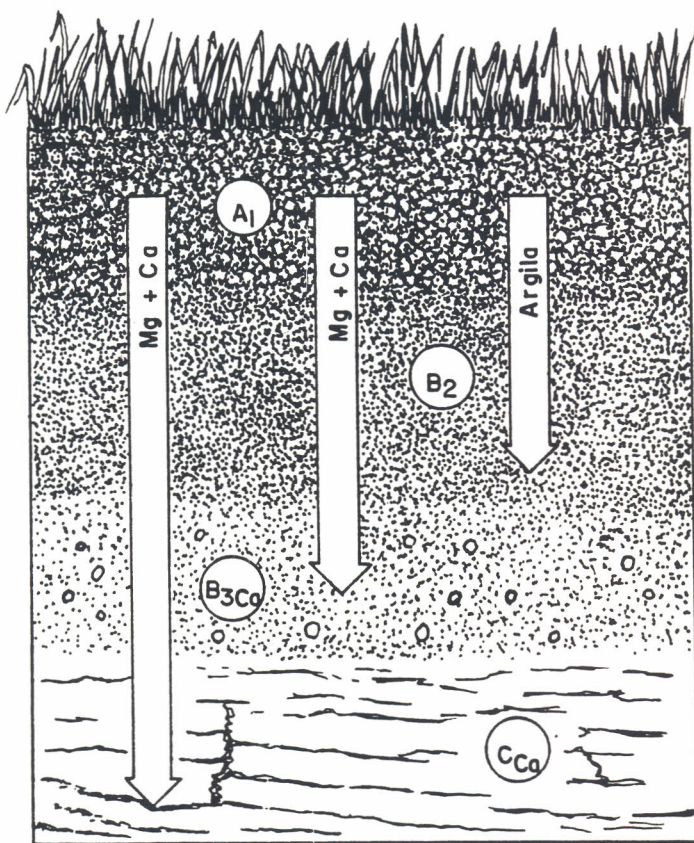
b. Podzolização



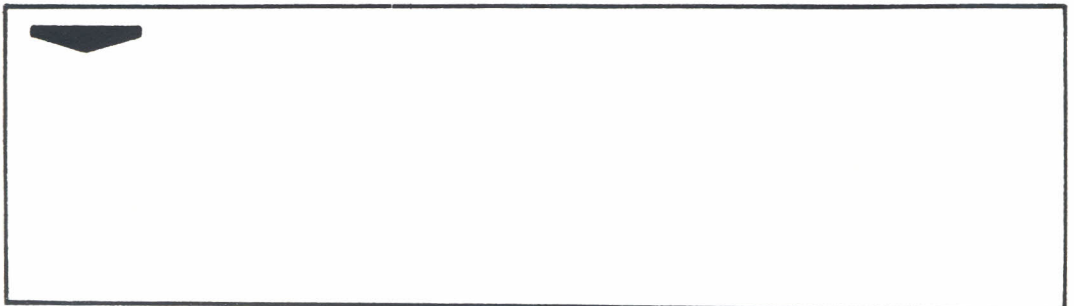
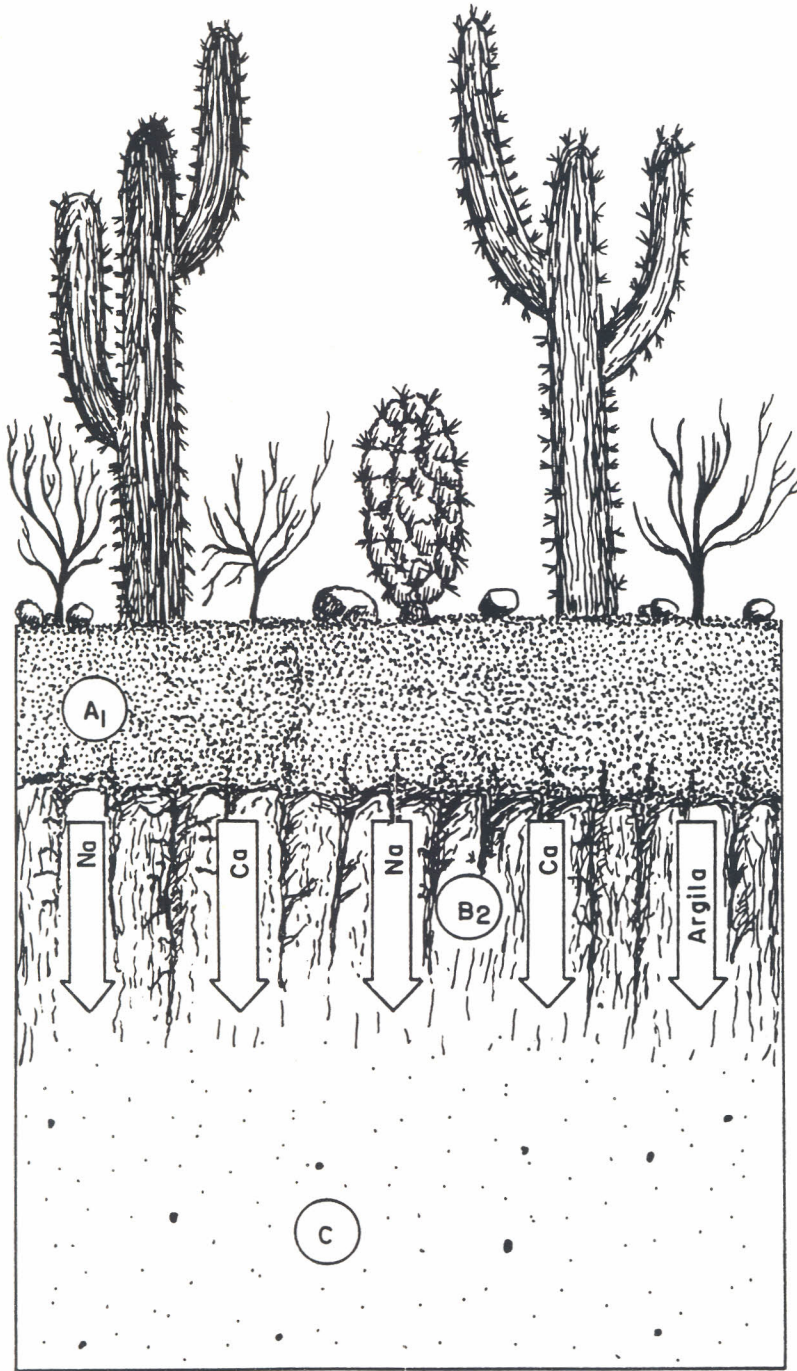
c. Gleização



d. Carbonatação

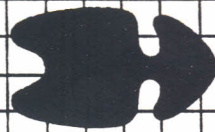


e. Salinização



9. Propriedades Físicas dos Solos

1. Análise Granulométrica
2. Densidade
3. Porosidade Total
4. Umidade do Solo
5. Aeração do Solo
6. Estrutura do Solo



I. Análise Granulométrica

Indica a porcentagem de areia, silte e argila do solo.

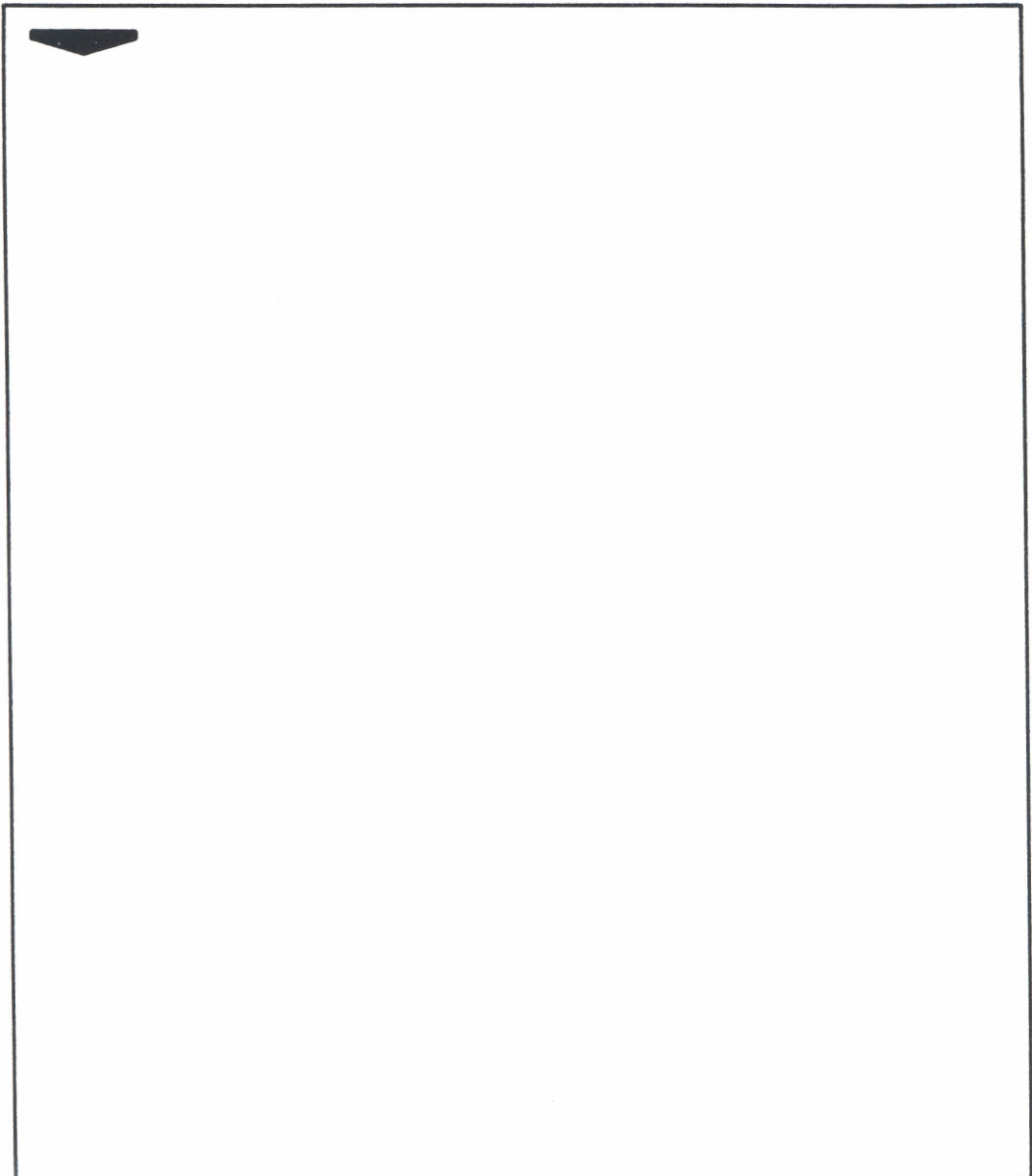
Determinação: ◦ Método da pipeta e
◦ Densímetro (dispersão e fracionamento).

I.1. Inferências

- a. Textura do solo;
- b. Translocação de argila. Presença de horizonte **B textural**, mudança textural abrupta;
- c. Tipo de processo de formação do solo (Podzolização);
- d. Detecção de descontinuidade litológica;
- e. Superfície específica (S.E.)
 - A argila e a matéria orgânica têm valores de S.E. superiores ao da fração areia.

Diz-se que as partículas finas do solo apresentam alta atividade de superfície, e conseqüentemente, alta capacidade de retenção de cátions e água.

Solos excessivamente arenosos apresentam baixa retenção de cátions e de água, por apresentarem baixa atividade de superfície.



2. Densidade

O solo é um sistema trifásico, incluindo as fases: sólida, líquida e gasosa. Onde:

$$V_t = V_g + V_l + V_s$$

$$V_p = V_g + V_l$$

- V_g → Volume da fase gasosa
- V_l → Volume da fase líquida
- V_s → Volume da fase sólida
- V_t → Volume total
- V_p → Volume de poros

2.1. Densidade Aparente

Corresponde à massa do solo seco por unidade de volume (ao natural), inclui os espaços ocupados por ar e água.

$$d_s = \frac{m_s}{V_t}$$

Onde:

- d_s → Densidade do solo (aparente)
- m_s → Massa de solo (particular)
- V_t → Volume total

É variável e depende da estrutura e da compactação do solo. Quanto menos estruturado e mais compactado o solo, maior sua densidade aparente.

Constitui parâmetro necessário para determinação da porosidade de total.

Método de determinação:

- Anel volumétrico;
- Torrão.

2.2. Densidade Real

Corresponde a massa do solo por unidade de volume de solo seco.

$$d_r = \frac{m_p}{V_p}$$

Onde:

- d_r → Densidade real
- m_p → Massa de partículas
- V_p → Volume de partículas

É invariável e independente da estrutura e da compactação do solo.

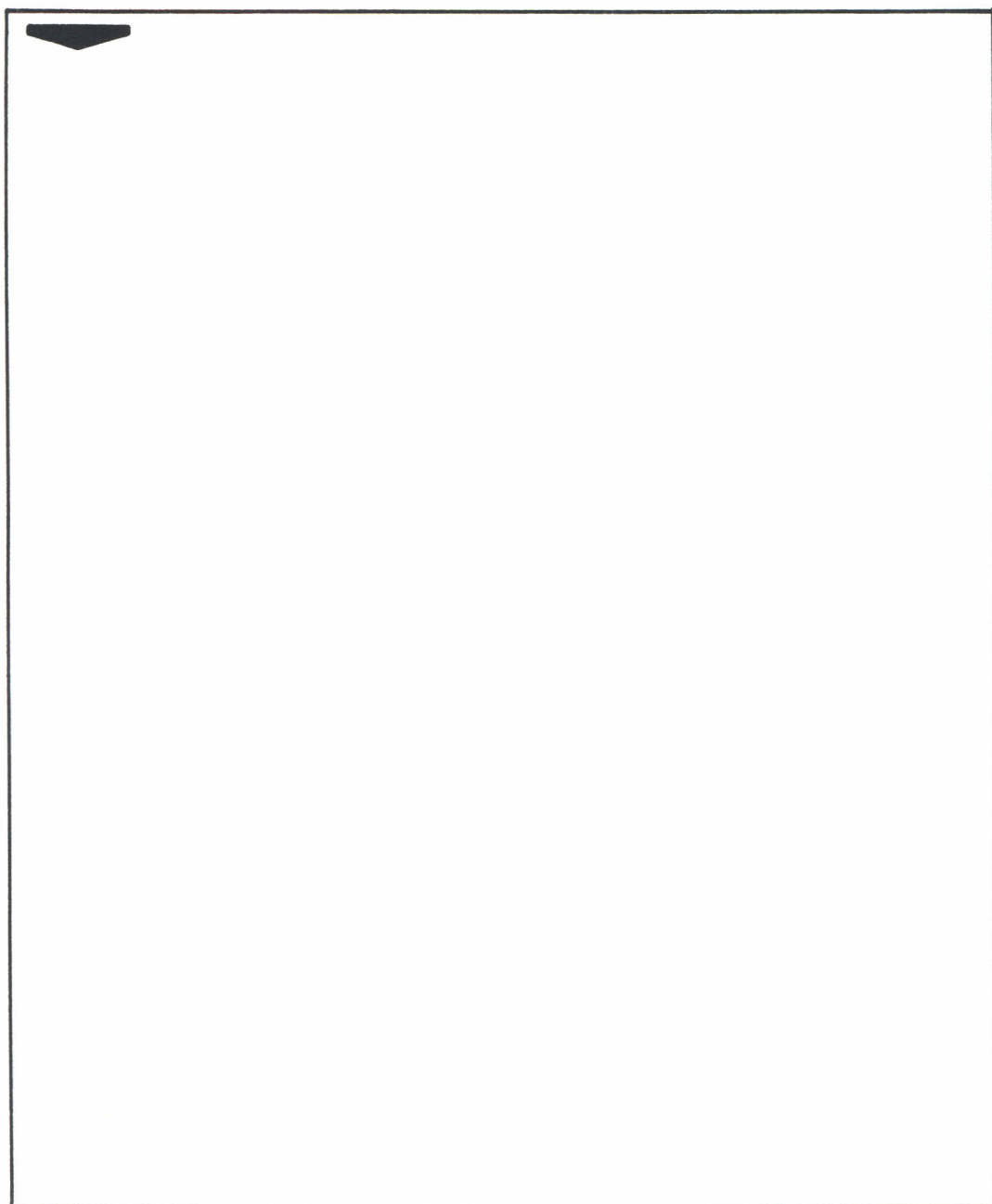
Constitui parâmetro necessário para a determinação da porosidade de total.

Método de determinação:

o Álcool etílico

2.3. Principais Inferências

- a. Detecção de **pans** e quantificação do grau de desenvolvimento dos mesmos;
- b. Identificação de horizontes diagnósticos do tipo **A turfoso** ($d_s < 0,1$);
- c. Avaliação de impedimento ao desenvolvimento radicular, que está em função do grau de compactação do solo;
- d. Problemas relacionados com os mecanismos de suprimento de nutrientes até as raízes das plantas.



3. Porosidade Total (Pt)

Corresponde a porção do solo não ocupada por partículas sólidas.

Considerando:

- V_a → Volume dos poros vazios (cm^3)
- $V_s = V_p$ → Volume de partículas do solo (cm^3)
- V_t → Volume total

$$P_t = \frac{V_a}{V_t}, \text{ mas } V_a = V_t - V_p \text{ assim:}$$

$$P_t = \frac{V_t - V_p}{V_t} \implies P_t = 1 - \frac{V_p}{V_t} \quad (\text{ I })$$

$$\text{Como: } d_r = \frac{m_s}{V_s} \implies V_s = V_p = \frac{m_p}{d_r} \quad (\text{ II })$$

$$d_s = \frac{m_s}{V_t} \implies V_t = \frac{m_p}{d_s} \quad (\text{ III })$$

Substituindo **II** e **III** em **I**, temos:

$$P_t = 1 - \frac{m_p / d_r}{m_p / d_s} \implies P_t = 1 - \frac{d_s}{d_r}$$

Em termos percentuais, temos:

$$P_t = \left(1 - \frac{d_s}{d_r} \right) \times 100$$

◦ Porosidade total (Pt)

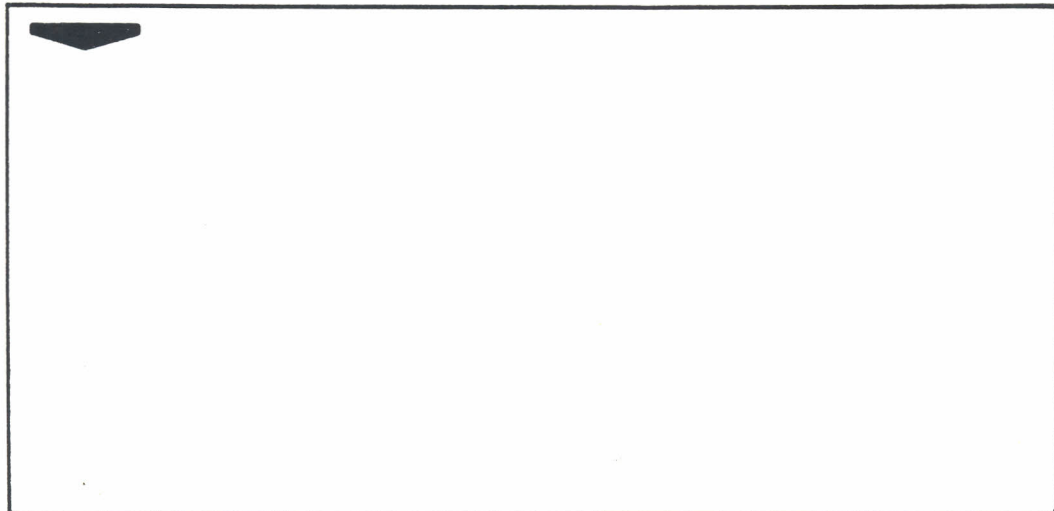
Indica a somatória dos poros, não informando nada sobre tamanho e distribuição dos mesmos.

◦ Valores de Pt

$30\% < P_t < 80\%$, em geral situa-se entre 40-60%.

3.1. Inferências

- a. Solos arenosos → d_s maior e P_t menor
- b. Solos argilosos → d_s menor e P_t maior (predominam microporos)
- c. É importante na difusão dos gases (O_2 , N_2 , CO_2 ...)



4. Umidade do Solo

A retenção de água pelo solo ocorre nas formas líquida e de vapor sob a ação de duas forças:

- Força de adesão

Atração que as partículas exercem sobre as moléculas de água.

- Força de coesão

Atração que as moléculas de água exercem entre si.

4.1. Classificação da água do solo

- Água Gravitacional

Características:

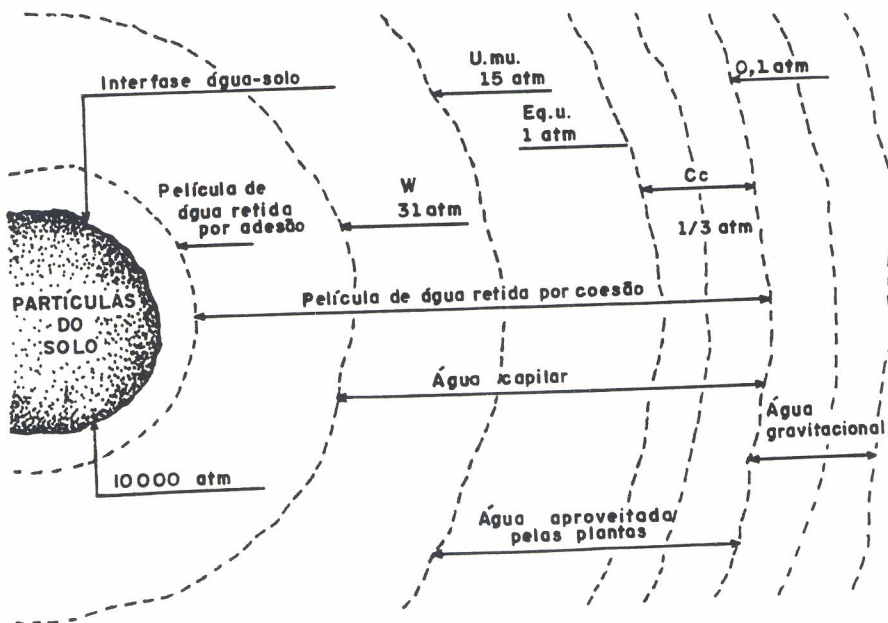
- Teor acima da capacidade de campo;
- Localizada nos macroporos;
- Permanência efêmera no solo;
- Removida facilmente por drenagem;
- Água no solo sob tensões abaixo de 0,1 atm;
- Provoca lixiviação do solo.

- Água Capilar

- Teor compreendido entre umidade higroscópica e capacidade de campo;
- Localizada nos microporos;
- Parcialmente permanente no solo;
- Não removida por drenagem;
- Retida no solo sob tensões entre 0,1 e 31 atm;
- Atua como solução do solo.

- Água Higroscópica

- Teor abaixo da umidade higroscópica;
- Localizada próxima da superfície das partículas do solo;
- Permanentemente no solo;
- Removida apenas no estado de vapor;
- Retida no solo sob tensões entre 31 e 10.000 atm.



Adaptado de Vieira (1986)

4.2. Constantes de Umidade do Solo

São baseadas no teor de água aproveitável (ou não) pelas plantas. Embora os conceitos estáticos da retenção de água pelo solo tenham sido superados , o uso das constantes de umidade continua sendo útil no estudo das relações do sistema água-solo-plantas.

4.2.1. Principais Constantes de Umidade

a. Umidade Higroscópica (W%)

Representa a quantidade máxima de água (%) que o solo é capaz de absorver da atmosfera em forma de vapor e manter em equilíbrio com o ambiente.

É elevada em solos argilosos e orgânicos e baixa nos arenosos . Depende das condições ambientais (temperatura e umidade do ar). Deveria ser considerada apenas em termos de higroscopicidade atual do solo.

o Determinação:

Pesagem do solo antes, e depois, da secagem na estufa a 110°C.

Cálculos:

$$W\% = \frac{m_a}{m_u} \times 100 \quad \text{ou} \quad W\% = \frac{m_u - m_s}{m_u}$$

Onde:

$$m_u \xrightarrow[105-110^\circ\text{C}/24\text{h}]{\text{ESTUFA}} m_s$$

W% = Umidade Higroscópica (TFSA)

m_u = Massa de solo úmido

m_s = Massa de solo seco em estufa (TFSE)

m_a = Massa de água

Exemplo:

Solo + Recipiente = 22,5 g (antes da secagem)

Solo + Recipiente = 18,5 g

Recipiente = 2,0 g

$$W\% = \frac{m_a}{m_u} \times 100$$

$$m_a = 22,5 - 18,5 = 4,0 \text{ g}$$

$$m_u = 22,5 - 2,0 = 20,5 \text{ g}$$

$$W\% = \frac{4,0}{20,5} \times 100 = 19,5\%$$

Observação:

Para implantação de experimentos em casa de vegetação, utiliza-se o conceito de **Umidade Gravimétrica**, a qual é relacionada na base de solo seco.

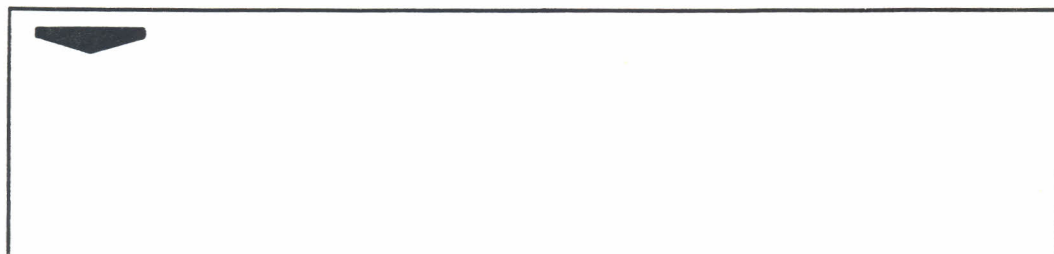
$$Ug\% = \frac{m_u - m_s}{m_s} \times 100$$

Significado físico da Ug%:

Seja um solo com 25% de Ug%, isto significa que:

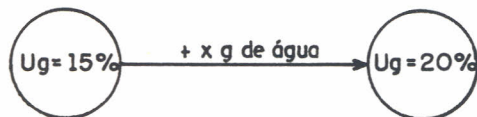
125 g S_u (TFSA) \rightarrow 100 g S_s (TFSE)

\rightarrow 25 g água



Aplicação:

Quantos gramas de água são necessários acrescentar em 1200 g de solo com Ug = 15%, para que seu teor de umidade alcance 20%?



Estado Inicial (I) \rightarrow Ug = 15% \rightarrow 115 g Su — 100 Ss — 15 g H₂O
 1200 g ————— x

x = 157 g H₂O
 \hookrightarrow existente na amostra

$$ms_I = 1200 - 157 = 1043 \text{ g} = ms_{II}$$

Estado Final (II) \rightarrow Ug = 20% \rightarrow 120 g Su — 100 g Ss — 20 g H₂O
 1043 g Ss — x

x = 209 g H₂O
 \hookrightarrow Quantidade final

$$\Delta H_2O = 209 - 157 = 52 \text{ g H}_2\text{O} \quad \xrightarrow{\hspace{1cm}} \text{Acrescentar}$$

• Cálculos (Outro método):

$$I) Ug_I = \frac{mu_I - ms_I}{ms_I} \times 100$$

$$15 = \frac{1200 - ms}{ms} \times 100$$

$$0,15 ms + 1 ms = 1200$$

$$1,15 ms_I = 1200$$

$$ms_I = 1043 \text{ g}$$

$$ms_I = ms_{II} = 1043 \text{ g}$$

$$II) Ug = \frac{mu_{II} - ms_{II}}{ms_{II}} \times 100$$

$$20 = \frac{mu_{II} - 1043}{1043} \times 100$$

$$mu_{II} = 1252 \text{ g}$$

Devemos acrescentar: $m_{H_2O} = mu_{II} - mu_I$

$$m_{H_2O} = 1252 - 1200 = \underline{52 \text{ g H}_2\text{O}}$$

a.1. Importância da Ug%

• Torna possível indicar o teor de umidade do solo nas condições de retenção máxima de água (Capacidade de campo):

- Solos arenosos: $CC \leq 10\%$

- Solos argilosos: $CC > 30\%$

b. Umidade de Murchamento (Umu)

É a umidade (%) que o solo ainda conserva quando ocorre, e se mantém, o murchamento das plantas. É considerada, também, como a umidade do solo retida sob tensão de 15 atm. Representa o limite inferior da faixa de disponibilidade da água para as plantas.

o Determinação

- Métodos físicos (membrana de pressão)
- Métodos fisiológicos (planta, abertura de estômato)

c. Equivalente de Umidade (Eq.u)

É a umidade (%) que uma amostra de solo retém quando, depois de saturada com água, é submetida, durante 30 minutos, à centrifugação com velocidade correspondente a uma força de 1000 vezes a gravidade. corresponde ao teor de umidade do solo retido em 1 atm.

d. Capacidade de Campo (CC)

Das constantes de umidade, é a mais controversa, pois não há um método de avaliação definido, consolidado como padrão.

É considerada como a máxima quantidade de água que um solo é capaz de reter nas condições normais de campo. Corresponde ao limite superior da faixa de disponibilidade de água para as plantas.

A retenção de água está estritamente relacionada com as atividades de superfície das partículas, podendo-se adotar, conforme a textura do solo, o seguinte critério na escolha dos pontos de tensão para avaliação rápida da capacidade de campo:

- o Muito argilosos e orgânicos
Teor de água sob tensão de 1 atm.
- o Argilosos
Teor de água sob tensão de 1/3 atm.
- o Siltosos e arenosos
Teor de água sob tensão de 1/10 atm.



5. Aeração do Solo

Se um solo recebe um excesso de água por algum tempo as pressões parciais do CO_2 e do O_2 diminuem, dificultando assim, a difusão destes gases até as raízes das plantas através dos filmes de água ao redor das mesmas. Nessas condições anaeróbicas as raízes não conseguem oxidar os carboidratos e forma-se álcool por fermentação, causando prejuízos ao crescimento vegetal.

• Outras consequências:

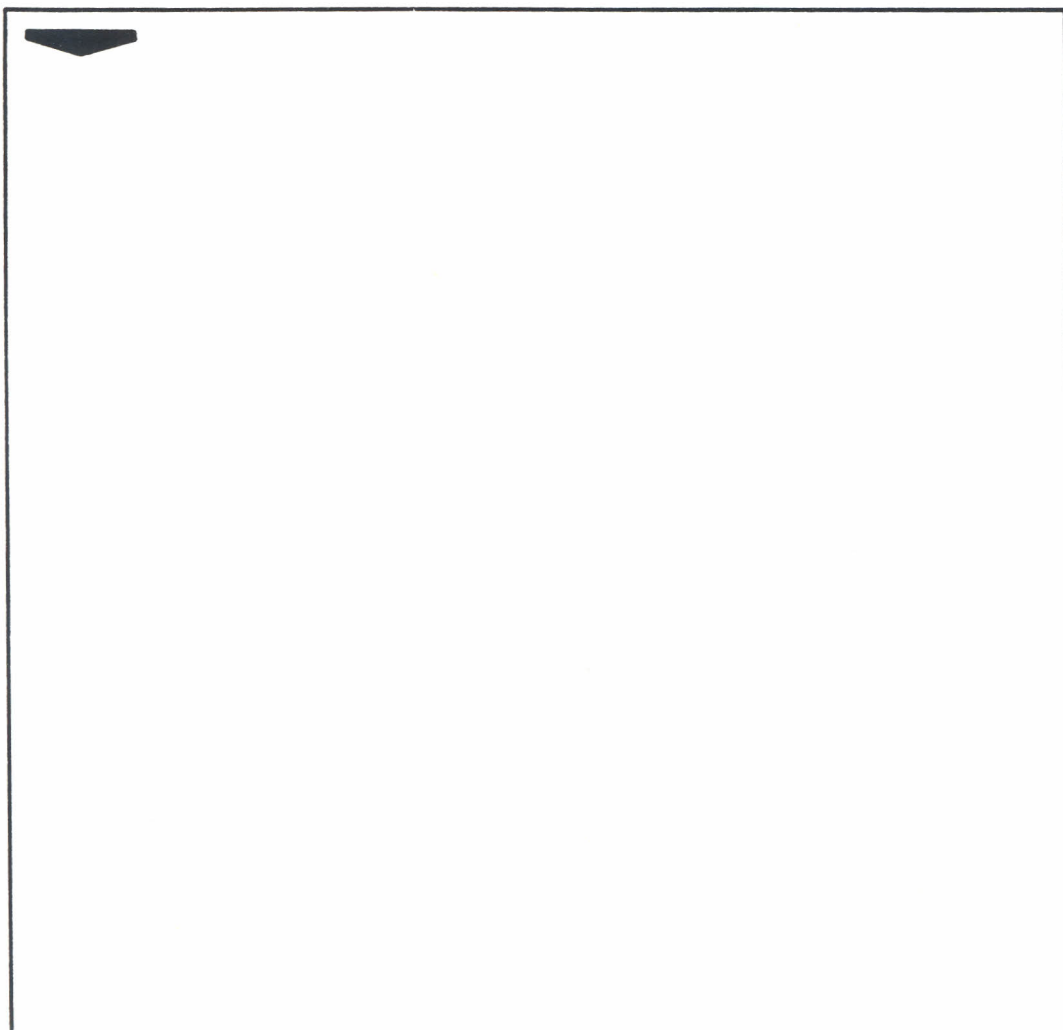
Havendo favorecimento para os microrganismos anaeróbios pode ocorrer:

- Denitrificação do Nitrogênio — NO_3^- — $\text{N}_2(\text{g})$;
- Aparecimento de substâncias tóxicas;
- Redução de Fe e Mn, originando formas mais solúveis, podendo até tornar-se tóxicos às plantas.

6. Estrutura do solo

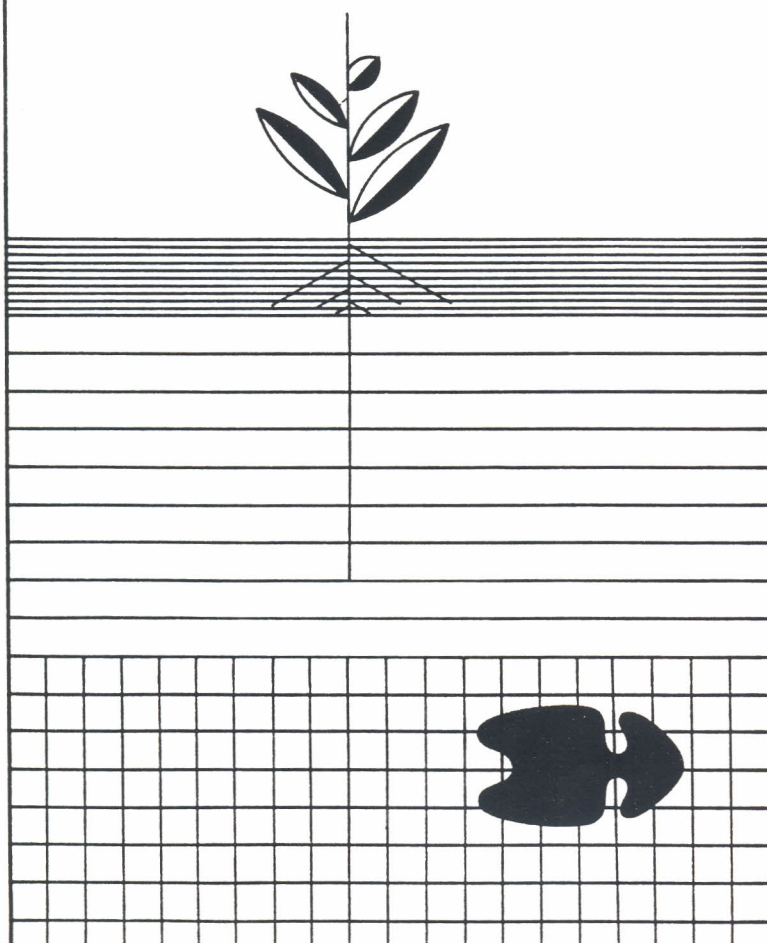
Representa o conjunto de agregados que ocorrem no solo, unidos por agentes cimentantes, tais como: óxidos de ferro e matéria orgânica.

Um solo bem estruturado com agregados estáveis apresenta melhores condições para o desenvolvimento radicular e absorção de nutrientes. É adquirido com um bom manejo de restos de culturas, evitando-se a erosão e compactação do solo.



10. Principais Solos do Acre

- 1. Latossolos
- 2. Podzólicos
- 3. Cambissolos
- 4. Solos Aluviais
- 5. Litossolos
- 6. Gleys



1. LATOSSOLOS

Os solos pertencentes a esta unidade apresentam as seguintes características principais:

- ✱ São solos não hidromórficos e bem drenados, apesar de serem muitas vezes, bastante argilosos;
- Situa-se, em geral, em relevo plano a suave ondulado;

- São profundos a muito profundos;
- Apresentam sequência de horizontes **A**, **B** e **C**, em geral subdividido em **A₁₁**, **A₁₂**, **B₁**, **B₂₁**, **B₂₂**, **B₂₃** e **C**;

- Apresentam pouca diferenciação (argila e/ou cor) entre horizontes, principalmente no **B**;

- ✱ ◦ As cores do **B** podem ser amarelas, avermelhadas, vermelhas ou brunadas;

- Textura variável, desde média a muito argilosa;

- Ausência, ou quase ausência, de desenvolvimento estrutural. Em geral, a estrutura (**B**) é maciça ou pouco a muito pouco desenvolvida;

- Apresentam baixa relação silte/argila, sendo do menor que 0,6 nos solos argilosos e menor que 0,7 nos de textura média;

- Tratam-se de solos bastante intemperizados (envelhecidos), em cuja formação houve intensa remoção de sílica e bases, tornando-os solos ácidos, normalmente Distróficos ($V < 50\%$) e até mesmo álicos ($Sat_{Al} > 50\%$);

- ✱ ◦ Possuem baixa CTC das argilas, sendo menor que 13 meq/100 g de argila, refletindo a dominância de minerais em último estágio de intemperização, como caulinita (1:1) e/ou óxidos-hidróxidos de ferro e alumínio;

- Dado ao elevado grau de intemperização, os minerais primários facilmente intemperizáveis devem estar praticamente ausentes (menos de 4%);

- Apresentam horizonte diagnóstico subsuperficial do tipo **B Latossólico**.

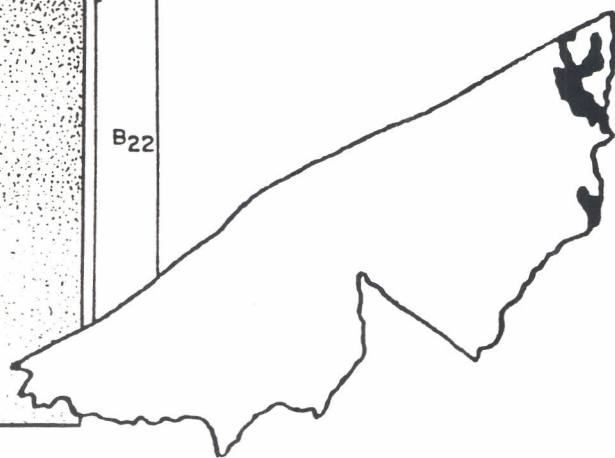
Os principais tipos de Latossolo são:

- Latossolo Amarelo
- Latossolo Vermelho Amarelo
- Latossolo Vermelho Escuro
- Latossolo Roxo

- ✱ No Estado do Acre, a maior ocorrência é de Latossolo Vermelho Amarelo, nas proximidades dos municípios de Rio Branco, Plácido de Castro, Xapuri e Brasiléia.



A₁₁
A₁₂
A₃
B₁
B₂₁
B₂₂
B LATOSSOLICO



2. PODZÓLICOS

Os solos incluídos nesta unidade apresentam as seguintes características:

- São solos não hidromórficos e moderadamente a bem drenados;
- São encontrados, geralmente, em relevo suave ondulado a ondulado e até mesmo forte ondulado;
- São solos profundos;
- Apresentam sequência de horizontes: **A**, **B_t** e **C**, subdivididos em **A₁**, **A₂₁**, **A₂₂**, **B_{1t}**, **B_{2t}**, **B_{3t}**. O horizonte **A₂** pode não estar presente em alguns perfis de Podzólicos, neste caso, podem apresentar sequência de horizontes: **A₁**, **A₃**, **B_{1t}**, **B_{2t}**, **B_{3t}**, **C**;
- * ◦ Apresentam marcante diferenciação (argila e/ou cor) entre os horizontes superficial e subsuperficial;
- Apresentam relação textural **B/A** sempre superior a 1,5;
- As cores do horizonte **B** podem ser vermelhas, amarelas, vermelho-amareladas e brunadas;
- * ◦ Textura variável, em geral, média a argilosa ou muito argilosa;
- Apresentam horizonte **B** bem estruturado, em geral, com estrutura em blocos angulares ou subangulares, com elevada concentração de argila, na sua maioria iluvial, podendo ocorrer, ou não, cerosidade entre os pedos;
- São solos bem desenvolvidos, normalmente ácidos, Distróficos ($V < 50\%$) e até mesmo álicos ($Sa_{A1} > 50\%$), podendo, algumas vezes, apresentarem-se com fertilidade média a alta (Eutróficos);

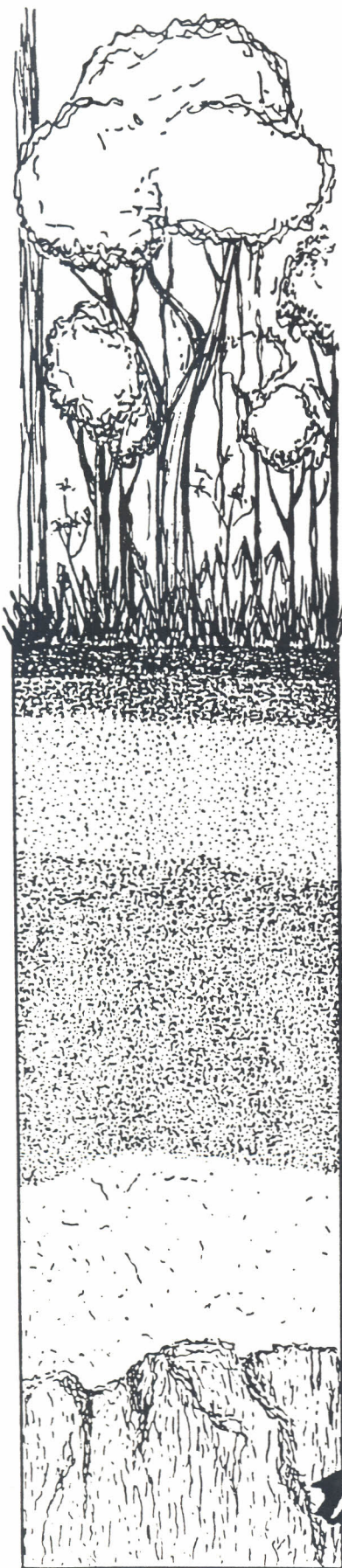
- * ◦ Possuem CTC da argila baixa, sendo inferior a 24 meq/100 g argila (argila de atividade baixa);
- Apresentam textura desde média a muito argilosa. No entanto, solos com menos de 15% de argila no horizonte **B** e com relação textural acima de 1,8 são considerados dentro desta classe de solo;
- O horizonte diagnóstico subsuperficial típico dos Podzólicos é o **B Textural**.

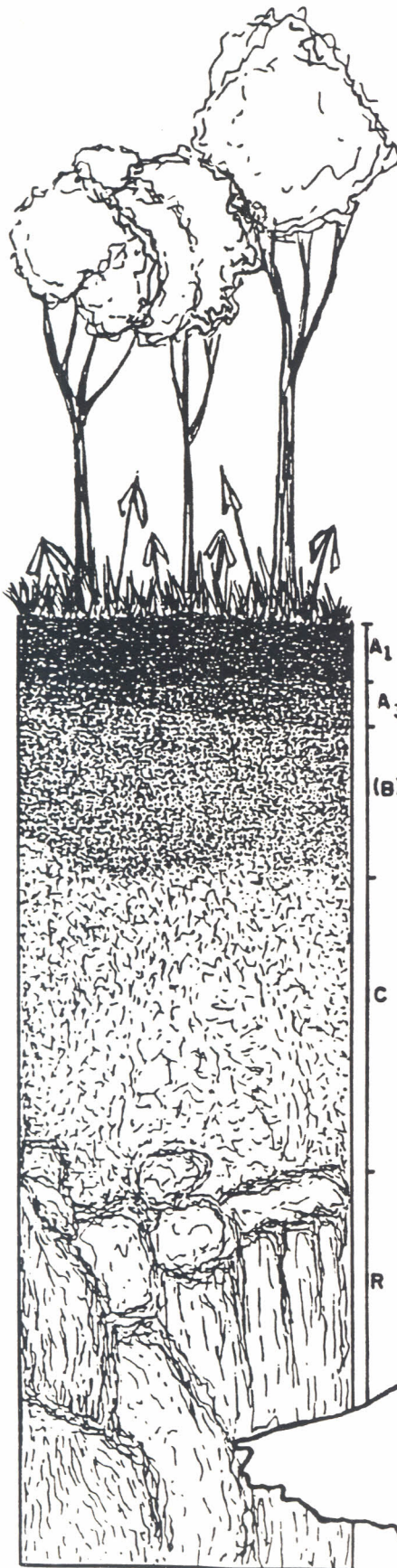
Os principais tipos de Podzólicos são:

- Podzólico Vermelho Amarelo
- Podzólico Vermelho Escuro

No Acre, a principal ocorrência é do Podzólico Vermelho Amarelo, cuja distribuição geográfica abrange, predominantemente, quase todos os municípios do Estado, fazendo exceção a certas regiões dos municípios de Feijó, Tarauacá, Manuel Urbano e Sena Madureira.

◦◦





3. CAMBISSOLOS

Esta unidade de solo apresenta como principais características as seguintes:

- São solos não hidromórficos, moderadamente a bem drenados;
- Situam-se, em geral, em relevo ondulado a forte ondulado;
- São solos de profundidade mediana que já apresentam um certo grau de desenvolvimento, porém ainda não suficiente para decompor totalmente os minerais primários facilmente intemperizáveis;
- Morfológicamente apresentam sequência de horizontes **A**, (**B**) e **C**;
- Apresentam cores (**B**) amareladas, avermelhadas ou brunadas;
- Textura, geralmente, média a argilosa;
- O horizonte **B** pode apresentar-se com ou sem desenvolvimento de estrutura;
- Relação silte/argila no **B**, geralmente, acima de 1,0;
- Tratam-se de solos pouco intemperizados (evoluídos), com minerais primários de fácil intemperização em teores superiores a 4%;
- Podem apresentar mosqueado, dada as condições de drenagem em que ocorrem;
- São solos ácidos, podendo ser Eutróficos ($V \geq 50\%$), Distróficos ($V < 50\%$) ou Álicos ($Sat A_1 > 50\%$);
- Apresentam atividade de argila média a alta;
- Estes solos apresentam horizonte diagnóstico subsuperficial do tipo **B Incipiente**.

Os principais tipos de Cambissolos são:

- Cambissolo Distrófico
- Cambissolo Eutrófico
- Cambissolo Álico

No Rio Grande do Sul, têm sido encontrados Cambissolo Húmico e Cambissolo Hístico.

No Acre, a principal ocorrência é de Cambissolos Eutróficos e Distróficos. Os Cambissolos Eutróficos ocorrem, predominantemente, na metade oeste do Estado e os Cambissolos Distróficos, ocorrem no lado oeste do Estado, a partir do vértice formado pelos rios Purus e Acre, onde se detecta manchas desta classe, associada a Podzólio Vermelho Amarelo álico em relevo plano, acompanhando a margem direita do rio Purus, até as proximidades de Sena Madureira.

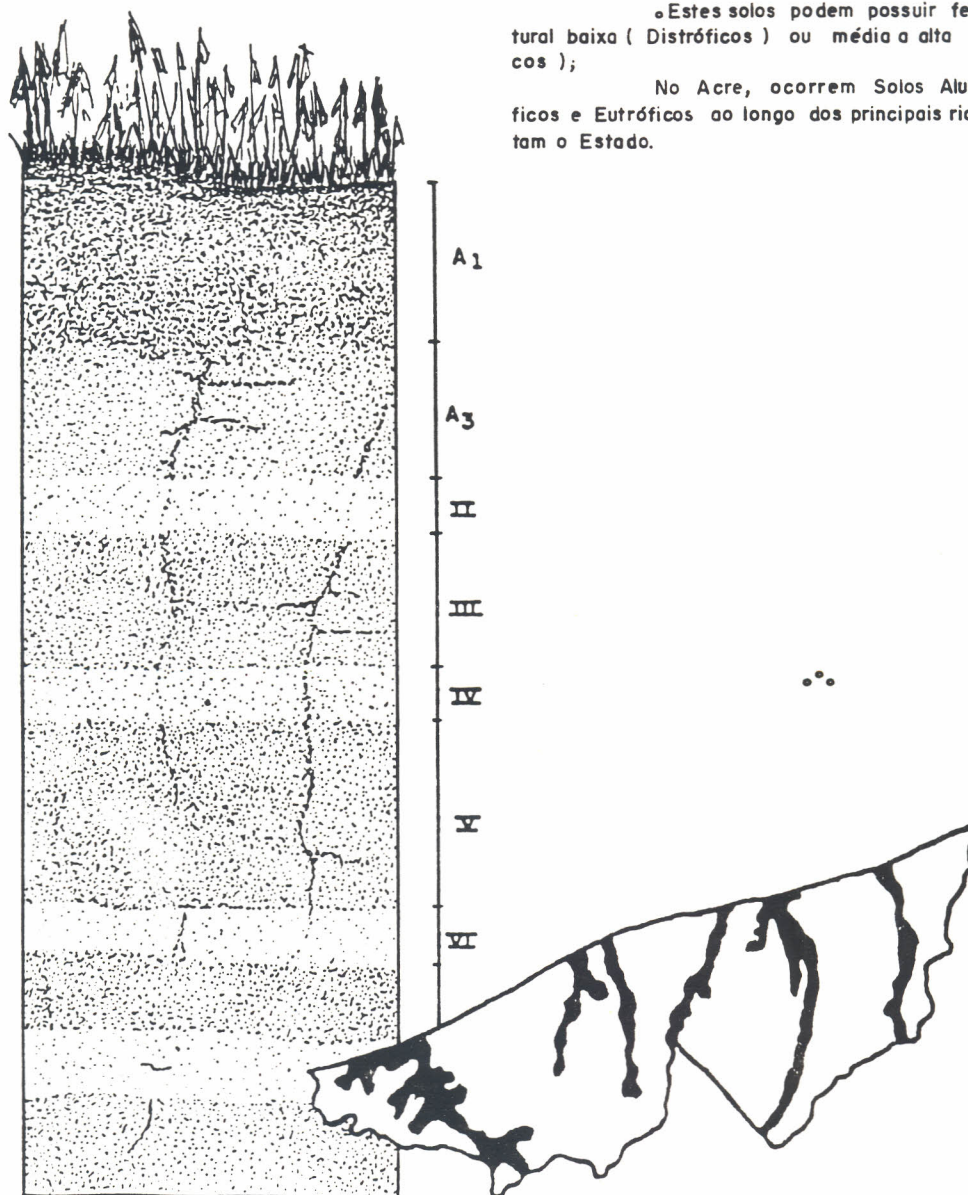
◦◦

4. Solos Aluviais

Os solos desta unidade apresentam as seguintes características:

- São solos pouco evoluídos (intemperizados), moderadamente a bem drenados, porém, algumas vezes mal drenados;
- Situam-se marginando rios e lagos, em várzeas ou terraços formados por sedimentos recentes ou sub-recentes que vêm sofrendo inundações periódicas, ou que estiveram até recentemente sujeitos à inundação. Às vezes, são encontrados em calhas de drenagem, em áreas de topografia movimentada;
- Tratam-se de solos pouco profundos a profundos, embora não apresentem desenvolvimento de perfil e diferenciação de horizontes;
- Apresentam apenas um horizonte superficial, abaixo do qual encontram-se camadas estratificadas, em geral sem diferenciação aparente, e não apresentam, entre si, relação pedogenética;
- As cores apresentadas podem ser amareladas, acinzentadas ou bruno-amareladas;
- A textura pode ser argilosa, silte-argilosa ou média;
- Estes solos podem possuir fertilidade natural baixa (Distróficos) ou média a alta (Eutróficos);

No Acre, ocorrem Solos Aluviais Distróficos e Eutróficos ao longo dos principais rios que cortam o Estado.



5. LITOSSOLOS

Também chamados Solos Litólicos, constituem uma unidade de solos que apresentam as seguintes características:

- São solos não hidromórficos, bem drenados a moderadamente drenados;

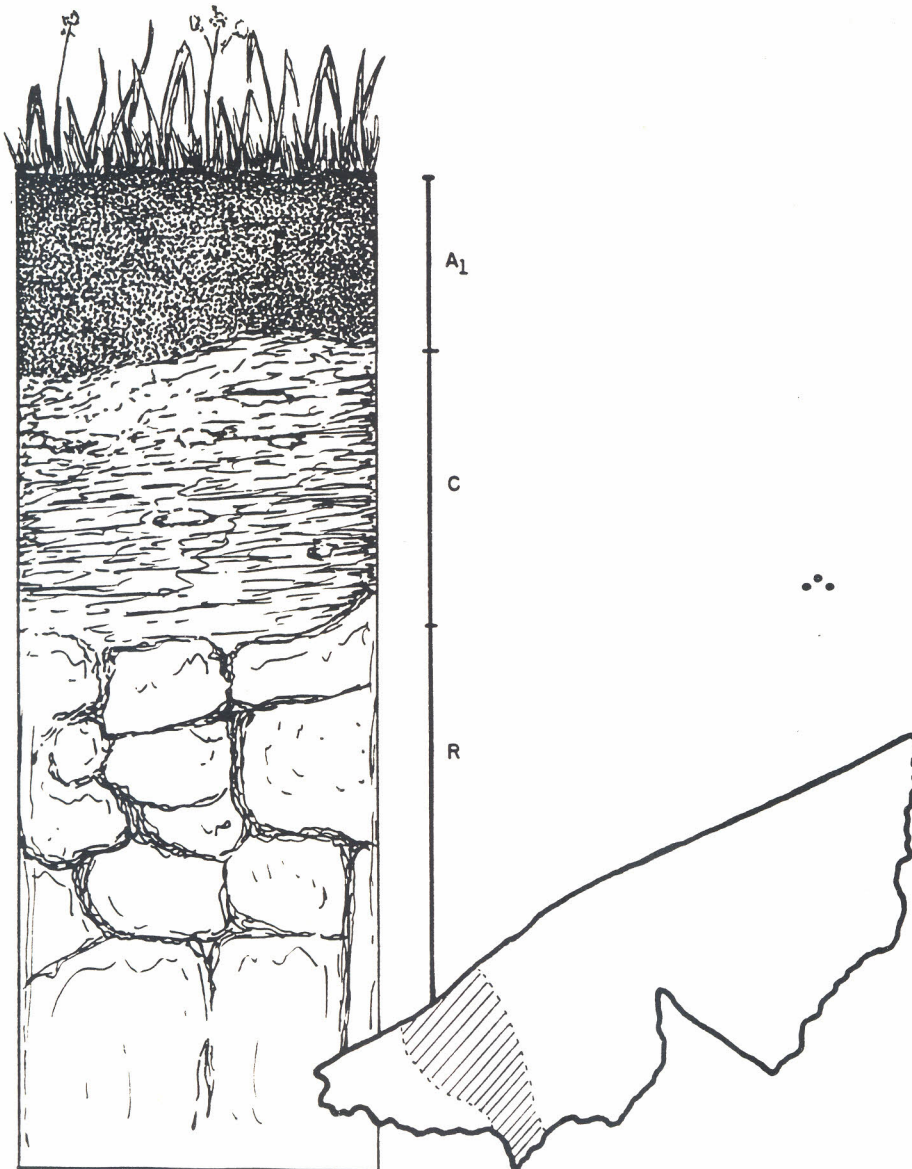
- São encontrados em relevo ondulado ou mesmo escarpado;

- São solos bastante rasos, onde o horizonte A repousa diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C em evolução;

- Apresentam cores amareladas, bruno-amareladas;

- Apresentam textura variável, o mesmo ocorrendo com a fertilidade natural (Distróficos ou Eutróficos), que varia de acordo com o material de origem;

- Esta unidade de solo não tem sido descrita no Estado do Acre, porém se ocorrer será, provavelmente, na região da Serra do Moa, em Cruzeiro do Sul.



6. GLEYS

Esta unidade de solo apresenta como características principais as seguintes:

- São solos hidromórficos, formados a partir de deposições recentes;

- Mal drenados, proporcionando condições de oxidação e/ou de redução devido a oscilação do lençol freático, o que provoca o aparecimento de mosqueados amarelados, avermelhados ou vermelhos dentro do perfil;

- Situa-se, em geral, em relevos planos, ocorrendo próximos a rios e lagos, na planície aluvial;

- Apresentam sequência de horizontes, **A, Cg** ou **A, Bg** e **Cg**;

- O horizonte **A**, com cores do neutro ao branco-amarelado, apresenta espessura bastante variável e é, predominantemente, orgânico. Subjacente a este, encontra-se um horizonte mineral gleizado (**Bg** e/ou **Cg**);

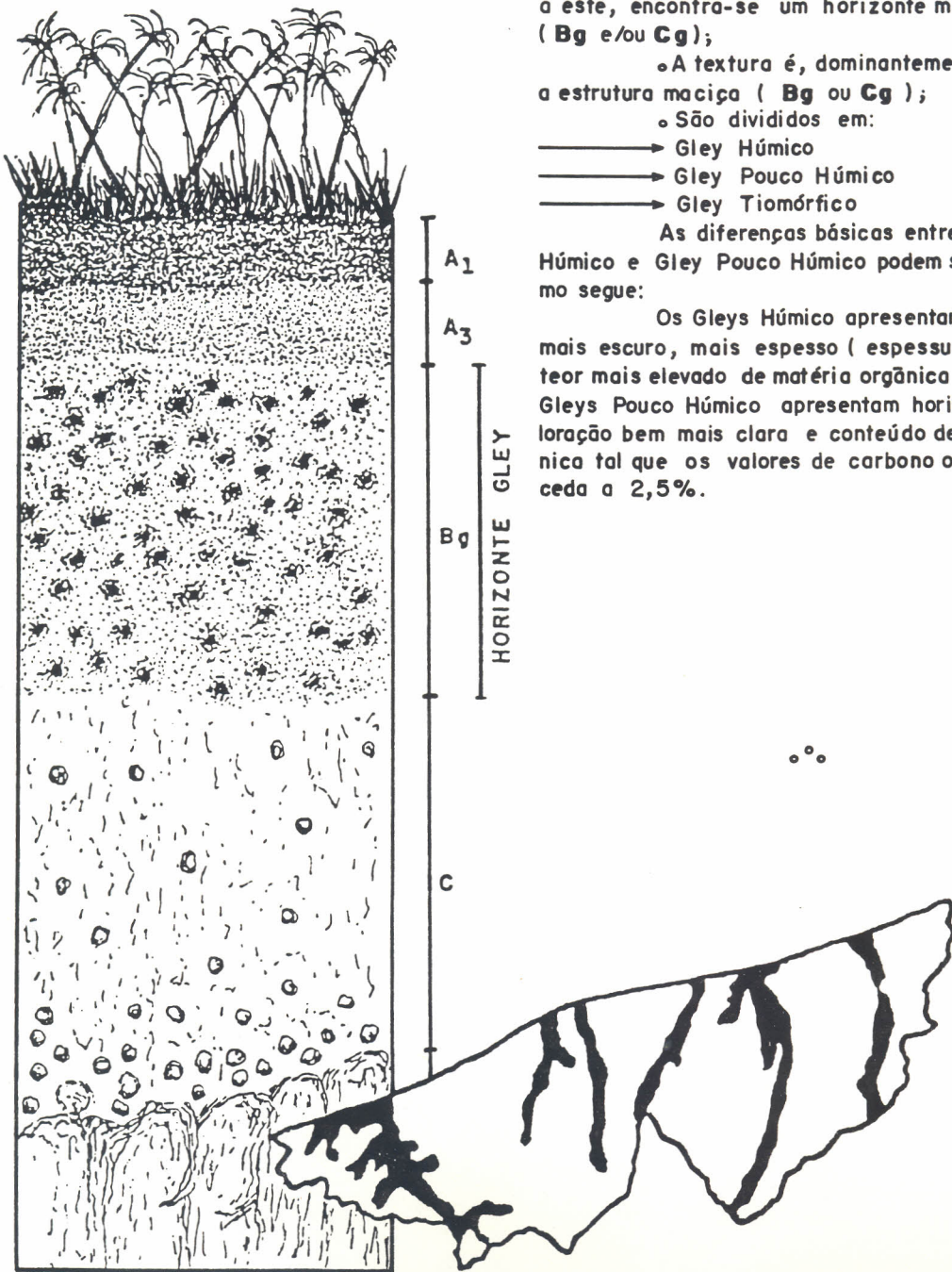
- A textura é, predominantemente, argilosa e a estrutura maciça (**Bg** ou **Cg**);

- São divididos em:

- Gley Húmico
- Gley Pouco Húmico
- Gley Tiomórfico

As diferenças básicas entre os solos Gley Húmico e Gley Pouco Húmico podem ser resumidas como segue:

Os Gleys Húmico apresentam horizonte **A** mais escuro, mais espesso (espessura ≥ 20 cm) e teor mais elevado de matéria orgânica ($> 5\%$) e os Gleys Pouco Húmico apresentam horizonte **A** com coloração bem mais clara e conteúdo de matéria orgânica tal que os valores de carbono orgânico não exceda a $2,5\%$.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. *Folha SC. 19 Rio Branco-Ac.*: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1976. 464p.
- BUCKMAN, H. O., BRADY, N. C. *Natureza e propriedades dos solos*. Rio de Janeiro: USAID/Prog. Publ. Didática, 1967. 594p.
- BUOL, S. W., HOLE, F. D., McCracken, R. L. *Soil genesis and classification*. Ames : State University Press, 1980. 406p.
- COOPER, A. W. An exemple of the role of microclimate in soil genesis. *Soil science*. v.90, p.109-120.
- E. U. A. Departament of Agriculture. *Soil taxonomy* : a basis sistem of making and interpreting soil survey. Washington : Soil Conservation Service, 1975. 754p. (Agriculture Handbook, 436).
- JENNY, H. *Factors of soil formation*. New York : McGraw, 1941. 281p.
- _____, GESSEL, S. P., BINGHAM, F. T. Comparative study of decomposition rates of organic mater in temperate and tropical regions. *Soil science*. Baltimore, v.68, p.419-432, 1994.
- KIEHL, E. J. *Manual de edafologia*. São Paulo : Polígono, 1972. 459p.
- LEMONS, R. C. et al. *Manual de métodos de trabalho no campo* : 2ª aproximação. Rio de Janeiro : MA/Div. Ped. Fert. Solos, 1976. 33p.
- MONIZ, A. C. *Elementos de Pedologia*. São Paulo : Agronômica Ceres, 1979. 264p.
- MUNSELL COLOR COMPANY. *Munsell soil color charts*. Maryland, 1954.
- PENTEADO, M. M. *Fundamentos de Geomorfologia*. Rio de Janeiro : IBGE, 1978. 180p.
- SILVA, J. R. T. da, AMARAL, E. F. do. *Método prático para classificação de solo*. Rio Branco : UFAC, 1992. 112p.
- VIEIRA, L. S. *Manual de ciência do solo*. São Paulo : Agronômica Ceres, 1983. 455p.
- VIEIRA, L. S., VIEIRA, M. de N. F. *Manual de morfologia e classificação de solos*. São Paulo : Agronômica Ceres, 1983. 313p.

Os Cadernos UFAC são uma publicação da Universidade Federal do Acre e têm por objetivo divulgar a produção intelectual e científica gerada no interior da Universidade, ou fora dela, particularmente se versar sobre questões relacionadas com a Amazônia, em particular, com o Acre.

CADERNOS UFAC - publicarão estudos pesquisas, monografias, dissertações, e teses de mestrado e doutorado com ordem de editoração definida pelo plano editorial da universidade.

Informações e as normas para apresentação de trabalhos para publicação poderão ser solicitadas à Diretoria de Editoração e Divulgação Científica - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação/UFAC.