

# MORFOLOGIA DO SOLO



Aula ministrada pelo Prof. Marcelo Ricardo de Lima, do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná.

## BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

- IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 425 p. (IBGE. Manuais Técnicos em Geociências, 04).
- IBGE. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de pedologia: guia prático de campo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 134 p.
- SANTOS, R.D. dos; LEMOS, R.C. de; SANTOS, H.G. dos; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C. dos; SHIMIZU, S.H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 6. ed. rev. e ampl. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. 100 p.

## MORFOLOGIA DO SOLO

- As características morfológicas são aquelas observáveis no solo com o tato e a visão.



## MORFOLOGIA DO SOLO

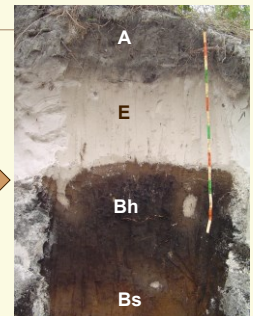
- As características morfológicas são descritas em cada horizonte ou camada, pois as mesmas podem variar ao longo do perfil do solo.

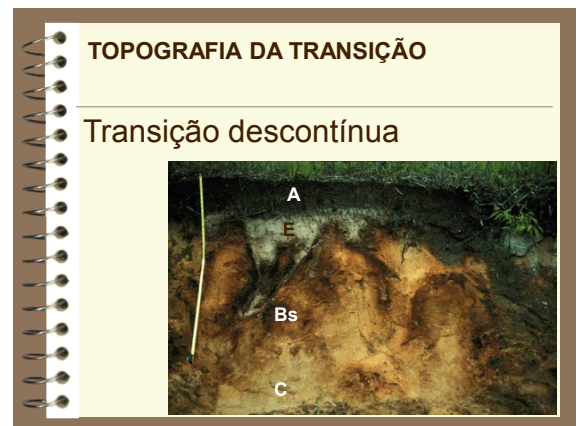
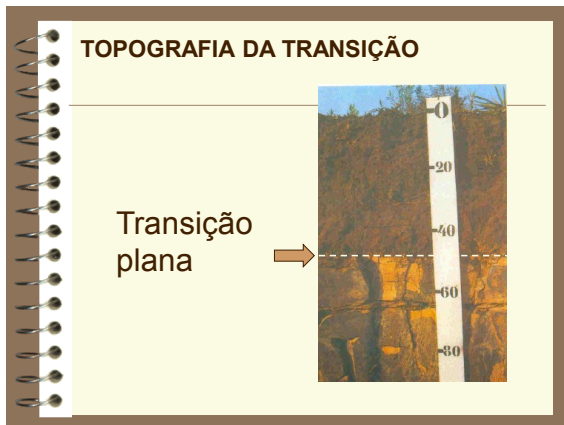
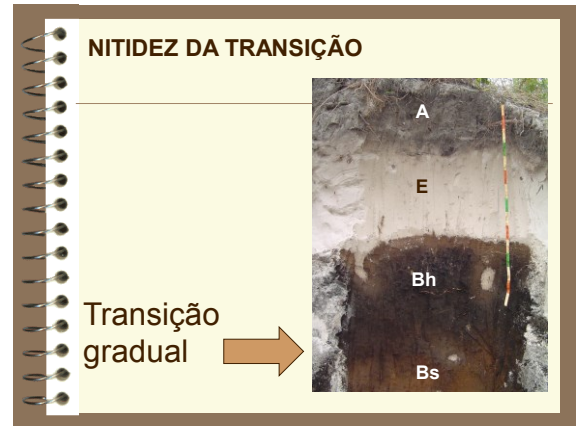
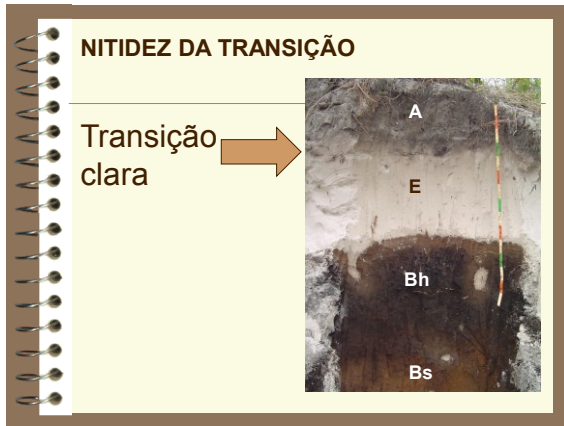


# TRANSIÇÃO

## NITIDEZ DA TRANSIÇÃO

Transição abrupta →



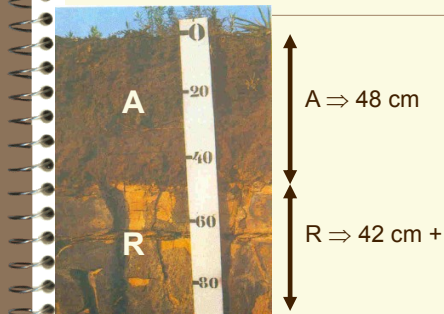


## TRANSIÇÃO

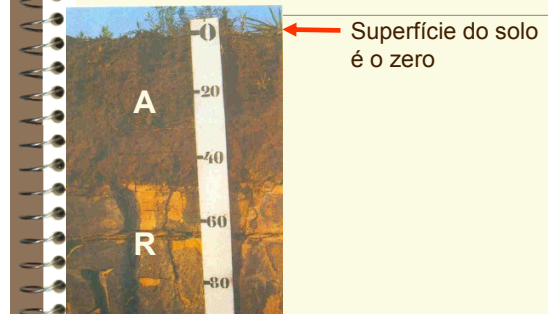
**ATENÇÃO:** não se descreve transição no último horizonte ou camada de um perfil de solo.

## ESPESSURA E PROFUNDIDADE

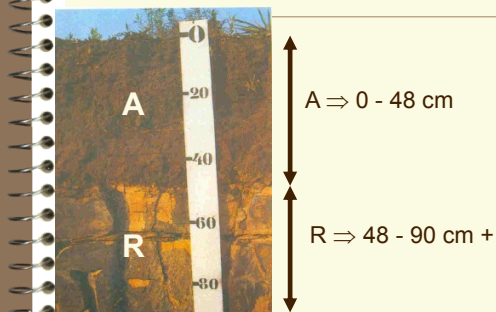
### ESPESSURA DE HORIZONTES



### PROFUNDIDADE DE HORIZONTES

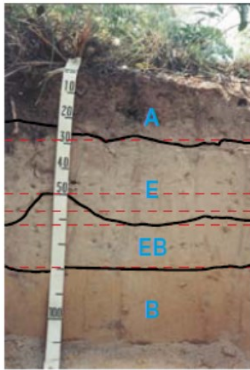


### PROFUNDIDADE DE HORIZONTES



	Espessura (cm)	Profundidade (cm)
A	50	0-50
B	150	50-200
C	100 +	200-300 +

**Figura 3** - Exemplo de tomada de profundidades e espessuras para solos com transição plana e ondulada



**Profundidade dos Horizontes**

Horizonte A - 0 - 28cm  
 Horizonte E - 28 - 56cm  
 Horizonte EB - 56 - 78cm  
 Horizonte B - 78 - 110cm+

**Espessura dos Horizontes**

Horizonte A - 28cm  
 Horizonte E - 22 - 33cm  
 Horizonte EB - 17 - 28cm  
 Horizonte B - 32cm+

Nota: Sempre que a profundidade do ultimo horizonte examinado for além da profundidade de observação, utilizar o sinal "+", para indicar que o mesmo se estende a maiores profundidades. Exemplo: 78-110cm+.

## COR DO SOLO

### COR

- A cor fornece indicações referentes à composição do solo

### COR

- Preto: presença de matéria orgânica



### COR

- Vermelho e amarelo: presença de óxihidróxidos de ferro



### COR

- Vermelho e amarelo: presença de óxihidróxidos de ferro





### COR

- Cinza: má drenagem (excesso de água)

### COR

- Claro: presença de quartzo

### COR

- A cor é determinada através da Carta de Munsell

### COR

- A cor é determinada através da Carta de Munsell
- Em poucos casos, a cor da amostra será exatamente igual à da carta, deve-se então anotar a cor mais próxima.

### COR

- Na Carta de Munsell são identificados o matiz, o valor, o croma, e o nome da cor.

**COR**

Matiz

**COR**

- Matiz é o espectro dominante da cor:
- R-vermelho
- Y-amarelo
- G-verde
- B-azul
- P-púrpura

**COR**

Os matizes mais usuais nos solos são:

5R 7,5R 10R 2,5YR 5YR 7,5YR 10YR 2,5Y 5Y

Matiz 5R

Matiz 5Y

**COR**

- Valor

mais escuro

**COR**

- Valor (0 a 10): tonalidade da cor
- Quanto menor o valor, mais escuro é o solo

**COR**

- Croma

cor mais viva →

**COR**

- Croma (0 a 20): pureza relativa ou saturação da cor
- Quanto mais alto o croma, mais viva é a cor

**COR**

Exemplo

matiz

10 R

valor

Exemplo: 10 R 4/

croma

Exemplo: 10 R 4/2

### COR

matiz

valor

croma

Exemplo: 10 R 4 / 2

### COR

Nome da cor em inglês

### COR

- Cor úmida (todos os horizontes)
- Cor seca (horizonte A e E)
- Nome da cor em português: ver tabela no Manual Técnico de Pedologia

### COR

Alguns horizontes do solo podem apresentar mais de uma cor (mosqueados e coloração variegada), principalmente AC, CA, BC, CB e C.

### COR

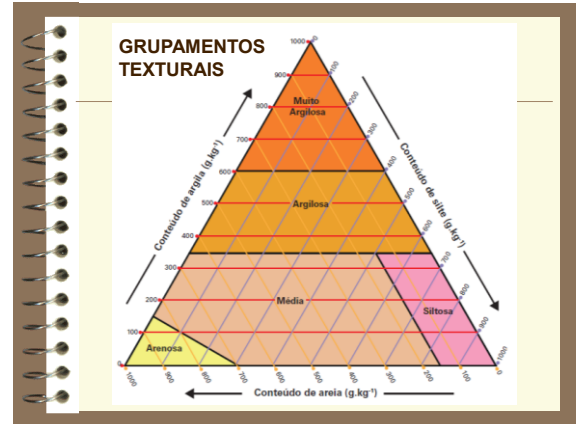
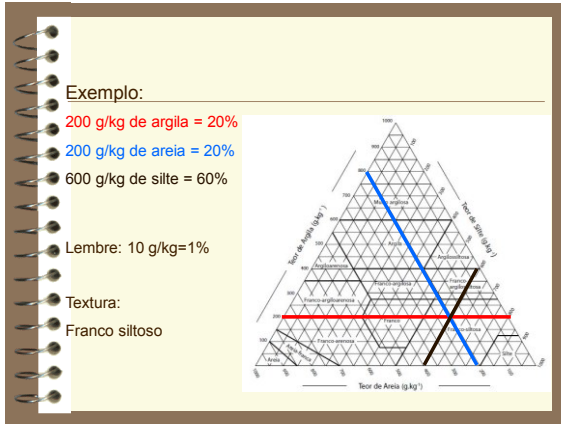
- MOSQUEADO:** vermelho (2,5YR 4/6, úmida), com mosqueado comum, pequeno e distinto, vermelho (10R 4/8, úmida), comum, pequeno e proeminente, amarelo claro (2,5Y 8/4, úmida)
- COLORAÇÃO VARIEGADA:** Coloração variegada constituída de bruno-acinzentado (10YR 5/2, úmida), bruno-forte (7,5YR 5/8, úmida) e bruno-oliváceo-claro (2,5YR 5/4, úmida).

### Quantidade de mosqueados:

- Pouco: menos de 2%
- Comum: 2 a 20%
- Abundante: 20% ou mais

Figura 8 - Exemplos de percentuais de mosqueados





**GRUPAMENTOS TEXTURAIS**

- Determinada a campo pela sensação ao tato (esfregar entre o polegar e indicador uma amostra de solo molhado)

**GRUPAMENTOS TEXTURAIS**

☒ arenoso: sensação áspera ao tato, e faz mais barulho ao ser esfregado entre os dedos. No mínimo 700 g/kg de areia.

**GRUPAMENTOS TEXTURAIS**

☒ siltoso: sensação ao tato de talco (sedosa). Argila < 350 g/kg e areia < 150 g/kg.

**GRUPAMENTOS TEXTURAIS**

☒ argiloso: sensação ao tato fina (sente muito pouca areia) e pegajosa. Argila de 350 a 600 g/kg

### GRUPAMENTOS TEXTURAIS

☒ muito argiloso: sensação ao tato muito fina (sem sentir areia) e pegajosa. Argila > 600 g/kg

### GRUPAMENTOS TEXTURAIS

☒ médio: sensação intermediária entre a argilosa e a arenosa (é pegajosa e áspera). Argila < 350 g/kg e areia > 150 g/kg

## ESTRUTURA DO SOLO

### ESTRUTURA

- A estrutura é a agregação das partículas primárias (areia, silte, argila) em unidades estruturais chamadas agregados, que são separadas entre si pelas superfícies de fraqueza



### ESTRUTURA

- A estrutura é a agregação das partículas primárias (areia, silte, argila) em unidades estruturais chamadas agregados, que são separadas entre si pelas superfícies de fraqueza

- As estruturas são classificadas em tipo, grau e classe

### ESTRUTURA

- Tipos de estrutura (forma)

Material de solo agregado					
Tipo	Subtipo	Exemplo	Tipo	Subtipo	Exemplo
Granular	Granular		Prismática		
	Grumosa				
Blocos	Angulares		Columnar		
	Subangulares				
Laminar			Paralelepédica		
Cuneiforme					
Material de solo não agregado					
Tipo	Exemplo		Tipo	Exemplo	
Grãos simples			Maciça		



**Estrutura prismática**



Prismática

This slide illustrates prismatic soil structure. On the left, a yellow soil sample is shown with a label 'Prismática'. On the right, a soil profile shows vertical columns of soil, characteristic of prismatic structure.

**Estrutura colunar**



Colunar

This slide illustrates columnar soil structure. On the left, a yellow soil sample is shown with a label 'Colunar'. On the right, a soil profile shows rounded columns of soil, characteristic of columnar structure.


**Estrutura laminar**



Laminar

This slide illustrates laminar soil structure. On the left, a yellow soil sample is shown with a label 'Laminar'. On the right, several soil fragments are shown, characteristic of laminar structure.

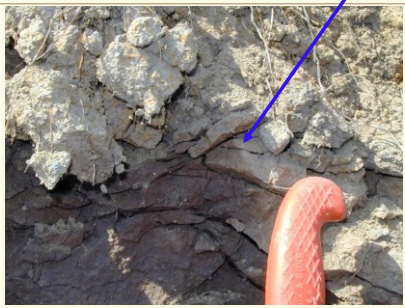
**Estrutura laminar**



Estrutura laminar


This slide illustrates laminar soil structure in a field. A blue arrow points to the soil structure, which is laminar, near a plant.

**Estrutura cuneiforme**



This slide illustrates cuneiform soil structure. A blue arrow points to the soil structure, which is cuneiform, in a soil profile.

**Estrutura cuneiforme**



Paralelepédica

Cuneiformes

This slide illustrates cuneiform soil structure. A vertical scale is shown next to the soil profile. Labels 'Paralelepédica' and 'Cuneiformes' are present, with arrows pointing to the respective structures.

## ESTRUTURA

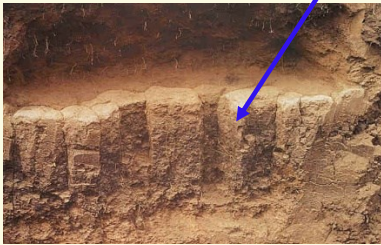
- Graus de estrutura:
  - ☒ Sem agregação
  - ☒ fraca
  - ☒ moderada
  - ☒ forte



**Solo sem agregação**



**Horizonte com estrutura forte prismática**



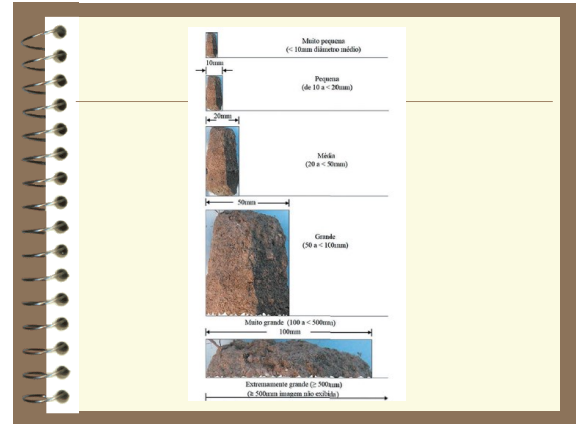
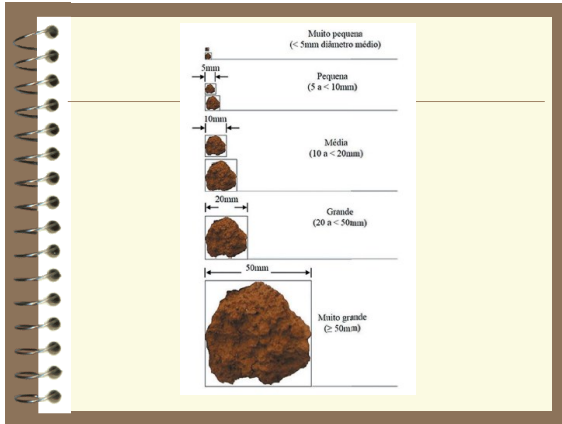
## ESTRUTURA

- Classes de estrutura (tamanho):
  - ☒ muito pequena
  - ☒ pequena
  - ☒ média
  - ☒ grande
  - ☒ muito grande

## ESTRUTURA

- Classes de estrutura: ver os desenhos no Manual Técnico de Pedologia (3ª edição)

	Laminar	Granular	Classe
1mm			Muito pequena (< 1mm diâmetro médio)
2mm			Pequena (1 a < 2mm)
5mm			Média (2 a < 5mm)
10mm			Grande (5 a < 10mm)
			Muito grande (≥ 10mm)



# CONSISTÊNCIA DO SOLO

## CONSISTÊNCIA

- A consistência diz respeito à dureza (solo seco), friabilidade (solo úmido), e plasticidade e pegajosidade (solo molhado).

## CONSISTÊNCIA

- DUREZA (tentar quebrar um torrão seco):
  - solta
  - macia
  - ligeiramente dura
  - dura
  - muito dura
  - extremamente dura

## CONSISTÊNCIA

- FRIABILIDADE: (tentar quebrar um torrão úmido):
  - solta
  - muito friável
  - friável
  - firme
  - muito firme
  - extremamente firme

## CONSISTÊNCIA

### ● PLASTICIDADE E PEGAJOSIDADE



## CONSISTÊNCIA

### ● PLASTICIDADE (tentar fazer uma "minhoquinha" com solo molhado):

- ☒ não plástica
- ☒ ligeiramente plástica
- ☒ plástica
- ☒ muito plástica

## CONSISTÊNCIA

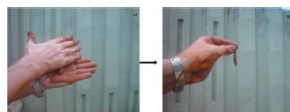


Foto: BR. Análise da plasticidade e formação de cilindros a 10 vezes de moedura do cilindro. Foto: Vítor Álvaro de Oliveira.

Quadro 5. Critérios para distinção de classes de plasticidade

Classes de Plasticidade	Ligeiramente Plástica	Plástica	Muito Plástica	Não Plástica
Diâmetro das Cilindros (cm)				
Comprimento do Cilindro				Menor: cilindro de fundo

Fonte: SOLOLOGIA (2012), p. 11, et al. (2012). Field book for identifying soil sampling sites. Manual do Curso de Graduação em Engenharia de Agronomia - UFRPA, Rioverde, GO, Unway Center, 2012. (2012). Disponível em: <http://www.ufrpa.edu.br/portal/portal/2012/02/01/2012/2.pdf>. Acesso em: jul. 2015. Adaptado.



Não plástica Ligeiramente plástica

## CONSISTÊNCIA

### ● PEGAJOSIDADE (apertar e soltar o solo molhado e amassado entre o polegar e o indicador):

- ☒ não pegajosa
- ☒ ligeiramente pegajosa
- ☒ pegajosa
- ☒ muito pegajosa



## Não pegajosa



Ligeiramente pegajosa



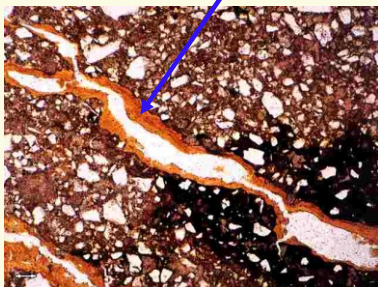
## OUTRAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE OCORRÊNCIA OCASIONAL

## CEROSIDADE DO SOLO

Cerosidade



Micromorfologia do solo mostrando a  
deposição da argila (cerosidade) nos poros



Este solo tem  
cerosidade  
forte e  
abundante



## CEROSIDADE

- A cerosidade é o aspecto brilhante e ceroso que pode ocorrer na superfície dos agregados, devido a deposição de argila
- Identificar o grau (fraca, moderada, forte) e a quantidade (pouca, comum, abundante)

## SUPERFÍCIES DE COMPRESSÃO

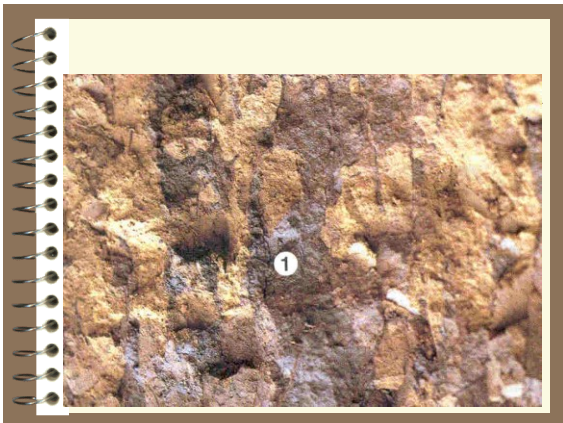


## SLICKENSIDES





## OUTROS REVESTIMENTOS



## CIMENTAÇÃO DO SOLO



### CIMENTAÇÃO

- A cimentação refere-se à consistência quebradiça e dura do material do solo, determinada por um agente cimentante (exceto argilominerais), tais como: carbonato de cálcio, sílica, óxidos de ferro ou alumínio.

## CIMENTAÇÃO

- A cimentação refere-se à consistência quebradiça e dura do material do solo, determinada por um agente cimentante (exceto argilominerais), tais como: carbonato de cálcio, sílica, óxidos de ferro ou alumínio.
- O material cimentado não desmancha com água
- Graus de cimentação: fracamente, fortemente, extremamente

## COESÃO



### COESÃO

Horizonte mineral subsuperficial do solo que é duro, muito duro, ou extremamente duro quando seco, porém é friável quando úmido (o que não ocorre na cimentação).

## EFLORESCÊNCIAS DE SAIS

## 12. EFLORESCÊNCIAS



Eflorescências de sais

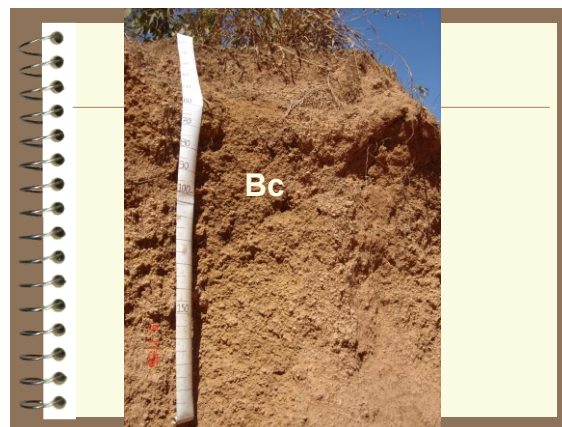
## EFLORESCÊNCIAS

- As eflorescências são ocorrências de cristalização de sais, observáveis após período seco, normalmente constituídas de cloreto de sódio ou sulfatos de cálcio, magnésio e sódio.

## EFLORESCÊNCIAS

- As eflorescências são ocorrências de cristalização de sais, observáveis após período seco, normalmente constituídas de cloreto de sódio ou sulfatos de cálcio, magnésio e sódio.
- As eflorescências são mais comuns em ambientes semiáridos.

## NÓDULOS E CONCREÇÕES



## NÓDULOS E CONCREÇÕES

- Os nódulos e concreções são corpos cimentados (normalmente arredondados) que podem ser removidos intactos do solo.



## NÓDULOS E CONCREÇÕES

- Os nódulos e concreções são corpos cimentados (normalmente arredondados) que podem ser removidos intactos do solo.
- Concreções são camadas concêntricas facilmente perceptíveis. Nódulos carecem de uma organização interna.

### NÓDULOS E CONCREÇÕES

- A descrição deve incluir informações sobre quantidade, tamanho, dureza, forma, cor e natureza dos nódulos e concreções.
- Exemplo: nódulos poucos, pequenos, macios, alongados, púrpuros, ferruginosos no horizonte A

## PRESENÇA DE MATERIAIS MAGNÉTICOS

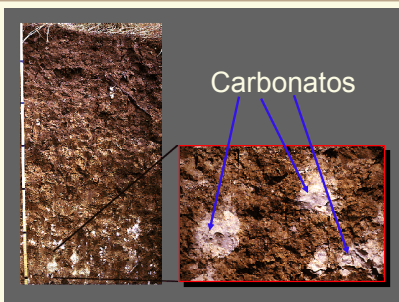
### PRESENÇA DE MATERIAIS MAGNÉTICOS

- A campo verificado com o auxílio de um ímã de mão
- Descrever o grau: forte, moderada, fraca

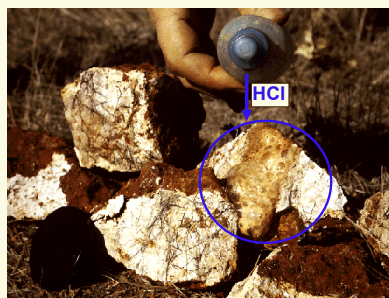


## PRESENÇA DE CARBONATOS

### PRESENÇA DE CARBONATOS



### PRESENÇA DE CARBONATOS



### PRESENÇA DE CARBONATOS

- A campo, a presença de carbonatos no solo é identificada pela efervescência ao pingar ácido clorídrico a 10%.

### PRESENÇA DE CARBONATOS

- A campo, a presença de carbonatos no solo é identificada pela efervescência ao pingar ácido clorídrico a 10%.
- São mais comuns em solos alcalinos, ou seja, com pH > 7,0.
- Descrever a intensidade da efervescência: ligeira, forte, muito forte

## PRESENÇA DE MANGANÊS

### PRESENÇA DE MANGANÊS

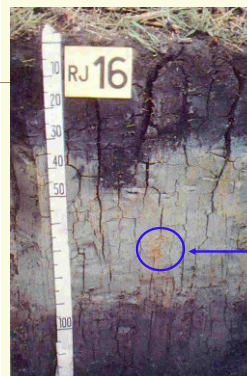
- A campo, a presença de manganês no solo é identificada pela efervescência ao pingar peróxido de hidrogênio (20 volumes).
- É mais comum em solos originados de rochas com muito manganês em sua composição.
- Descrever a intensidade da efervescência: ligeira, forte, muito forte

## PRESENÇA DE SULFETOS



### PRESENÇA DE SULFETOS

- A campo, a presença de sulfetos no solo é indicada por manchas amarelas no exterior dos torrões e canais de raízes, e odores de gás sulfídrico (semelhante a ovo podre).



Manchas amarelas indicando presença de jarosita

### PRESENÇA DE SULFETOS

- A campo, a presença de sulfetos no solo é indicada por manchas amarelas no exterior dos torrões e canais de raízes.
- No laboratório, as amostras de solo incubadas apresentam  $\text{pH} \leq 3,5$
- Ocorre em manguezais, pântanos, e solos originados de rochas sedimentares com sulfetos

### OUTROS ASPECTOS A SEREM OBSERVADOS NA DESCRIÇÃO DO SOLO

### ATIVIDADE BIOLÓGICA



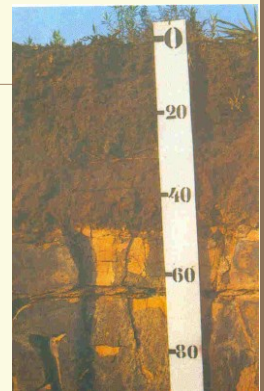
Atividade biológica

## CLASSE DE REAÇÃO DO SOLO

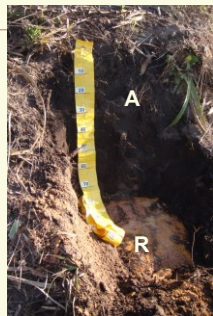
Classes de reação	pH (solo/água 1:2,5)	
Extremamente ácido	<	4,3
Fortemente ácido	4,3	- 5,3
Moderadamente ácido	5,4	- 6,5
Praticamente neutro	6,6	- 7,3
Moderadamente alcalino	7,4	- 8,3
Fortemente alcalino	>	8,3

## PROFUNDIDADE

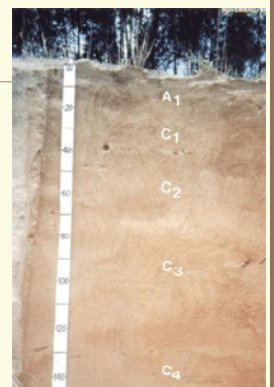
Raso: até 50 cm

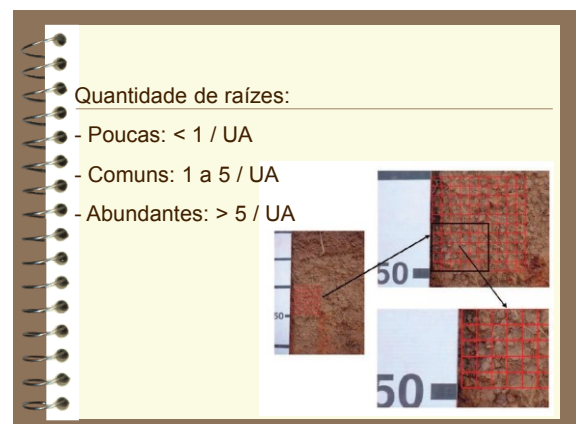
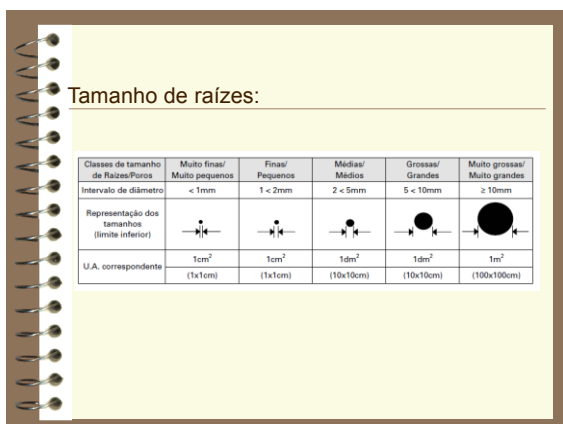
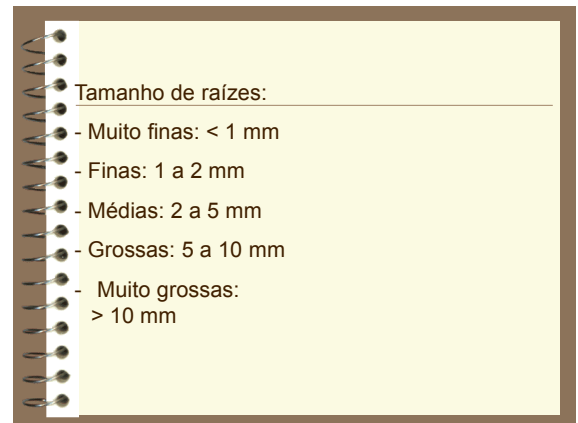
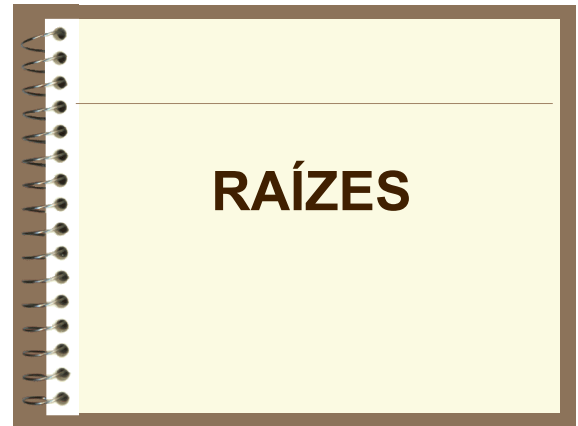


Pouco profundo:  
51 a 100 cm



Profundo:  
101 a 200 cm





# POROSIDADE DO SOLO



## 4. POROSIDADE

- Identificar o tamanho e a quantidade dos poros visíveis (mesmo critério das raízes)
- “Sem poros visíveis” não significa que o solo não tem poros.

### Tamanho do poros visíveis:

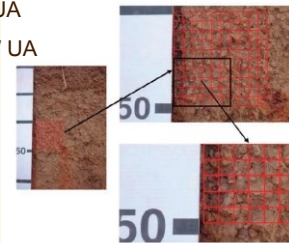
- Muito finos: < 1 mm
- Finos: 1 a 2 mm
- Médios: 2 a 5 mm
- Grossos: 5 a 10 mm
- Muito grossos: > 10 mm

### Tamanho do poros visíveis:

Classes de tamanho de Raízes/Poros	Muito finas/ Muito pequenos	Finas/ Pequenos	Médias/ Médios	Grossas/ Grandes	Muito grossas/ Muito grandes
Intervalo de diâmetro	< 1mm	1 < 2mm	2 < 5mm	5 < 10mm	≥ 10mm
Representação dos tamanhos (limite inferior)					
U.A. correspondente	1cm <sup>2</sup> (1x1cm)	1cm <sup>2</sup> (1x1cm)	1dm <sup>2</sup> (10x10cm)	1dm <sup>2</sup> (10x10cm)	1m <sup>2</sup> (100x100cm)

### Quantidade de poros:

- Poucos: < 1 / UA
- Comuns: 1 a 5 / UA
- Abundantes: > 5 / UA



# REDAÇÃO DA MORFOLOGIA DO SOLO

## EXEMPLO DE REDAÇÃO DA MORFOLOGIA

Bt3 - 100-138cm; vermelho (2,5YR 4/6, úmida), com mosqueado comum, pequeno e distinto, vermelho (10R 4/8, úmida), comum, pequeno e proeminente, amarelo claro (2,5Y 8/4, úmida); argila; moderada média e grande prismática composta de forte, média e pequena, blocos angulares; cerosidade abundante e moderada; dura, muito firme, muito plástica e muito pegajosa; transição plana e clara.