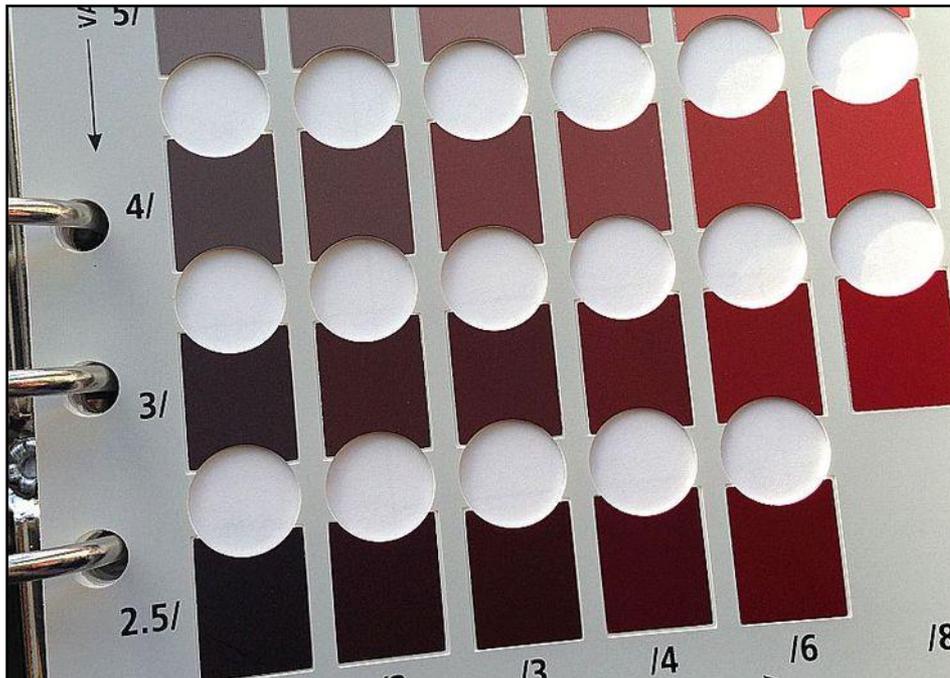




ICET

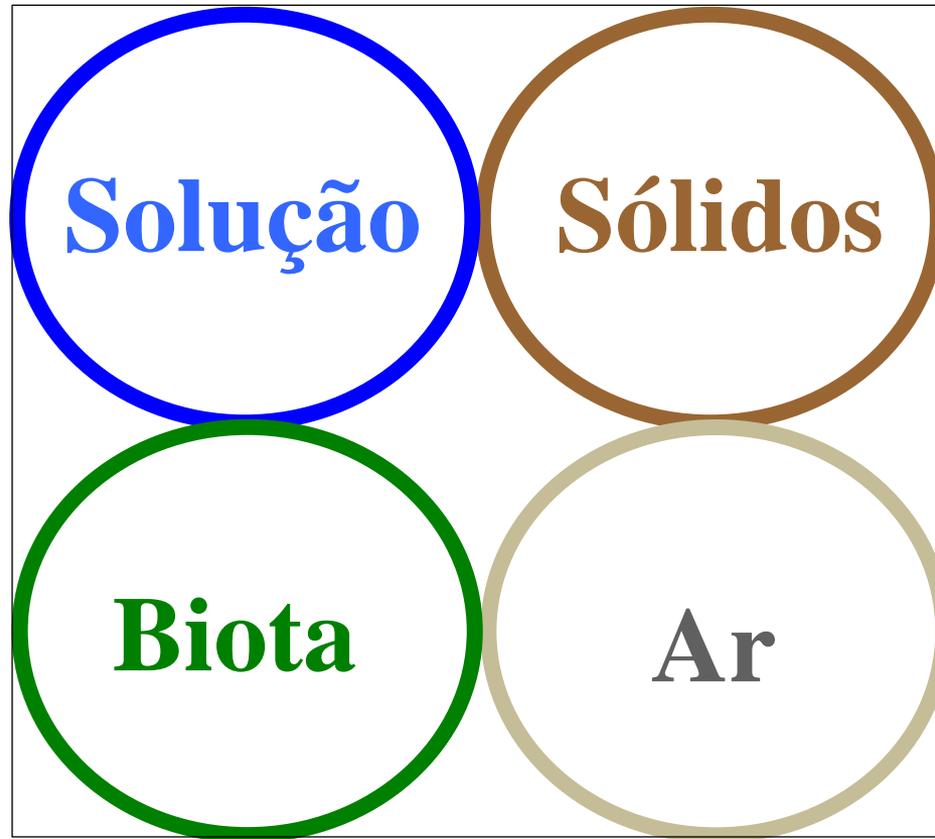
Instituto de Ciência,
Engenharia e Tecnologia

Propriedades Físicas dos Solos

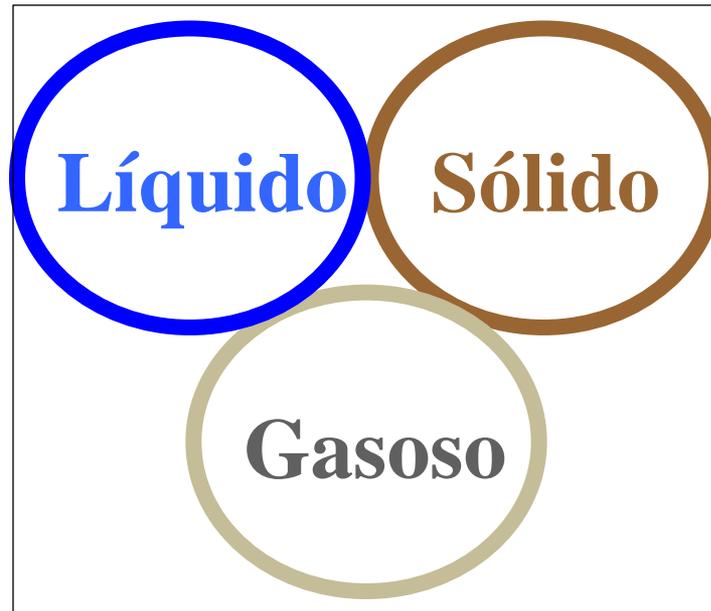


Prof. Dra. Sheila Santos

Modelo conceitual simplificado da composição do solo - fases

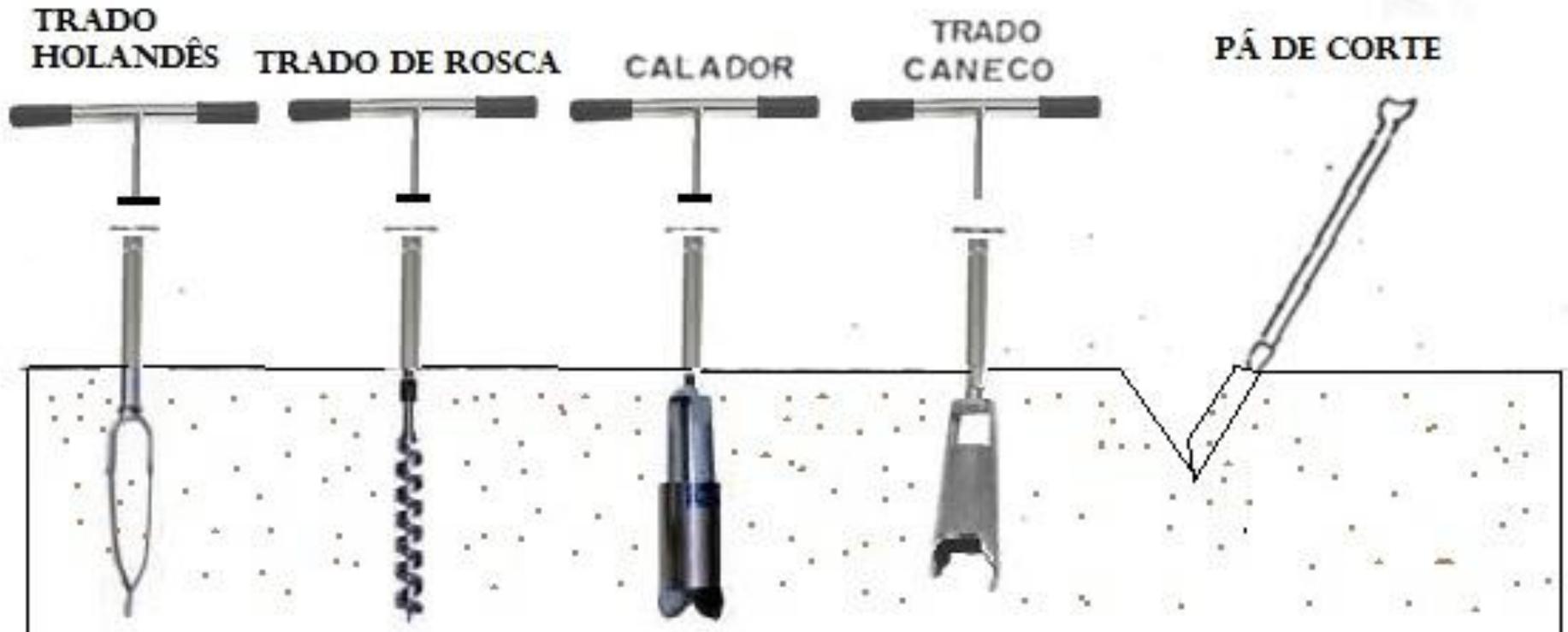


Modelo conceitual simplificado da composição do solo - fases



Física dos solos: “estuda e define qualitativa e quantitativamente as propriedades físicas com o objetivo principal de entender os mecanismos que governam a funcionalidade dos solos”.

Amostragem do solo

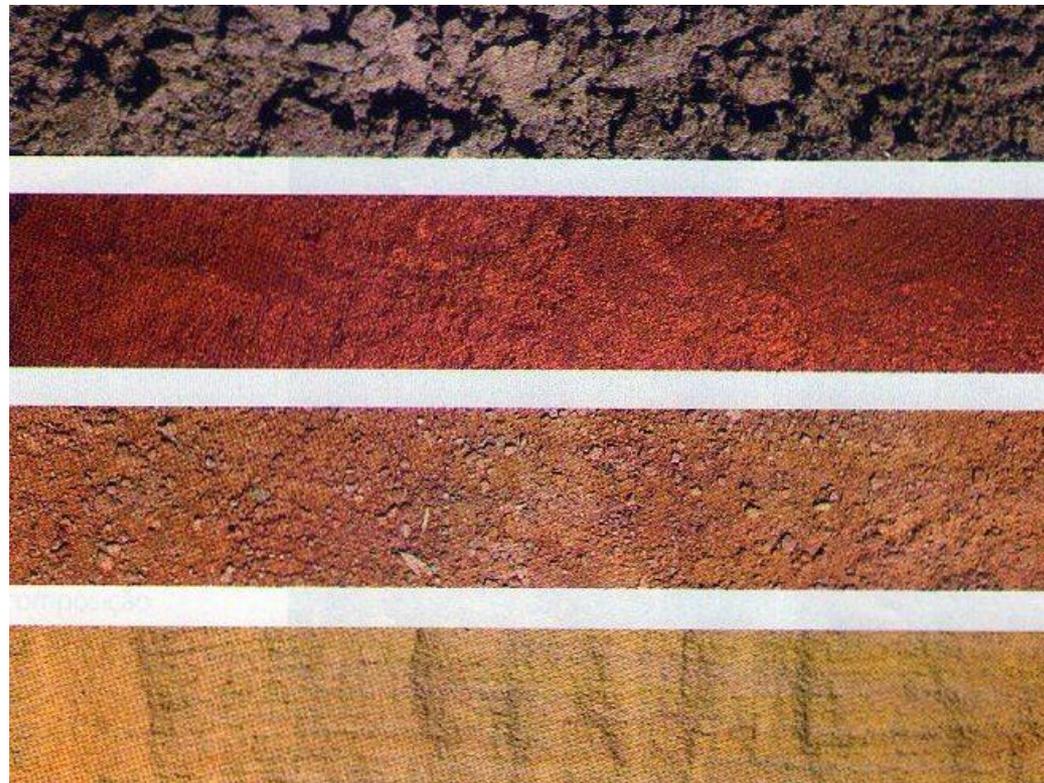


Amostragem do solo

<https://www.youtube.com/watch?v=Mz49Ys9chtE>

Propriedades Físicas: são medidas por meios físicos

- ❖ Granulometria
- ❖ Textura
- ❖ Estrutura
- ❖ Agregação
- ❖ Porosidade
- ❖ Densidade
- ❖ Consistência
- ❖ Cor



Granulometria

Refere-se ao tamanho das partículas minerais do solo e sua distribuição

Denominação	Tamanho (mm)
Areia	2 – 0,05
Silte	0,05 – 0,002
Argila	< 0,002

Granulometria



ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ" UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DPTO. DE CIÊNCIA DO SOLO - LABORATÓRIO DE FÍSICA DO SOLO

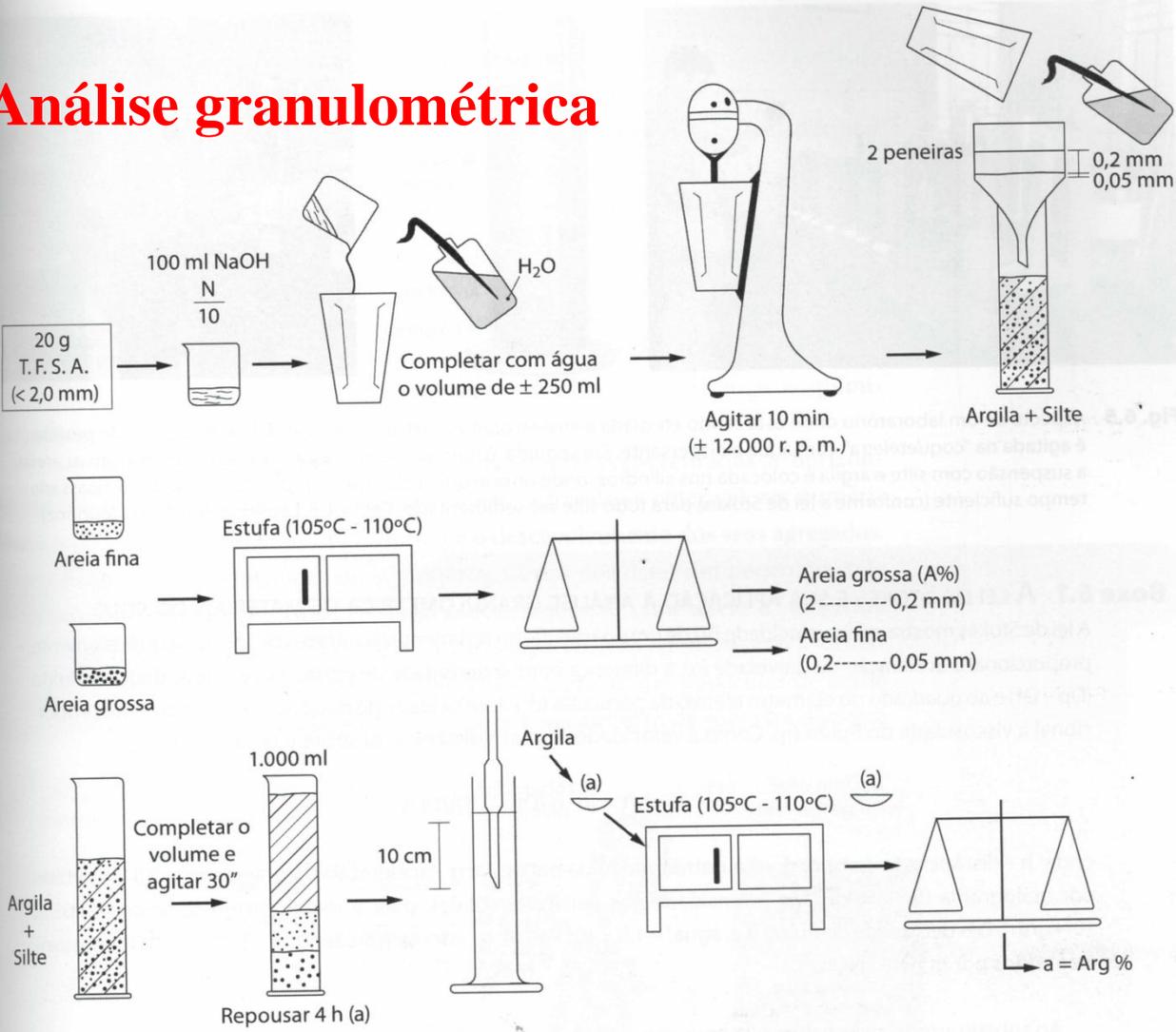
CLIENTE: Sheila

GRANULOMETRIA DE SOLOS

AMOSTRA	ARGILA	SILTE	AREIA
	-----%-----		
PV	56,01	18,30	25,69
NQ	10,01	1,58	88,41
LVA	45,09	7,26	47,65
MIGUELOPOLIS	63,52	15,70	20,78
SANTOANTONIO	65,72	15,42	18,86
ACRICO	60,12	19,92	19,96

Granulometria

Análise granulométrica



Granulometria

Análise granulométrica

Em que tipo de solo o dispersante químico é mais necessário: num arenoso ou num argiloso?

Granulometria vs Textura

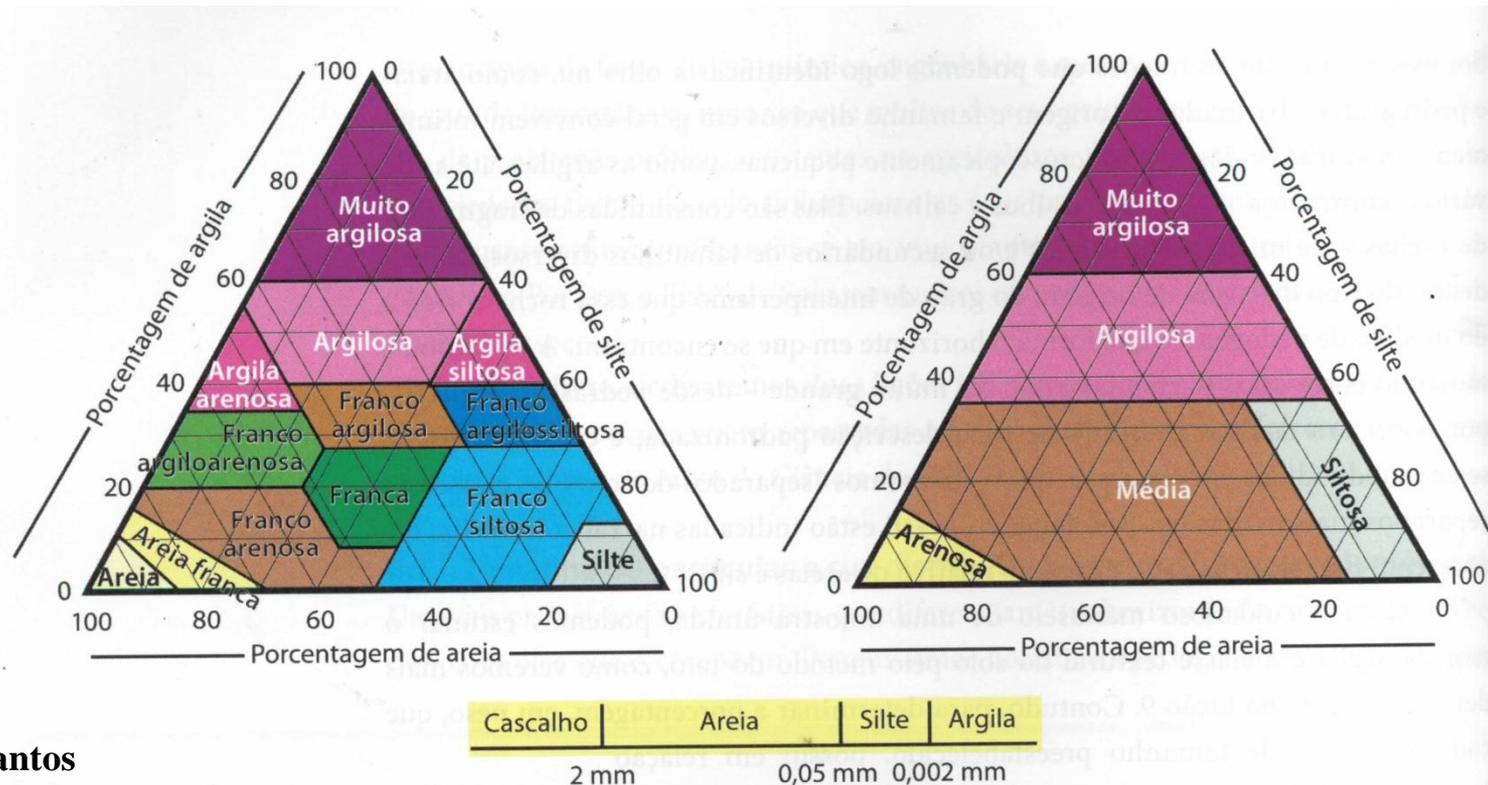


Com o cuidadoso manuseio de uma amostra úmida, podemos estimar o teor de argila e a classe textural do solo pelo método do tato. Contudo, para determinar a porcentagem, em peso, que cada “separado” de tamanho preestabelecido, possui em relação à massa total da amostra, é necessário efetuar, em laboratório, a análise granulométrica

Textura

Triângulo de classe textural

A relação entre a análise granulométrica e a classe textural do solo é normalmente indicada por um triângulo de classe textural.



Textura

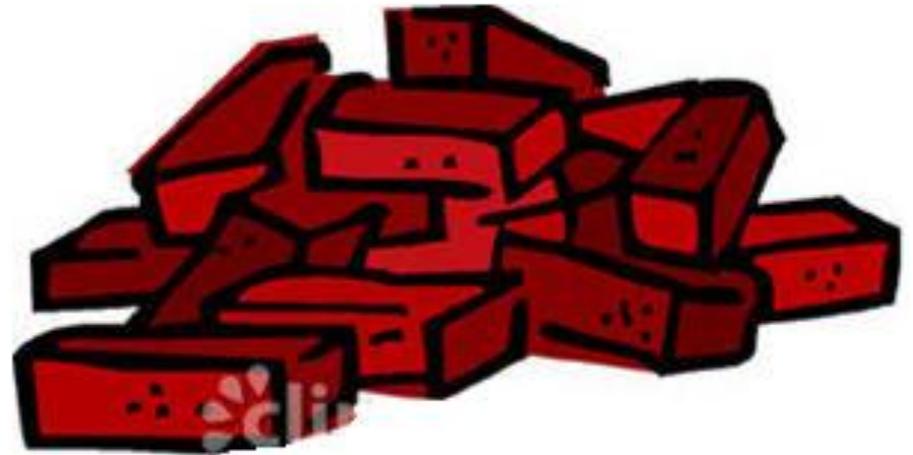
Propriedades e atributos que variam com a textura:

- CTC
- Umidade
- MO
- Porosidade
- Agregação
- Estrutura

Estrutura, agregação e porosidade

Visualize.....

Tijolos sendo lançados ao acaso uns sobre os outros e produzindo uma pilha sem definição.



Estrutura, agregação e porosidade

Visualize.....

Os mesmos tijolos sendo organizados e mantidos mutuamente ligados, formando uma parede, casa, etc...



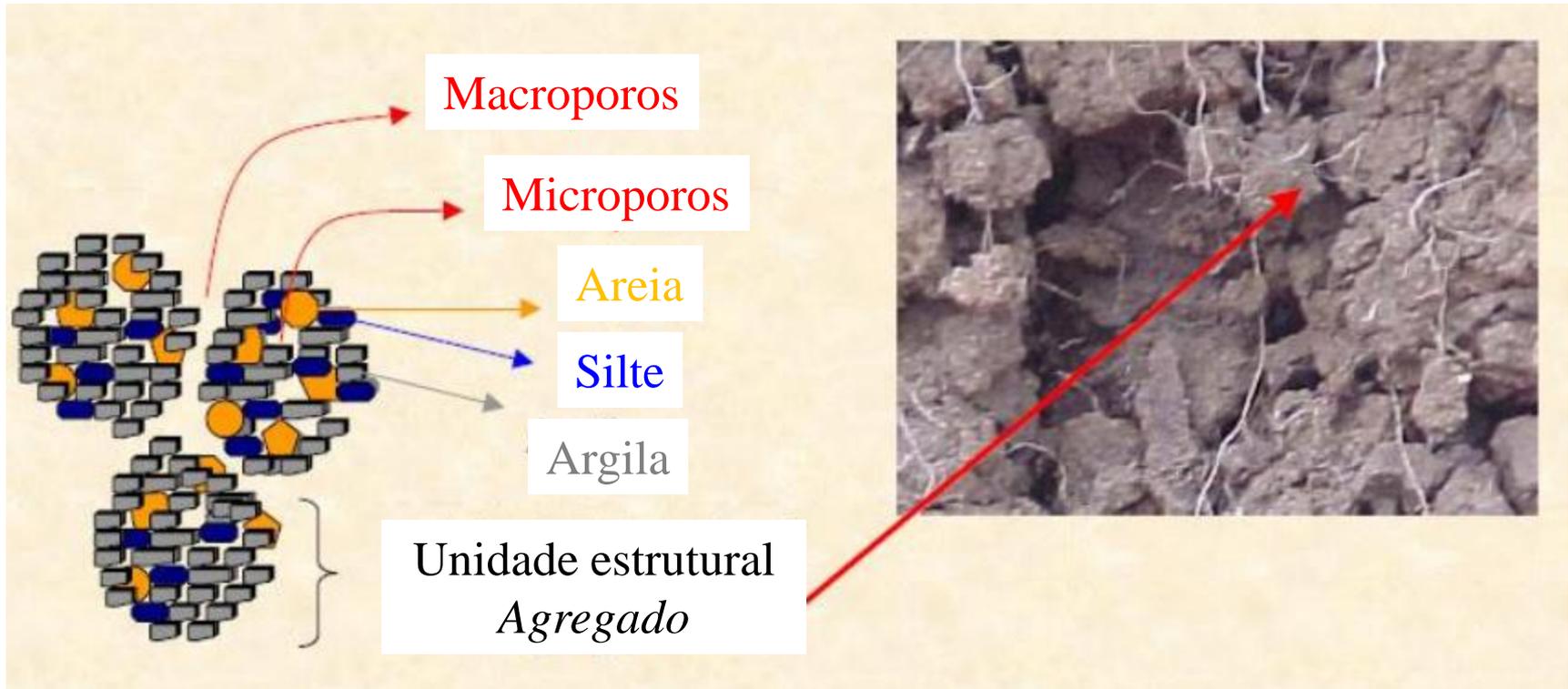
Estrutura, agregação e porosidade

De modo análogo.....

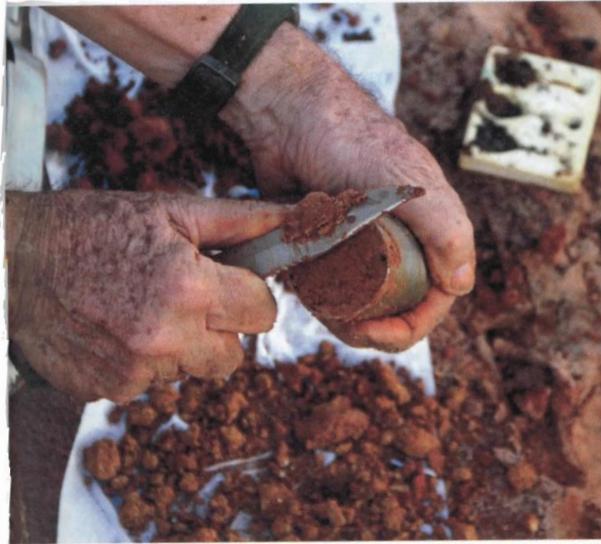
O solo, constitui-se de um padrão distintamente estruturado de partículas interligadas, associadas em **agregados**, apresentando tamanho e formato regulares.

Agregação: No solo, as partículas individuais constituintes das frações areia, silte e argila se encontram ligadas umas as outras pela ação de **agentes cimentantes** e de **forças de coesão e adesão** que se estabelecem nas interfaces entre as partículas e entre as partículas e substâncias presentes no meio.

Estrutura e agregação



Estrutura e agregação



Se, para a análise granulométrica, precisamos cavar, destorroar, secar, Agitar, peneirar, dispersar e pipetar o solo, para as determinações de laboratório da estrutura, a recomendação é alterar o menos possível a amostra, isto é, ou trabalhamos diretamente no campo, ou no laboratório, mas com blocos de solo de certo volume, aos quais chamamos de **“amostras indeformadas”**.

Estrutura e agregação

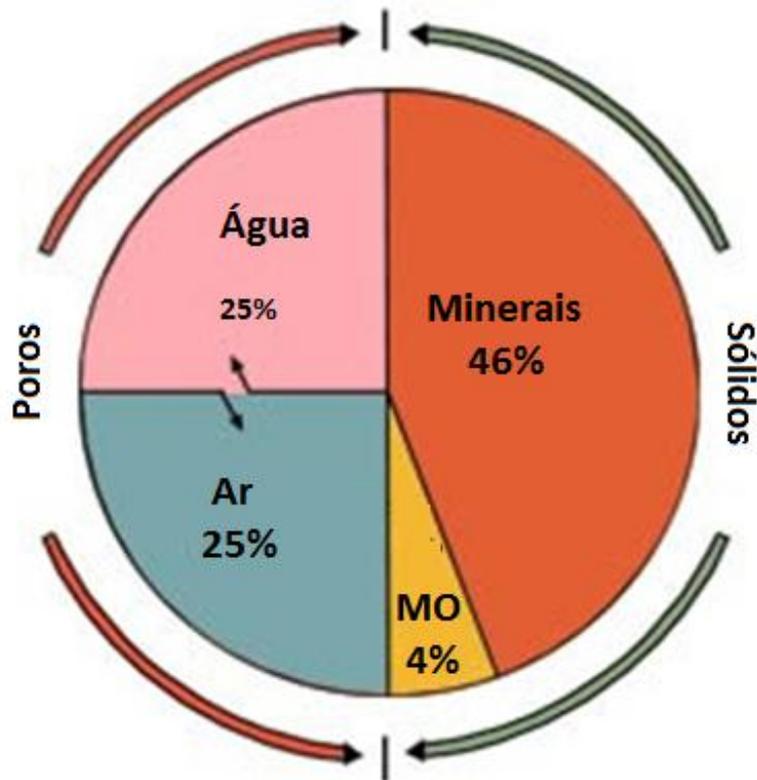
Análises de laboratório feitas em amostras indeformadas:

- Medições da forma e tamanho dos agregados;
- Estabilidade dos agregados;
- Micromorfologia: observação de lâminas delgadas (0,03mm de espessura) de amostras de solo com a ajuda de microscópios.

Densidade

Representa a relação entre a massa de solo seco em estufa (m_s) e o seu respectivo volume total (V_t), ou seja, incluindo o espaço ocupado pelos poros do solo.

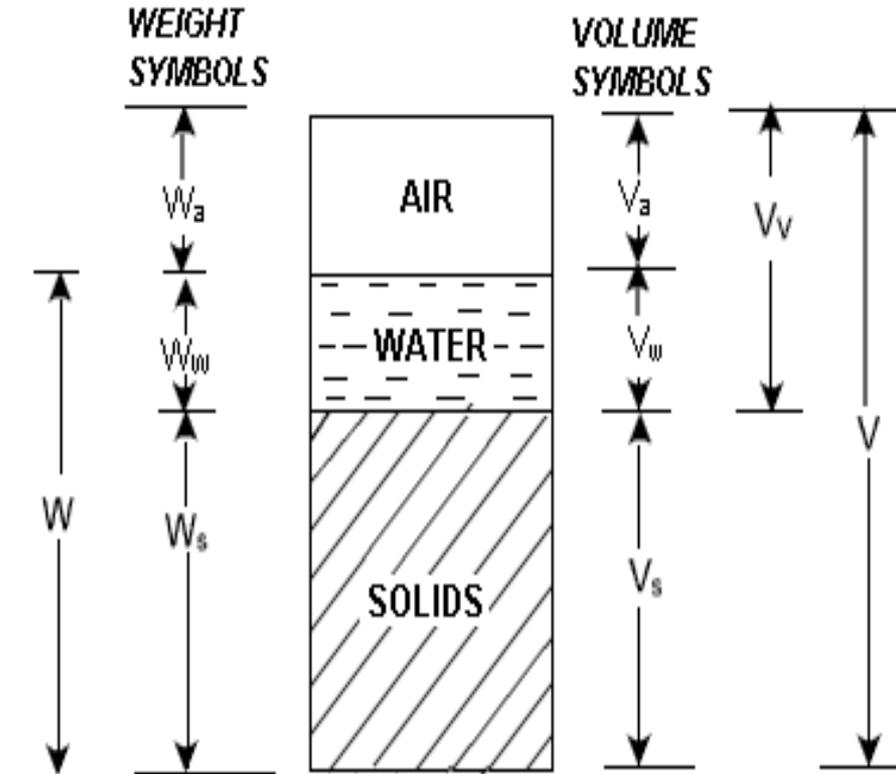
Constituintes do solo



$$D_s = \frac{M_s}{V_t}$$

Expresso em: g cm^{-3}
 kg m^{-3}

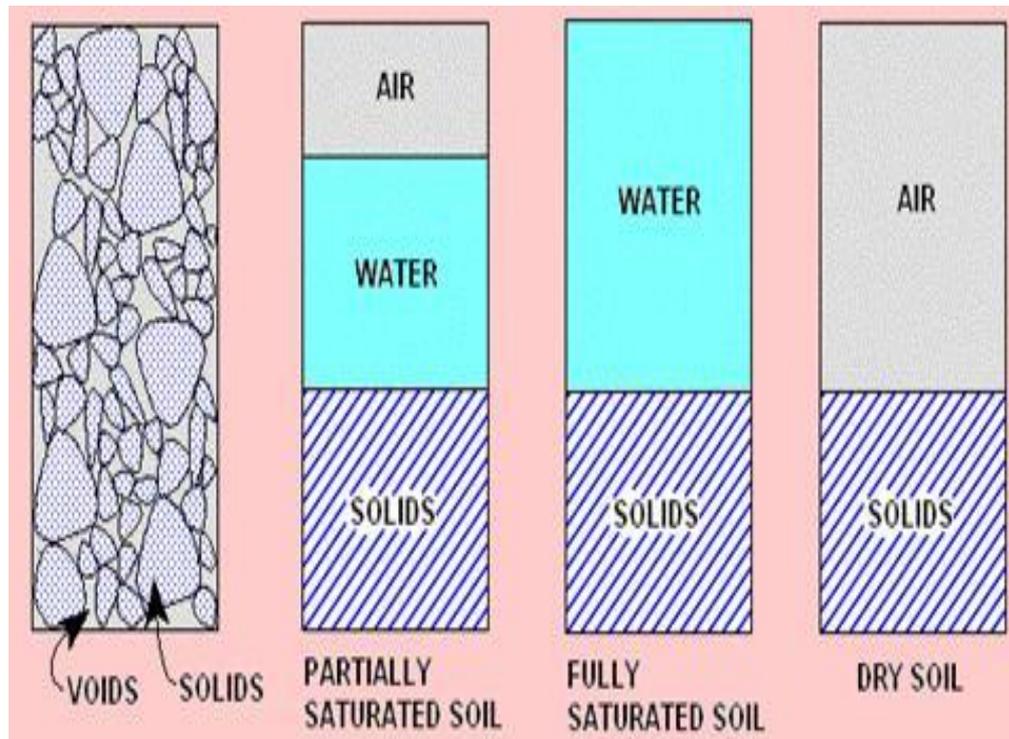
Densidade



- ✓ A massa de ar é desprezível
- ✓ Água e ar ocupam o mesmo espaço, que são os poros, portanto, o volume de ar (V_a) mais o volume de água (V_w) equivalem ao volume de poros (V_v).
- ✓ A massa de solo (M_s) = massa do solo seco em estufa a 105 °C
- ✓ O volume de sólidos (V_s) é o volume ocupado apenas pela partículas sólidas.

Densidade

No solo podem coexistir as 3 fases ou, quando completamente saturado, a fase líquida e sólida, ou, quando completamente seco, a fase gasosa e sólida.



Densidade



Coleta de amostra de solo em anel volumétrico

Densidade

Amplitudes de variação da densidade do solo :

- Solos argilosos – de 0,90 a 1,25 g cm⁻³
- Solos arenosos – de 1,25 a 1,60 g cm⁻³
- Solos orgânicos – de 0,75 a 1,00 g cm⁻³
- Solos turfosos – de 0,20 a 0,50 g cm⁻³

Densidade

- ✓ Reflete primariamente o arranjo das partículas do solo, que por sua vez define as características do sistema poroso;
- ✓ Qualquer manifestação que possa influenciar na disposição das partículas altera a D_s ;
- ✓ A composição mineralógica influencia a forma dos agregados, conseqüentemente a D_s .

Densidade de partículas

Representa a relação entre a massa de solo seco em estufa (m_s) e o seu respectivo volume de sólidos ou partículas (V_s).

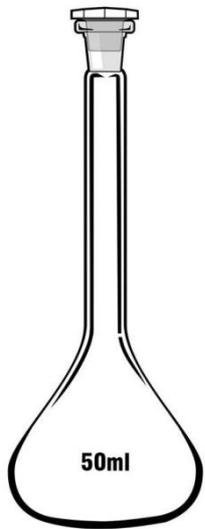
$$D_p = \frac{M_s}{V_s}$$

Densidade de partículas

- ✓ Não reflete a condição de estrutura do solo
- ✓ Atributo muito estável, muda a longo prazo, com a adição de matéria orgânica
- ✓ Depende das proporções relativas da fração mineral e orgânica e da composição mineral
 - Quartzos, feldspatos, mica e colóides silicatados possuem D_p de aproximadamente $2,65 \text{ kg m}^{-3}$
 - Matéria orgânica $0,9$ a $1,3 \text{ kg m}^{-3}$
- ✓ Densidade de partículas de solos orgânicos é $0,9 - 1,2 \text{ kg m}^{-3}$

Densidade de partículas

Método do balão volumétrico:



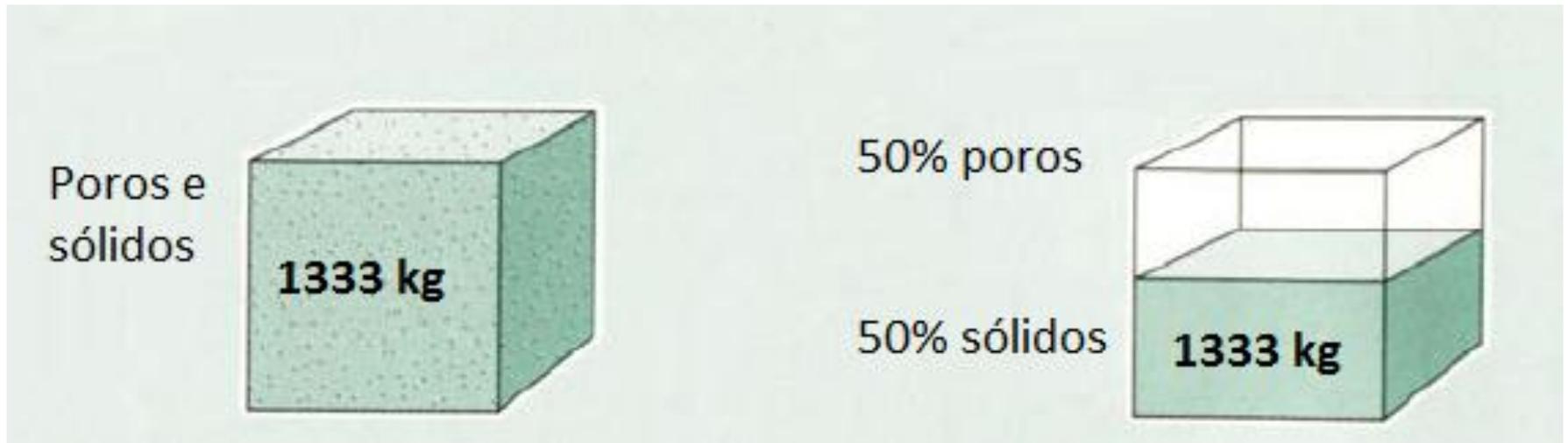
20 g de solo seco
em estufa



Álcool para completar
o volume do balão

Balão volumétrico
de 50 mL

Densidade do solo vs Densidade de partículas



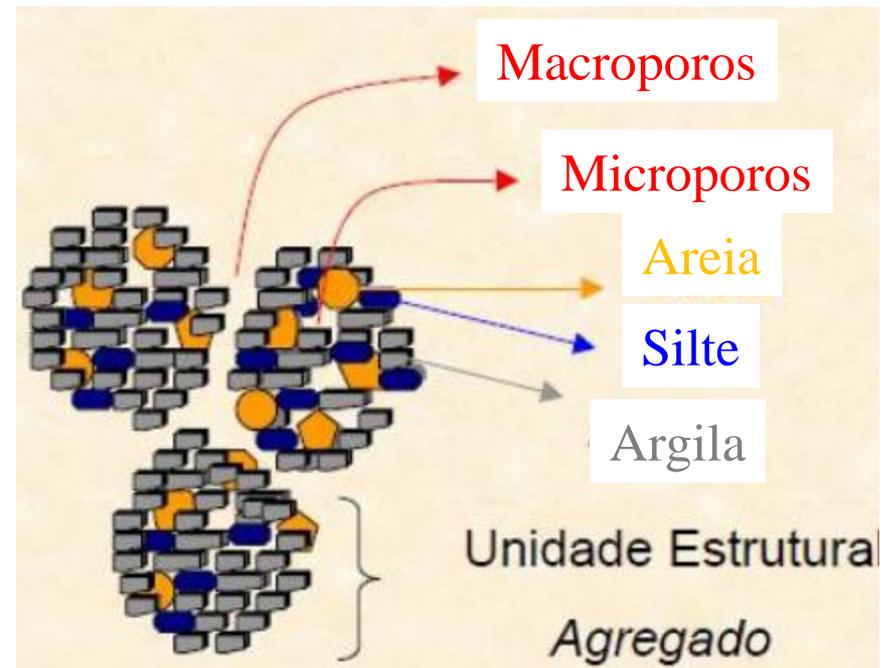
Na densidade do solo considera-se o volume total (sólidos e poros)

Porosidade

Refere-se aos espaços entre e dentro dos agregados, ocupados pela água ou pelo ar do solo.

Tamanhos de macro e micro poros

Os valores limítrofes de diâmetro para separar as duas classes são arbitrários, variando de estudo para estudo.



Porosidade

Porosidade total

Método do anel volumétrico

- ✓ Coleta-se uma amostra de solo de volume conhecido, como a usada na determinação da densidade do solo;
- ✓ Protege-se uma das faces com um pedaço de tecido e introduz (não mais que um terço do anel) em água para saturação da amostra;
- ✓ Pesa-se a amostra saturada
- ✓ Seca-se em estufa
- ✓ Pesa-se a amostra seca

Inconveniente do método: Certeza da saturação total da amostra.



Porosidade

Porosidade total

Método experimental

Exigência: conhecer massa, volume total e a densidade de partículas.

Exemplo:

Anel de 50 cm³

Massa de 65 g

Densidade de partículas de 2,5 g/cm³

Volume de sólidos

$$V_s = \frac{M_s}{D_p} = \frac{65}{2,5} = 26 \text{ cm}^3$$

Volume de poros totais

$$VTP = \frac{V_t - V_s}{V_t} \times 100 = \frac{50 - 26}{50} \times 100 = 48\%$$

Porosidade

Porosidade total

Método Indireto

Usa os dados da densidade de partículas e densidade do solo

$$VTP = \frac{D_p - D_s}{D_p} \times 100$$

$$VTP = 100 - \frac{D_s}{D_p}$$

$$VTP = 1 - \frac{D_s}{D_p} \times 100$$

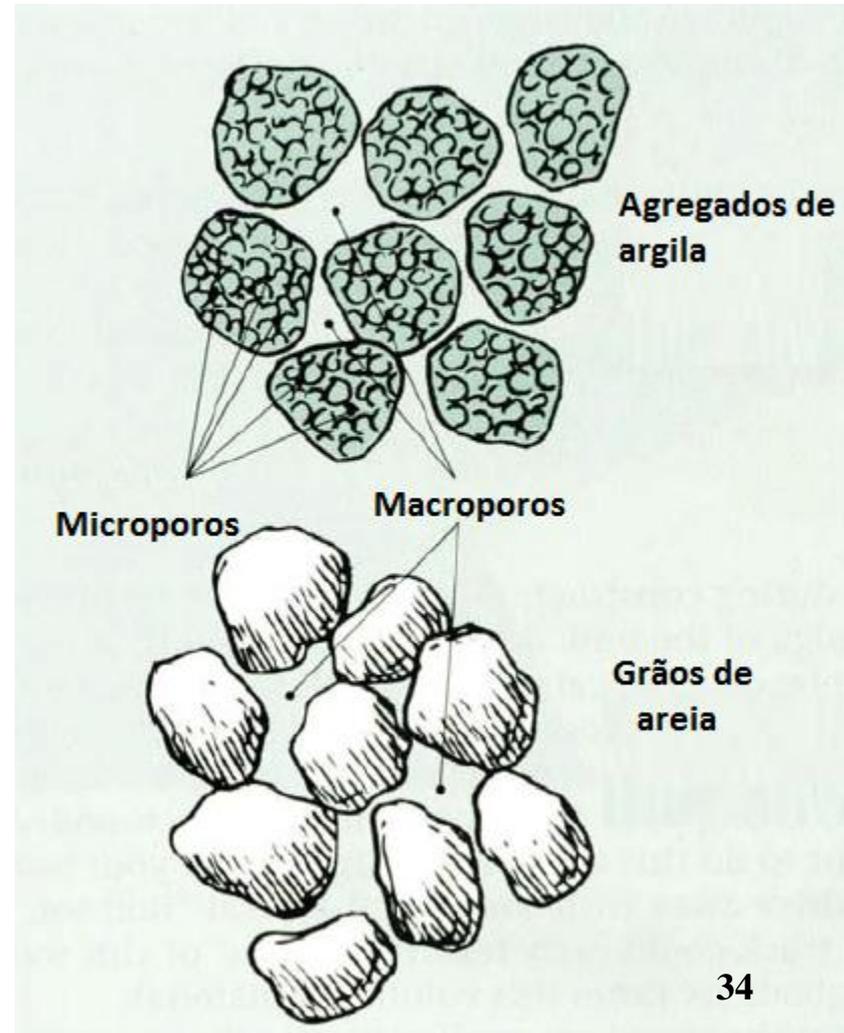
Fatores que afetam a densidade/porosidade do solo

Qualquer fator que influencie a porosidade afeta a densidade do solo:

Textura do solo

Solos com textura fina (franco siltosos, argilosos e franco argilosos) apresentam menor densidade que os solos arenosos.

- ✓ Além dos macroporos, há microporos nos agregados do solo de textura fina.
- ✓ A macroporosidade é muito semelhante nos dois solos
- ✓ Pouca matéria orgânica nos solos arenosos



Fatores que afetam a densidade/porosidade do solo

Profundidade do perfil



A densidade do solo tende a aumentar com a profundidade do perfil:

- ✓ Menor teor de matéria orgânica
- ✓ Menor agregação
- ✓ Ausência de raízes
- ✓ Compactação causada pelas camadas superiores

COR

Cor é a impressão que **a luz refletida** ou absorvida pelos corpos **produz nos olhos**.



Estima uma séria de outros atributos: mineralogia; teor de MO; extensão do intemperismo, drenagem, etc...

Solo vermelho argiloso

- Boa drenagem interna;
- Elevados teores de óxidos de Ferro;



COR

Horizonte superficial oscuro

- Alto teor de MO



Solos acinzentados com boa drenagem interna

- **baixo teor de MO**
- **baixa retenção de água**



COR

Para descrever a cor dos solos – **Sistema de Munsell**

Baseado em três variáveis:

- **Matiz**
- **Valor**
- **Croma**



Matiz: Nome da cor

Principais matizes dos solos: Y e R

Y = Yellow (amarelo)

R = Red (vermelho)

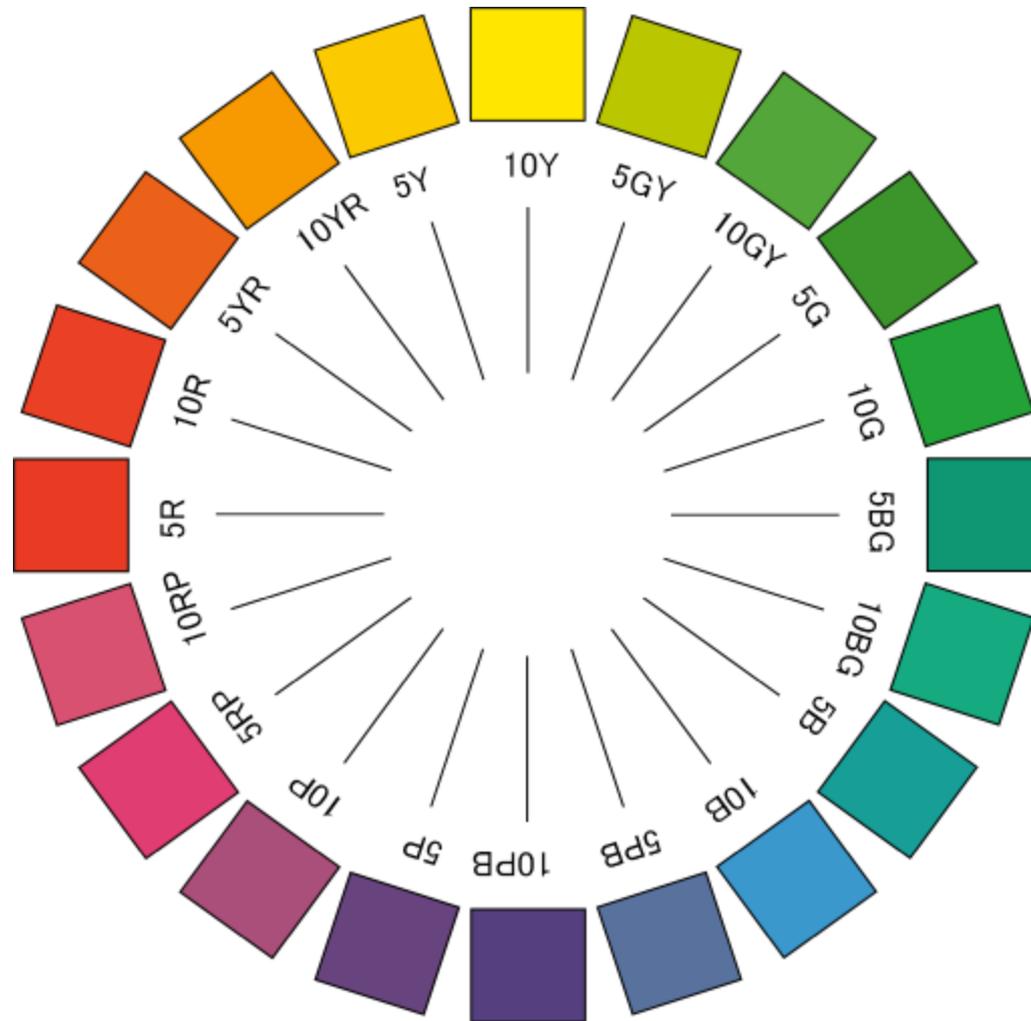
Quando existe 100% de uma cor – MATIZ = 5

100 % de vermelho - matiz = 5 R

100 % de amarelo - matiz = 5 Y

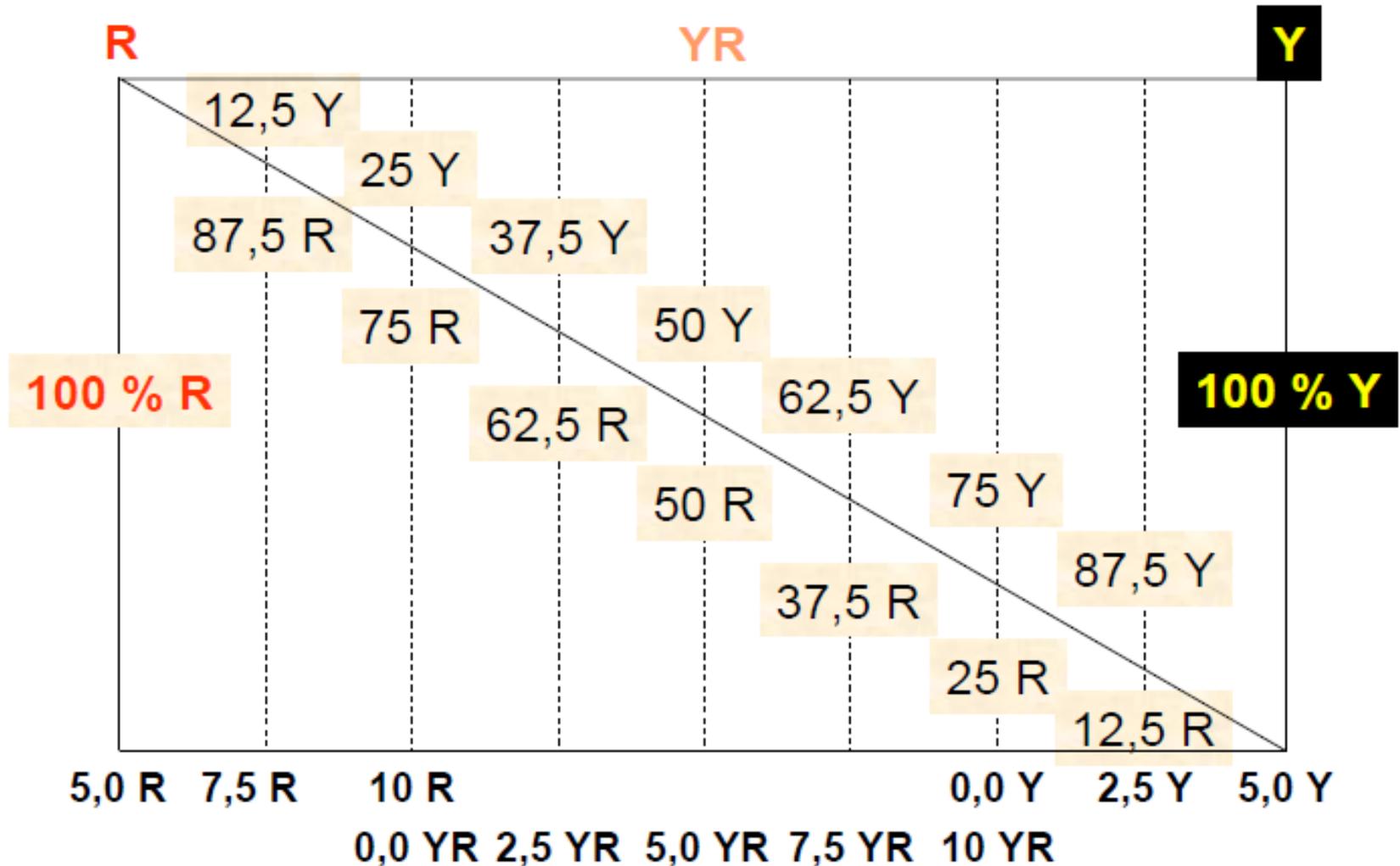
COR

Matizes da Carta de Munsell



B = blue
P = purple
R = red
Y = yellow
G = green

COR



Esquema com a formação dos matizes da carta de cores

COR

Cores características dos principais óxidos de Fe

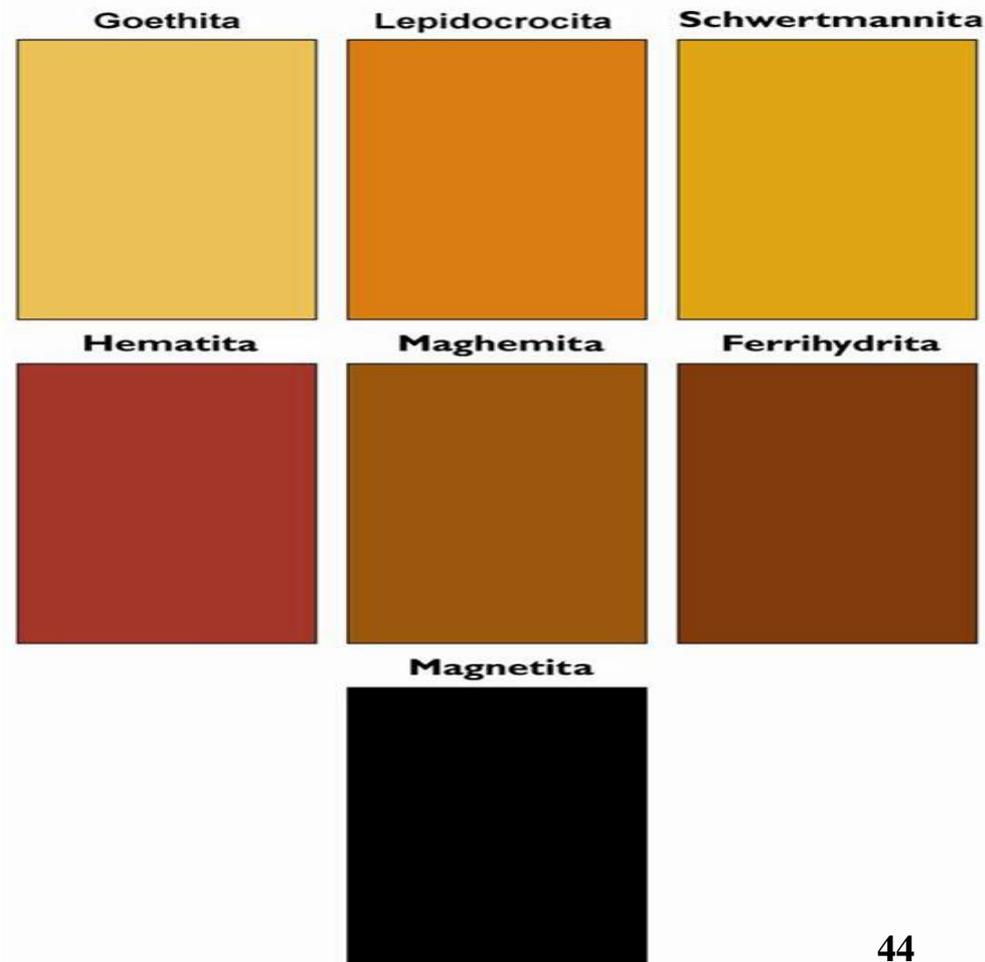
Hematita (Fe_2O_3) e Goethita (FeOOH)



Imprimem cores aos solos

Solos com predomínio de hematita

Solos com predomínio de goethita



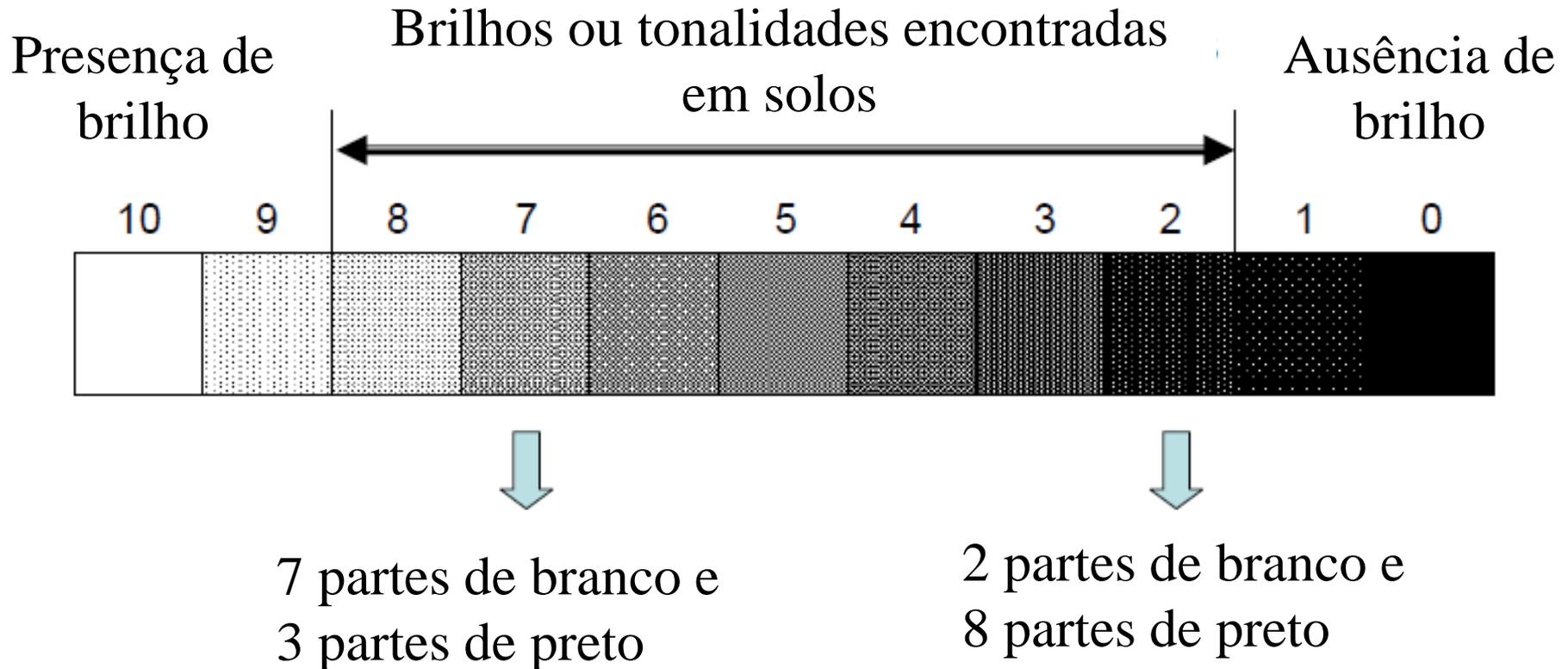
COR

Valor (ou brilho): refere-se ao número de partes da cor branca em combinação com a cor preta.

A soma é sempre igual a 10

COR

Como são formadas os brilhos ou tonalidades?



COR

Croma: intensidade ou pureza da cor

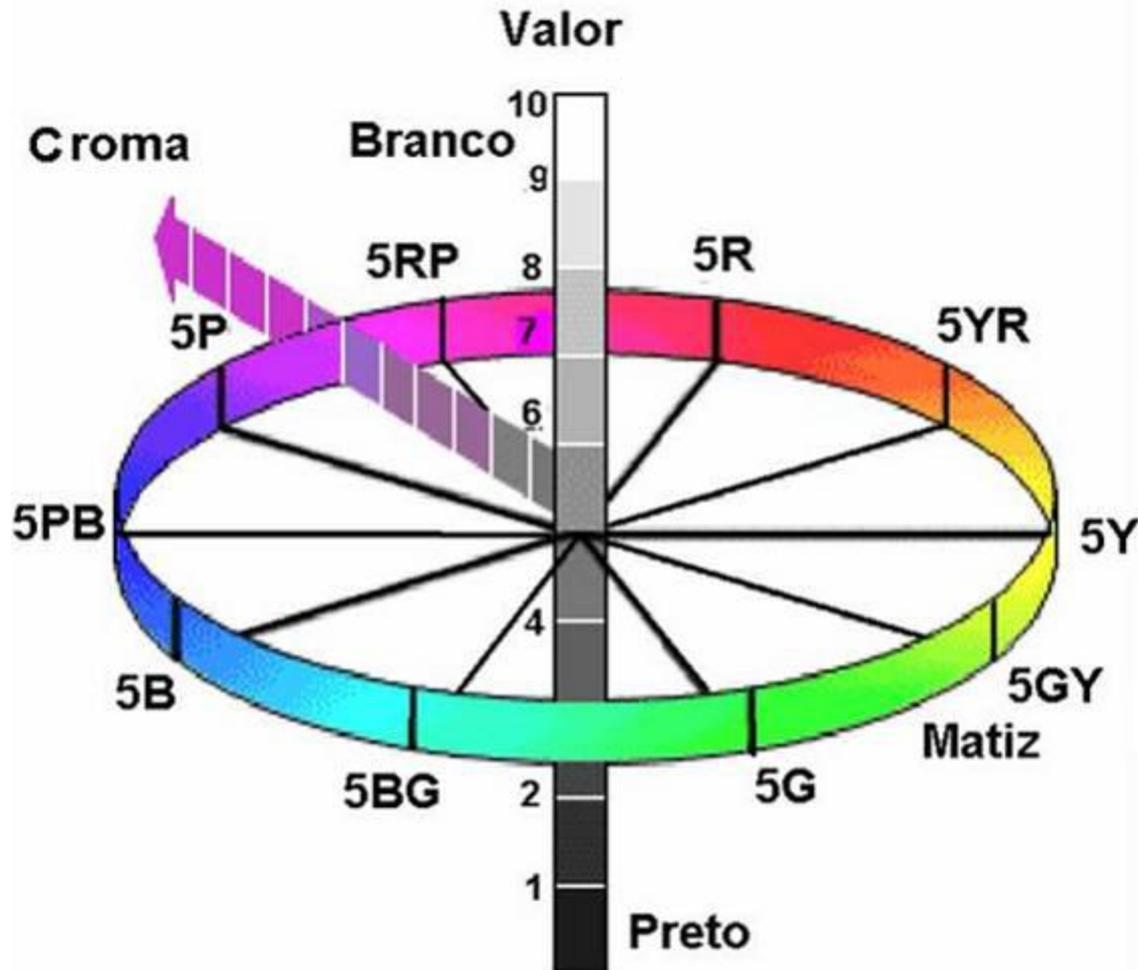
Refere-se ao número de partes da matiz em combinação com a cor cinza.

A soma matiz + cinza = 20

Obs.: na carta de cores são aproveitadas de 0 a 8 partes da matiz, sendo o restante relativo ao cinza.

Ex.: croma 5 = 5 partes da matiz em questão e 15 partes de cinza

COR



Distribuição dos componentes da cor (Matriz, Valor e Croma)
no Sistema Munsell

Exercícios:

1) 2,5 YR 3/4

matiz = 62,5 % R e 37,5 % Y

valor = 3 partes de branco e 7 partes de preto

croma = 4 partes da matiz 2,5 YR e 16 partes de cinza

2) 5 YR 2/5

matiz = 50 % R e 50 % Y

valor = 2 partes de branco e 8 partes de preto

croma = 5 partes da matiz 5 YR e 15 partes de cinza

2) 7,5 YR 3/3

matiz = 62,5 % Y e 37,5 % R

valor = 3 partes de branco e 7 partes de preto

croma = 3 partes da matiz 7,5 YR e 17 partes de cinza

Para estudar:

2,5 YR 3/4

10 YR 4/3

5 YR 3/4

COR

Valor

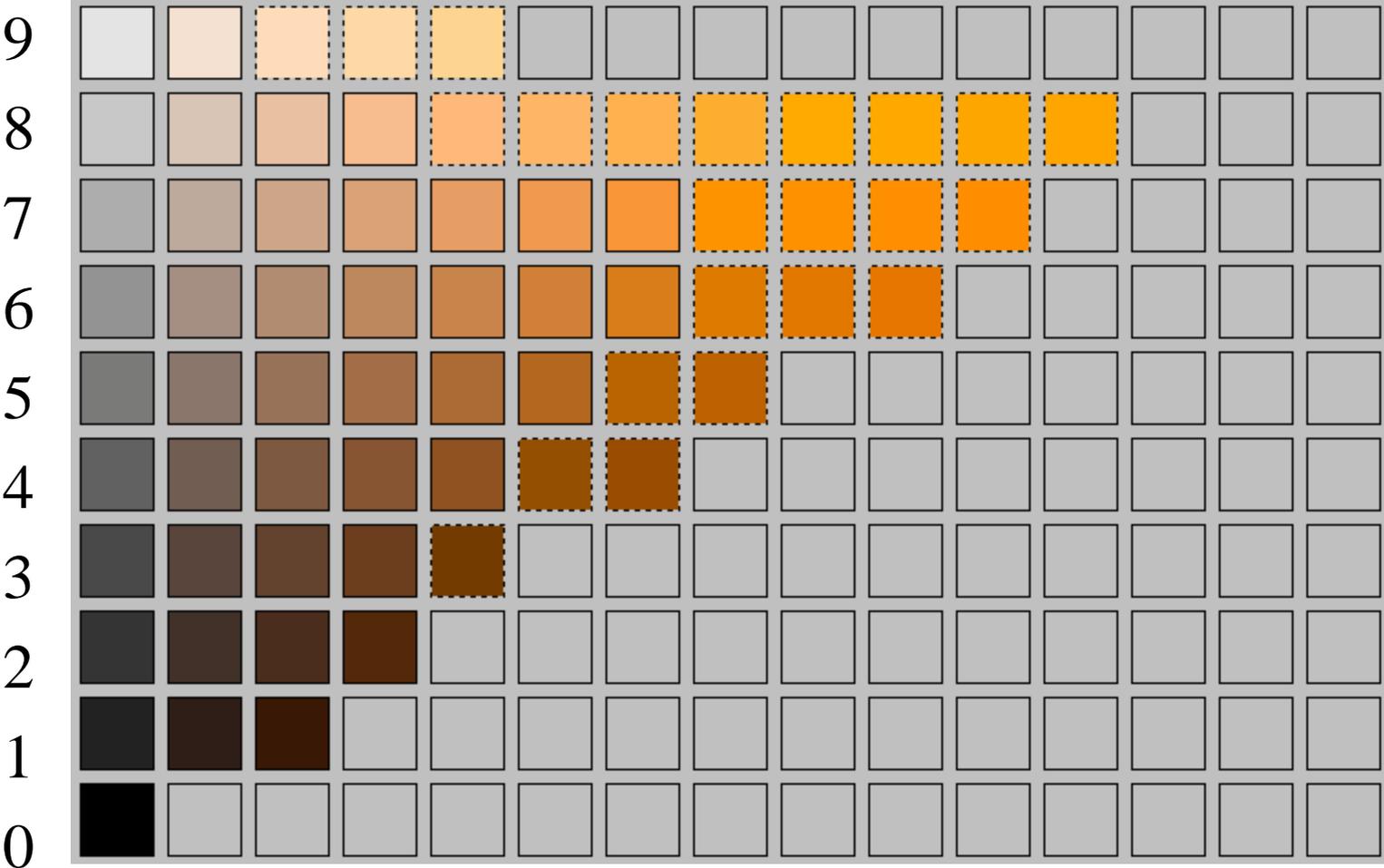
Matiz 2,5 YR



COR

Valor

Matiz 5 YR



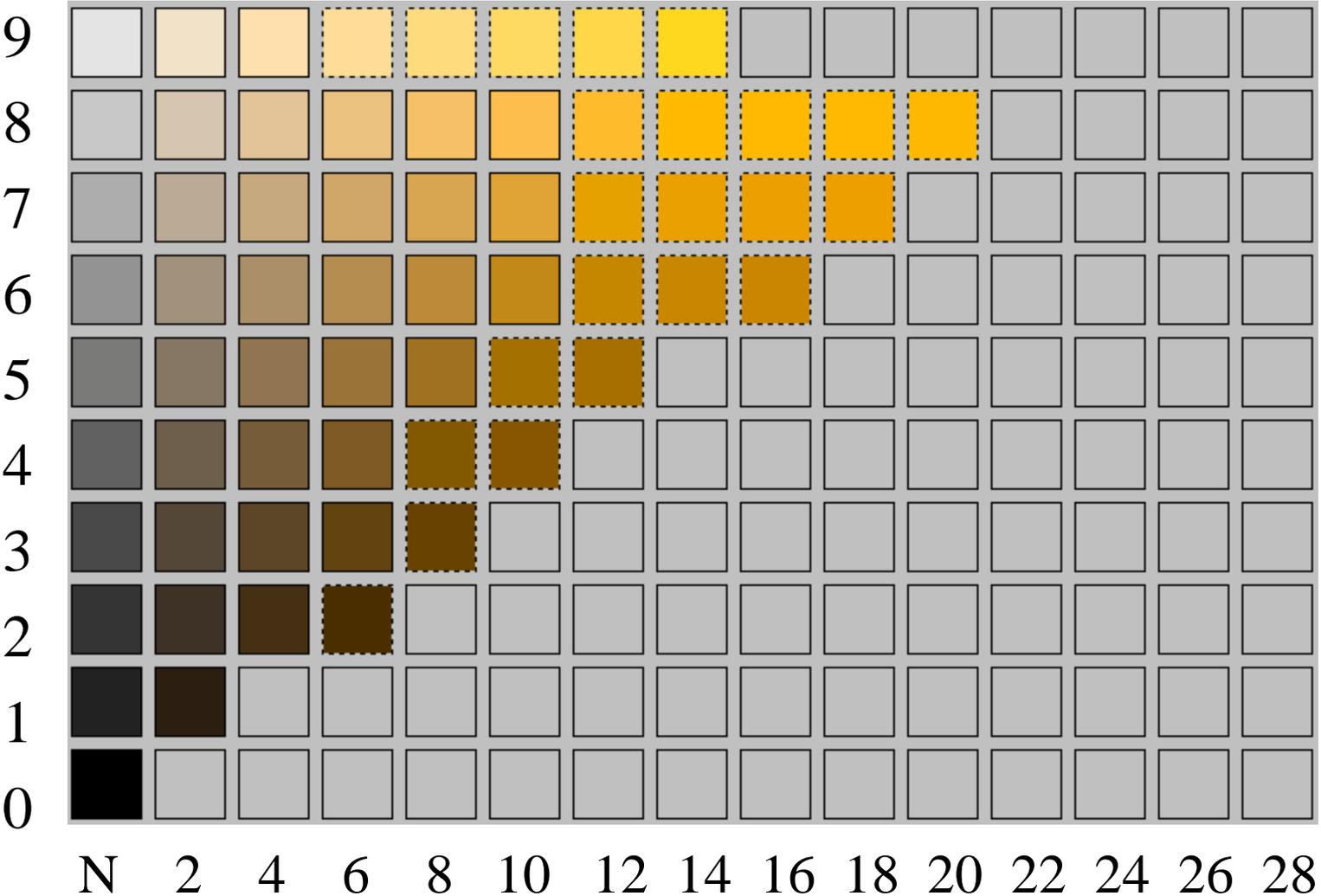
N 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28

Croma

COR

Valor

Matiz 10 YR

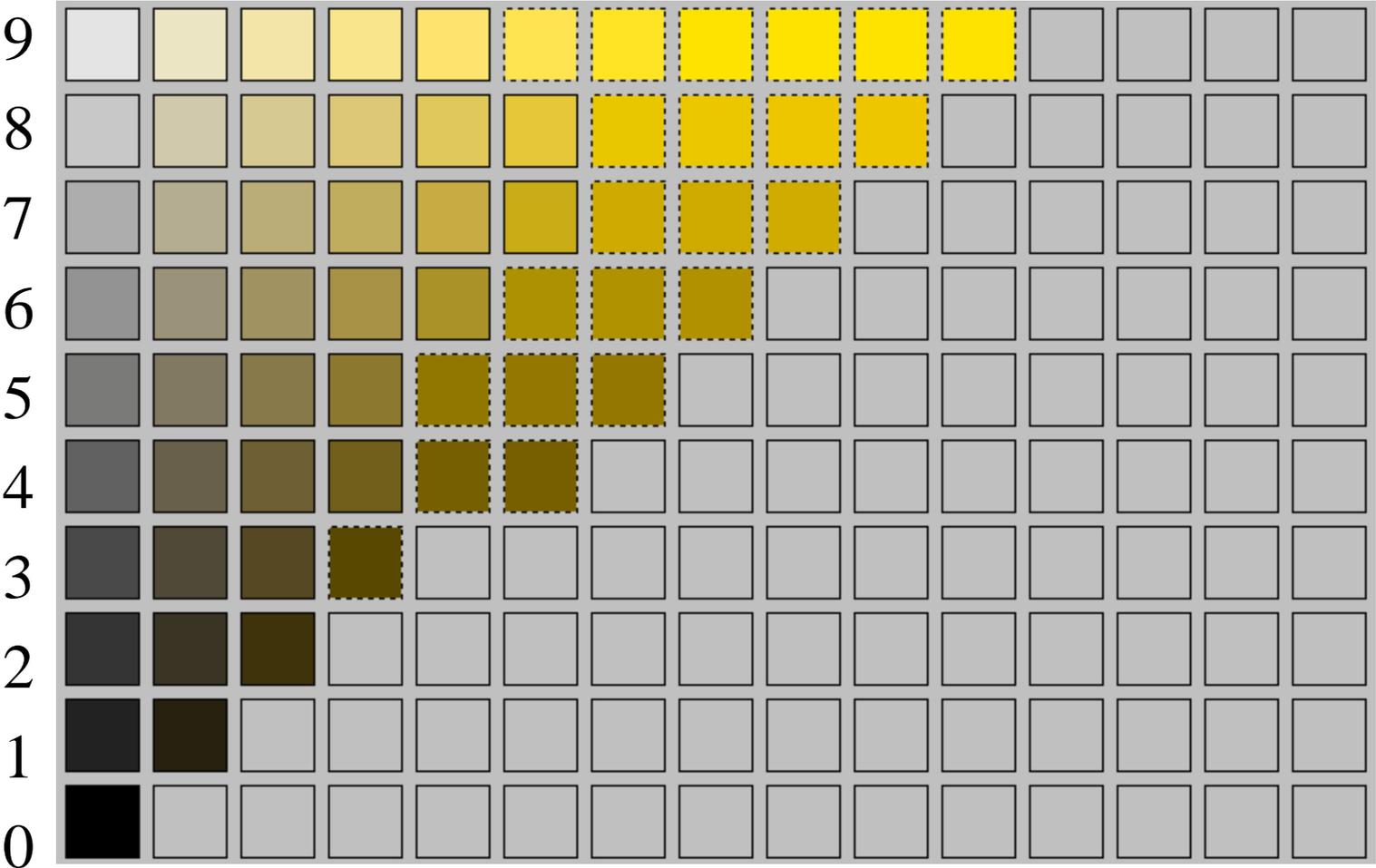


Croma

COR

Valor

Matiz 5 Y

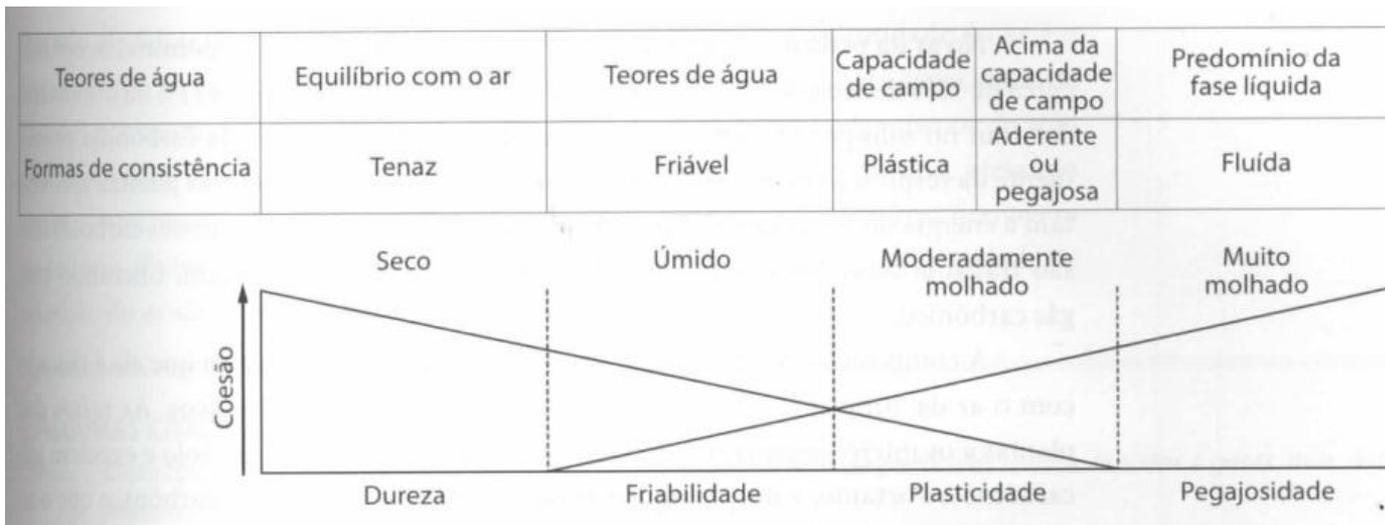
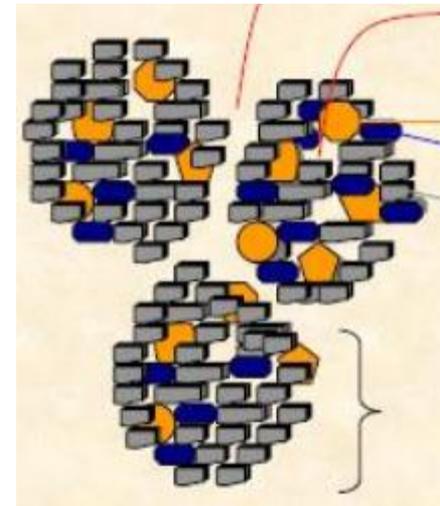


N 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28

Croma

CONSISTÊNCIA

- ✓ Refere-se a resistência do material do solo a manipulações ou estresses mecânicos (aplicação de força) em vários estágios de umidade.



CONSISTÊNCIA

- ✓ Pode ser avaliada quando da descrição do perfil do solo no campo - com as mãos (morfologia).
- ✓ É de grande interesse aos trabalhos de engenharia.
- ✓ Determinada em mecânica dos solos por índices de consistência: resistência do solo à penetração por um objeto.



CONSISTÊNCIA

Imagine um solo com baixo valor de densidade (1 g cm^{-3}). É possível aumentar a resistência à penetração desse solo? Em que situação isso seria desejável? Explique como isso pode acontecer do ponto de vista físico.

CONSISTÊNCIA

