

ESTRUTURA E AGREGAÇÃO DO SOLO

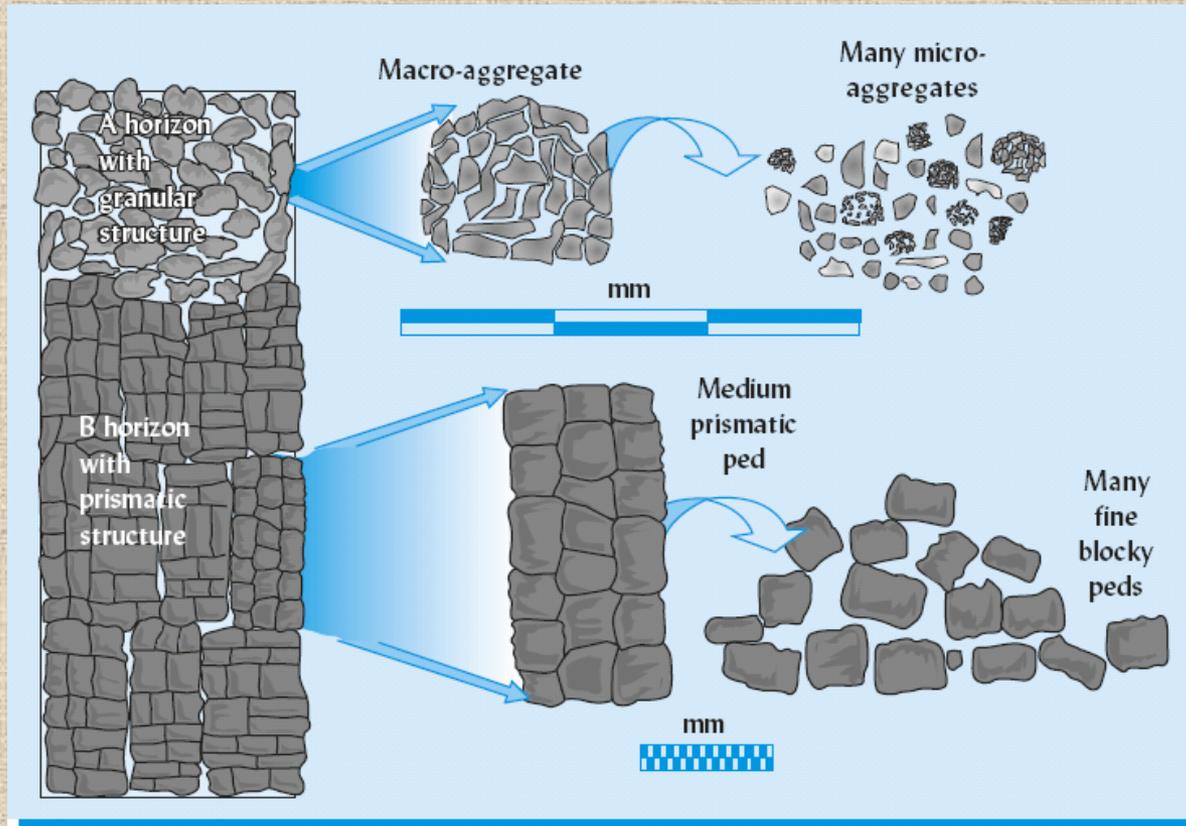
Aula 3

Prof. Rafael Otto

ESTRUTURA DO SOLO

- O termo estrutura do solo se refere ao arranjo das partículas de areia, silte, argila e matéria orgânica em estruturas menores, chamadas de **peds** ou **agregados**
- Forças de adesão e coesão e os agentes cimentantes são responsáveis pela união das partículas unitárias
- Quando aplica-se uma força sobre uma amostra de terra, ela se quebra em **peds** nas zonas de fraqueza, exibindo os agregados do solo

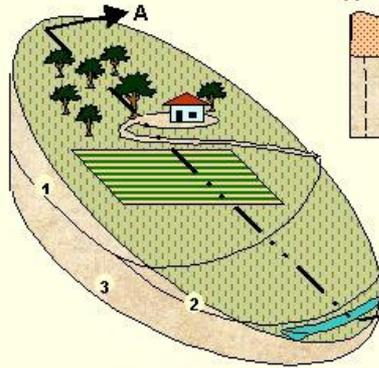
ESTRUTURA DO SOLO



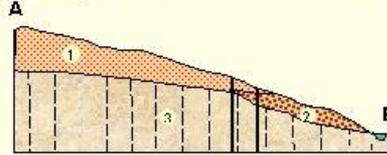
HIERARQUIA DA ESTRUTURA DO SOLO

No estudo morfológico do solo, a estrutura pode ser observada em diferentes níveis, desde a escala macroscópica dos agregados ou unidades estruturais até o nível microscópico das partículas de argila (*micromorfologia do solo*).

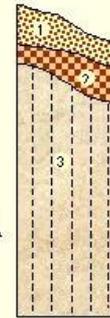
Paisagem



Topossequência



Perfil de Solo



HORIZONTES:
1, 2, 3

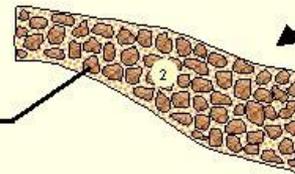
MEGAESTRUTURA

MACROESTRUTURA

Agregado elementar
(Estrutura primária)



Horizonte de solo
(Estrutura secundária)



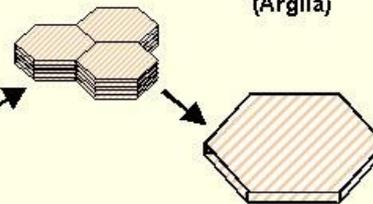
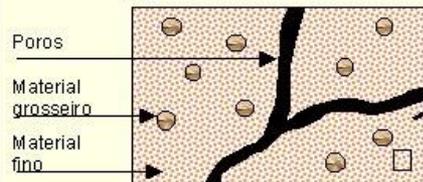
MICROESTRUTURA

MACROESTRUTURA

Fundo matricial

Cristais associados

Cristal unitário
(Argila)



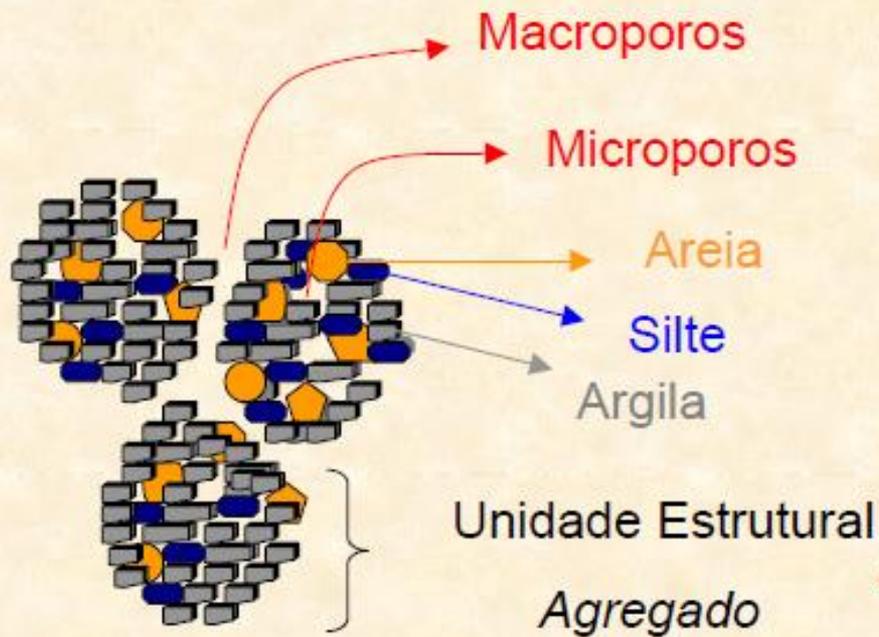
MICROESTRUTURA

NANOESTRUTURA

Importância da Estrutura

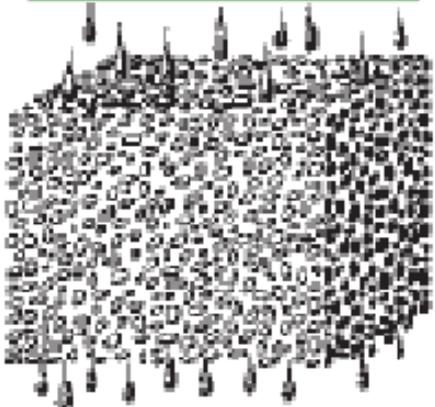
...Assim, para entender como o solo se comporta como um corpo, é necessário considerar a **maneira** como as partículas individuais estão *arranjadas* e são mantidas *unidas*.

O arranjo das partículas é que define a **porosidade do solo**, que por sua vez condiciona a **aeração do solo e o movimento da solução do solo** em seu interior.



TIPOS DE ESTRUTURA E ÁGUA NO SOLO

GRÃO SIMPLES



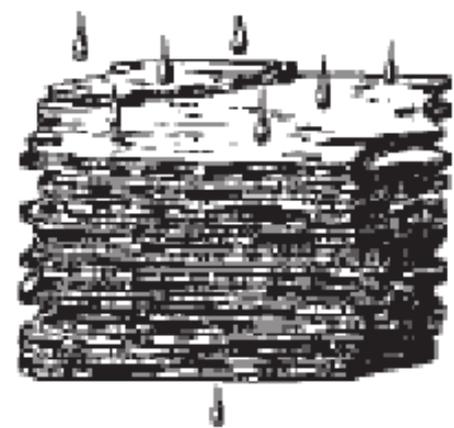
RÁPIDA

BLOCOS



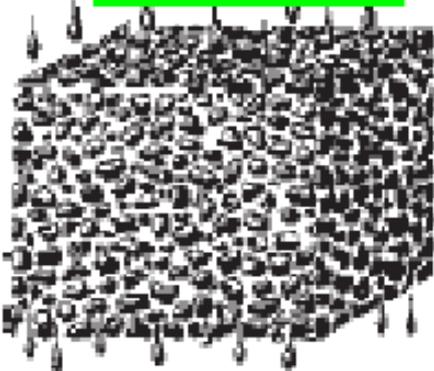
MODERADA

PLACAS



51 LENTA

GRANULAR



RÁPIDA

PRISMÁTICA



MODERADA

MASSIVA



LENTA

FUNCIONALIDADE DA ESTRUTURA

Nos solos bem estruturados a presença de *agregados grandes e estáveis*, os **macroagregados**, condiciona a ocorrência de poros grandes, pelos quais a água e o ar podem se mover livremente e as raízes de plantas encontram caminhos fáceis para crescer.

Em oposição ao conceito de solo bem estruturado, solos de **estrutura massiva** (adensados ou compactados) apresentam poucos ou raros macroporos, sendo por isso que o movimento de água e ar e o crescimento de raízes são praticamente inexistentes.

FORMAÇÃO E ESTABILIDADE DOS AGREGADOS

Para ocorrer a *formação de agregados* no solo, são necessárias duas condições fundamentais:

- Uma força mecânica qualquer, deve *provocar a aproximação das partículas*.
- Após o contato entre as partículas, deve haver disponível no meio, um *agente cimentante* para consolidar essa união e gerar o agregado.

FORMAÇÃO E ESTABILIDADE DOS AGREGADOS

Forças Mecânicas

- Gravidade
- Crescimento de raízes
- Contração e expansão do solo
- Ação da fauna (organismos)

Agentes Cimentantes

- Argila
- Matéria Orgânica
- Óxidos de ferro e alumínio
- Micélios de fungos e actinomicetos
- Polissacarídeos (bactérias)
- Dejetos de minhocas

FORMAÇÃO E ESTABILIDADE DOS AGREGADOS



(Kiehl, 1979)

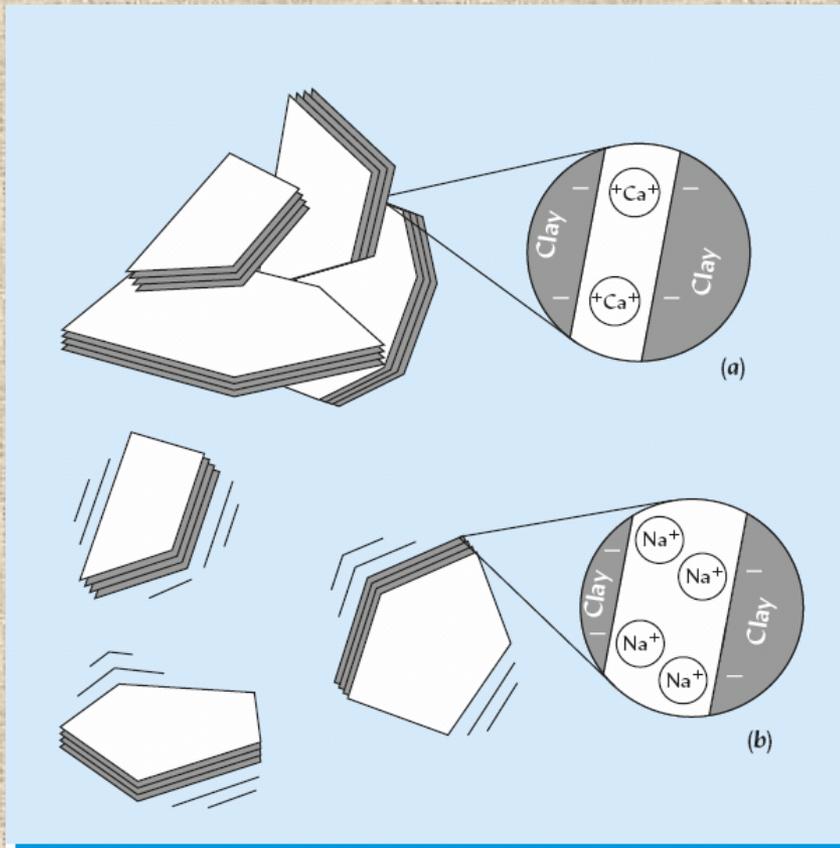
Partículas de argila, associadas a cátions, aderem a grãos de areia e se ligam umas às outras através de moléculas de água (dipolares), que se orientam em relação às cargas dos cátions trocáveis presentes na solução formando agregados. Com a desidratação do solo as partículas de argila se aproximam, tornando mais forte a coesão entre elas.

FORMAÇÃO E ESTABILIDADE DOS AGREGADOS

- **Processos que influenciam a formação e estabilidade dos agregados**
 - Floculação de argilas por cátions
 - Expansão e contração de argilas 2:1
 - Atividade de organismos do solo
 - Influência da matéria orgânica
 - Influência dos óxidos de ferro e alumínio
 - Influência do manejo

FORMAÇÃO E ESTABILIDADE DOS AGREGADOS

- Floculação de argilas e o papel dos cátions adsorvidos

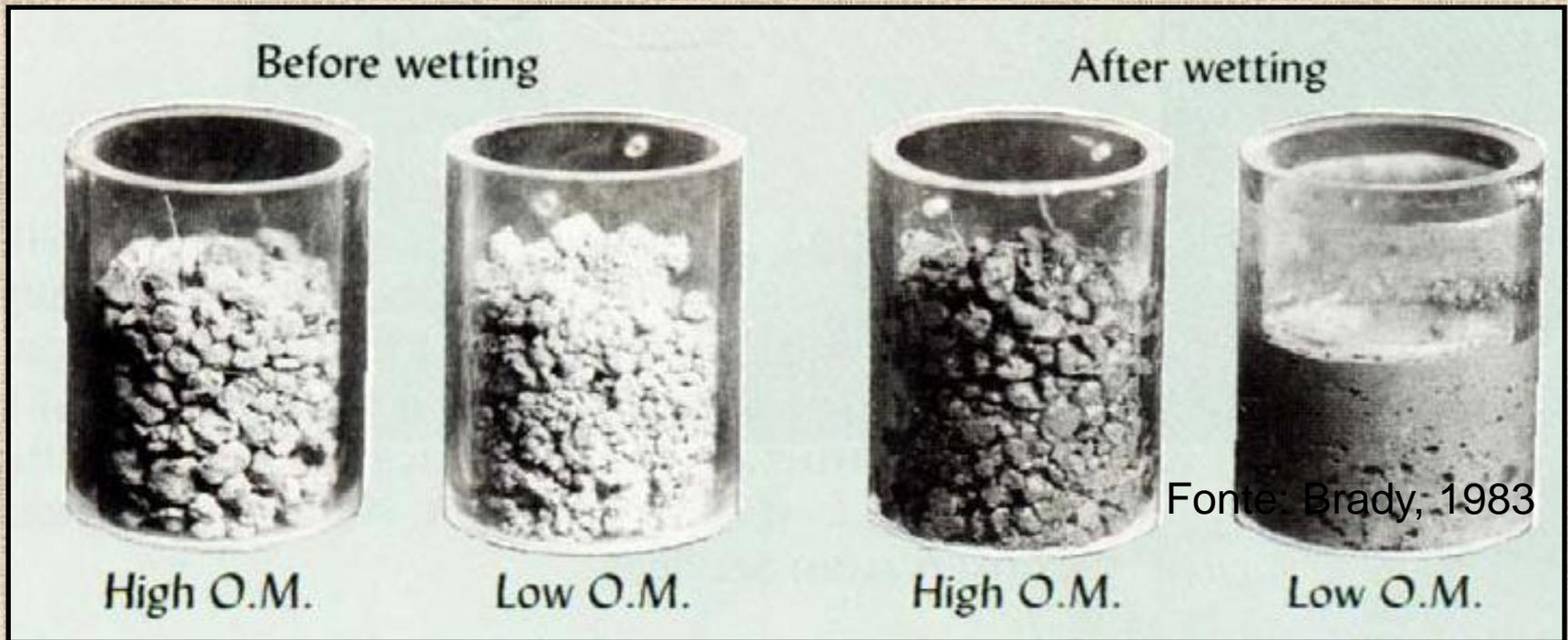


**Cálcio: cátion
floculante**

**Sódio: cátion
dispersante**

FORMAÇÃO E ESTABILIDADE DOS AGREGADOS

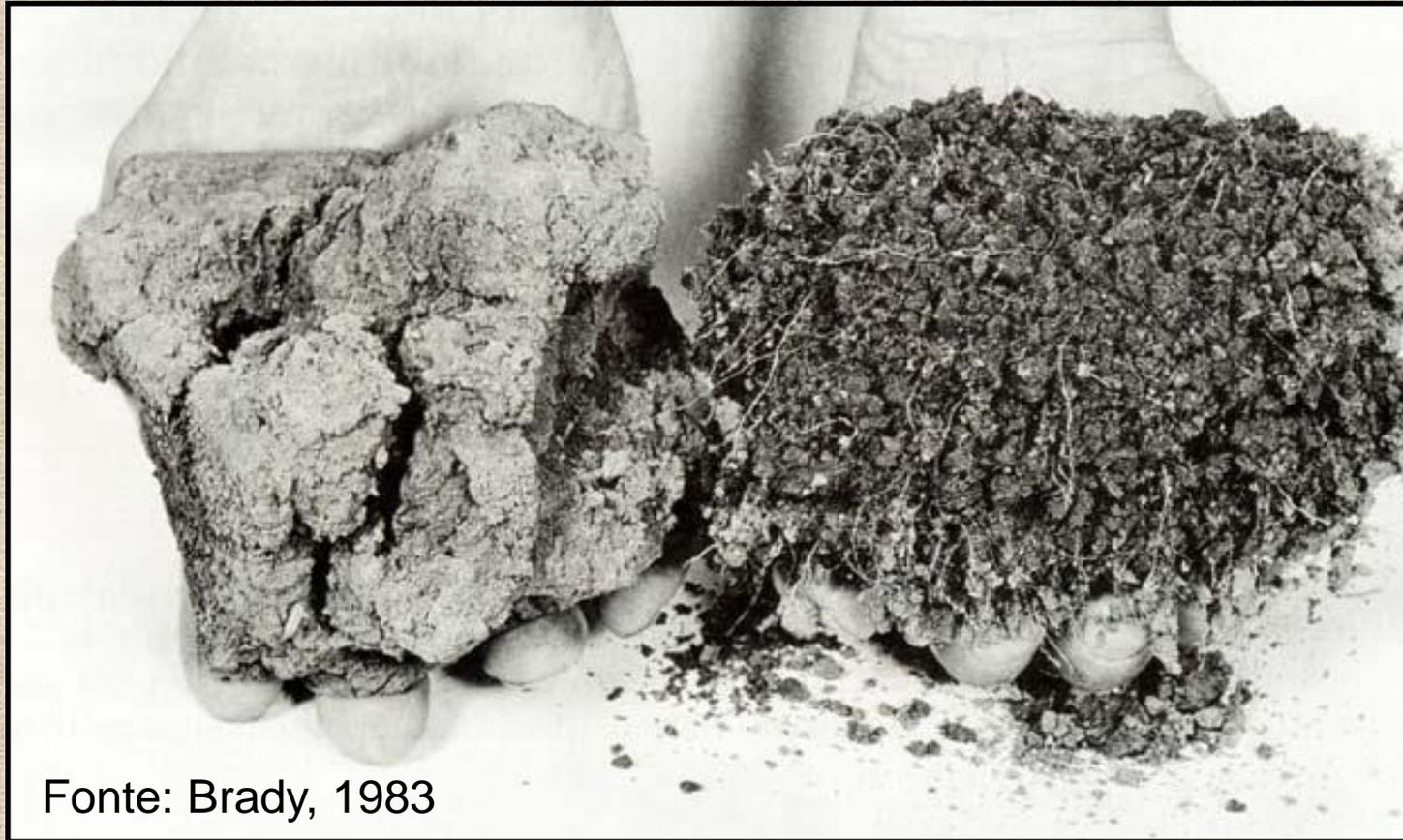
– Influência da matéria orgânica



Agregados de solos com alto teor de **MO** são muito mais estáveis que aqueles provenientes de solos com baixo teor deste constituinte. Os agregados com baixo teor de MO se desfazem quando umedecidos; aqueles com alto teor em MO mantêm sua estabilidade.

FORMAÇÃO E ESTABILIDADE DOS AGREGADOS

– Influência da matéria orgânica



Fonte: Brady, 1983

Solo desestruturado (à esquerda) e solo bem granuloso (à direita). Raízes de plantas e especialmente húmus são fatores principais na granulação do solo.

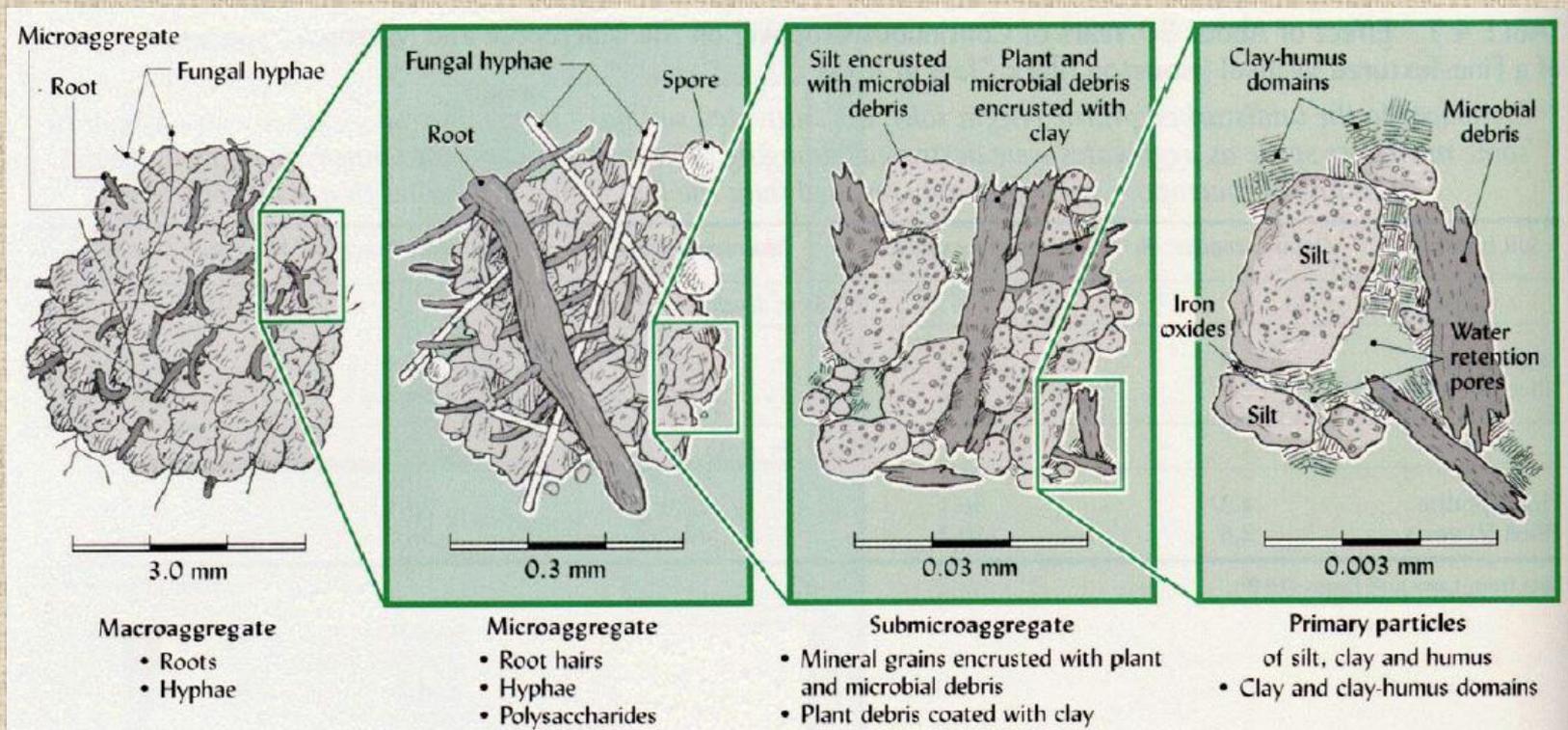
FORMAÇÃO E ESTABILIDADE DOS AGREGADOS

- **Influência dos organismos do solo**

Dos representantes da macro e mesofauna do solo, como formigas, besouros, larvas, centopéias, aranhas, nematóides e protozoários, os mais significativos em relação à agregação do solo são as minhocas.

Influência dos organismos do solo

Atualmente, também destaca-se a importância de polissacarídeos, como a **glomalina**, que são produzidas por hifas de fungos e participam da estabilização dos agregados



FORMAÇÃO E ESTABILIDADE DOS AGREGADOS

Influencia da vegetação

Ação direta: fator de agregação do solo pela ação mecânica das raízes e pela produção de substâncias com ação cimentante.

Ação indireta: fator de agregação ao se constituir em substrato para a atividade dos organismos no solo. Produção de glomalinas, por exemplo.

SESQUIÓXIDOS DE FERRO E ALUMÍNIO

Nos solos de clima tropical e subtropical os *sesquióxidos de ferro e alumínio* são importantes agentes estabilizadores da estrutura.

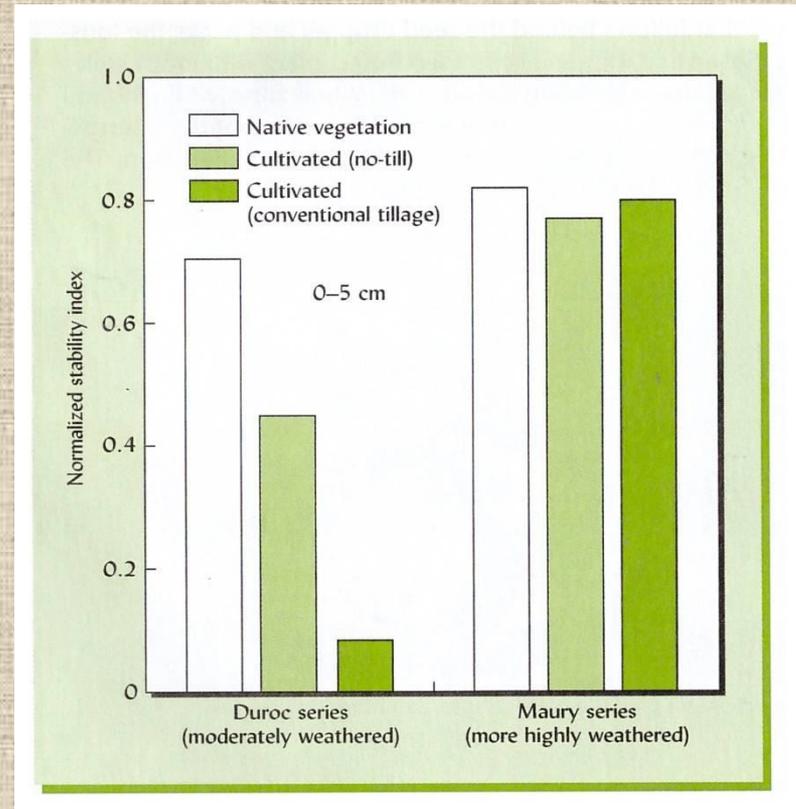
Esses compostos conferem elevada estabilidade aos agregados uma vez que precipitados e desidratados dificilmente se reidratam ou entram em suspensão.

FORMAÇÃO E ESTABILIDADE DOS AGREGADOS

- Influência do manejo



* Em solos tropicais (altamente intemperizados) os óxidos de Fe e Al protegem os agregados do solo mais do que a matéria orgânica de solos menos intemperizados

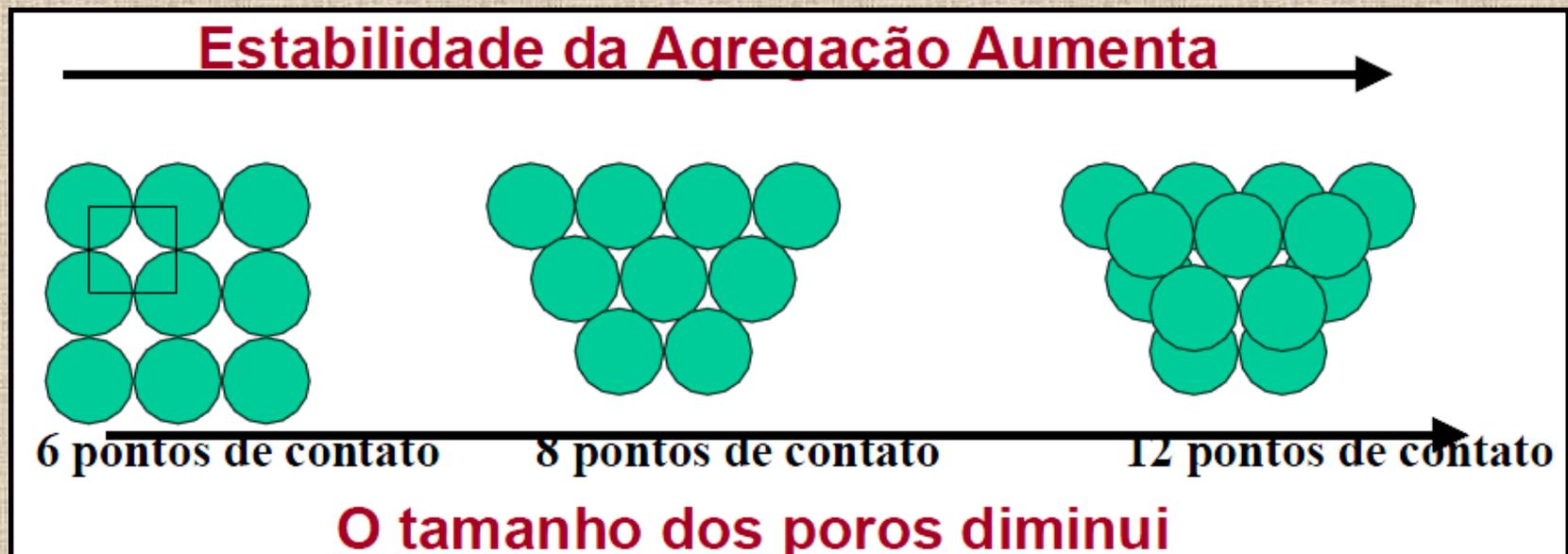


IMPORTÂNCIA DA AGREGAÇÃO DO SOLO

A *estabilidade da estrutura* é dada pela *estabilidade dos agregados*, que é definida como a resistência do solo à desagregação frente a atuação de uma força externa.

ESTABILIDADE DO AGREGADO

A estabilidade da agregação aumenta com o aumento do número de pontos de contato entre as partículas constituintes.



TIPOS DE ESTRUTURA DO SOLO

- Efetuada no campo, durante estudo morfológico do perfil
 - **Grão simples (ex: dunas ou solos muito arenosos)**
 - **Maciça (ex: solos com horizonte glei)**
 - **Porém as mais comuns são:**
 - **Esferoidal** { granular ou grumosa
 - **Bloco** { angular ou subangular
 - **Prismática** { prismática ou colunar
 - **Laminar**

Spheroidal

Characteristic of surface (A) horizons. Subject to wide and rapid changes.

Granular (porous)



Crumb (very porous)

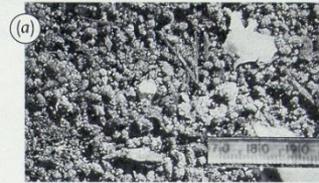


Plate-like

Common in E-horizons, may occur in any part of the profile. Often inherited from parent material of soil, or caused by compaction.



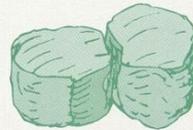
Block-like

Common in B-horizons, particularly in humid regions. May occur in A-horizons.

Angular blocky



Subangular blocky



Prism-like

Usually found in B-horizons. Most common in soils of arid and semi-arid regions.

Columnar (rounded tops)



Prismatic (flat, angular tops)



FIGURE 4.11 The various structure types (shapes) found in mineral soils. Their typical location is suggested. The drawings illustrate

Estrutura granular e em grumos de um horizonte superficial orgânico





Estrutura grumosa e em blocos subangulares em horizonte organo-mineral superficial.



Vertissolo com estrutura prismática forte e grande (Portugal). Clima mediterrânico sub-úmido.

GRAU DE DESENVOLVIMENTO DA MACROESTRUTURA

1- Fraca: Unidades estruturais ou *peds* são pouco resistentes à pressão. Não observável em exposições de solo.

- O material do solo se apresenta como uma mistura de poucos agregados inteiros, muitos agregados quebrados e muita terra desagregada (maciça).

GRAU DE DESENVOLVIMENTO DA MACROESTRUTURA

2- Moderada: Constatável apenas quando uma porção de terra é removida do perfil. Agregados bem formados, moderadamente resistentes à fragmentação.

- A massa do solo se parte em muitos agregados inteiros, alguns quebrados e pouco material não agregado.

GRAU DE DESENVOLVIMENTO DA MACROESTRUTURA

3- **Forte**: Agregados bem formados, resistentes e observáveis no perfil, separando-se uns dos outros pela remoção de terra, a qual se desfaz quase que inteiramente em material estruturado (pouca ou nenhuma terra desfeita).

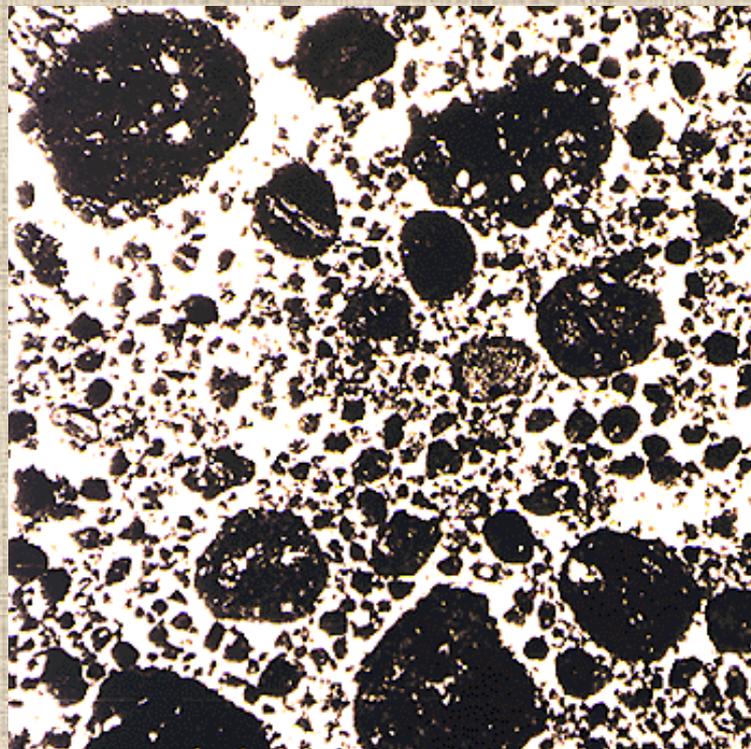
CLASSIFICAÇÃO DA “MICROESTRUTURA”

➤ Microestrutura do solo é objeto de estudo da micromorfologia do solo, em seus primórdios designada por ***micropedologia*** (Kubiiena, 1938).

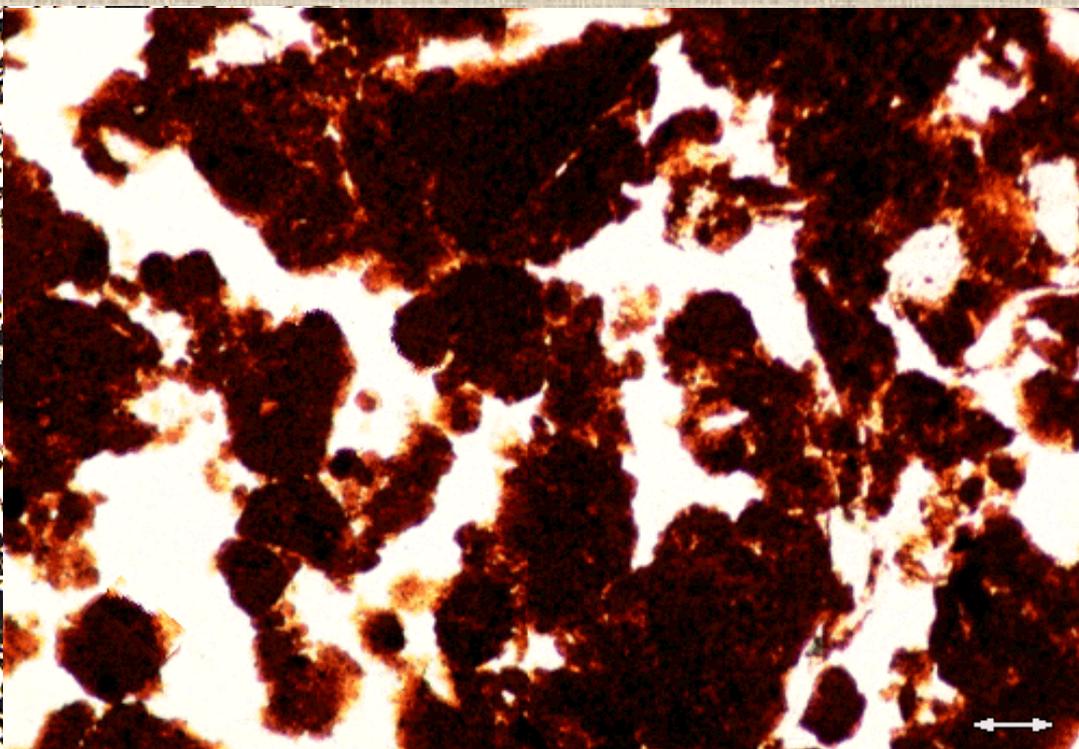
Uma terminologia especial foi criada:

- ✓ ***Fábrica do Solo***: arranjo das partículas primárias e “secundárias” e os vazios entre elas;
- ✓ ***Material Fino***: material coloidal, mineral ou orgânico, não estruturado;
- ✓ ***Material Grosso***: material não coloidal mineral ou orgânico.

Microestrutura

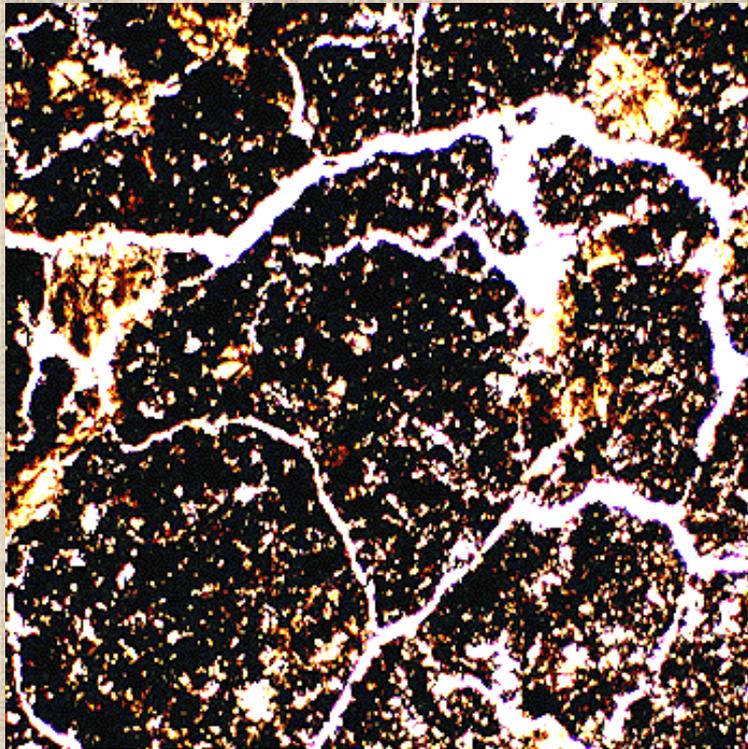


Grumosa

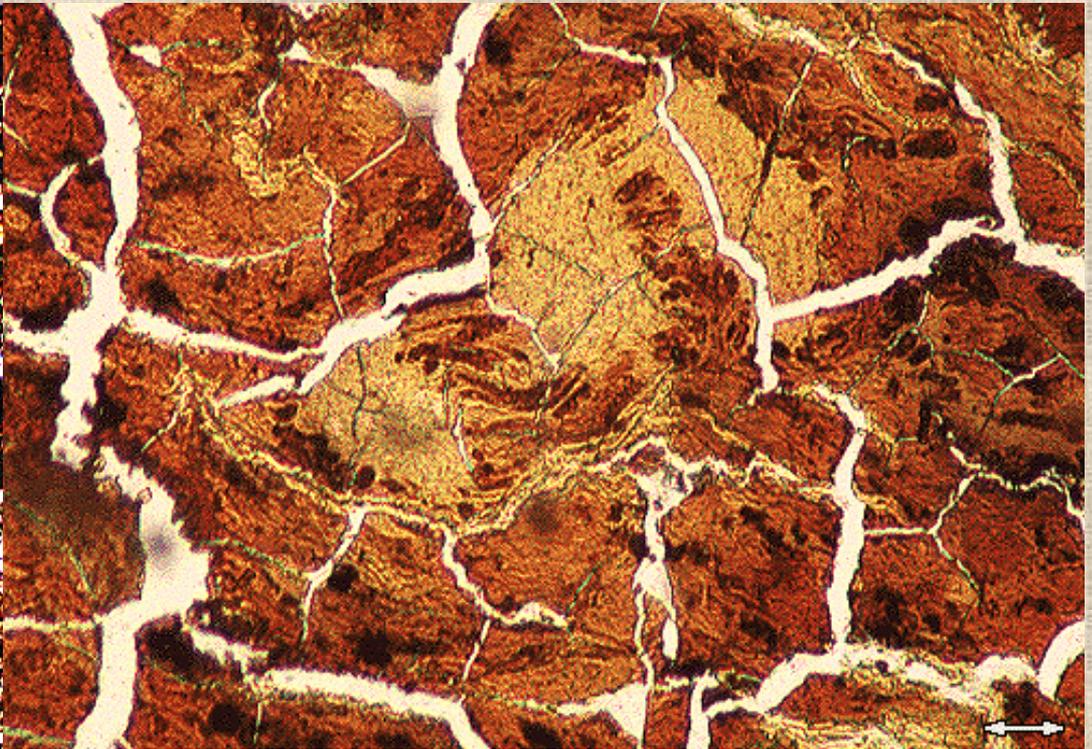


Granular

Microestrutura



Blocos subangulares



Blocos angulares