

Universidade Paulista
Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia
Departamento de Engenharia Civil
Professora Bruna Coelho, Esp.



COMPLEMENTOS DE MECÂNICA DOS SOLOS E FUNDAÇÕES

ORIGEM DO SOLO

AULA **01**

PARTE **02**

Goiânia, 2016/2.

Material de apoio

2

- **Curso básico de mecânica dos solos** (Carlos Souza Pinto, Oficina de Textos, 2006);
- **Decifrando a Terra** (Teixeira et al., 2009);
- **Para entender a Terra** (Press, Siever, Grotzinger e Jordan, 4^a edição, 2006);
- **Mecânica dos solos experimental** (Faiçal Massad, Oficina de Textos, 2016).

Origem e Constituição

3

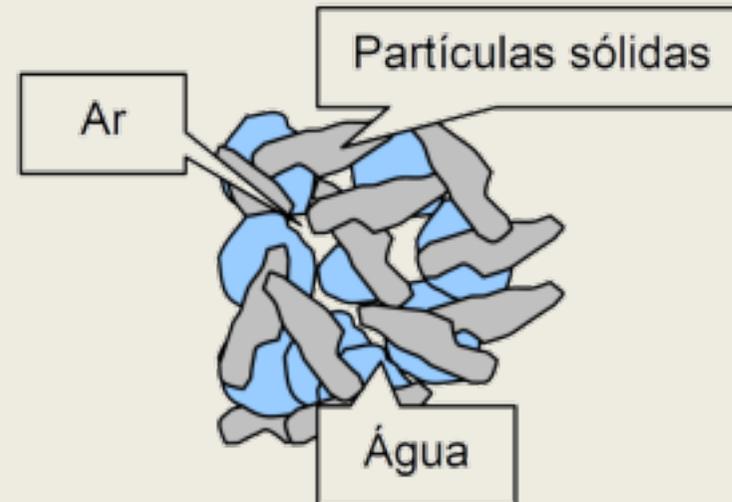
Solos - Formação

- Decomposição das rochas, ou;
- Sedimentação não consolidada de seus grãos.

(Com ou sem matéria orgânica)

Solos - Propriedades

- Constitui assim um sistema de três fases:



Origem e Constituição

4

Rochas
Ígneas ou
Magmáticas

São rochas formadas pela solidificação de material rochoso fundido (magma vulcânico).

Rochas
Sedimentares

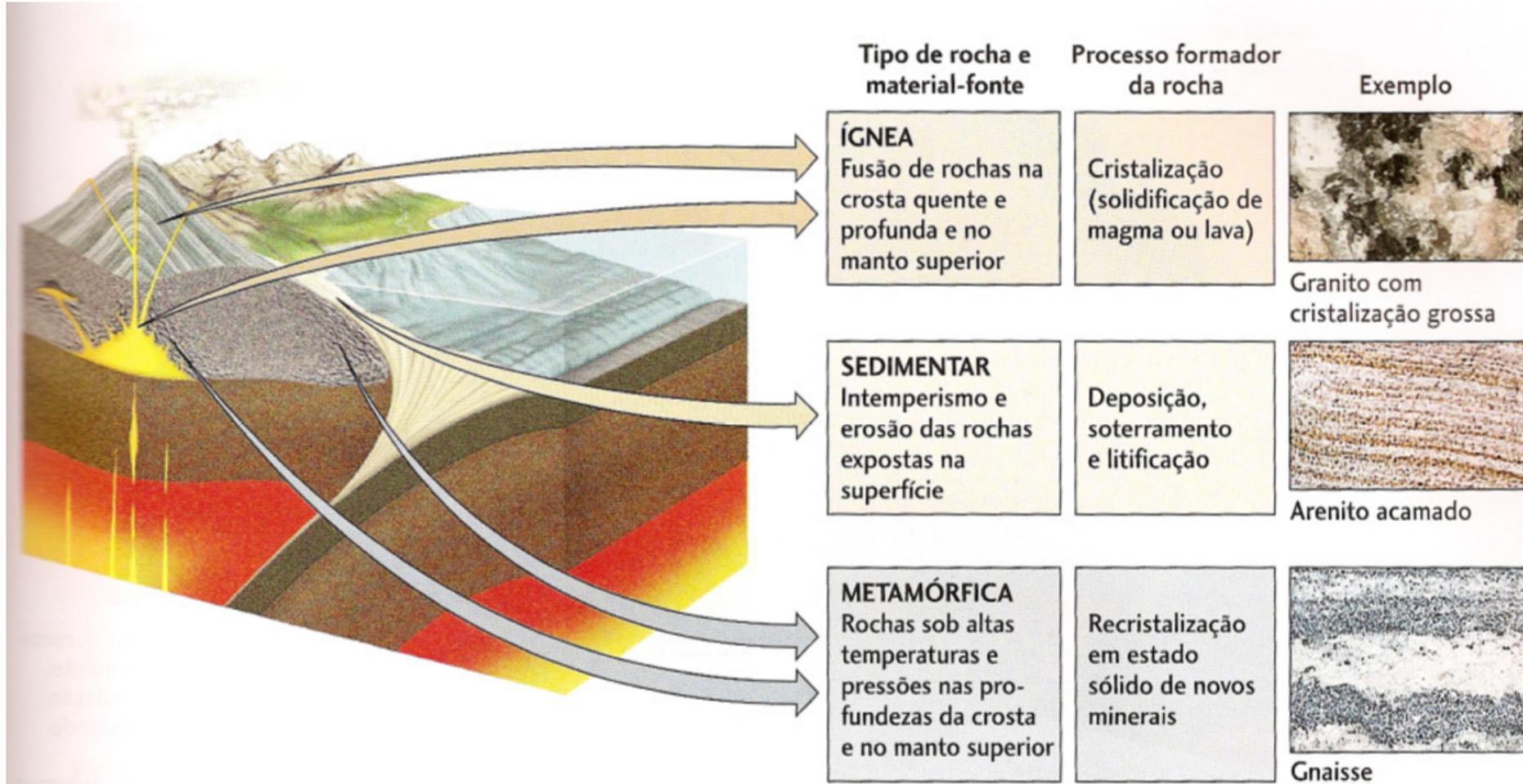
São rochas formadas como produtos do soterramento de camadas de sedimentos, sejam elas depositadas em terra ou no mar.

Rochas
Metamórficas

São rochas formadas pela transformação de rochas sólidas pré-existentes sob a influência de altas pressões e temperaturas (diagênese).

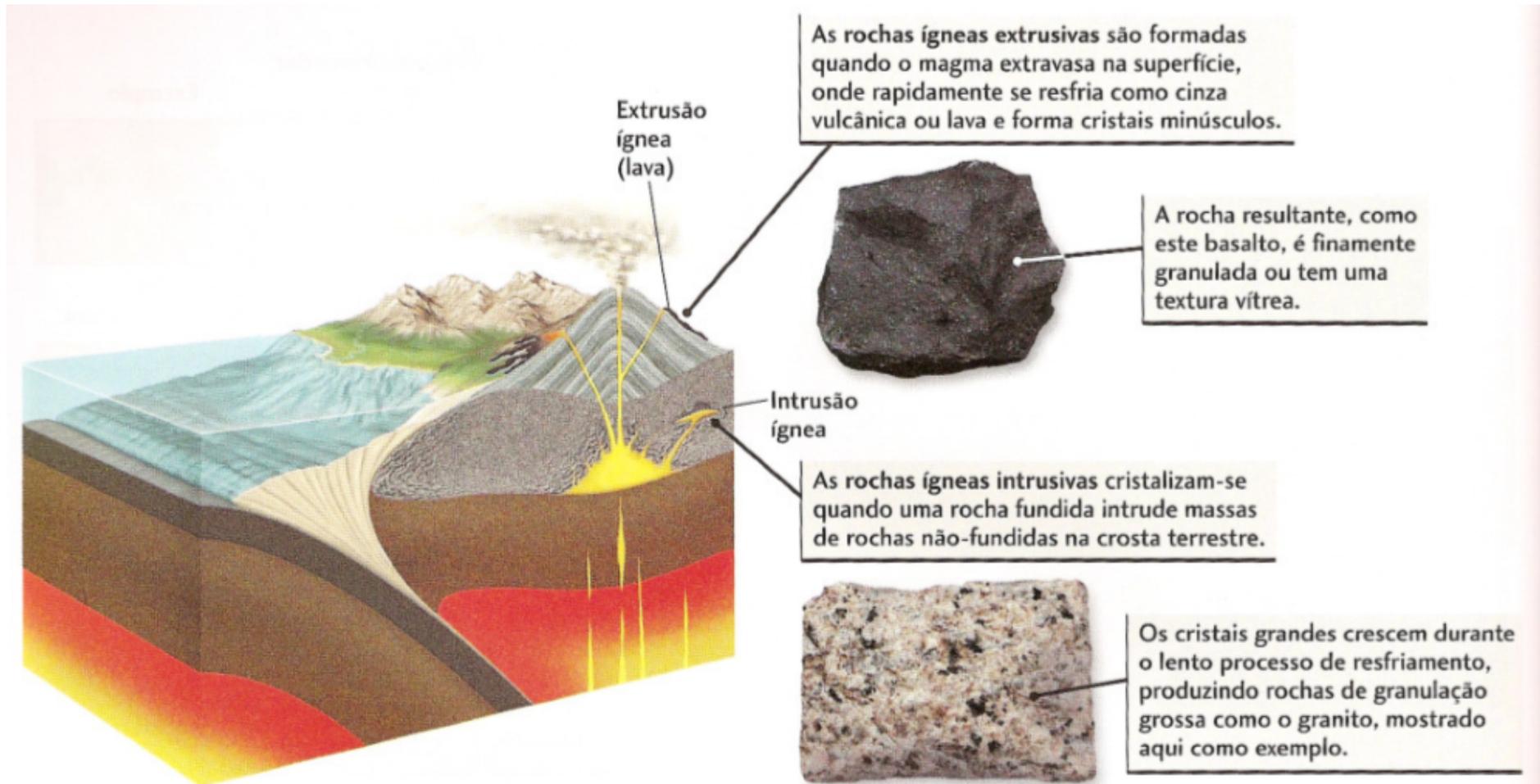
Origem e Constituição

5



Rochas Ígneas

6



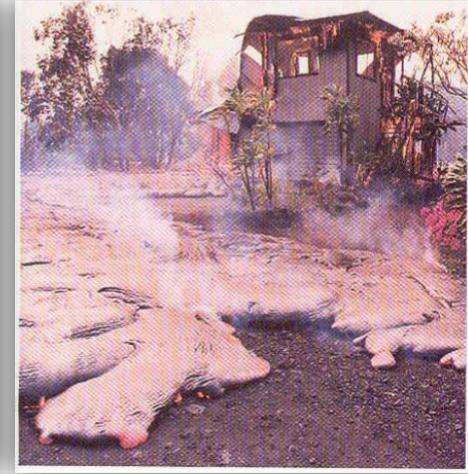
Rochas Ígneas

7

- Rochas ígneas intrusivas
 - São formadas no interior da crosta terrestre. Cristais grandes crescem enquanto o magma resfria, produzindo rochas de granulação grossa;
 - Exemplos: granito, gabro
- Rochas ígneas extrusivas
 - São formadas pelo resfriamento do magma vulcânica que chega à superfície terrestre;
 - Possuem texturas vítreas ou de granulometria fina;
 - Exemplos: basalto, riolito

Rochas Ígneas

8



Rochas Sedimentares

9

- Rochas sedimentares clásticas ou detríticas
 - Formadas a partir de fragmentos (sedimentos) de rochas preexistentes através de consolidação por pressão de sobrecarga e/ou por cimentação.
 - Exemplos: arenito, siltito
- Rochas sedimentares químicas ou bioquímicas
 - Formadas a partir da combinação e precipitação de íons dissolvidos na água.
 - Exemplo: calcário

Rochas Sedimentares

10

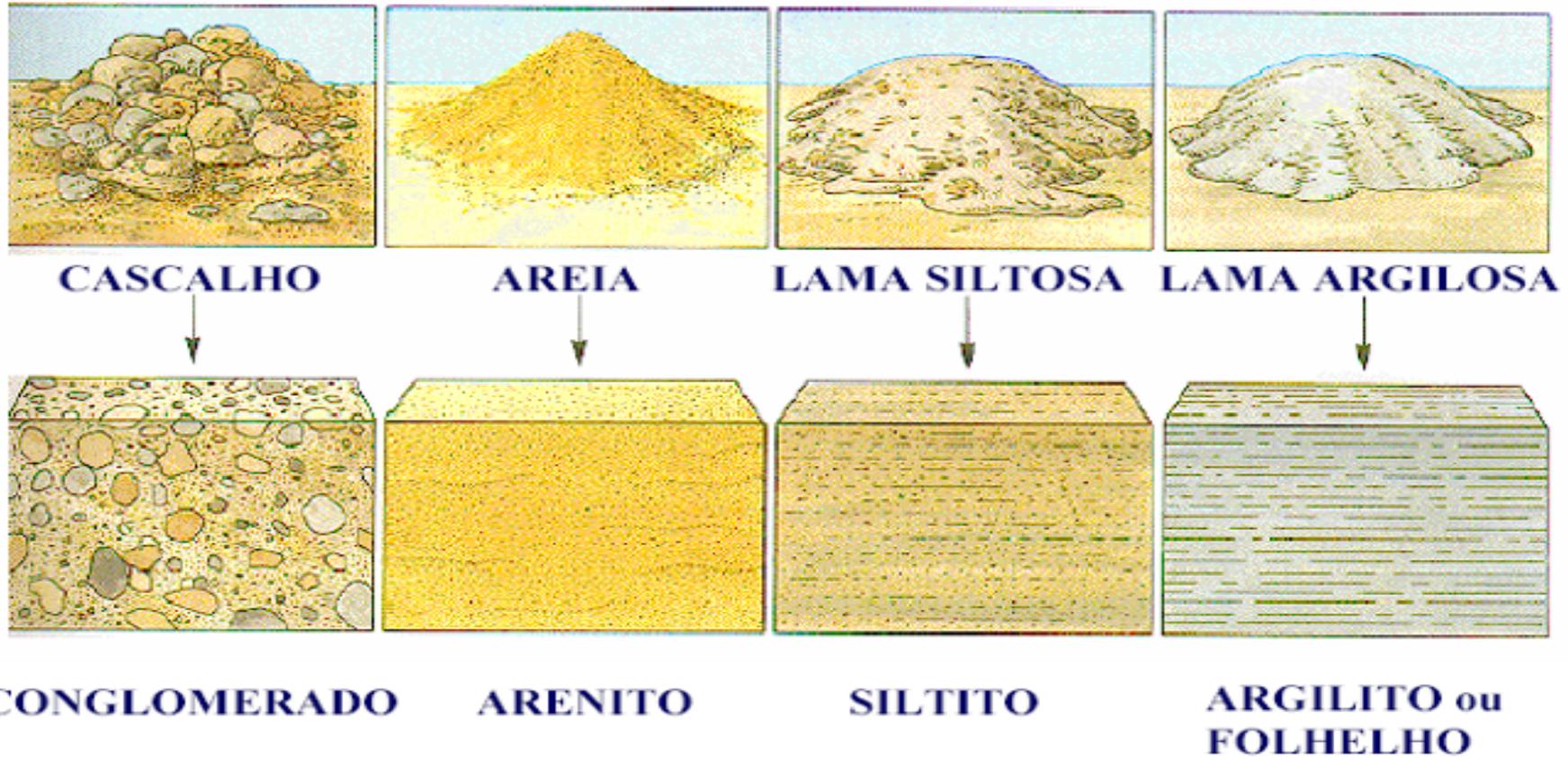


Figura 1 - Tipos (granulometria) de sedimentos clásticos e os tipos de rochas formadas

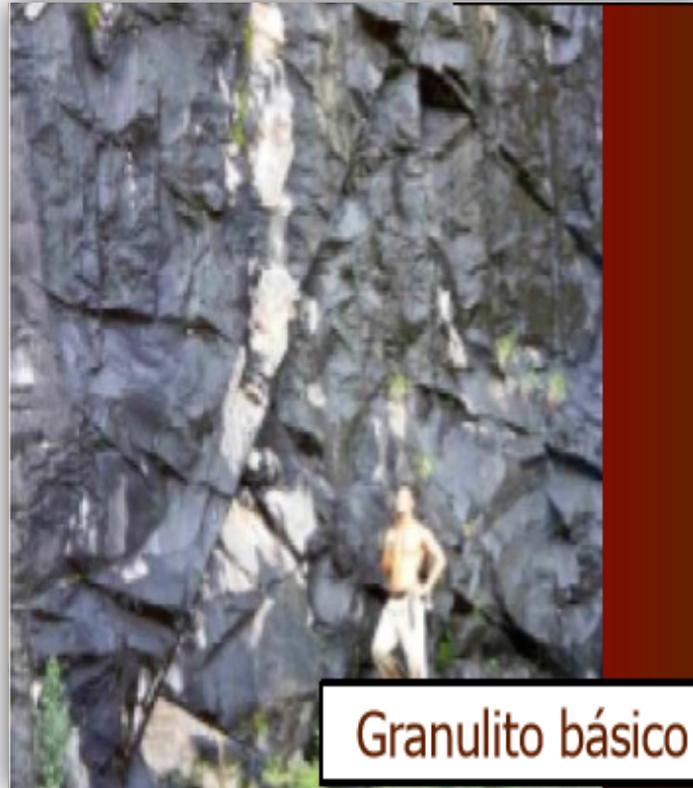
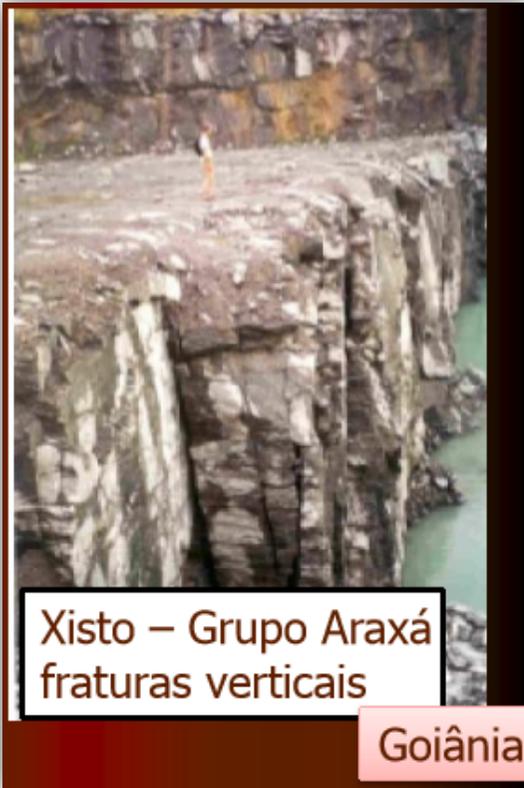
Rochas Metamórficas

11

- São provenientes de transformações sofridas por rochas ígneas, sedimentares; ou mesmo metamórficas;
- Para que essas transformações ocorram são necessárias condições de altas pressões e temperaturas, altas pressões, ou altas temperaturas;
- Exemplos: Mármore, gnaisse, ardósia, filito, xistos...

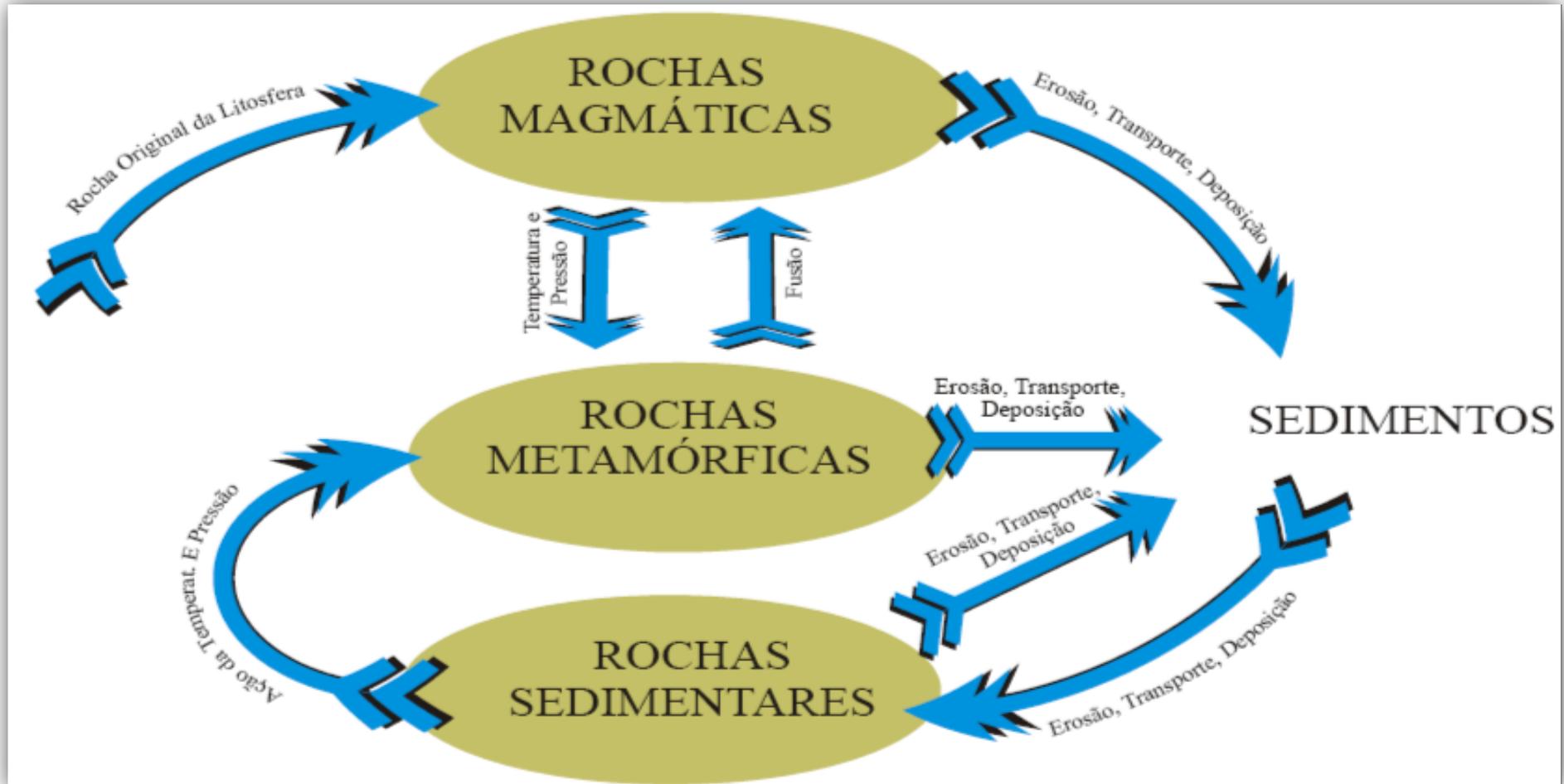
Rochas Metamórficas

12



Ciclo das Rochas

13



Intemperismo e Erosão

14

Intemperismo

Processo dinâmico que atua alterando as propriedades físicas (morfologia, textura, resistência e cor) além da composição e estrutura cristalina dos minerais das rochas e do solo.

Erosão

Conjunto de processos pelos quais os materiais da crosta terrestre são degradados, dissolvidos ou desgastados e transportados de um ponto a outro pelos agentes erosivos, tais como geleiras, rios, mares, ventos, chuva, etc.

Intemperismo Físico

15

- É todo processo que causa a **desagregação** das rochas transformando-a em material descontínuo e friável (fragmentação dos grãos antes coesos), sem modificações na sua estrutura cristalina.
 - Agentes físicos
 - ✦ Variação da temperatura;
 - ✦ Cristalização de sais;
 - ✦ Congelamento da água;
 - Agentes físicos-biológicos
 - ✦ raízes, escavação de animais etc.
- Essa desagregação altera o estado da rocha e do solo, e favorece o intemperismo químico, ocasionando reações químicas e lixiviação.



Desintegração no solo influenciada por temperatura

Intemperismo Físico

16

Intemperismo físico Processos

Mudanças
volumétricas
das rochas

Expansão térmica
(*insolation weathering*)

Alívio de pressão
(*pressure release*)

Mudanças
volumétricas nos
vazios e fissuras do
interior das rochas

Congelamento
(*frost weathering*)

Cristalização de sais
(*salt weathering*)

Atividade biológica
(*biological weathering*)

Intemperismo Químico

17

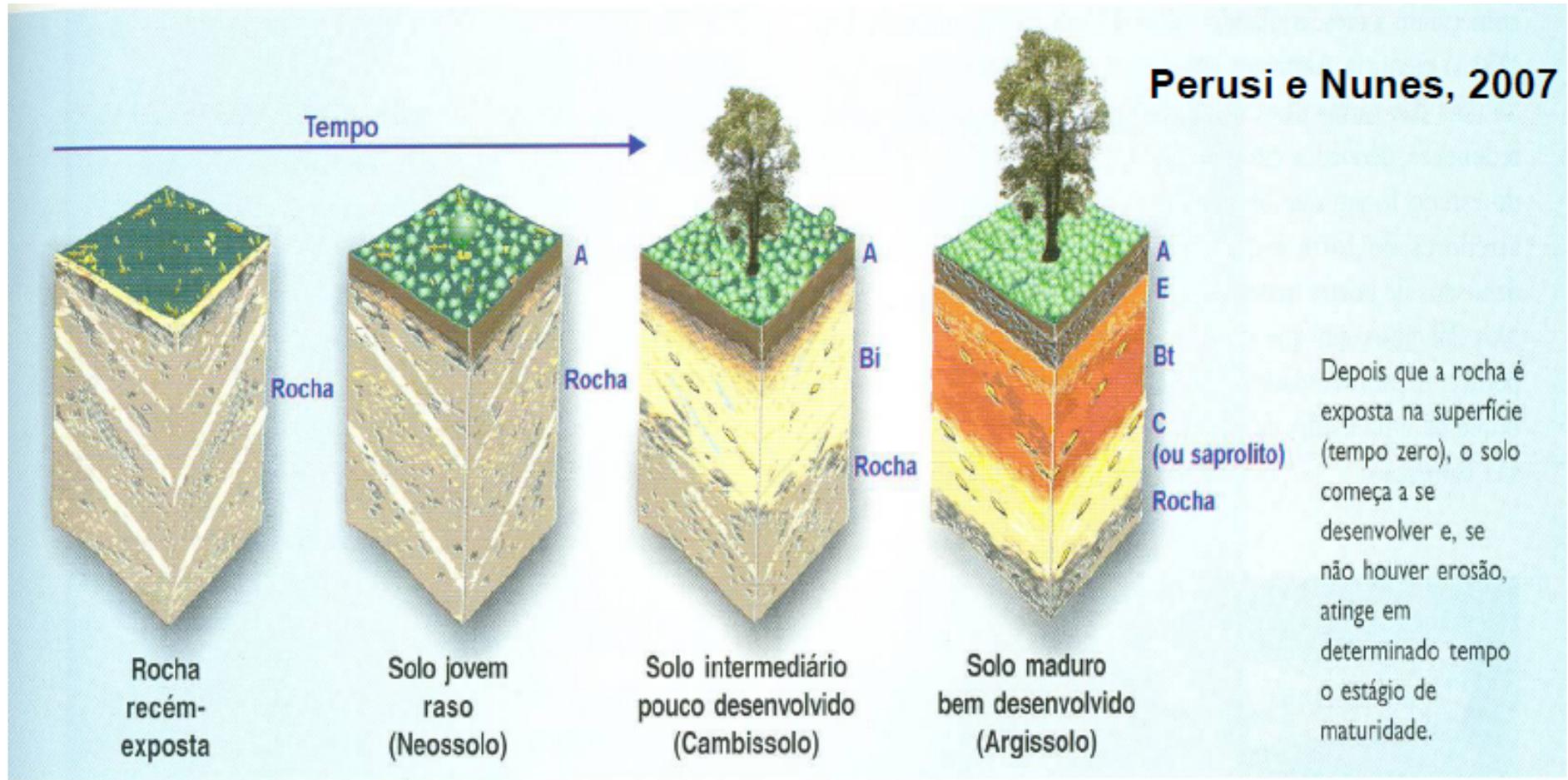
- O intemperismo químico atua sobre os minerais das rochas através de reações químicas, as quais sob condições naturais são bastante complexas, envolvendo grande número de variáveis:
 - Dissolução – dissolvidos pela água;
 - Hidratação – constitui a adição de água num mineral e sua adsorção dentro do retículo cristalino;
 - Hidrólise – reação química entre o mineral e a água;
 - Carbonatação – reação entre a solução de ácido carbônico (CO₂ e água) e os minerais;
 - Oxidação e redução – reação entre oxigênio e os minerais (depende da presença de umidade);
- Resultantes de atividades inorgânicas e/ou orgânicas, essas reações alteram a composição químico-mineralógica das rochas com a formação de novas substâncias.

Fatores que influenciam a formação do solo

18

- **Clima:**
 - Ação da água da chuva e da temperatura;
- **Rocha de origem:**
 - Influencia na circulação interna da água e na composição mineralógica do solo;
- **Organismos vegetais e animais:**
 - Modificam as características físicas e químicas das rochas e dos solos;
- **Relevo:**
 - Interfere na dinâmica da água, no microclima e nos processos de erosão e sedimentação;
- **Tempo:**
 - Transcorrido sob ação dos demais fatores.

Fatores que influenciam a formação do solo



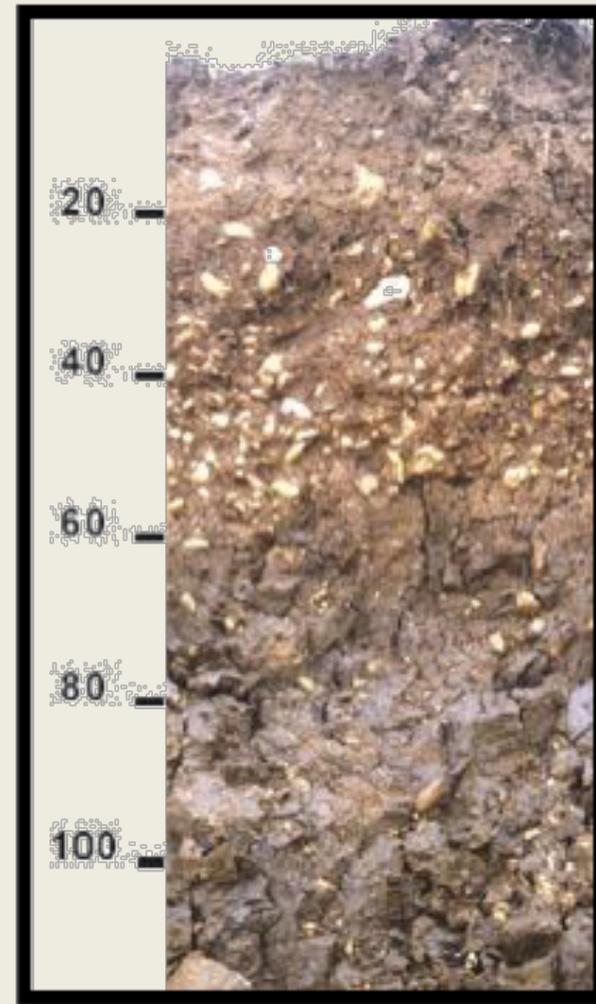
Pedogênese – Formação dos solos

20

- A formação do solo ocorre devido à decomposição das rochas, que por sua vez é consequência dos processos de intemperismo;
- O solo é formado por uma mistura de partículas pequenas, e o tipo de solo formado depende da composição química e dos minerais que constituíam a rocha de origem;
- O **quartzo**, presente na maioria das rochas, é bastante resistente à desagregação, e irá formar grãos de silte e areia;
- Os **feldspatos** são os minerais mais atacados pela natureza. Estes darão origem aos **argilominerais**, fração mais fina dos solos, geralmente com dimensão inferior a 2 mm.

Horizontes dos Solos

21



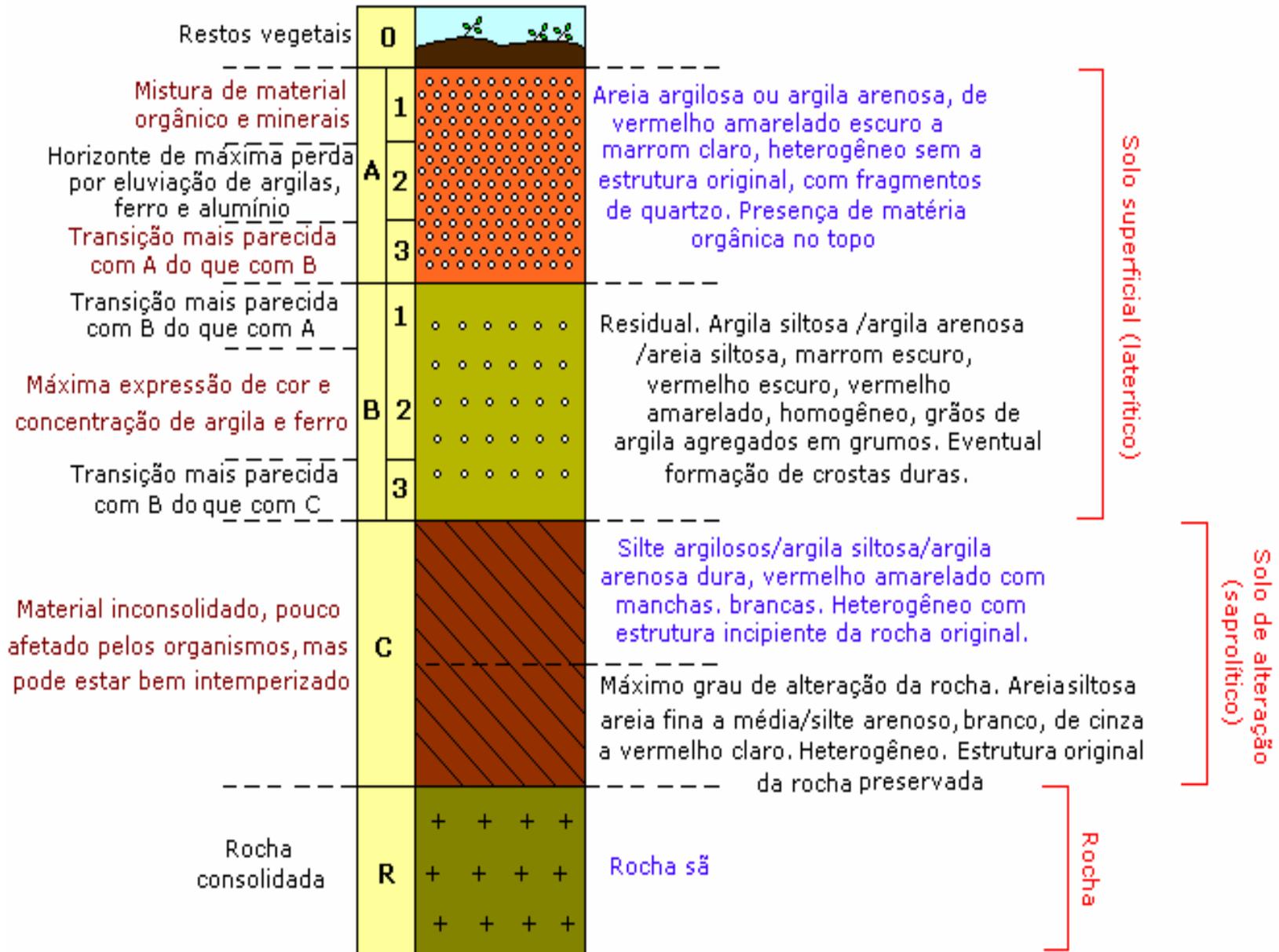
Horizontes dos Solos

22

- Horizonte O – Orgânico
- Horizonte A – Solo transportado ou solo intemperizado (laterítico)
- Horizonte E – Solo residual ou saprolítico
- Horizonte B – Solo residual jovem, preserva as características da rocha;
- Horizonte C – Rocha desintegrada
- Horizonte R - Rocha

Classificação Pedológica

Classificação Geotécnica



Tipos de Solos

24

- Segundo Vargas (1977):
 - Residuais: jovens (saprolíticos) e maduros;
 - Transportados: coluviões (tálus); aluviões (fluviais, litorâneos e deltaicos); sedimentos (quartenários, terciários); eólicos (dunas);
 - Orgânicos: areias ou argilas orgânicas e turfas;
 - Evoluídos pedologicamente: solos porosos e lateritas.

Tipos de Solos

25

- Residuais
 - São solos de decomposição da rocha que permaneceram no próprio local de formação;
 - O tipo de solo resultante depende de uma série de fatores, tais como:
 - ✦ Tipo de rocha matriz;
 - ✦ Clima;
 - ✦ Topografia;
 - ✦ Condições de drenagem;
 - ✦ Processos orgânicos, etc.
 - Os solos residuais, principalmente os saprolíticos, possuem baixa resistência à erosão.

Tipos de Solos

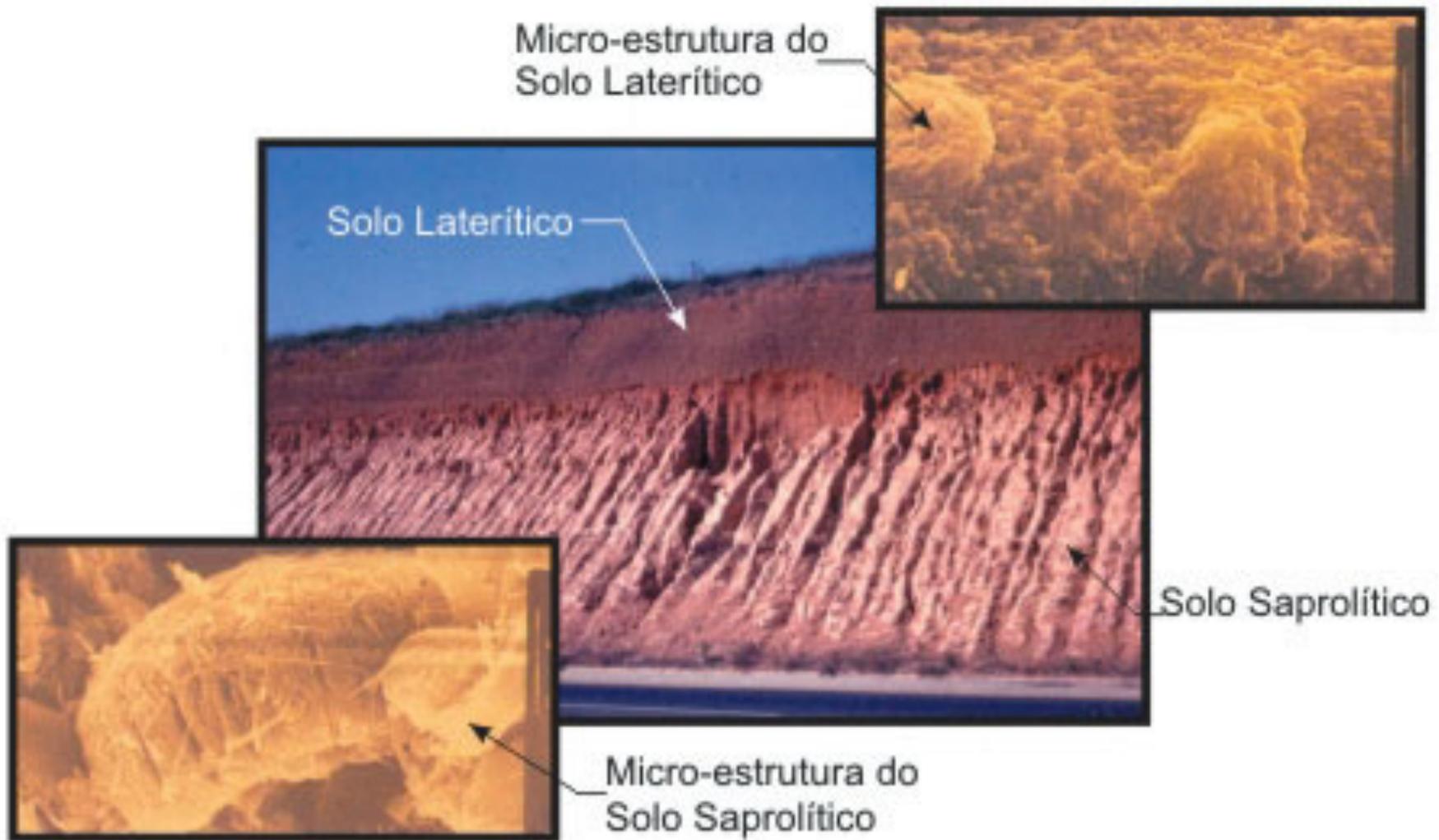
26

- Transportados
 - São solos que foram formados em outro local, diferente daquele em que se originou. Podem ser divididos em:
 - ✦ **Solos coluvionares (tálus):** Quando o solo residual é transportado por ação da gravidade, como nos escorregamentos, a distâncias relativamente pequenas. São geralmente encontrados nos pés de encostas naturais e podem ser constituídas por solos misturados com blocos de rochas.
 - ✦ **Solos aluvionares (aluvião) e sedimentares:** Se formam graças ao transporte de sedimentos por meio de grandes volumes de água. Exemplos: terraços fluviais, bancos de areia ao longo de rios e baixadas litorâneas.
 - ✦ **Solos eólicos:** São solos granulares (geralmente areia fina e média) transportados pelos ventos. Exemplo: Dunas.

Tipos de Solos

27

- **Orgânicos**
 - São solos altamente ricos em matéria orgânica, normalmente impregnado por húmus produzidos pela decomposição de matéria orgânica;
- **Lateríticos**
 - São solos tropicais superficiais, bem drenados (acima do NA), que sofrem ação de agentes químicos e biológicos complexos em regiões de clima quente e úmido. Apresentam alto teor de óxidos de ferro e alumínio.
 - Apresentam elevada resistência à erosão em face da ação cimentante dos óxidos de ferro.



Exemplo de solos tropicais: (a) Laterítico e (b) Saprolítico