

## ***MÓDULO 2: PROCESSOS ENDÓGENOS E EXÓGENOS NA FORMAÇÃO DO RELEVO***

- *A Tectônica e as Formas do Relevo*
- *Forças internas na Formação do Relevo*
- *Forças externas - Intemperismo*

“Processos Geomorfológicos são todas aquelas mudanças físicas e químicas que causam modificações na superfície terrestre”





Processos  
Fluviais?

# Processos Geomorfológicos

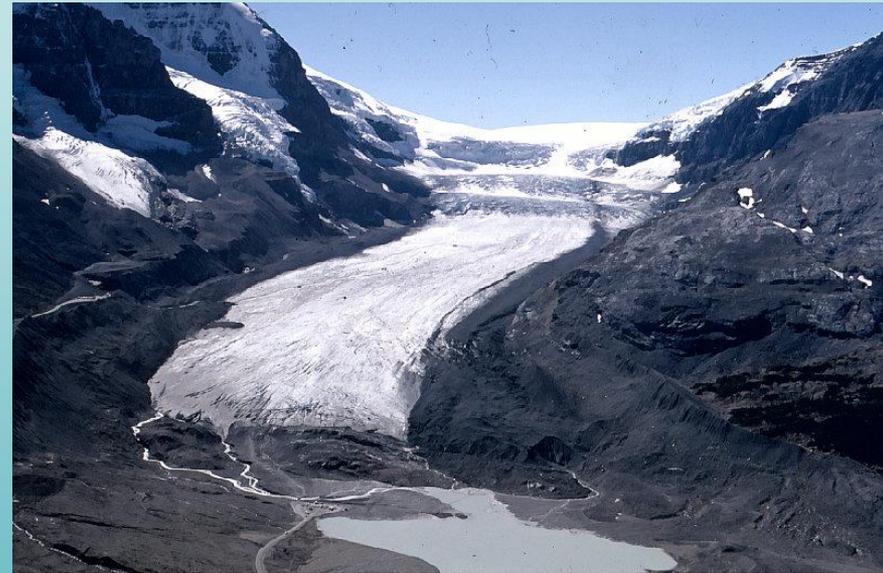
Processos Vulcânicos (endógenos)



Processos Fluviais (exógenos)

“Agente geomorfológico:

Qualquer meio natural capaz de assegurar e transportar material terroso”



# PROCESSOS GEOMORFOLÓGICOS

## ENDÓGENOS:

Processos que geralmente constroem o relevo, levando ao **aumento** do relevo

### OROGENIA

Formação de Montanhas  
Intensos fraturamentos  
e/ou dobramentos

### EPIROGENIA

Causa soerguimento e  
rebaixamento  
(subsistência)

# PROCESSOS GEOMORFOLÓGICOS

**EXÓGENOS**: Predominantemente envolve a **DENUDAÇÃO** (remoção do material, que geralmente leva a **redução** relevo).

Fontes de energia dos vários processos exógenos são:

- radiação solar (evaporação da água, circulação atmosférica)
- gravidade (queda da água, do gelo e de partículas de rocha e de solo)



**INTEMPERISMO**

A photograph of two geologists working on a soil profile. The soil is reddish-brown and shows signs of weathering. One person is using a hammer to examine the soil, while the other is holding a clipboard and a hammer. The background shows a forest with trees and roots hanging down from the top of the profile.

O que é  
intemperismo

“ É a quebra e a alteração dos  
minerais perto da superfície da  
Terra para produtos que estão  
mais em equilíbrio com as novas  
condições físico-químicas  
impostas” (Ollier, 1969)

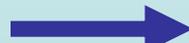
# PROCESSOS GEOMORFOLÓGICOS

Endógenos



Vulcanismo

Exógenos



Degradação



Agradação  
("acumulação")



Intemperismo

Erosão

Movimentos de massa

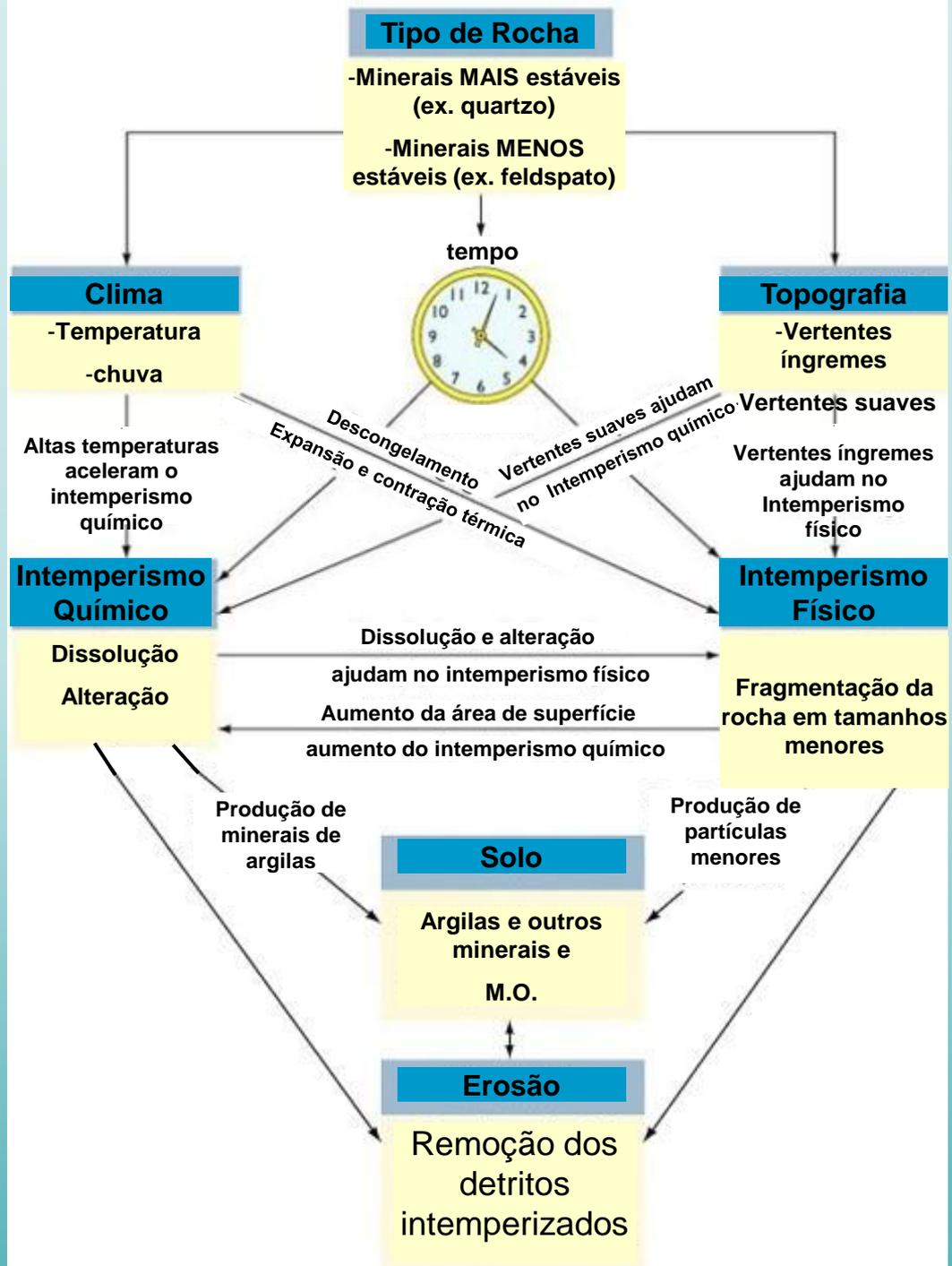
Água superficial, Água  
subsuperficial, Mar, Vento e Gelo

A photograph of two women standing in front of a soil profile. The woman on the left is wearing a black t-shirt and light-colored pants, holding a geological hammer. The woman on the right is wearing a dark blue t-shirt, dark pants, and black boots, holding a clipboard. The soil profile shows a large, light-colored rock mass on the left and a reddish-brown soil layer on the right. There are some roots and debris at the base of the profile. Three speech bubbles are overlaid on the image, containing text in Portuguese.

E seu resultado?

Regolitos,  
Saprolitos ou  
Alteritos

Como este aqui!



# INTEMPERISMO

## FATORES CONTROLADORES

A. Material Parental – Rocha

B. Clima (Umidade e Temperatura)

C. Fauna e Flora

D. Topografia (Relevo)

E. Tempo

# INTEMPERISMO

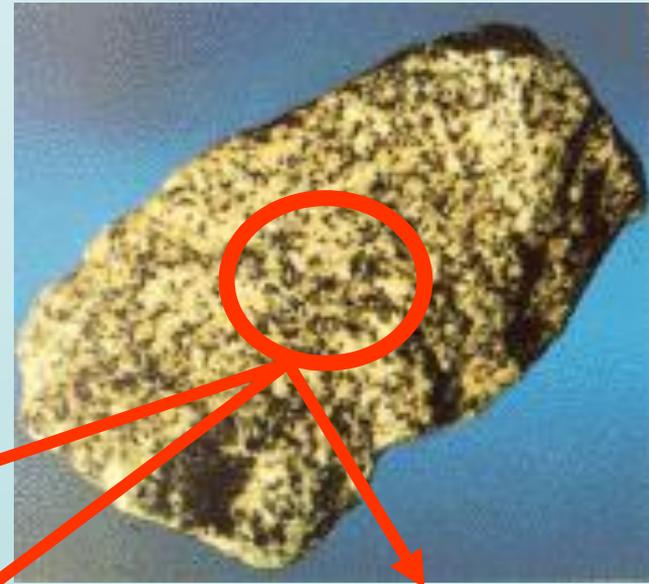
## MATERIAL PARENTAL

A alteração intempérica das rochas depende da natureza dos minerais.

Estabilidade dos Minerais	Taxa de intemperismo
	Lento
Iron oxides (hematite)	
Aluminum hydroxides (gibbsite)	
Quartz	
Clay minerals	
Muscovite mica	
Potassium feldspar (orthoclase)	
Biotite mica	
Sodium-rich feldspar (albite)	
Amphiboles	
Pyroxene	
Calcium-rich feldspar (anorthite)	
Olivine	
Calcite	
Halite	
Menos estável	Rápido

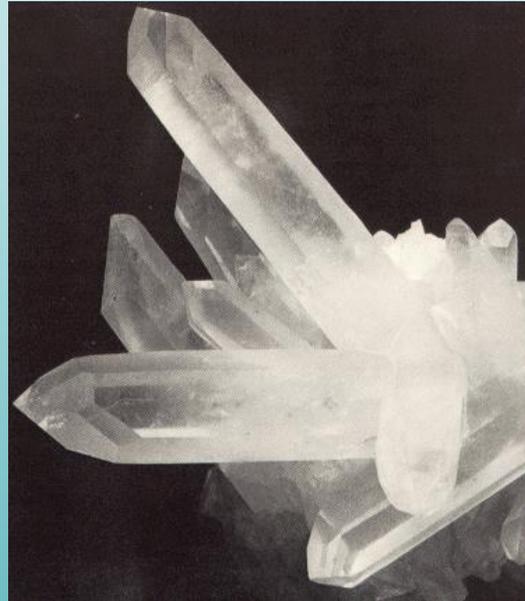
TABELA 6.1 — Variação da composição química durante a intemperização nas zonas temperada e tropical, em porcentagem do peso (WARTH).

Compo- nentes	Clima temperado DOLERITO South Staffordsture Inglaterra		Clima tropical DOLERITO Bombaim - Índia	
	Rocha inal- terada	Argila so- breposta (solo)	Rocha inal- terada	Argila so- breposta (solo)
SiO <sub>2</sub>	49,3	47,0	50,4	0,7
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,4	18,5	22,2	50,5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,7	14,6	9,9	23,4
FeO	8,3	—	3,6	—
MgO	4,7	5,2	1,5	—
CaO	8,7	1,5	8,4	—
Na <sub>2</sub> O	4,0	0,3	0,9	—
K <sub>2</sub> O	1,8	2,5	1,8	—
H <sub>2</sub> O	2,9	7,2	0,9	25,0
TiO <sub>2</sub>	0,4	1,8	0,9	0,4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,2	0,7	—	—
Total	100,4	99,3	100,5	100,0

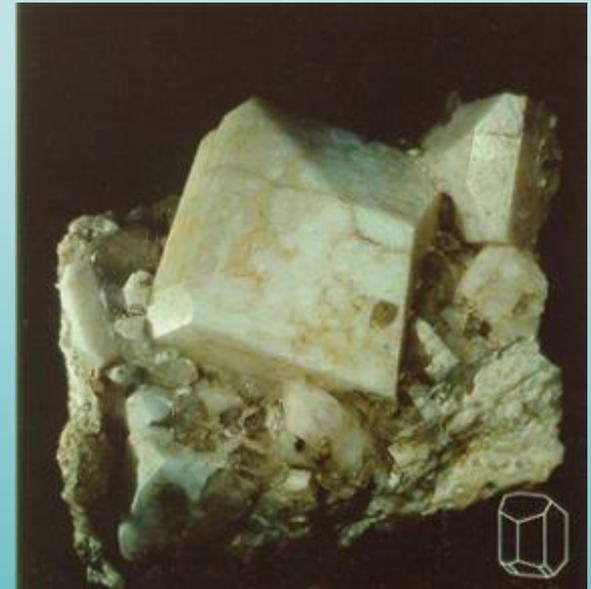


A  
direita:  
Lâminas  
finas (lamelas)  
de biotita preta, de  
Trento, norte da Itália.  
Às lado: Biotita pseudo-  
hexagonal, de Madagascar.

**Biotita**



**Quartzo**



**Feldspato Potássico (Ortooclásio)**



# INTEMPERISMO

- **CLIMA:** Influência no tipo e na velocidade do intemperismo
- Clima quente e úmido: Intensa e rápida decomposição das rochas e conseqüentemente manto de alteração mais espesso com abundância de minerais secundários e pobres em cátions básicos (Ca, Mg e K)

# INTEMPERISMO

Clima árido e/ou muito frio:

O manto de alteração é normalmente pouco espesso, contém menos argila e mais minerais primários.



Neossolo – Aparados da Serra (RS)

# INTEMPERISMO

Quanto maior a disponibilidade de água (pluviosidade total) e mais frequente for a sua renovação (distribuição das chuvas), mais completas serão as reações químicas do intemperismo.

“A cada  $10^{\circ}\text{C}$  de aumento de temperatura, a velocidade das reações químicas aumenta de duas a três vezes.”

# INTEMPERISMO

## Cobertura vegetal – Flora

As raízes geram intemperismo físico durante o seu crescimento



Fonte: Adaptado de *A Terra*. São Paulo, Ática, 1996 (Série Atlas Visuais).

# INTEMPERISMO

**FAUNA E FLORA:** Ratos, minhocas, aracnídeos, bactérias e fungos  
Cavam buracos profundos, trazendo, geralmente, material do subsolo para a superfície.



**Termitas**



# INTEMPERISMO

❖ O número de térmitas pode alcançar 9 milhões/ha na Costa do Marfim e esse número tende a diminuir com a latitude e a altura.



Fig. 20.5 Termitero turriculado inactivo de unos 6 m de altura en la sabana arbórea al este de Bouaké (Costa de Marfil).



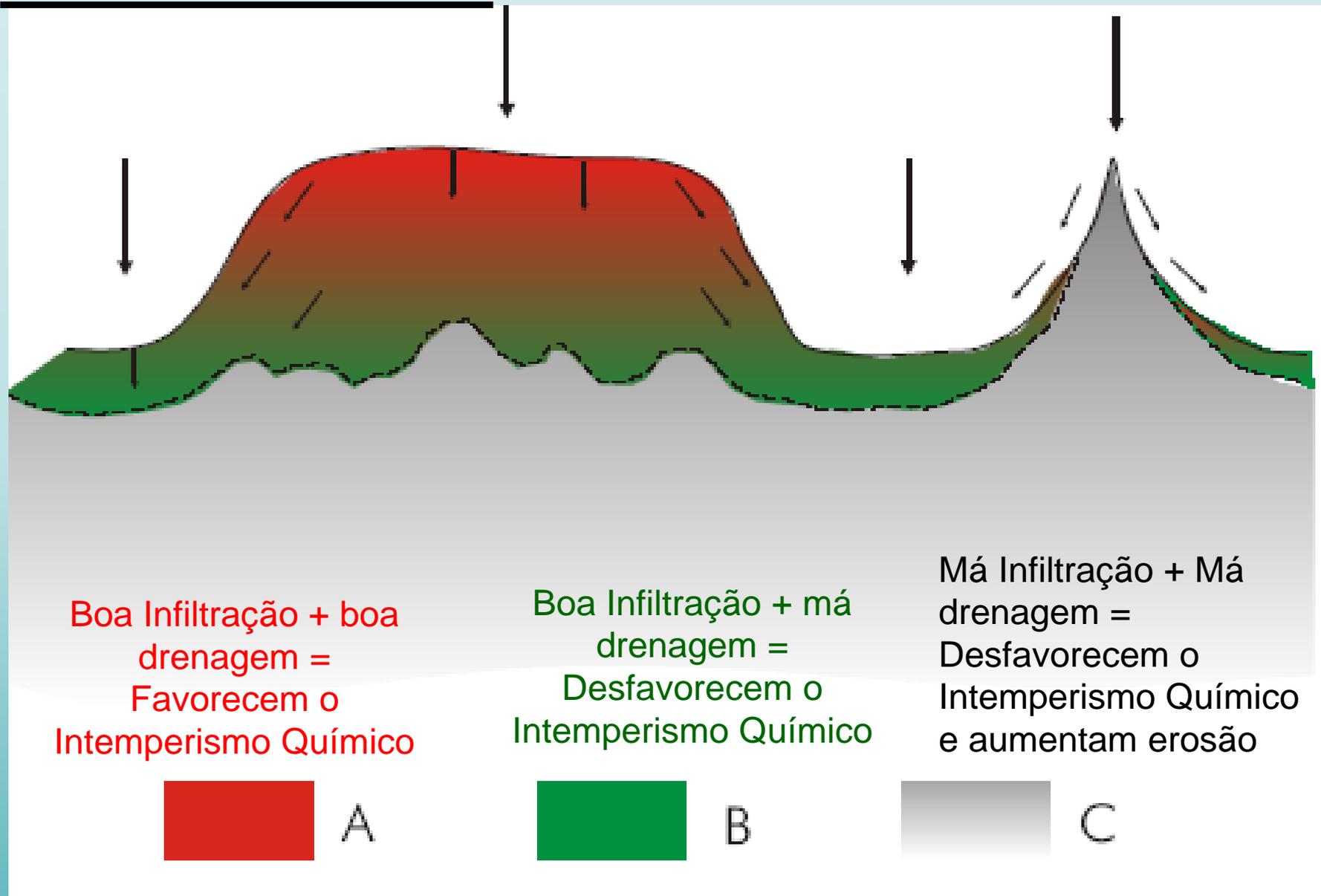
Fig. 20.4 Termiteros en montículo en la sabana de Masai Mara (Kenia).

# INTEMPERISMO

**TOPOGRAFIA:** Regula a velocidade do escoamento superficial das águas pluviais. Controla a quantidade de água que se infiltra nos perfis.

As reações químicas do intemperismo ocorrem mais intensamente nos compartimentos do relevo onde é possível boa infiltração da água, percolando por tempo suficiente.

# INTEMPERISMO



# INTEMPERISMO

**TEMPO:** O tempo necessário para intemperizar uma determinada rocha depende dos outros fatores que controlam o intemperismo, principalmente da suscetibilidade dos constituintes minerais e do clima.

Em condições de intemperismo pouco agressivas, é necessário um tempo mais longo de exposição às intempéries para haver o desenvolvimento de um perfil de alteração.

Exemplos:

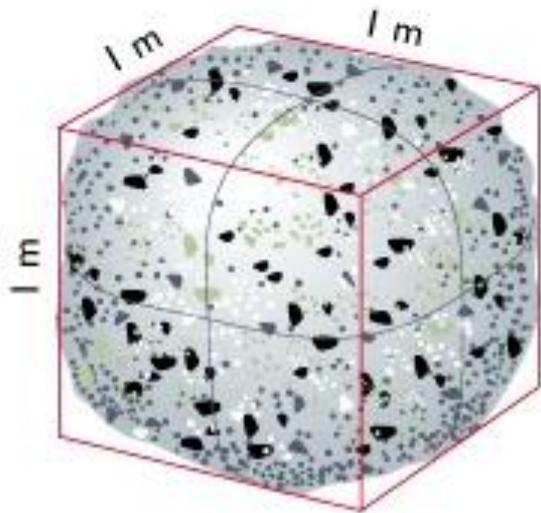
- Escandinava – 10.000 anos – poucos mm
- Índia – 4.000 anos – 1,8 m
- Estudos revelam profundidades de 150m na Austrália e de 100m na Nigéria e na América do Sul (Colômbia).

# Serra dos Carajás (PA)

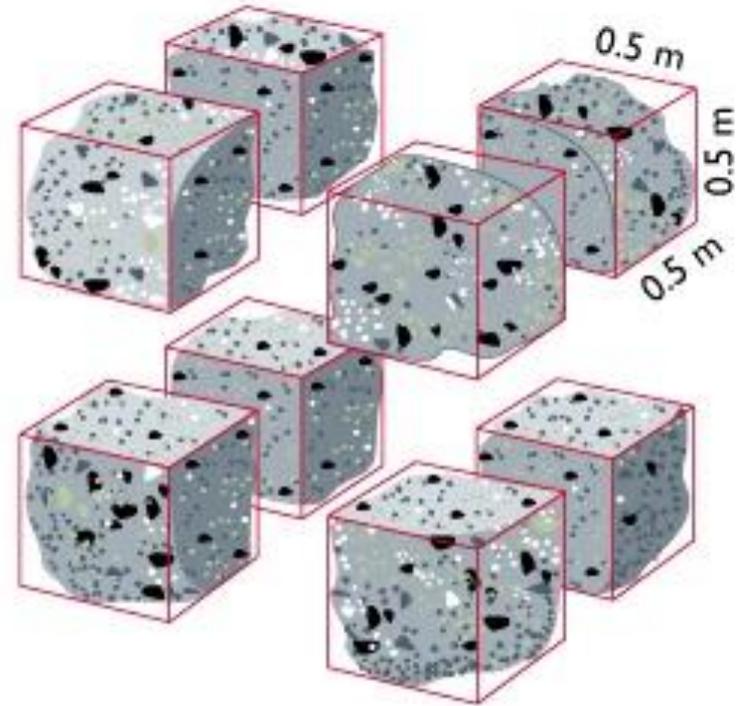


## **Intemperismo Físico:**

Todos os processos que causam desagregação das rochas com separação dos grãos minerais, antes coesos, transformando a rocha inalterada em material descontínuo e friável.



→  
**Quebra ao longo  
de fraturas**



**Matacão: 1 bloco/ 1m de lado**

**Volume:  $1\text{m}^3$**

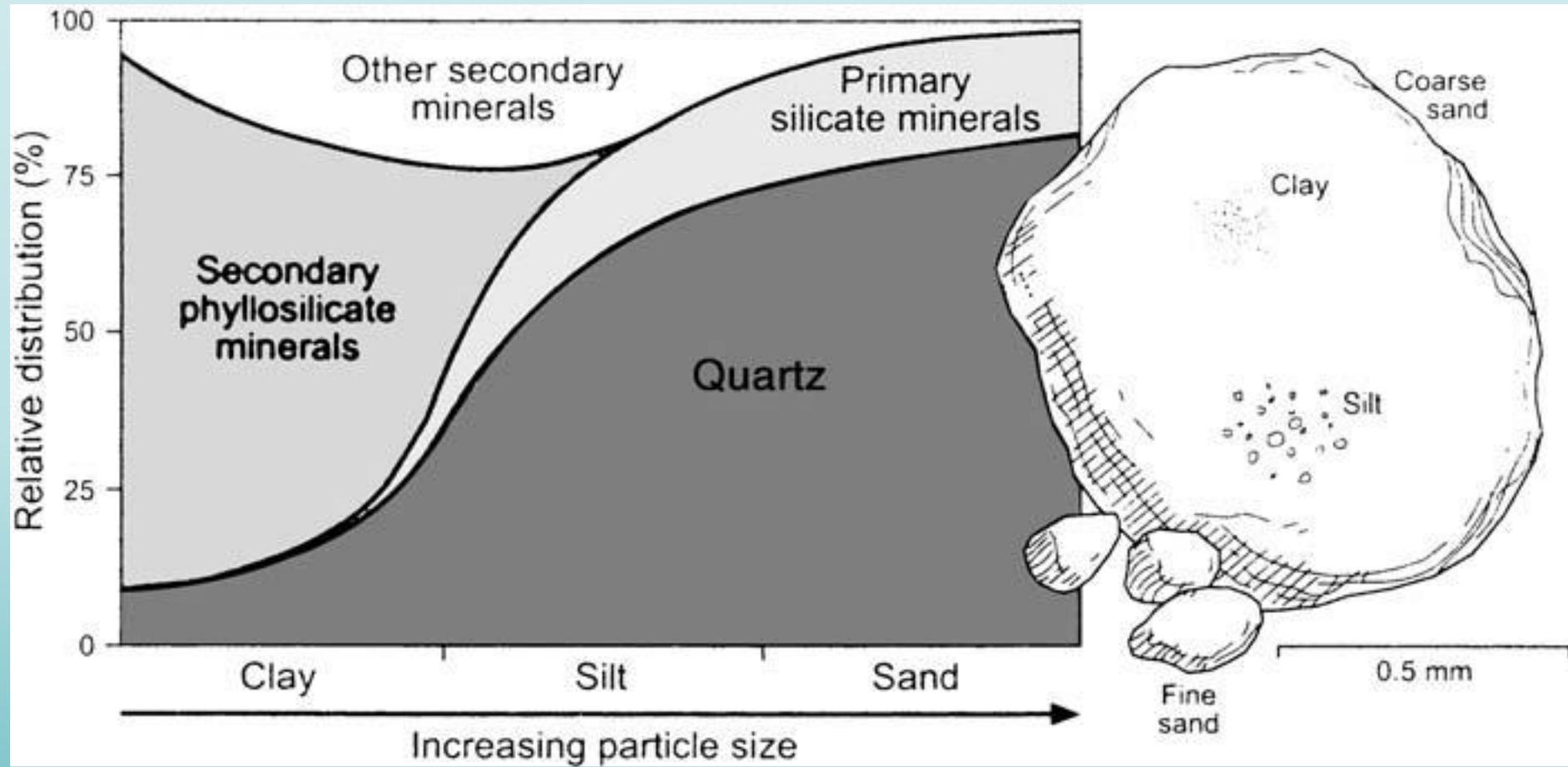
**Superfície (área) =  $6\text{m}^2$**

**8 blocos/ 0.5m de lado**

**Volume:  $(0.5)^3 \times 8 = 1\text{m}^3$**

**Superfície (área) =  $12\text{m}^2$**

# INTEMPERISMO



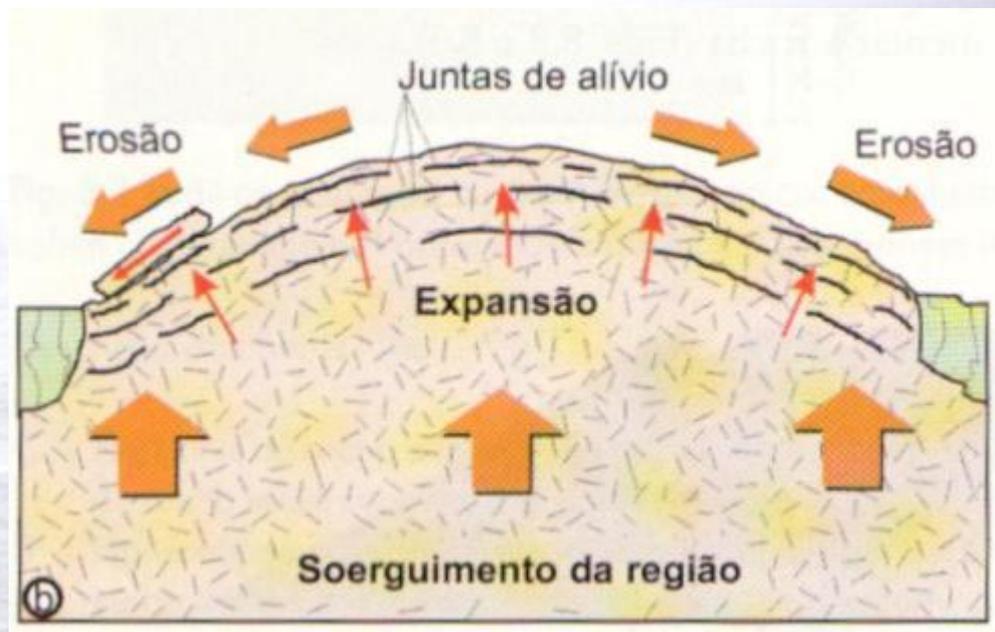
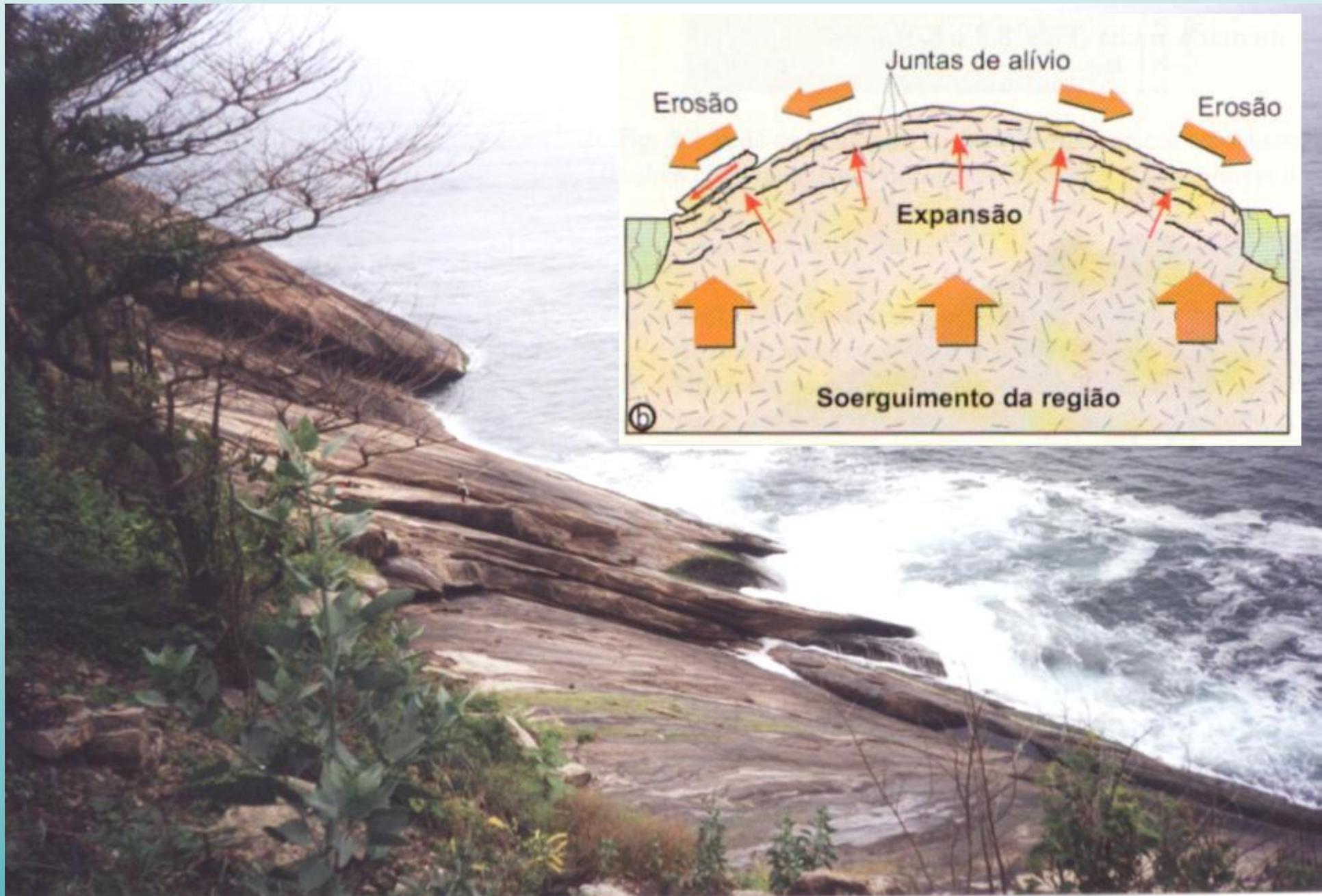
# INTEMPERISMO

## Desplacamento

As partes mais profundas dos corpos rochosos ascendem a níveis crustais mais superficiais



Com o alívio da pressão, os corpos rochosos expandem, causando a abertura de fraturas grosseiramente paralelas à superfície ao longo da qual a pressão é aliviada.



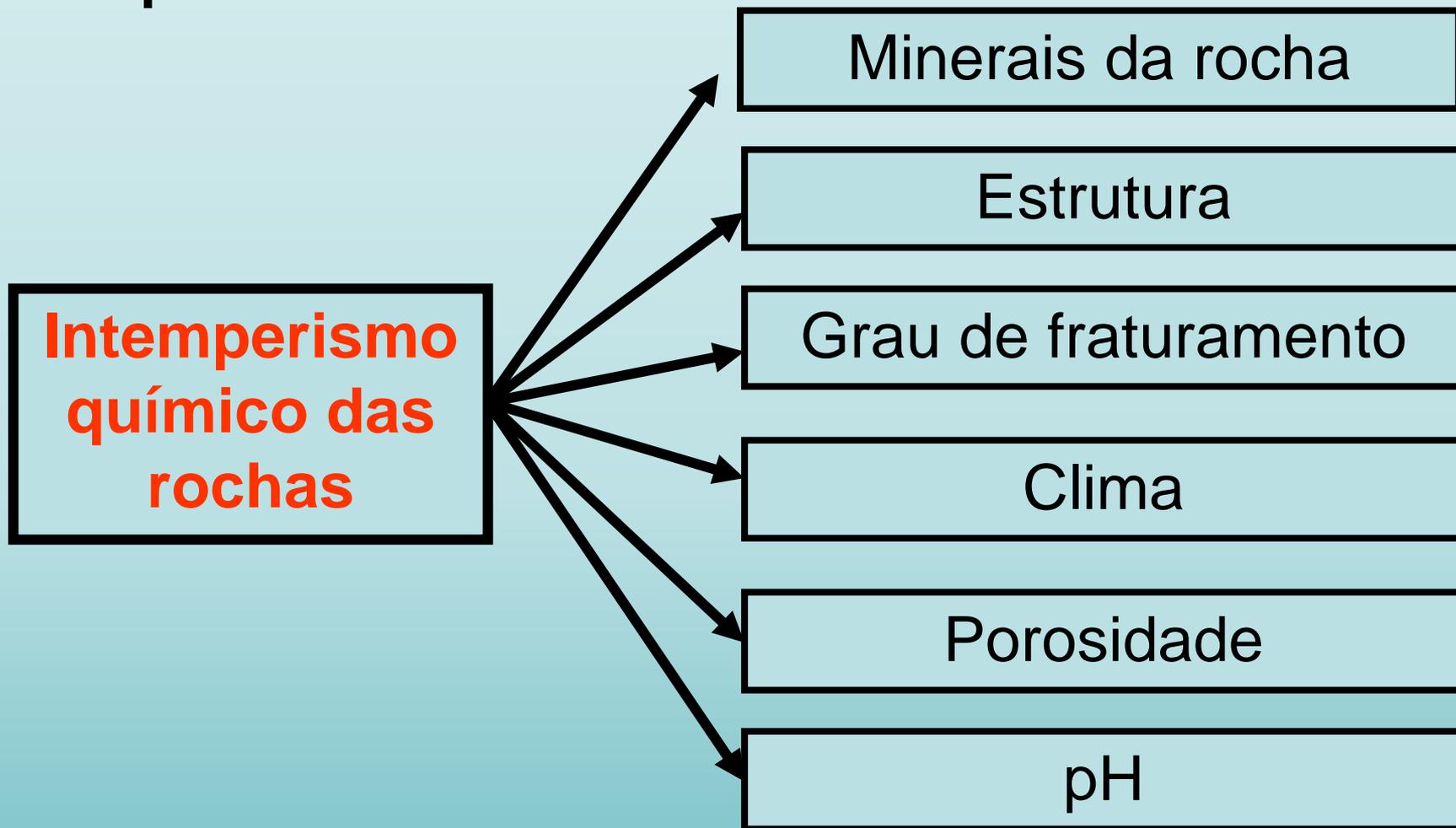
# Intemperismo Químico

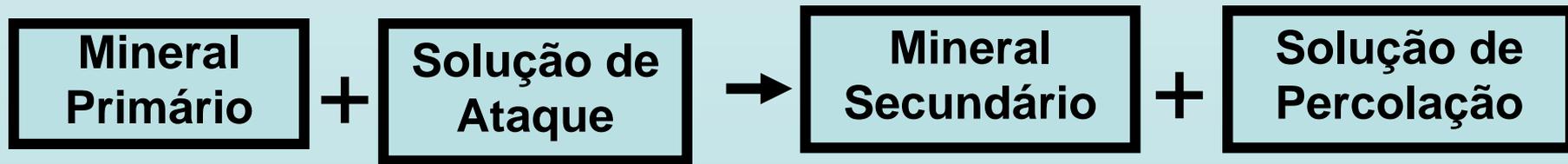
O ambiente da superfície da Terra, caracterizado por pressões e temperaturas baixas e riqueza de água e oxigênio, é muito diferente daquele onde a maioria das rochas se formaram.

Quando as rochas afloram à superfície da Terra, seus minerais entram em desequilíbrio e, através de uma série de reações químicas, transformam-se em outros minerais, mais estáveis nesse novo ambiente.

O principal agente do intemperismo químico é a **ÁGUA** da chuva, que infiltra e percola as rochas.

# Intemperismo Químico



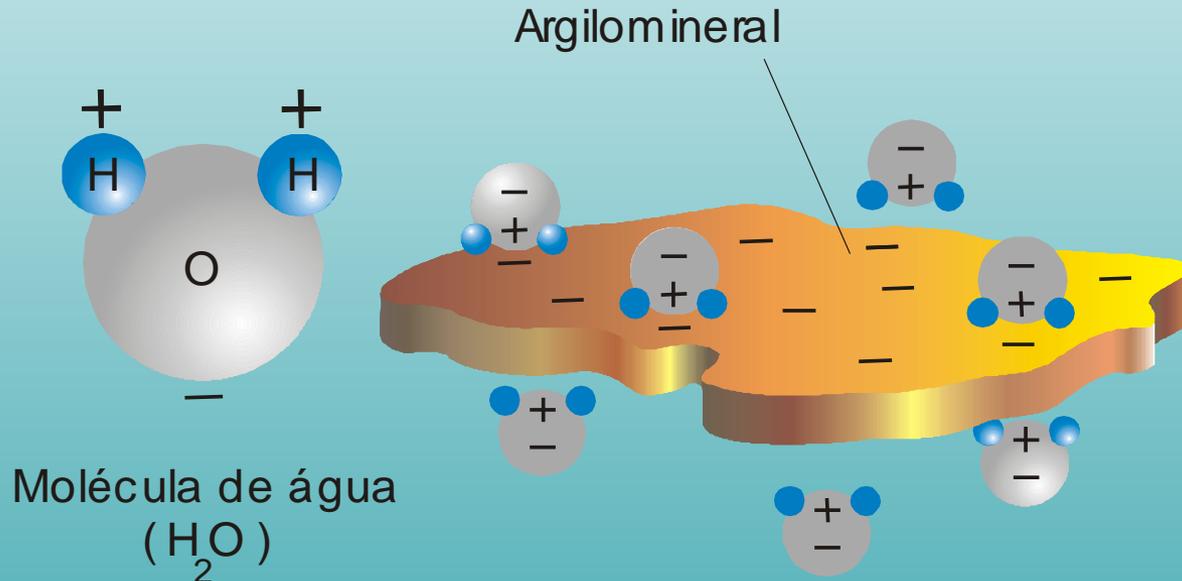


## INTEMPERISMO QUÍMICO: Principais Tipos

- a) Dissolução ←
- b) Hidrólise ←
- c) Oxidação
- d) Redução
- e) Hidratação
- f) Carbonatação
- g) Quelação

# Hidratação:

- Entrada de  $H_2O$  na estrutura dos minerais
- destrói a estrutura mineral
- libera cátions e ânions: **removidos pela drenagem e/ou recombinaados em novos minerais**



# DISSOLUÇÃO

Processo em que os minerais são solubilizados dependendo da quantidade de água que passa na superfície da partícula e da solubilidade do sólido (pH)

**Ordem de SOLUBILIDADE (Polynov, 1937)\***



Muito mais solúveis

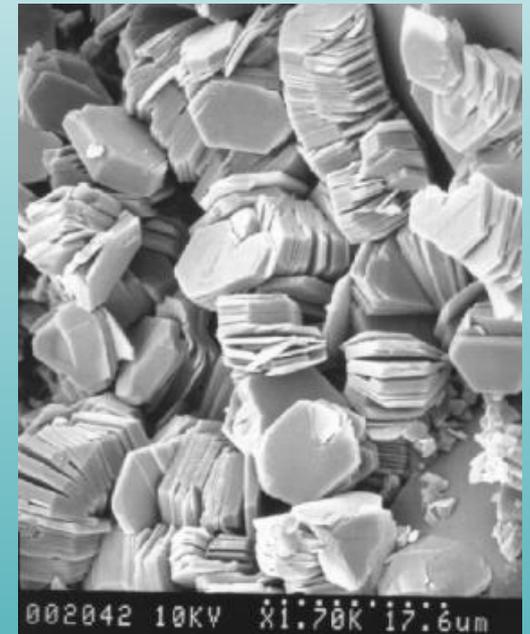
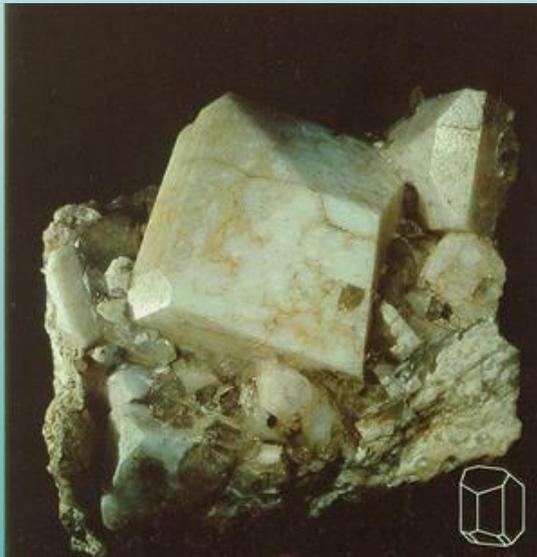
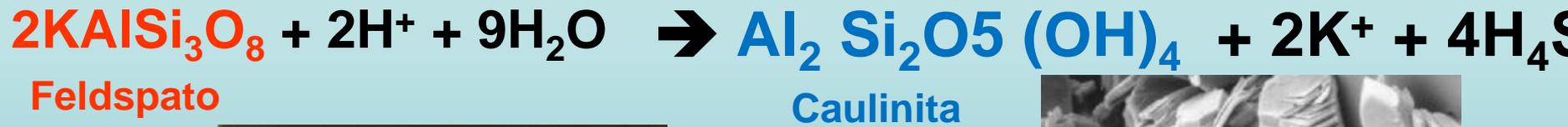
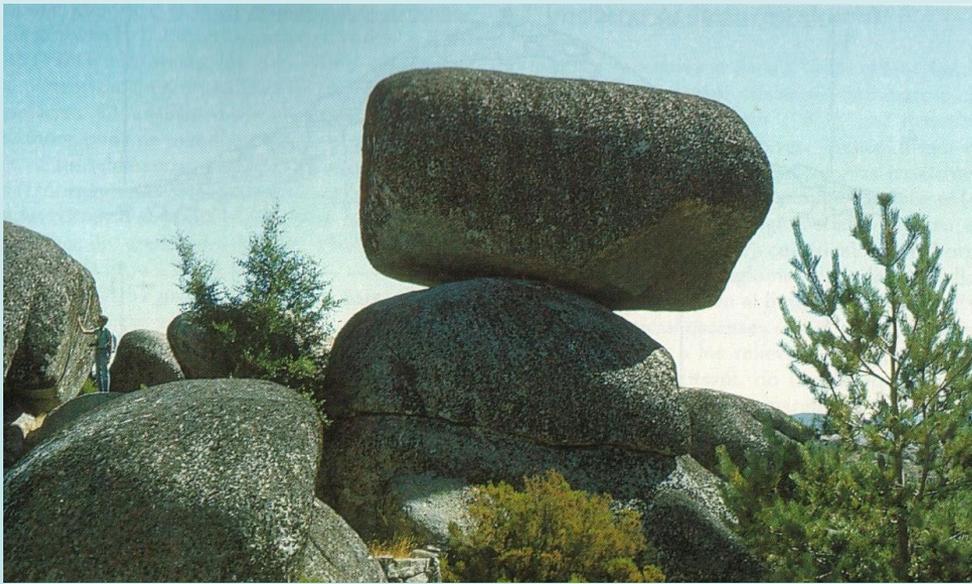
\*Polynov, B.B. The cycle of weathering, London, Thomas Murby (1937) 220p.

# HIDRÓLISE

Principal processo na “quebra” dos minerais primários. (Silicatos!)

Reação entre os íons  $H^+$  e  $OH^-$  da água ( $H_2O$ ) com os íons dos minerais da rocha.

Os íons  $H^+$  se combinam com os silicatos de alumínio hidratados, dando origem aos argilominerais.



## D. Intemperismo **Químico** e Físico

**Destruição das estruturas cristalinas (silicatos)  
pelo intemperismo e liberação de cátions  
( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Na}^{+}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^{+}$ ,  $\text{Si}^{+4}$ ,  $\text{Al}^{+3}$ ,  $\text{Fe}^{+3}$ )**



**Elevada solubilidade  
LIXIVIADOS**

**Baixa solubilidade  
Resíduos e Reestruturação  
em outros minerais**

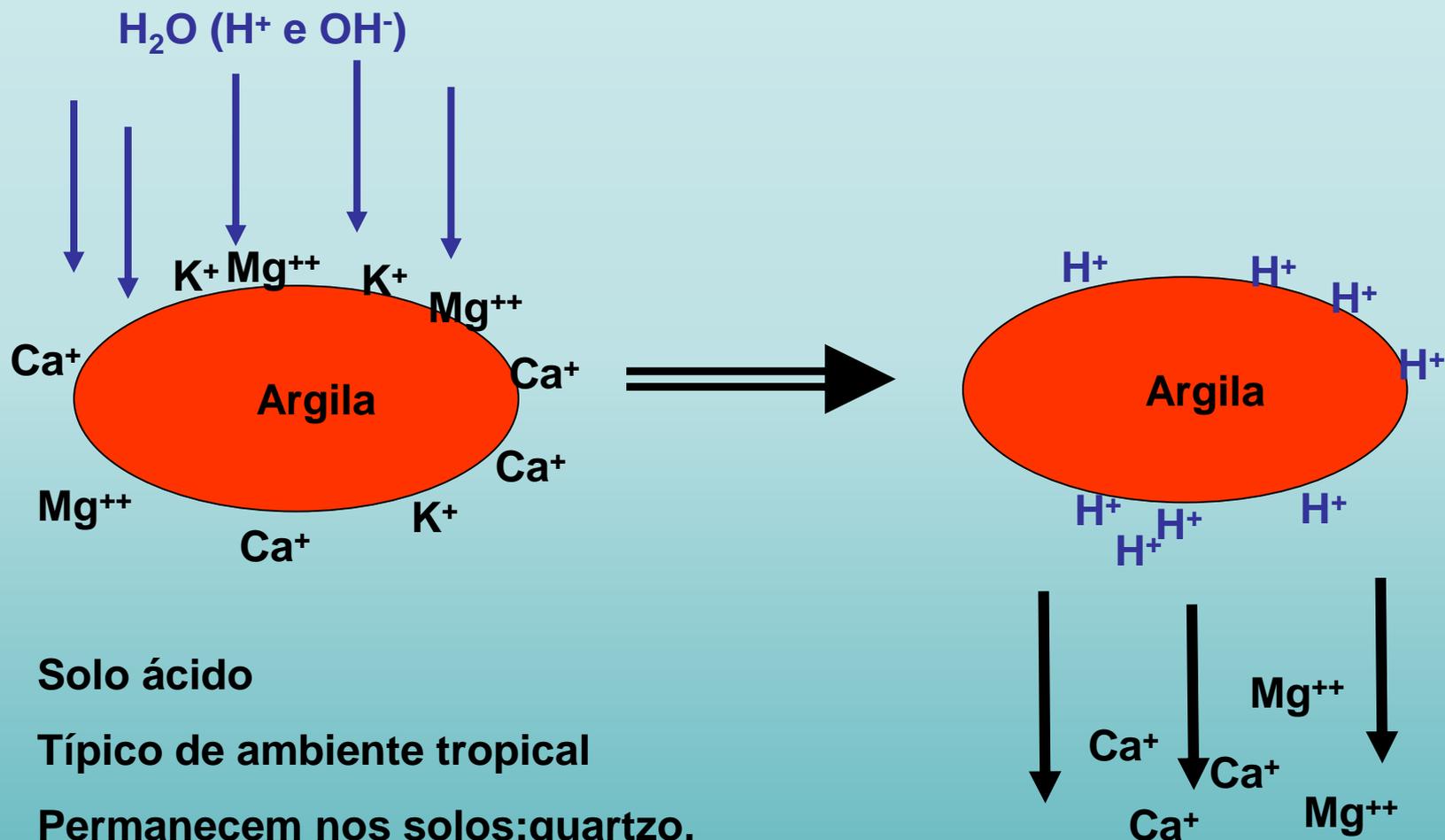


**CROSTAS  
LATERÍTICAS**



**Argilominerais,  
Quartzo e Óxidos e  
Hidróxidos de Fe e Al**

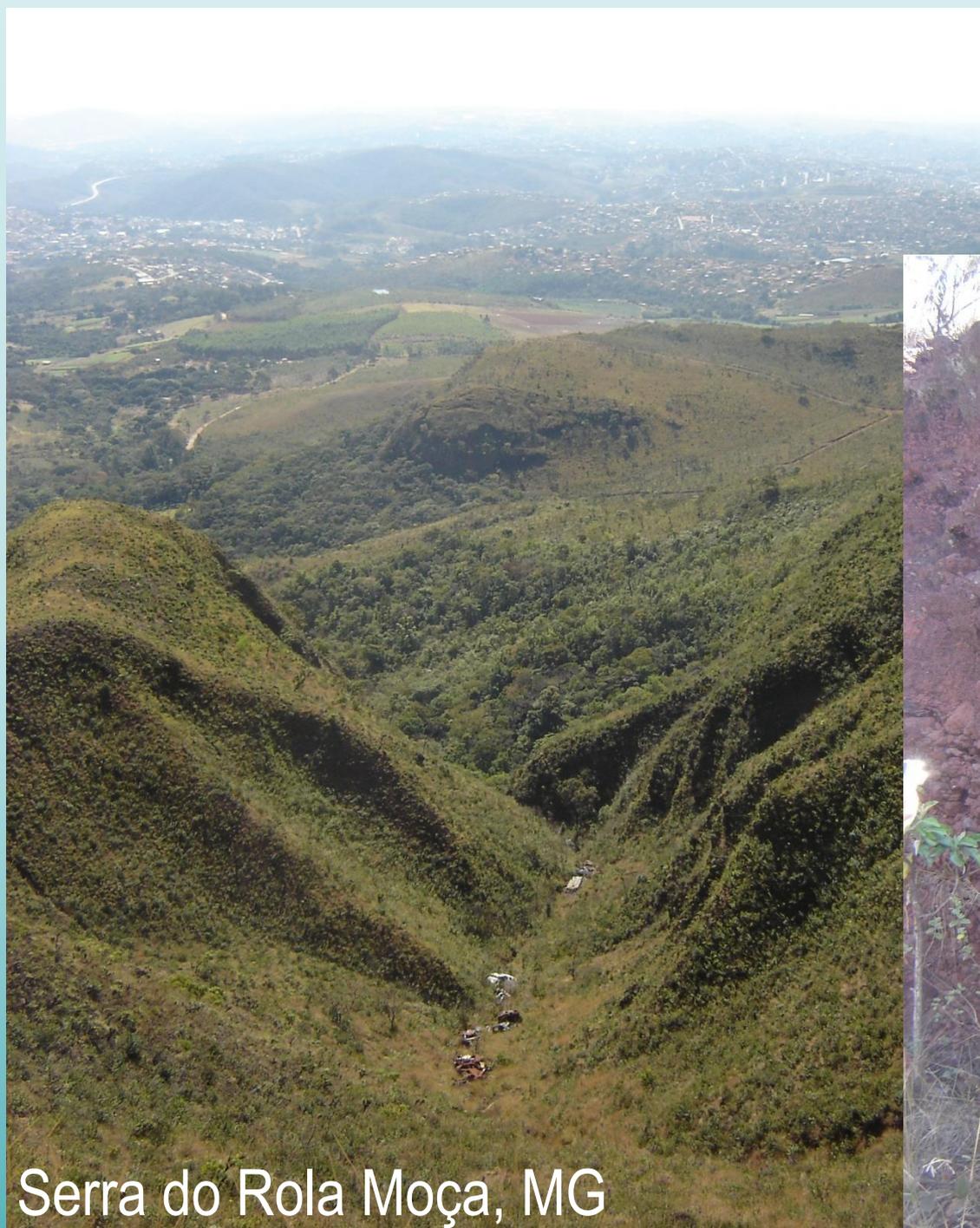
# LIXIVIAÇÃO: Remoção as bases ( $\text{Ca}^+$ , $\text{K}^+$ , $\text{Mg}^{++}$ ) mantidas como íons trocáveis pelo complexo de argila (argilominerais)



Solo ácido

Típico de ambiente tropical

Permanecem nos solos: quartzo, caulinita e hidróxidos de Fe e Al



## Lateritas



Serra do Rola Moça, MG

# Serra de Carajás (PA)

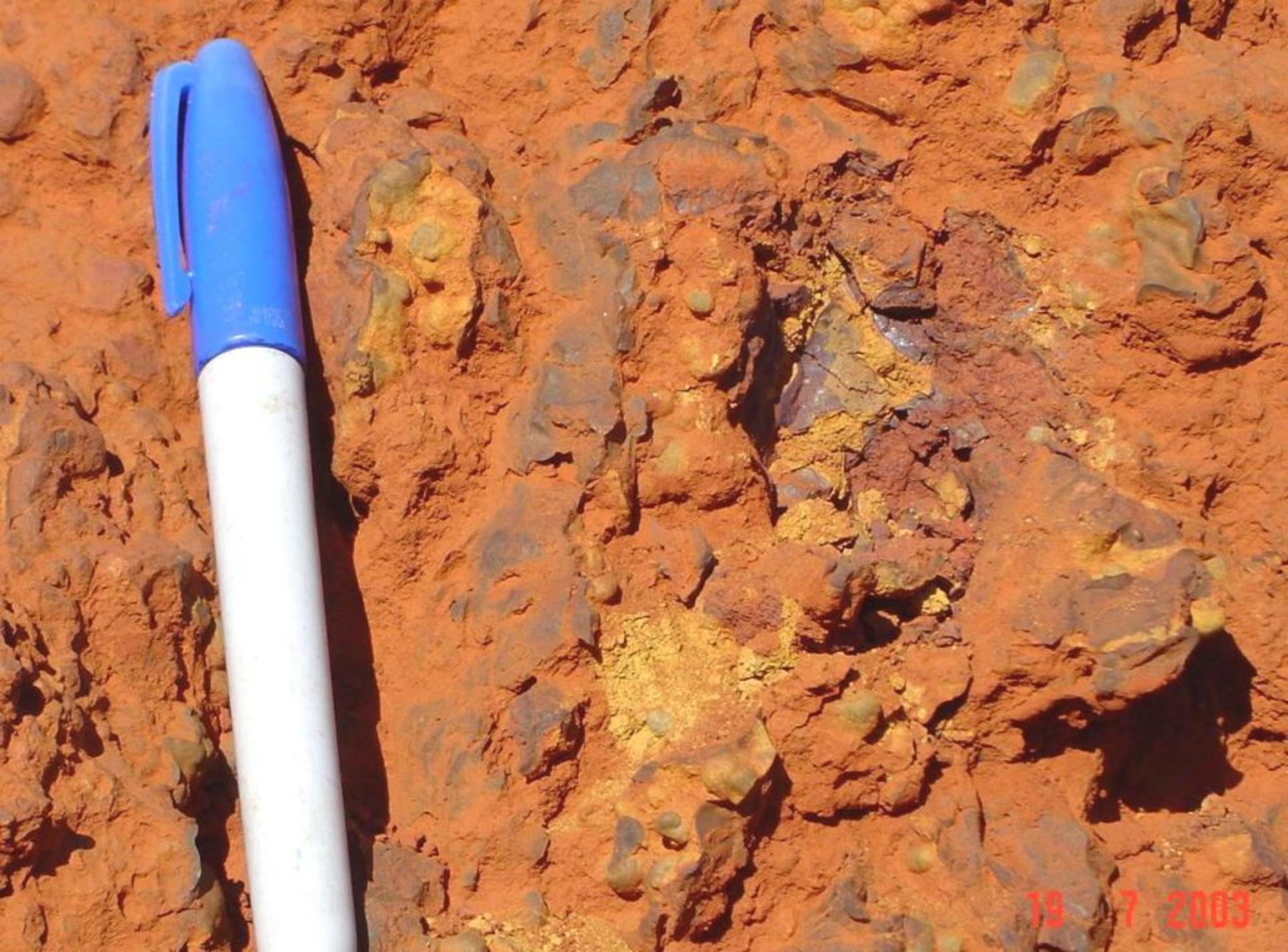


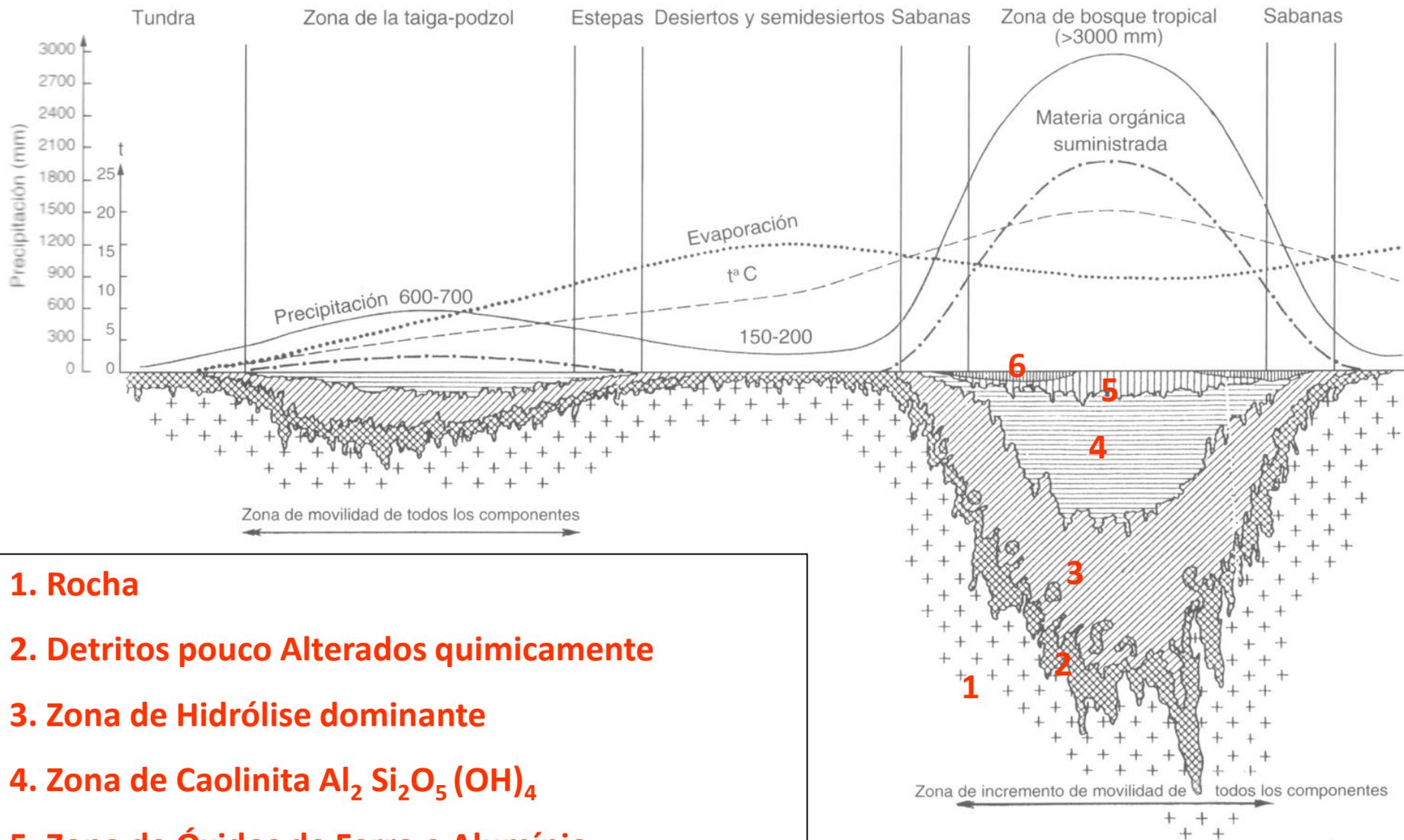
20 7 2003

Serra de Carajás (PA)



19 7 2003





(adaptada Straknov, 1967)



Achou que  
acabou a aula?

Vamos aos  
Exercícios de  
hoje! kkkk