

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*

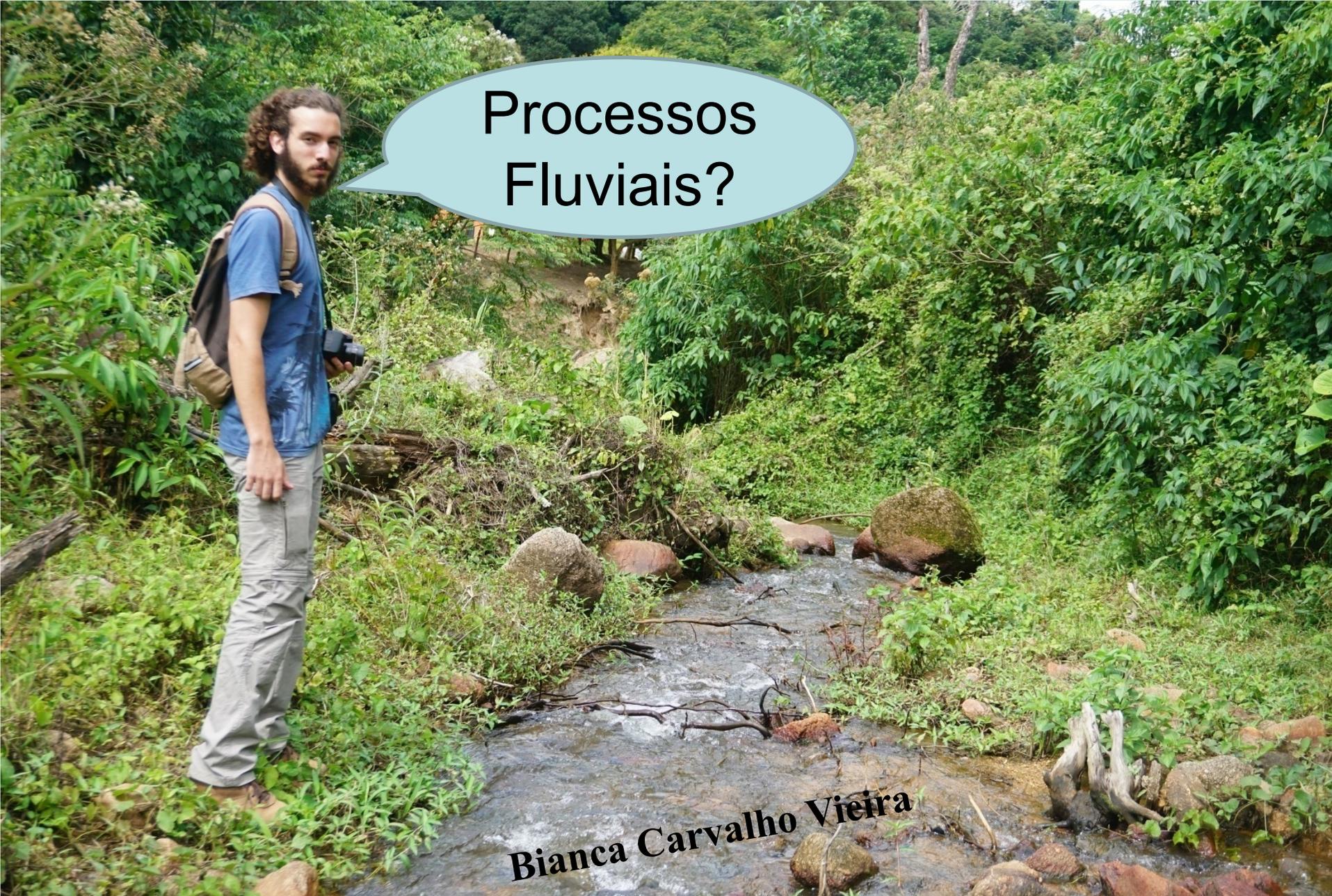
Bianca Carvalho Vieira

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



Bianca Carvalho Vieira

Thornbury, W.D. (1954) *Principles of Geomorphology*, John Wiley & Sons, New York.618pp.



Processos
Fluviais?

Bianca Carvalho Vieira

Processos Geomorfológicos

Processos Vulcânicos (endógenos)



Bianca Carvalho Vieira

Processos Fluviais (exógenos)

“Agente geomorfológico:

Qualquer meio natural capaz de assegurar e transportar material terroso”



Bianca Carvalho Vieira



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
(subsidência)

Bianca Carvalho Vieira

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

Bianca Carvalho Vieira

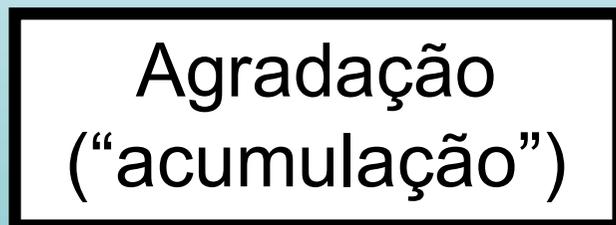
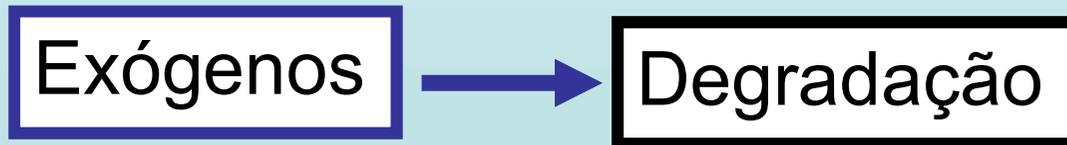
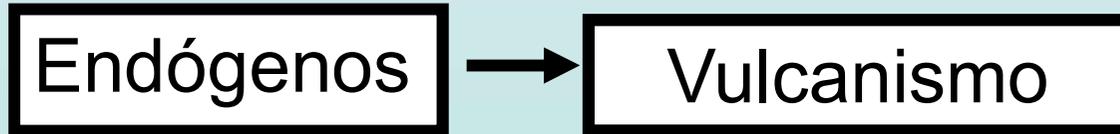
A photograph of two geologists in a field. One person is wearing a black shirt and light-colored pants, and the other is wearing a blue shirt, black pants, and black boots. They are standing in front of a large, reddish-brown soil profile. The person in the black shirt is holding a hammer and looking at the soil. The person in the blue shirt is holding a clipboard and a hammer, looking at the soil. The soil profile shows a distinct layer of weathered rock at the base. There are some roots and debris on the ground in front of them.

O que é
intemperismo

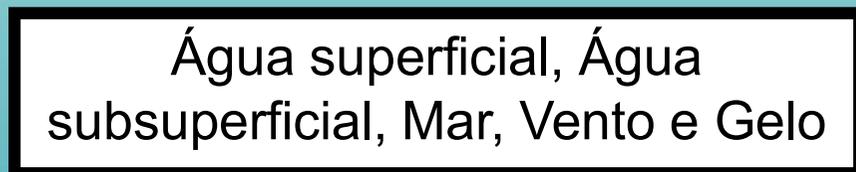
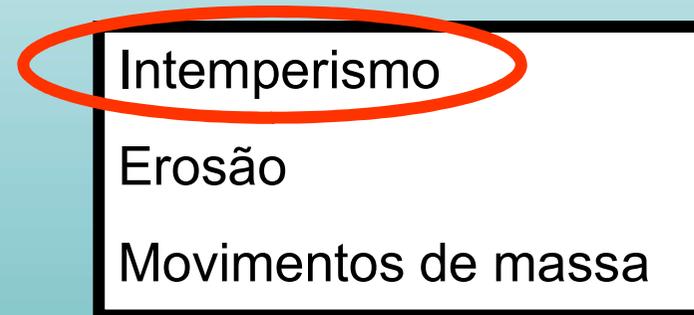
“ É a quebra e a alteração dos
minerais perto da superfície da
Terra para produtos que estão
mais em equilíbrio com as novas
condições físico-químicas
impostas” (Ollier, 1969)

Bianca Carvalho Vieira

PROCESSOS GEOMORFOLÓGICOS



Bianca Carvalho Vieira



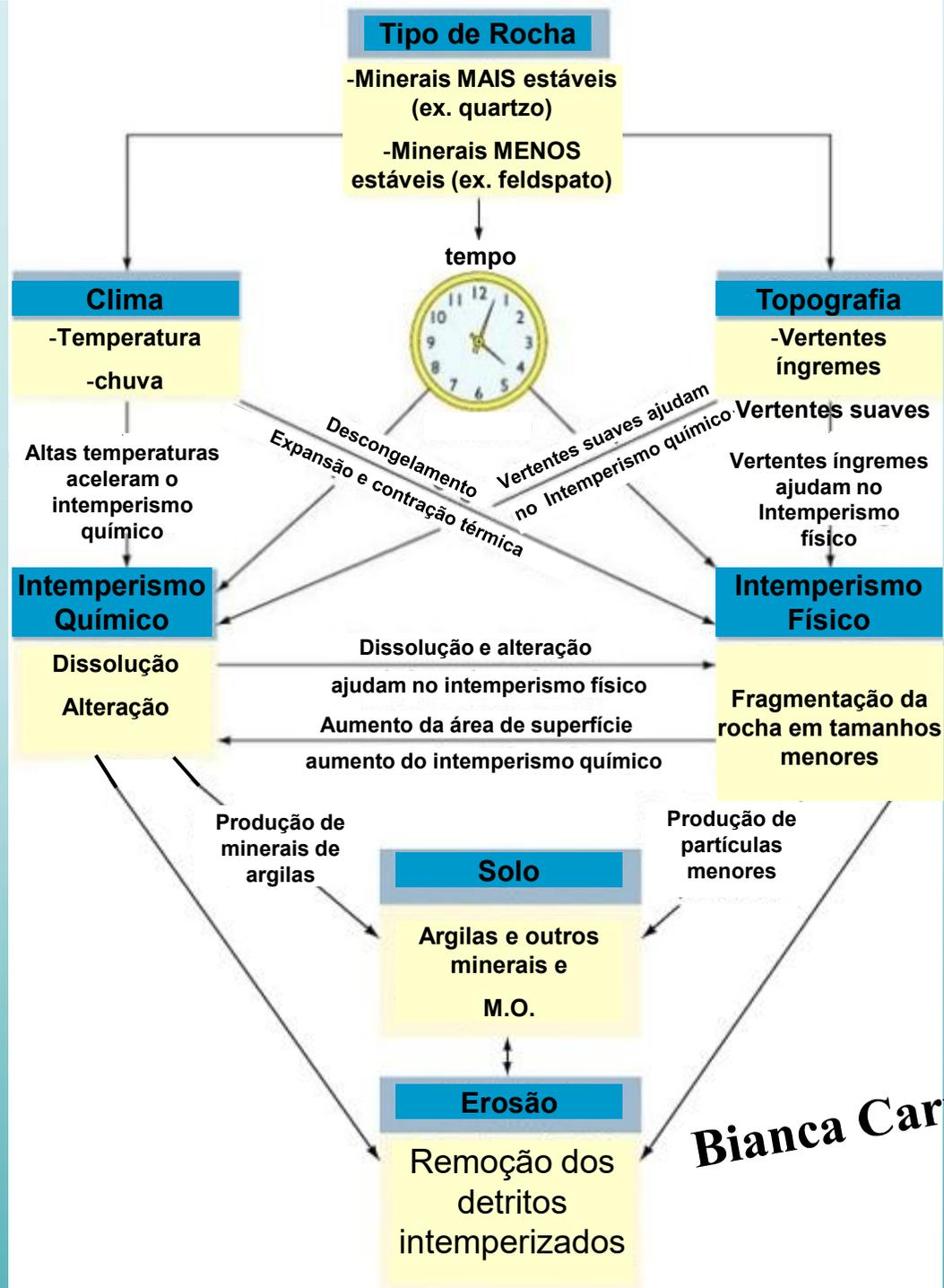


E seu resultado?

Regolitos,
Saprolitos ou
Alteritos

Como este aqui!

Bianca Carvalho Vieira



Bianca Carvalho Vieira

INTEMPERISMO

FATORES CONTROLADORES

A. Material Parental – Rocha

B. Clima (Umidade e Temperatura)

C. Fauna e Flora

D. Topografia (Relevo)

E. Tempo

Bianca Carvalho Vieira

INTEMPERISMO

MATERIAL PARENTAL

A alteração intempérica das rochas depende da natureza dos minerais.

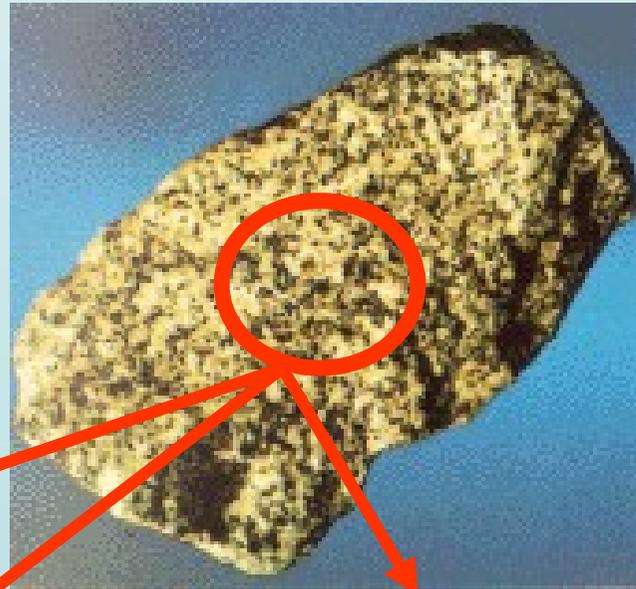
Estabilidade dos Minerais	Taxa de intemperismo
Iron oxides (hematite)	Lento ↓ Rápido
Aluminum hydroxides (gibbsite)	
Quartz	
Clay minerals	
Muscovite mica	
Potassium feldspar (orthoclase)	
Biotite mica	
Sodium-rich feldspar (albite)	
Amphiboles	
Pyroxene	
Calcium-rich feldspar (anorthite)	
Olivine	
Calcite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

Bianca Carvalho Vieira

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

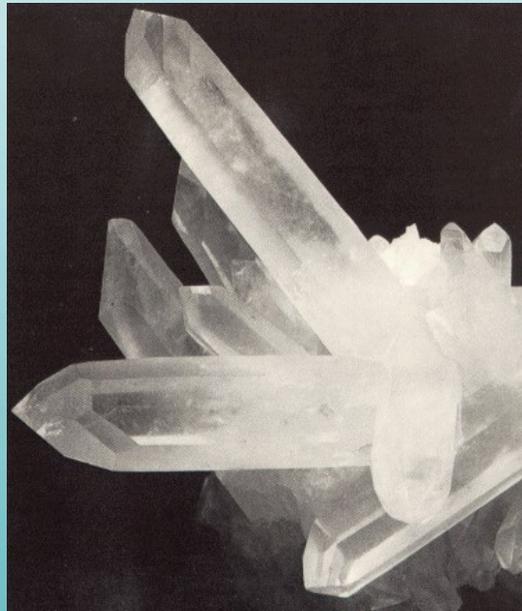
Componentes	Clima temperado DOLERITO South Staffordsture Inglaterra		Clima tropical DOLERITO Bombaim - Índia	
	Rocha inal- terada	Argila so- breposta (solo)	Rocha inal- terada	Argila so- breposta (solo)
SiO ₂	49,3	47,0	50,4	0,7
Al ₂ O ₃	17,4	18,5	22,2	50,5
Fe ₂ O ₃	2,7	14,6	9,9	23,4
FeO	8,3	—	3,6	—
MgO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

Bianca Carvalho Vieira



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

Biotita



Quartzo



Bianca Carvalho Vieira
Feldspato Potássico (Ortoclásio)



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)

Bianca Carvalho Vieira

INTEMPERISMO

Clima árido e/ou muito frio:

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



Bianca Carvalho Vieira

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°C de aumento de temperatura, a velocidade das reações químicas aumenta de duas a três vezes.”

Bianca Carvalho Vieira

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).



Bianca Carvalho Vieira

INTEMPERISMO

FAUNA E FLORA: Ratos, minhocas, aracnídeos, bactérias e fungos

Cavam buracos profundos, trazendo, geralmente, material do subsolo para a superfície.



Termitas

Bianca Carvalho Vieira



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.

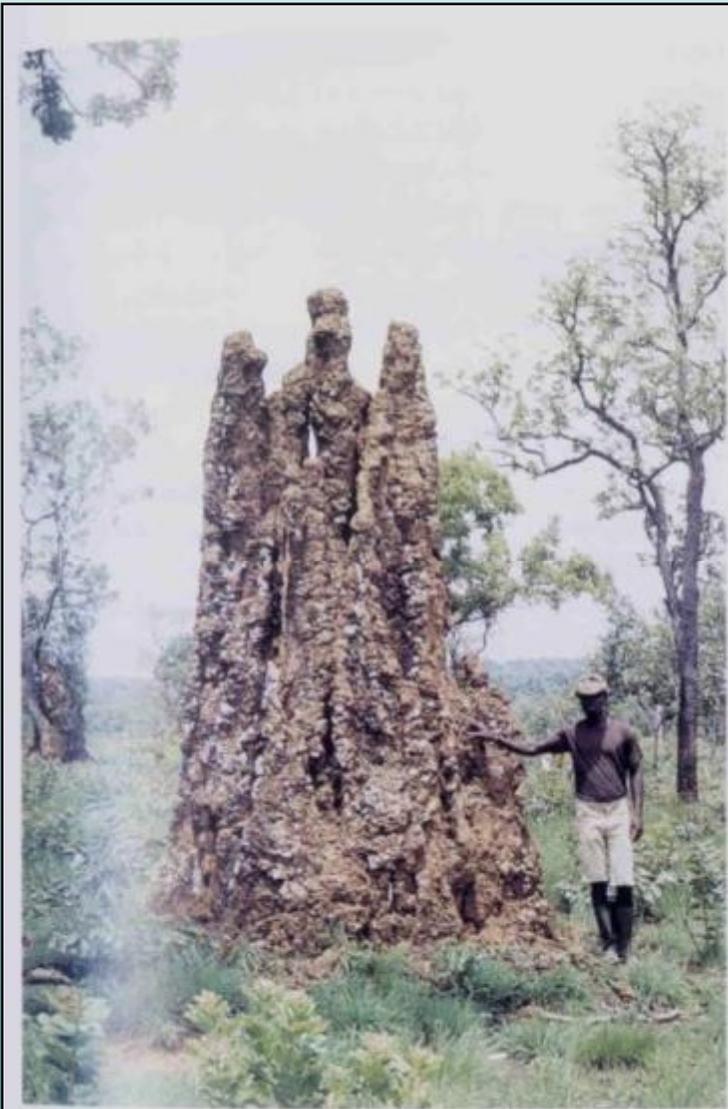


Fig. 20.5 Termitero turruculado inactivo de unos 6 m de altura en la sabana arbórea al este de Bouaké (Costa de Marfil).

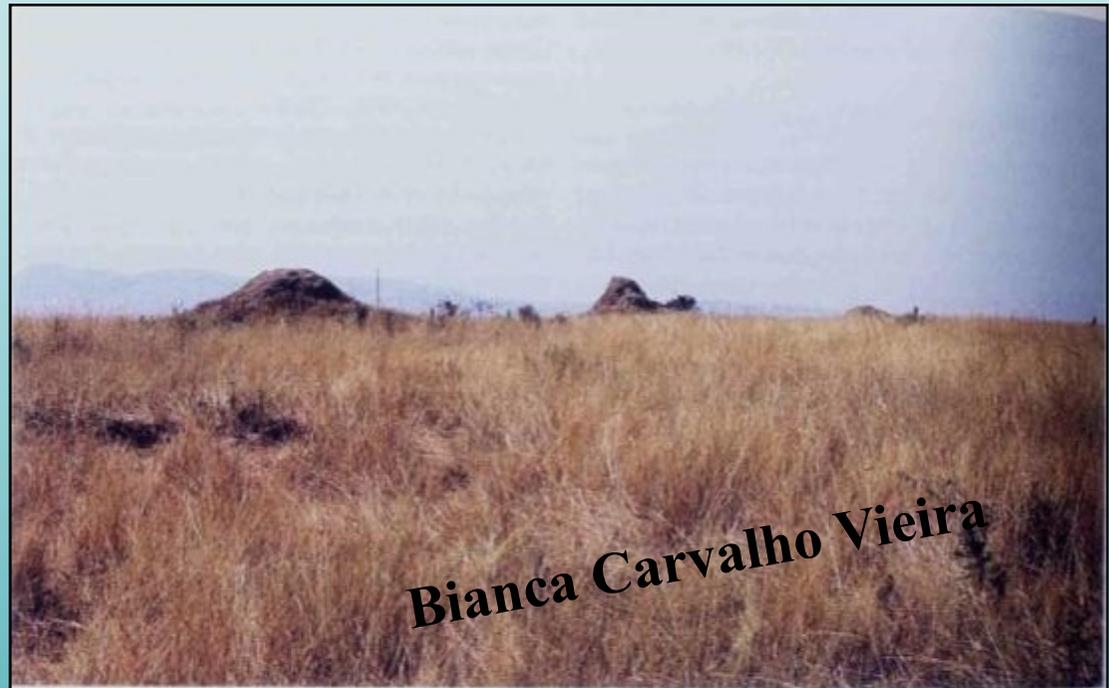


Fig. 20.4 Termiteros en montículo en la sabana de Masai Mara (Kenia).

Bianca Carvalho Vieira

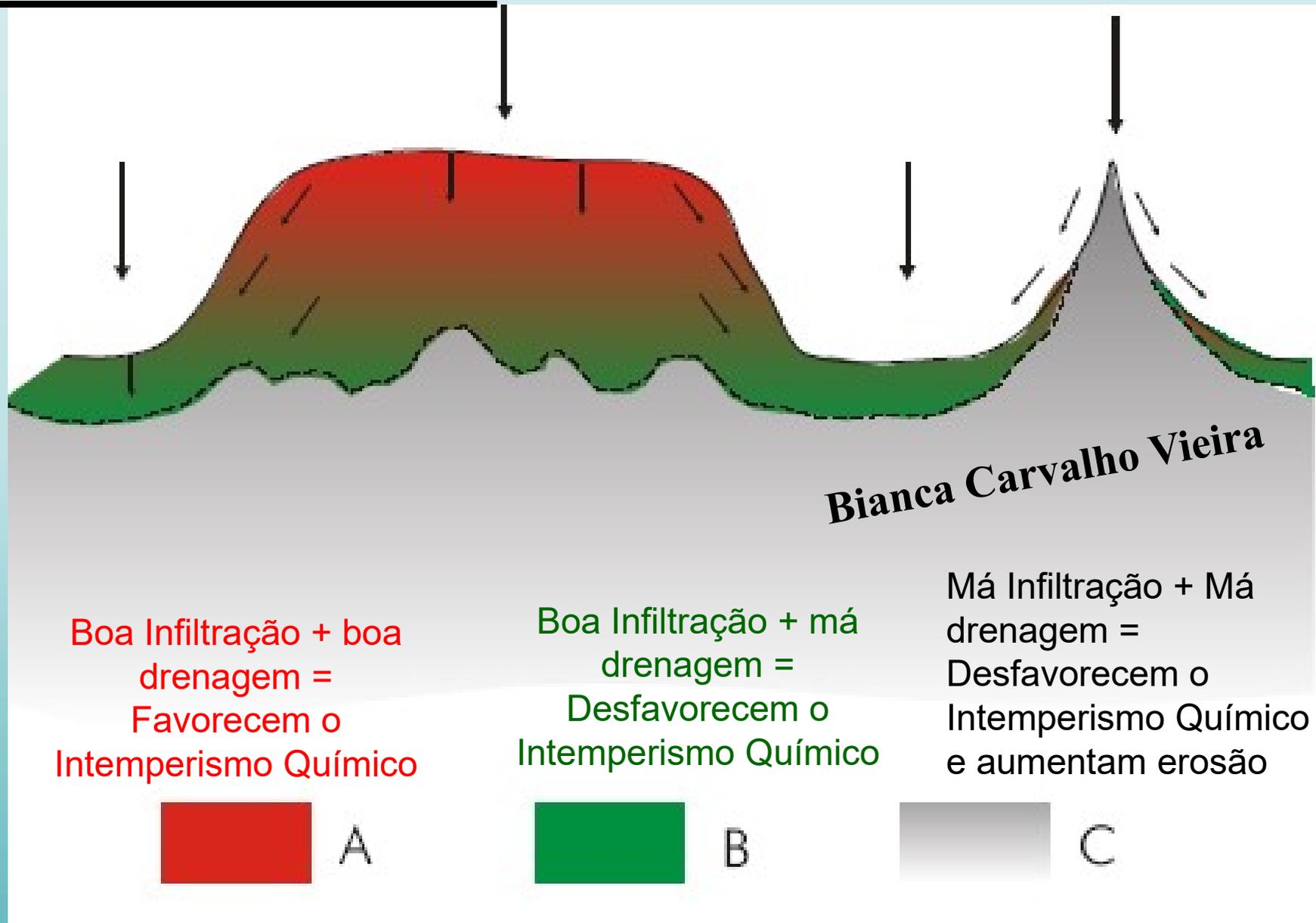
INTEMPERISMO

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.

Bianca Carvalho Vieira

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).

Bianca Carvalho Vieira

Serra dos Carajás (PA)

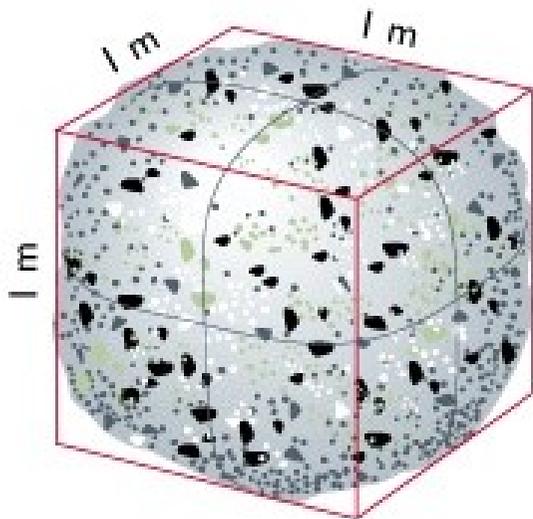


Bianca Carvalho Vieira
17 de 7 2003

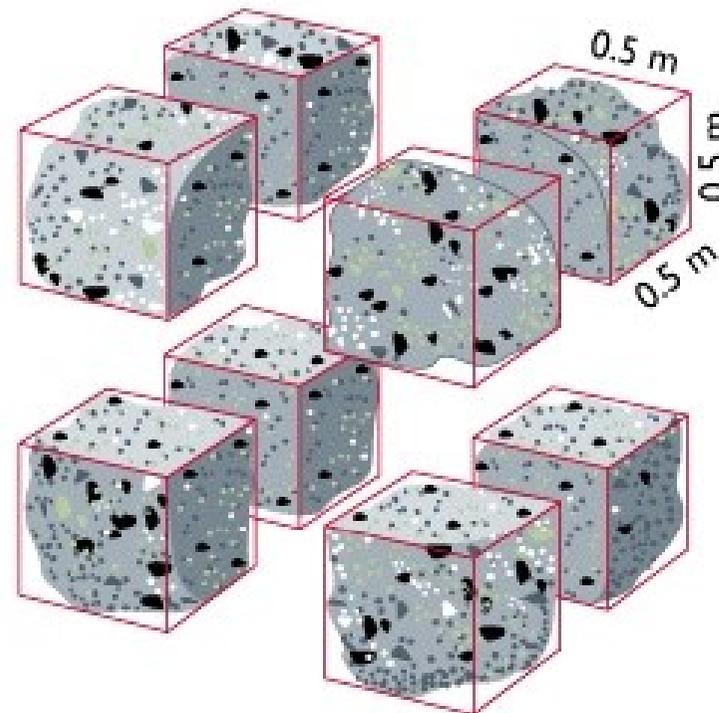
Intemperismo Físico:

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

Bianca Carvalho Vieira



→
Quebra ao longo
de fraturas



Matação: 1 bloco/ 1m de lado

Volume: 1m^3

Superfície (área) = 6m^2

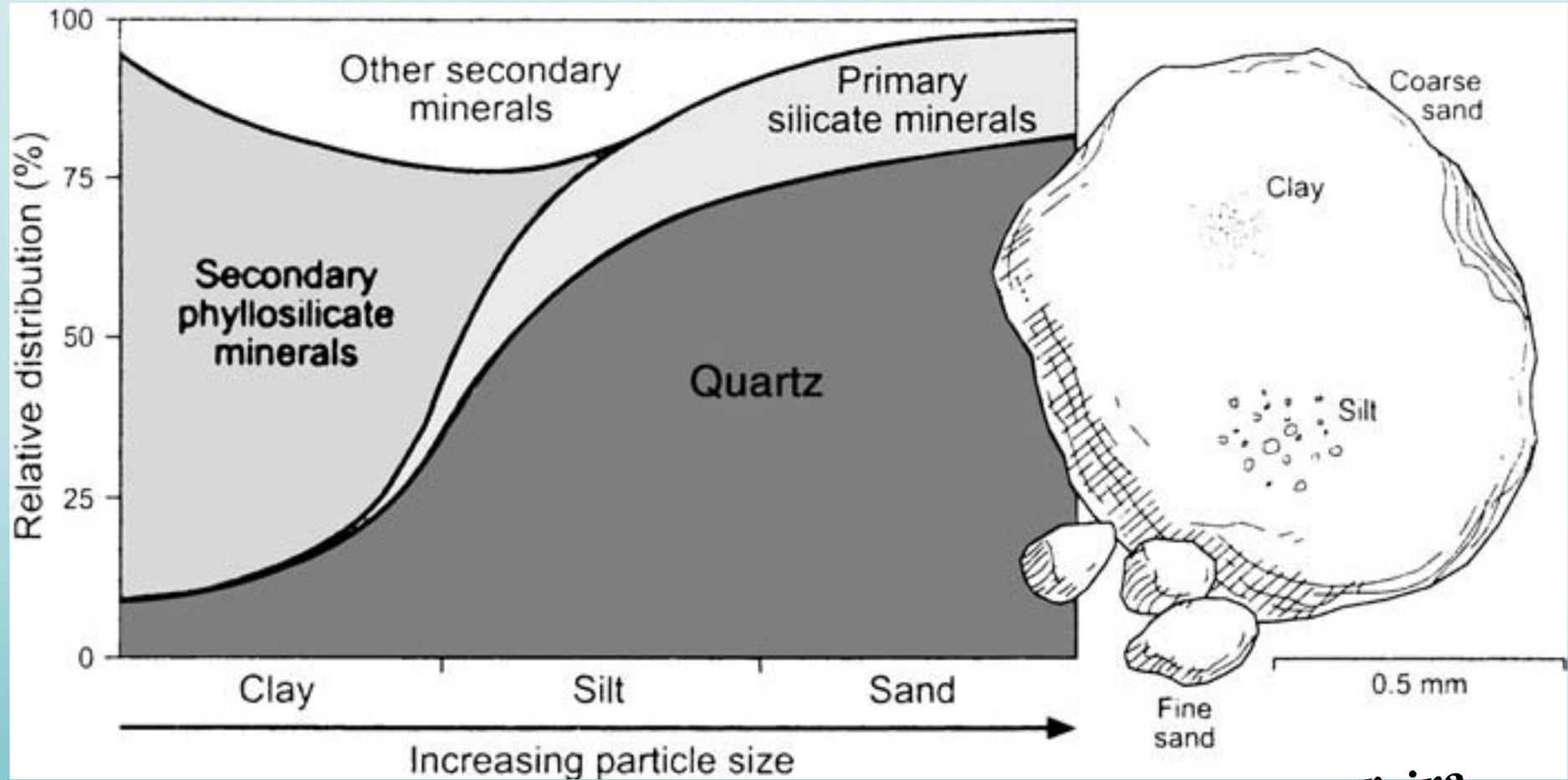
8 blocos/ 0.5m de lado

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

Superfície (área) = 12m^2

Bianca Carvalho Vieira

INTEMPERISMO



Bianca Carvalho Vieira

INTEMPERISMO

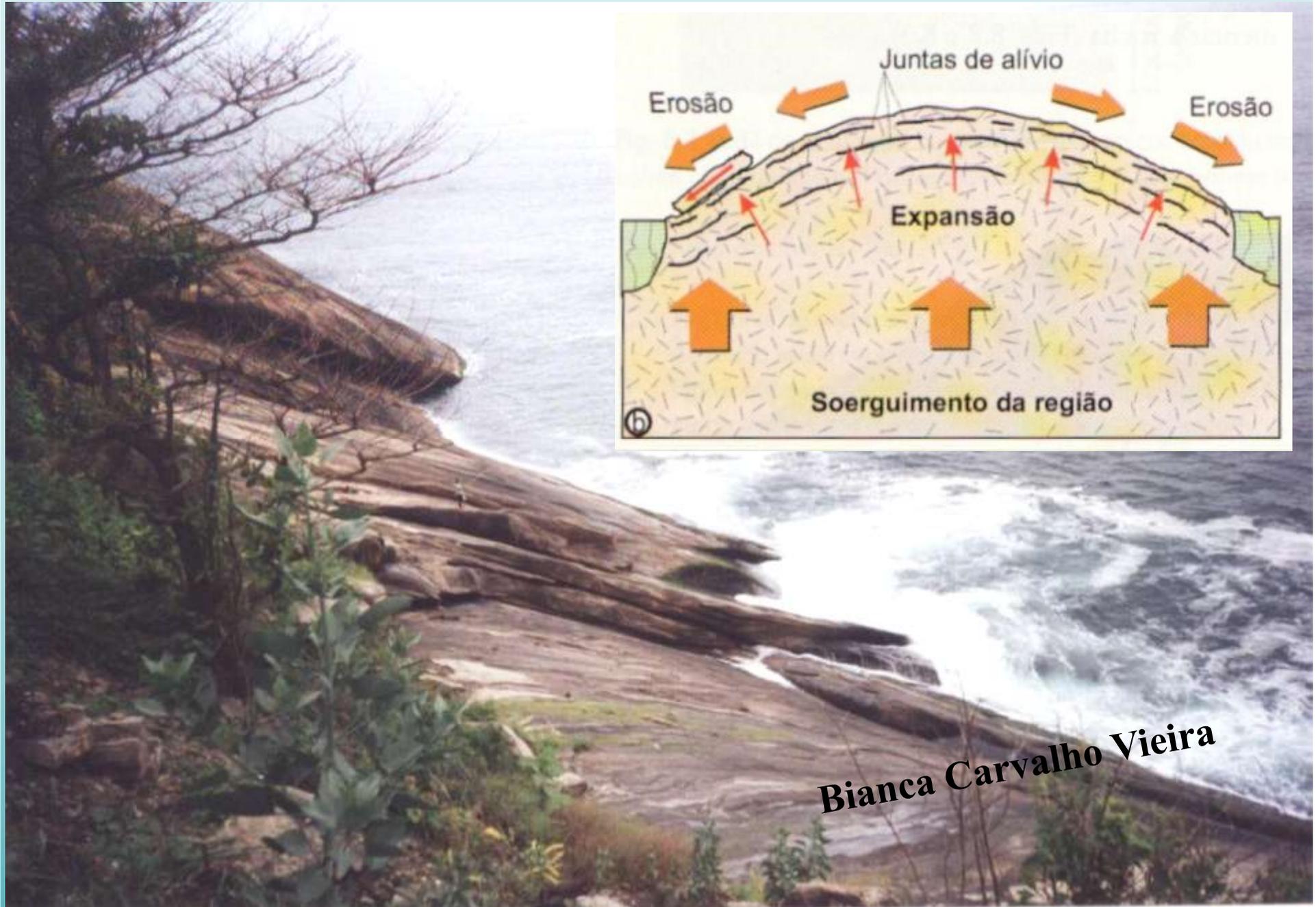
Desplacamento

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.

Bianca Carvalho Vieira



Bianca Carvalho Vieira

Intemperismo Químico

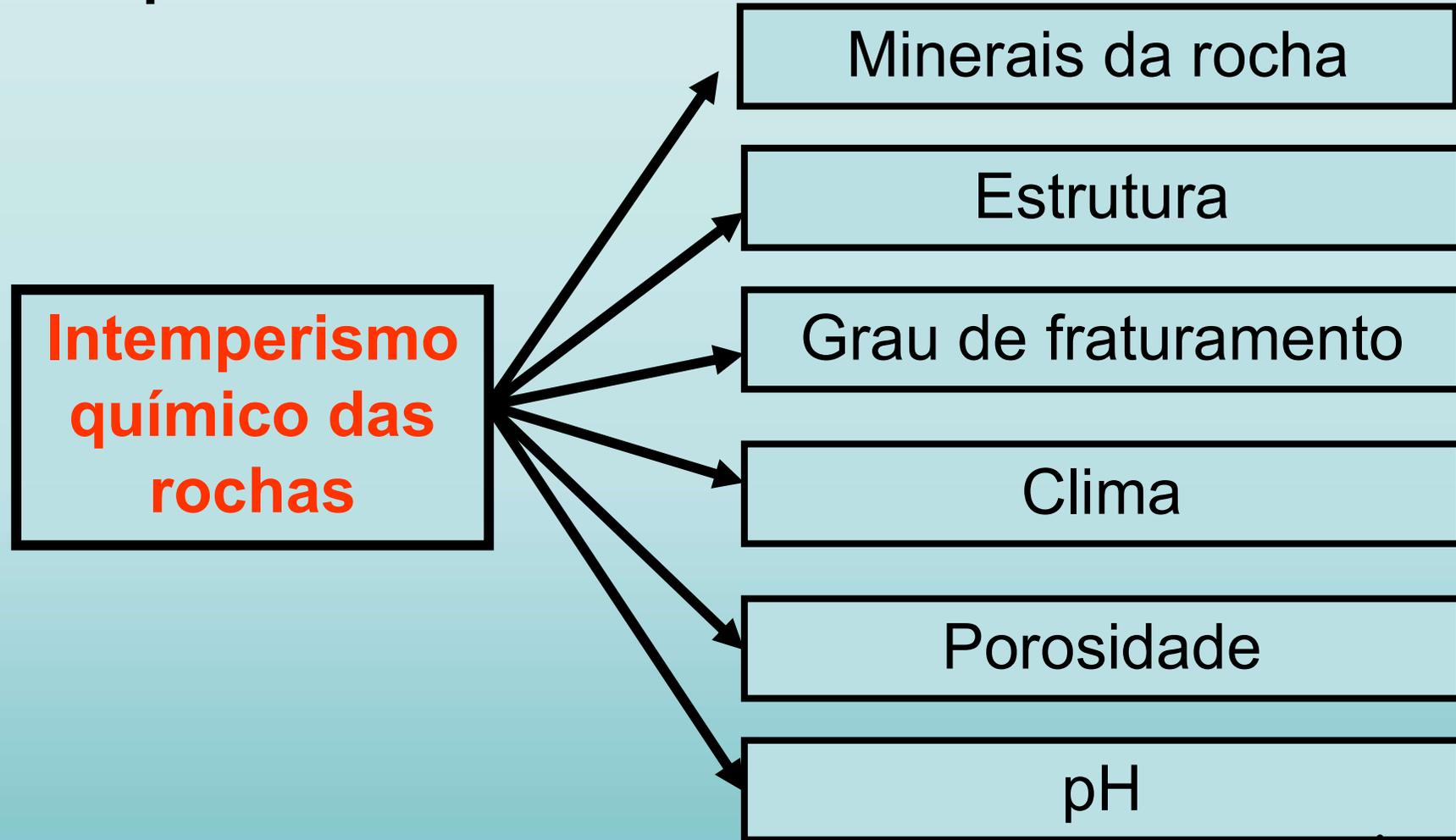
O ambiente da superfície da Terra, caracterizado por pressões e temperaturas baixas e riqueza de água e oxigênio, é muito diferente daquele onde a maioria das rochas se formaram.

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.

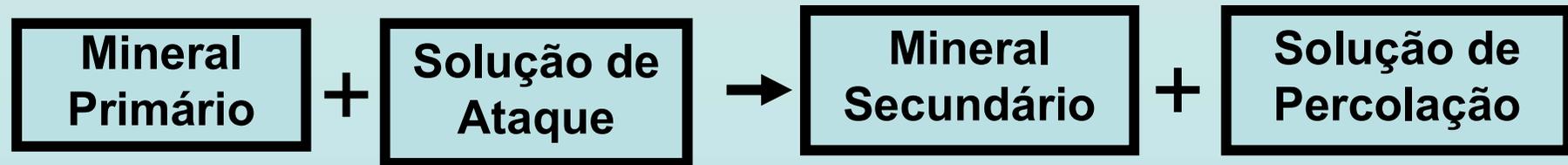
O principal agente do intemperismo químico é a **ÁGUA** da chuva, que infiltra e percola as rochas.

Bianca Carvalho Vieira

Intemperismo Químico



Bianca Carvalho Vieira



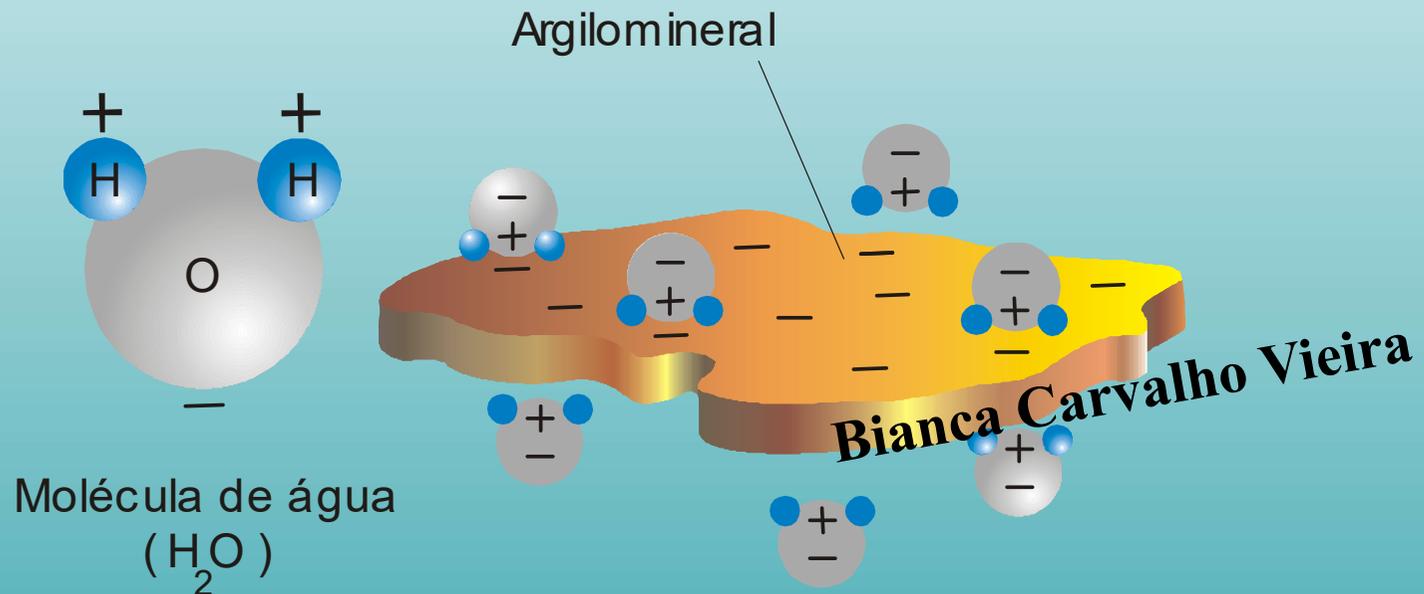
INTEMPERISMO QUÍMICO: Principais Tipos

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

Bianca Carvalho Vieira

Hidratação:

- Entrada de H_2O na estrutura dos minerais
- destrói a estrutura mineral
- libera cátions e ânions: removidos pela drenagem e/ou recombinações 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

Bianca Carvalho Vieira

*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.

Bianca Carvalho Vieira

D. Intemperismo Químico e Físico

Bianca Carvalho Vieira

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

Elevada solubilidade
LIXIVIADOS

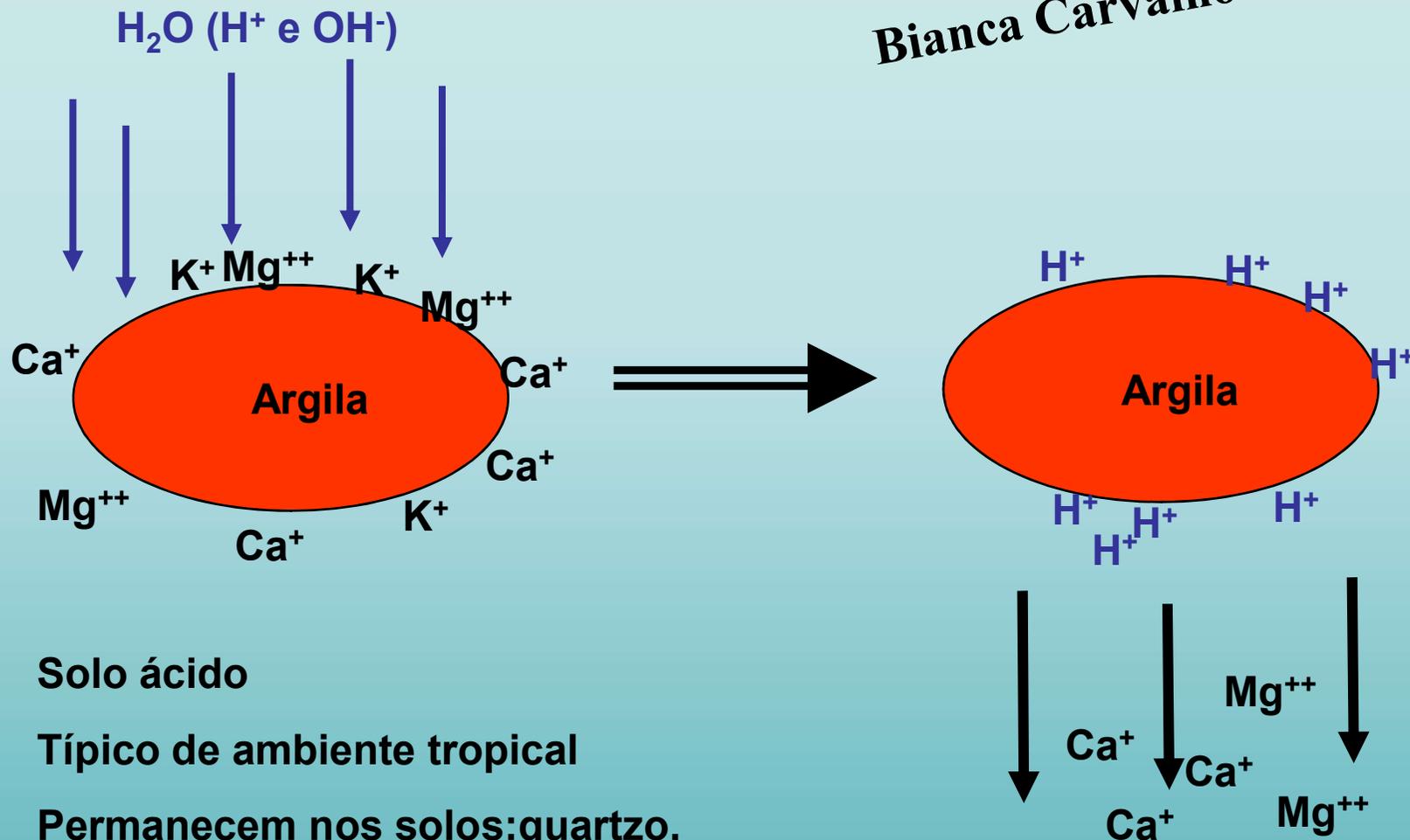
Baixa solubilidade
Resíduos e Reestruturação em outros minerais

CROSTAS
LATERÍTICAS

Argilominerais,
Quartzo e Óxidos e
Hidróxidos de Fe e Al

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

Bianca Carvalho Vieira



Solo ácido

Típico de ambiente tropical

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

Lateritas



Serra de Carajás (PA)



Bianca Carvalho Vieira

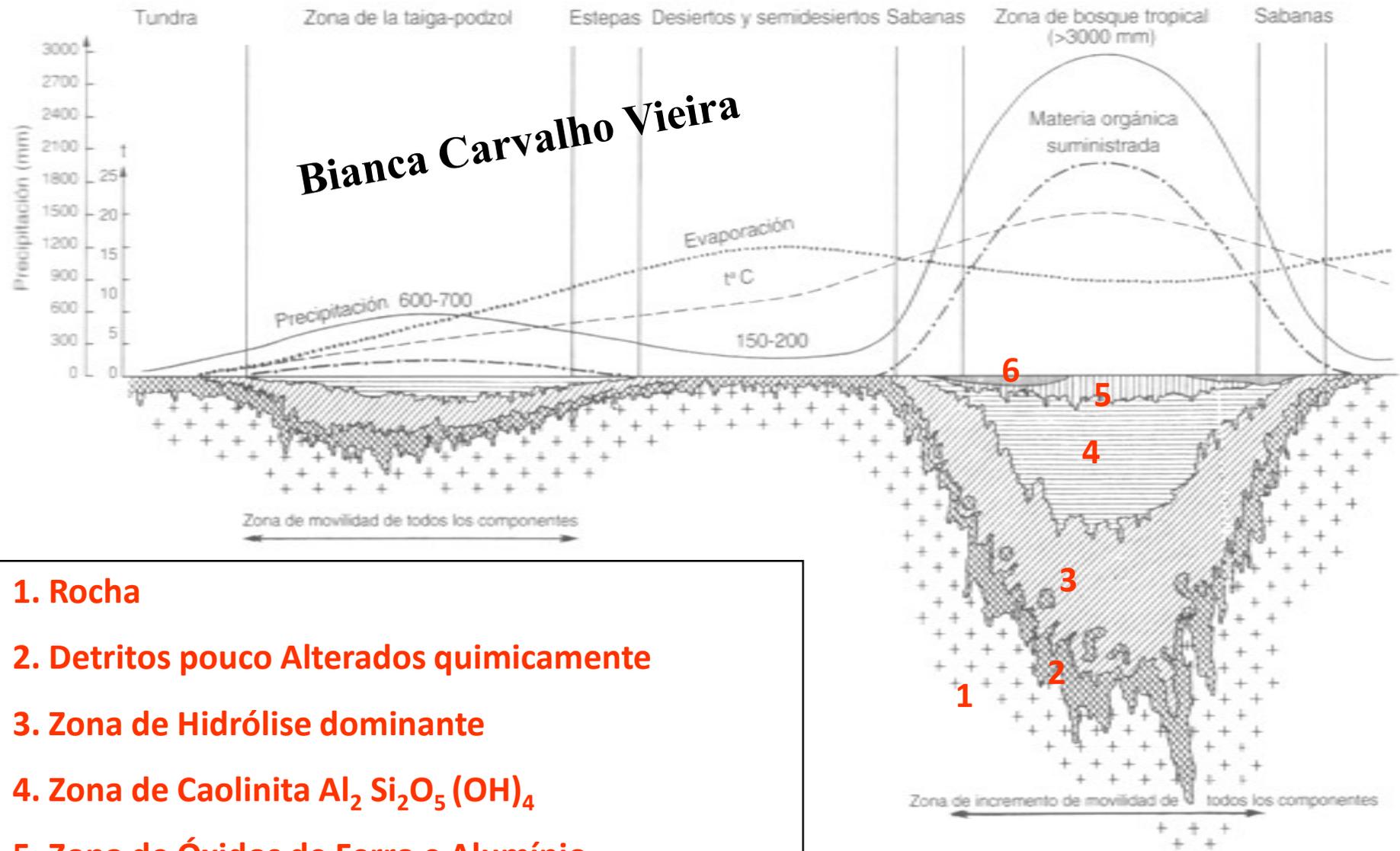
18 7 2003



Bianca Carvalho Vieira

19 7 2003

Bianca Carvalho Vieira



1. Rocha
2. Detritos pouco Alterados quimicamente
3. Zona de Hidrólise dominante
4. Zona de Caolinita $Al_2 Si_2 O_5 (OH)_4$
5. Zona de Óxidos de Ferro e Alumínio

(adaptada Straknov, 1967)