



GIFT

Geophysical Information for Teachers:  
Training Workshop for Teachers



The Meeting of the Americas  
8 to 12 August 2010, Foz do Iguassu, Brazil



# Intemperismo, rochas e ciclo do carbono

Celso Dal Ré Carneiro



Depto. Geociências Aplicadas ao Ensino  
Instituto de Geociências, Unicamp



Universidade Estadual  
de Campinas

# Objetivos da apresentação

- ▶ Revisar conceitos sobre **intemperismo**
  - Integrar informações interdisciplinares
- ▶ Analisar relações entre ciclo das rochas, distribuição...
  - e concentrações de carbono na Terra

# Bibliografia

Lovelock, J.E. 1987. *Gaia: a new look at life on Earth*. Oxford: Oxford Univ. Press. 157p.

Press F., Siever, R., Grotzinger J., Jordan, T.H. *Para entender a Terra*. 4 ed. Trad. R. Menegat, P.C.D. Fernandes, L.A.D. Fernandes, C.C. Porcher. Porto Alegre: Bookman. 2006. 656p.

Tardy, I. Geoquímica global: oscilações climáticas e evolução de meio ambiente desde quatro milhões de anos. *Rev. Estudos Avançados, USP*. 11(30):149-173.

Teixeira, W.; Toledo, M.C.M.de; Fairchild, T.R.; Taioli, F. *Decifrando a Terra*. São Paulo: Ofic. Textos. 2000. 568p.

## Crédito das imagens

<http://www.uky.edu/AS/Geology/howell/goodies/elearning/module07swf.swf>

Press F., Siever, R., Grotzinger J., Jordan, T.H. *Para entender a Terra*. 4 ed. Trad. R. Menegat, P.C.D. Fernandes, L.A.D. Fernandes, C.C. Porcher. Porto Alegre: Bookman. 2006. 656p.

Teixeira, W.; Toledo, M.C.M.de; Fairchild, T.R.; Taioli, F. *Decifrando a Terra*. São Paulo: Ofic. Textos. 2000. 568p.

# Agentes que modelam a paisagem... e a vida humana

**Denudação Terrestre = Intemperismo + Erosão**

## –Tipos de *Intemperismo*

Físico

Químico

Biológico

## –Principais tipos de *Erosão*

Fluvial

Eólica

Marinha

Glacial

# Agentes de Intemperismo

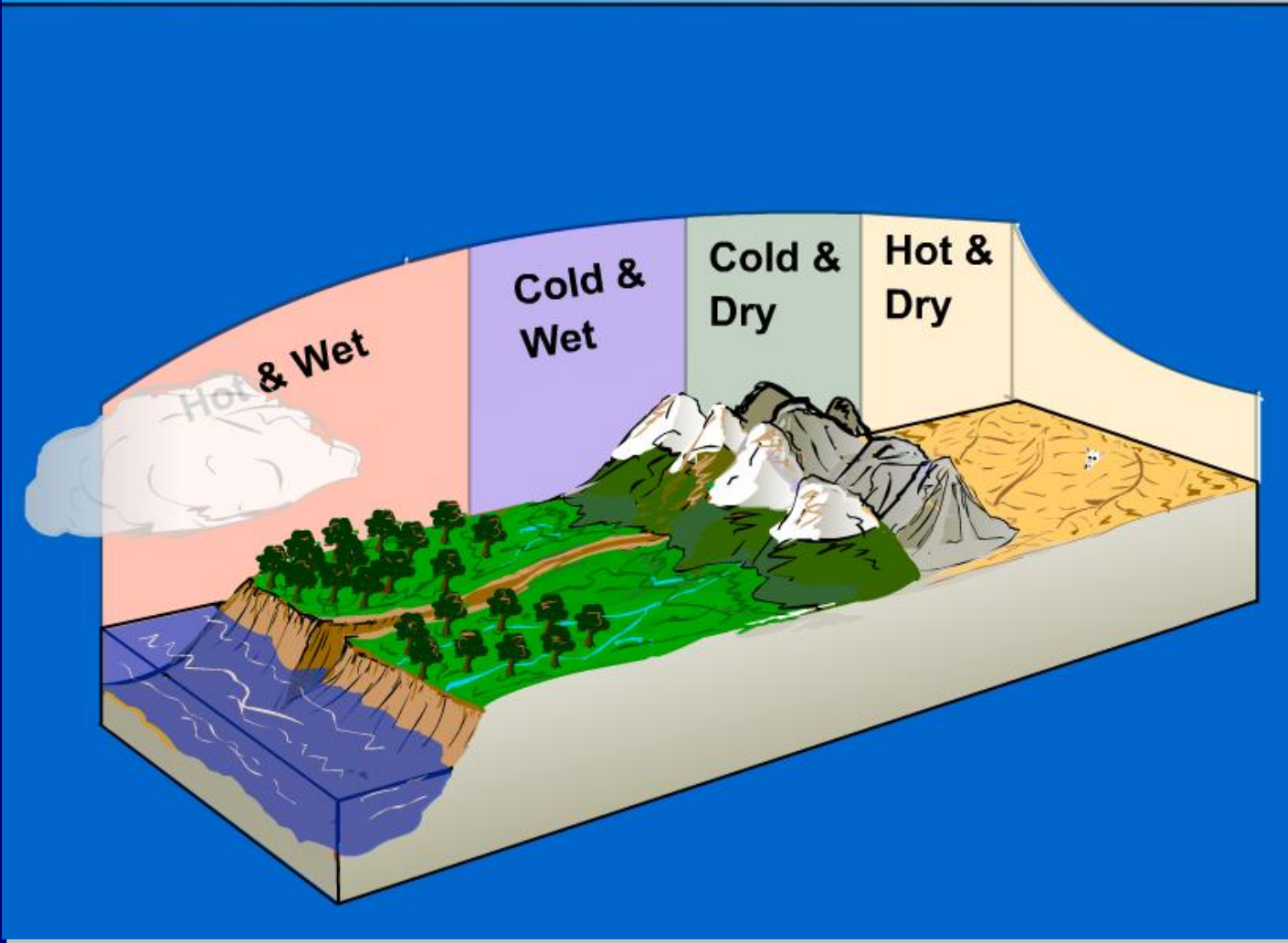
- ▶ Intemperismo:
  - Conjunto de mecanismos que modificam as propriedades físicas e químicas das rochas
- ▶ Interação de fenômenos
  - Atuação lenta e prolongada

Home

Back

Next

## Weathering & Climate



# Tipos de Intemperismo

- ▶ O intemperismo divide-se em:
  - **Físico**: modifica principalmente a morfologia, resistência e textura das rochas
  - **Químico**: modifica a composição e a estrutura química das rochas
  - **Biológico**: a ação de seres vivos modifica a composição e a estrutura química das rochas



# Ação do calor do Sol - 1



# Ação do calor do Sol - 2



# Intemperismo Físico

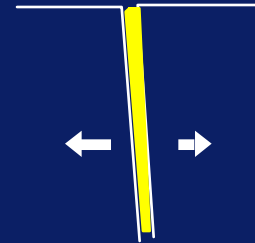
## Processos mecânicos

### Pressão de expansão

*Crescimento de cristais em poros e fraturas*

*Congelamento de água: aumento de 9% volume*

*Sais: cristalização causa expansão*

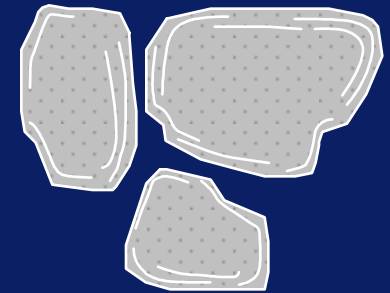


### Esfoliação esferoidal

*Condutividade térmica das rochas*

*Insolação em regiões desérticas e áridas*

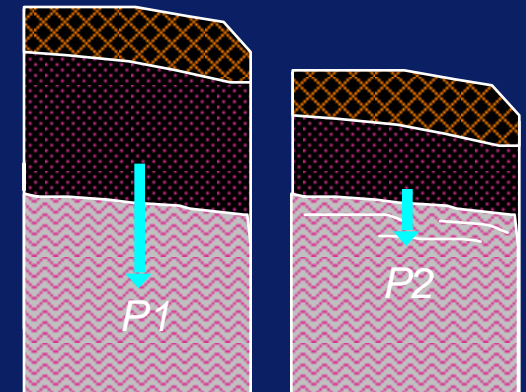
*Variações dia X noite*

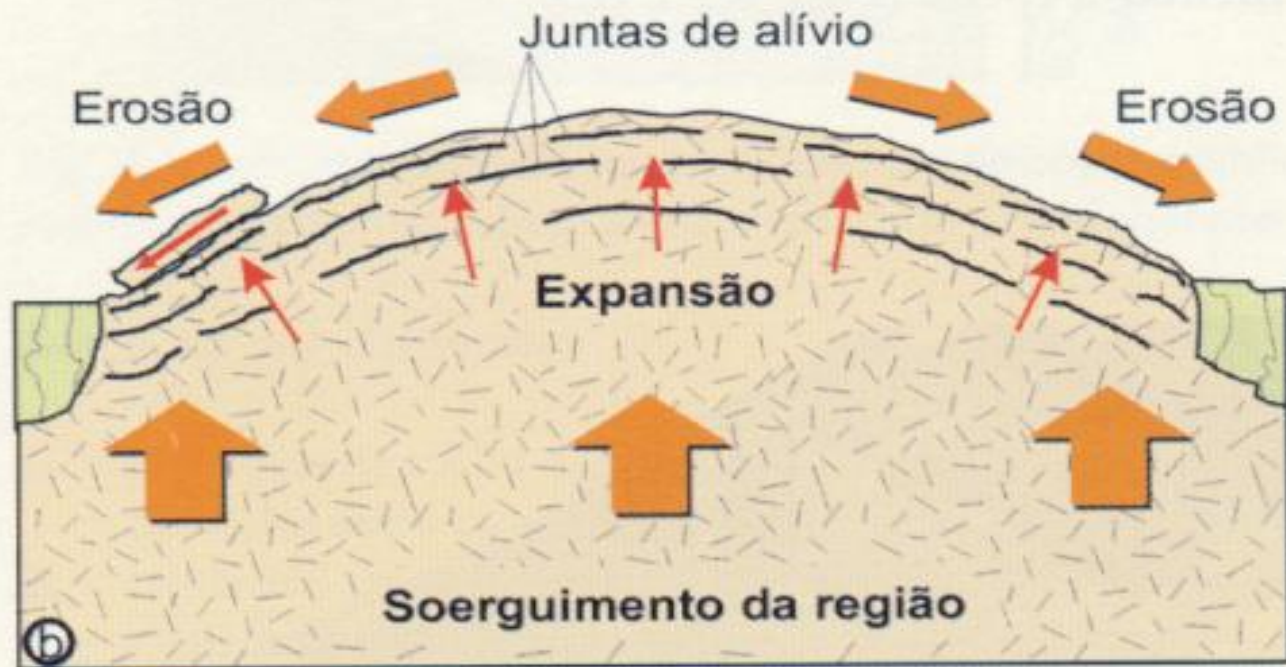
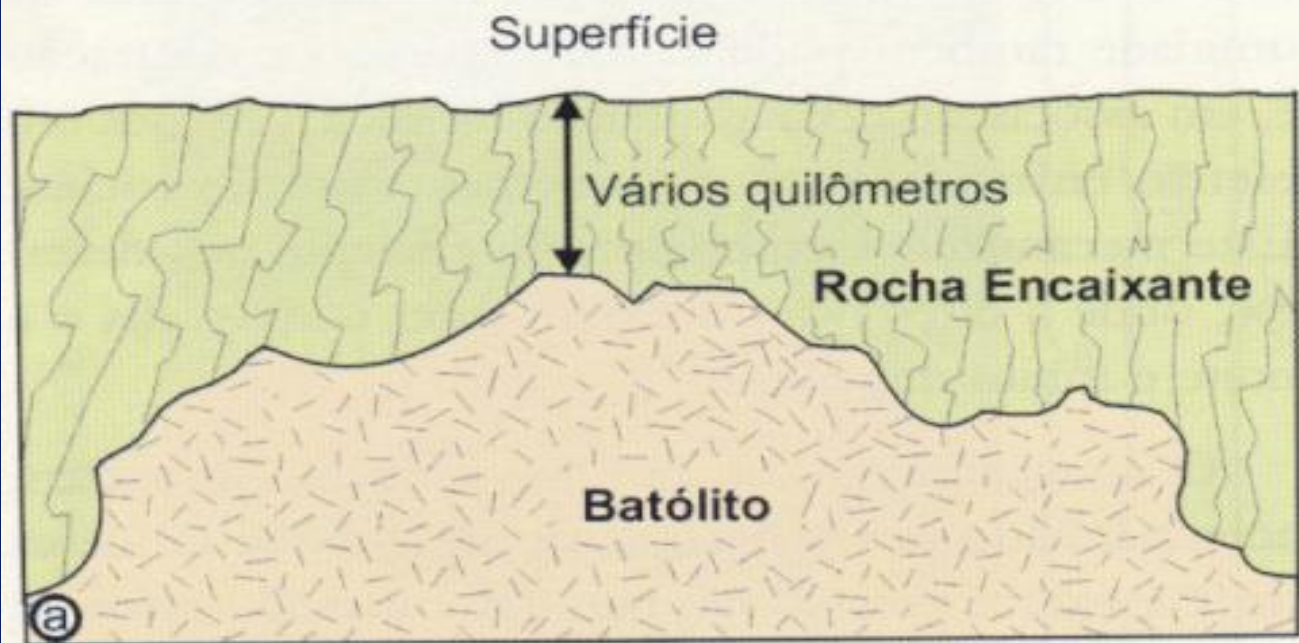


### Fraturas de alívio

*Propriedades elásticas das rochas*

*(+ ação da água)*







# Intemperismo Químico

ÁGUA

Provoca arranjos, em busca de um novo equilíbrio

ROCHA

REAÇÕES

RESÍDUO

SOLUTO

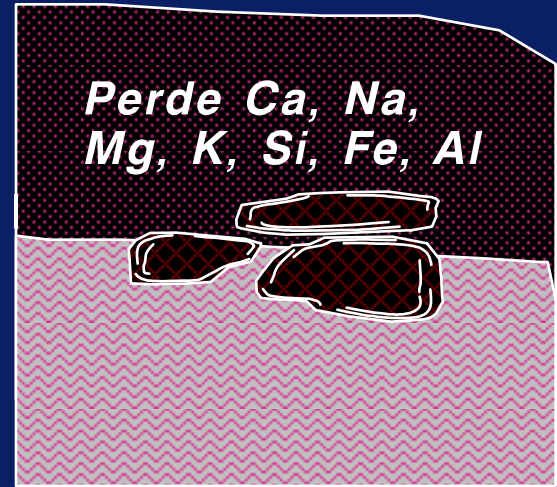
Removido

SOLO

Novas substâncias, arranjos cristalinos e composições

Dissolução  
Oxidação/redução  
Hidratação/hidrólise  
Quelação  
(complexos)  
Carbonatação

Perde Ca, Na,  
Mg, K, Si, Fe, Al



1

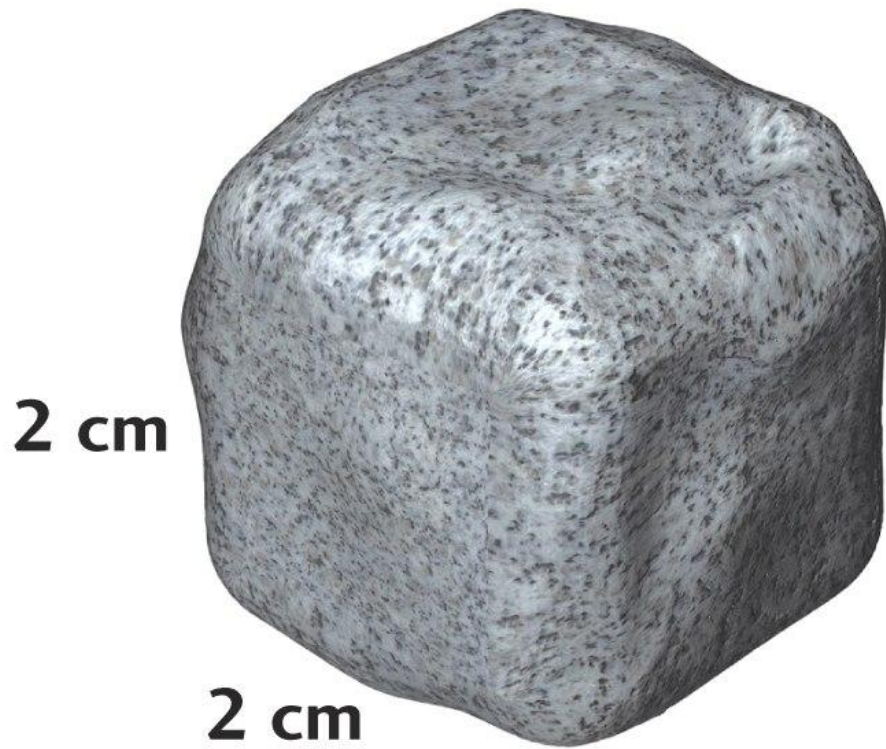
Rico em FeO,  
Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al, Si



2

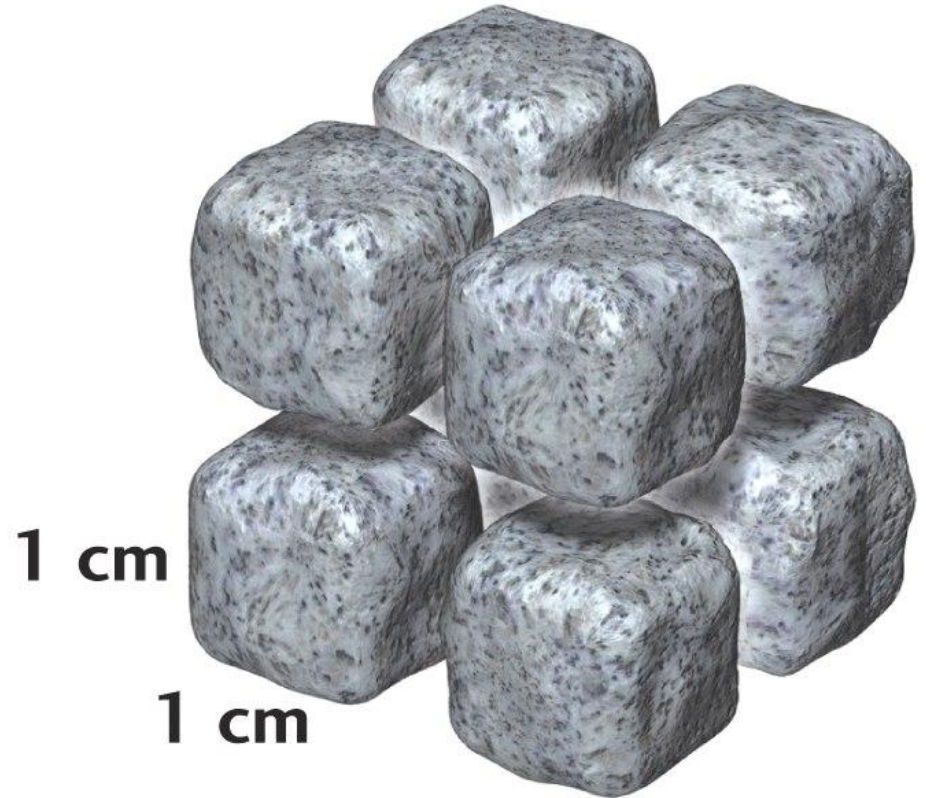
# *Partículas minerais sofrem:*

- ▶ Redução de tamanho
  - Mudanças de composição
  - Cubos unitários  $\implies$  partículas
- ▶ Partículas menores:
  - Aceleram as transformações
    - Maior superfície específica facilita reações químicas



$$2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm} = 4 \text{ cm}^2$$
$$4 \text{ cm}^2 \times 6 \text{ sides} = 24 \text{ cm}^2$$

(surface area)

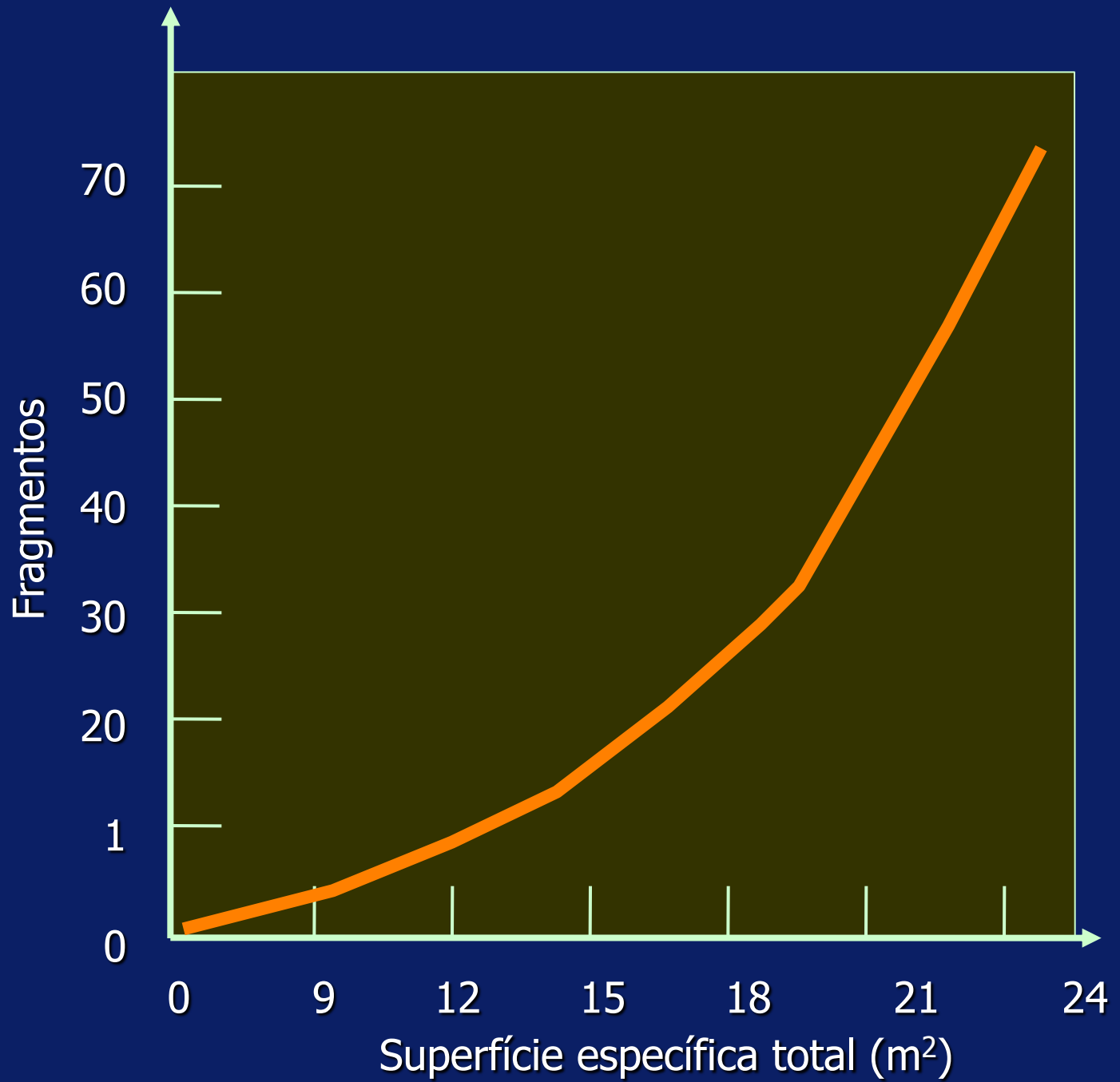


$$1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm} = 1 \text{ cm}^2$$
$$1 \text{ cm}^2 \times 6 \text{ sides} = 6 \text{ cm}^2$$
$$6 \text{ cm}^2 \times 8 \text{ cubes} = 48 \text{ cm}^2$$

(surface area)

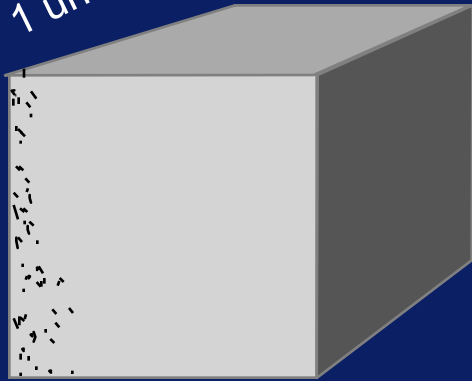
Fig. 7.5



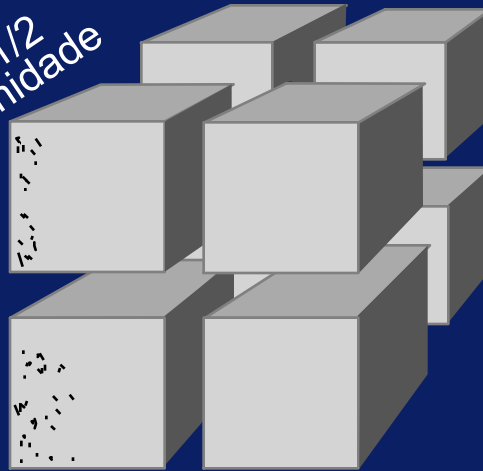


# Superfície específica subdivisões de um cubo

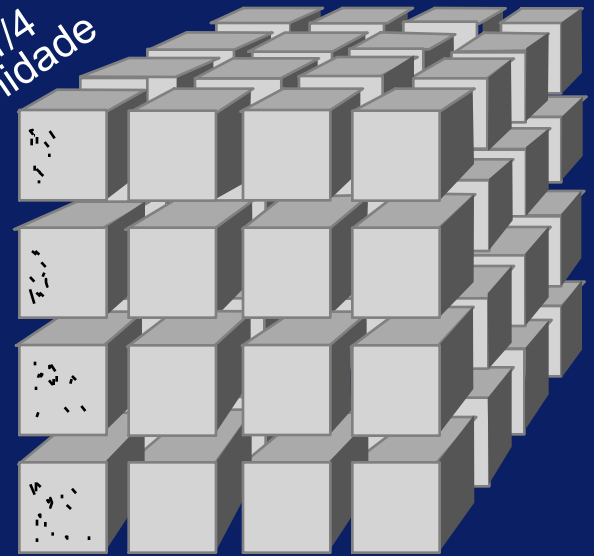
1 unidade



$\frac{1}{2}$   
unidade



$\frac{1}{4}$   
unidade



Superfície de 6  
quadrados unitários

12 quadrados unitários

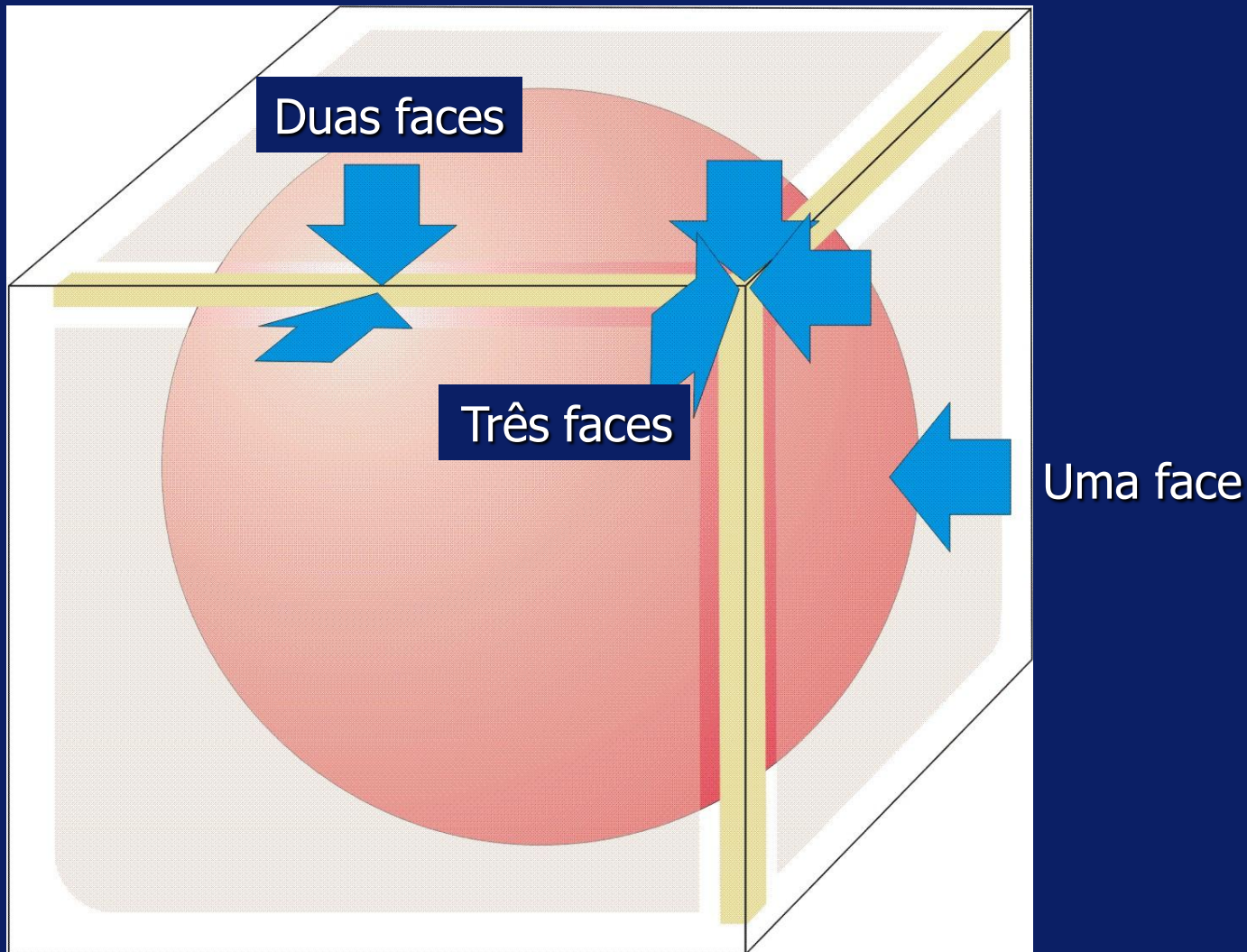
24 quadrados unitários

Cubo  
original

8 cubos

64 cubos

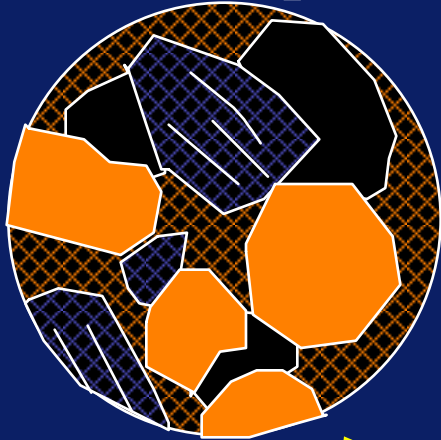
# Ataques químicos a partículas



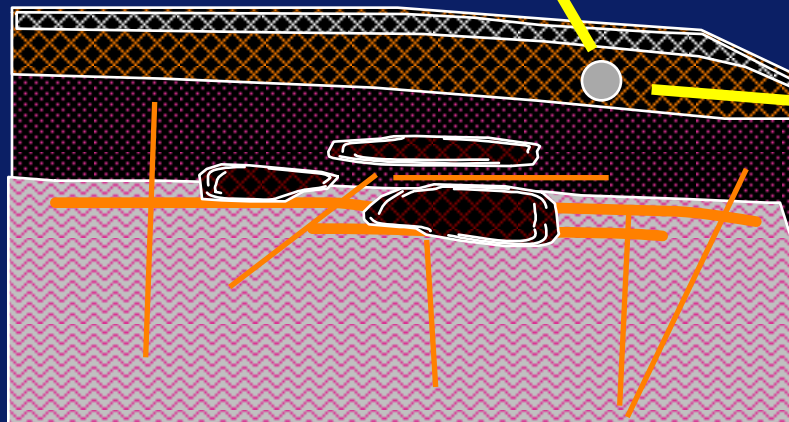
# Fases presentes no solo

## *Circulação de soluções*

*Íons, colóides e gases  
são dissolvidos e  
transportados em solução*



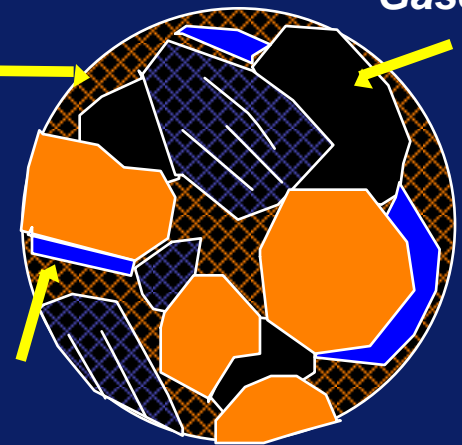
## *Água capilar ou adsorvida*



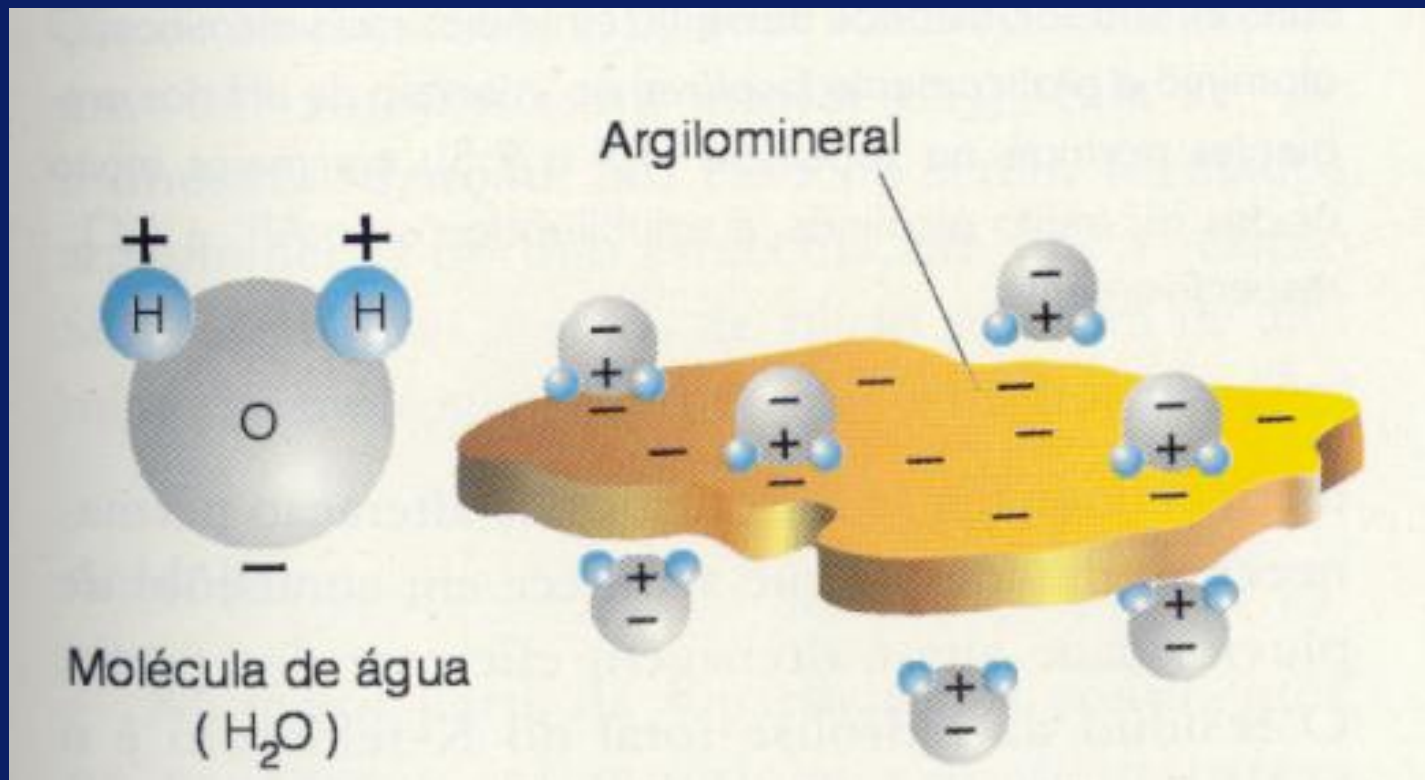
*Água capilar*

*Água adsorvida*

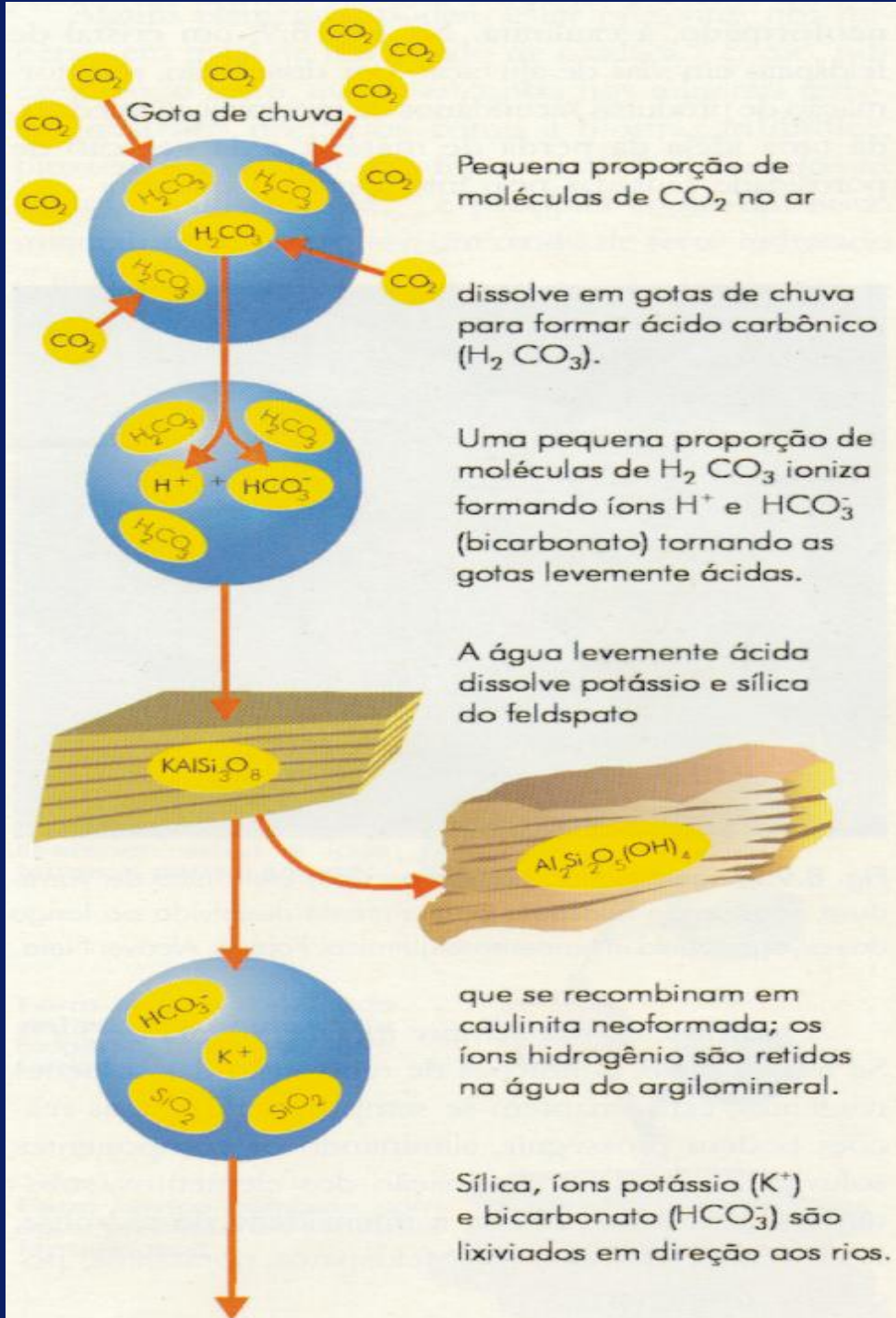
*Gases*



# Atração eletrostática



# Ácidos fracos



Pequena proporção de moléculas de  $\text{CO}_2$  no ar

dissolve em gotas de chuva para formar ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ).

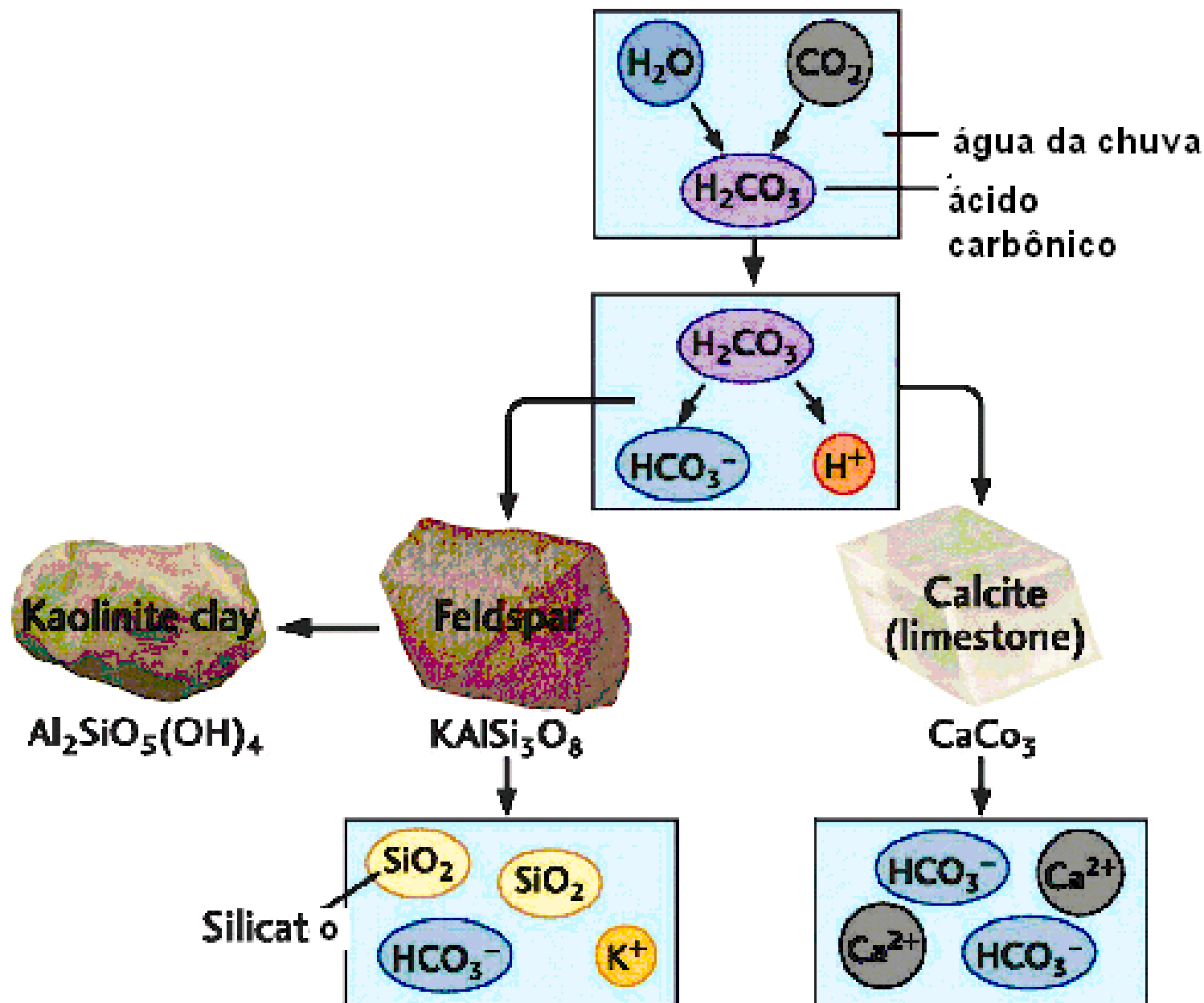
Uma pequena proporção de moléculas de  $\text{H}_2\text{CO}_3$  ioniza formando íons  $\text{H}^+$  e  $\text{HCO}_3^-$  (bicarbonato) tornando as gotas levemente ácidas.

A água levemente ácida dissolve potássio e sílica do feldspato

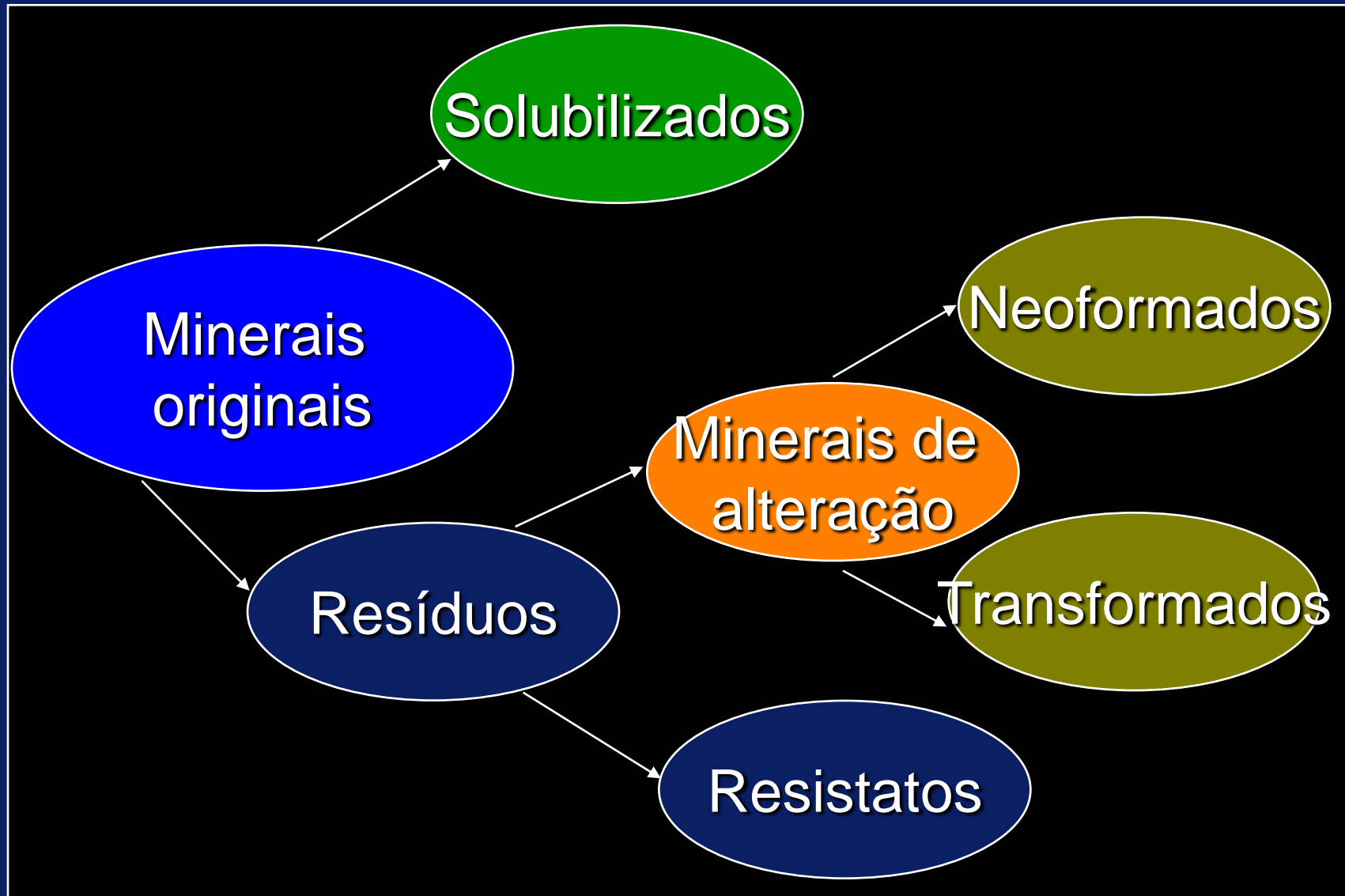
que se recombina em caulinita neoformada; os íons hidrogênio são retidos na água do argilomineral.

Sílica, íons potássio ( $\text{K}^+$ ) e bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) são lixiviados em direção aos rios.

# OS IONS DE BICARBONATO ACELERAM O INTEMPERISMO



# Intemperismo e minerais





# Produtos de Intemperismo

## ▶ Solos

## ▶ Depósitos lateríticos

### – Minerais primários

- Preservação

  - Concentram-se por acumulação. Ex.: Óxidos de Fe

- Destruição

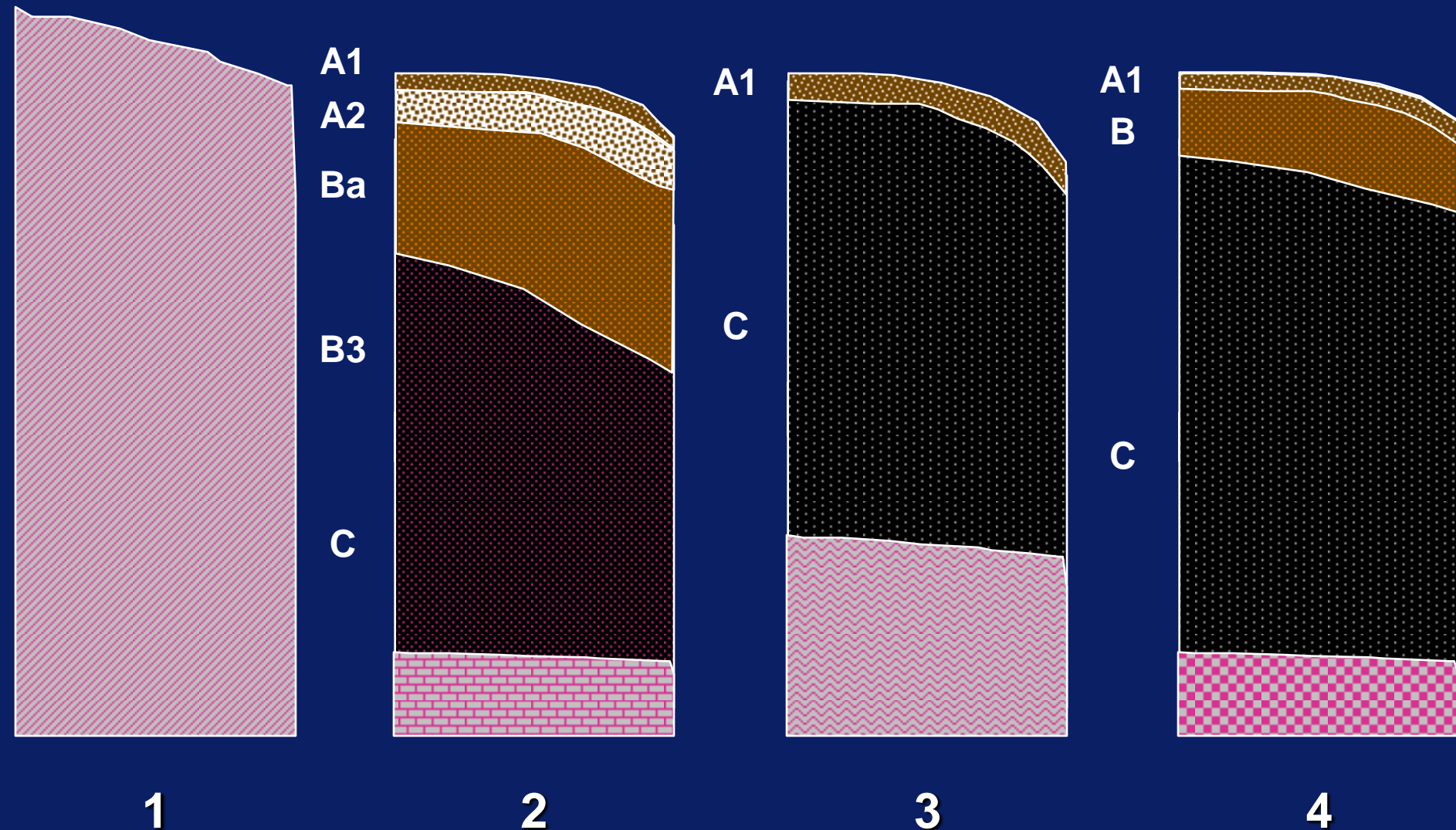
  - Formam-se minerais secundários. Ex. Bauxita



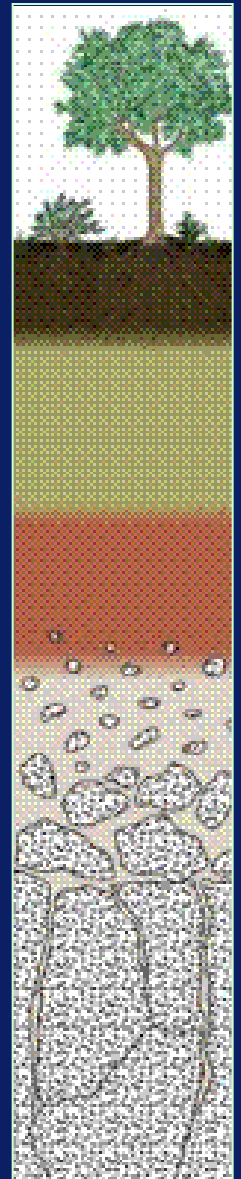
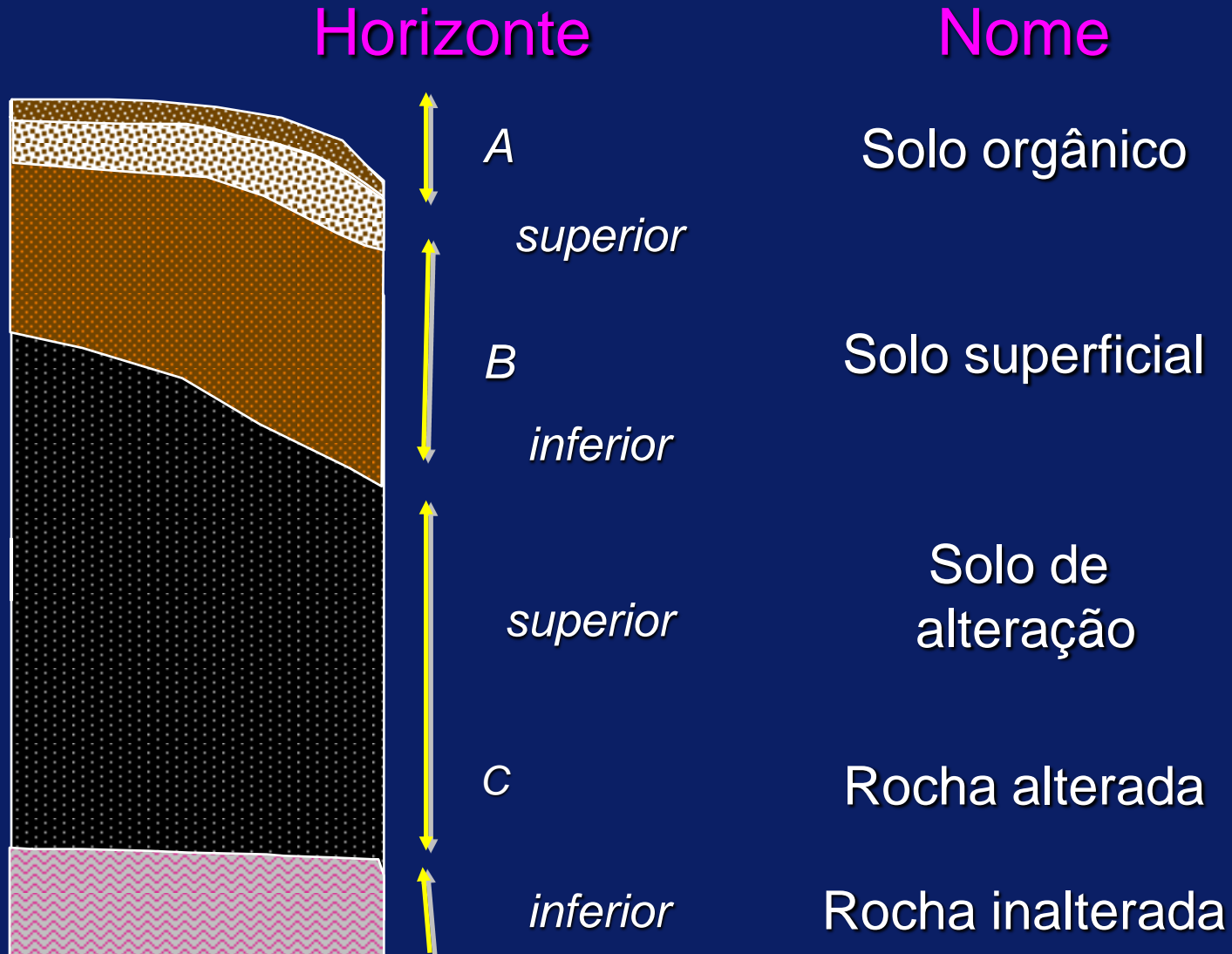
<http://www.codem.org.br/investe/>

# Perfis de solo em vários locais

Rocha

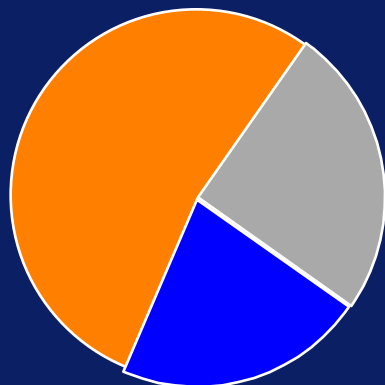


# Horizontes de solo



# Composição do solo

40-50 %



20-30 %

15-25 %

## Fase sólida

*Minerais e matéria orgânica*

*Minerais alterados*

*Argilominerais*

*Quartzo (SiO<sub>2</sub>)*

## Fase líquida

*Água*

*Íons e colóides dissolvidos*

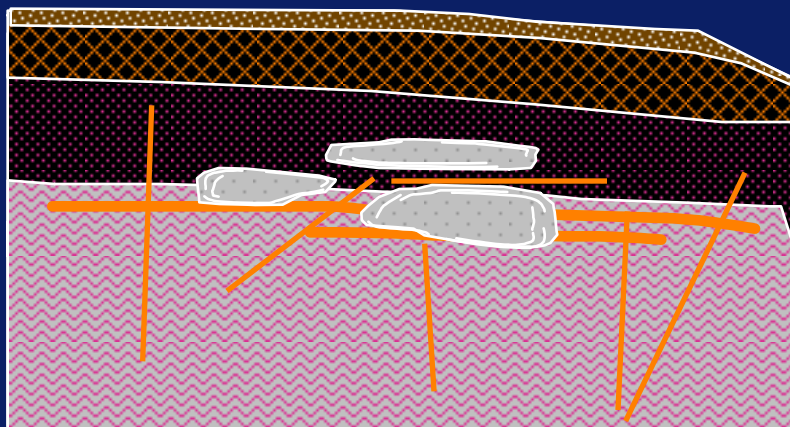
*Ácidos dissolvidos*

## Fase gasosa

*Oxigênio*

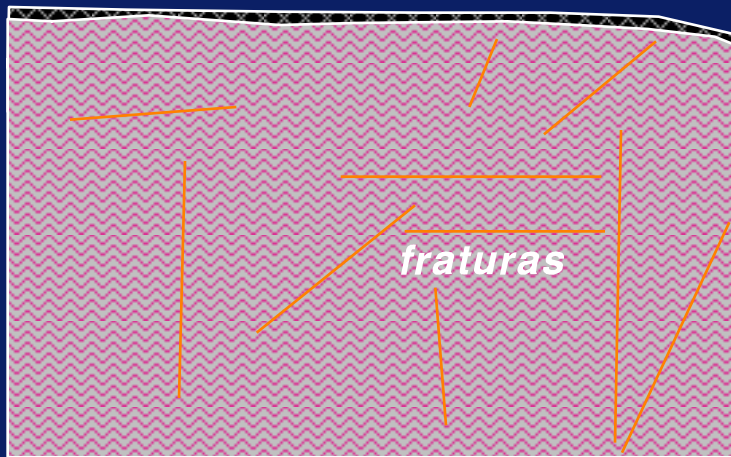
*Gás Carbônico (3 a 27%)*

*Nitrogênio*

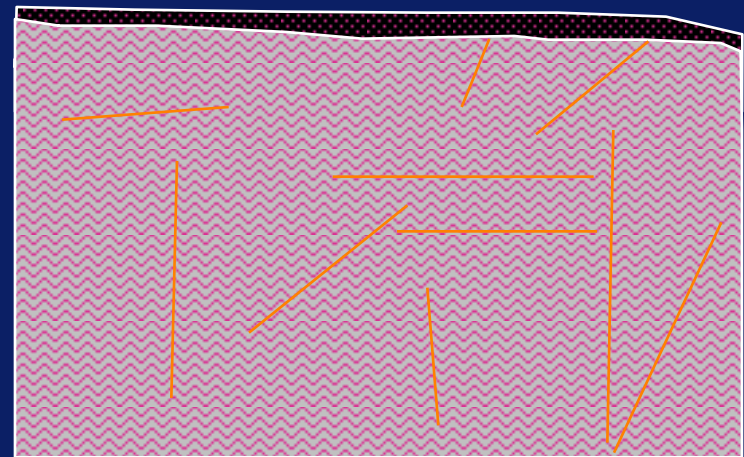


# Formação de perfil de solo

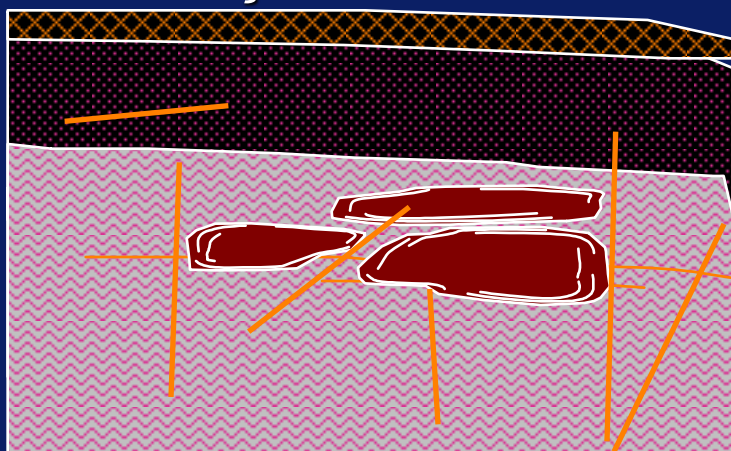
1 rocha exposta



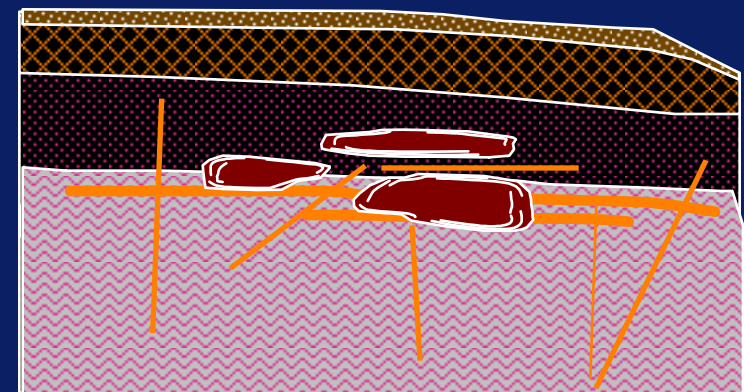
2 formação horizonte C



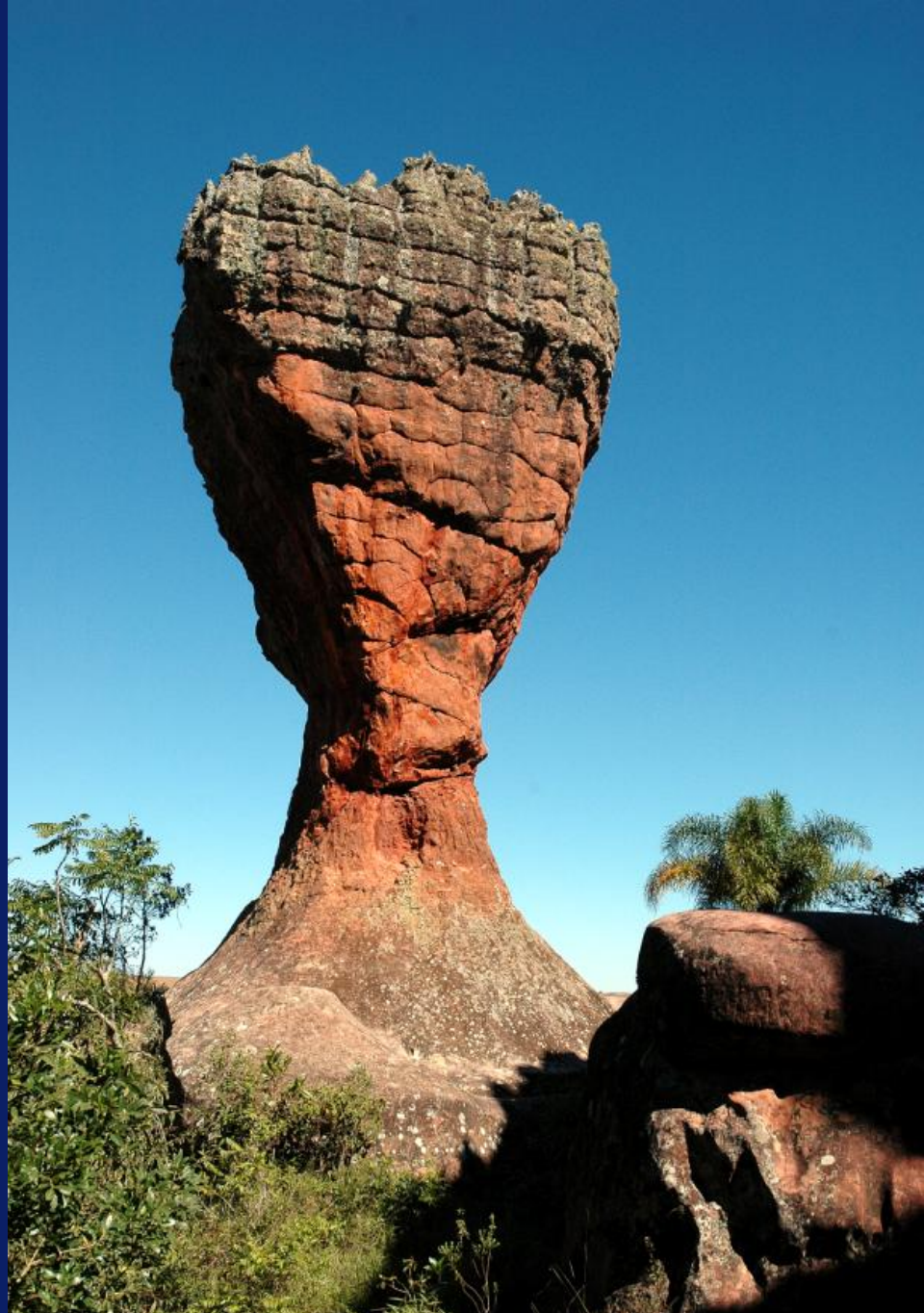
3 formação horizonte B



4 formação horizonte A (húmus)



# Ação combinada do intemperismo e erosão



# Intemperismo e clima global

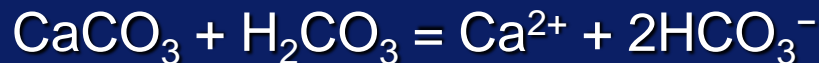
## ▶ Dissolução

– Quebra completa de minerais

- Íons em solução

- Exemplo: NaCl (halita), sem importância geológica

– Calcita (calcário) =  $\text{CaCO}_3$



▶ Silicatos dissolvem-se muito lentamente

A wide-angle landscape photograph of the Analândia region in São Paulo, Brazil. The scene features rolling green hills and valleys under a bright blue sky with scattered white clouds. In the foreground, a dirt road curves through the grass. In the middle ground, there are several prominent, rounded hills with reddish-brown rock outcrops. The background shows a vast, flat plain extending to the horizon.

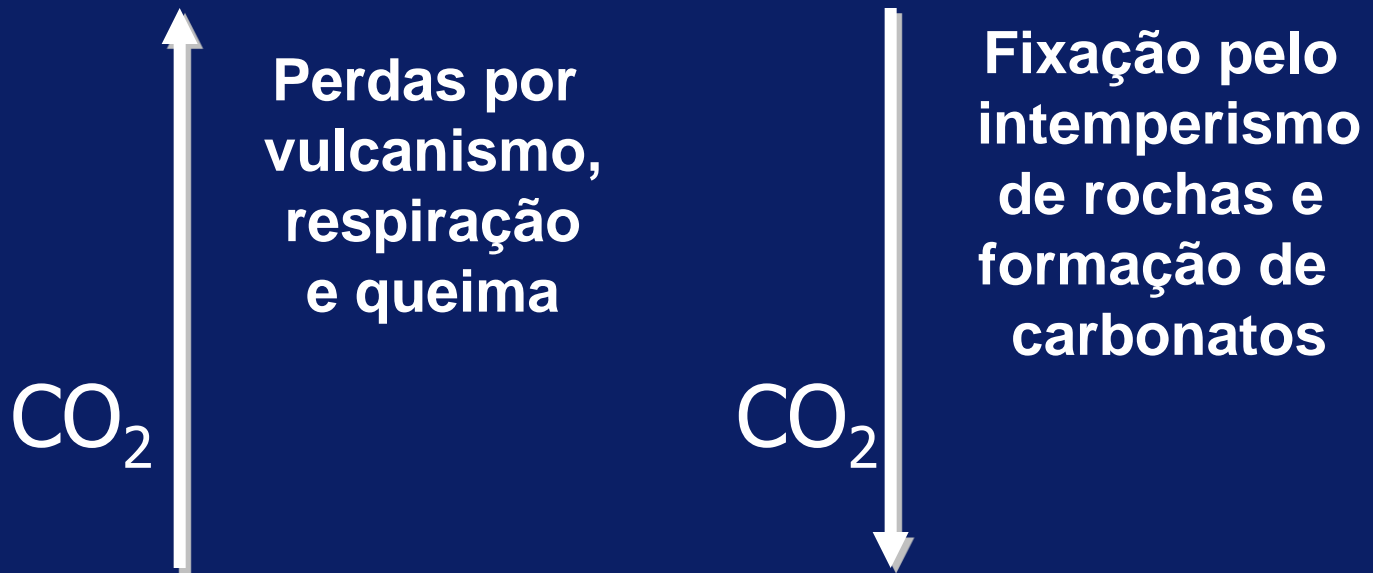
# Intemperismo e ciclo do carbono

► Região de Analândia (SP)

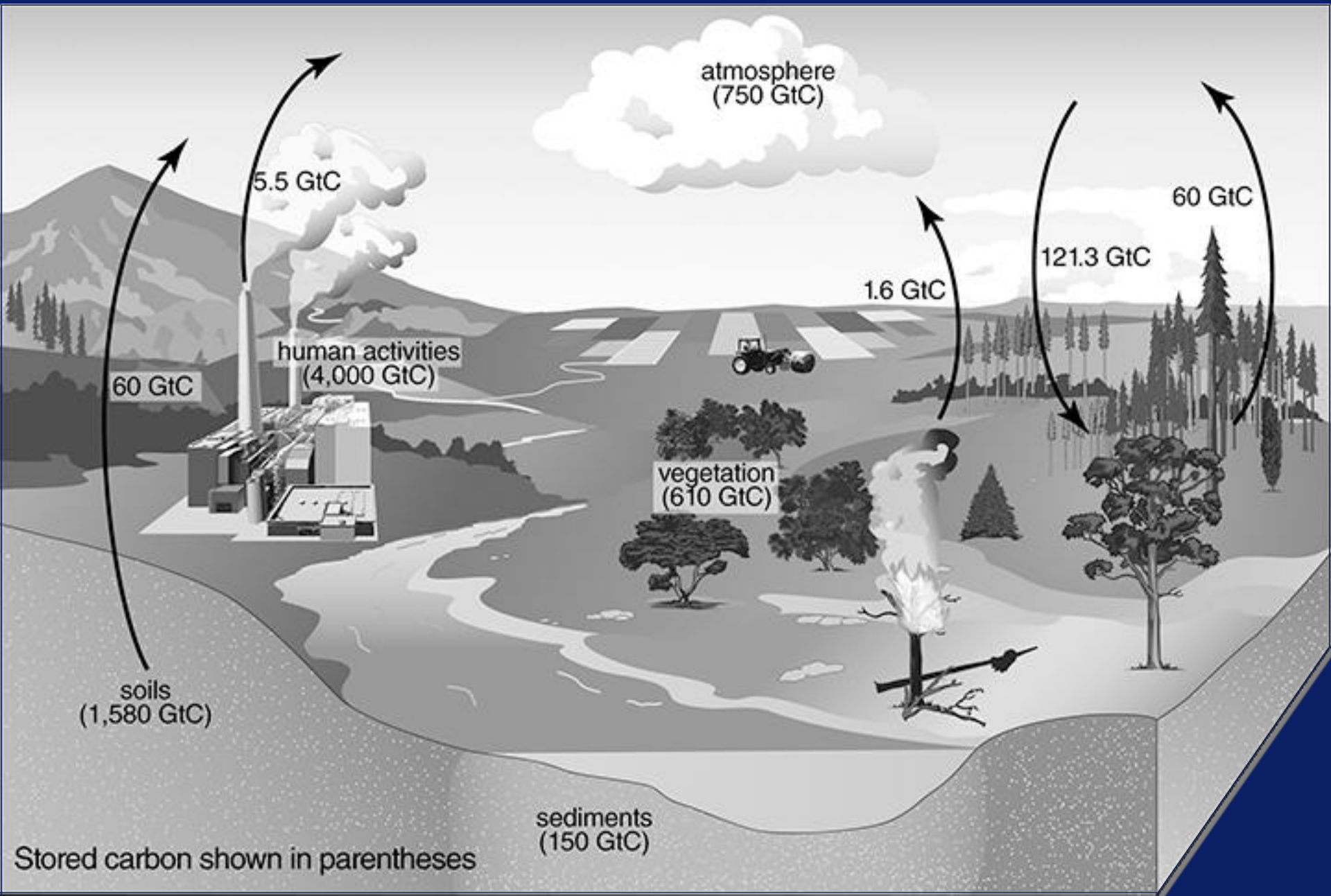


# Circulação do Carbono

**ATMOSFERA**



**CONTINENTES E OCEANOS**



**Queimadas...**



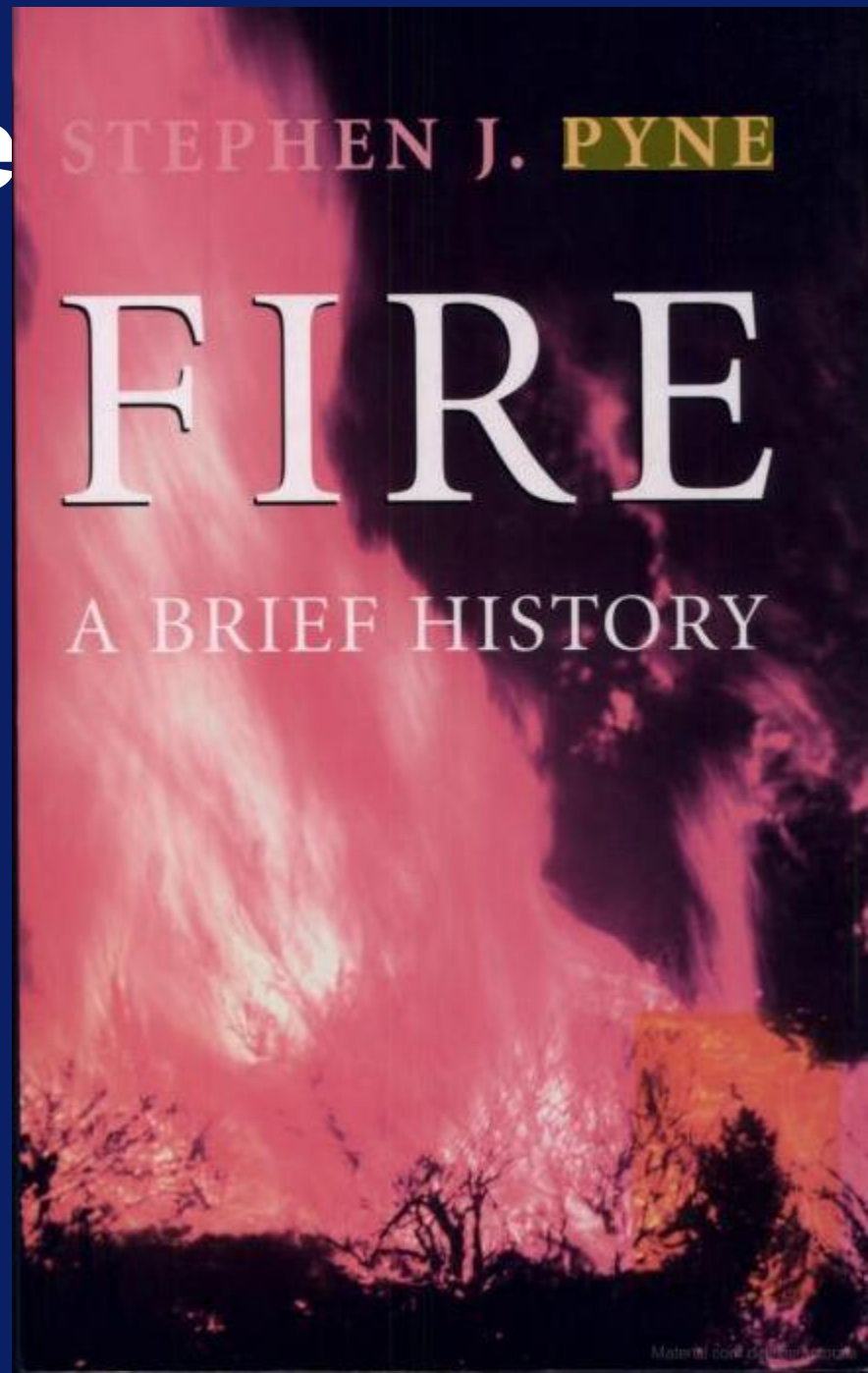
# A humanidade e

▶ Stephen Pyne

“A Terra é um planeta de fogo”

“A humanidade é uma criatura de fogo”

Stephen J. Pyne. 2001. *Fire: a brief history*  
Jeremy Mills Publ. 204 p.  
ISBN 0714127620, 9780714127620



# Erosão: fonte de oxigênio

## ▶ Reação fundamental



–Esquerda para a direita (→)

- Fotossíntese produz matéria orgânica e  $\text{O}_2$

–Direita para a esquerda (←)

- Oxidação ou mineralização de matéria fóssil
  - Matéria orgânica é destruída... **EFEITO ESTUFA**

# Ciclo do carbono inorgânico

## ▶ Reação fundamental



→ *depósitos de carbonatos e sílica sedimentar*

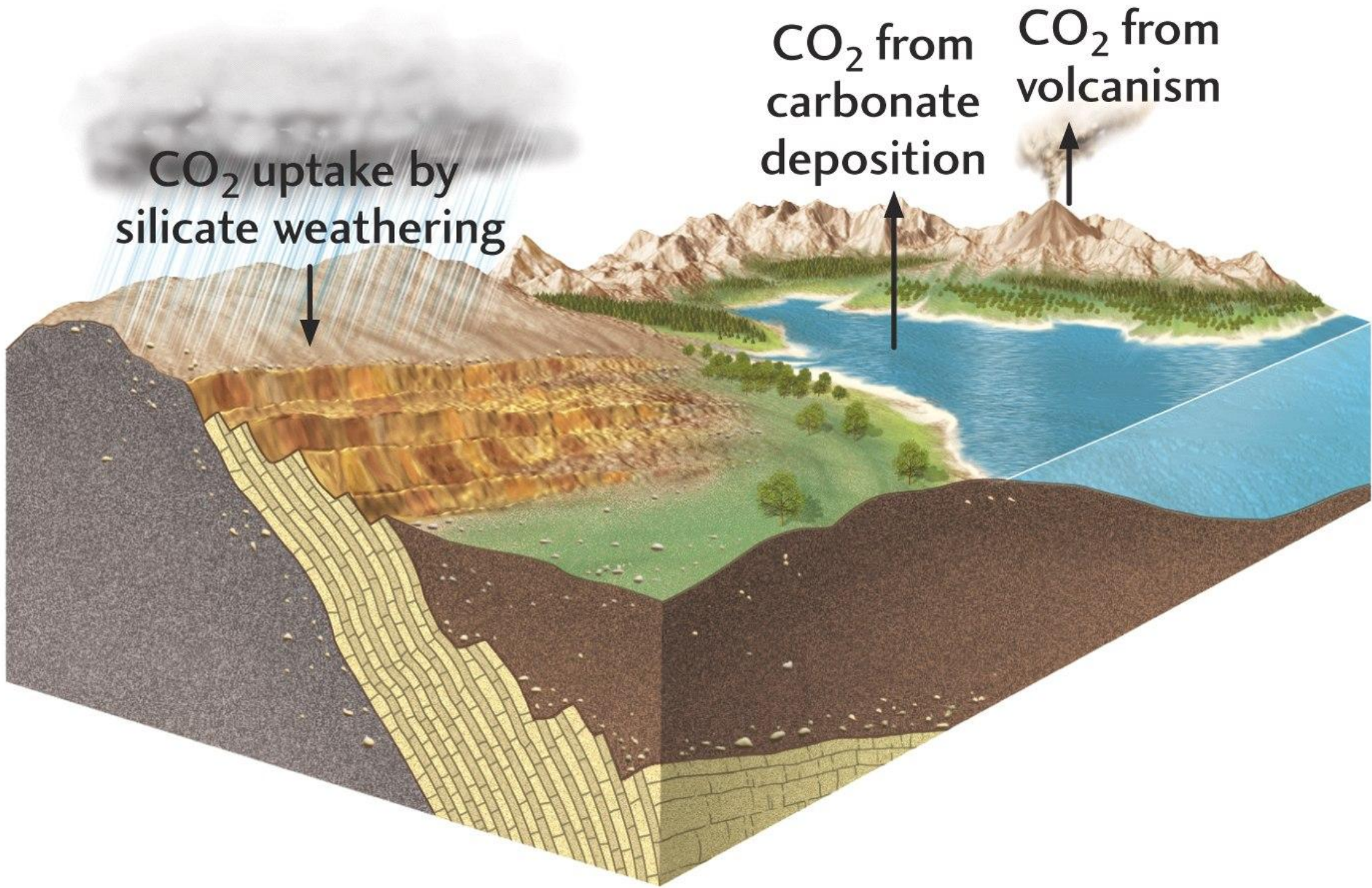
← *gás carbônico fixado em matéria orgânica nova*

–Matéria orgânica

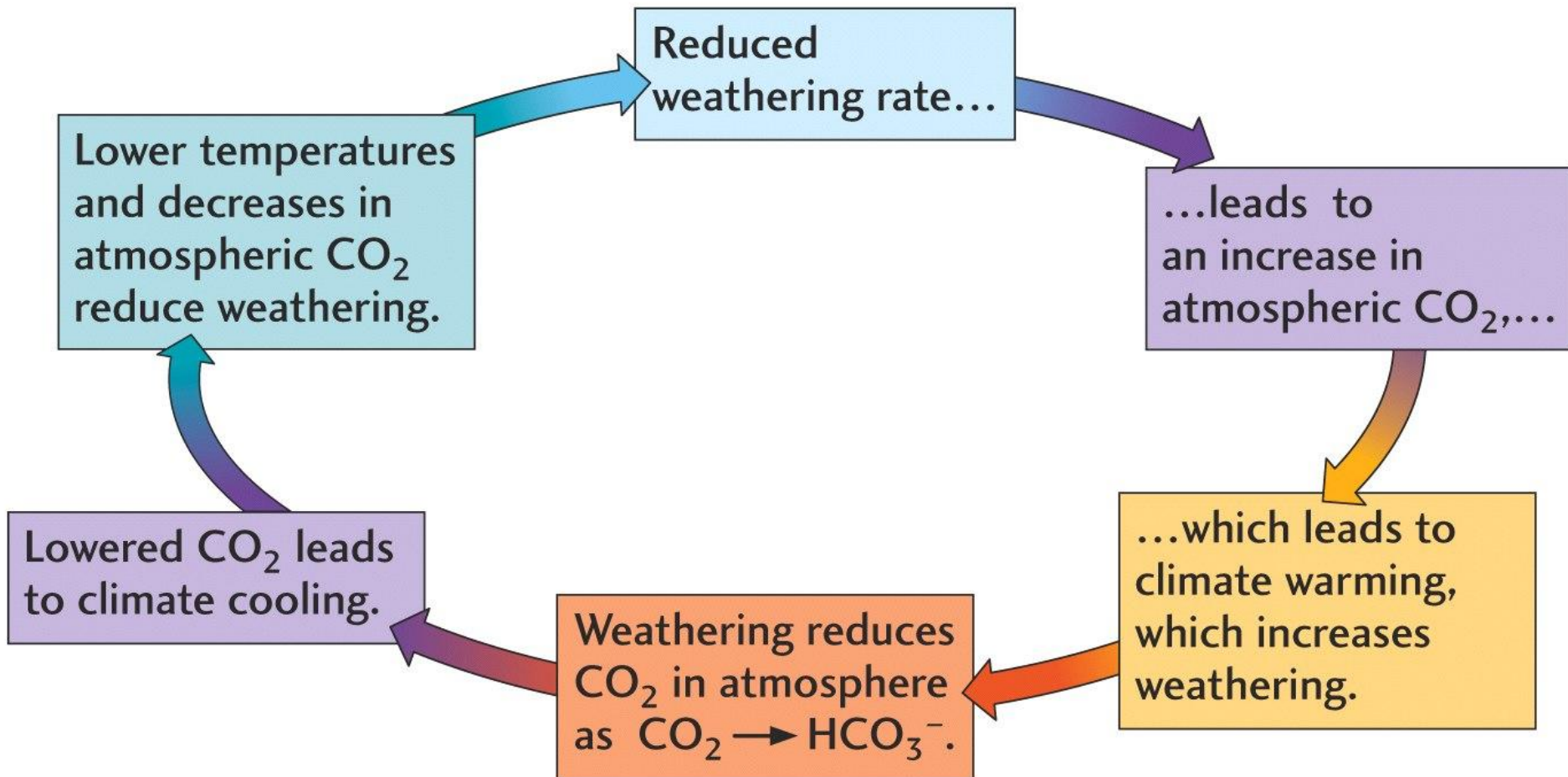
- Fonte ou fixadora de carbono orgânico

–Carbonato de cálcio

- Fonte ou fixador de carbono mineral

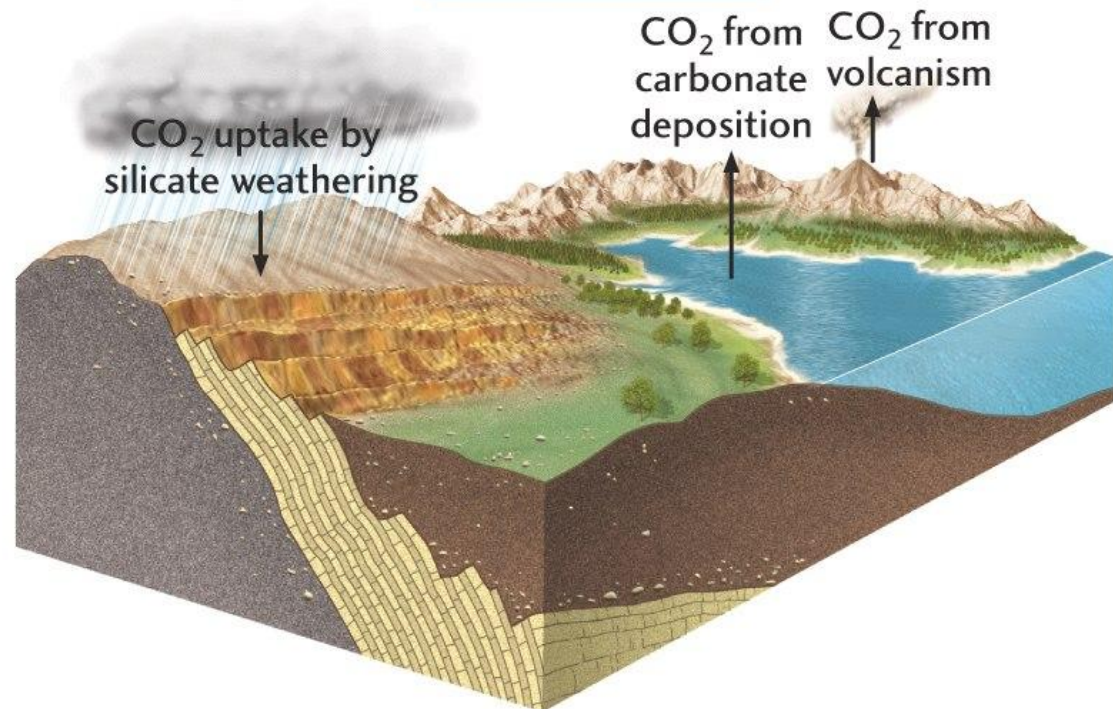
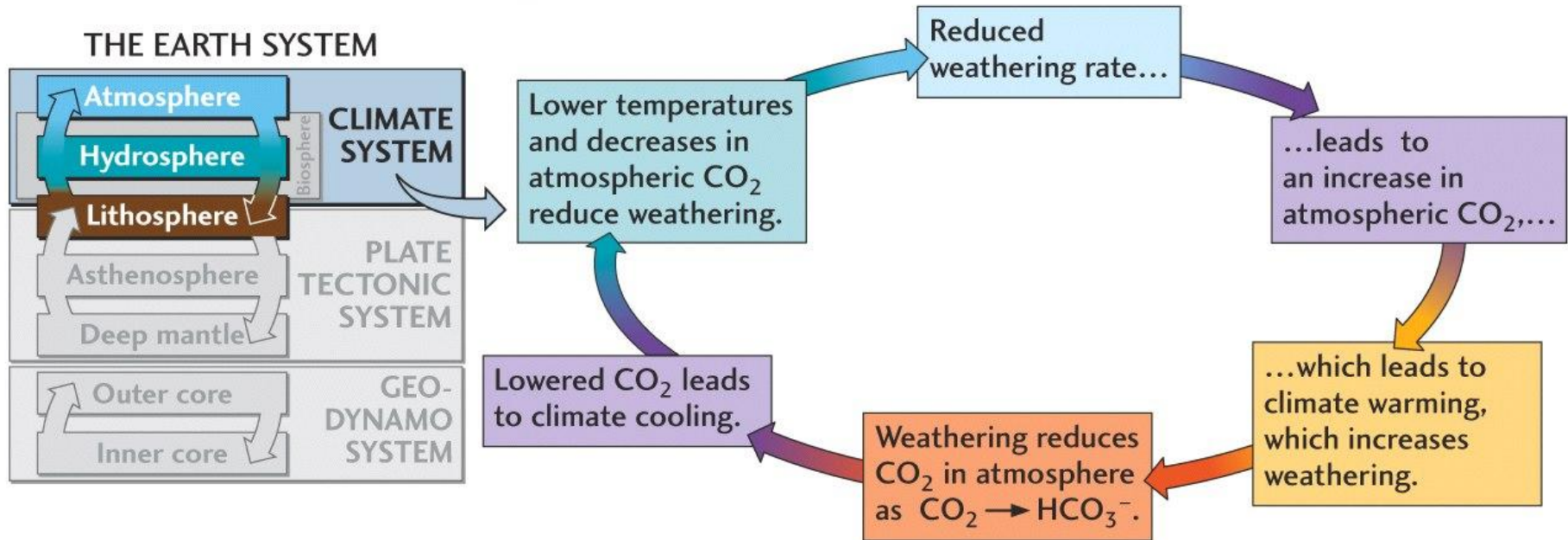


# Processos cíclicos





# ATMOSPHERIC CARBON DIOXIDE INFLUENCES WEATHERING AND CLIMATE





# Conclusões

- ▶ Ciclo das rochas
  - **Determina** o ciclo do carbono atmosférico
  - **Parte essencial** de transformações na Terra
  - Mudanças: examinadas em longo prazo
    - Últimos 100 anos
      - Variações de CO<sub>2</sub> atmosférico, calor e umidade podem ser, em grande parte, naturais...



GIFT

Geophysical Information for Teachers:  
Training Workshop for Teachers



The Meeting of the Americas

8 to 12 August 2010, Foz do Iguassu, Brazil



The Meeting of the Americas - 8 to 12 August 2010, Foz do Iguassu, Brazil

# Obrigado pela atenção!

