



## O que é intemperismo?

“Intemperismo” refere-se a um número de técnicas que levam o modelo a parecer mais real, simulando os efeitos dos elementos climáticos sobre o objeto.

Weather – clima. Weathering – intemperismo.



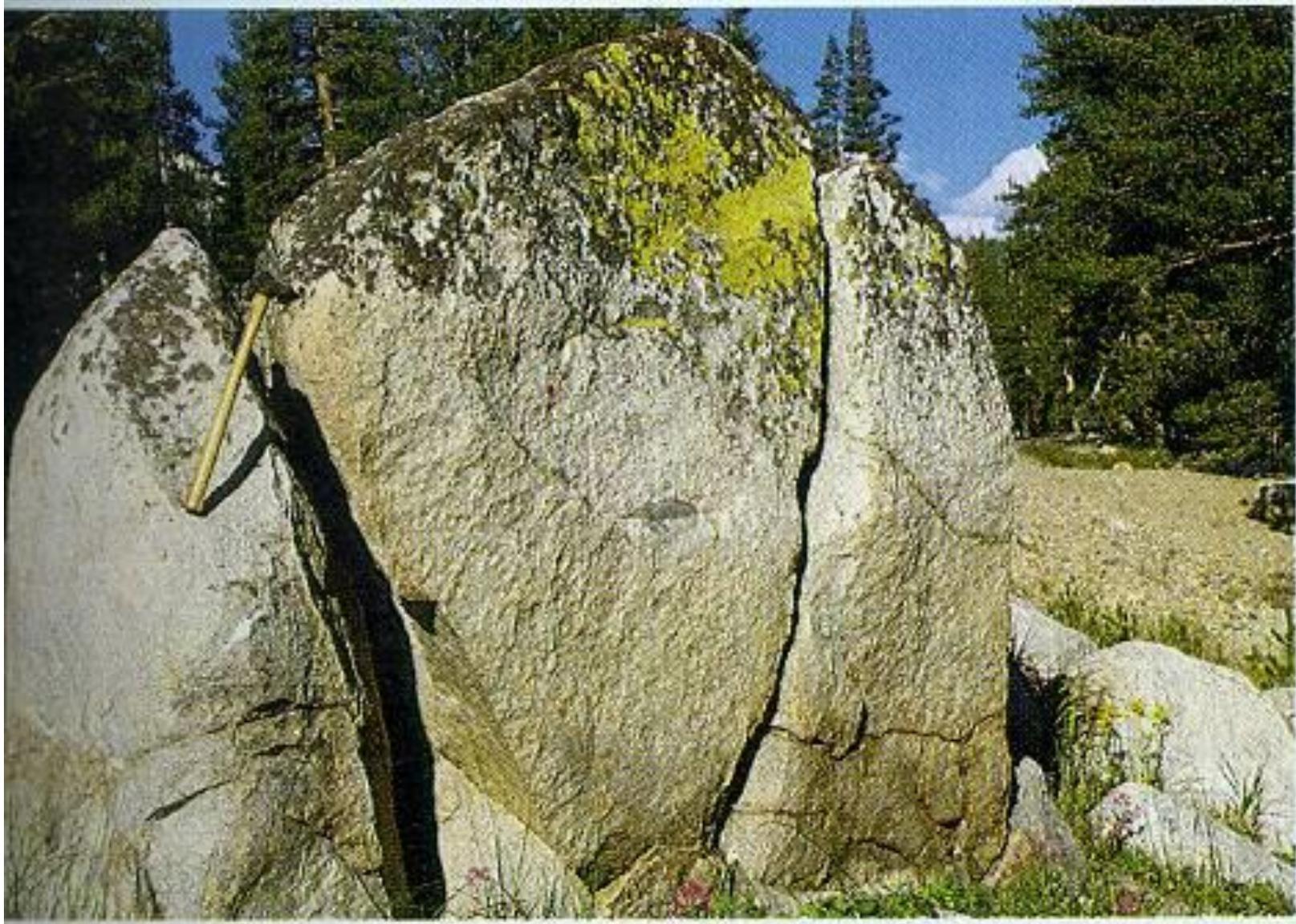
#modelkits #plasticmodels #scalemodels

### Video Workbench: Weathering in One Hour

41.549 visualizações • 12 de jun. de 2018

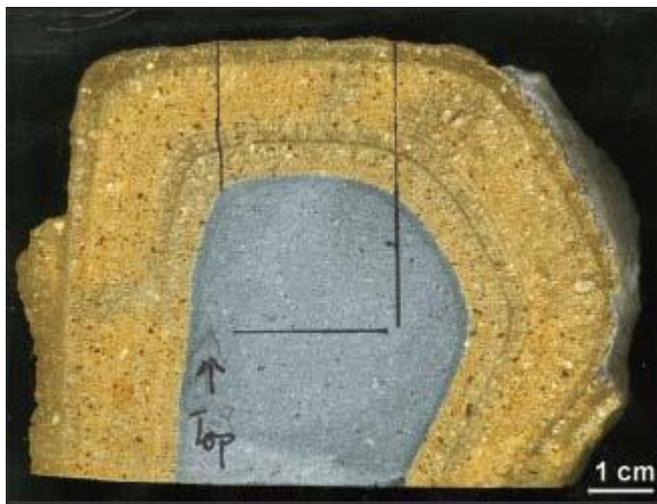
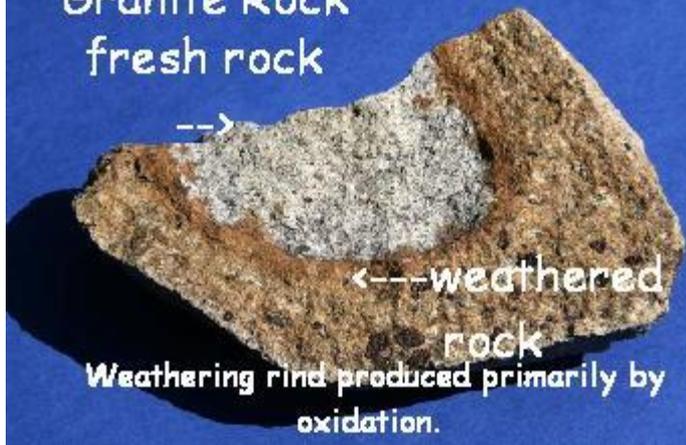
1,1 MIL
 6
 COMPARTILHAR
 SALVAR
 ...





(Hamblin & Christiansen 1995)

Granite Rock  
fresh rock



The background image shows a vertical cross-section of a soil profile. The top part is a reddish-brown soil layer, and the bottom part is a darker, more textured soil layer. A hammer is placed vertically in the center of the profile to provide a scale. The text is overlaid on this image.

# **INTEMPERISMO E FORMAÇÃO DE SOLOS**

**Daniel Atencio**

# INTEMPERISMO

- Conjunto de modificações de ordem física (desagregação) e química (decomposição) que as rochas sofrem ao aflorar na superfície da Terra.

# EROSÃO

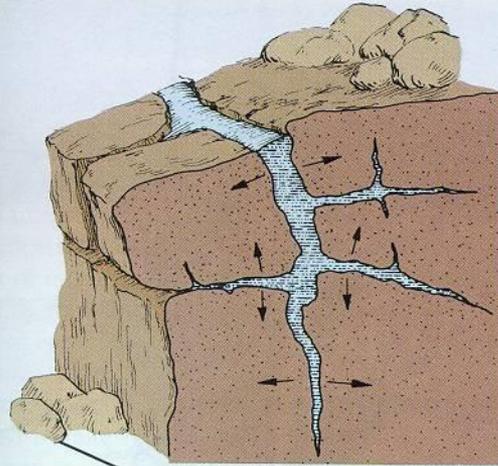
- Remoção física dos materiais pelos agentes de transporte, tais como água, vento, gelo ou gravidade

# Tipos de Intemperismo

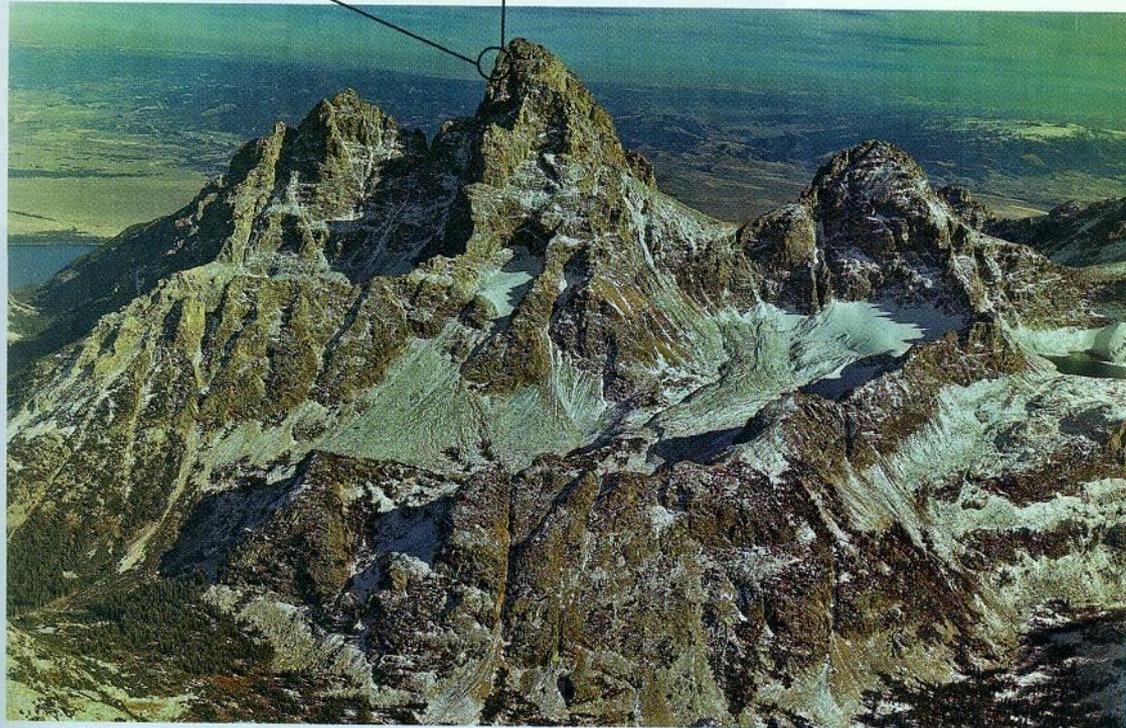
- INTEMPERISMO FÍSICO
- INTEMPERISMO QUÍMICO

# INTEMPERISMO FÍSICO

Desagregação  
e  
fragmentação  
da rocha



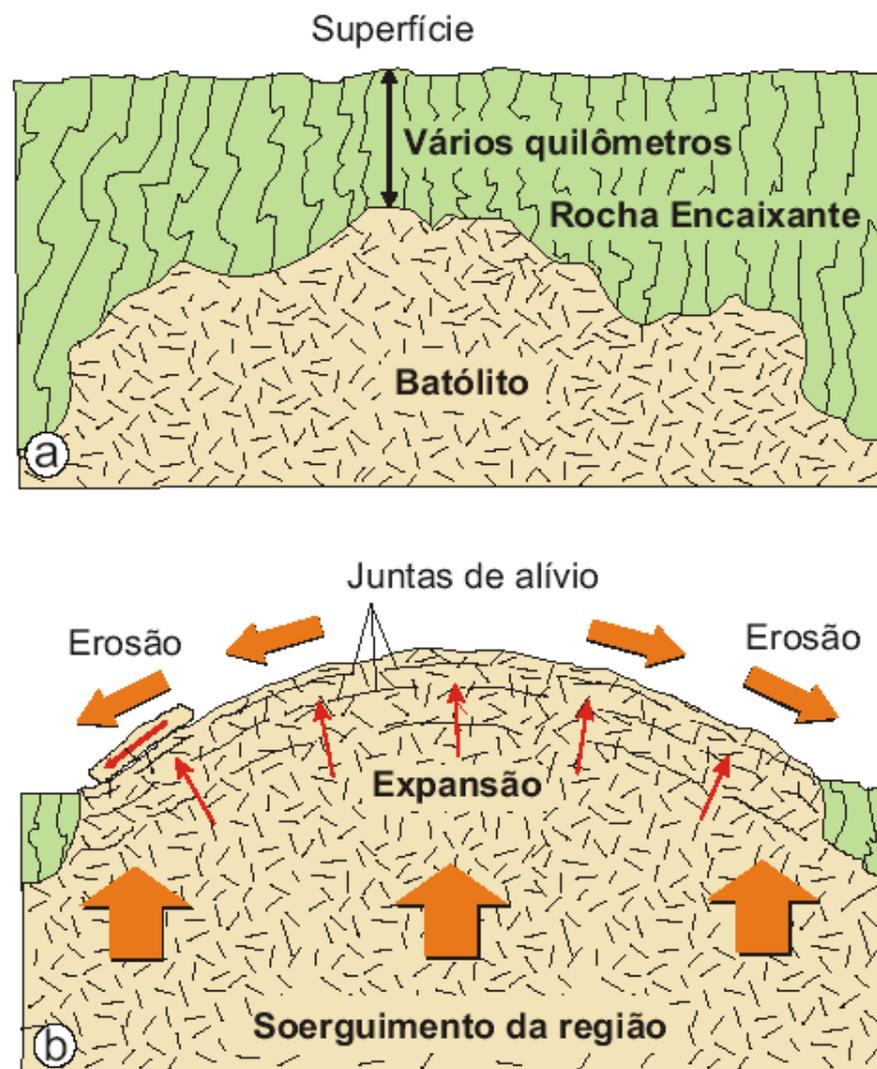
(A) Ice wedging occurs when water seeps into fractures, expands as it freezes. The expanding wedge forces the rock apart and produces loose, angular fragments that move downslope by gravity and accumulate at the base of the talus cones.





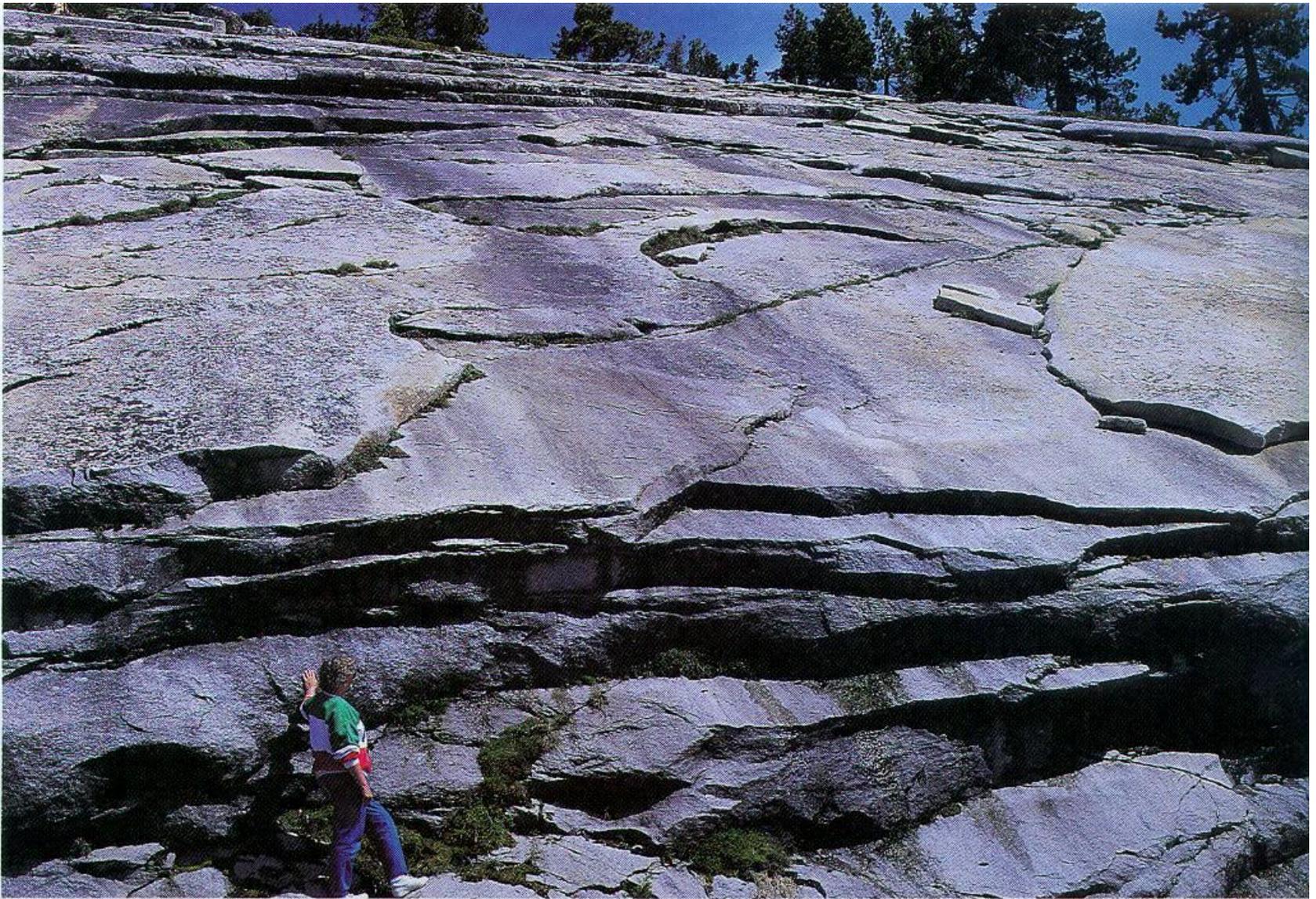
# INTEMPERISMO FÍSICO

- Desertos: variações de T ao longo de dias e noites causam expansão e contração térmica nos materiais rochosos
- Congelamento de água nas fissuras das rochas
- Cristalização de sais dissolvidos nas águas de infiltração
- Partes + profundas ascendem a níveis crustais + superficiais, com o alívio da P → os corpos expandem causando juntas de alívio
- Crescimento de raízes em fissuras das rochas



**Fig. 8.4** Formação das **juntas de alívio** em consequência da expansão do corpo rochoso sujeito a alívio de pressão pela erosão do material sobreposto. Estas discontinuidades servem de caminhos para a percolação das águas que promovem a alteração química. a) antes da erosão; b) depois da erosão.

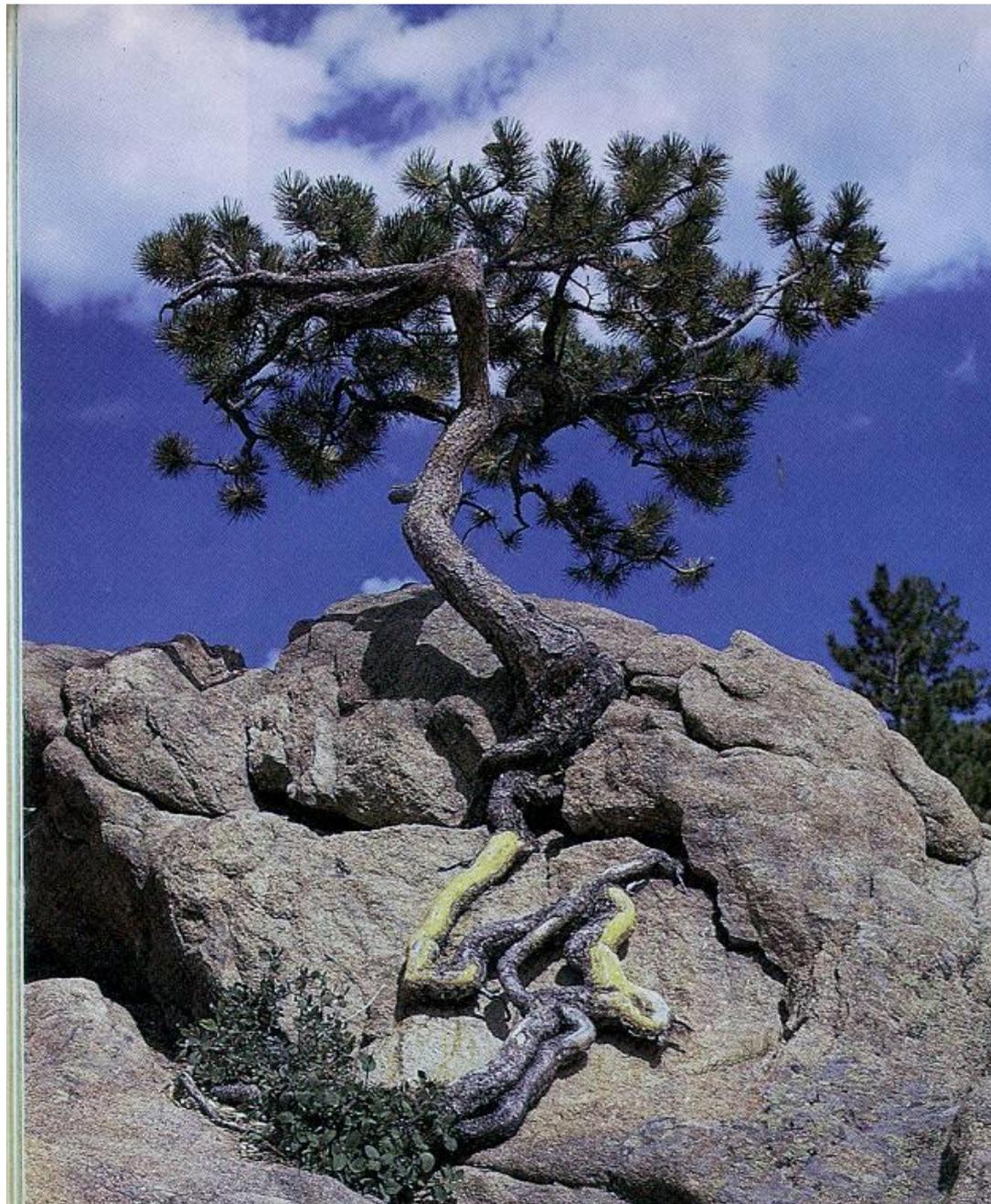
**Fonte:** Decifrando a Terra / TEIXEIRA, TOLEDO, FAIRCHILD e TAIOLI - São Paulo: Oficina de Textos, 2000.



(Hamblin & Christiansen 1995)



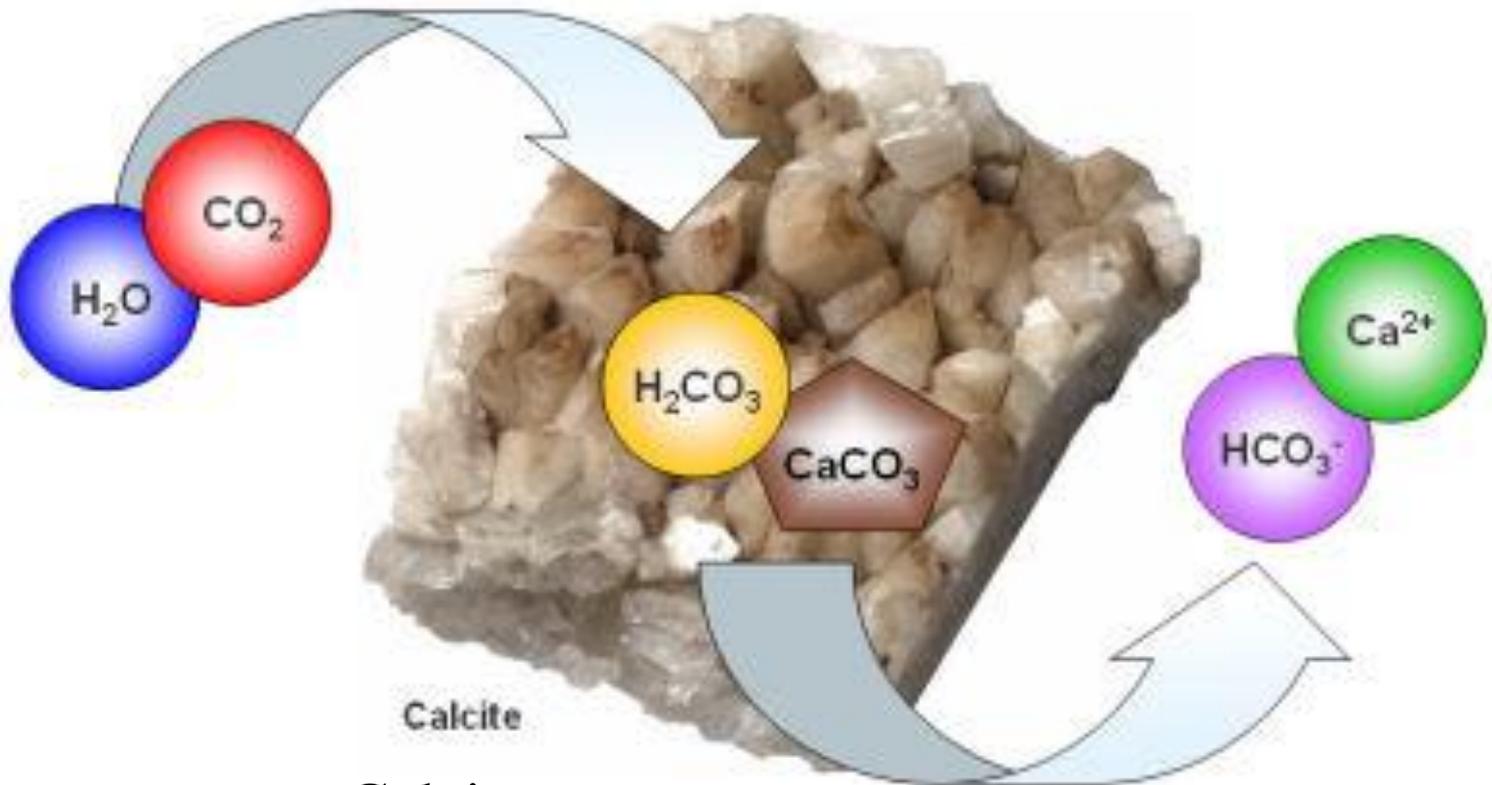
(Skinner & Porter 1992)





# INTEMPERISMO QUÍMICO

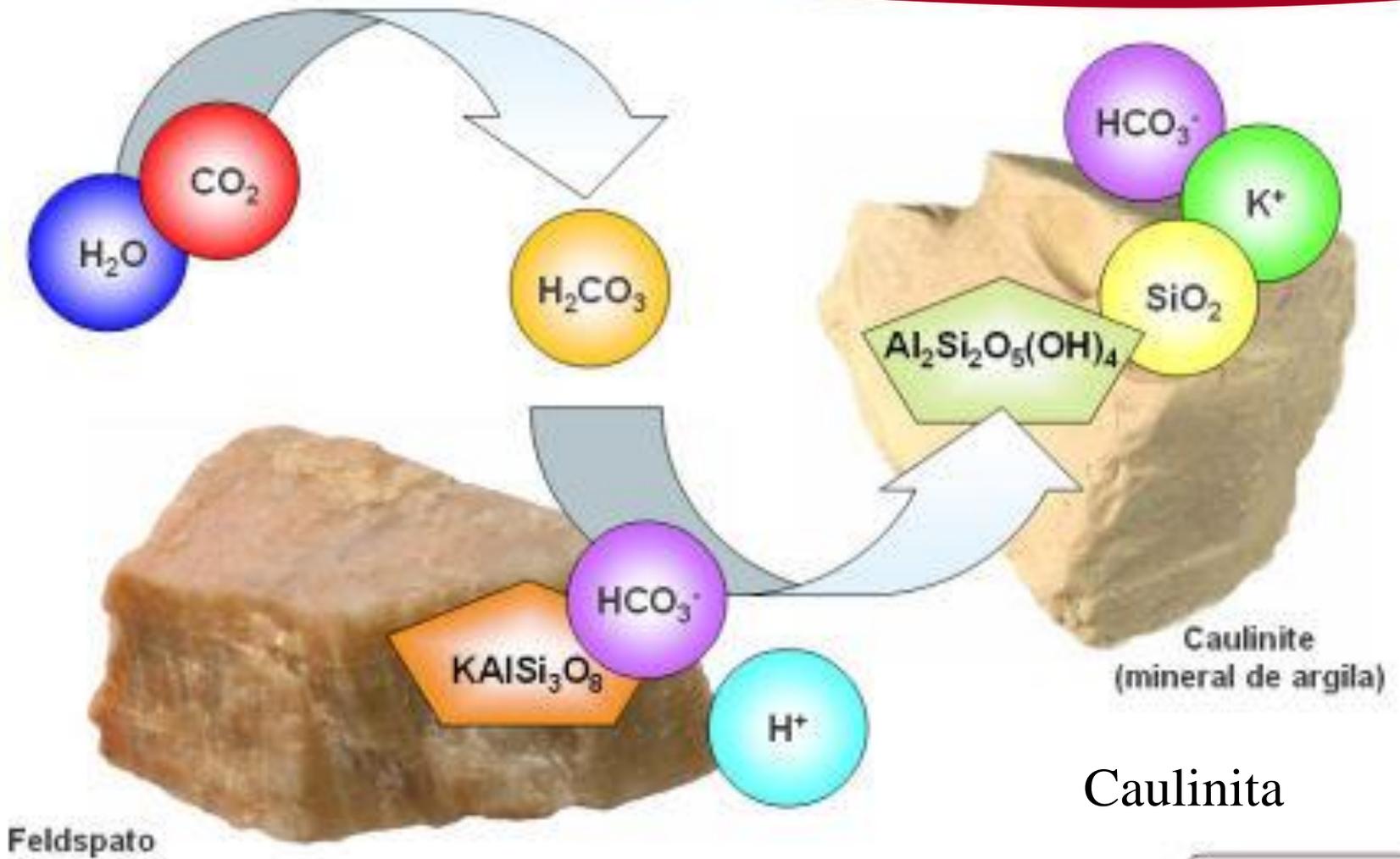
Modifica  
os componentes  
e  
a estrutura interna  
dos  
minerais



Calcite

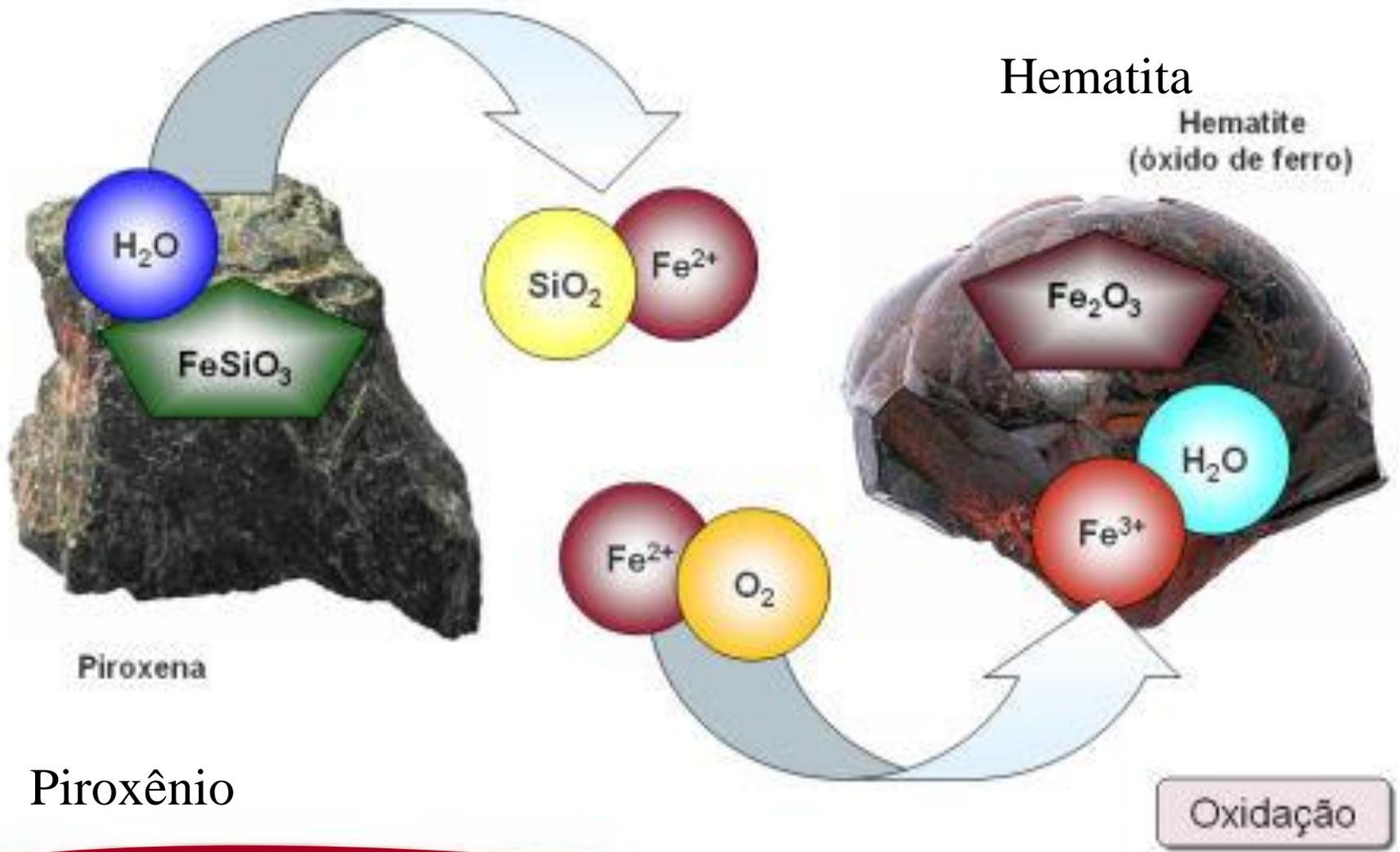
Calcita

Carbonatação



# Caulinita

Hidrólise

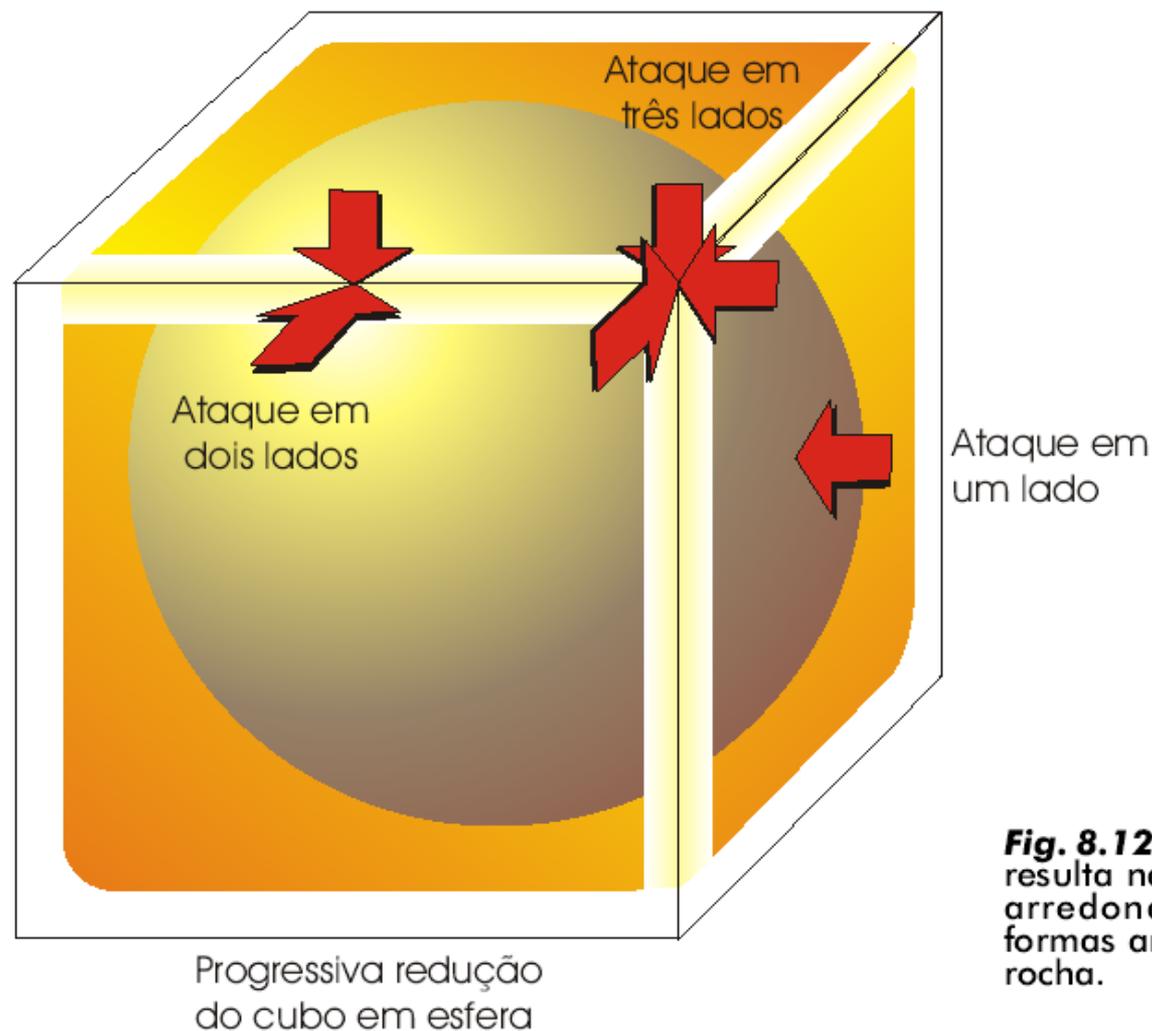


Piroxênio

# INTEMPERISMO QUÍMICO

- Condições superficiais são diferentes das condições em que os minerais se formaram
- Quando afloram entram em desequilíbrio → minerais mais estáveis
- Principal agente: água da chuva, infiltra e percola as rochas
- Constituintes mais solúveis são transportados
- Permanecem:
  - minerais primários residuais → quartzo
  - minerais secundários que se formaram no perfil  
→ oxi-hidróxidos de Fe e Al

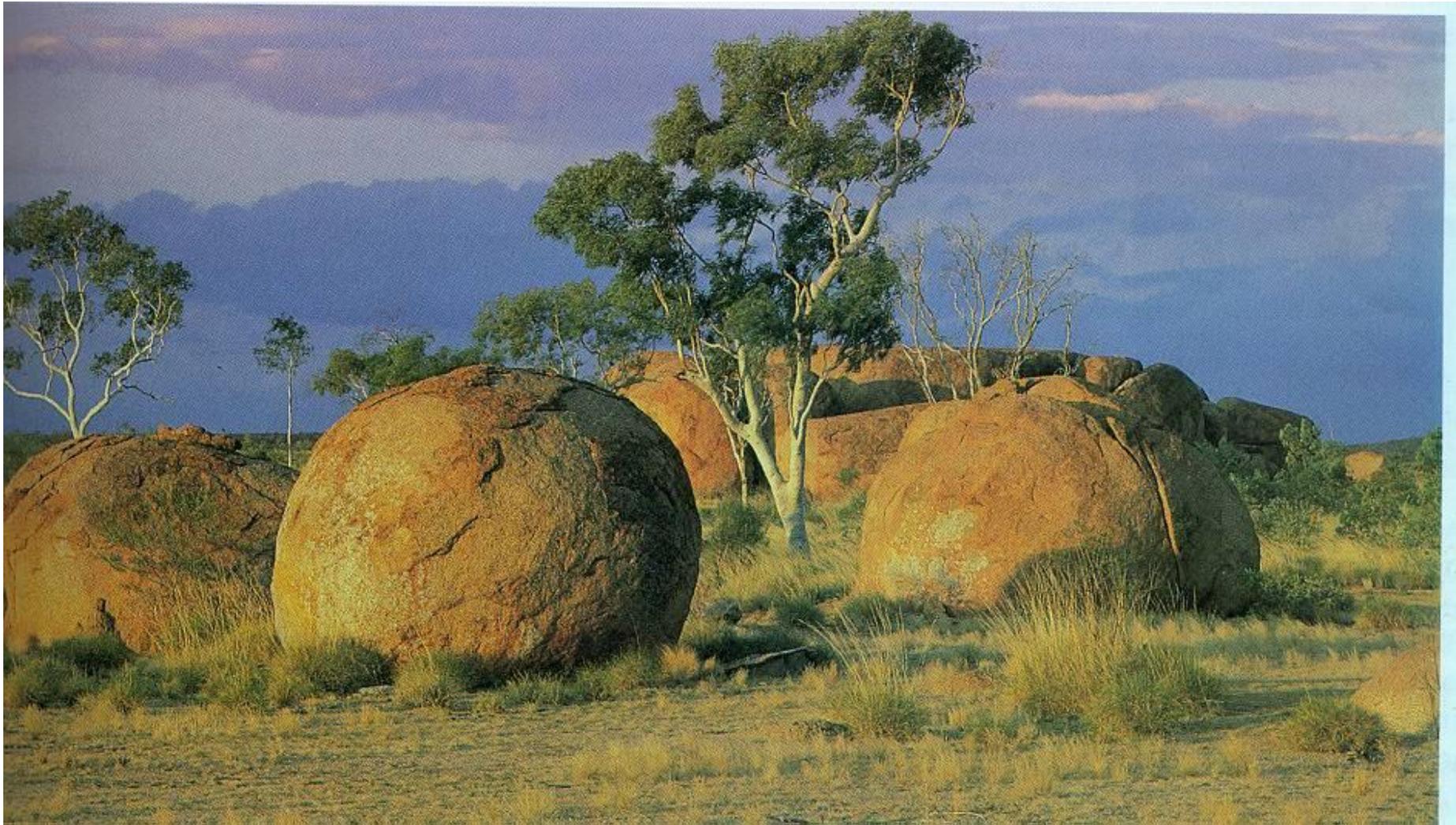
- Todas as reações do intemperismo químico acontecem nas discontinuidades das rochas, podendo resultar no fenômeno denominado **ESFOLIAÇÃO ESFEROIDAL**.
- As arestas e os vértices dos blocos são mais expostos ao ataque do intemperismo químico que as faces.



**Fig. 8.12** A alteração esferoidal resulta na produção de formas arredondadas a partir de formas angulosas de blocos de rocha.

**Fonte:** Decifrando a Terra / TEIXEIRA, TOLEDO, FAIRCHILD e TAIOLI - São Paulo: Oficina de Textos, 2000.





(Skinner & Porter 1992)



# Reações do Intemperismo

- Hidratação
- Dissolução
- Hidrólise
  - Hidrólise total
  - Hidrólise parcial
- Acidólise
- Oxidação

# Fatores que controlam a alteração intempérica

- material parental
- clima
- topografia
- biosfera
- tempo

# Série de Goldich

Estabilidade dos minerais

Velocidade de intemperismo

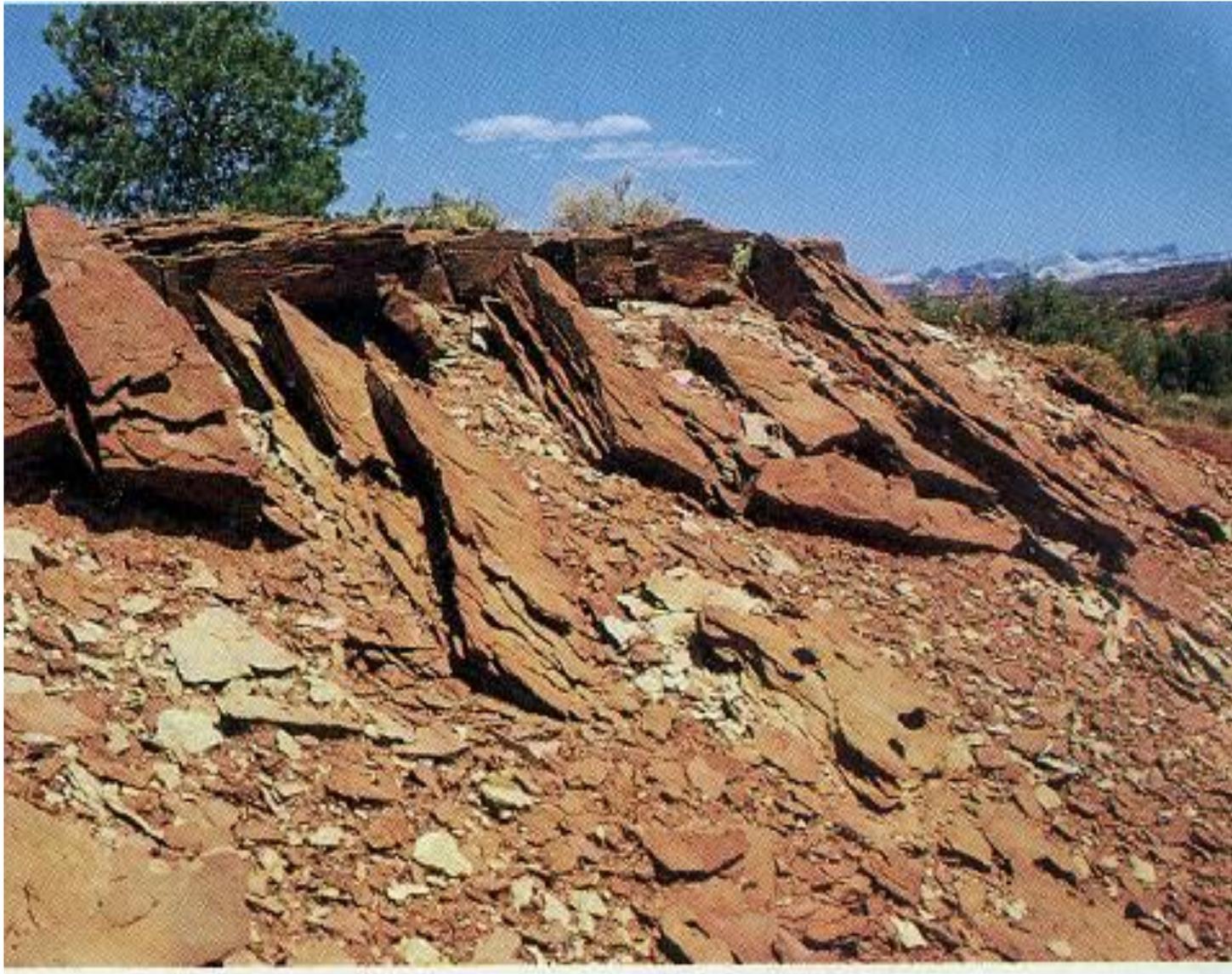
- + óxidos de Fe (hematita)
- hidróxidos de Al (gibbsita)
- quartzo
- argilominerais
- moscovita
- ortoclásio
- biotita
- albita
- anfíbólio
- piroxênio
- anortita
- olivina
- calcita
- halita

>

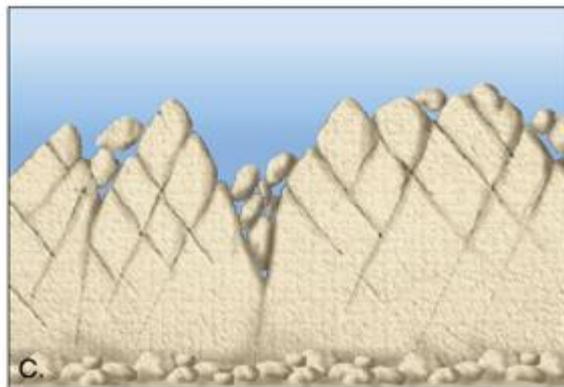
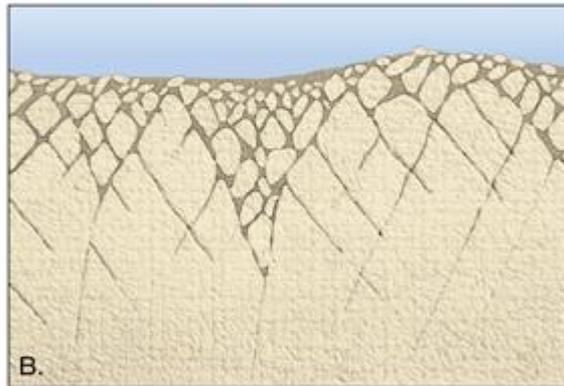
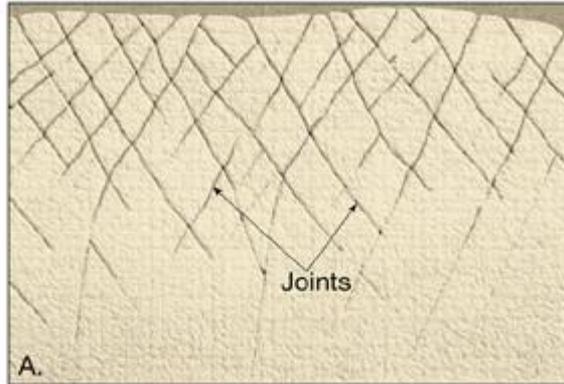
>

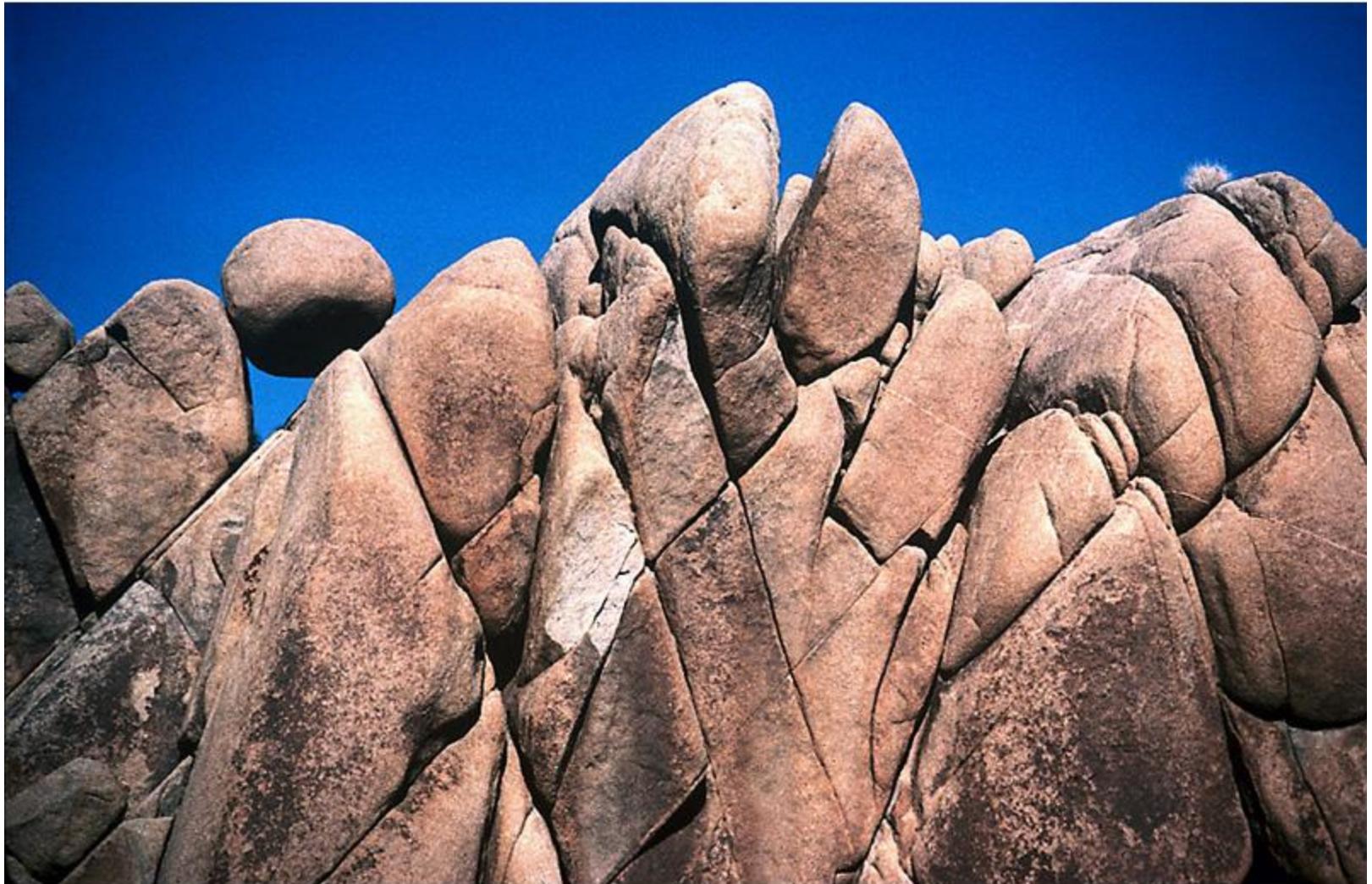


**Fig. 8.15** Rochas diferentes expostas na mesma época (década de 1960), apresentando diferentes graus de alteração. A escultura, em mármore, encontra-se bastante alterada, enquanto o túmulo, em granito, está bem melhor preservado. Foto: M. C. M. de Toledo.



(Hamblin & Christiansen 1995)





# Intemperismo diferencial

- rochas menos intemperizadas serão menos afetadas pela erosão
- devido a fatores regionais e locais, as rochas não intemperizam uniformemente



(Skinner & Porter 1992)





# Fatores que controlam a alteração intempérica

- clima
  - isoladamente é o fator + influente
  - precipitação e temperatura
  - quanto > a disponibilidade de água e + frequente for sua renovação, + completas serão as reações químicas do intemperismo

# Fatores que controlam a alteração intempérica

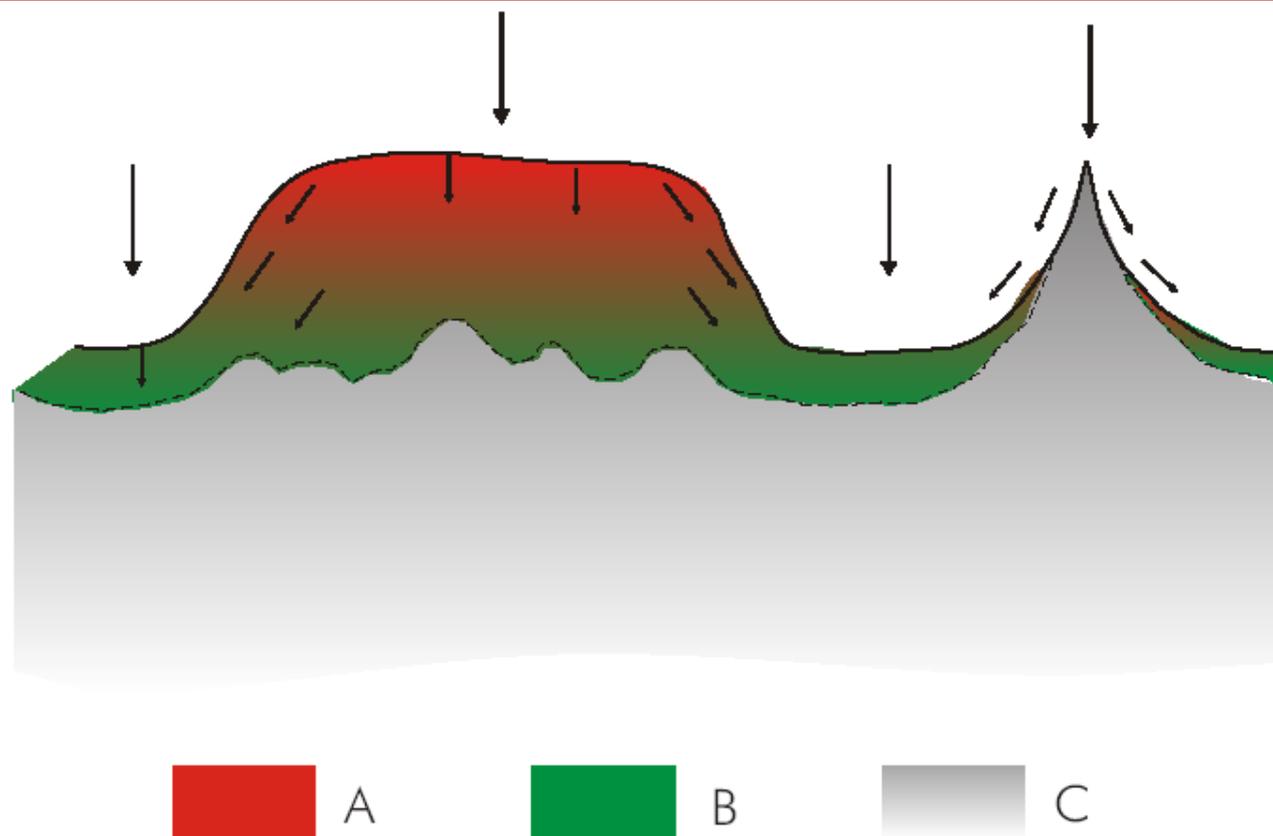
- clima
  - T: acelera as reações químicas
  - aumenta a evaporação, diminuindo a quantidade de água disponível para a lixiviação dos produtos solúveis

# Fatores que controlam a alteração intempérica

- clima
  - clima tropical: minerais primários estão ausentes, com exceção dos + resistentes
    - quartzo e muscovita
  - climas + frios: afetam os minerais primários menos resistentes
    - minerais ferromagnesianos

# Fatores que controlam a alteração intempérica

- topografia
  - regula a velocidade de escoamento superficial das águas pluviais (que também depende da cobertura vegetal), controlando a quantidade de água que se infiltra no perfil.



**Fig. 8.21** Influência da topografia na intensidade do intemperismo.

Setor A: Boa infiltração e boa drenagem favorecem o intemperismo químico.

Setor B: Boa infiltração e má drenagem desfavorecem o intemperismo químico.

Setor C: Má infiltração e má drenagem desfavorecem o intemperismo químico e favorecem a erosão.

**Fonte:** Decifrando a Terra / TEIXEIRA, TOLEDO, FAIRCHILD e TAIOLI - São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

# Fatores que controlam a alteração intempérica

- biosfera
  - matéria orgânica morta no solo decompõe-se, liberando  $\text{CO}_2$ , diminuindo o pH das águas de infiltração
  - em torno das raízes das plantas, o pH é ainda menor ( $2 < \text{pH} < 4$ )

# Fatores que controlam a alteração intempérica

- tempo
  - em condições de intemperismo pouco agressivas, é necessário um tempo + longo de exposição às intempéries para haver o desenvolvimento de um perfil de alteração

# SOLOS

- Geologia: material não consolidado resultante de processos intempéricos
- Engenharia: material friável que pode ser escavado com picareta. Material que serve de base ou fundação de obras civis
- Hidrólogo: meio poroso que abriga reservatório de água subterrânea

# Mecânica dos solos

Origem: Wikipédia, a enciclopédia livre.



Este artigo ou secção contém uma lista de referências no fim do texto, mas as suas fontes não são claras porque **não são citadas no corpo do artigo**, o que **compromete a confiabilidade** das informações.

Ajude a **melhorar** este artigo **inserindo citações no corpo do artigo**. *(Junho de 2009)*

A **mecânica dos solos** é uma disciplina da **engenharia civil**, **ambiental**, **sanitária**, que procura prever o comportamento de maciços terrosos quando sujeitos a solicitações provocadas, por exemplo, por obras de **engenharia**.<sup>[1][2][3][4][5][6][7]</sup>

Todas as **obras** de engenharia civil, de uma forma ou de outra, apoiam-se sobre o **solo**, e muitas delas, além disso, utilizam o próprio solo como elemento de **construção**, como por exemplo as **barragens** e os **aterros** de **estradas**. Portanto, a **estabilidade** e o comportamento funcional e **estético** da obra serão determinados, em grande parte, pelo desempenho dos materiais usados nos maciços terrosos. Já engenharia ambiental ou sanitária utiliza o conhecimento nesta área toda voltada a área ambiental desde forma de preservação quanto da forma de remediação/extração de composto do solo.

**Karl von Terzaghi** é internacionalmente reconhecido como o fundador da mecânica dos solos, pois seu trabalho sobre adensamento de solos é considerado o marco inicial deste novo ramo da **ciência** na engenharia.<sup>[8][9]</sup>

## Índice [esconder]

- 1 Origem e formação dos solos
- 2 Estado dos solos
  - 2.1 Índices físicos
- 3 Caracterização
- 4 Classificação dos solos
- 5 Compactação
- 6 Fluxo de água nos solos
- 7 Compressibilidade
  - 7.1 Modelo mecânico de Terzaghi
- 8 Resistência ao cisalhamento
- 9 Geossintéticos





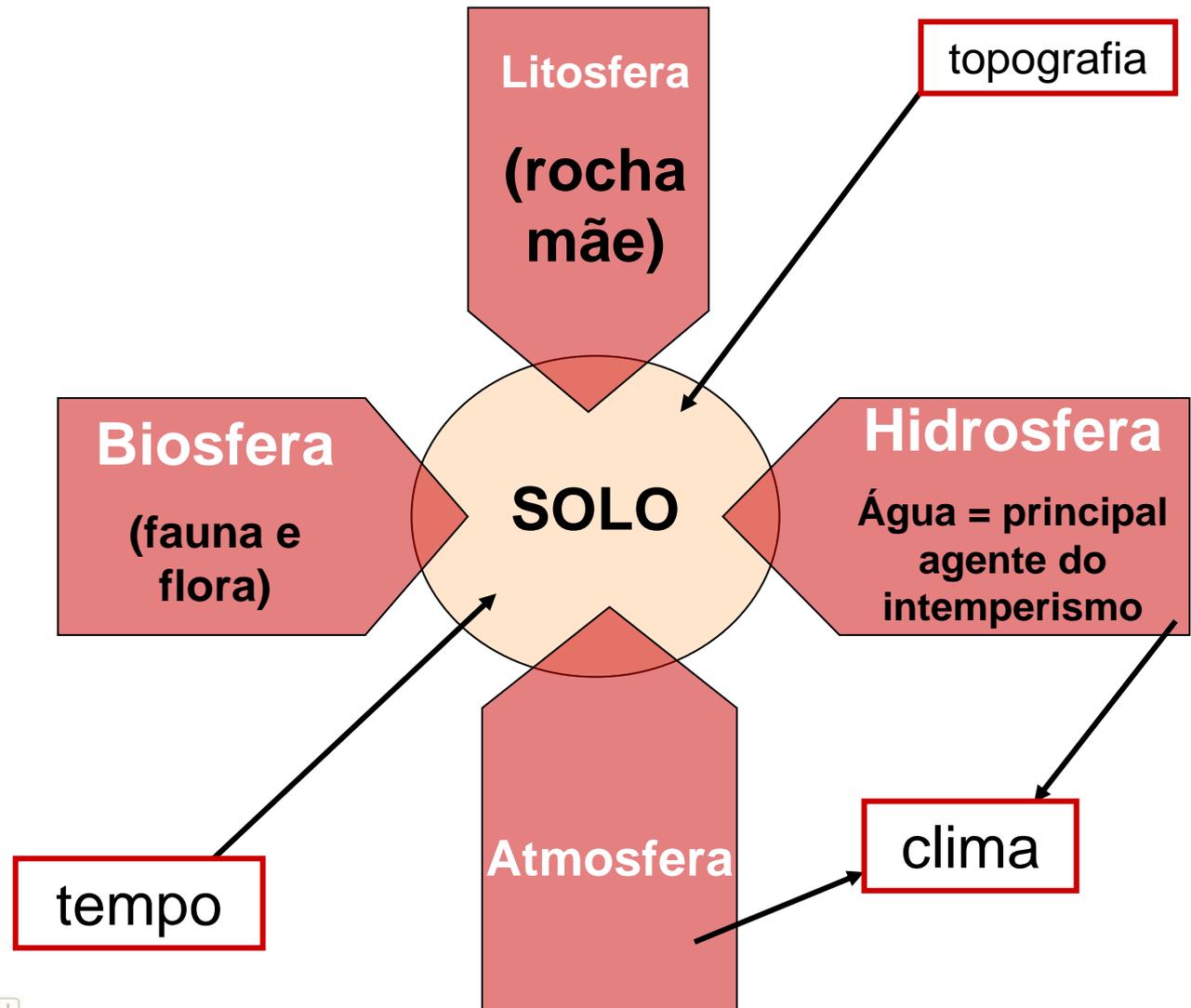
# Pedologia



Elementos da Geografia Física

# Definição

**Solo** = resultado das transformações químicas, físicas e mineralógicas sofridas pelas rochas na superfície da Terra, na interface litosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera.

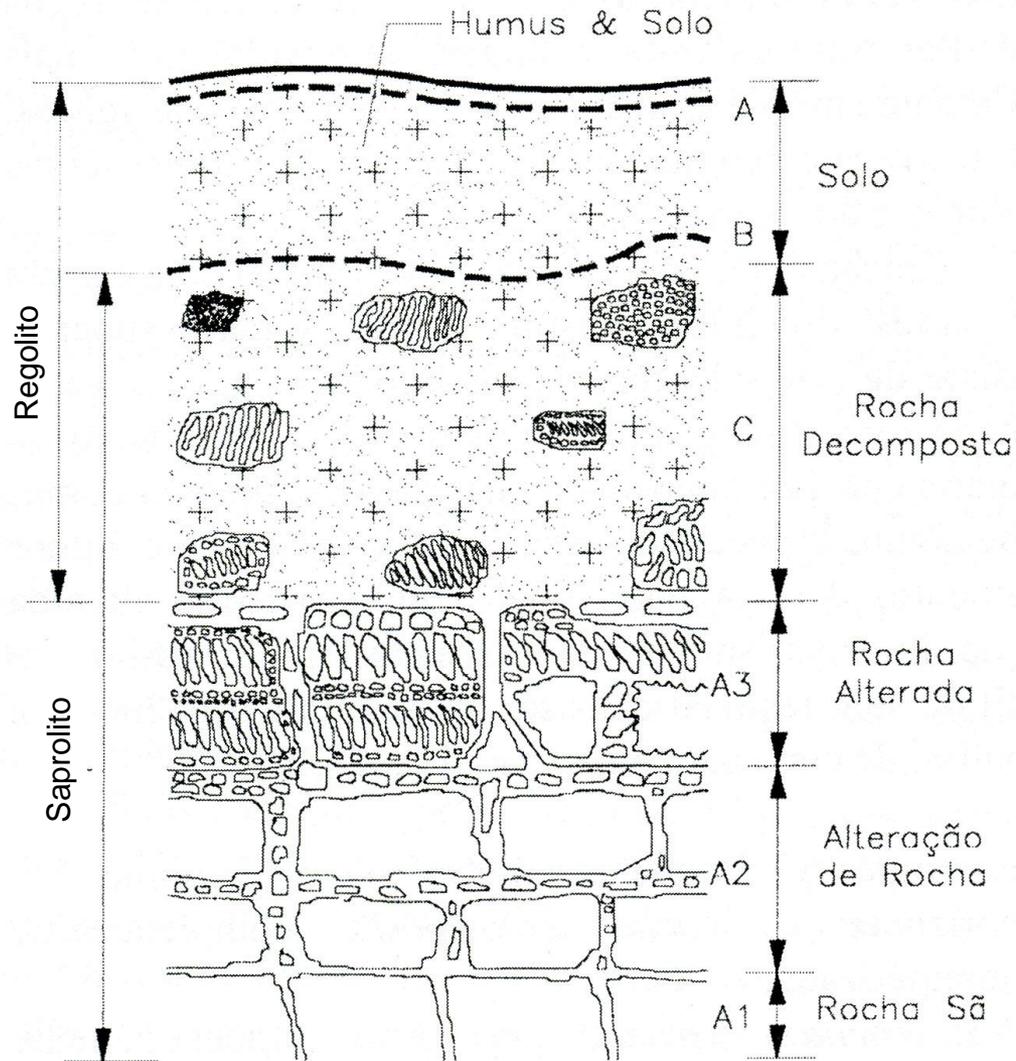


# SOLO

- Produto do intemperismo, do remanejamento e da organização das camadas superficiais da crosta terrestre, sob ação da atmosfera, da hidrosfera, da biosfera e das trocas de energia envolvidas.

# Solo residual

- Desintegração e decomposição do material ocorre *in situ*



(Gusmão Filho 2002)

Figura 2.2 - Diagrama esquemático de um perfil de solo residual.

# Solo transportado

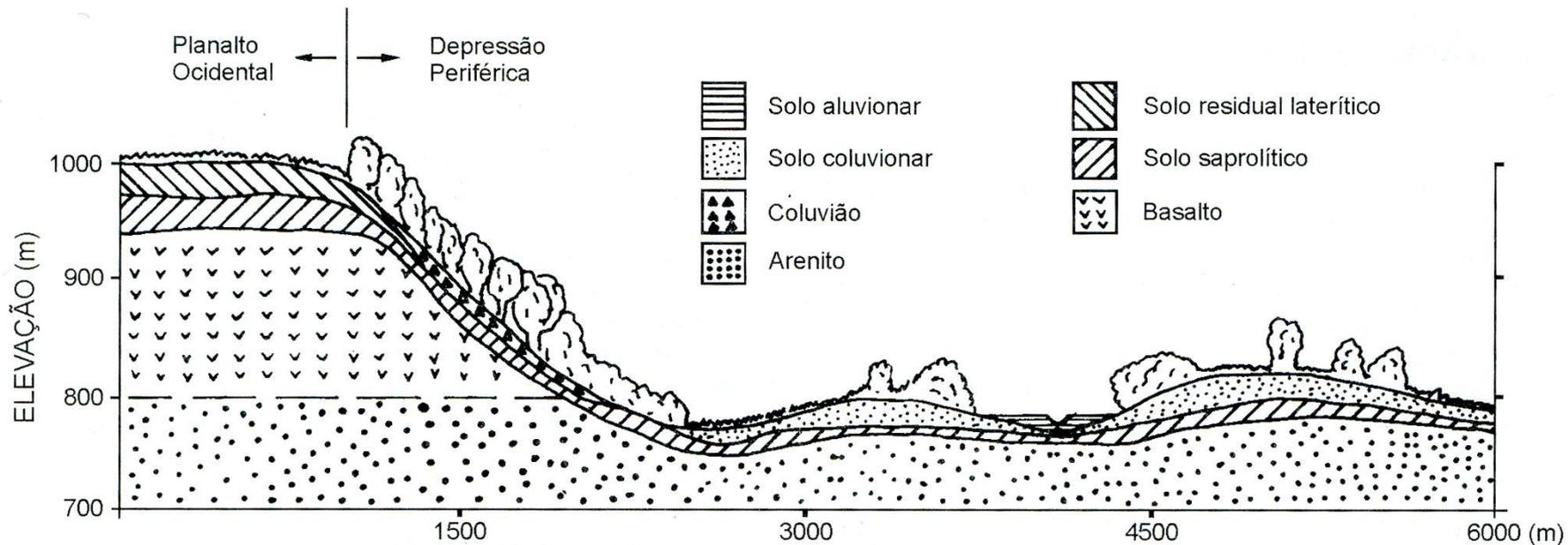
- Movidos da rocha original e redepositados em outro local
- Agentes de transporte
  - Vento: solos eólicos
  - Água: solos aerólicos ou fluviais
  - Gelo: solos glaciais
  - Força da gravidade: solos coluviais ou tálus

# Aluvião

- Materiais erodidos, retrabalhados e transportados pelos cursos d'água e depositados nos seus leitos e margens.

# Colúvio

- uma massa de materiais derivados do intemperismo das rochas que capeiam as elevações e que desce para cotas mais baixas, depositado por cima de um perfil de solo residual. É um solo transportado por gravidade.



**Figura 12.1** Seção esquemática com diversos tipos de solo, em região com escarpa de serra (Serra Geral, interior do Estado de São Paulo)

(Oliveira & Brito 1998)

# SOLOS TROPICAIS

- Composição mineral simples: quartzo, caulinita, oxi-hidróxidos de Fe e Al
- Grandes espessuras
- Horizontes com cores predominantemente amarelas ou vermelhas
- Empobrecidos quimicamente (desprovidos dos elementos mais solúveis)
- Baixa fertilidade, quando comparado aos solos de clima temperado (ricos em argilominerais, capazes de reter os elementos químicos necessários ao metabolismo vegetal)
- Representam ecossistemas frágeis
- Extremamente vulneráveis às ações antrópicas
- Técnicas de manejo não adequadas

- Lateritas: formações superficiais constituídas por oxi-hidróxidos de Al e Fe e por caulinita. Ao conjunto de processos responsáveis por essas associações minerais, respectivamente, alitização e monossilicificação, dá-se o nome de LATERIZAÇÃO.

# Classificação textural ou granulométrica da ABNT (NBR 6502)

- Argila:  $< 0,005$  mm
- Silte:  $0,005 - 0,05$  mm
- Areia fina:  $0,05 - 0,42$  mm
- Areia média:  $0,42 - 2,0$  mm
- Areia grossa:  $2,0 - 4,8$  mm
- Pedregulho:  $4,8 - 76$  mm

# Sistema unificado de classificação de solos (SUCS)

- Solos grossos: GW,GP,GM,GC,SW, SP,SM,SC
- Solos finos: CL,ML,OL,CH,MH,OH,PT
- Significado da 1ª letra:
  - G: *gravel* (pedregulho)
  - S: *sand* (areia)
  - C: *clay* (argila)
  - M: *mö* (silte em sueco)
  - O: *organic* (orgânico)
  - PT: *peat* (turfa)
- Significado da 2ª letra:
  - W: *well* (bem graduada)
  - P: *poor* (mal graduada)
  - M: *mö* (silte em sueco)
  - C: *clayey* (argiloso)
  
  - L: *low* (baixa plasticidade)
  - H: *high* (alta plasticidade)

**Tabela 12.1** Critérios do Sistema Unificado de Classificação de Solos (ASTM, 1983)

CRITÉRIOS PARA DETERMINAÇÃO DOS SUBGRUPOS E NOMES DOS GRUPOS				CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS				
ENSAIOS DE LABORATÓRIO				SÍMBOLO GRUPO	NOME DOS GRUPOS			
Solos Grossos	Pedregulhos. Mais que 50% da fração grossa retida na peneira 4,8 mm	Pedregulhos limpos; % passada na peneira 0,074mm < 5%	$Cu > 4 / 1 < Cc <$	GW	Pedregulho bem graduado			
			$Cu < 4 \text{ e/ou } 1 > Cc > 3$	GP	Pedregulho mal graduado			
	% retida na peneira 0,074mm maior que 50% Diâmetro menor que 75mm	Pedregulhos com finos; % passada na peneira 0,074mm > 12%		Finos classificados como	ML	GM	Pedregulho siltoso	
					MH			
					CL			
					CH			
Areias. Mais que 50% da fração passa na peneira 4,8 mm	Areias limpas: % passada na peneira 0,074mm > 5%			SW	SM	Areia bem graduada		
				SP			SC	Areia mal graduada
				ML				
				MH				
CL	Areia argilosa							
CH								
Solos Finos		Siltes e argilas	Inorgânicos	IP > 7, pontos sobre ou acima da linha A.	CL	Argila pouco plástica		
				IP < 4, pontos abaixo da linha A.	ML	Silte		
	LL < 50%	Orgânicos	LL seco < 0,75 LL natural	OL	Argila Orgânica Silte Orgânico			
	% passada na peneira 0,074mm maior que 50%	Siltes e argilas	Inorgânicos	Pontos sobre ou acima da linha A.	CH	Argila muito plástica		
				Pontos abaixo da linha A.	MH	Silte elástico		
				LL > 50%	Orgânicos	LL seco < 0,75 LL natural	OH	Argila orgânica Silte orgânico
Solos altamente orgânicos	Principalmente matéria orgânica, cor escura e cheiro			PT	Turfa			

Obs.:  $Cu = D_{60}/D_{10}$

$Cc = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$

(Oliveira & Brito 1998)

- As propriedades mais importantes dos solos são:
  - Adensamento
  - Permeabilidade
  - Resistência ao cisalhamento
  - Resistência à erosão (erodibilidade)
  - Colapsividade
  - Expansão/contração
  - Compactação
  - Capacidade de suporte

**Tabela 12.2** Propriedades esperadas dos grupos de solos do SUCS

SÍMBOLO DO GRUPO	TRABALHABILIDADE COMO MATERIAL DE CONSTRUÇÃO	PERMEABILIDADE QUANDO COMPACTADO	RESISTENCIA COMPACTADA E SATURADA	COMPRESSIBILIDADE COMPACTADA E SATURADA	$\gamma_{dmax}$ kg/m <sup>3</sup> (PN)	VALOR COMO FUNDAÇÃO	CARACTERÍSTICAS DE DRENAGEM
GW	Excelente	Permeável	Excelente	Desprezível	20,0 a 22,0		Excelente
GP	Boa	Desprezível	Boa	Desprezível	18,0 a 20,0		Excelente
GM	Boa	Semip. a perm.	Boa	Desprezível	19,0 a 22,00	Boa a excel.	Regular a má
GC	Boa	Impermeável	Reg. a boa	Muito pequena	18,5 a 21,0		Má
SW	Excelente	Permeável	Excelente	Desprezível	17,5 a 21,0		Excelente
SP	Regular	Permeável	Boa	Muito pequena	16,0 a 19,0	Má a boa	Excelente
SM	Regular	Semip. a perm.	Boa	Pequena	17,5 a 20,0	Má a boa	Regular a má
SC	Boa	Impermeável	Reg. a boa	Pequena	17,0 a 20,0	Má a boa	Má
ML	Regular	Semip. a perm.	Regular	Média	15,0 a 19,0	Muito má	Regular a má
CL	Regular a boa	Impermeável	Regular	Média	15,0 a 19,0	Má a boa	Má
OL	Regular	Semip. a perm.	Baixa	Média	13,0 a 16,0	Má	Má
MH	Má	Semip. a perm.	Baixa a reg.	Alta	11,0 a 15,0	Má	Regular a má
CH	Má	Impermeável	Baixa	Alta	12,0 a 17,0	Regular a má	Má
OH	Má	Impermeável	Baixa	Alta	11,0 a 16,0	Muito má	Má
PT	Compactação extremamente difícil. Não utilizados como aterro. Devem ser removidos das fundações. Recalques excessivos. Resistência muito baixa						

Obs.: PN = Proctor Normal

$\gamma_{dmax}$  = Densidade aparente seca máxima

(Oliveira & Brito 1998)



## **Latossolo**

Solos ácidos

Bem desenvolvido

**Clima tropical úmido**

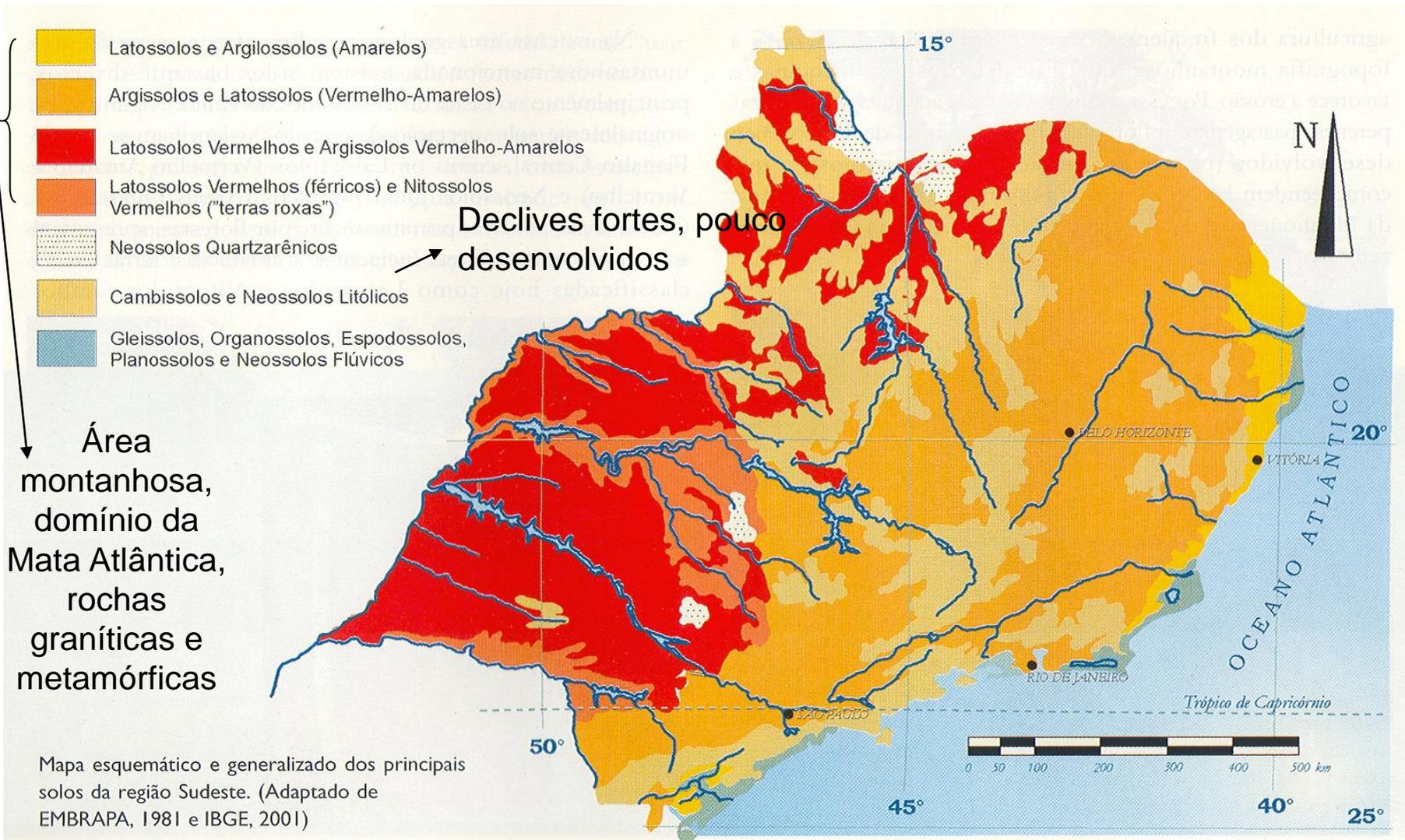
Maior representação geográfica no Brasil.

Argilas predominantes = caulinita e óxidos de ferro (vermelho)

Transição gradual entre horizontes

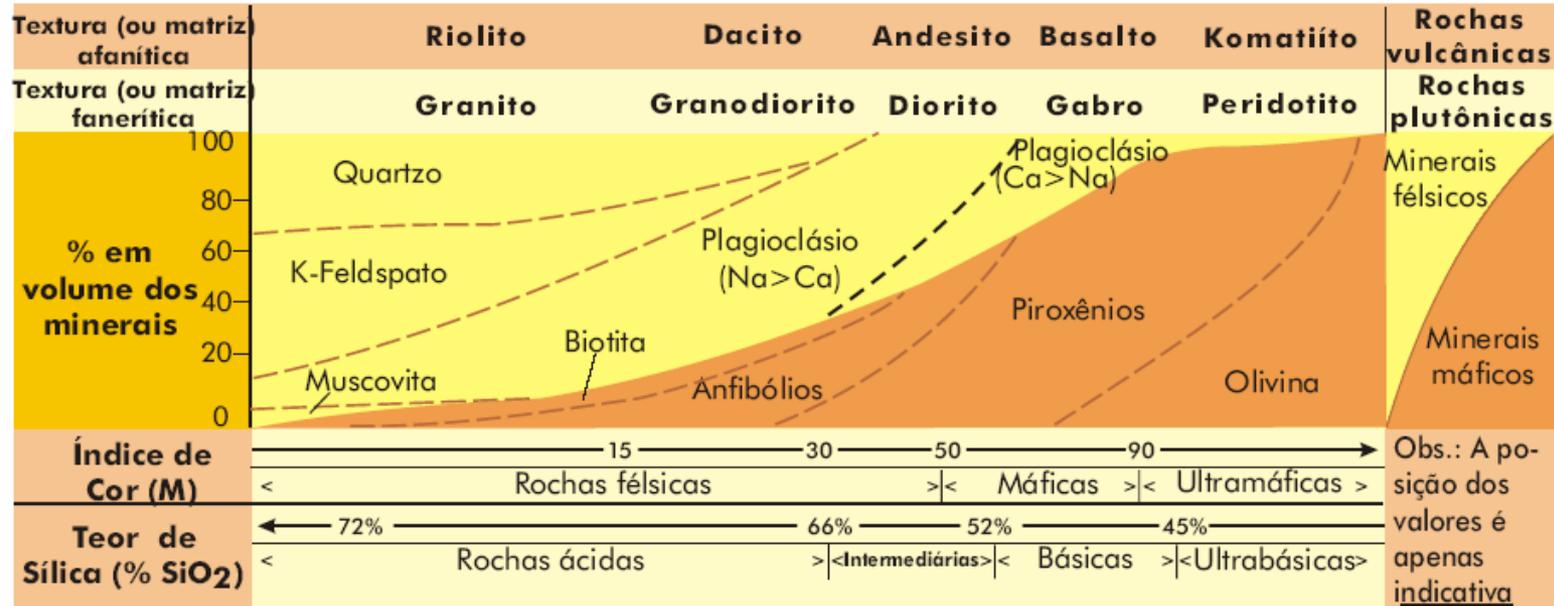
Intemperismo intenso ☞  
pobre em nutrientes

# Solos do Sudeste do Brasil



# BIBLIOGRAFIA

- Gusmão Filho, J.A. 2002. **Solos – da formação geológica ao uso na engenharia**. Editora Universitária – UFPE, 185 p.
- Hamblin, W.K., Christiansen, E.H. 1995. **Earth's dynamic systems**. Prentice Hall, 710 p.
- Oliveira, A.M.S., Brito, S.N.A. (ed.) 1998. **Geologia de Engenharia**. Assoc.Bras.de Geologia e Engenharia.
- Skiner, B., Porter, S.C. 1992. **The dynamic Earth: an introduction to physical geology**, John Wiley & Sons
- Teixeira et al. 2000. **Decifrando a Terra**, Ed. Oficina de Textos, SP, 557 p.



**Fig. 16.9** As relações entre Índice de cor, teor de sílica, composição mineralógica e ambiente de cristalização para as rochas ígneas mais comuns (excluindo as alcalinas).

Fonte: Decifrando a Terra / TEIXEIRA, TOLEDO, FAIRCHILD e TAIOLI - São Paulo: Oficina de Textos, 2000.