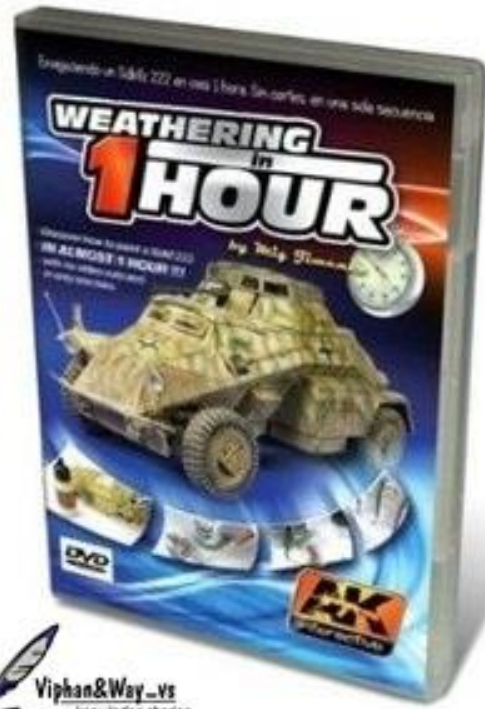




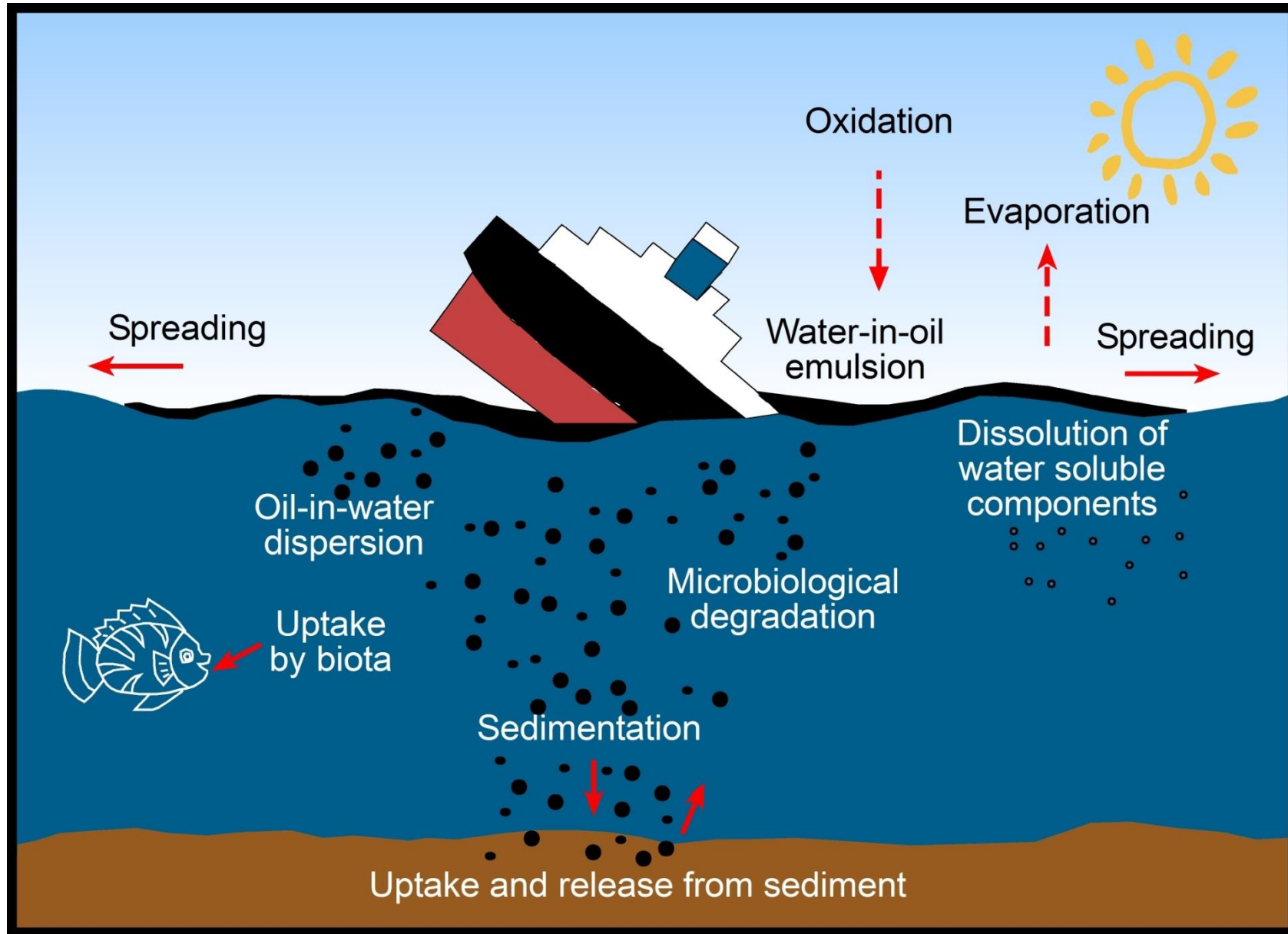
What is weathering?

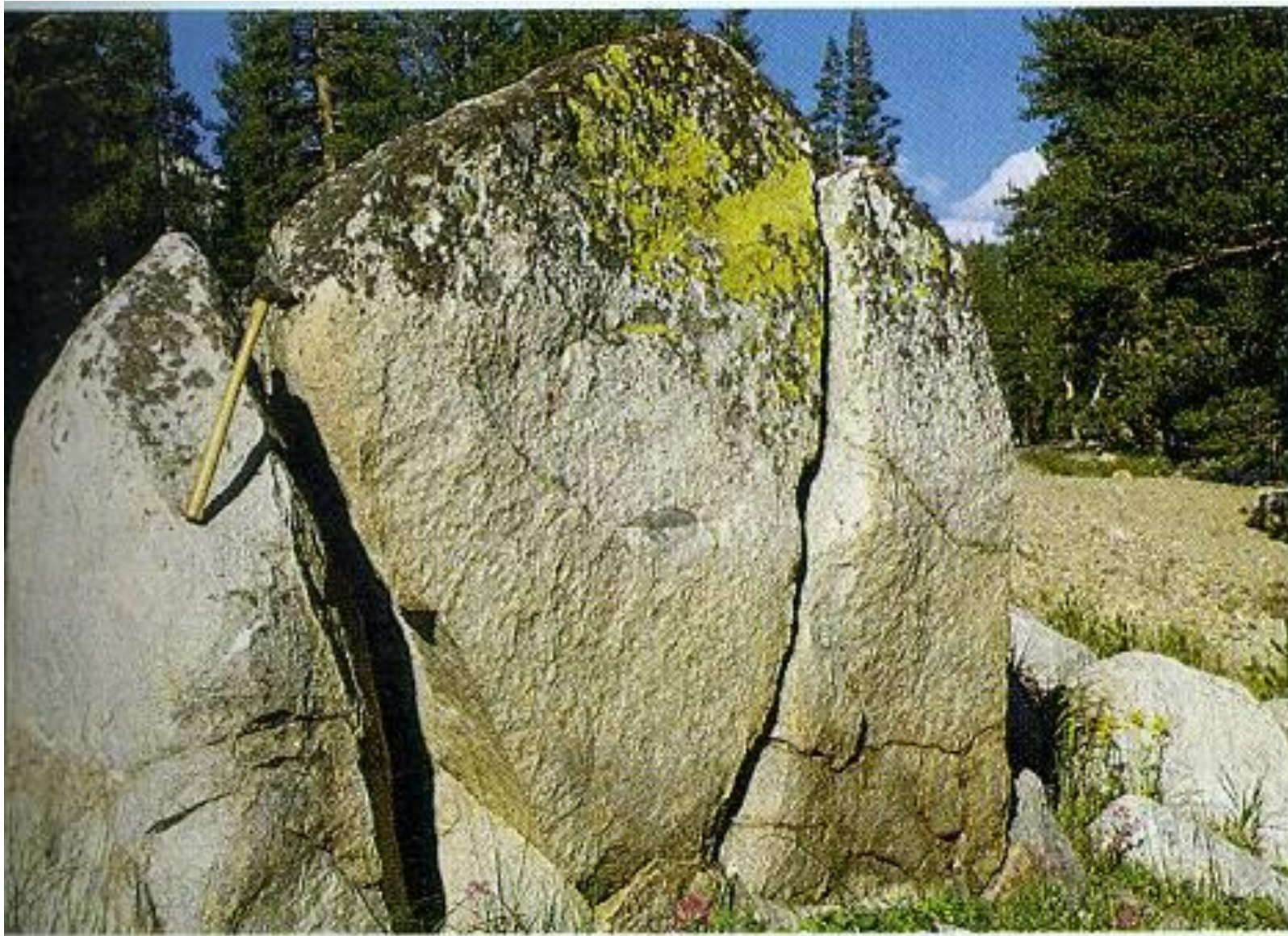
"Weathering" refers to a number of techniques that are intended to make a model appear more realistic by simulating the effects of the elements on the subject.

Weather – clima. Weathering – resistindo, intemperismo.

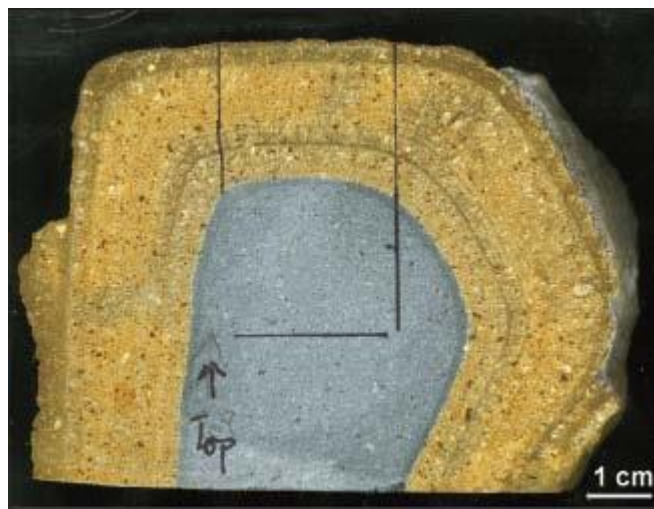








(Hamblin & Christiansen 1995)



The background of the slide is a photograph of a geological outcrop. The top half shows a reddish-brown rock surface with some horizontal layering. The bottom half shows a more complex, darker rock face with visible fracturing and a hammer placed vertically for scale. The title text is overlaid on the top half of the 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

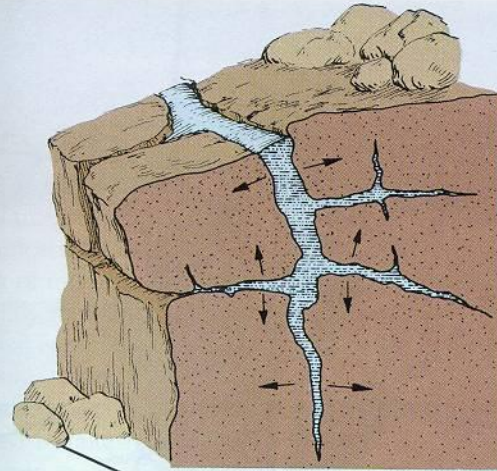
- Remoção física dos materiais pelos agentes de transporte, tais como água, vento, gelo ou gravidade

Tipos de Intemperismo

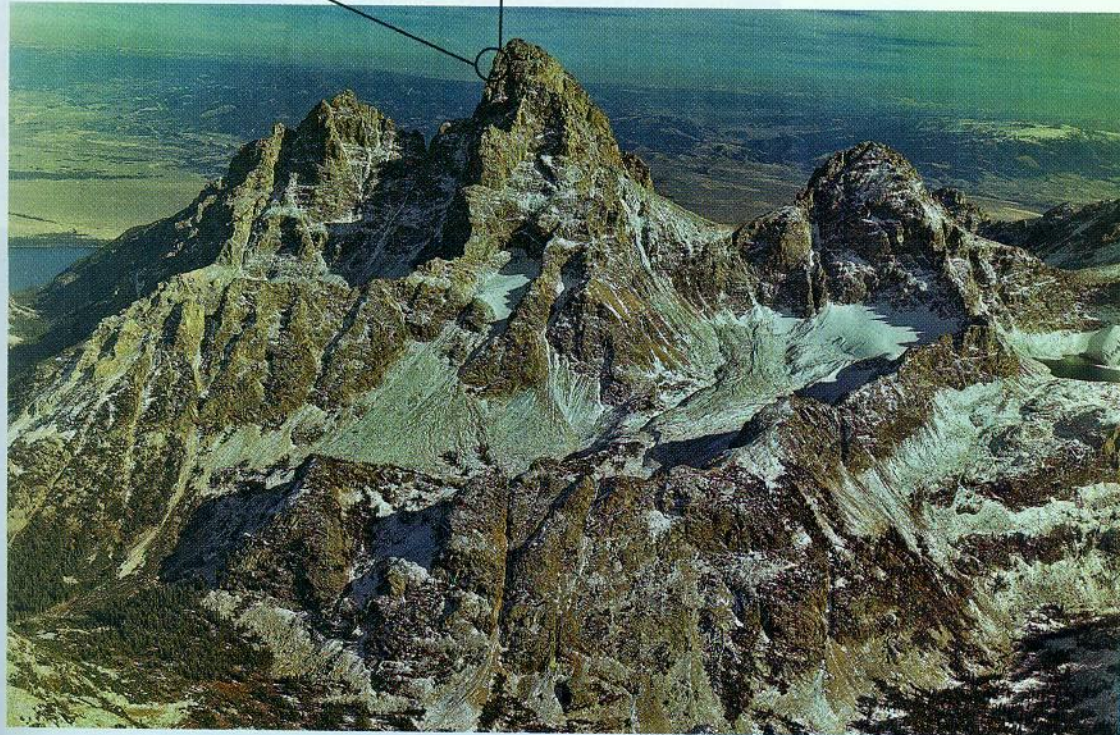
- INTemperismo FÍSICO
- INTemperismo QUÍMICO

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 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

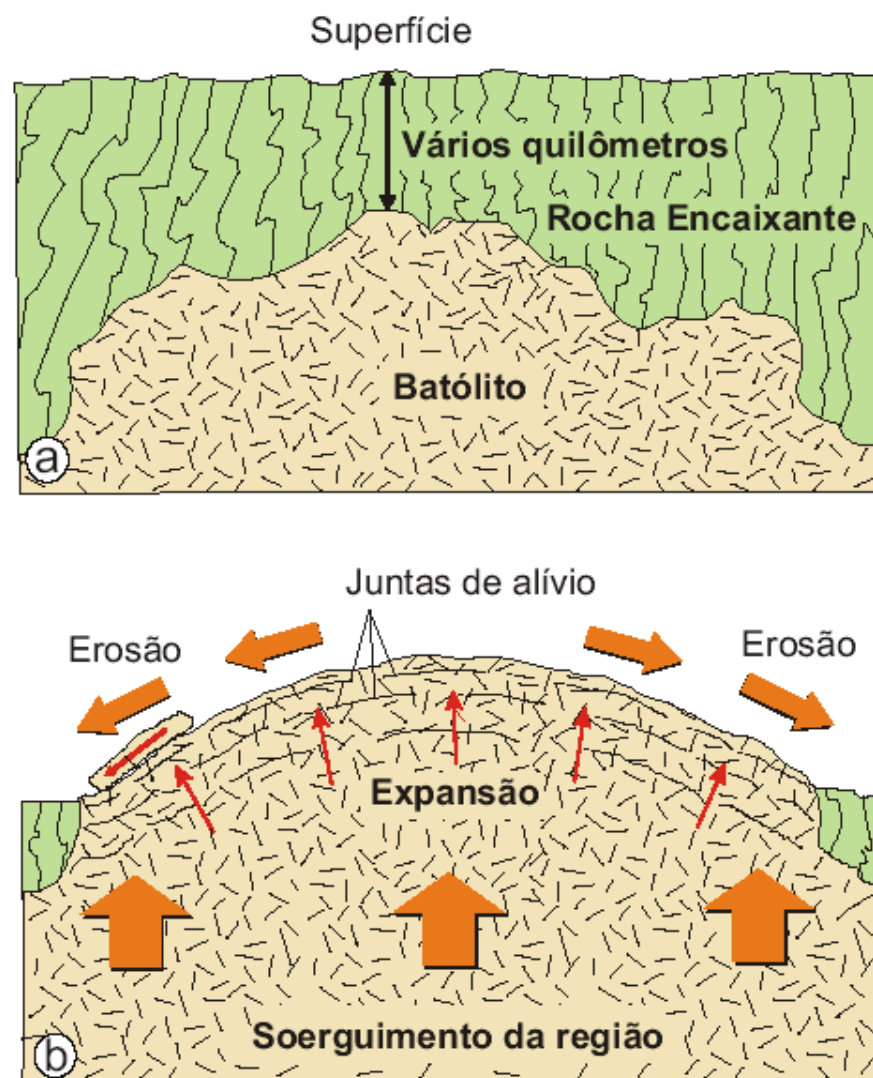
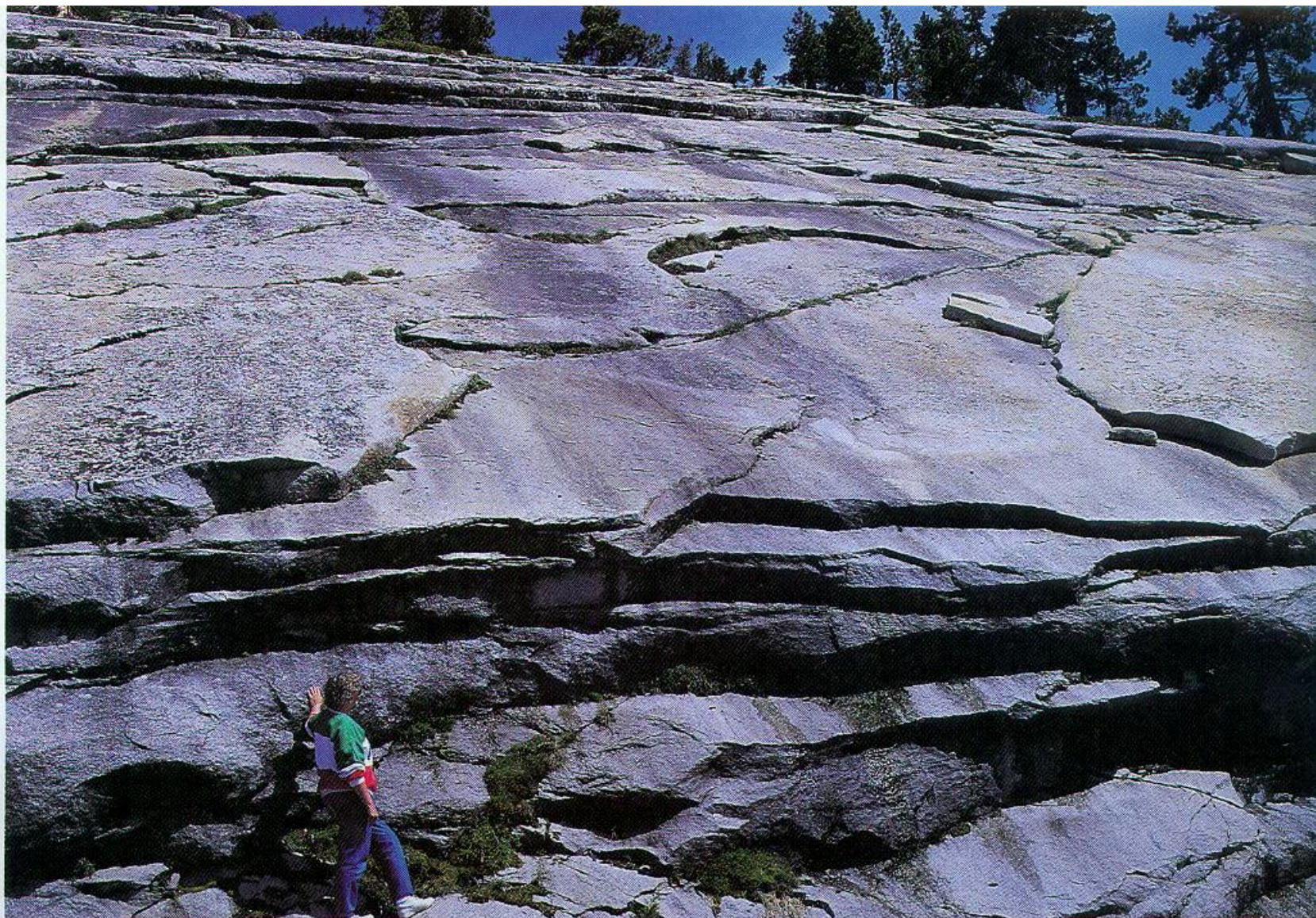


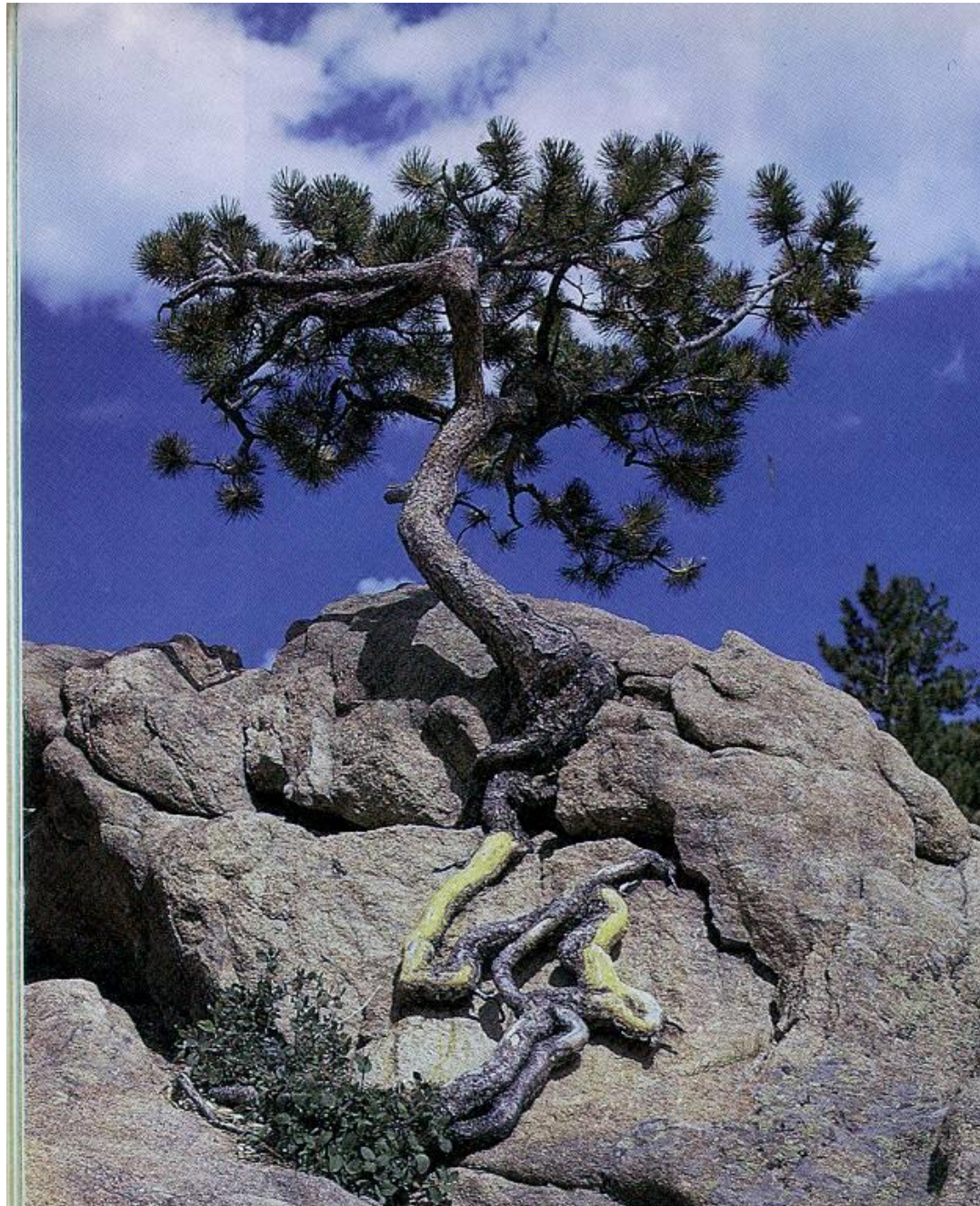
Fig. 8.4 Formação das **juntas de alívio** em consequência da expansão do corpo rochoso sujeito a alívio de pressão pela erosão do material sobreposto. Estas descontinuidades servem de caminhos para a percolação das águas que promovem a alteração química. a) antes da erosão; b) depois da erosão.



(Hamblin & Christiansen 1995)



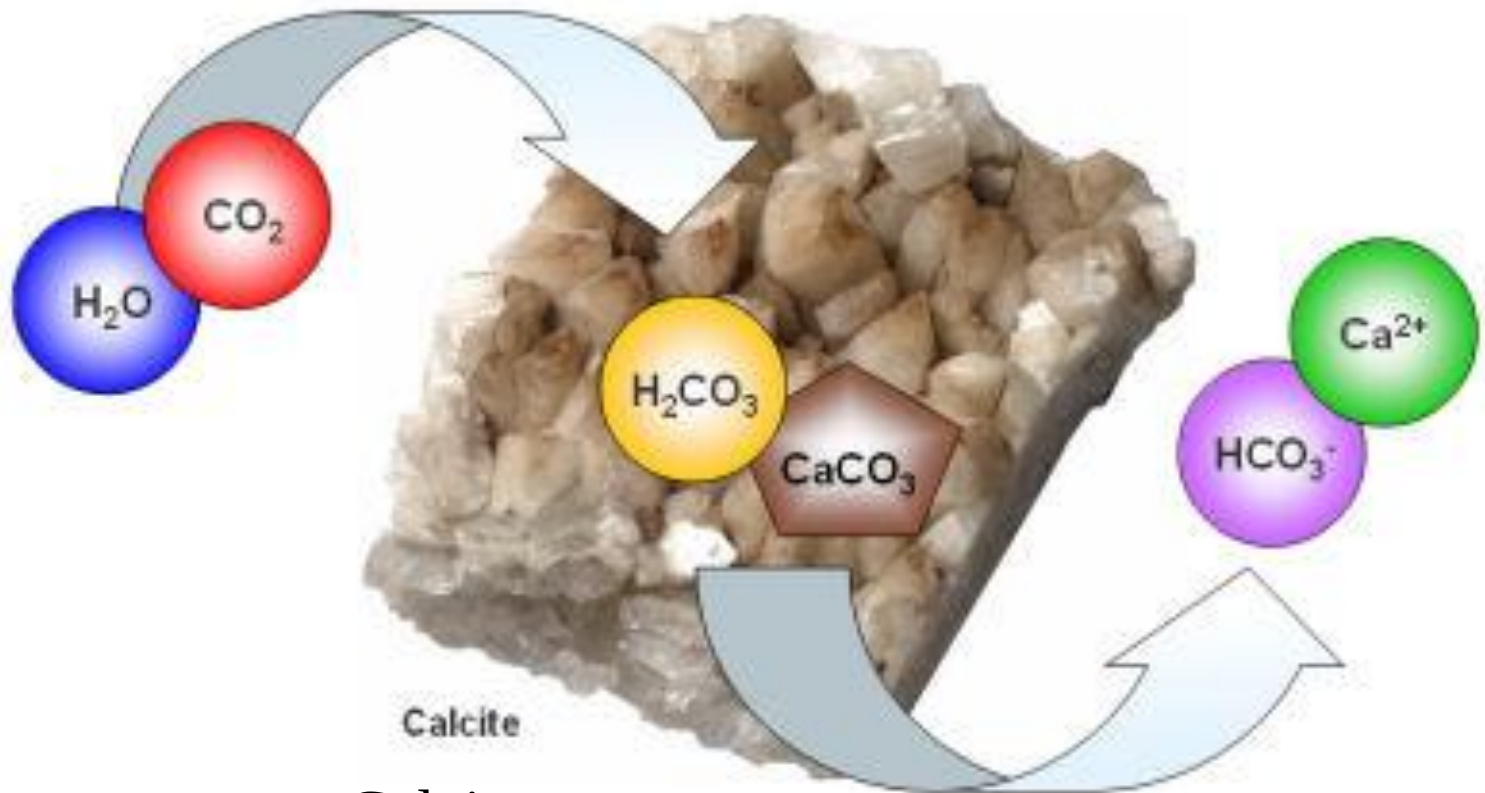
(Skinner & Porter 1992)





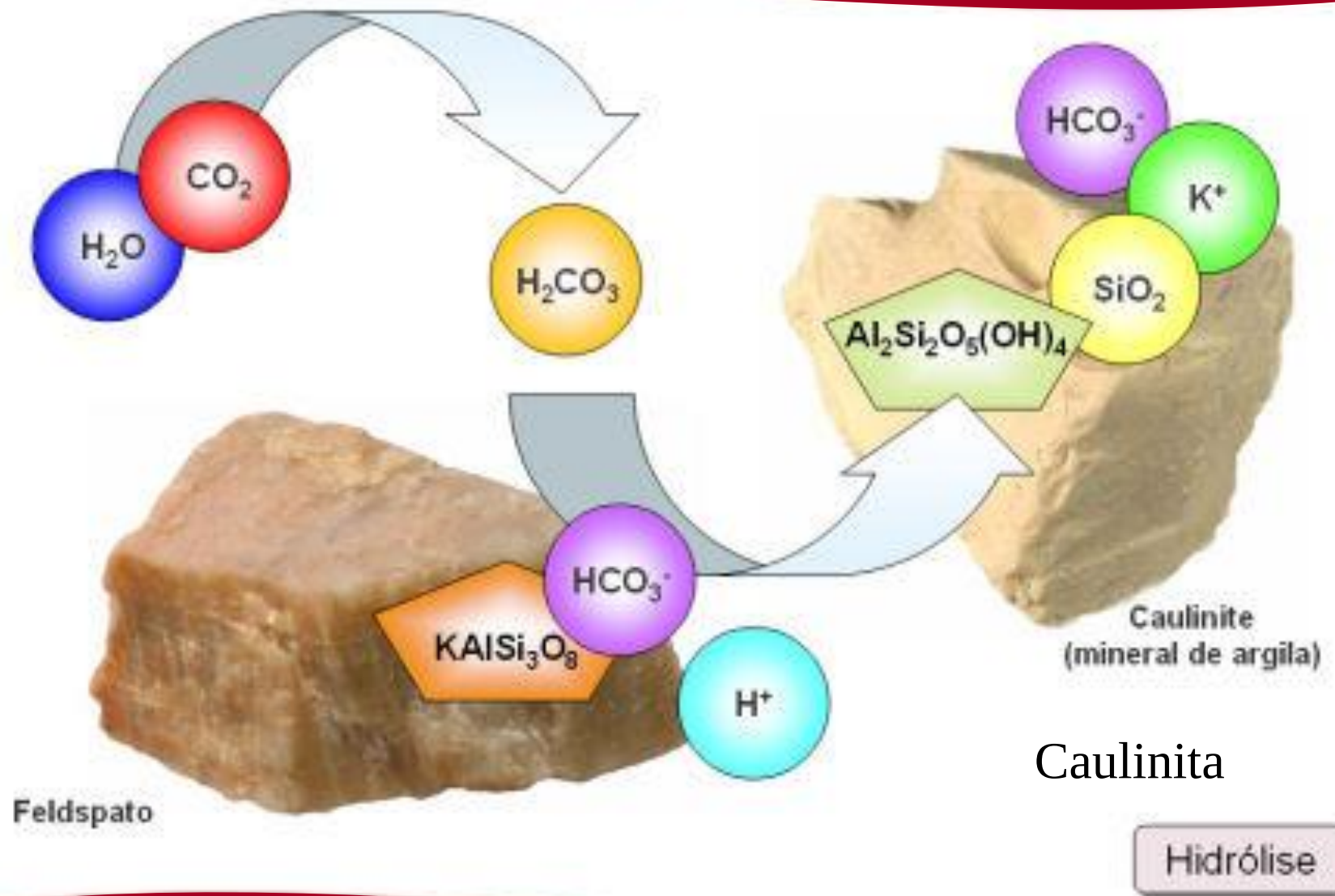
INTEMPERISMO QUÍMICO

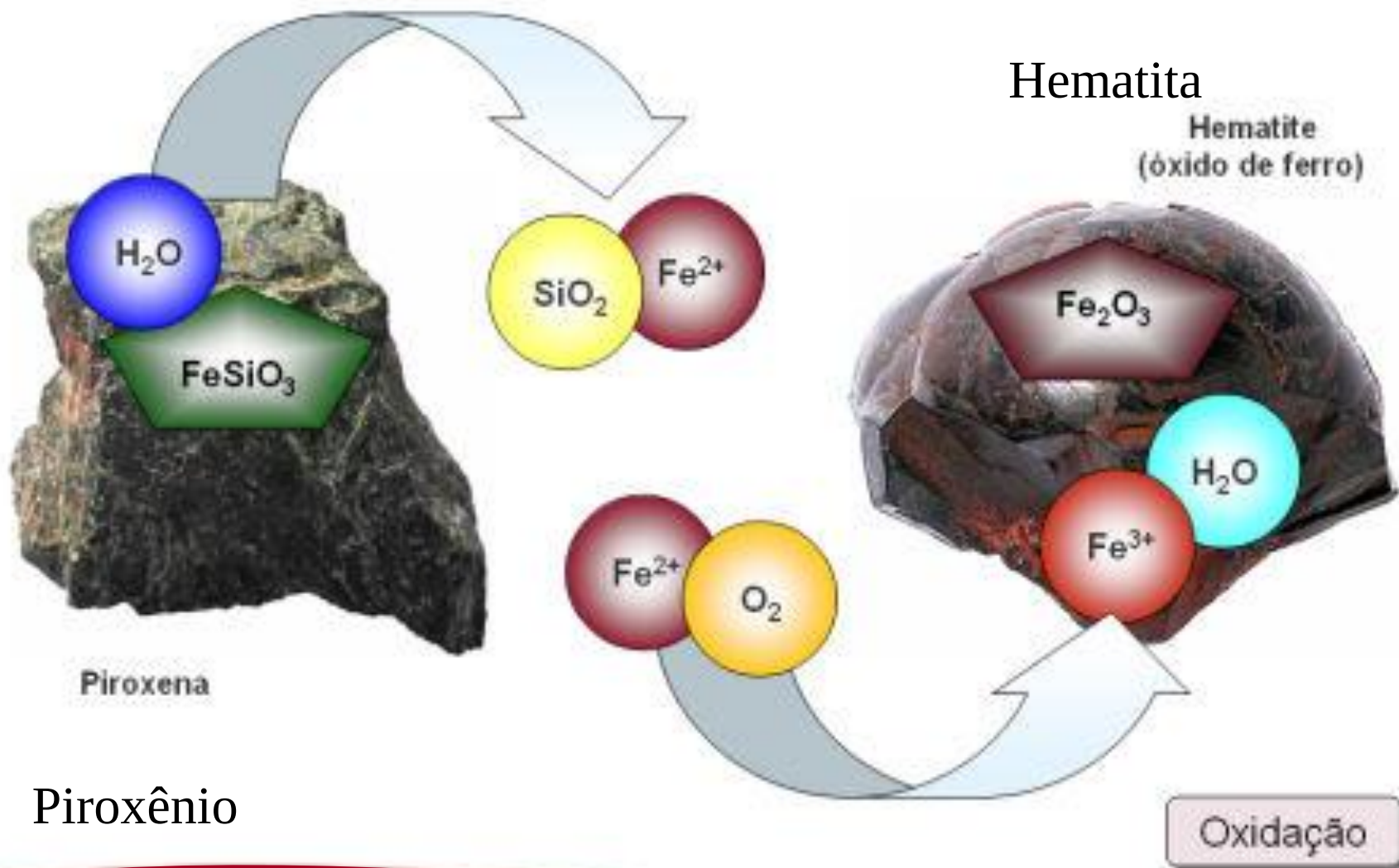
Modifica
os componentes
e
a estrutura interna
dos
minerais



Calcita

Carbonatação





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 descontinuidades 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.

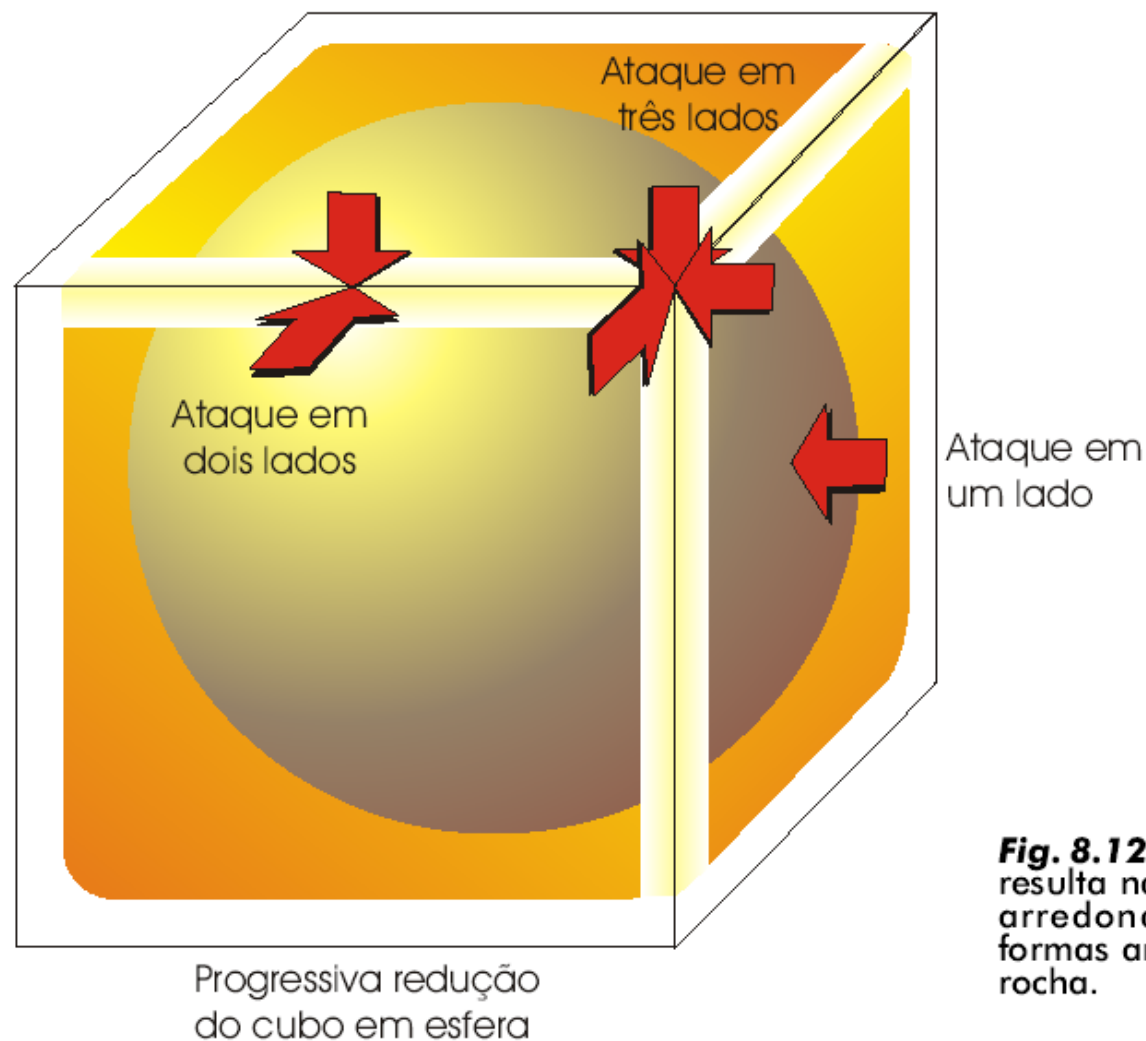
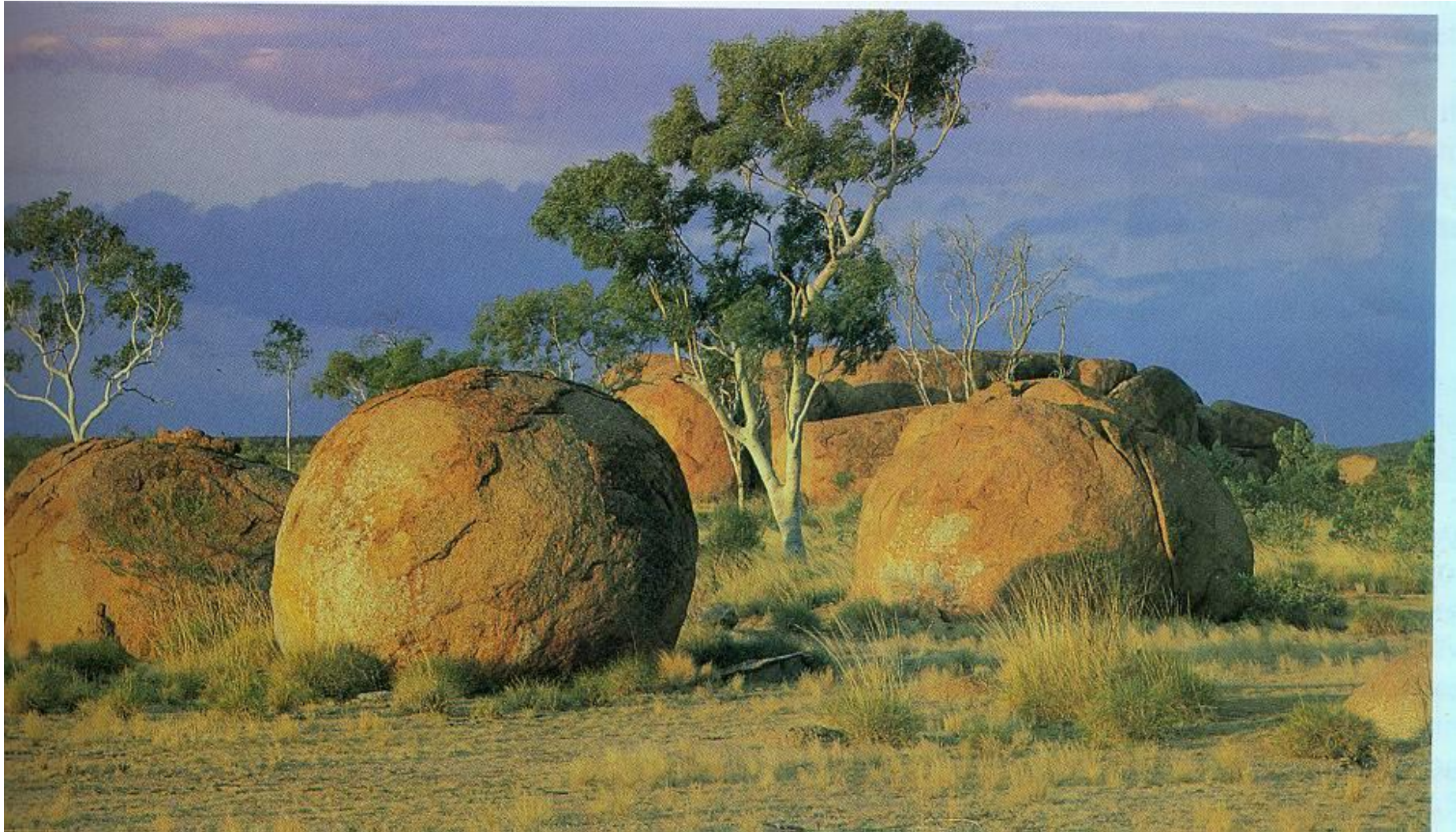


Fig. 8.12 A alteração esferoidal resulta na produção de formas arredondadas a partir de formas angulosas de blocos de rocha.

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
- anfibólio
- piroxênio
- anortita
- olivina
- calcita
- halita

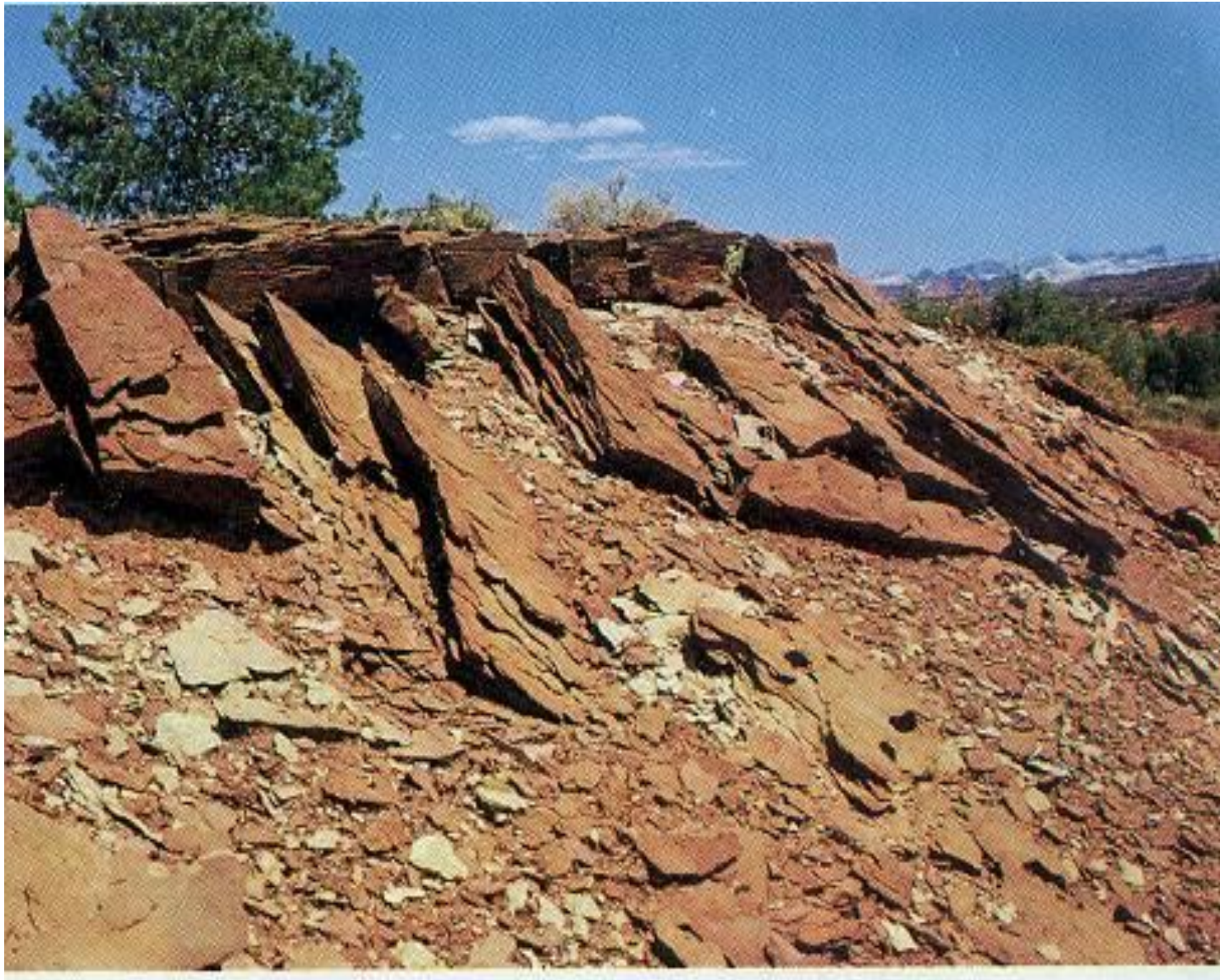
<

>

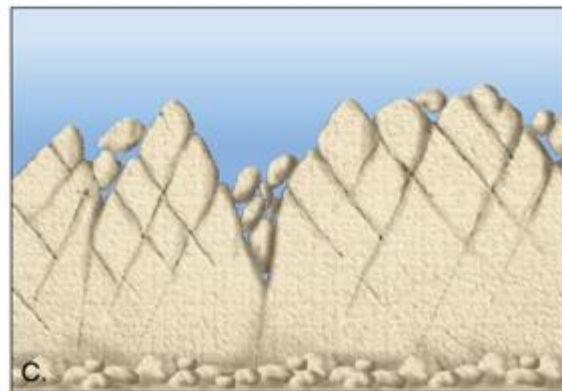
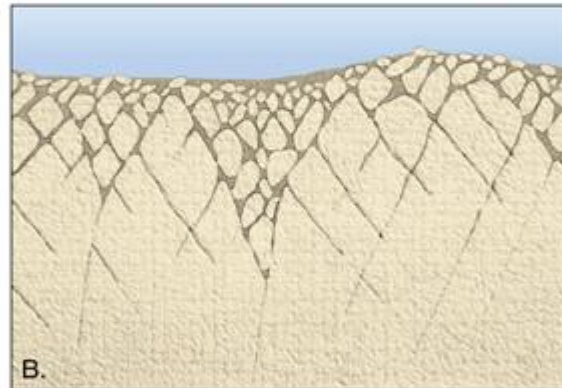
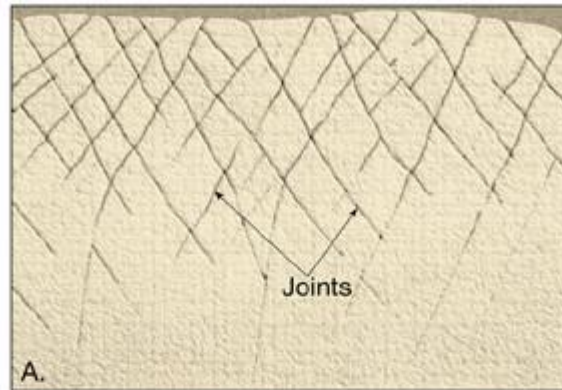


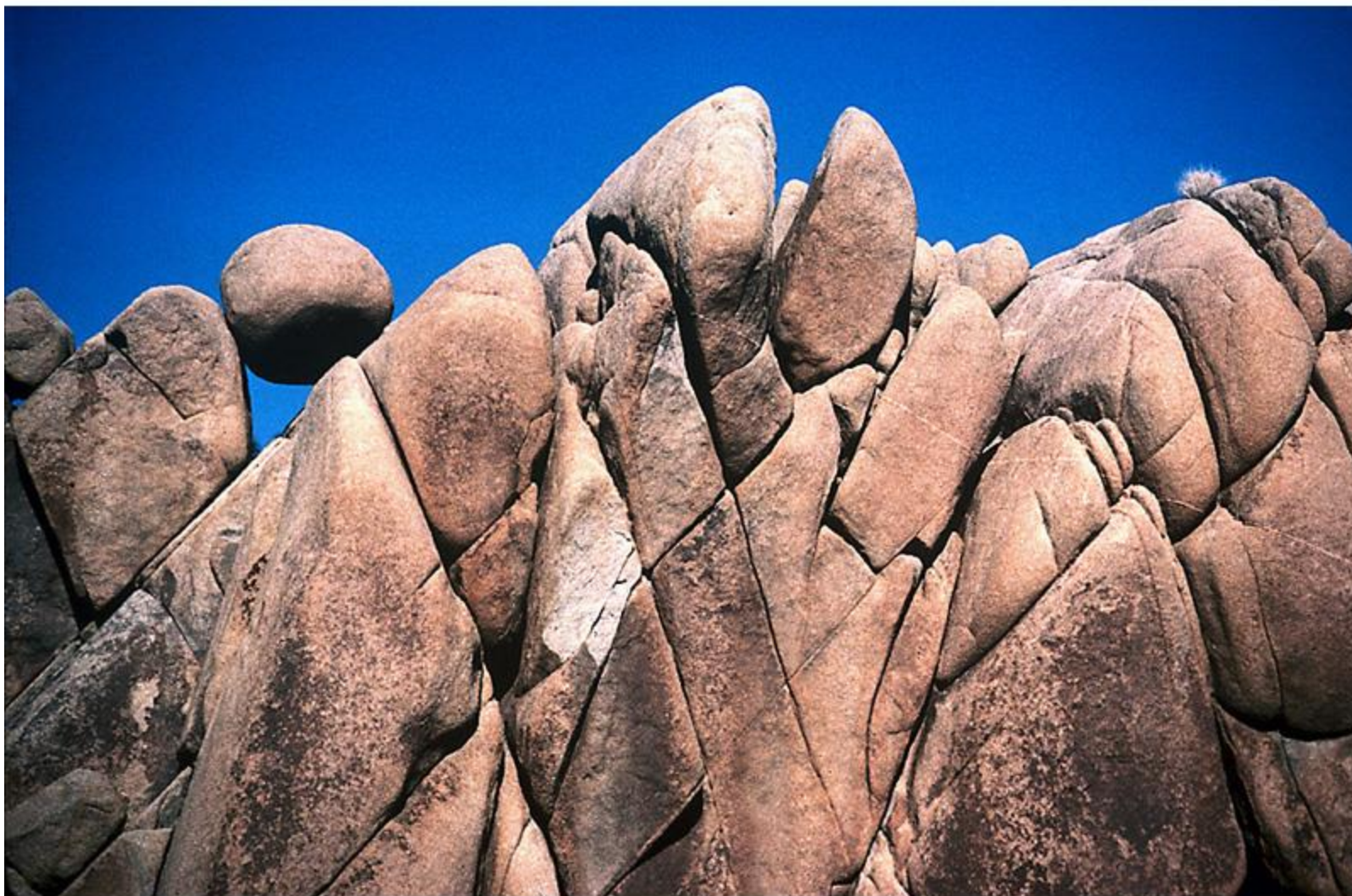
Fig. 8.15 Rochas diferentes expostas na mesma época (década de 1960), apresentando diferentes graus de alteração. A escultura, em mármore, encontra-se bastante alterada, enquanto o túmulo, em granito, está bem melhor preservado. Foto: M. C. M. de Toledo.

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



(Hamblin & Christiansen 1995)



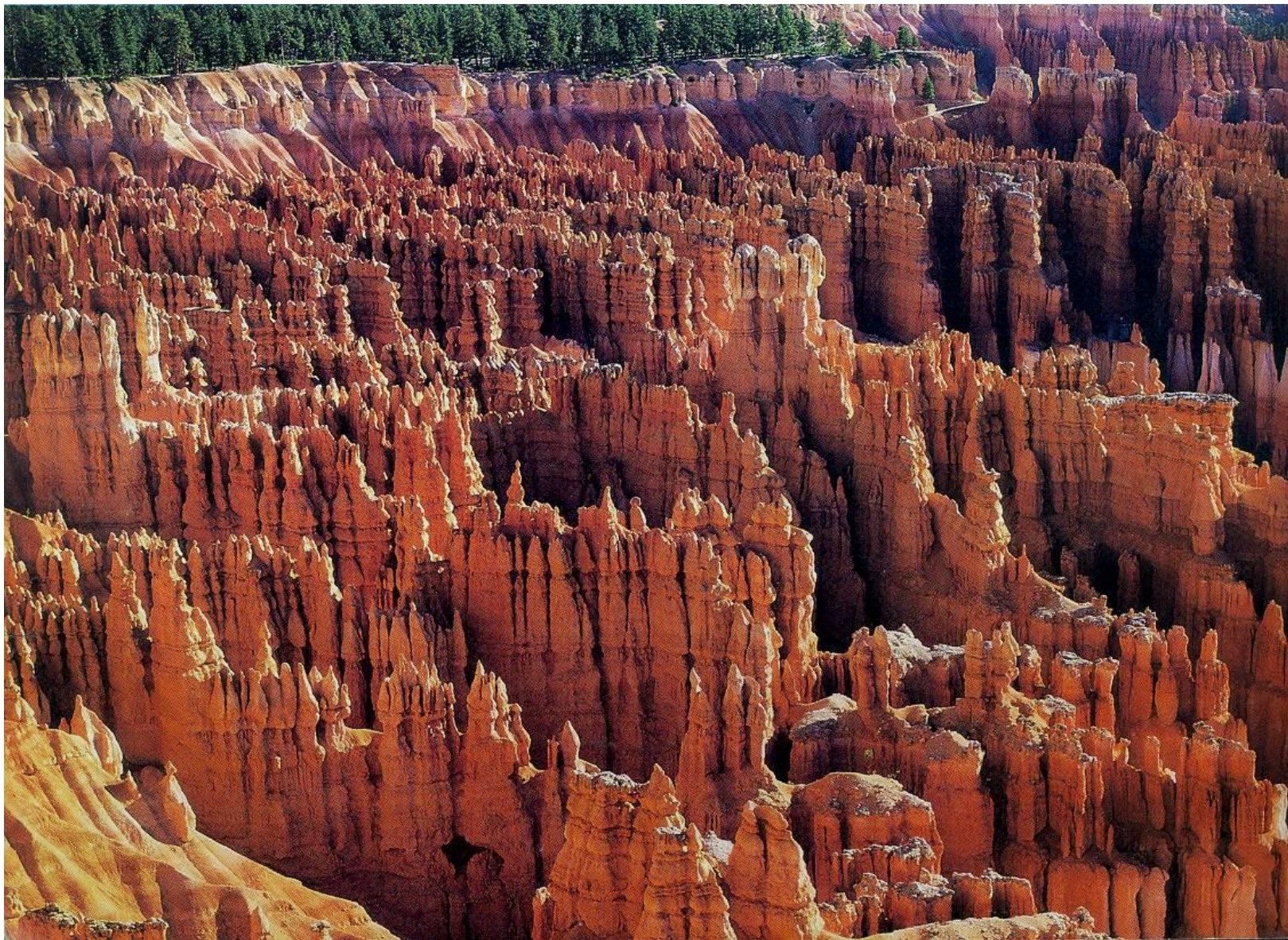


Intemperismo diferencial

- 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

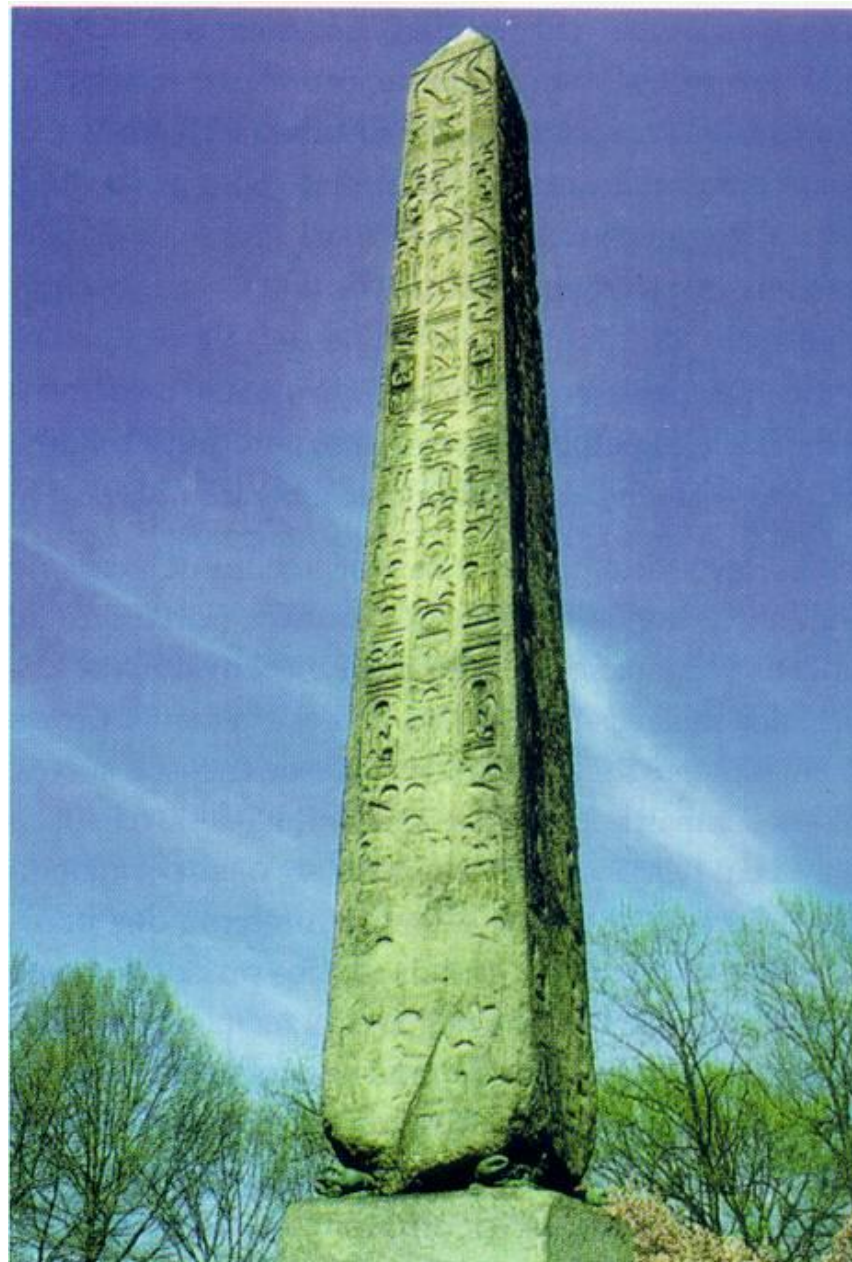
- clima
 - isoladamente é o fator + influente
 - precipitação e temperatura
 - quanto a > a disponibilidade de água e + frequente for sua renovação, + completas serão as reações químicas do intemperismo

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.

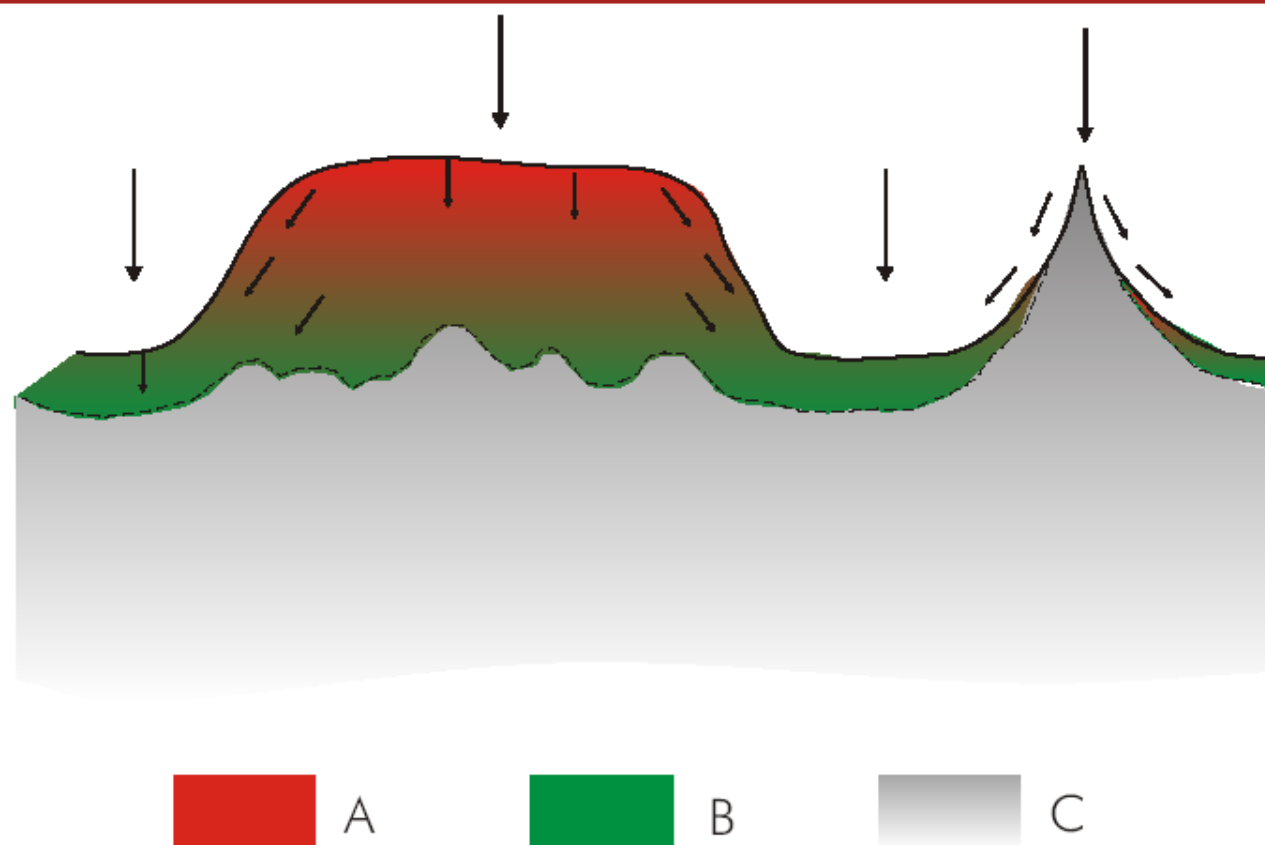


Fig. 8.21 Influência da topografia na intensidade do intemperismo.

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 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

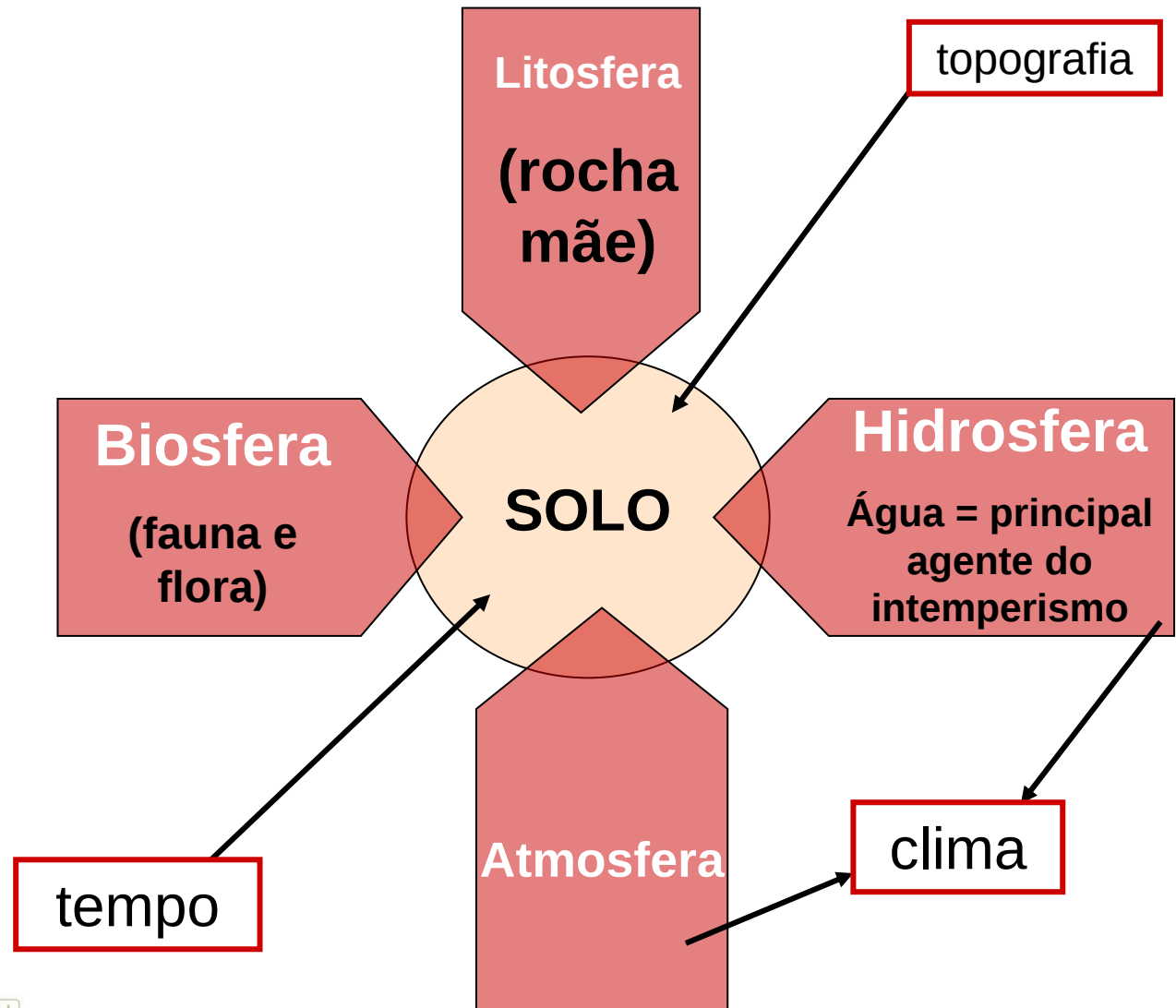
- tempo
 - em condições de intemperismo pouco agressivas, é necessário um tempo + longo de exposição às intempéries para haver o desenvolvimento de um perfil de alteração

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

Definição

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

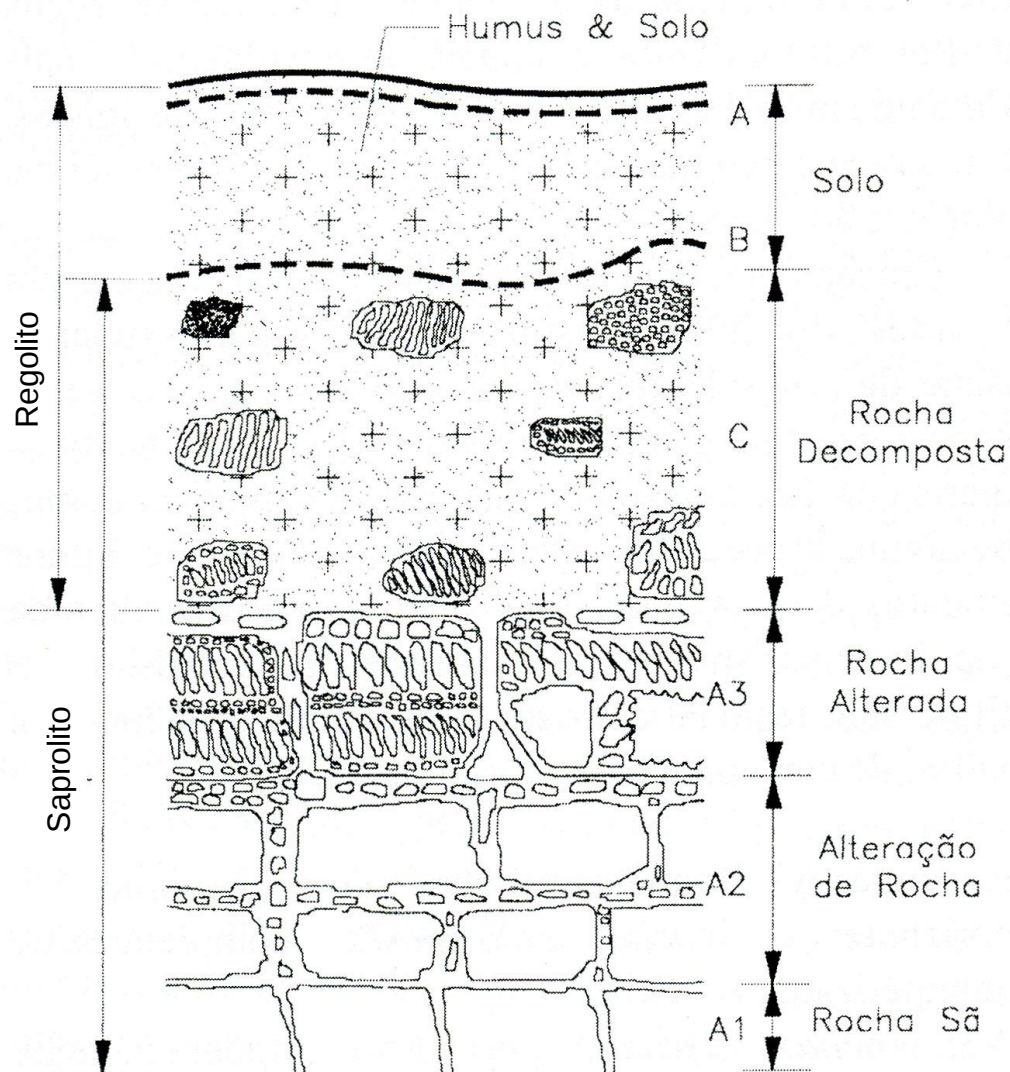


SOLO

- 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.

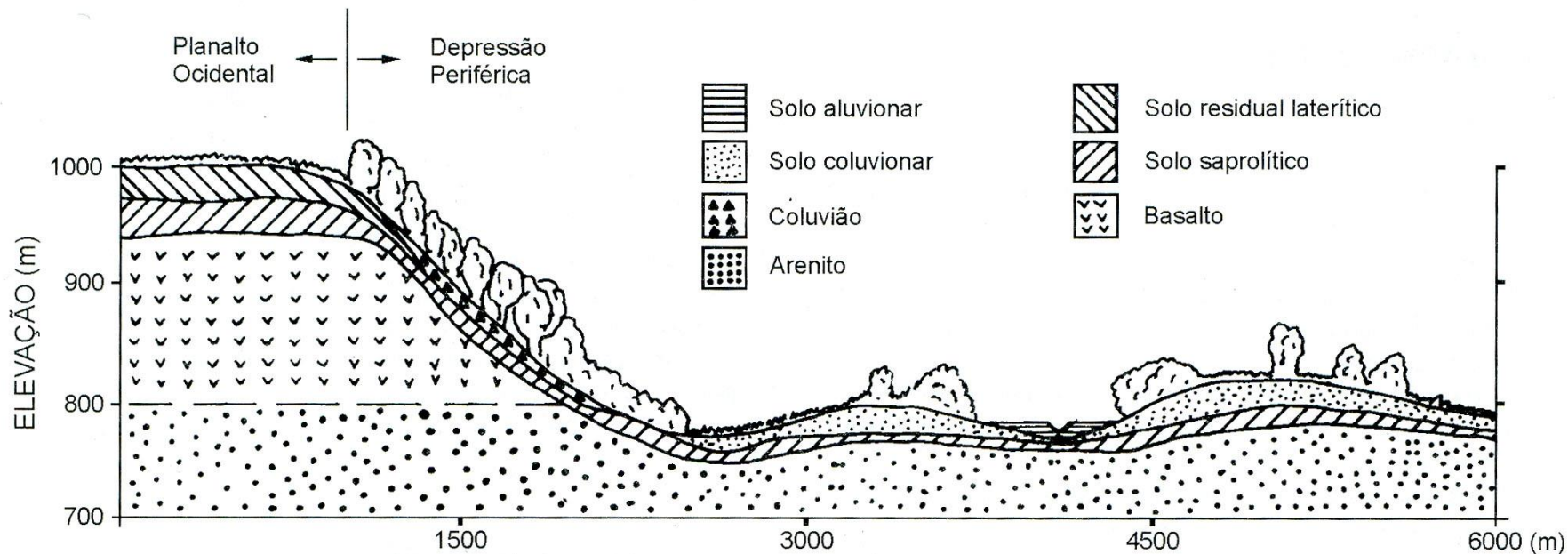


Figura 12.1 Seção esquemática com diversos tipos de solo, em região com escarpa de serra (Serra Geral, interior do Estado de São Paulo)

(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	% retida na peneira 0,074mm maior que 50% Diâmetro menor que 75mm	Pedregulhos. Mais que 50% da fração grossa retida na peneira 4,8 mm	Pedregulhos limpos; % passada na peneira 0,074mm < 5%	$Cu > 4 / 1 < Cc < 3$	GW	Pedregulho bem graduado	
				$Cu < 4$ e/ou $1 > Cc > 3$	GP	Pedregulho mal graduado	
		Areias. Mais que 50% da fração passa na peneira 4,8 mm	Pedregulhos com finos; % passada na peneira 0,074mm > 12%	Finos classificados como	ML MH CL CH	GM	Pedregulho siltoso
						GC	Pedregulho argiloso
	% passada na peneira 0,074mm maior que 50%	Areias limpas: % passada na peneira 0,074mm > 5%		$Cu > 6, 1 < Cc < 3$	SW	Areia bem graduada	
				$Cu < 6$ e/ou $Cc > 3$	SP	Areia mal graduada	
		Areias limpas % passada na peneira 0,074mm > 12%	Finos classificados como	ML MH CL CH	SM	Areia siltosa	
					SC	Areia argilosa	
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		
	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	γ_{dmax} kg/m ³ (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

γ_{dmax} = Densidade aparente seca máxima

(Oliveira & Brito 1998)



Latossolo

Solos ácidos

Bem desenvolvido

Clima tropical úmido

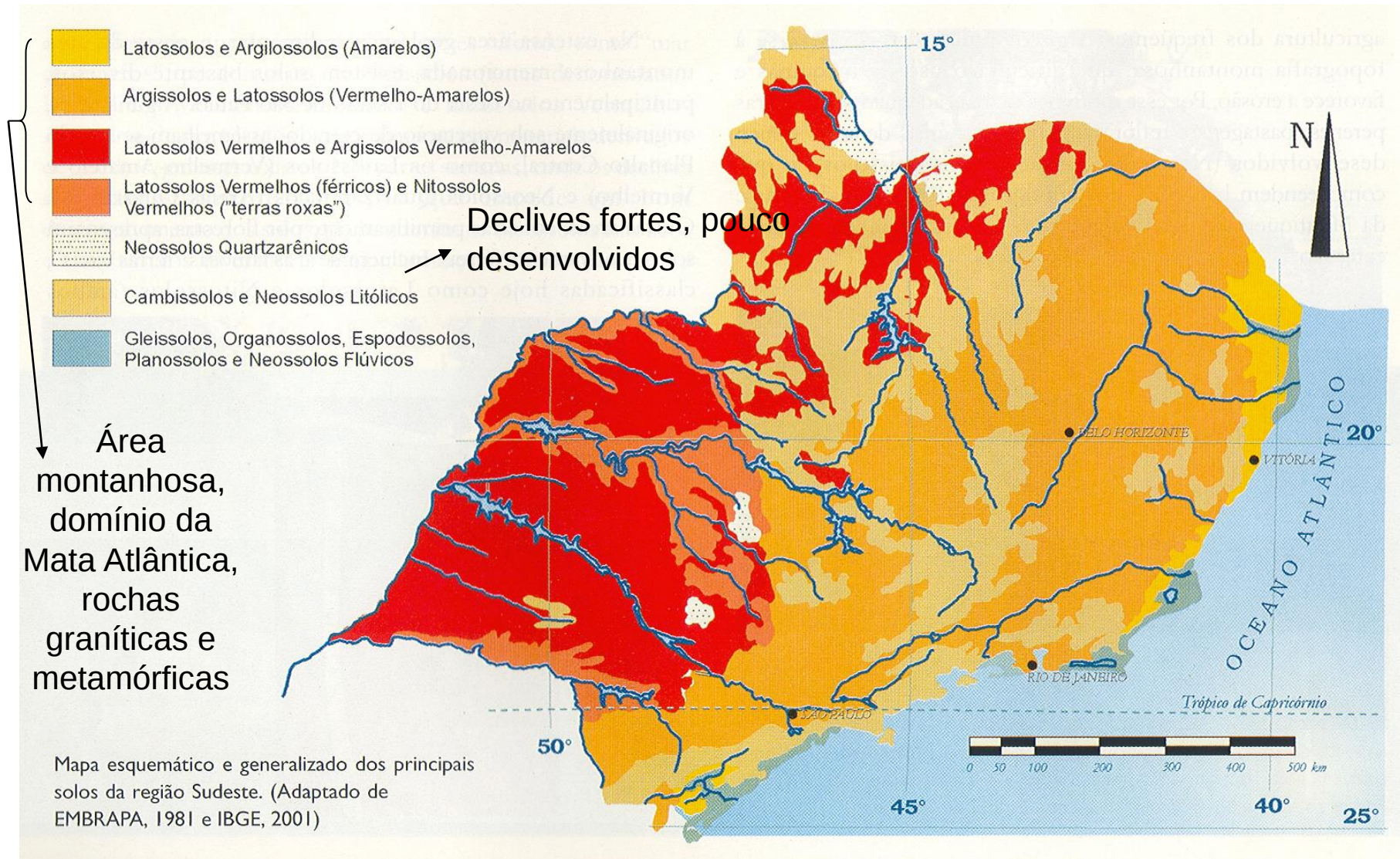
Maior representação
geográfica no Brasil.

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.