

FLG – 0607 – Introdução à Geomorfologia

Aula 04

Domínios morfoclimáticos
árido, semi-árido e tropical
úmido

As formas em meios áridos e semi-áridos

- As regiões de clima árido e semi-árido cobrem perto de 1/3 da superfície dos continentes. Os meios áridos se estendem sobre mais ou menos 22 milhões de km². Trata-se dos desertos quentes (Sahara e Arábia). Existem também os desertos com invernos frios (Ásia Central), em situação continental e os desertos litorâneos (Norte do Chile) → ponto comum, as fracas precipitações.
- Podemos distinguir as regiões áridas das semi-áridas: a agricultura sem irrigação nas regiões áridas é impossível.

Os sistemas de erosão dos países áridos e semi-áridos

- Árido não é sinônimo de seco. Um clima árido é aquele onde se conjuga a ação da secura e do calor.
- Se estima que as regiões áridas (os desertos) são aquelas que recebem menos de 150 ou 200 mm de água por ano na latitude do norte do Sahara e menos de 250 mm na latitude ao sul do Sahara. Existem também as regiões semi-áridas como as estepes da borda norte do Sahara ou mesmo grande parte das regiões mediterrâneas.

- Todas estas regiões são caracterizadas por uma cobertura vegetal quase nula (zona árida) ou dispersa (estepes da borda desértica, florestas das regiões mediterrâneas).
- A grande parte da zona árida é arréica, isto é, ela não tem um escoamento permanente. De todo modo, os cursos d'água são espasmódicos.
- Estas zonas têm temperaturas contrastadas, sobretudo nos desertos quentes. As areias podem chegar a 70°C ao sol. Entretanto, as temperaturas à sombra não ultrapassam raramente os 20°C.

Os solos

- Os solos adaptados a estes regimes climáticos são pouco espessos ou inexistentes.
- Nos países semi-áridos (de 150 a 50mm de precipitação por ano), formam-se em superfície ou em baixa profundidade as crostas calcárias. A origem destas crostas é discutível: parece que são formadas devido ao fato de que as precipitações são raras para que outros materiais que não sejam os sais e os calcários sejam dissolvidos. Estes são fixados em superfície ou no interior do solo imediatamente após as chuvas.

Os agentes de erosão

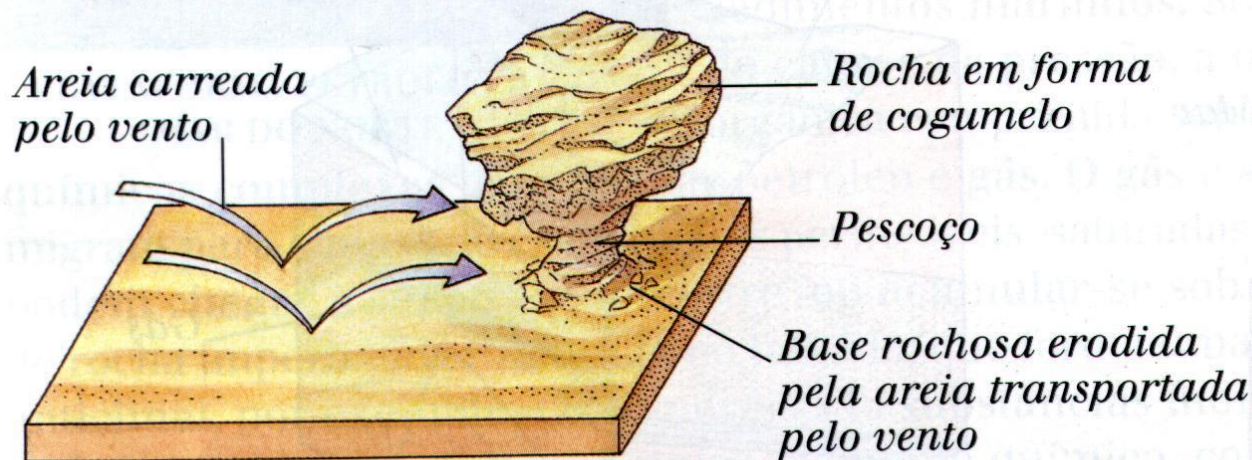
- **As modalidades de fluxo**: é nulo num deserto absoluto e ativo nas regiões semi-áridas. Nestas regiões, as vertentes são atacadas pelas chuvas repentinas.
- Nas vertentes rochosas, o solo pode ser completamente levado pelo ravinamento, fazendo com que a rocha apareça.
- Em contrapartida destes ataques intensos, os cursos d'água têm seus leitos maiores desmesurados, cheios de cascalhos enormes, que são invadidos somente no momento das enchentes.

- Nas regiões verdadeiramente áridas, a chuva não é ausente. Os fluxos difusos retiram muitos detritos finos da superfície do solo.
- **Fraqueza de alteração química – intensidade de alteração mecânica**: a desagregação mecânica é intensa porque a cobertura vegetal e o solo não conseguem equilibrar as variações consideráveis de temperatura → dilatação e contração. Em geral, as vertentes rochosas secas ficam quase imunizadas.
- Se o clima do deserto é pouco agressivo, sabe-se que nos climas semi-áridos os fluxos reinam e as formas serão mais frágeis se as vertentes não forem protegidas pelas crostas calcárias.

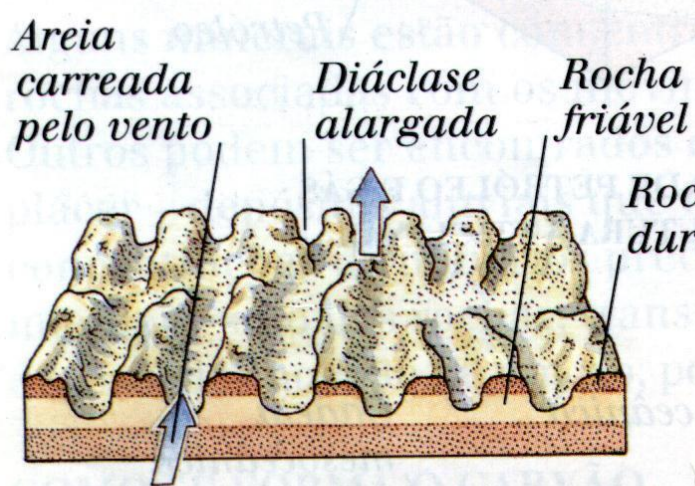
- **O papel do vento**: é o agente essencial dos climas áridos.
- O vento erode por **deflação** e **corrasão**.
- a) **A erosão eólica**: a **deflação** é a **varredura pelo vento** dos detritos móveis e finos dos solos formados nos períodos pré-desérticos ou da decomposição atual da rocha.
- A **corrasão** é o **ataque da rocha**, mesmo dura, pelo vento armado de materiais que ele transporta.

- A **corrasão**:
- 1º) ataca as argilas, que ela corta em cristas chamadas *yardangs*. As raízes dos arbustos têm um papel fixador.
- 2º) desobstrui os planos de xistosidade das rochas por erosão diferencial.
- 3º) modela os cascalhos em facetas levemente côncavas, uma perpendicularmente ao vento dominante e outras obliquamente.

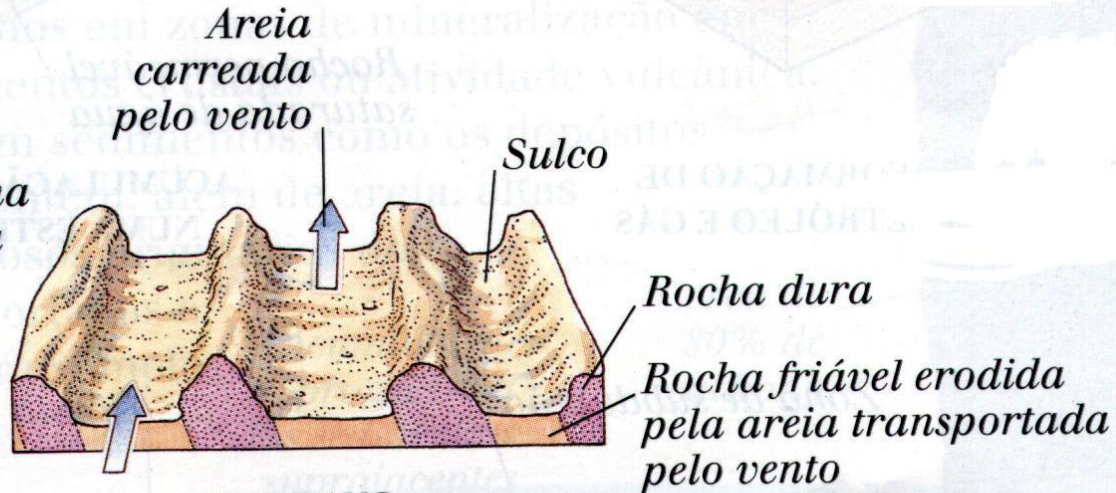
ASPECTOS PRODUZIDOS PELA AÇÃO DO VENTO



PEDESTAL DE ROCHA



TESTEMUNHOS (ZEUGEN)



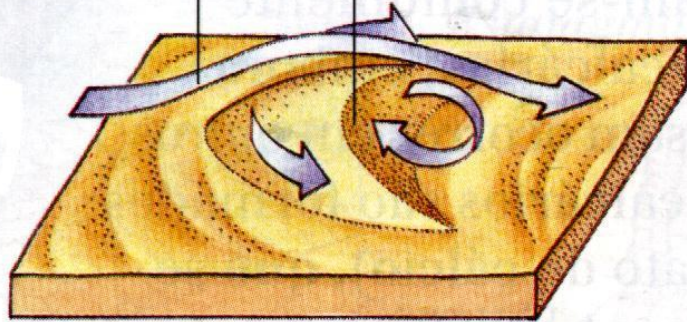
YARDANG

- b) A acumulação eólica, as dunas: o vento deposita uma parte dos materiais que ele varreu ou arrancou.
- As grandes acumulações de areia representam 20% da superfície total dos desertos.
- O transporte pelo vento é seletivo, isto é, um depósito eólico possui grãos de granulometria homogênea.
- Quando abandona os grãos que ele transporta, o vento constitui acumulações muito variadas: as **dunas elementares (barcanas)** e as **dunas longitudinais** paralelas.

TIPOS DE DUNAS

Direção do vento

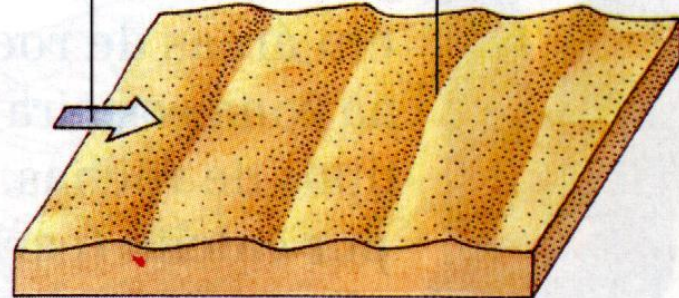
Duna em forma de crescente



DUNA BARCANA

Direção do vento

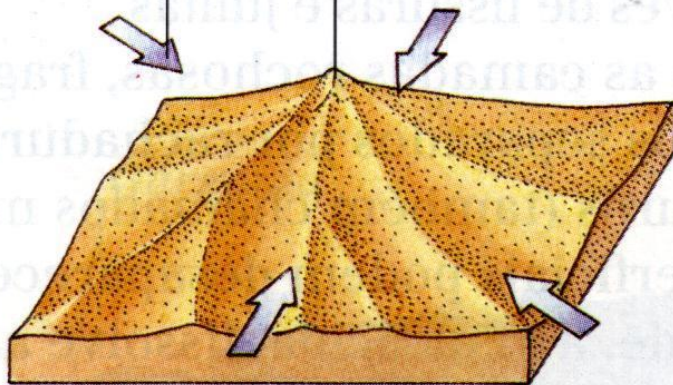
Duna ortogonal à direção do vento



DUNA TRANSVERSAL

Direção do vento

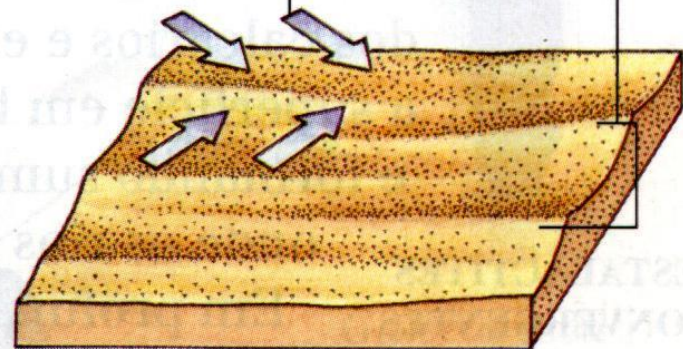
Ponto em que as cristas das dunas se encontram



DUNA ESTRELADA

Direção do vento

Dunas paralelas

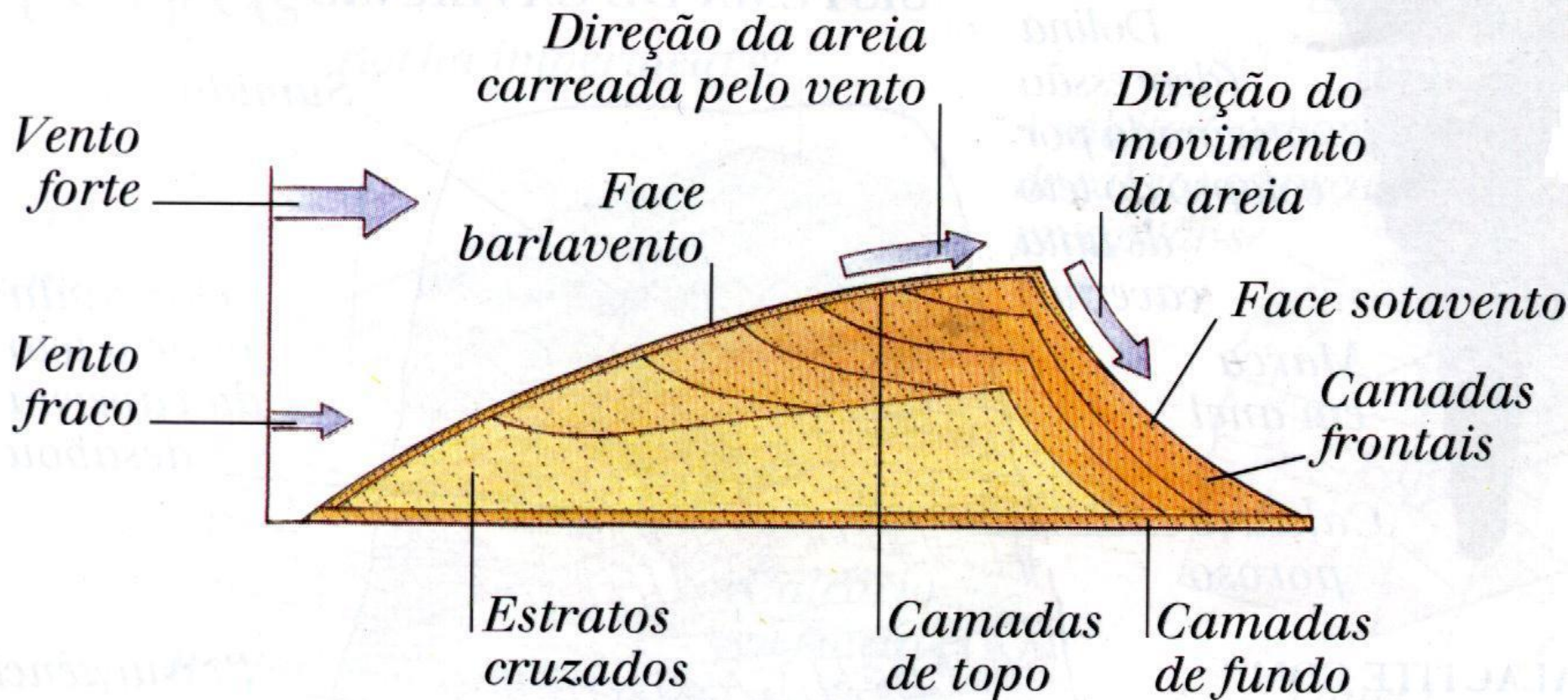


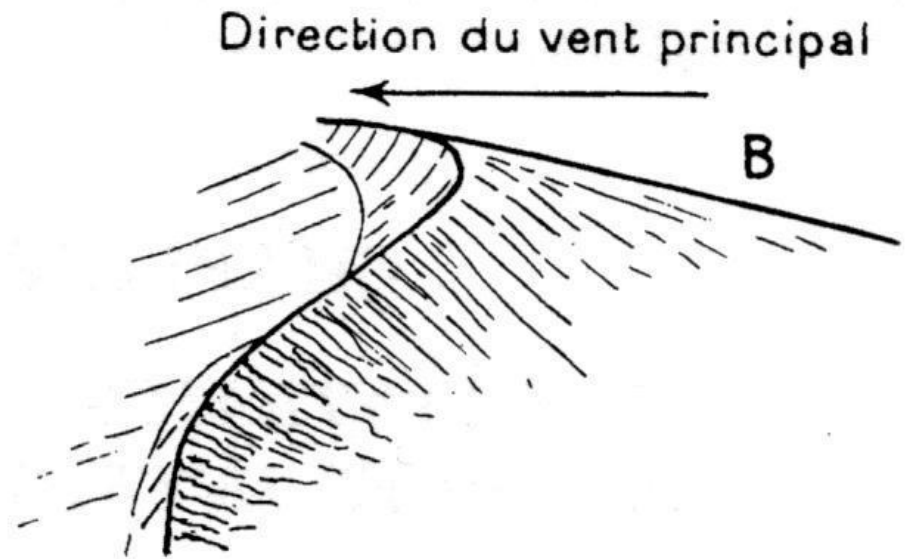
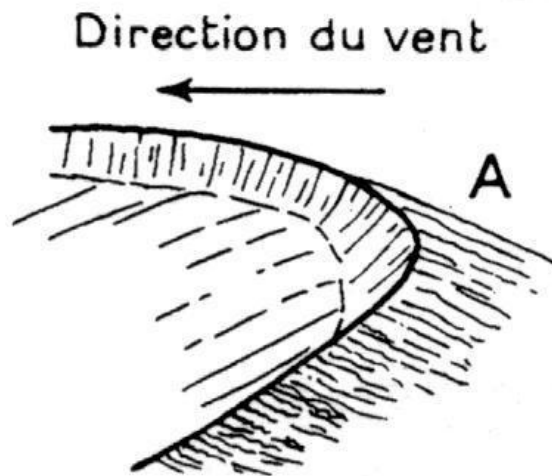
SEIF (DUNA LINEAR)

- Chamamos de barcanas as dunas em forma de crescente (croissant). Há muitas delas no Sahara. Os dois braços do *croissant* se alongam na direção que sopra o vento, pois elas avançam mais rápido que no centro da duna.
- A barcana é uma duna jovem, formada por um regime de ventos dominantes. Ela tem um perfil em três seções: uma seção ao vento, que termina bruscamente, por onde se faz a acumulação e apresenta um declive suave.

- A segunda seção, em declive muito inclinado, é o tálus onde caem as areias, sob o vento. Uma terceira parte, em declive médio, é devido ao revestimento (*placage*), pelo turbilhão de retorno, contra a vertente de recaída, da areia que cai do alto do *sif*. Este nome é dado à crista de uma duna ou a uma duna em forma de S. O S se explica por uma certa variedade do vento.
- As pequenas dunas se movimentam com velocidades de 10m por ano.

CORTE TRANSVERSAL DE UMA BARCANA





Barkhane (A) et sif (B).

Remarquer le profil en trois sections.

Inselbergues e pedimentos

- As regiões áridas e semi-áridas apresentam um modelado em **inselbergues** (=montanhas, ilhas, em alemão) e de **pedimentos** (superfícies sobre rochas mecanicamente resistentes, fracamente inclinadas).
- Os **inselbergues** apresentam cristas agudas. Trata-se de rochas resistentes que sobreviveram a longos períodos de erosão. Suas vertentes são muito abruptas. Na sua base acham-se rupturas de declive brutal (Knicks).
- “Os **inselbergues** são resíduos da pediplanação, em climas áridos e semi-áridos. São elevações pouco alongadas e relativamente ilhadas, cuja evolução se fez em função de um sistema de erosão, com o clima semi-árido.” (GUERRA & GUERRA, 1997)

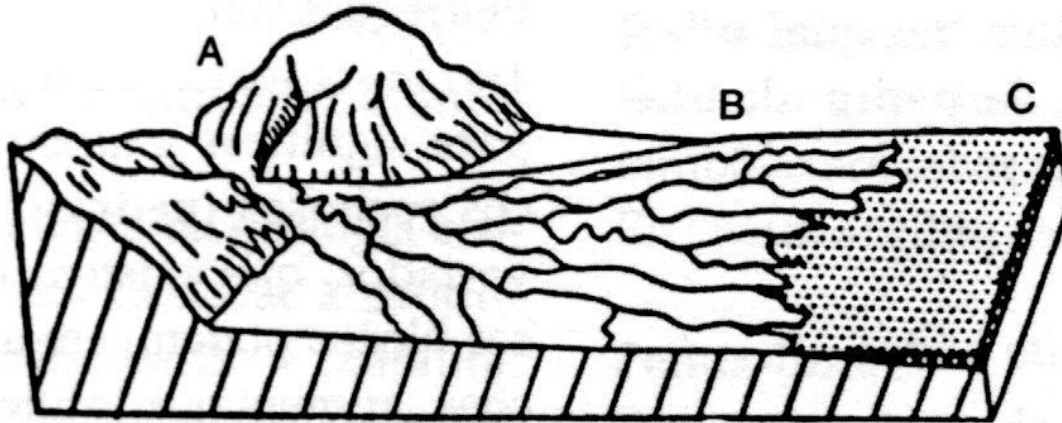
- Os **pedimentos** se desenvolvem em seguida, com uma declividade de 5° , ao lado dos *knicks*. Esta vertente está em equilíbrio com o tamanho dos detritos fornecidos pelo inselbergue. Geralmente as rochas dos pedimentos são menos resistentes que os dos inselbergues.

- “**Pedimento** é uma formação que aparece nos países de clima árido quente ou semi-árido, cujo material é trazido pelos rios que fazem um lençol, à semelhança de um grande leque, logo à saída da montanha. Todavia, esta zona de lençol será aplainada e constituirá o glaciis de erosão. Esse material será assim transportado mais para baixo, dando origem a uma planície de aluviões chamada **bajada** ou **glacis de sedimentação**. Nessas **bajadas** podemos encontrar depressões onde se acumulam águas de caráter permanente ou temporário denominadas **playas**.” (GUERRA & GUERRA, 1997)



Glacis de São Pedro-SP.
Fonte: OLIVEIRA, D. de, 2013.

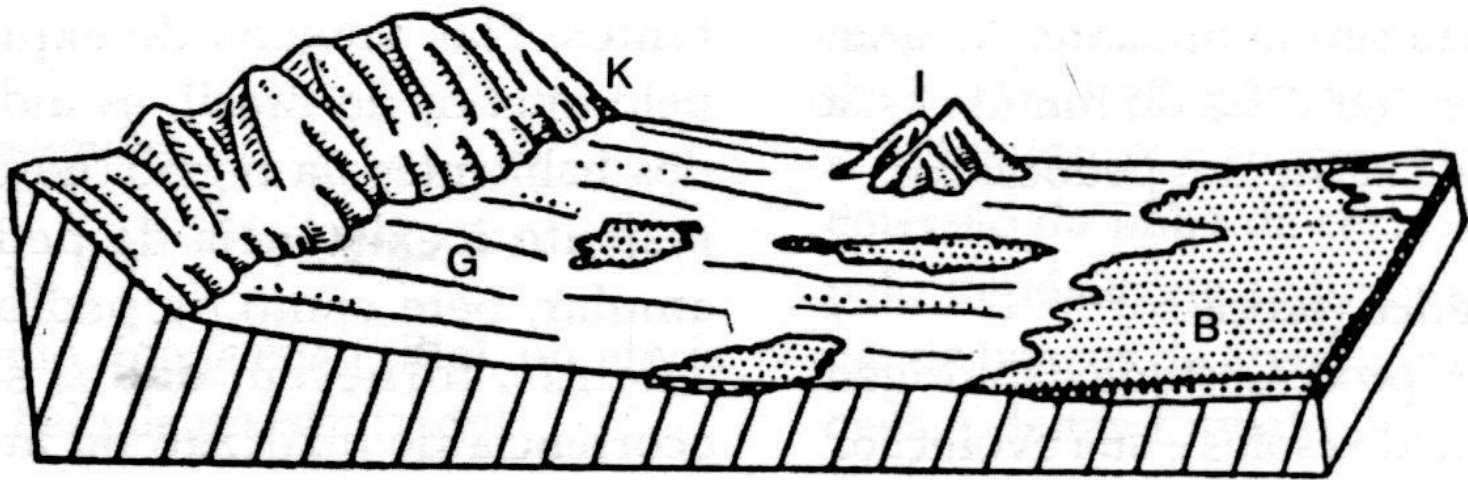
Pedimento



Na zona A é o domínio da erosão vertical; zona B o da erosão lateral (glacis de erosão — vide) e zona C o de acumulação (glacis de sedimentação ou bajada — vide).

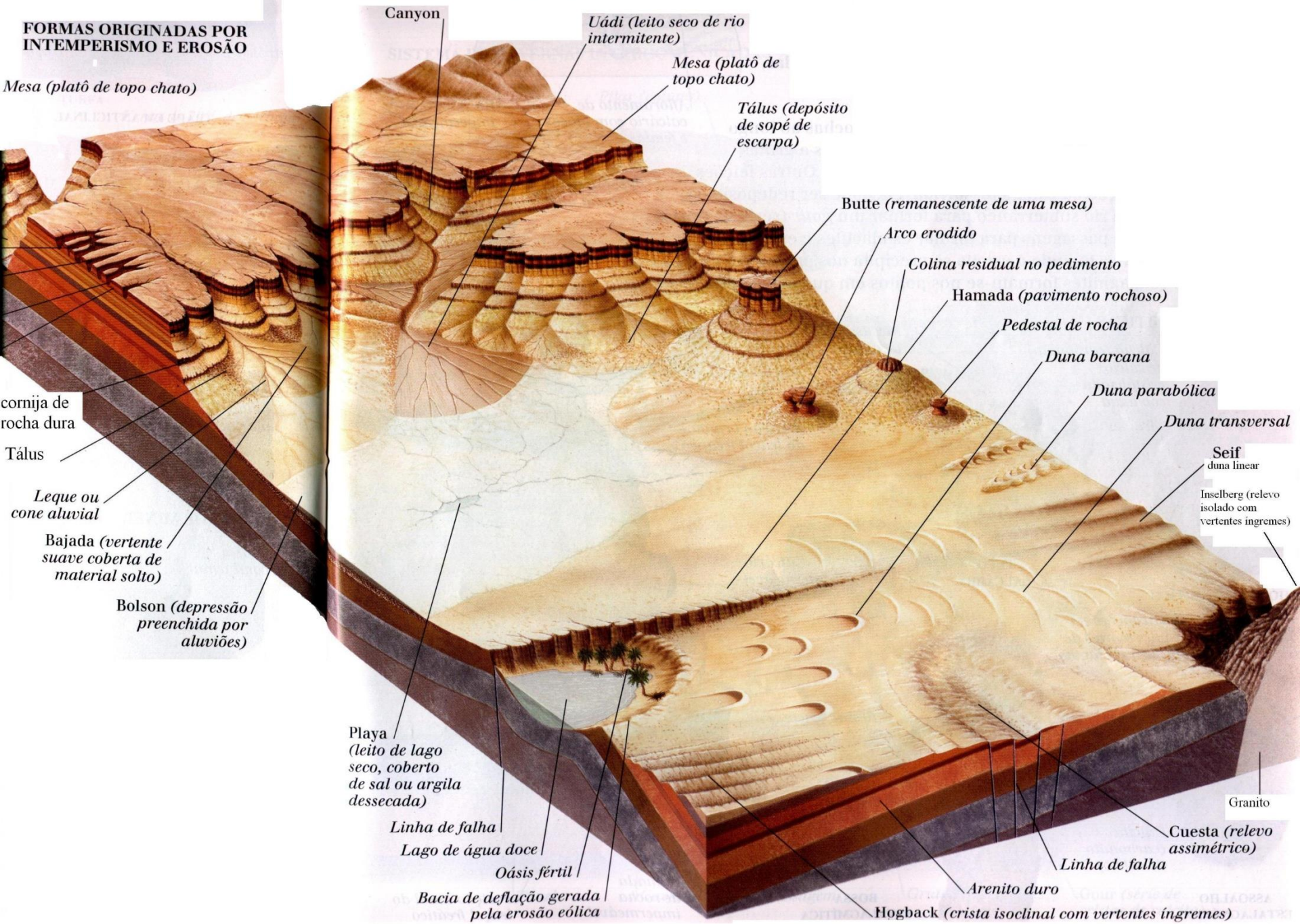
- “Os *pediplanos* são superfícies planas formadas pelas justaposições de glaciais. O pediplano é uma superfície inclinada, formada pela coalescência de pedimentos. Nos pediplanos ou nos pedimentos podem ser encontrados relevos residuais (inselbergues). São grandes superfícies de erosão modeladas nos climas áridos quentes e semi-áridos.” (GUERRA & GUERRA, 1997)

Pediaplano



*Pediaplano, vendo-se: K — knick, G — glacis d'erosion (pedimento), I - Inselbergue
B — bajada ou playa*

**FORMAS ORIGINADAS POR
INTEMPERISMO E EROSIÃO**



Mesa (platô de topo chato)

Canyon

Uádi (leito seco de rio intermitente)

Mesa (platô de topo chato)

Tálus (depósito de sopé de escarpa)

Butte (remanescente de uma mesa)

Arco erodido

Colina residual no pedimento

Hamada (pavimento rochoso)

Pedestal de rocha

Duna barcana

Duna parabólica

Duna transversal

Seif duna linear

Inselberg (relevo isolado com vertentes íngremes)

Granito

Cuesta (relevo assimétrico)

Linha de falha

Arenito duro

Hogback (crista isoclinal com vertentes íngremes)

Bacia de deflação gerada pela erosão eólica

Oásis fértil

Lago de água doce

Linha de falha

Playa (leito de lago seco, coberto de sal ou argila dessecada)

Bolsão (depressão preenchida por aluviões)

Bajada (vertente suave coberta de material solto)

Leque ou cone aluvial

Tálus

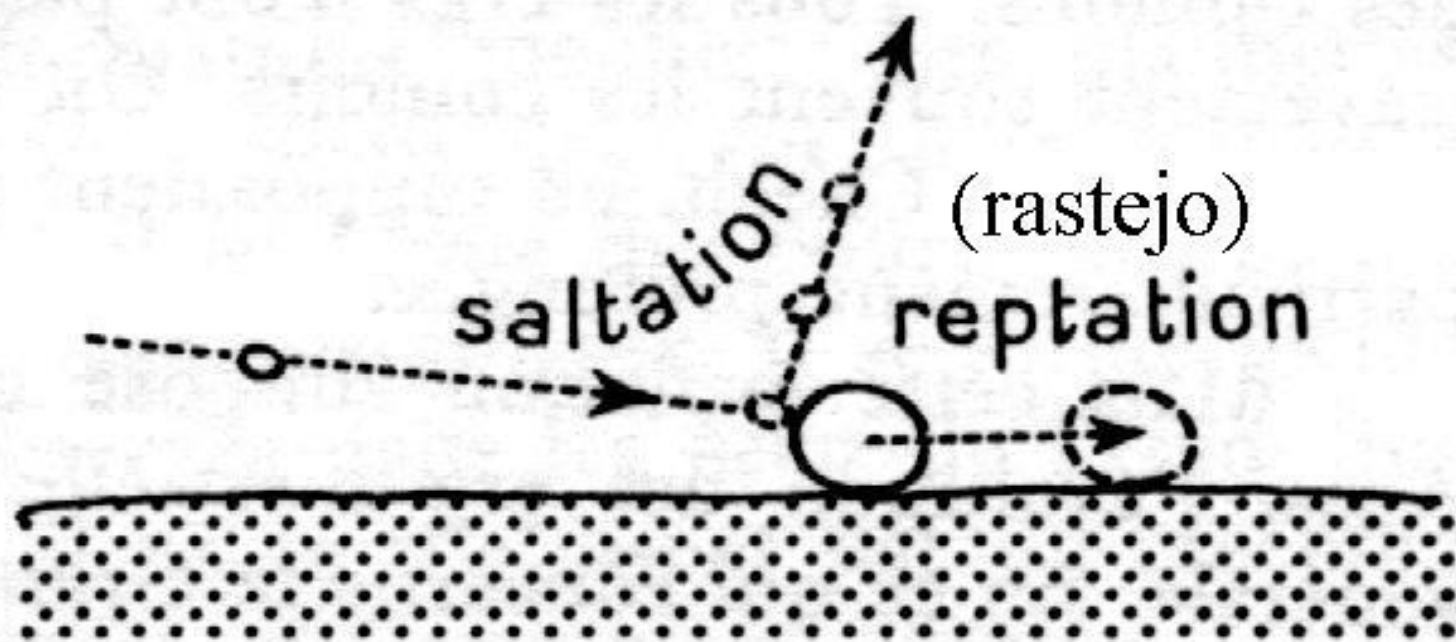
cornija de rocha dura

Bajada (vertente suave coberta de material solto)

Dinâmica das areias eólicas

- Todo grão de areia tende a cair verticalmente, mas ele é freado pela resistência do ar segundo leis aerodinâmicas.
- As partículas finas são transportadas em suspensão, mas as areias tendem a cair rapidamente.
- O transporte das areias é seguido de dois processos: **saltação** e **rastejo**.

- Elevada quase verticalmente (pois o contato do vento com o solo é fraco), a partícula segue uma direção oblíqua, pois seu peso tende a fazer cair. Ela toca o solo, mas retoma o salto assim que toca um grão mais ou menos estável. A retomada a eleva quase verticalmente de novo e o movimento recomeça → **saltação**.
- Um grão, mesmo que grande, que se desloca ligeiramente por um grão em saltação sofre um **rastejo eólico**. E assim forma-se um bombardeamento de uma série de fracos movimentos no sentido do vento. Desses bombardeios resultam minúsculas rachaduras na superfície dos grãos, o que se pode ver em uma lupa.



*Bombardement d'un grain grossier
par un grain fin en saltation.*

Le grain grossier avance par impact. Le résultat est une reptation des grains grossiers.

Aridificação e desertificação

- A **aridificação** significa uma mudança climática, que se efetua no estabelecimento de um clima mais ou menos árido numa região. Esta modificação se efetua em função da circulação atmosférica geral. As fases de aridificação se sucedem no tempo geológico. Dez mil anos antes de nossa era, o Sahara era um meio relativamente úmido.

- A **desertificação** significa a degradação dos meios semi-úmidos frágeis, na borda dos desertos. É resultado de uma pressão humana excessiva sobre um meio-ambiente. A destruição da cobertura vegetal e dos solos provoca a progressão do deserto. O vento retira as finas partículas do solo e a rocha aparece.
- As dunas antigas fixadas pela vegetação podem se movimentar, assim que a vegetação é destruída.
- Principais aspectos: destruição da vegetação, dos solos, progressão das dunas.
- Estes dois termos são sinônimos para alguns geógrafos.

Domínio Morfoclimático Tropical Úmido

Características principais

- A coexistência de calor e de chuvas superiores à evapotranspiração potencial durante pelo menos 3 a 4 meses, com ausência de inverno.
- Temperaturas médias mensais superiores a 18°C e amplitude térmica que não ultrapassa 10°C .
- Apresenta formações vegetais densas, florestas e savanas.
- Ocupam cerca de 20% da superfície das terras emersas.

Domínio florestal

- É centrado no Equador.
- A presença de calor e umidade determina alterações físico-químicas e bioquímicas.
- A ausência de gelo é importante porque a fragmentação das rochas torna-se reduzida, mas o ataque químico é constante.
- A decomposição das rochas é mais rápida do que o transporte de detritos sobre as vertentes.
- Os solos são profundos e bem drenados.

O meio ecológico

- Ciclo vegetativo constante → vegetação sempre verde.
- Ausência de estações do ano → elevado teor de umidade e fraca amplitude térmica → evapotranspiração elevada.
- Lençol freático permanente e espesso → cheias imediatas devido ao estado de saturação dos solos.

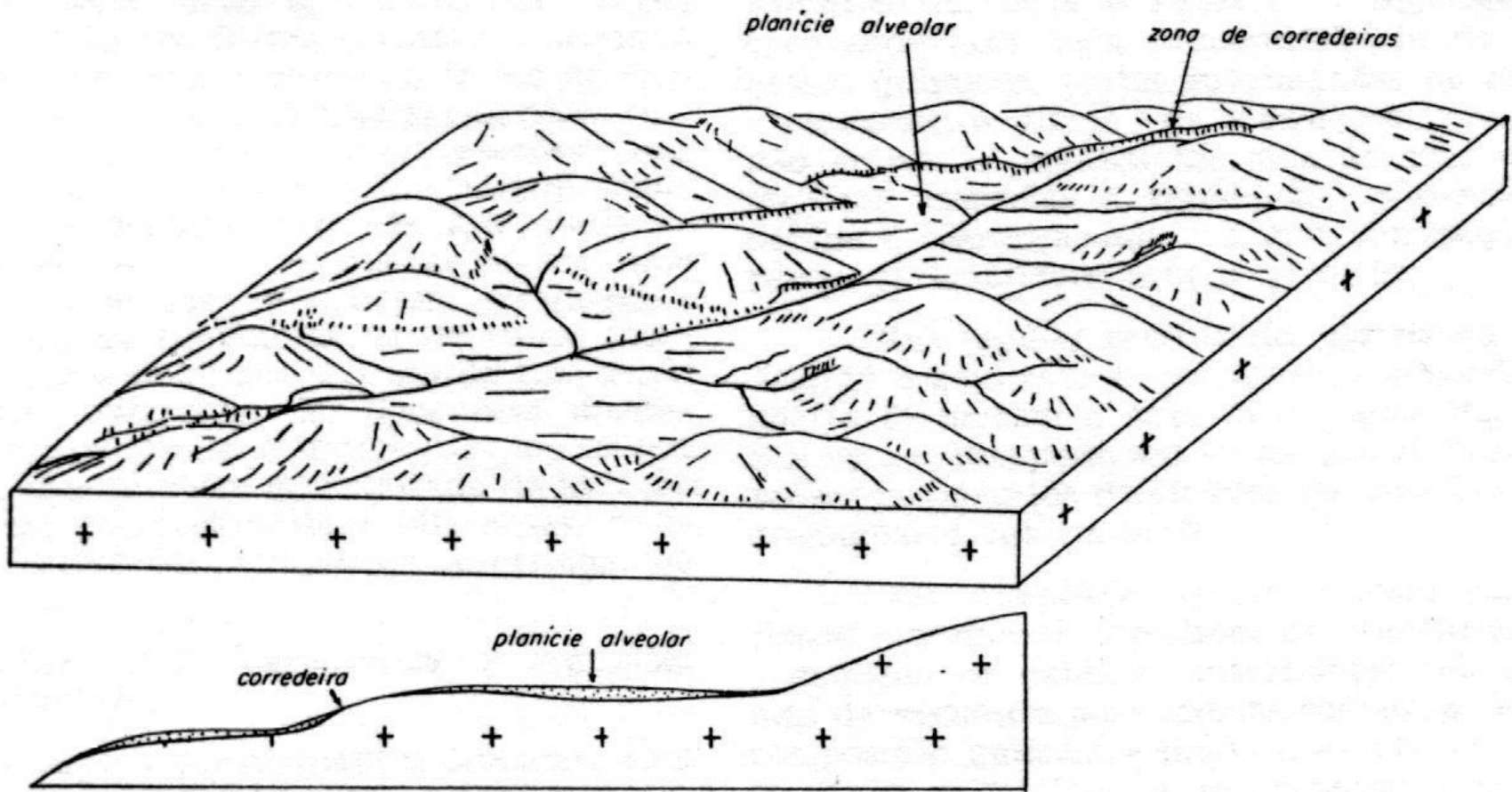
Processos

- *Decomposição química intensa* → abundância de argilas → a quantidade de argilas nos solos florestais das regiões quentes e úmidas representa 50 a 60% do peso total do solo, enquanto nas regiões temperadas representa 6 a 10%.
- Os solos espessos atingem 20, 30 a 50 metros.

- Os **processos de transporte sobre as vertentes** – em solução → perda de bases, que são os elementos mais solúveis → teor de substâncias dissolvidas nos rios.
- **Saltação pluvial e escoamento difuso** → a ação das gotas de chuva faz as partículas mais finas do solo se locomoverem, apesar da proteção da vegetação.
- O escoamento difuso é um agente importante de transporte, pela falta de gramíneas → erosão lateral e remoção de detritos finos → é um dos processos mais eficazes na esculturação da convexidade das vertentes.

As formas de relevo

- As formas mais comuns esculpidas em terrenos granítico-gnáissicos são as **meias-laranjas** ou **relevo mamelonar** ou ainda **mares de morros**.
- As vertentes são convexas e os declives se situam entre 15° e 25° ou 30° . O solo geralmente é espesso.
- As vertentes são convexas do topo à base e os vales são planos devido a chegada de detritos ser superior à capacidade de transporte pelos rios.
- Vertentes de 50° e 60° (**pães-de-açúcar**) recuam rapidamente por processos físico-químicos que provocam desagregação da rocha. A forte inclinação não permite o desenvolvimento de solos. A vertente recua e a verticalidade se mantém.

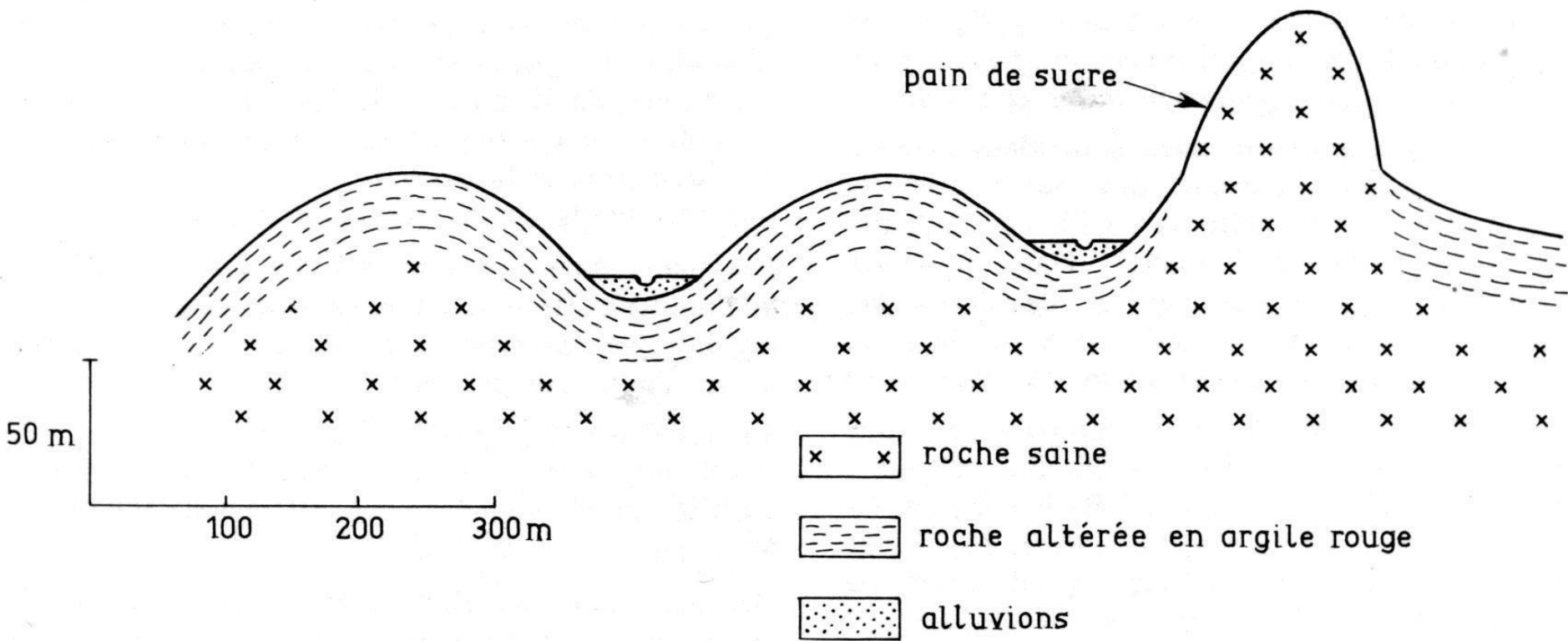


Topografia característica de terrenos graníticos em regiões tropicais úmidas



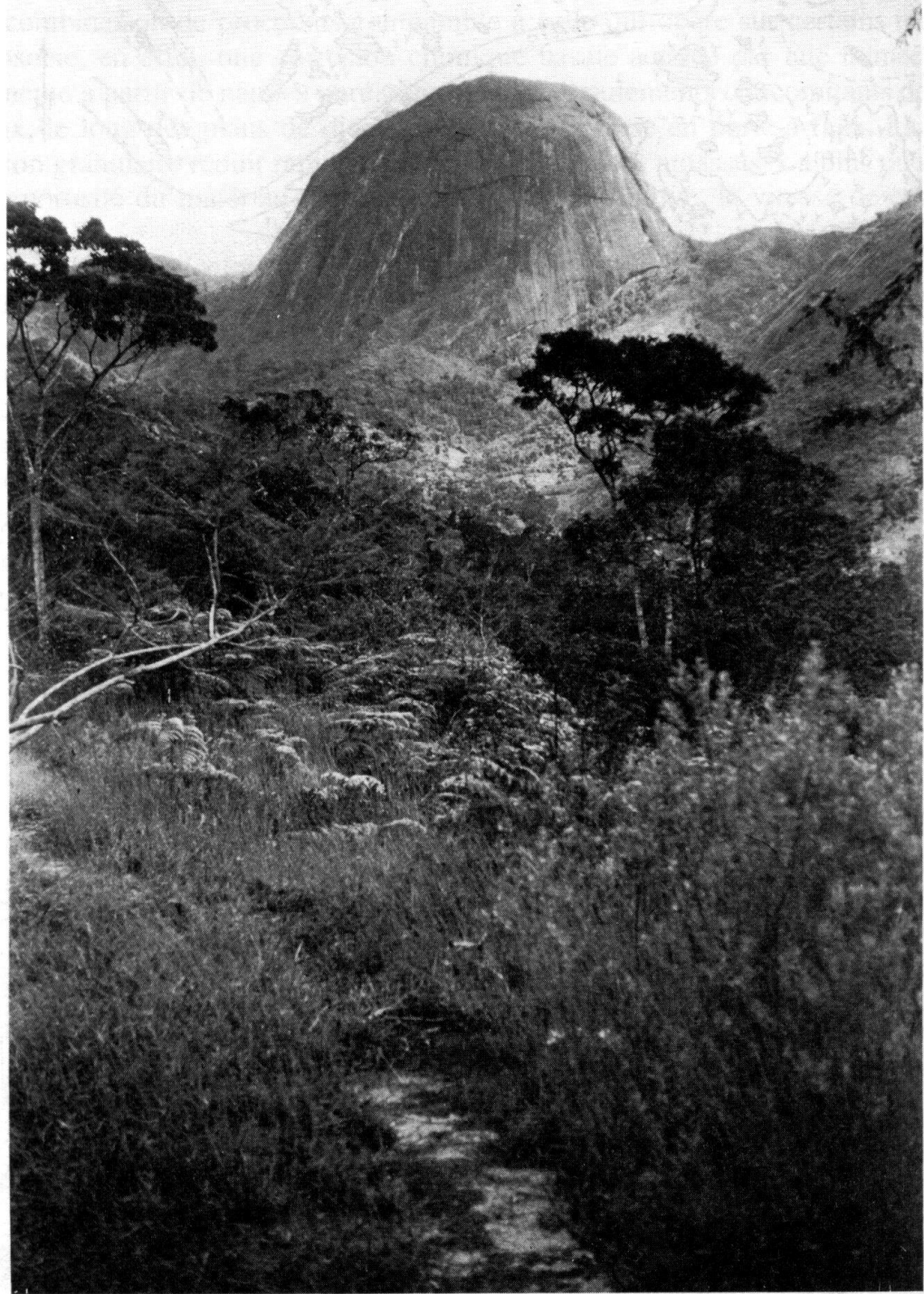
Mar de Morros.

Fonte: <http://www.saoluizdoparaitinga.sp.gov.br/site/o-que-fazer/mais-pontos-de-visitacao/>



Type de relief de la forêt équatoriale.

Croupes d'argile rouge d'altération, dominées par un *pain de sucre* de roche non altérée.



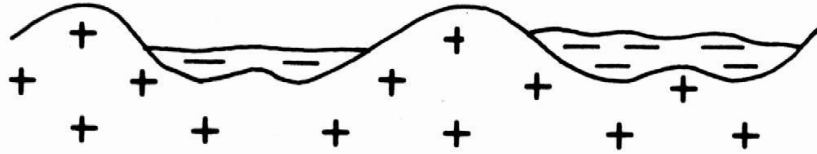
Domínio das regiões tropicais com estação seca definida (savanas)

- A savana é menos úmida do que as florestas e submetida a um regime pluviométrico sazonal mais contrastado.
- A característica climática básica é a alternância de períodos chuvosos e de seca acentuada.
- A pluviosidade anual gira em torno de 1.000 e 1.500mm e se concentra em 4 ou 6 meses de primavera e verão ou verão e outono.
- As temperaturas médias anuais são elevadas, girando em torno de 20°C.

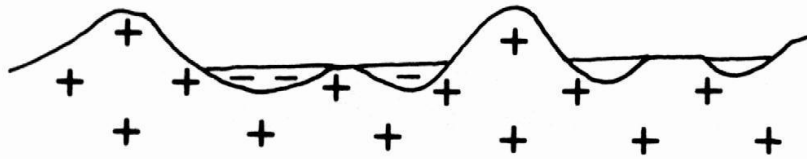
- Existência de **couças ferruginosas** →
- (concreção) concentração local de um composto químico, como o carbonato de cálcio ou óxido de ferro, na forma de grão ou nódulo, variando no tamanho, forma, dureza e cor. **Concreção ferruginosa:** concreção resultante da concentração de óxido de ferro. (CURI, 1993)

Formation des pédiments de savane

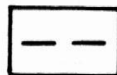
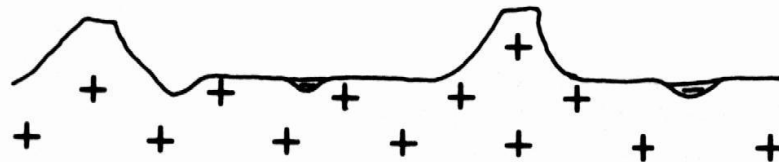
1. PHASE HYPER - HUMIDE



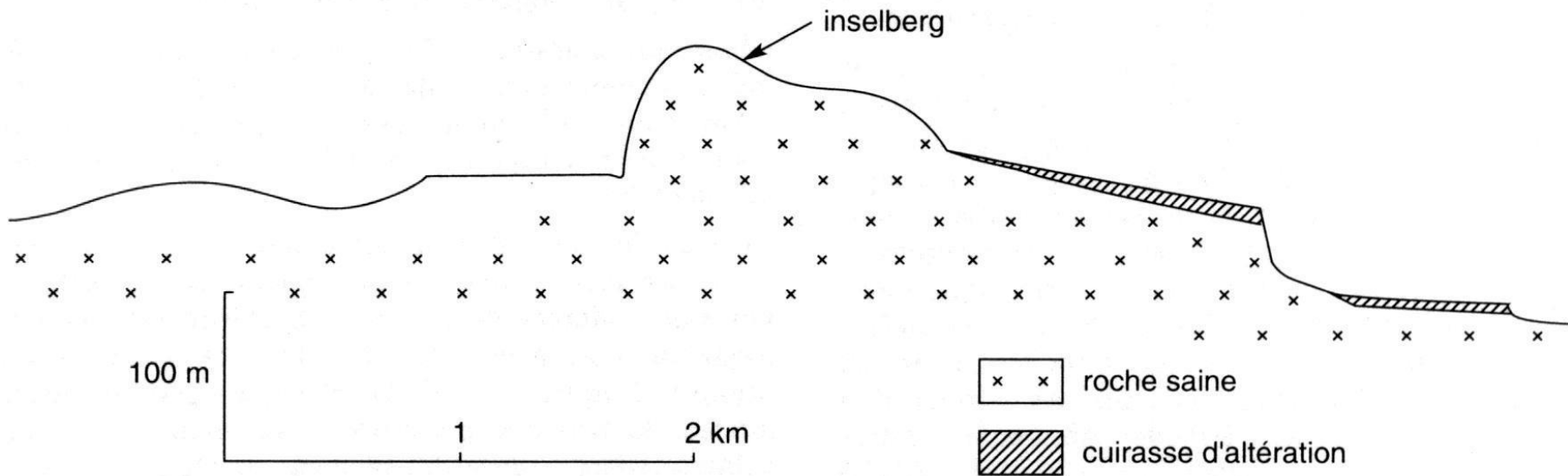
2. PHASE À SAISON SECHE



3. PHASE SEMI - ARIDE



Altérites



Type de relief de la savane.

Inselberg dominant des aplanissements qui peuvent être des glacis (à droite), des pédiplains, des topographies de regradation (à gauche). Cuirasses d'altération ferrugineuse étagées.

Os processos de erosão

- As primeiras tempestades encontram o solo seco e endurecido → erosão pluvial possante e escoamento superficial imediato.
- Processos mais importantes: **torrentes em lençol** (sheet flood); **escoamento difuso** (rill wash); **erosão pelas gotas de chuva e águas pluviais escoadas** (rain wash); **correntes canalizadas** (stream flood).
- São processos comuns às zonas semi-áridas como às savanas, devido a escassez da cobertura vegetal contínua.
- Favorecem o coluvionamento, pois as águas carregam a carga fina e a depositam nas zonas deprimidas e planas.

As formas de relevo

- Erosão regressiva dos canais promovem recuo paralelo das vertentes → relevos residuais em domos ou maciços arredondados de declives bastante íngremes → **inselbergues**.
- Os processos de escoamento em lençol e difuso e erosão lateral de canais divagantes aplainam as irregularidades do relevo aos pés dos maciços montanhosos → **pedimentos**.
- As primeiras chuvas têm ação erosiva grande, pois encontram o solo seco e sem vegetação → planícies de erosão → **pediplanos**.

- As formas de relevo e os processos de erosão são muito semelhantes sob savanas e estepes (regiões semi-áridas).
- Os pedimentos parecem se desenvolver melhor nas zonas semi-áridas pela potência erosiva da erosão mecânica.

Bibliografia básica

- AB'SÁBER, A. N. Domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- CHAPUT, Jean-Louis. *Initiation à la Géomorphologie*. Paris, Elipses, 1997.
- COQUE, R. *Géomorphologie*. Paris, Armand Colin, 2002.
- CURI, N. et al. *Vocabulário de ciência do solo*. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993.
- DERRUAU, Max. *Précis de Géomorphologie*. Paris, Masson et Cie, 1974.
- DERRUAU, Max. *Les formes du relief terrestre*. Paris, Armand Colin, 2004.
- GUERRA, A.T. & GUERRA, A.J.T. *Novo dicionário Geológico-Geomorfológico*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2009.
- IPT, *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*. São Paulo, IPT, 1981.
- PENTEADO, M. M. *Fundamentos de Geomorfologia*. Rio de Janeiro, IBGE, 1978.
- SÉRIE ATLAS VISUAIS, *A Terra*. Ed. Ática, 1996.