

FLG 0607 – INTRODUÇÃO À GEOMORFOLOGIA

AULA 03

Sistemas morfoclimáticos e
Domínios morfoclimáticos
glacial e periglacial

A Geomorfologia Climática

- O termo foi empregado pela primeira vez em 1913 por E. de Martonne → publicou uma contribuição clássica sobre as paisagens e os processos atuantes nos trópicos úmidos em 1940.
- Contribuição de pesquisadores germânicos: Passarge, Saper, Penck num simpósio realizado em Düsseldorf sobre *Morphologie der Klimazonen* em 1927.

- As primeiras tentativas de sistematização de toda a documentação que se avolumava são devidas a Julius Büdel, com *Das system der Klimatischen Geomorphologie* (1948); André Cholley, com *Morphologie structurale et morphologie climatique* (1950); L.C. Peltier, com *The geographic cycle in periglacial regions as it is related to Climatic Geomorphology* (1950) e Pierre Birot, com *Essai sur quelques problèmes de morphologie générale* (1949), *Précis de Géographie Physique Générale* (1959) e *Le cycle d'érosion sous les différents climats* (1960).

- A contribuição mais importante foi a de Jean Tricart e André Cailleux, que na década de 50 redigiram vários fascículos preliminares, que constituem os volumes do *Traité de Géomorphologie*, que apresenta 12 volumes, 9 deles relacionados à Geomorfologia Climática, além de *Introduction à la Géomorphologie Climatique* (1965).

- Esses pesquisadores passaram a perceber a existência de vários **sistemas morfoclimáticos**. Esses sistemas sofriam oscilações no tempo geológico e uma mesma área podia sofrer influências de vários deles. Perceberam que nas zonas frias as variações se processavam em função da temperatura e nas zonas quentes em função da pluviosidade.
- Assim, a Geomorfologia Climática assinala que os diferentes climas, condicionando os processos, propiciam o desenvolvimento de conjuntos individualizados de formas de relevo.

Importância do clima no relevo continental

- O relevo terrestre é o resultado da interação de processos endógenos e exógenos → estes últimos pertencem à atmosfera, à hidrosfera e à biosfera.
- Para cada grande zona de vegetação e solos existem processos morfogenéticos específicos num sistema de erosão organizado, que modelam famílias de formas, constituindo um grande domínio morfoclimático.

Fatores estruturais e fatores climáticos

- Os fatores estruturais são somados a fatores climáticos, aos quais se acrescenta os processos azonais. No domínio das forças internas, os processos azonais se manifestam mais claramente. Ex: a repartição das cadeias de montanhas escapa da influência da zonalidade.
- Toda forma de relevo resulta do equilíbrio entre o ataque da rocha por um certo número de processos morfoclimáticos e da resistência da rocha aos mesmos processos.
- É possível distinguir, até certo ponto, topografias nas quais a influência preponderante é da estrutura e topografias nas quais a influência maior é do clima. Essas influências não se opõem, mas se combinam.

- As relações entre os fatores estruturais e climáticos determinam o relevo segundo a escala considerada. Ex: em relevos de pequenas dimensões, as influências litológicas predominam. Uma vertente de arenitos difere de uma de granitos num mesmo domínio morfoclimático, mas o relevo granítico das regiões intertropicais difere do relevo granítico das zonas glaciais e periglaciais. Nas grandes dimensões é o fator tectônico que comanda: o relevo dos escudos cristalinos é diferente daquele das bacias sedimentares ou das cadeias dobradas, numa mesma zona climática.
- **Entretanto, prevaleça a influência estrutural ou escultural, ou haja equilíbrio dos dois fenômenos geomorfológicos, a paisagem sempre reflete interação de processos.**

Processos morfoclimáticos

- O relevo resulta de uma hierarquia de mecanismos (processos) associados e coordenados num sistema → processos simples e complexos. Um conjunto de processos simples dá origem a processos complexos. Estes se encadeiam num sistema de acordo com as condições climáticas.
- **Processos simples**: o destacamento de blocos de uma vertente e queda pela ação da gravidade origina o tálus.
- **Processos complexos**: transporte de material por escoamento concentrado, difuso, escorregamentos etc.
- A ação conjunta desses processos faz evoluir a vertente, dando uma forma característica.

- A evolução das vertentes e a escavação do talvegue são fenômenos interdependentes que abrangem processos complexos de movimentação (gravidade, erosão, transporte e deposição) determinados pelo clima → **sistemas morfoclimáticos.**
- Cada sistema morfoclimático corresponde a uma zona climática do globo. Ex: o sistema morfoclimático das regiões quentes e úmidas é diferente dos sistemas das regiões áridas. Esses sistemas permitem distinguir as grandes províncias morfoclimáticas do globo.

O Conceito zonal em geomorfologia

- Processos zonais são processos que se distribuem no globo conforme as latitudes. Por exemplo, o sistema morfoclimático das florestas quentes e úmidas apresenta ação química dominante. Na zona glacial e periglacial a abrasão pelo gelo são os processos zonais característicos.

Influência do clima

- A ação do clima sobre as rochas se faz direta e indiretamente.
- Diretamente: influência qualitativa e influência quantitativa.

- Qualitativa: são mecanismos que estão na dependência direta do clima, por exemplo, a **ação do gelo e degelo**, que modifica o modelado das encostas, influi no regime fluvial das zonas periglaciais e temperadas, provocando cheias na primavera. Outro exemplo é a **umidade e ressecamento**, que é de origem climática direta e comandada pelo regime das precipitações, pois provoca esforços mecânicos nas rochas e impermeabilização de terrenos argilosos, modificando as relações infiltração/escoamento superficial, além das **variações de temperatura**, que produzem esforços mecânicos nas rochas, gerando processos de fragmentação.

- Quantitativa: a variação na quantidade dos elementos do clima gera modificações na qualidade dos processos morfoclimáticos. Ex: o movimento das dunas reflete na intensidade dos ventos, pois os ventos episódicos violentos atuam na esculturação, mais do que os constantes e fracos. Outro exemplo: o escoamento fluvial é diretamente proporcional à quantidade de chuva.

- Indiretamente: a ação indireta do clima se faz através da **vegetação** e dos **solos**.
- **Vegetação**: fora dos desertos e das zonas frias a influência do clima é essencialmente indireta. A vegetação está na dependência do clima e sua repartição no globo se faz segundo princípio zonal:
 - Altas latitudes: tundras.
 - Médias latitudes (zona temperada): florestas de coníferas.
 - Latitudes subtropicais: estepes e desertos.
 - Latitudes tropicais: savanas.
 - Latitudes equatorial ou tropical oceânica: floresta tropical e equatorial.

- A vegetação modifica a ação dos agentes de transporte e os processos morfogenéticos, que modificam a vegetação → causa e efeito.
- Modifica as condições de queda da chuva. Reduz a velocidade e a energia cinética das gotas, diminuindo os efeitos de erosão pluvial.
- Influi na temperatura do solo, reduzindo a irradiação e as oscilações térmicas do solo.
- Reduz a perda direta de água no solo, conservando a umidade.
- Freia o escoamento superficial e facilita a infiltração.

- Sobre terrenos de declividade semelhante, os processos de transporte se modificam conforme a vegetação. Sob cobertura de gramíneas, o escoamento difuso tende a crescer. Sob vegetação arbustiva esparsa, cresce o escoamento em ravinas.
- O modelado está na dependência das modificações impostas pela vegetação à atuação do clima, dando origem a processos morfogenéticos específicos para cada zona de vegetação.

- **Solos**: reflete um equilíbrio frágil entre o relevo, o clima e a vegetação. Ele é um diagnóstico importante das mudanças do relevo e dos sistemas morfoclimáticos.
- A análise dos perfis de solo ao longo das vertentes (topossequência) dá a Geomorfologia dados importantes sobre os processos dominantes na evolução do relevo.
- Perfis normais fossilizados por cobertura de detritos e novos solos superpostos podem evidenciar fases de acumulação alternadas com fases de desnudação → paleossolos → permitem reconstituições paleogeográficas.

Os grandes conjuntos morfoclimáticos do globo

- São quatro grandes domínios:
- **Zona fria**: caracterizada pela importância predominante do gelo: a) domínio glacial- onde o escoamento superficial se faz, principalmente na forma sólida; b) domínio periglacial- onde o escoamento líquido é sazonal.

- **Zona florestal de latitudes médias:**
profundamente modificada pelo homem e onde as influências paleoclimáticas (fases glaciais) têm profundo significado. As subdivisões são feitas com base no período de duração do gelo e nas influências paleoclimáticas: a) domínio marítimo de invernos suaves – caracteriza-se pela pequena influência do gelo atual e sobrevivência das formas glaciais do Quaternário; b) domínio continental de invernos rudes – com atuação preponderante do gelo atual e Quaternário; c) domínio mediterrâneo com verões secos – onde as influências periglaciais do Quaternário são bem menores.

- **Zonas áridas e semi-áridas das baixas e médias latitudes**: caracterizada por cobertura vegetal pouco densa de estepes ou desertos e escoamento intermitente de águas locais: a) distinção entre regiões secas de invernos frios e regiões secas e quentes; b) em função do grau de secura, o que leva a distinguir estepes de desertos.

- **Zona florestal intertropical**: cujas temperaturas médias são elevadas e a umidade é abundante para permitir escoamento fluvial. As subdivisões são feitas em função da repartição sazonal das precipitações, do seu total anual e da densidade da cobertura vegetal: a) domínio das savanas- de cobertura vegetal menos densa, pluviosidade menor e concentrada num período de 4 a 6 meses; b) domínio das florestas- cuja cobertura vegetal exuberante reflete condições de maior umidade e período de pluviosidade mais longo.

- Essa classificação é passível de críticas, pois influências paleoclimáticas existem no mundo todo e o papel do homem é universal.
- A análise dos processos e das formas de relevo nas zonas morfoclimáticas dá bases para o conhecimento da evolução das paisagens.

Domínios morfoclimáticos glacial e periglacial

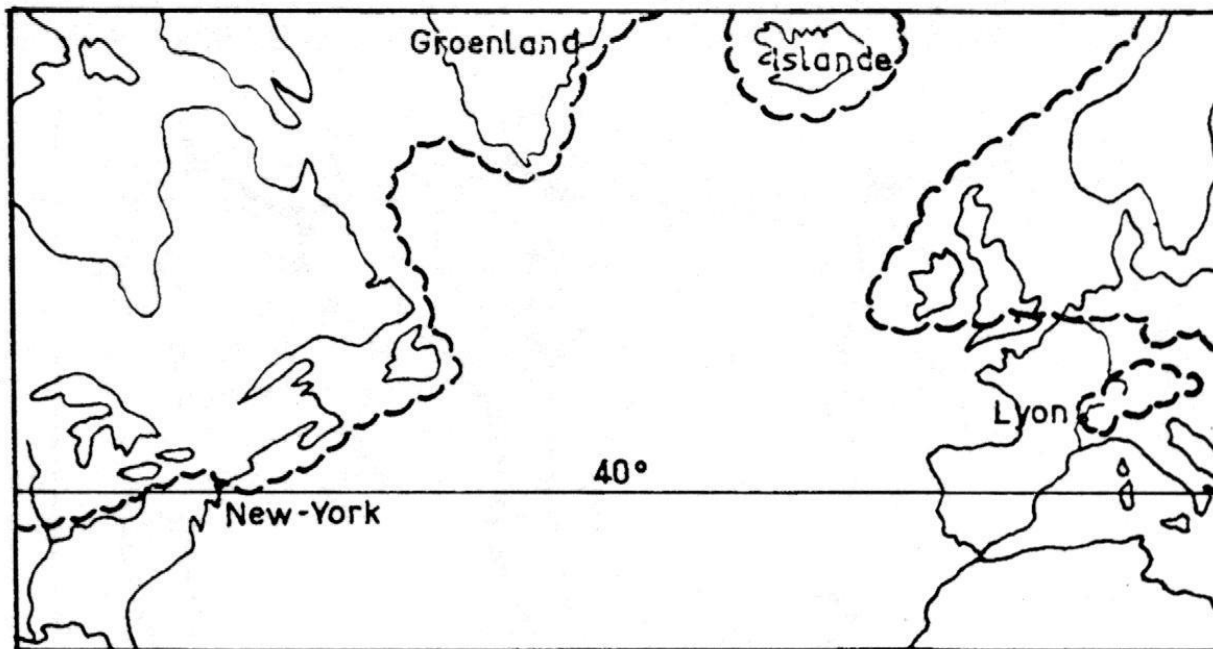
OS DOMÍNIOS FRIOS

- Correspondem a aproximadamente 28% à superfície dos continentes. As isoterma anuais são da ordem de -10°C , o que corresponde às médias de -30°C no inverno. Duas paisagens se apresentam:
 - -As paisagens zonais, principalmente no hemisfério norte;
 - -As regiões de médias e altas montanhas das zonas de latitudes médias.

OS DOMÍNIOS GLACIAIS

- São elementos notáveis das paisagens de numerosas regiões frias (Alpes, Groenlândia, Antártica). Sua potência como agente de transporte e de erosão é considerável. Mais de 10% da superfície dos continentes é coberta de gelo.
- Os cristais de neve se transformam progressivamente em cristais de gelo.

- O Sistema de erosão glacial nos interessa porque nos períodos frios do Quaternário, eles se estendiam muito além do espaço que ocupam hoje, deixando marcas na paisagem.



*Extension maxima des grands glaciers quaternaires
de part et d'autre de l'Atlantique.*

A ação dos glaciais

- Trata-se da erosão glacial e o transporte de detritos. A capacidade de transporte dos glaciais é enorme, pois eles podem transportar grandes blocos.
- a) **Erosão glacial**: é um tema polêmico, pois há os que acreditam que os glaciais correm num antigo leito fluvial (De Martonne) e outros que acreditam que não é o gelo que erode, mas os blocos e areias que os glaciais transportam.

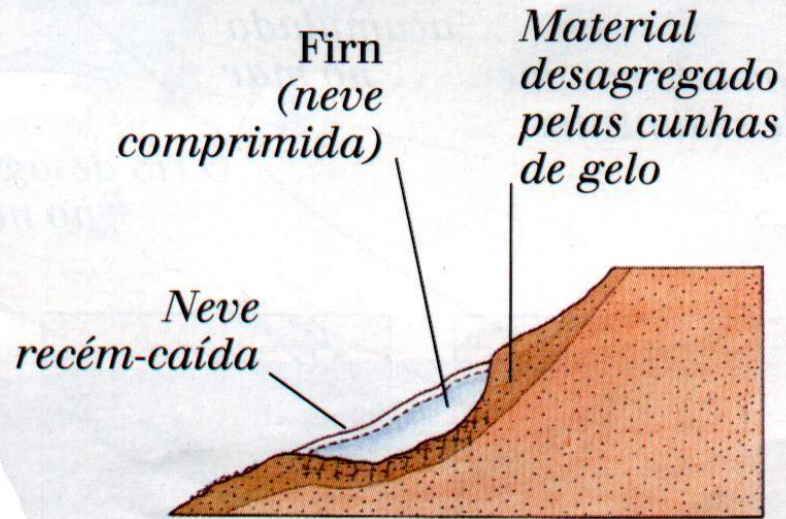
- b) Os glaciais são formidáveis agentes de transporte e de acumulação. Seus depósitos chamam-se **morainas ou morenas**. Distinguimos:
 - -As morainas externas ou laterais – superficiais sobre o gelo. Elas resultam de queda de blocos, de avalanches.
 - -As morainas internas ou medianas – acham-se dentro do gelo, ao longo dos planos de cisalhamento internos do glacial, nos circos, os detritos se depositam entre as camadas de neve sucessivas.
 - -As morainas de fundo – representadas pelos grandes blocos quaternários (Inglaterra, Escandinávia, planície germano-polonesa).

Tipos de glaciais

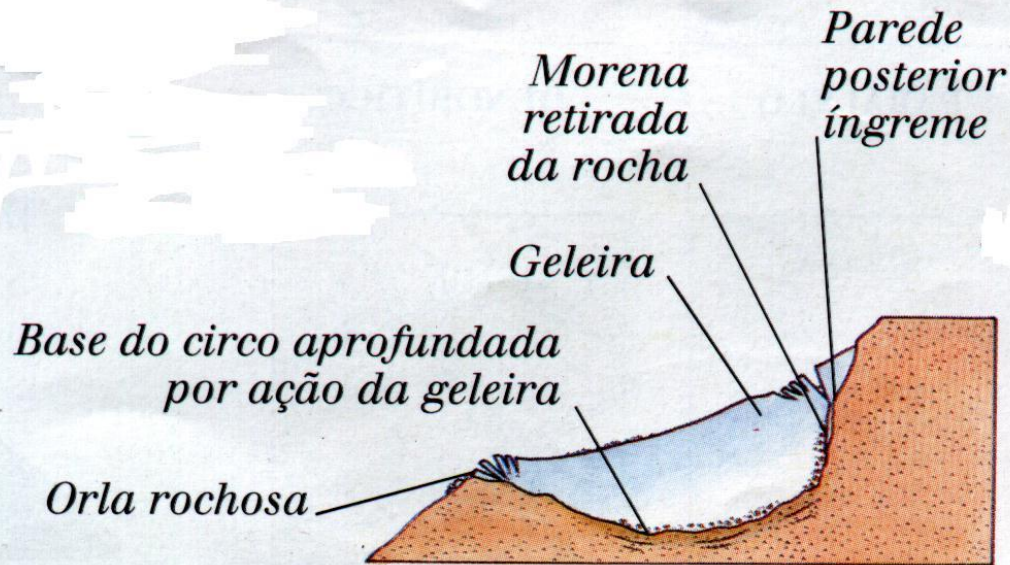
- **Glaciais regionais** (inlandis): se apresentam em vastas cúpulas de perfil levemente convexo, como na Groenlândia, com cerca de 1,7 milhões de km² e na Antártica, que mede cerca de 13 milhões de km². Apresentam temperatura de -40°C em profundidade.
- O total de água doce estocado nos glaciais regionais é de 30 milhões de km³, o que representa 98% da água doce dos continentes e 2% da água total da hidrosfera.

- **Glaciais locais**: são de tamanho mais reduzido. A cúpula de gelo que recobre o Mont-Blanc é um exemplo. Trata-se de glaciais de vale do tipo Alpino, característicos das altas montanhas das médias latitudes.
- **Glaciais de circo**: é um glacial de dimensões reduzidas, que apresenta paredes rochosas quase verticais, de onde descem as avalanches que os alimentam.

FORMAÇÃO DE UM CIRCO



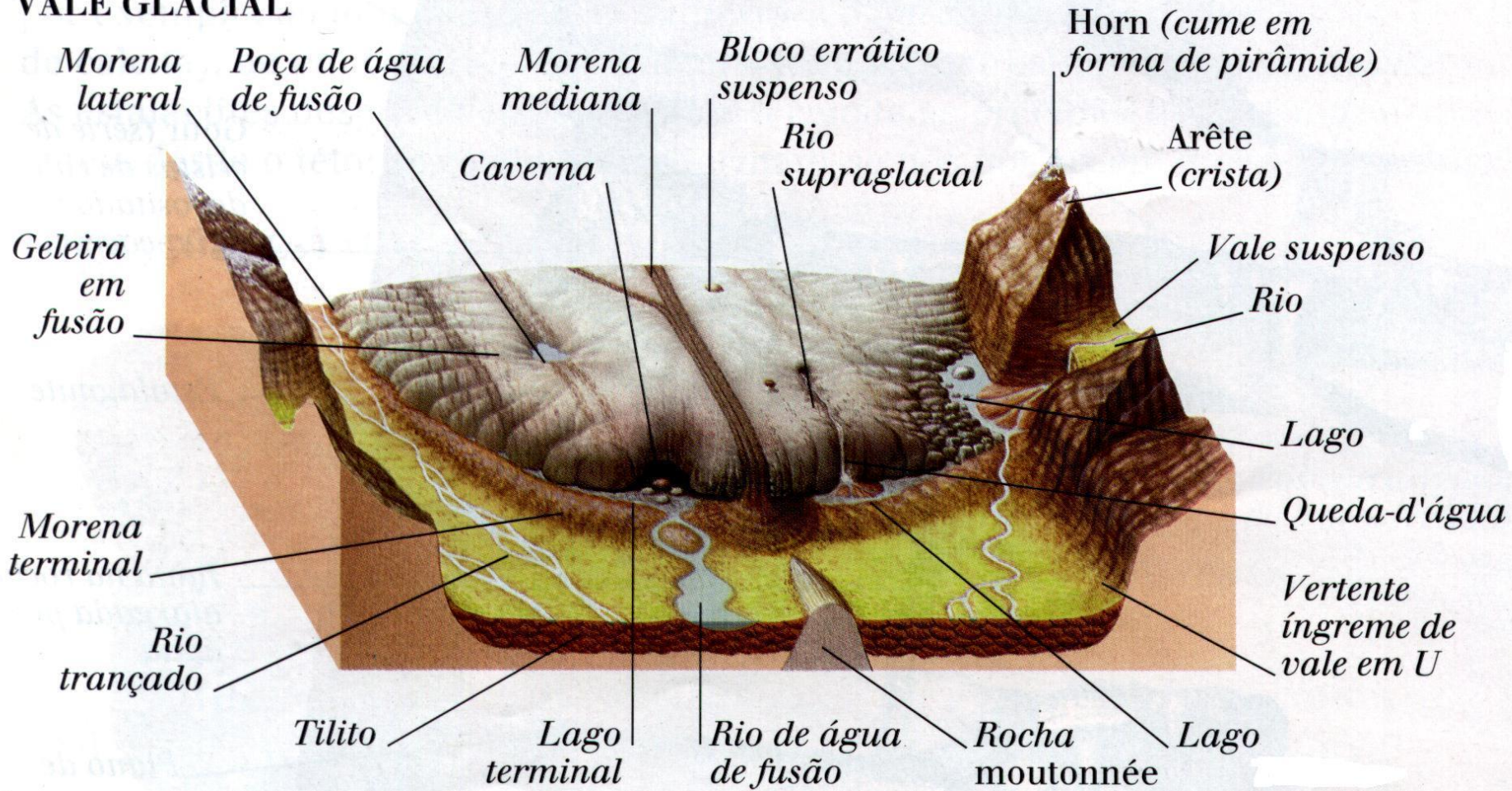
ESTÁGIO INICIAL



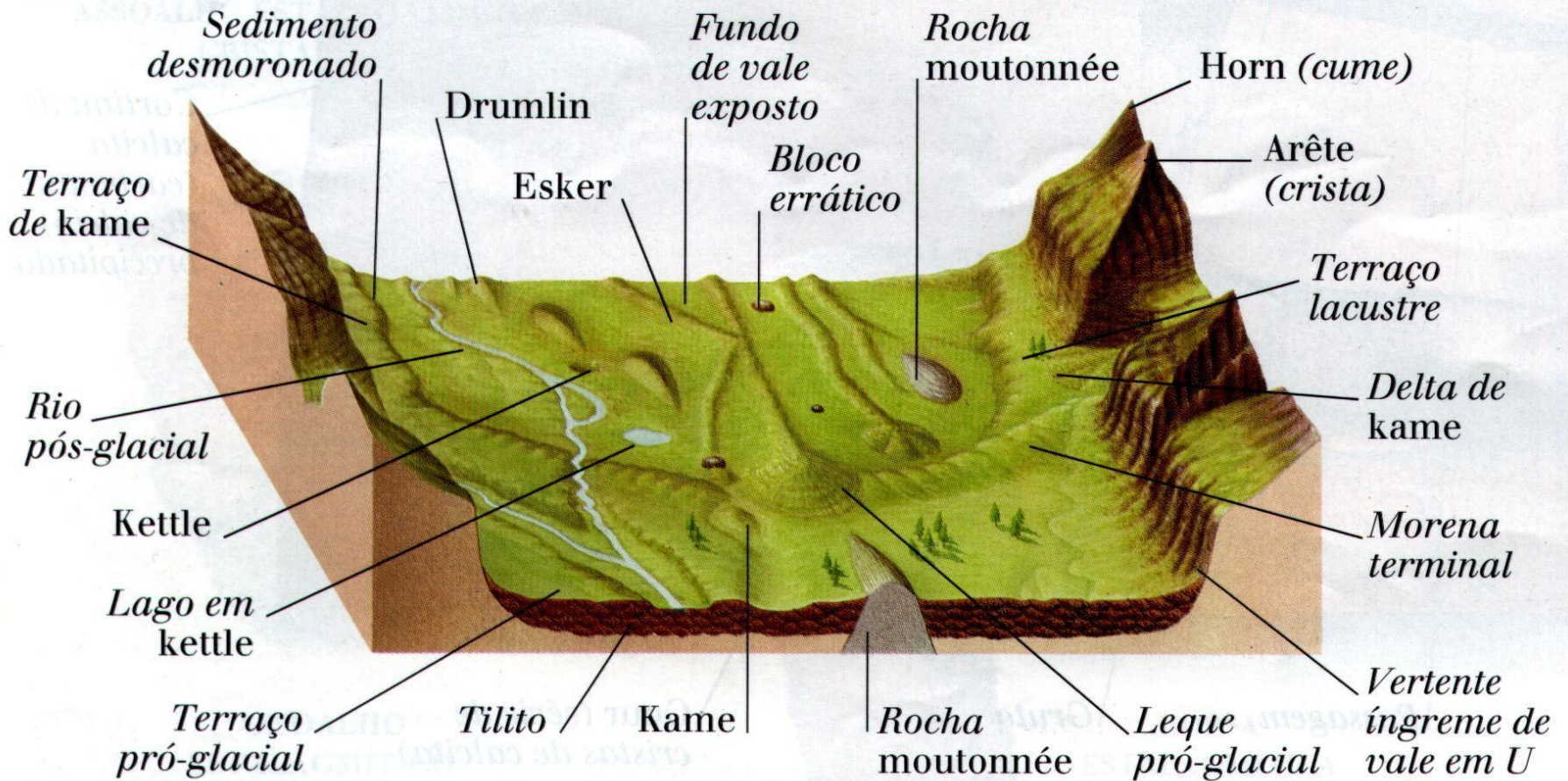
ESTÁGIO FINAL

- **Glaciais de vale**: são numerosos nas montanhas alpinas. São como línguas que recebem, na sua parte montante, os glaciais afluentes. Apresentam uma topografia convexa, pois a fusão é mais forte nas bordas. A superfície do gelo é mais ou menos recoberta de depósitos (morainas ou morenas).

VALE GLACIAL



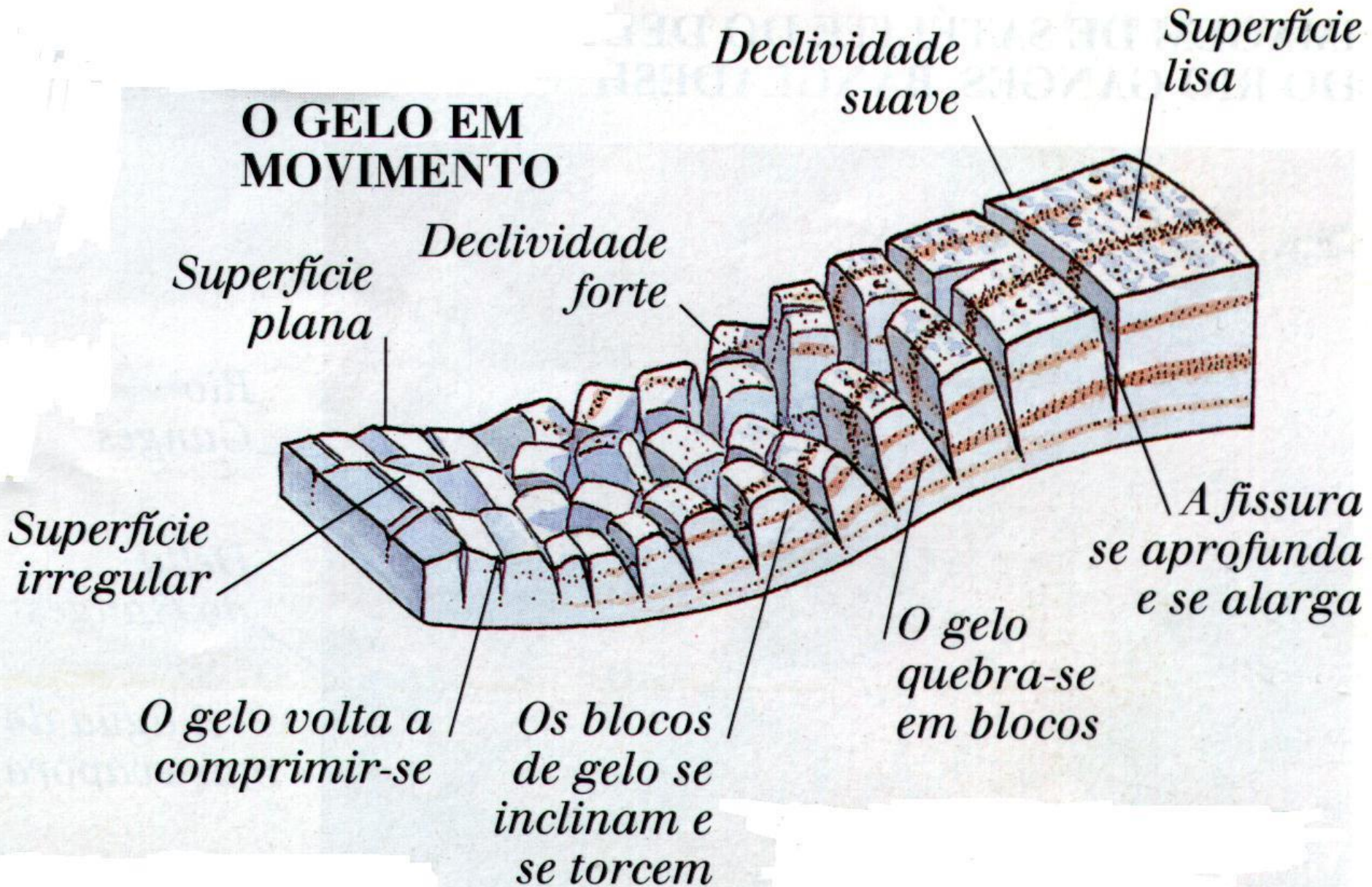
VALE PÓS-GLACIAL



Escoamento glacial

- O gelo é um sólido relativamente plástico e viscoso.
- Os tipos de escoamento variam em função da plasticidade, da declividade e da espessura do glacial. Um glacial de 50m de espessura começa a se movimentar em uma vertente de 6° . Os glaciais mais espessos são mais móveis, numa mesma declividade.

O GELO EM MOVIMENTO

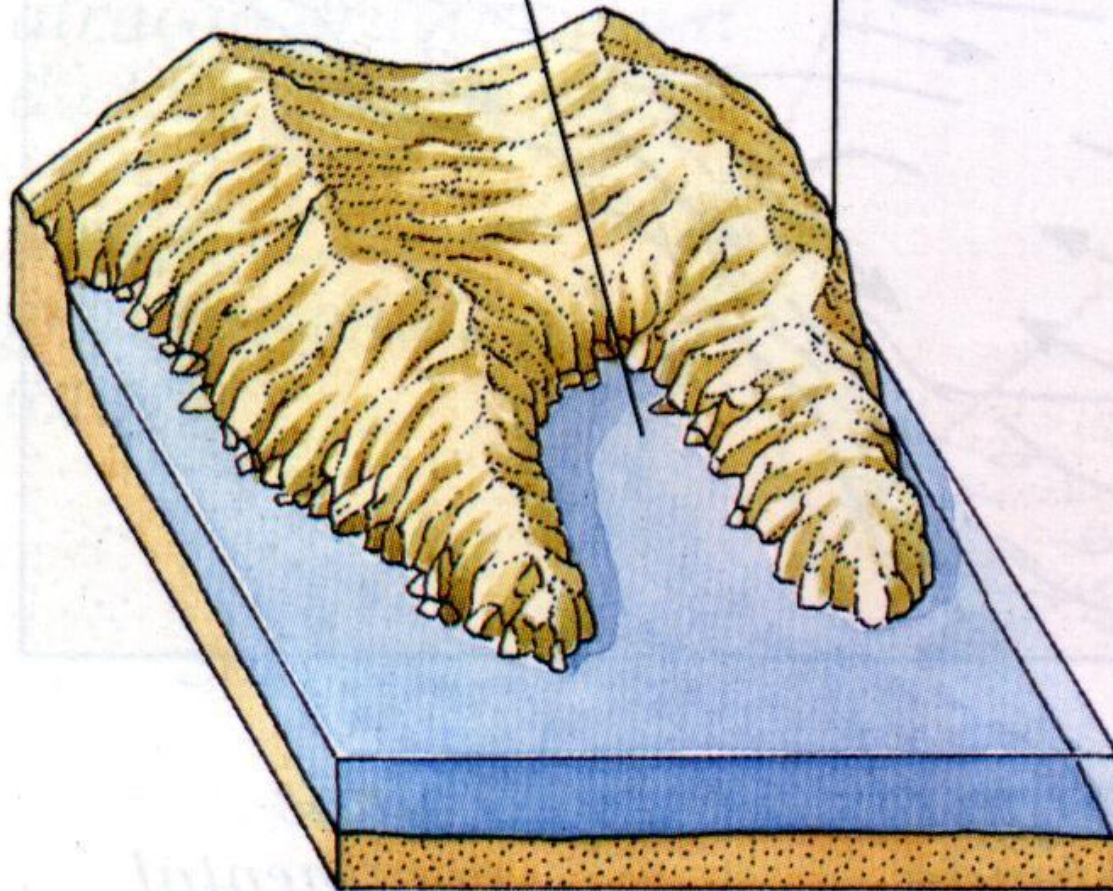


As margens glaciais

- Trata-se de regiões abandonadas pelos grandes glaciais quaternários.
- Após o recuo do glacial, as depressões aparecem e lagos podem se instalar.
- Uma das formas mais espetaculares de regiões abandonadas por glaciais são os fiordes, que são corredores estreitos e profundos num litoral alto, cavados pela erosão glacial. A escavação desses vales foi feita em um nível bem mais alto que o atual, sendo sua posição altimétrica explicada por abaixamento das terras, com conseqüente invasão marinha, transformando os antigos vales em golfos. Da mesma maneira que os vales glaciais, os fiordes têm a forma do leito em U.

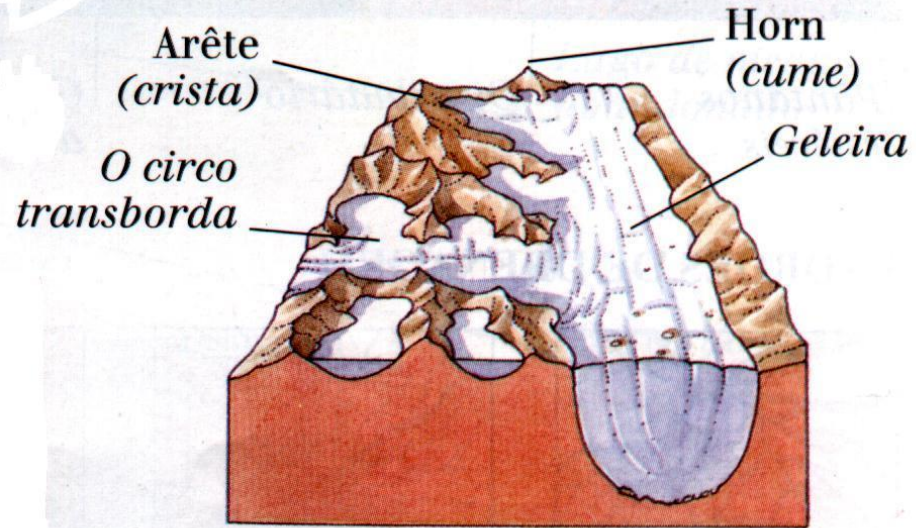
*Fiorde (vale
glacial
submerso)*

*Crista
montanhosa
angular*

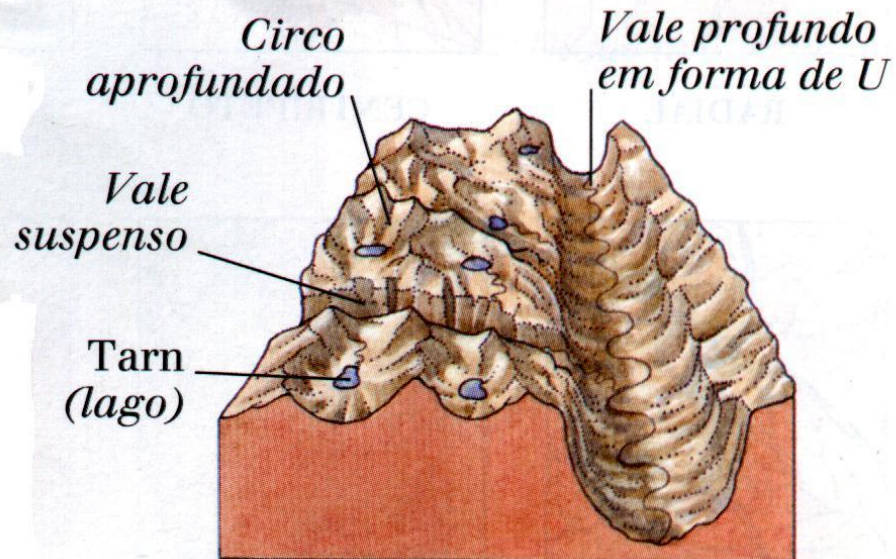


COSTA DE FIORDES

FORMAÇÃO DE VALE EM FORMA DE U EM FORMA DE U

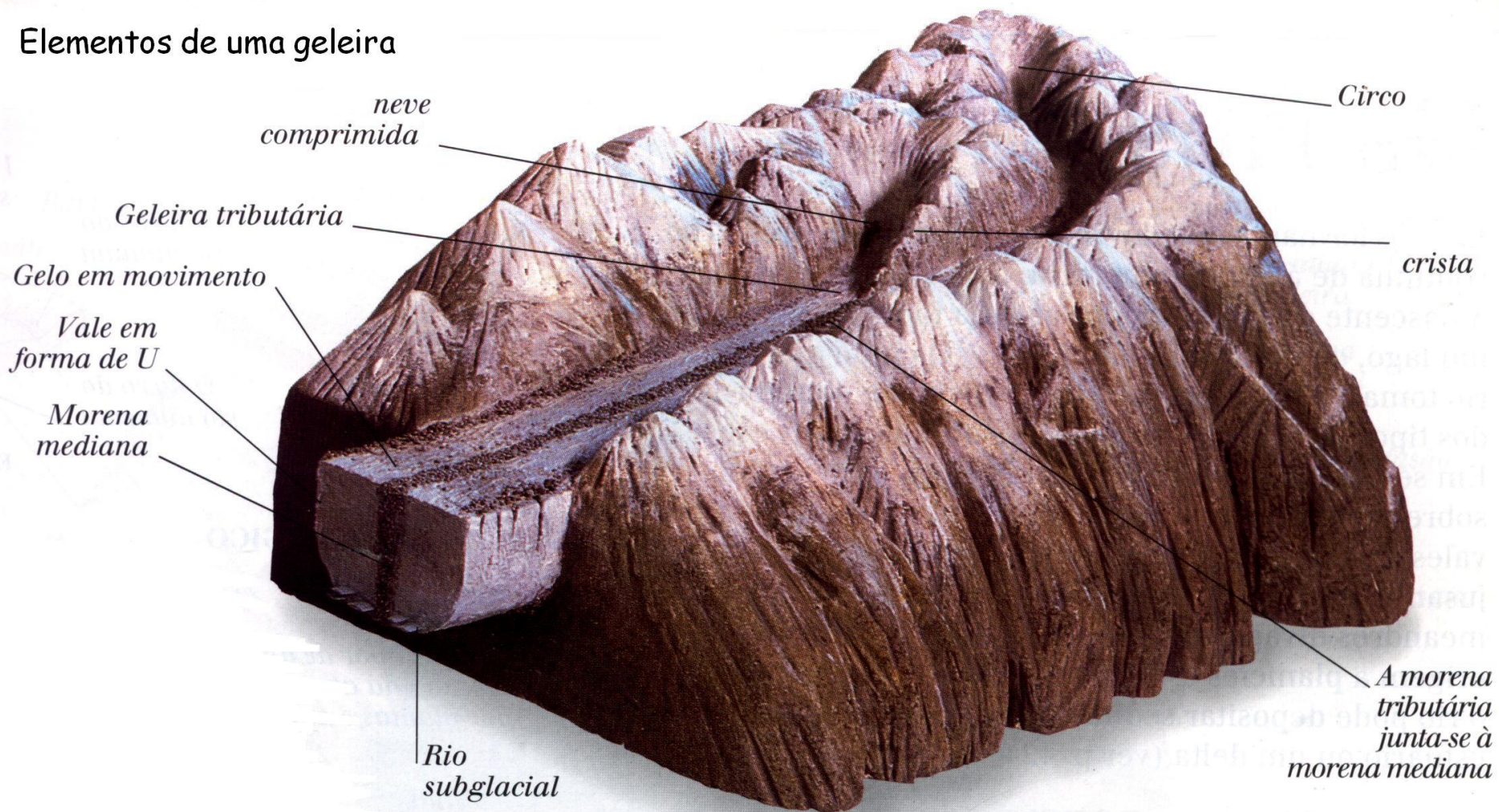


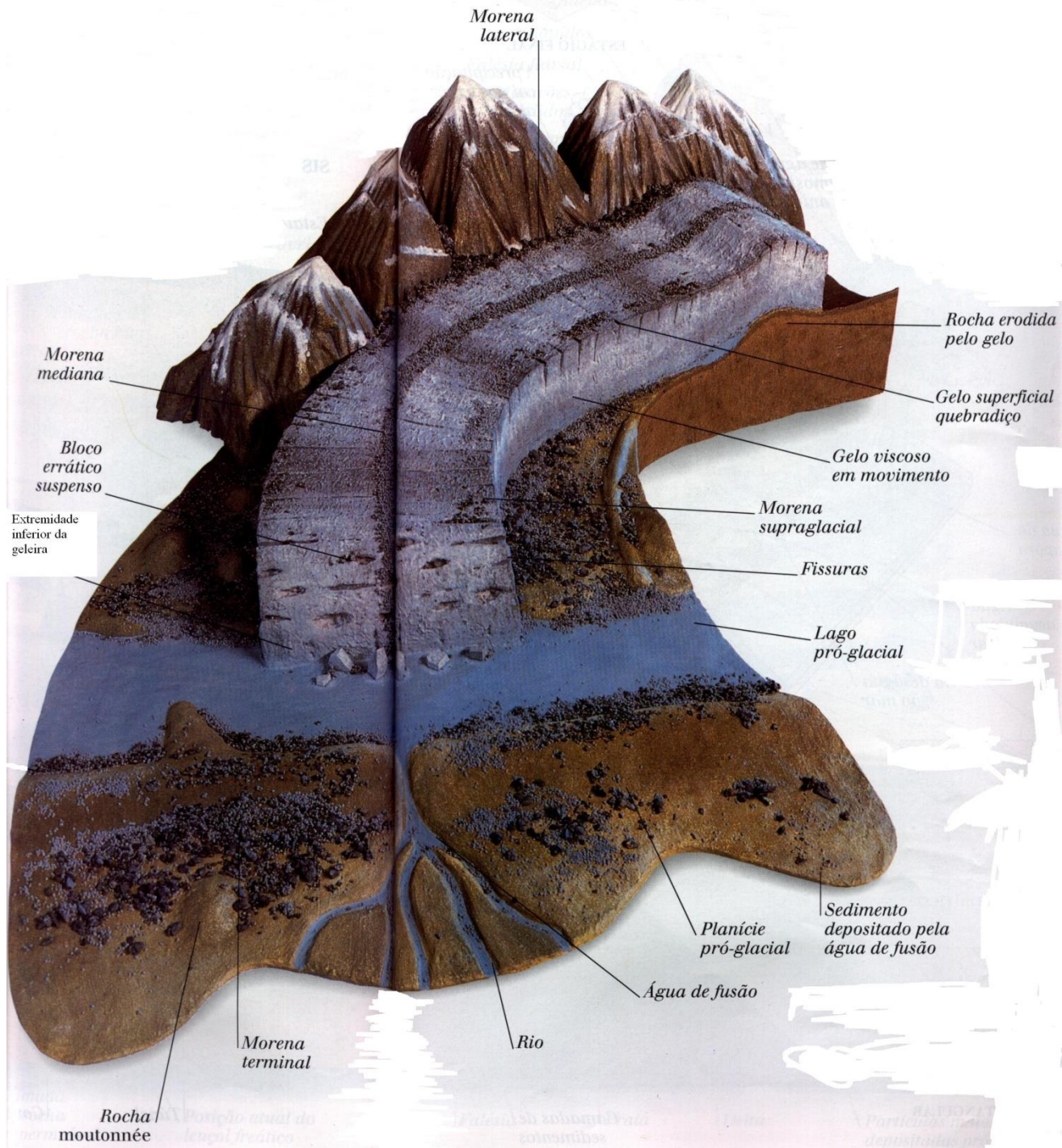
DURANTE A GLACIAÇÃO



DEPOIS DA GLACIAÇÃO

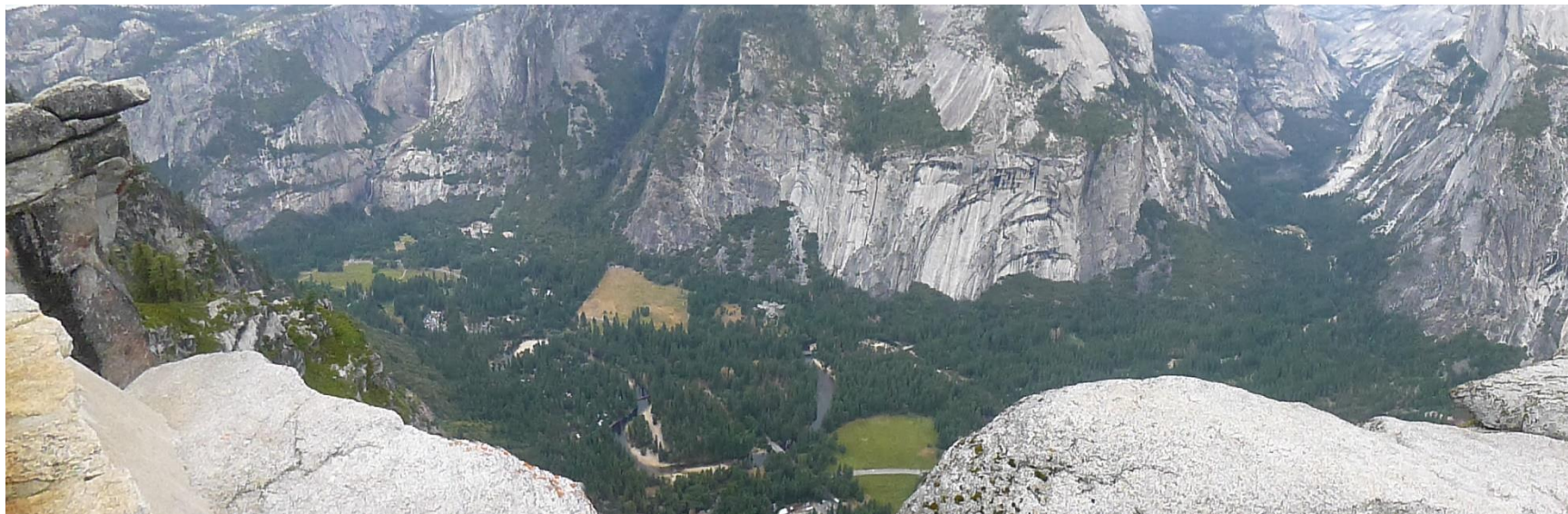
Elementos de uma geleira







Vale de origem glacial.
Parque Nacional Yosemite – EUA
Foto: OLIVEIRA, D. de, 2014



Vale de origem glacial.
Parque Nacional Yosemite – EUA
Foto: OLIVEIRA, D. de, 2014

Landscape in Motion

Anchored in granite, the scene before you appears permanent. Yet change, both incremental and sudden, defines this landscape.

Imagine one scene from Yosemite's past: Ice surrounds you. A chill wind blows above rivers of ice that originate at the Sierra Nevada crest and flow down valleys. For most of the past few million years, ice dominated Yosemite's landscape. Repeated glaciations removed the soil, eroded the bedrock underneath, and carried away tons of rock debris.

Now consider the spectacular view you experience today. The scene-shaping continues. Since glaciers have receded, rockfalls transform the shape of granite cliffs while rivers and waterfalls slowly wear away valley walls and floors.

The results of these landscape changes are visible all around you in the magnificent view from Glacier Point.



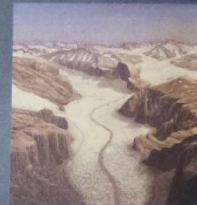
For over a century, Yosemite's glacier story has intrigued, inspired, and challenged visitors and scientists. In 1925, Yosemite Natural History Association built this Gallery that is an observatory to educate visitors about Yosemite's glacier past.



Yosemite granites cooled miles beneath the earth's surface as early as 100 million years ago. As tectonic forces uplifted the Sierra Nevada, powerful rivers and creeks cut Yosemite's canyons and valleys, carving the landscape into V-shaped canyons. (10 to 7 million years ago)



As the climate cooled, a series of glaciers entered river-carved valleys—glucking, polishing, and transporting rock. The largest glaciers filled Yosemite Valley almost to the top of Half Dome. (3 million to 20,000 years ago)



Repeated glaciations eroded valleys, steepened granite walls, and sculpted many of the dramatic landforms we see today. (3 million to 20,000 years ago)



As the first major glacier melted and receded, Yosemite Valley filled with water and sediment, turning the Valley floor into a shallow lake. The lake eventually filled with sediment, creating a 600' valley floor. (10,000 to 15,000 years ago)



The extensive north of glacier is visible throughout the park. Waterfalls keep from hanging on cliffs. Rockfalls from the glacially compressed hills under the valley. (10,000 years ago to present)



OS DOMÍNIOS PERIGLACIAIS

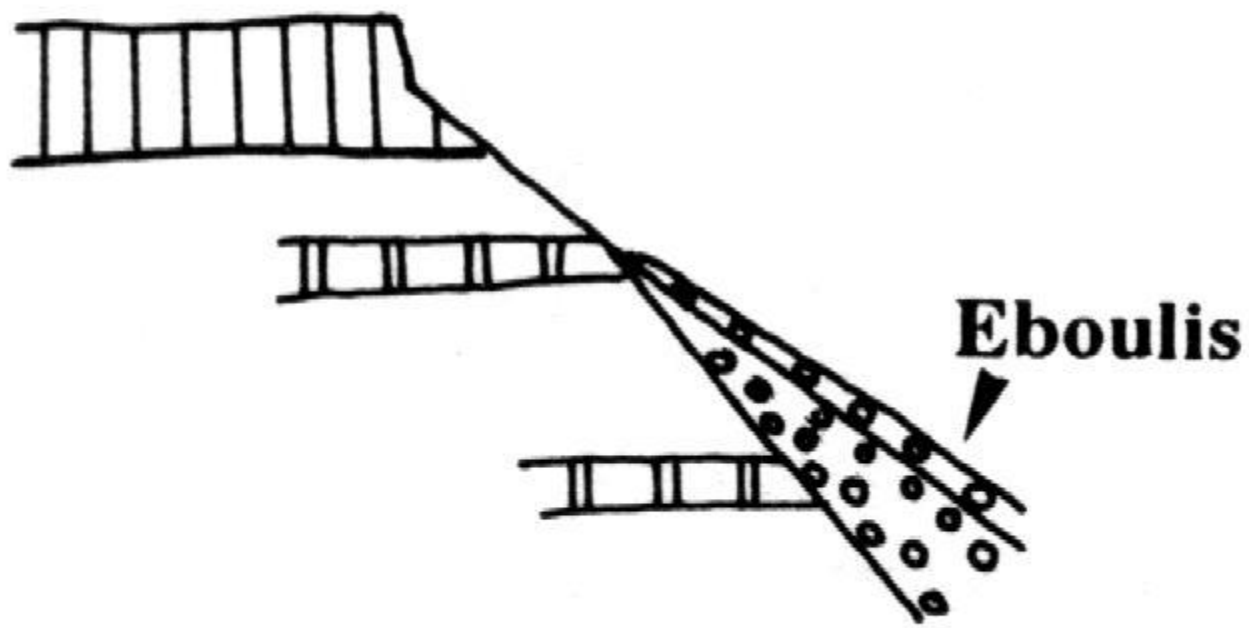
- Localizam-se entre as regiões geladas da grande floresta boreal (taiga) e a tundra. Correspondem aos domínios das altas latitudes do hemisfério norte (Canadá, Sibéria, Alaska), mas também algumas ilhas do hemisfério sul (Terra do Fogo).
- Estas regiões compreendem mais ou menos 18% das terras emersas.

- Podemos distinguir 2 tipos de regiões periglaciais:
- a) As regiões onde o inverno não é tão frio e há o crescimento da tundra, que protege o solo e a rocha subjacente.
- b) O deserto de gelivação, que é uma zona onde o verão é muito frio (menos de 6° C em média), onde as rochas aparecem nuas.

Tipos de vertentes das regiões periglaciais

- a) Sobre as rochas duras (calcários e granitos) aparecem as **vertentes regradadas**. São vertentes retilíneas, cuja declividade é da ordem de 30° . A água corre sobre as vertentes abruptas e se infiltra nos blocos desmoronados protegidos pela neve. A rocha dura é progressivamente atacada pelo gelo, fazendo com que haja erosão regressiva da vertente.

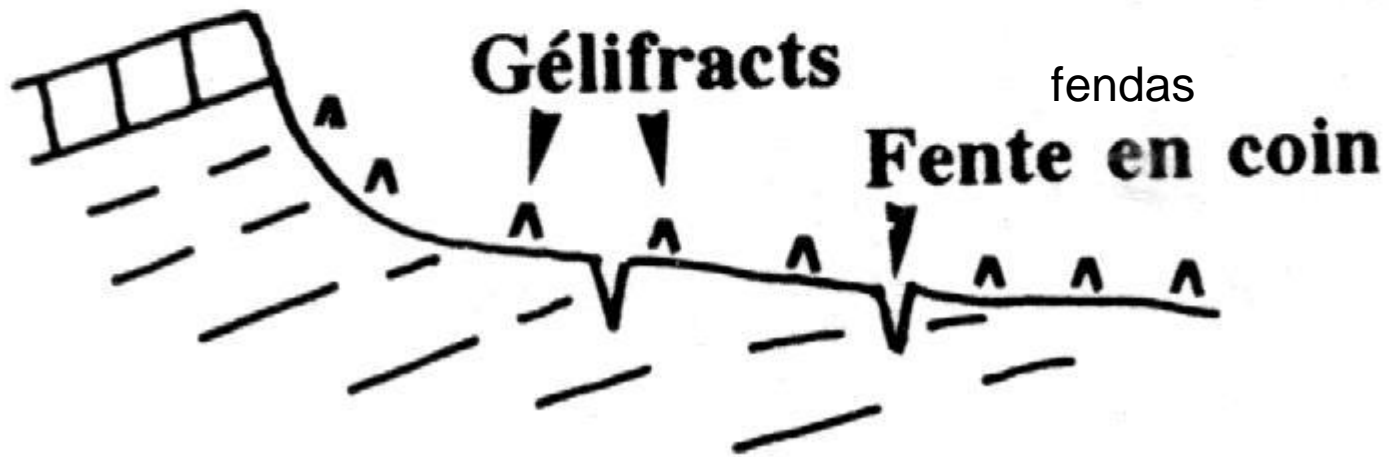
VERSANT RÉGLÉ



- b) Nos materiais argilo-siltosos, o deslocamento dos materiais é facilitado pela declividade.
- c) Quando a neve é muito abundante, formam-se vertentes de corredores de avalanche, que são possantes agentes de erosão e transporte.
- d) Formam-se **glacis de acumulação**, que têm a forma de cones detríticos de declividade suave (2 a 5°). Seu escoamento é difuso, instável e anastomosado. O que distingue estes glacis dos glacis das regiões semi-áridas é a presença de fendas em quinas.

GLACIS

Fragmentos angulosos de rocha resultantes de gelo-degelo





Fonte: <http://pt.slideshare.net/willwilliams7/periglacial-processes-and-features>



Fonte: <http://pt.slideshare.net/willwilliams7/periglacial-processes-and-features>



Rock burst, northern Manitoba.

A rock burst occurs in permafrost terrain when hydraulic pressures, generated by the trapping of water in bedrock fissures during autumnal freezing, exceed the strength of the rock. This rock burst was a knob of Precambrian gneiss that protruded above the till plains in the tundra of northernmost Manitoba

As planícies periglaciais

- Têm um grande desenvolvimento perto dos rios árticos, onde aparecem os **pingos**, que são lentes de gelo, que se formam sob o solo gelado. A água pode vir de fontes, funcionando no verão e se acumular no subsolo, onde ela gela em seguida. Quando o gelo derrete, forma-se uma pequena depressão no lugar do pingo.

PINGO

Source

fonte



Pergélisol

Solo gelado



Fonte: <http://pt.slideshare.net/willwilliams7/periglacial-processes-and-features>



Fonte: <http://pt.slideshare.net/willwilliams7/periglacial-processes-and-features>

- A importância atual das condições periglaciais é grande na compreensão das paisagens atuais e nas heranças da zona temperada.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

- CHAPUT, Jean-Louis. *Initiation à la Géomorphologie*. Paris, Elipses, 1997.
- CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. São Paulo, Ed. Edgar Blücher, 1980.
- 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, 1997.
- PENTEADO, M.M. *Fundamentos de Geomorfologia*. Rio de Janeiro, IBGE, 1978.
- SÉRIE ATLAS VISUAIS, *A Terra*. Ed. Ática, 1996.