

Geomorfologia Fluvial e Hidrografia

Aracy Losano Fontes



**São Cristóvão/SE
2010**

Geomorfologia Fluvial e Hidrografia

Elaboração de Conteúdo

Aracy Losano Fontes

Projeto Gráfico e Capa

Hermeson Alves de Menezes

Diagramação

Neverton Correia da Silva

Ilustração

Lucas Barros Oliveira

Copyright © 2010, Universidade Federal de Sergipe / CESAD.

Nenhuma parte deste material poderá ser reproduzida, transmitida e gravada por qualquer meio eletrônico, mecânico, por fotocópia e outros, sem a prévia autorização por escrito da UFS.

**FICHA CATALOGRÁFICA PRODUZIDA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

F683g	Fontes. Aracy Losano Geomorfologia fluvial e hidrografia / Aracy Losano Fontes -- São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, CESAD, 2010.
-------	---

1. Geomorfologia hidrográfica. I. Título.

CDU 551.435.1

Presidente da República
Luiz Inácio Lula da Silva

Chefe de Gabinete
Ednalva Freire Caetano

Ministro da Educação
Fernando Haddad

Coordenador Geral da UAB/UFS
Diretor do CESAD
Antônio Ponciano Bezerra

Secretário de Educação a Distância
Carlos Eduardo Bielschowsky

Vice-coordenador da UAB/UFS
Vice-diretor do CESAD
Fábio Alves dos Santos

Reitor
Josué Modesto dos Passos Subrinho

Vice-Reitor
Angelo Roberto Antonioli

Diretoria Pedagógica
Clotildes Farias de Sousa (Diretora)

Núcleo de Serviços Gráficos e Audiovisuais
Giselda Barros

Diretoria Administrativa e Financeira
Edélzio Alves Costa Júnior (Diretor)
Sylvia Helena de Almeida Soares
Valter Siqueira Alves

Núcleo de Tecnologia da Informação
João Eduardo Batista de Deus Anselmo
Marcel da Conceição Souza
Raimundo Araujo de Almeida Júnior

Coordenação de Cursos
Djalma Andrade (Coordenadora)

Assessoria de Comunicação
Edvar Freire Caetano
Guilherme Borba Gouy

Núcleo de Formação Continuada
Rosemeire Marcedo Costa (Coordenadora)

Núcleo de Avaliação
Hérica dos Santos Matos (Coordenadora)
Carlos Alberto Vasconcelos

Coordenadores de Curso
Denis Menezes (Letras Português)
Eduardo Farias (Administração)
Haroldo Dorea (Química)
Hassan Sherafat (Matemática)
Hélio Mario Araújo (Geografia)
Lourival Santana (História)
Marcelo Macedo (Física)
Silmara Pantaleão (Ciências Biológicas)

Coordenadores de Tutoria
Edvan dos Santos Sousa (Física)
Geraldo Ferreira Souza Júnior (Matemática)
Janaína Couvo T. M. de Aguiar (Administração)
Priscila Viana Cardozo (História)
Rafael de Jesus Santana (Química)
Ítala Santana Souza (Geografia)
Trícia C. P. de Sant'ana (Ciências Biológicas)
Vanessa Santos Góes (Letras Português)
Lívia Carvalho Santos (Presencial)

NÚCLEO DE MATERIAL DIDÁTICO

Hermeson Menezes (Coordenador)
Arthur Pinto R. S. Almeida
Carolina Faccioli dos Santos
Cássio Pitter Silva Vasconcelos

Isabela Pinheiro Ewerton
Lucas Barros Oliveira
Nevertton Correia da Silva
Nycolas Menezes Melo

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
Cidade Universitária Prof. "José Aloísio de Campos"
Av. Marechal Rondon, s/n - Jardim Rosa Elze
CEP 49100-000 - São Cristóvão - SE
Fone(79) 2105 - 6600 - Fax(79) 2105- 6474

Sumário

AULA 1	
Introdução ao estudo da Geomorfologia	07
AULA 2	
A dinâmica do escoamento fluvial e o transporte de sedimentos	29
AULA 3	
As redes de drenagem	47
AULA 4	
Perfil longitudinal de cursos de água.....	67
AULA 5	
Formas topográficas nas planícies de inundação e terraços aluviais.....	79
AULA 6	
Leques aluviais.....	95
AULA 7	
Ambiente deltaico	109
AULA 8	
Vales fluviais.....	125
AULA 9	
Análise morfométrica de bacias hidrográficas.....	137
AULA 10	
Ambientes lacustres	153

INTRODUÇÃO AO ESTUDO DA GEOMORFOLOGIA

META

Apresentar uma visão geral da ciência geomorfológica e da Geomorfologia Fluvial visando o entendimento de sua natureza, evolução no tempo, suas relações processuais pretéritas e atuais no espaço e as formas de relevo derivadas.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:

- entender a natureza da ciência geomorfológica e da Geomorfologia Fluvial e suas relações com a Geografia e Geologia;
- entender o objeto de estudo da Geomorfologia;
- analisar os modelos de evolução da paisagem;
- saber aplicar a classificação taxonômica do relevo;
- explicar os conceitos de Geomorfologia Fluvial, bacia hidrográfica, microbacia, hierarquia fluvial e rio.



(Fonte: <http://www.geografo.110mb.com>)

INTRODUÇÃO

A partir deste momento, você dará início aos estudos sobre a ciência geomorfológica, com noções fundamentais sobre o seu desenvolvimento, sistemas de referência, objeto de estudo e classificação taxonômica.

Englobando o estudo dos rios e das bacias hidrográficas, a Geomorfologia Fluvial coloca-se, na atualidade, entre os setores mais dinâmicos no campo da geomorfologia, procurando compreender a dinâmica do modelado terrestre.

Então, vamos começar?



William Morris Davis foi um grande geógrafo norte americano, o qual sistematizou a ciência geomorfologia. Foi um representante da tendência anglo-americana, constituindo a primeira interpretação dinâmica da evolução geral do relevo com o ciclo de erosão geográfico.
(Fonte: <http://age.ieg.csic.es>)

NATUREZA DA GEOMORFOLOGIA

A Geomorfologia ou Morfologia é uma ciência que estuda as formas de relevo terrestre, sua gênese, sua evolução no tempo buscando compreender suas relações processuais pretéritas e atuais no espaço.

As formas de relevo, que constituem o seu objeto de estudo, devem, portanto, ser estudadas não só espacialmente, mas também no tempo (duração, permanência), desde as estruturas mais extensas e antigas até as mais elementares. Disso resulta considerar também, como integrantes de seu objeto de estudo, que é a superfície terrestre, os processos responsáveis pelas ações capazes de criar e destruir as formas de relevo. A existência e o funcionamento desses processos, na superfície terrestre, têm suas origens mais amplas em forças oriundas do interior do planeta (forças endógenas) e externas, vindas a partir da atmosfera (forças exógenas).

O objetivo último, essencial, da Geomorfologia ainda é o inventário explicativo das formas de relevo terrestre que se estende a todas as regiões do globo e a todos os objetos topográficos, sejam quais forem suas dimensões. As formas, como todo objeto concreto do espaço geográfico, apresentam, ao mesmo tempo, um lado empírico e subjetivo no qual elas são apreendidas por uma operação sensorial individual, e um lado objetivo e científico, no qual elas são mensuradas e explicadas da mesma forma por observadores diferentes. Por estas razões a observação e a medição devem ser priorizadas na coleta de dados geomorfológicos. Daí a necessidade de completar o trabalho de campo com o exame destas formas através de imagens orbitais de satélite, fotografias aéreas verticais e com manipulações laboratoriais.

Dentro do campo do saber, a Geomorfologia é uma ciência histórico-geográfica. Ela situa seu objeto simultaneamente no tempo e no espaço. Mas o situa, também, em suas relações com os outros componentes do meio natural. Como ciência-de-contato, está no âmago do problema das relações do homem com o seu meio. Por seu objeto-conhecimento da superfície de contato entre fenômenos de natureza diferente – a Geomorfologia pertence à categoria de ciências-ponte.

Assim, a Geomorfologia, no quadro geral das Ciências da Terra, situa-se na interface existente entre as Ciências Geológicas e as Ciências Geográficas (Figura 1.1). Essa Ciência mantém profundos vínculos com a Geologia Estrutural e Histórica, mas é, também, essencialmente geográfica, na medida em que depende dos conhecimentos da Climatologia, Paleogeografia, Fitogeografia,

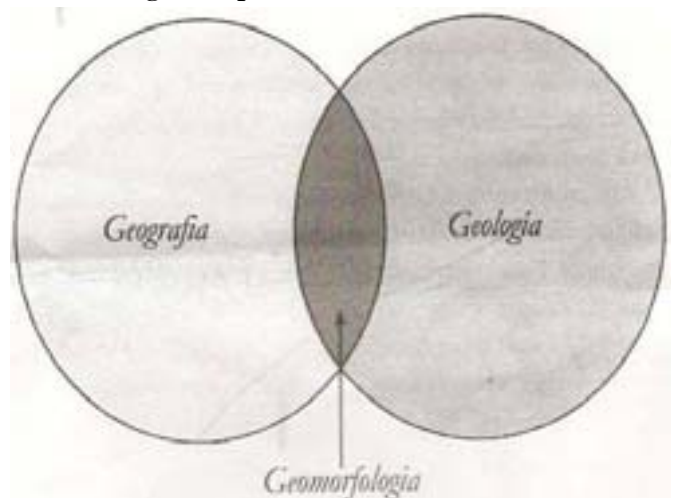


Figura 1.1 – Posicionamento da Geomorfologia. A Geomorfologia situa-se na interseção da Geologia com a Geografia. (Fonte: Jatobá e Lins, 2001).



**William Morris
Davis**

Filho de Edward M. Mott Davis e Mary Davis, nasceu na Filadélfia. (Pensilvânia) em 12 de fevereiro de 1850 e faleceu em 05 de fevereiro de 1934. Formou-se na Universidade de Harvard com 19 anos de idade, e um ano mais tarde, obteve o mestrado em engenharia. Trabalhou então em Córdoba, Argentina, durante três anos e tornou-se um instrutor de geologia na Universidade de Harvard, em 1879. No mesmo ano casou-se com Ellen B. Warner, em Springfield, Massachusetts.

Foi um geógrafo norte-americano, muitas vezes chamado de “pai da geografia americana” não só pelo seu trabalho e esforços no estabelecimento da geografia como uma disciplina acadêmica, mas também por seu progresso na geografia e no desenvolvimento da geomorfologia.

Pedologia e Hidrografia, que fornecem informações necessárias ao entendimento da produção do espaço geográfico.

Na Europa, principalmente na França, a Geomorfologia esteve ligada à Geografia enquanto que nos Estados Unidos a situação equivalente foi atingida através da Geologia.

DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA GEOMORFOLÓGICA

O desenvolvimento da ciência geomorfológica, vinculada à geologia e à geografia, inicia-se com os estudos geológicos da crosta terrestre em meados do século XVIII, de tendência naturalista.

A idéia da esculturação do relevo ligada à ação dos rios foi desenvolvida pelos pesquisadores do século XVIII porém, no início, persistia o conceito de que os vales fluviais fossem o resultado de uma ação catastrófica, isto é, os rios teriam passado a drenar vales anteriormente formados. No fim daquele século, o conceito de ação catastrófica passou a ser refutado, estabelecendo-se o princípio de que os rios erodem para formar os seus próprios vales.

Sorby (1859), citado por Christofolletti (1981) preocupou-se com o estudo das formas de leito, enquanto que Powell (1876) foi um dos primeiros a demonstrar as leis fundamentais da ação fluvial. Este autor estabeleceu o conceito de nível de base de erosão fluvial, a partir do qual formulou a idéia de ciclo de erosão que, na fase final, conduziria à peneplanização do relevo.

Nível de base de um rio é o ponto-limite abaixo do qual a erosão das águas correntes não pode trabalhar, constituindo o ponto mais baixo a que o rio pode chegar, sem prejudicar o escoamento de suas águas. O nível de base, embora seja um ponto instável no perfil longitudinal dos rios, é, no entanto, mais estável, comparando-se com a fragilidade da instabilidade de outros pontos.

A ideia de ciclo de erosão resume-se numa superfície plana deformada bruscamente por uma ação tectônica e, sobre o relevo então formado, age a erosão que o reduz, lenta e progressivamente, através das fases de juventude, maturidade e senilidade, até nova superfície plana, a peneplanície, ponto de partida para novo ciclo.

Peneplanização: conjunto de processos ou sistema de erosão que degrada, ou melhor, regulariza as asperezas de uma superfície topográfica. Evolução normal dos processos de erosão que tendem à construção de um peneplano.

No final do século XIX, com base nos estudos de Gilbert (1877) e Powell (1876), citados por Christofolletti, (1981), Davis (1899) inicia a sistematização da ciência geomorfológica, fundamentada no conceito de ciclo de erosão.

Enquanto dominava o pensamento davisiano, outros pesquisadores reconheciam a influência climática sobre o modelado. Entretanto, a contribuição mais substancial foi a de Jean Tricart e André Cailleux, no decorrer da década de 50, do século XX.

SISTEMAS DE REFERÊNCIA EM GEOMORFOLOGIA – OS MODELOS DE EVOLUÇÃO DA PAISAGEM

Os fortes contrastes na morfologia das paisagens estimularam os primeiros geólogos, tais como William Morris Davis, Walter Penck, Lester King e John Hack, a especular sobre suas causas (PRESS et al., 2006).

Assim, a sistematização da ciência geomorfológica surge com William Morris Davis (1899), nos Estados Unidos, representante da tendência anglo-americana, constituindo a primeira interpretação dinâmica da evolução geral do relevo com o ciclo de erosão geográfico (CASSETI, 1994).

Com o intuito de resgatar a construção do processo histórico do pensamento geomorfológico, serão apresentadas as primeiras teorias ou sistemas que contribuíram para a compreensão dos modelos de evolução da paisagem.

O SISTEMA DE WILLIAM MORRIS DAVIS

O sistema de **Davis** (1899), desenvolvido com base nas áreas úmidas e fundamentado no conceito de nível de base de erosão fluvial, sugere que o processo de denudação se inicia a partir de um rápido soerguimento da massa continental. Diante do elevado gradiente produzido pelo soerguimento em relação ao nível de base geral, o sistema fluvial produz forte entalhamento dos talwegues, originando verdadeiros canhões, que caracterizam o estado antropomórfico denominado de juventude em que a capacidade de transporte do rio excede a carga recebida das vertentes (Figura 1.2).

O trabalho comandado pela incisão vertical do sistema fluvial desaparece com o estabelecimento do perfil de equilíbrio, quando a denudação inicia o rebaixamento dos interflúvios, marcando o fim da juventude e o começo da maturidade. O processo denudacional que individualiza a ma-

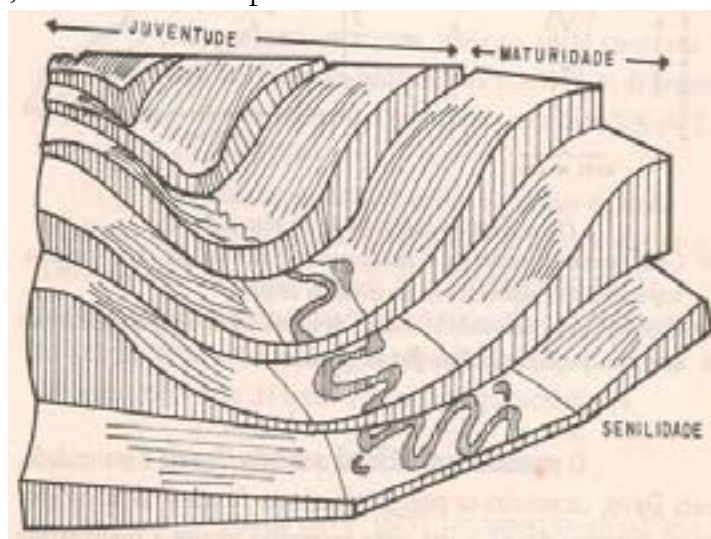


Figura 1.2 – Ciclo ideal com um relevo real moderado (Cfr. Rice, 1982).
Fonte: Casseti, 1994.

turidade, para Davis, caracteriza-se pelo rebaixamento do relevo de cima para baixo, o que torna necessário admitir a continuidade da estabilidade tectônica, bem como dos processos de erosão (Figura 1.3).

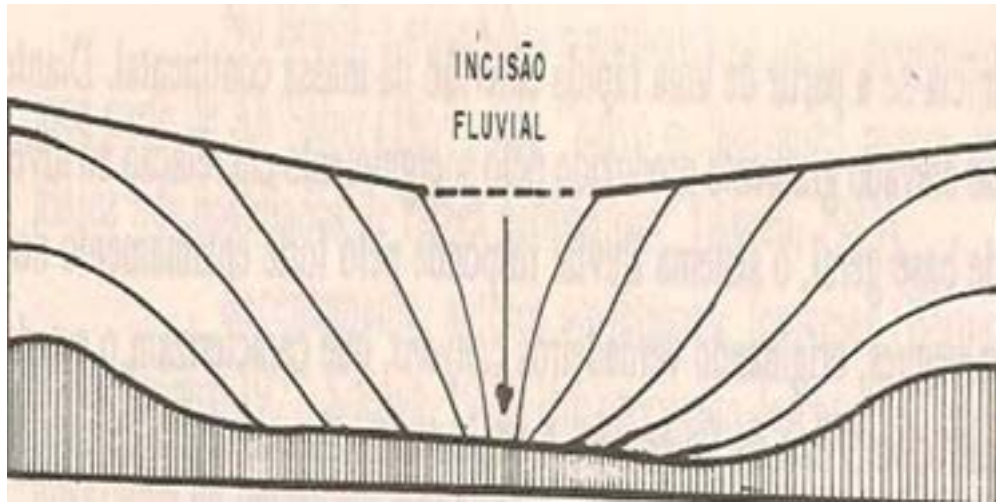


Figura 1.3 – Evolução do relevo, de cima para baixo, até atingir a peneplanização. (Fonte: Cassetti, 1994).

Nível de base geral ou grande nível de base é a superfície plana formada como prolongamento do nível do mar sobre as terras continentais. Davis (1902) considera-a como “a superfície imaginária, sendo o nível de base em relação ao qual funciona a erosão subaérea normal”.

Canhões – vales de paredes abruptas, isto é, vales encaixados.

Perfil de equilíbrio – curva descrita por um curso d’água quando se verifica a existência de uma estabilidade nas condições hidrodinâmicas, isto é, o rio não escava e nem deposita sedimentos.

Denudação ou Desnudação – arrasamento das formas de relevo mais salientes, pelo efeito conjugado dos agentes erosivos. Os terrenos sedimentares formados de detritos são a melhor prova da destruição das rochas preexistentes. Esta estimativa pode ser bem compreendida se observarmos o grande volume de detritos que foram necessários para construir as grandes planícies, como a da Amazônia, da bacia do Prata, da bacia de Paris, etc.

Num estágio avançado da evolução do ciclo normal, os rios passariam a meandrar sobre uma superfície quase plana. A evolução considerada tende a atingir total horizontalização topográfica, estágio denominado de senilidade, quando a morfologia seria representada por extensos peneplanos, às vezes interrompidos por elevações residuais determinadas por resistência litológica, referidas como monadnocks. Nesse instante haveria praticamente um único nível altimétrico entre interflúvios e os antigos fundos de vales, os quais estariam representados

por cursos meandrantés, com calhas aluviais assoreadas pela redução da capacidade de transporte fluvial.

Talvegue – linha de maior profundidade no leito fluvial. Resulta da intersecção dos planos das vertentes com dois sistemas de declives convergentes.

Meandrar – rio que descreve curvas sinuosas, formando, por vezes, amplos semicírculos, em zona de terrenos planos.

Monadnocks – elevações residuais que resistem mais à erosão em áreas peneplanizadas.

Peneplano ou Peneplanície – superfície plana ou levemente ondulada, resultante de um ciclo geomorfológico, cujo trabalho se realizou até a extrema senilidade.

Pediplano: superfície inclinada, formada pela coalescência de pedimentos, modelada nos climas áridos quentes e semi-áridos.

Inselbergs: são como resíduos da pediplanação, em climas áridos quentes e semi-áridos, à semelhança dos monadnocks, devidos à peneplanização em regiões de clima úmido.

Após atingir certo estágio de senilidade, o relevo seria submetido a novo soergimento rápido, denominado rejuvenescimento, dando seqüência ao ciclo evolutivo da morfologia. O tempo necessário ao desenvolvimento desse ciclo foi calculado entre 20 e 200 milhões de anos.

Davis propôs um ciclo de erosão que progride desde as montanhas altas e íngremes, formadas tectonicamente na juventude, passando pelas formas arredondadas da maturidade e chegando até as planícies desgastadas, típicas da estabilidade tectônica e do estágio senil (Figura 1.4).

O modelo teórico concebido por Davis tinha alguns pontos que originaram críticas, dentre elas destacam-se:

- o modelo ser concebido em áreas de clima temperado;
- a necessidade de um rápido soergimento do relevo, seguido por um período muito longo de estabilidade tectônica; e

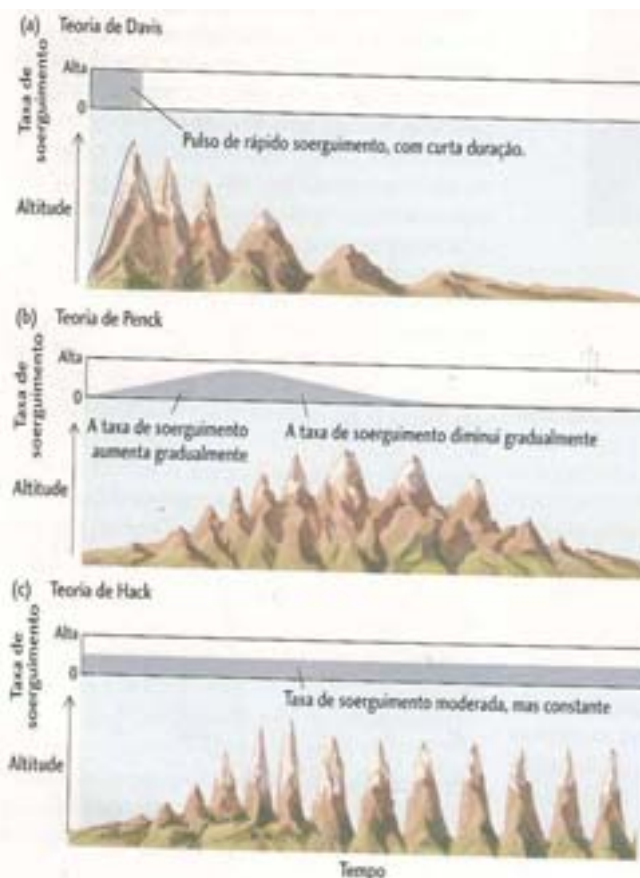


Figura 1.4 – Os modelos clássicos de evolução da paisagem resultantes do soergimento tectônico e da erosão, conforme as proposições de William Morris Davis (a), Walter Penck (b) e John Hack (c). (Fonte: Press, 2006).

– as condições de equilíbrio como resultado a ser obtido no final do ciclo.

Assim, a concepção do ciclo geográfico estava em função da estrutura, dos processos e do tempo. Os estudos procuravam relacionar as formas topográficas oriundas do controle estrutural, ocorrendo extraordinário desenvolvimento da Geomorfologia Estrutural.

O SISTEMA DE WALTHER PENCK (1924)

Walther Penck foi um dos principais críticos do sistema de Davis, sobretudo ao afirmar que a denudação é concomitante ao soerguimento, com intensidade diferenciada pela ação da tectônica, atribuindo desse modo a devida importância aos efeitos processuais, desenvolvendo o conceito de depósitos correlativos e a articulação com a Climatologia e a Biogeografia.

De acordo com essa concepção, emersão e denudação acontecem simultaneamente e quando o processo de entalhamento dos vales é superior ao da denudação, as vertentes convexas dominam na superfície terrestre; quando a intensidade do entalhamento é igual à da denudação, predominam as vertentes retilíneas e quando o entalhamento é menos intenso do que a denudação, as vertentes côncavas dominam.

A proposta penckiana foi um dos principais argumentos responsáveis pela ruptura epistemológica registrada na linhagem anglo-americana, durante a Segunda Guerra Mundial, até então fielmente adepta das idéias consagradas de Davis.

O SISTEMA DE LESTER C. KING

Esse sistema procura restabelecer o conceito de estabilidade tectônica considerado por Davis, mas admite o ajustamento por compensação isostática e considera o recuo paralelo das vertentes como forma de evolução morfológica, de acordo com a proposta de Penck (1924).

King (1955) argumenta que o recuo paralelo das vertentes ocorre devido, sobretudo, à desagregação mecânica, a partir de determinado nível de base, iniciado pelo geral, correspondente ao oceano. O material resultante da erosão decorrente do recuo promove o entulhamento das áreas depressionárias, originando os denominados pedimentos e bajadas. A evolução do recuo por um período de tempo de relativa estabilidade tectônica permitiria o desenvolvimento de extensos pediplanos, razão pela qual a referida teoria ficou conhecida como pediplanação. Chama as grandes extensões horizontalizadas na senilidade de pediplanos, com formas residuais denominadas inselbergs.

O SISTEMA DE JOHN T. HACK (1960)

Na década de 60, a ruptura conceitual ocorreu, quando John Hack reconheceu que o soerguimento não poderia aumentar a elevação acima de um limite crítico, mesmo que operasse por longos períodos de tempo. As montanhas na ausência de erosão, entrariam em colapso devido ao seu próprio peso, devido à resistência finita das rochas.

O enfoque acíclico do conceito de “equilíbrio dinâmico” é de Hack (1960), que se fundamenta na teoria geral dos sistemas, vinculada à linhagem anglo-americana pós-davisiana.

O princípio básico da teoria é de que o relevo é um sistema aberto, mantendo constante troca de energia e matéria com os demais sistemas terrestres, estando vinculado à competição entre a resistência dos materiais da crosta terrestre e o potencial das forças de denudação (Figura 1.5).

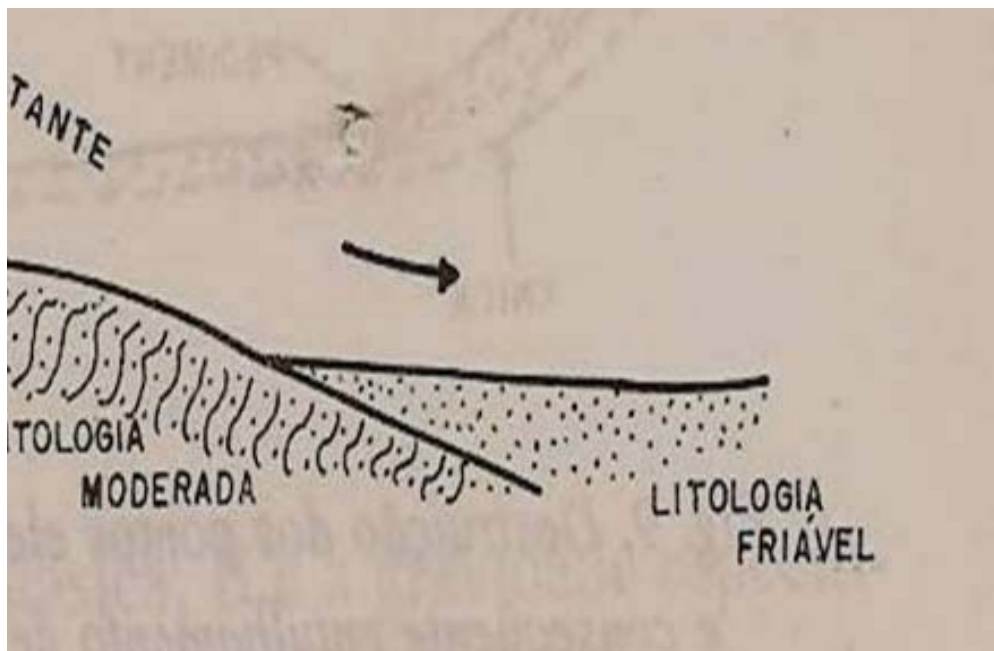


Figura 1.5 – Equilíbrio dinâmico mantido nos diferentes panoramas topográficos, determinado pela resistência diferencial litológica, que proporciona, mesmo com declives fortes, um volume de material correspondente.

(Fonte: Casseti, 1994).

Na teoria do equilíbrio dinâmico as formas não são estáticas. Qualquer alteração no fluxo de energia incidente tende a responder por manifestações no comportamento da matéria, evidenciando alterações morfológicas. Como exemplo, as mudanças climáticas ou eventos tectônicos produzem alterações no fluxo da matéria, até a obtenção de novo reajustamento dos componentes do sistema. Algo intrínseco ao argumento de Hack é que o modelado se adapta rapidamente às variações dos fatores de controle ambiental. Desse modo, quando o sistema readquire o equilíbrio dinâmico, desaparecem gradativamente as marcas relacionadas às fases anteriores que estavam presentes na paisagem.

As concepções modernas sobre a evolução das paisagens incorporam partes de todas essas idéias pioneiras e advogam a existência de uma progressão da forma da paisagem como sendo dependente da escala de tempo na qual ocorreram mudanças geomorfológicas. Assim, as variações no clima foram um fator muito importante na evolução da paisagem durante os últimos 100 anos, mas representam apenas um fator minoritário em escalas de tempo de 100 milhões de anos em que o soerguimento tectônico é provavelmente, muito mais importante.

O surgimento da Teoria Geológica da Tectônica de Placas, na década de 1960, contribuiu efetivamente para o entendimento das formas de relevo. Os limites entre as placas – divergentes, convergentes e conservativos ou transformantes – são áreas onde ocorrem atividades vulcânicas, sísmicas e tectônicas, que integram o conjunto de processos denominados endógenos, responsáveis pelas formas de relevo da superfície terrestre.

Limites Convergentes ou Destrutivos – ocorrem onde as placas litosféricas colidem frontalmente, com conseqüências que dependerão das diferenças de densidade entre as placas.

Limites Divergentes ou Construtivos – são caracterizados pelo afastamento de uma placa tectônica em relação à outra, pelo preenchimento do espaço formado por um novo material crustal.

Limites Transformantes ou Conservativos – marcam o contato entre placas de densidades semelhantes que colidem obliquamente de modo que elas deslizam lateralmente entre si ao longo de falhas transformantes, sem destruição das placas ou geração de crosta nova.

Ab'Saber (1969) deu a maior contribuição à teoria Geomorfológica com o estabelecimento de três níveis de abordagem:

1. Compartimentação topográfica regional e caracterização morfológica – analisa os diferentes níveis topográficos e as características do relevo, destacando a morfologia;
2. Estrutura superficial da paisagem – relaciona os depósitos correlativos com as condições climáticas, enfatizando a morfogênese; e
3. Fisiologia da paisagem – analisa os processos atuais e a morfodinâmica, inserindo o homem como agente desses processos.

Nos referidos níveis de abordagens as relações processuais evoluem, do primeiro ao terceiro nível, de uma escala geológica de tempo para a histórica ou humana, exigindo maior controle de campo.

Depósitos correlativos – correspondem ao acúmulo de material detrítico, resultante de fases erosivas de formas de relevo, em espaços rebaixados. Representam um importante elemento na interpretação das condições paleoambientais, particularmente os paleoclimas (JATOBÁ e LINS, 2001).

Morfogênese – origem e desenvolvimento das formas de relevo resultantes da atuação dos processos endógenos e exógenos.

Pedogênese – estudo da origem dos solos.

OBJETO DE ESTUDO DA GEOMORFOLOGIA

Neste tópico são descritas as variáveis referentes à morfologia, morfogênese, morfodinâmica e morfocronologia, que são o objeto de estudo da Geomorfologia (FLORENZANO, 2008). Nos estudos geomorfológicos atuais, a morfologia e a morfodinâmica têm uma aplicação mais direta no planejamento e gestão ambiental.

MORFOLOGIA

A morfologia ponto de partida para o entendimento dos demais aspectos do relevo, engloba a morfografia e a morfometria da superfície terrestre.

A morfografia refere-se aos aspectos descritivos (ou qualitativos) do relevo, representados pela sua forma e aparência como, por exemplo, plano, colinoso montanhoso. As macroformas são descritas por denominações convencionais como depressões, planícies, planaltos e montanhas (Figura 1.6).

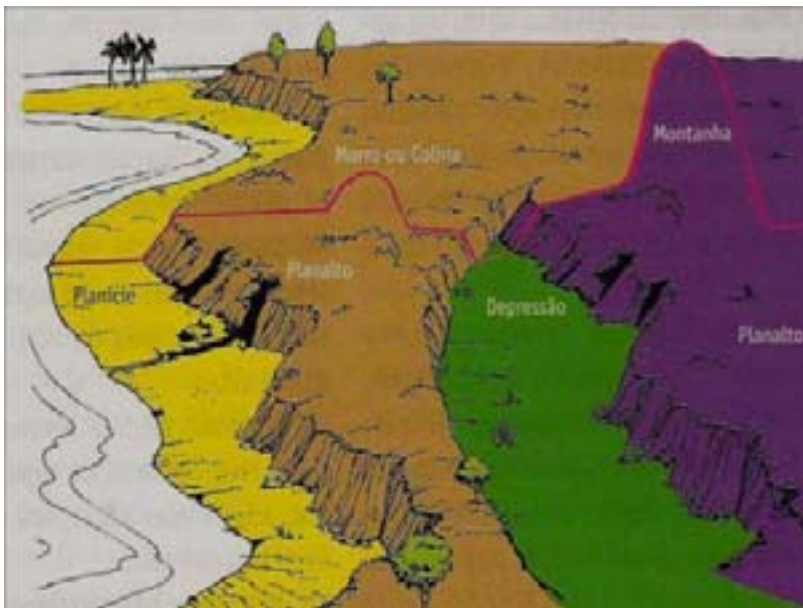


Figura 1.6 – As grandes unidades do relevo.
(Fonte: Florenzano, 2008).

Depressões – são terrenos situados abaixo do nível do mar (depressões absolutas, como o mar Morto) ou abaixo do nível altimétrico das regiões adjacentes (depressões relativas) como a depressão periférica paulista.

Planícies – são terrenos baixos e planos, formados por acumulação de material, que podem ser de origem aluvial ou fluvial, marinha, lacustre, glacial e eólica.

Planaltos – superfícies elevadas mais ou menos planas delimitadas por escarpas íngremes onde o processo de degradação supera o de aggradação.

Montanhas – grandes elevações naturais do terreno com altitudes superiores a 300m e constituídas por um agrupamento de morros.

A morfometria refere-se aos aspectos quantitativos do relevo. Entre as variáveis mais utilizadas para estudos geomorfológicos, geológicos, pedológicos, agrônômicos, geotécnicos e integrados do meio ambiente, bem como na avaliação da fragilidade e vulnerabilidade dos ambientes têm-se: altitude (hipsometria), amplitude altimétrica (altura do relevo), extensão de vertente, declividade, densidade de drenagem, frequência de rios e a amplitude interfluvial.

MORFOGÊNESE

A morfogênese refere-se à origem e ao desenvolvimento das formas de relevo, resultantes da atuação dos processos endógenos e exógenos.

Os processos endógenos têm origem no interior da Terra e manifestam-se por meio dos movimentos sísmicos, do vulcanismo, do magmatismo intrusivo e do tectonismo.

Os processos exógenos são movimentos externos que atuam na superfície da Terra destruindo elevações, construindo formas e preenchendo depressões. Eles englobam o intemperismo ou meteorização. A erosão ou denudação, refere-se à remoção e ao transporte do material intemperizado, e à acumulação, em que o material removido e transportado pela erosão é depositado.

Intemperismo ou Meteorização – processo de alteração das rochas por fragmentação (intemperismo físico) e decomposição (intemperismo químico e biológico). O intemperismo ocorre quando as rochas, expostas à energia solar, à água pluvial e fluvial, às ondas, ao gelo e ao vento, são submetidas a novas condições de pressão, temperatura e umidade.

MORFODINÂMICA

A morfodinâmica refere-se aos processos atuais (ativos), endógenos e exógenos, que atuam nas formas de relevo. Os tipos de processos que definem as formas de relevo, classificadas de acordo com a sua gênese, não são necessariamente os mesmos que ocorrem nos dias atuais.

MORFOCRONOLOGIA

Refere-se à idade, absoluta e relativa, das formas de relevo e dos processos a elas relacionados, pois todas as formas de relevo caracterizam-se pelo período de sua formação e sua evolução. Assim, é essencial distinguir a idade das formas, diferenciando as recentes daquelas herdadas de períodos anteriores, quando diferentes condições climáticas prevaleciam, através de datação com carbono 14 (^{14}C) de fósseis ou de evidências arqueológicas.

CLASSIFICAÇÃO TAXONÔMICA DAS FORMAS DE RELEVO

A superfície terrestre é dinâmica e está constituída por formas de relevo de diferentes tamanhos ou táxons, de diferentes idades e processos genéticos distintos.

Para melhor compreensão da compartimentação do relevo, Ross (1992), propõe seis níveis para a representação geomorfológica (Figura 1.7).

1º táxon – representado pelas Unidades Morfoestruturais, cuja escala permite a identificação dos efeitos da estrutura no relevo, relacionados com os processos endógenos. Toma-se como exemplo a bacia sedimentar intracratônica (Figura 1.8).

2º táxon – refere-se às Unidades Morfoesculturais contidas em cada Unidade Morfoestrutural. Refere-se aos compartimentos que foram gerados pela ação climática ao longo do tempo geológico sobre uma determinada estrutura. Reflete as condições geológicas (litologia e estrutura) e principalmente,



Figura 1.7 – Representação esquemática das Unidades Taxonômicas. (Fonte: Novo, 2008).

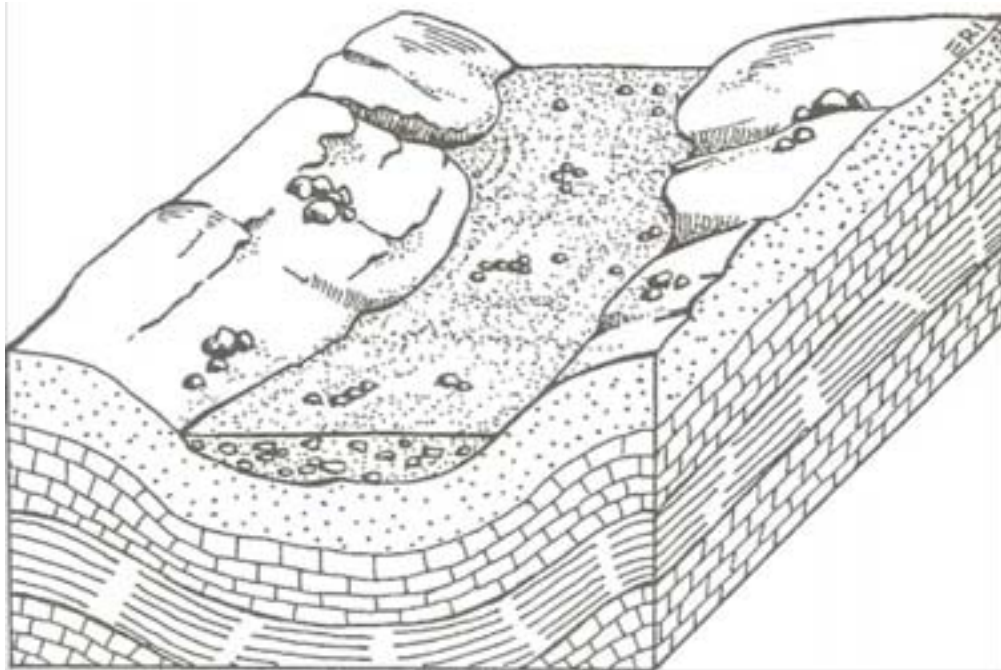


Figura 1.8 – Bacia Sedimentar Intracratônica: depressão da superfície do cráton ou plataforma, localizada nas suas áreas mais centrais.
(Fonte: Suertegaray, 2003).

os tipos climáticos que atuaram no passado e os que atuam no presente. Incluem-se neste táxon os planaltos, as serras, as depressões periféricas, chapadas, entre outros (Figura 1.9).



Figura 1.9 – Seção esquemática mostrando a estrutura do relevo do Estado do Paraná.
(Fonte: Melo et al., 2005).

3º táxon – representa as Unidades Morfológicas ou Padrões de Formas Semelhantes que se encontram contidas nas Unidades Morfoesculturais. São conjuntos de formas que apresentam distinções entre si, em função da rugosidade topográfica e do índice de dissecação do relevo, onde os processos morfoclimáticos atuais começam a ser mais facilmente notados (Figura 1.10).



Figura 1.10 – Paisagens multiconvexas de colinas associadas a uma superfície de aplainamento na área de Bananal, no vale do Paraíba do Sul.
(Fonte: Melo et al., 2005).

4º táxon – refere-se às formas de relevo individualizadas em cada Unidade de Padrão de Formas Semelhantes. Estas formas, quanto à gênese podem ser: agradação, como as planícies fluviais ou marinhas, terraços fluviais ou marinhos e planícies costeiras, entre outras, ou de denudação, resultantes do desgaste erosivo como colinas, morros e cristas. Assim, uma Unidade de Padrão de Formas Semelhantes constitui-se por formas de relevo semelhantes entre si na morfologia, formato, tamanho e idade (Figura 1.11).

5º táxon – são as vertentes ou setores das vertentes pertencentes a cada forma de relevo quer sejam convexos, retilíneos, planos, aguçados, abruptos e côncavos. São dimensões menores do relevo sendo, portanto, de gênese e idade mais recentes (Figura 1.12).

6º táxon – corresponde às pequenas formas de relevo que se desenvolvem por interferência antrópica, direta ou indireta, ao longo das vertentes. São formas geradas pelos processos erosivos e deposicionais, como sulcos, ravinas, voçorocas, deslizamentos, entre outros. Pequenos depósitos aluvi-

onares na base das vertentes e bancos de assoreamento nos leitos fluviais enquadram-se nesse táxon (Figura 1.13).



Figura 1.11 – A depressão constitui uma superfície aplainada por longos processos erosivos onde predominam formas planas ou levemente onduladas. (Fonte: Suertegaray et al., 2003.)



Figura 1.12 – Escarpa do Platô de Vila Velha. (Fonte: Melo, 2006).

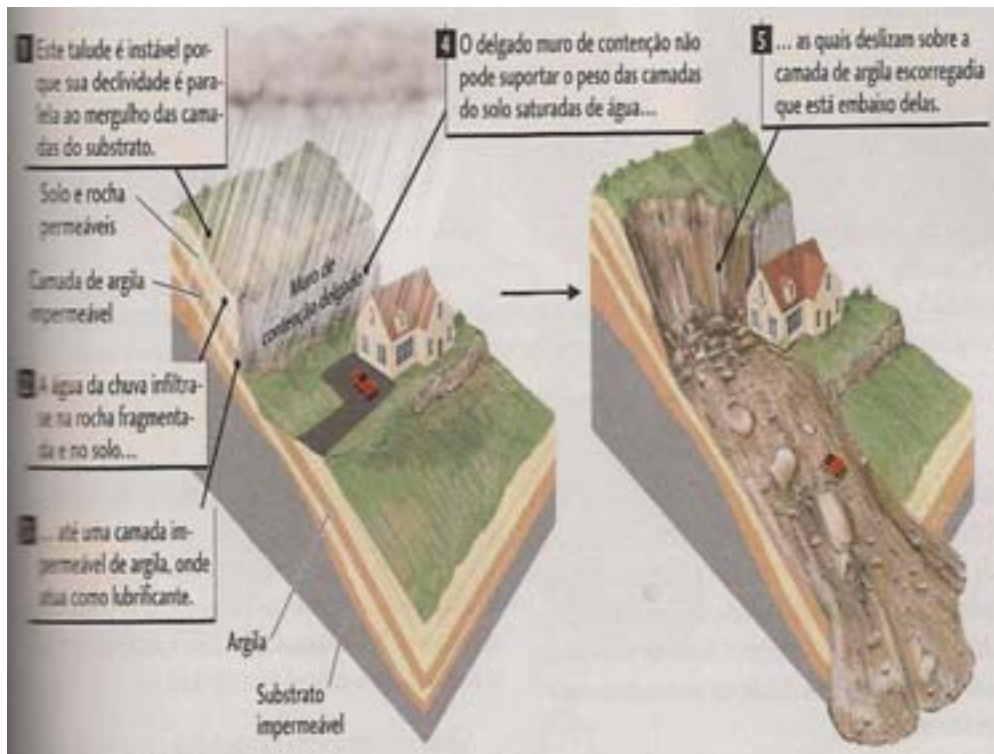


Figura 1.13 – Construir em algumas encostas é favorecer a ocorrência de um desastre. Esta encosta é instável porque sua declividade é paralela ao mergulho das camadas do substrato, as quais se dispõem sobre uma camada de argila, que, quando saturada de água, atua como lubrificante. O talude atrás da casa foi verticalizado demais, e o muro de contenção é muito delgado para poder suportá-lo. (Fonte: Press et al., 2006).

A GEOMORFOLOGIA FLUVIAL NO CONTEXTO DAS CIÊNCIAS GEOMORFOLÓGICAS

A Geomorfologia Fluvial é o campo da Geomorfologia que se dedica a estabelecer relações entre os processos de erosão e deposição resultantes do escoamento da água em canais fluviais e as formas de relevo dele derivadas (FLORENZIANO, 2008). A esse escoamento dá-se o nome de vazão, cujo volume depende do regime hidrológico da bacia hidrográfica onde os canais estão inseridos. Engloba o estudo dos cursos de água, que se detém nos processos fluviais e nas formas resultantes do escoamento das águas, e o das bacias hidrográficas, que considera as suas principais características que condicionam o regime hidrológico. Essas características ligam-se aos aspectos geológicos, às formas de relevo, aos processos geomorfológicos, aos condicionantes hidrológicos e climáticos, a biota e à ocupação do solo (CUNHA, 1998). Representa um setor de destaque na ciência geomorfológica e a partir da década de 70 os seus estudos foram intensificados, com ênfase nos processos observados no canal fluvial, envolvendo outras áreas do conhecimento como a Hidrologia, a Pedologia e a Ecologia. As suas contribuições têm adotado uma perspectiva temporal para as mudanças do fluxo e da carga sedimentar como também de elementos que interferem na

dinâmica e funcionamento do sistema fluvial, como as obras de engenharia na bacia hidrográfica.

A bacia hidrográfica ou de drenagem na perspectiva hidrológica é a área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários. Representa a área de captação natural da água da precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída, o exutório (Figura 1.14). É delimitada pelos divisores de água, que marcam o limite topográfico da zona de abastecimento originada pela precipitação. Percebe-se, ainda, na bacia hidrográfica a existência de diferentes elementos como: nascente ou cabeceira, rio principal, afluentes, subafluentes, foz ou desembocadura, cursos superior, médio e inferior, dentre outros (Figura 1.15).



Figura 1.14 – Os vales fluviais e as bacias de drenagem são separados pelos divisores de águas, que podem ser cristas, terras altas com relevo suave ou cadeias de montanhas. (Fonte: Press, et al., 2006).



Figura 1.15 – Elementos de uma bacia hidrográfica, (Fonte: Antunes, 1995).

Pode ser dividida em sub-bacias e microbacias, definidas operacionalmente em função das aplicações a que se destinam. No Brasil, o Decreto-Lei nº 94.076, de 5 de março de 1987, que criou o Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas – PNMH, considera a microbacia como uma unidade espacial mínima, definida pelos canais fluviais de primeira ordem.

COMO DEFINIR UM RIO?

Geomorfologicamente o termo rio aplica-se exclusivamente a qualquer fluxo canalizado ou confinado.

As precipitações e o fluxo do lençol subterrâneo influenciam as características do deflúvio dos rios. De acordo com o fornecimento de água os rios podem ser:

- efêmeros – não são alimentados pelo lençol subterrâneo e possuem água somente durante e após as chuvas, permanecendo secos a maior parte do ano.
- intermitentes ou temporários – contêm água em certa época do ano e apresentam-se secos noutra. Recebem fluxo d'água a partir do nível freático quando este encontra-se suficiente alto. Em geral correspondem a rios influentes, ou seja, perdem água para a zona de saturação porque o seu leito situa-se acima do nível freático, sendo comum em regiões semi-áridas e áridas.
- perenes – drenam água no decorrer de todo o ano e a vazão aumenta para jusante. Geralmente correspondem aos rios efluentes, isto é, que são alimentados pela água subterrânea, situação típica de regiões úmidas.

O nível freático acompanha aproximadamente as irregularidades da superfície do terreno e sua profundidade é função da quantidade de recarga e dos materiais terrestres do subsolo. Em áreas úmidas, com elevada pluviosidade, tende a ser mais raso, enquanto em ambientes áridos tende a ser profundo. De modo geral é mais profundo nos divisores topográficos e mais raso nos fundos de vales (KARMANN, 2001).

CONCLUSÃO

Ao final da Aula 1, podemos concluir que a Geomorfologia é uma ciência geológica nos Estados Unidos, enquanto que, na Europa, de um modo geral, é uma ciência geográfica. O desenvolvimento dos estudos geomorfológicos mostra que, no passado, as pesquisas estavam calcadas na estrutura geológica estando a morfologia da paisagem dependente, principalmente, da idade geológica. A visão de Davis foi tão predominante no início do século XX, que obscureceu a hipótese de Penck, o qual propôs que o soerguimento tectônico compete com a erosão para controlar a morfologia da paisagem. A análise sobre a atuação dos grandes processos tectônicos passa pelo entendimento dos eventos que se desenvolvem no interior das placas tectônicas e, principalmente, em suas bordas, que definem diferentes tipos de limites-transformantes, divergentes e convergentes. Os diferentes fenômenos de superfície estão relacionados com os três níveis de abordagem: compartimentação topográfica, estrutura superficial da paisagem e fisiologia da paisagem, onde os processos suaves evoluem do primeiro ao terceiro nível.

A Geomorfologia Fluvial destaca-se no contexto da ciência geomorfológica, dando ênfase aos processos que ocorrem no canal fluvial principal e de seus tributários.

RESUMO



As formas de relevo, que constituem o objeto de estudo da Geomorfologia, devem ser estudadas espacialmente e temporalmente e os processos responsáveis têm suas origens nas forças endógenas e exógenas, onde se inclui a dinâmica do escoamento fluvial. A idéia da esculturação do relevo ligada à ação dos rios foi desenvolvida no século XVIII e no século seguinte inicia-se a sistematização da ciência geomorfológica, fundamentada no conceito de ciclo de erosão de Davis. Os modelos clássicos de evolução das paisagens sucederam-se e são resultantes do soerguimento tectônico e da erosão conforme as proposições de Davis, Penck e Hack. A classificação taxonômica das formas de relevo elaborada por Ross (1992) permite a compreensão da compartimentação do relevo em seis níveis para a representação geomorfológica. A Geomorfologia Fluvial representa um setor de destaque na ciência geomorfológica e a partir da década de 1970 os seus estudos deram mais ênfase aos processos observados nos canais fluviais.



AUTOAVALIAÇÃO

1. Quais são os principais componentes das paisagens?
2. Como os sistemas climáticos e da tectônica de placas interagem para controlar a paisagem?

3. Descreva os sistemas de referência em Geomorfologia.
4. Diferencie morfogênese de morfodinâmica.
5. Em qual setor do rio que banha o município onde você reside espera encontrar uma pequena forma de relevo que corresponda ao 6º táxon? De acordo com o fornecimento de água, como pode ser classificado esse rio?

PRÓXIMA AULA

Dando continuidade ao estudo de Geomorfologia Fluvial, na próxima Aula os assuntos a serem tratados referem-se à dinâmica do escoamento fluvial e o transporte de sedimentos pelos rios.



REFERÊNCIAS

- AB'SABER, Assiz, N. **Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário**. São Paulo: IGEOG-USP, 1969 (Série Geomorfologia, 18).
- CASSETI, Walter. **Elementos de Geomorfologia**. Goiânia: Editora da UFG, 1994.
- CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, 1981.
- DAVIS, William Morris. The geographical cycle. **Geogr. Journal, London**, v. 14, n. 5, p. 481-504, 1899.
- FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- GUERRA Antonio José Teixeira e CUNHA, Sandra Baptista da. (orgs) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.
- HACK, John T. Interpretation of erosional topography in humid – temperate regions. **Amer. Journal Sci**, New Haven, v. 258-A, p. 80-97, 1960.
- JATOBÁ, Lucivânio; LINS, Rachel Caldas. **Tópicos especiais de Geografia Física**. Recife: Bagaço, 2001.
- KING, Lester, C. Canons of landscape evolution. **Bull. Geol. Soc. Am.**, Washington, v. 64, n. 7, p. 721-732.
- POWELL, J. W. **Exploration of the Colorado Riner of the west and its tributaries**. Washington: Smithsonian Institution, 1876.
- PRESS, Frank; SIEVER, Raymond; GROTZINGER, John; JORDAN, Thomas H. **Para entender a Terra**. 4. ed. Tradução. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- ROSS, Jurandy L. Sanches. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, FFLCH-USP, São Paulo, v. 6 p. 17-29, 1992.