

Anice Afonso

Alexandre Antônio de Mello Santos

Raphael Lima

Telma Mendes da Silva

Volume 1

# Geomorfologia Geral







Fundação

**CECIERJ**

Consórcio **cederj**

Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro

## Geomorfologia Geral

Volume 1

Anice Afonso

Alexandre Antônio de Mello Santos

Raphael Lima

Telma Mendes da Silva



**GOVERNO DO  
Rio de Janeiro**

**SECRETARIA DE  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

**UNIVERSIDADE  
ABERTA DO BRASIL**

Ministério da  
Educação

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

Apoio:



**FAPERJ**

Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo  
à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro

# Fundação Cecierj / Consórcio Cederj

Rua da Ajuda, 5 – Centro – Rio de Janeiro, RJ – CEP 20040-000

Tel.: (21) 2333-1112 Fax: (21) 2333-1116

Presidente

Carlos Eduardo Bielschowsky

Vice-presidente

Masako Oya Masuda

Coordenação do Curso de Geografia

UERJ – Glaucio José Marafon

## Material Didático

### ELABORAÇÃO DE CONTEÚDO

Anice Afonso

Alexandre Antônio de Mello Santos

Raphael Lima

Telma Mendes da Silva

### COORDENAÇÃO DE

### DESENVOLVIMENTO INSTRUCIONAL

Cristine Costa Barreto

### SUPERVISÃO DE

### DESENVOLVIMENTO INSTRUCIONAL

Flávia Busnardo

### DESENVOLVIMENTO INSTRUCIONAL

### E REVISÃO

Ana Cristina Andrade

Heitor Soares de Farias

Paulo César Alves

### AValiação do Material Didático

Thais de Siervi

## Departamento de Produção

### EDITOR

Fábio Rapello Alencar

### COORDENAÇÃO DE REVISÃO

Cristina Freixinho

### REVISÃO TIPOGRÁFICA

Beatriz Fontes

Carolina Godoi

Cristina Freixinho

Elaine Bayma

Patrícia Sotello

Thelenayce Ribeiro

### COORDENAÇÃO DE PRODUÇÃO

Bianca Giacomelli

### DIRETOR DE ARTE

Alexandre d'Oliveira

### PROGRAMAÇÃO VISUAL

Renata Borges

Ronaldo d'Aguiar Silva

### ILUSTRAÇÃO

Bianca Giacomelli

Fernando Romeiro

### CAPA

Fernando Romeiro

### PRODUÇÃO GRÁFICA

Verônica Paranhos

Copyright © 2013, Fundação Cecierj / Consórcio Cederj

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 Fundação.

S328c

Afonso, Anice.

Geomorfologia Geral. v.1. / Anice Afonso, Alexandre Antônio de Mello Santos, Raphael Lima, Telma Mendes da Silva.

– Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2014

222p.; 19 x 26,5 cm.

ISBN: 978-85-7648-922-1

1. Representação cartográfica. 2. Comunicação cartográfica. 3. Sistema de coordenação UTM. 4. Escala e orientação cartográfica. I. Leão, Otavio Rocha. II. Título.

CDD: 910.7

Referências Bibliográficas e catalogação na fonte, de acordo com as normas da ABNT e AACR2.  
Texto revisado segundo o novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa.



# Governo do Estado do Rio de Janeiro

Governador  
Sérgio Cabral Filho

Secretário de Estado de Ciência e Tecnologia  
Gustavo Reis Ferreira

## Universidades Consorciadas

CEFET/RJ - CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO  
TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA  
Diretor-geral: Carlos Henrique Figueiredo Alves

IFF - INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA FLUMINENSE  
Reitor: Luiz Augusto Caldas Pereira

UENF - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO  
NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO  
Reitor: Silvério de Paiva Freitas

UERJ - UNIVERSIDADE DO ESTADO DO  
RIO DE JANEIRO  
Reitor: Ricardo Vieiralves de Castro

UFF - UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE  
Reitor: Roberto de Souza Salles

UFRJ - UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
RIO DE JANEIRO  
Reitor: Carlos Levi

UFRRJ - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL  
DO RIO DE JANEIRO  
Reitora: Ana Maria Dantas Soares

UNIRIO - UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
Reitor: Luiz Pedro San Gil Jutuca



<b>Aula 1</b>	– Por que a Geomorfologia é uma disciplina ensinada nos cursos de Licenciatura em Geografia?	7
Anice Afonso/Alexandre Antônio de Mello Santos		
<b>Aula 2</b>	– O que devo ter em mente ao interpretar o relevo	37
Anice Afonso/Alexandre Antônio de Mello Santos		
<b>Aula 3</b>	– Que abordagens podemos usar para interpretar o relevo? Parte 1: as teorias e os métodos científicos	75
Anice Afonso/Telma Mendes da Silva		
<b>Aula 4</b>	– Que abordagens podemos usar para interpretar o relevo? Parte 2: linhas de pesquisa em geomorfologia	99
Anice Afonso/Telma Mendes da Silva		
<b>Aula 5</b>	– As representações das formas de relevo: uso de mapas topográficos em Geomorfologia	123
Anice Afonso/Telma Mendes da Silva		
<b>Aula 6</b>	– As representações das formas de relevo: uso de imagens de satélite em Geomorfologia	157
Anice Afonso/Raphael Lima/Telma Mendes da Silva		
<b>Aula 7</b>	– Por que a Geologia é necessária para compreender a morfologia da superfície da Terra?	185
Anice Afonso/Telma Mendes da Silva		
<b>Referências</b>		217



# Aula 1

Por que a  
Geomorfologia  
é uma disciplina  
ensinada nos  
cursos de  
Licenciatura em  
Geografia?

*Anice Afonso*

*Alexandre Antônio de Mello Santos*



## Meta da aula

Apresentar conceitos, conteúdos e métodos de trabalho da Geomorfologia, um campo autônomo, mas articulado aos demais campos científicos da Geografia.

## Objetivos

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

1. relacionar temas da Geomorfologia ao ensino da Geografia;
2. descrever como a Geomorfologia influi na produção do espaço geográfico, ressaltando que as formas e os processos de relevo são dinâmicos e interagem com as sociedades;
3. identificar as bases teóricas e metodológicas usadas nos estudos geomorfológicos aos Parâmetros Nacionais Curriculares do Ensino Básico.

*A história não é mais simplesmente a história das pessoas,  
ela se torna, também, a história das coisas naturais.*

(Bruno Latour, *Jamais fomos modernos*)

## INTRODUÇÃO

Você sabe o que é a Geomorfologia? Tudo bem, vamos facilitar as coisas, dizendo que é o estudo das formas de relevo, assunto muito importante dentro da Geografia. Aliás, você já deve ter percebido que a Geografia se propõe a entender muita coisa: a distribuição espacial de fenômenos sociais e naturais, suas dinâmicas e as inter-relações entre eles.

Há na Geografia diversas especialidades acadêmicas que orientam o olhar dos pesquisadores para entender aspectos distintos da espacialidade destes fenômenos. A Geomorfologia é uma dessas especialidades. Nosso objetivo é entender como a dinâmica do relevo interage com os demais componentes do espaço geográfico.



Anice Afonso

**Figura 1.1:** Paisagem da cidade do Rio de Janeiro, vista da praia de Botafogo a partir da baía de Guanabara. Situada “entre o mar e as montanhas”, a cidade tem uma geografia especial, onde a dinâmica geomorfológica influencia bastante o cotidiano de seus moradores. Os morros, as praias, os rios, as lagoas e a baía de Guanabara são elementos que coexistem com o dia a dia dos cariocas. O Corcovado e Pão de Açúcar são famosos internacionalmente por estarem na lista de cartões-postais mais celebrados do Brasil. A cidade do Rio de Janeiro se expandiu pelas planícies costeiras, ao longo do curso de rios e das praias, para cima dos morros e serras, ao redor das baías e lagoas. Muitas modificações foram feitas, gerando uma geomorfologia urbana caracterizada por diversos aterros, demolição de morros, canalização de rios, cortes de encostas e abertura de túneis.

Há sempre um relevo sobre o qual o espaço geográfico se organiza e com o qual a sociedade deve interagir. Quando há um bom planejamento da ocupação do solo, é possível maximizar os benefícios que os recursos naturais representam, minimizando os impactos ambientais ou reduzindo os riscos de uma ocupação inadequada. Quando essas precauções não são tomadas – seja por desconhecimento da dinâmica geomorfológica, seja por falta de recursos econômicos ou negligência política –, as sociedades ficam mais vulneráveis à força de eventos naturais extremos. Nossa proposta é que vocês, licenciandos em Geografia, percebam que entender as interações entre sociedade e natureza é muito importante e deve ser uma prioridade em todos os níveis de ensino.

## **Geografia, Geografia Física e Geomorfologia**

O leque de temas que a Geografia investiga é muito abrangente e inclui especialistas de muitas áreas de estudo. Assim, uma pergunta frequente nos cursos de Geografia é se ela está entre as Ciências Sociais ou entre as Ciências Exatas e da Terra. Esta pergunta não tem uma única resposta certa!

A classificação das áreas do conhecimento é feita por órgãos que financiam as pesquisas, sendo os mais importantes o CNPq, a Capes e a Finep. Os geógrafos também aparecem como pesquisadores da grande área de *Ciências Exatas e da Terra* (onde aparece a Geografia Física, inserida na área de Geociências). Já a Geografia Humana está entre as *Ciências Humanas*.

Os cursos de graduação e pós-graduação de Geografia no Brasil possuem certa autonomia para se incluírem em uma ou outra dessas grandes áreas. Isso também acontece com os pesquisadores, que qualificam seus trabalhos específicos conforme suas especialidades.



CNPq, Capes e Finep são órgãos responsáveis pelo estímulo ao desenvolvimento científico, tecnológico, cultural e profissional no Brasil.

O CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) é uma agência do Ministério da Ciência e Tecnologia destinada ao fomento da pesquisa científica e tecnológica e à formação de recursos humanos para pesquisa no país.

A Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) é uma fundação do Ministério da Educação voltada para a formação de recursos humanos de alto nível em todas as áreas do conhecimento.

A Finep (Financiadora de Estudos e Projetos) é uma empresa pública vinculada ao Ministério de Ciência e Tecnologia que objetiva financiar a expansão do sistema de ciência e tecnologia no Brasil.

Essas três instituições estão estudando há alguns anos uma mudança na classificação das áreas do conhecimento no Brasil. A proposta colocaria todas as especialidades na Geografia dentro da grande área de Ciências Humanas, mas esse estudo ainda não está concluído. Para saber mais sobre isso, procure tais informações em: <http://www.cnpq.br/areasconhecimento/index.htm>

Os professores de Geografia, especialmente os de ensino básico, são os maiores responsáveis pela integração dos conhecimentos gerados nas diferentes áreas e especialidades da Geografia. É importante que o professor tenha conhecimento dos principais avanços teóricos e metodológicos gerados pelos pesquisadores nos diversos subcampos da Geografia, uma vez que

esses conhecimentos tenderão a qualificar sua prática docente (de ensino) de Geografia. Mas é muito importante desenvolver estratégias pedagógicas que facilitem a integração desses conhecimentos, adaptando-os segundo o nível cognitivo dos alunos. É o que vamos sugerir nesta aula!

## **A Geografia serve, antes de mais nada, para...**

Você já ouviu falar de um livro chamado *A Geografia – isso serve, em primeiro lugar, para fazer a guerra?* Esse livro foi escrito por Yves Lacoste na década de 1970. Veja os detalhes no box de curiosidade. Colocamos esse título aqui como uma provocação: substituir as reticências da frase por algo diferente!

A Geografia serve para muitos fins: organizar territórios, definir políticas de ocupação espacial, escolher onde construir estradas ou pontes, cultivar produtos, extrair recursos... Ora, a Geografia serve para muita coisa, e serve, principalmente, para que as pessoas (grupos sociais, comunidades, nações, exércitos, sociedades...) façam escolhas e criem estratégias para agir sobre a realidade espacial.

Assim, a Geografia é a ciência que estuda a dimensão espacial dos fenômenos naturais e sociais sob diferentes enfoques e com métodos analíticos específicos. Mais do que apenas descrever o espaço geográfico, os especialistas em Geografia procuram entender como ele funciona para interagir com essa dinâmica. Isso inclui as relações entre sociedade e ambiente, fazendo com que tanto os professores de Geografia como os geógrafos tenham papel importante na compreensão de processos dos elementos da natureza e do modo como as sociedades interagem com a dinâmica ambiental.



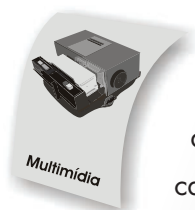


Yves Lacoste escreveu *A Geografia – isso serve, em primeiro lugar, para fazer a guerra?* na década de 1970, lançando luz para a importância geopolítica desta ciência. Discutiu como as estratégias de ensinar a Geografia poderiam ser revolucionárias se instigassem o aluno a analisar as estruturas econômicas, sociais e os processos de imposição de poder em escalas geopolíticas diversas. Tudo isso para ampliar sua visão de mundo e o seu senso crítico. O autor repudiava severamente os professores que transformaram a Geografia em uma matéria “enciclopédica”, caracterizada pela memorização e descrição dos fatos. Sua contribuição estimulou o movimento de renovação crítica da Geografia brasileira, com forte influência na produção de livros didáticos a partir dos anos 1980.

O espaço geográfico é o **conceito** fundamental e objeto de estudo da Geografia. Os conceitos geográficos ajudam a analisar certas características do espaço geográfico. Alguns conceitos espaciais importantes e muito usados são os que definem *paisagem, lugar, região, território, fronteira*, entre outros. Cada conceito pode ser discutido a partir de certas categorias de análise, tais como *forma, função, estrutura, processo, escala, diversidade, significado*, entre outros, úteis na análise e na diferenciação do espaço geográfico de modo geral. As “categorias” são parâmetros de análise que podem ser aplicados para entender os conceitos. Assim, podem-se comparar territórios ou regiões (conceitos geográficos) a partir das suas formas e processos (categorias analíticas).

### **Conceito**

É a formulação de uma ideia ou de um pensamento por palavras, conforme uma concepção teórica específica. Um conceito deve ser delimitado por um conjunto de pressupostos enquadrados em um contexto teórico.



A obra do geógrafo Milton Santos é rica em definições de alguns desses conceitos espaciais e categorias analíticas, mas destacamos aqui seu livro intitulado *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. Outras obras importantes são o livro *Geografia: conceitos e temas*, organizado por Iná de Castro, Paulo Cesar Gomes e Roberto Lobato Corrêa; e o livro *As categorias espaciais da construção geográfica das sociedades*, de Ruy Moreira.

Tomando, por exemplo, a proposta do geógrafo Milton Santos (2001) no livro *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*, o espaço geográfico poderia ser conceituado como “um conjunto indissociável de sistemas de objetos e de sistemas de ações”. O substrato físico sobre o qual os grupos humanos desenvolvem suas bases materiais constitui o meio natural. Portanto, a Natureza e seus elementos (físicos) são parte do sistema de objetos (morros, rios, praias...) e do sistema de ações (dinâmica dos processos de encosta, fluviais, costeiros etc.) que definem o espaço geográfico.

A abordagem geográfica de análise do espaço tem a singularidade de traduzir a interdependência de vários agentes sociais, naturais, econômicos, políticos etc., refletindo estruturas socioespaciais organizadas historicamente. Há várias possibilidades de “recorte” conceitual do espaço geográfico. Alguns conceitos espaciais importantes e muito usados na Geografia são os que definem *paisagem*, *lugar*, *região*, *território*, *fronteira*, entre outros. Em todos eles há referências a elementos da natureza – em maior ou menor grau. Apresentamos aqui definições muito resumidas de alguns desses conceitos:

a) *Paisagem* – podemos definir paisagem como aquilo que está no espaço geográfico e que podemos distinguir com nossos sentidos (visão, audição, tato, olfato...). A paisagem pode ser natural se tiver

origem na Natureza (“primeira natureza” – rios, formas de relevo, biomas etc.) ou ser artificial ou social (“segunda natureza” – cidades, cultivos, edificações etc.) se transformada pelo trabalho humano. Para os leigos, a ideia de *paisagem* costuma priorizar aspectos naturais (como montanhas, praias ou rios). No entanto, as transformações antrópicas podem modificar as paisagens a tal ponto de inviabilizar a percepção dos elementos da natureza.

b) *Lugar* – é um conceito que possui forte conotação subjetiva. Os objetos do espaço geográfico têm significados diferentes que variam conforme a sensibilidade de quem os observa, diferindo para cada indivíduo ou grupo. O que define um *lugar* em Geografia é o conjunto de elementos subjetivos, que dão, portanto, uma identidade relativa a partir de quem o define. Se lugar é um espaço subjetivamente definido, cada um – ou cada grupo social – tem o seu conceito de lugar ou, ao menos, a sua apreensão e sua forma de relacionamento com seus elementos (naturais e sociais). As diferentes formas de relevo também provocam subjetividades que contribuem para a definição de lugar. Paredões de rocha, rios, cachoeiras, praias ou escarpas íngremes produzem sensações diferentes naqueles que observam ou convivem com tais morfologias.

c) *Região* – espaço definido e delimitado a partir de critérios objetivos predefinidos. Regionalizar é dividir o espaço segundo critérios. O termo *região* está ligado a dois princípios fundamentais: o de localização e o de extensão de um fato ou fenômeno, segundo informações de origem natural ou social. A regionalização leva à discussão de critérios de delimitação e diferenciação dos espaços. As primeiras regionalizações definidas na história incorporavam prioritariamente as características do relevo, tais como regiões alpinas, montanhosas, de planícies aluviais, de baixadas lacustres, regiões vulcânicas, serranas, costeiras etc.

d) *Território* – em uma concepção simplificada, poderíamos dizer que território é o espaço submetido e organizado a algum tipo de poder ou influência de alguém. Limites, divisas, *fronteiras* estão incluídos no conceito de território, delimitando a extensão dos

territórios. É comum algumas fronteiras coincidirem com o traçado de rios ou com o topo dos morros e das serras, como acontecem entre muitos bairros, estados e países. As características do relevo, por vezes, estabelecem condições para a disputa ou o exercício da territorialidade, como o controle de passagens estratégicas.

e) *Natureza* – o modo como a Natureza é entendida – ou seja, o *conceito* que se tem sobre a Natureza – também varia muito. Há quem entenda a Natureza como recurso, ou como reserva de valor, ou como problema ou obstáculo ao desenvolvimento econômico. Esses significados diferentes influem no modo como as pessoas/sociedades interagem e interferem com os elementos naturais, bem como no modo como deles se apropriam.



Para nós, neste módulo, a grafia de *Natureza* será sempre iniciada por maiúscula quando se referir ao conjunto de elementos biofísico-químicos que existem, antes mesmo que os meios técnicos existissem e que sempre se organizaram independentemente da ação do homem no planeta. Quando iniciada por minúscula, *natureza* será usada como adjetivo referente ao caráter ou às propriedades daquilo que estiver sendo referido.



---

### Atende ao Objetivo 1

1. As formas de relevo a seguir estão descritas de modo a evocarem conceitos geográficos específicos. Relacione as formas de relevo descritas nos enunciados a seguir aos conceitos de *paisagem*, *região*, *lugar* e *território*, colocando dentro dos parênteses a inicial de cada um deles.

- a) (    ) Nos municípios da Região Serrana do Rio de Janeiro, a população convive com a questão de ocupação acelerada das encostas íngremes e fundos de vales estreitos, o que define situações de vulnerabilidade e risco.
- b) (    ) Do alto da chapada, o verde escuro do Pantanal Matogrossense parece se estender indefinidamente. Sobre tudo, o céu imponente, com nuvens que parecem vivas de tanto que mudam de forma.
- c) (    ) O controle político e militar sobre a área litorânea faz toda a diferença em tempos de globalização, já que é pelos portos ali construídos que parte da produção nacional é exportada.
- d) (    ) Depois de alguns minutos andando na caverna, as pessoas foram ficando diferentes, mais atentas, mais quietas. Afinal, entrar pelas entranhas da Terra impõe certa cerimônia e comportamento mais reverente!

### Resposta Comentada

a) R; b) P; c) T; d) L.

A primeira frase se refere à Região Serrana do Rio de Janeiro, área em que o relevo descrito impõe fortes restrições à ocupação urbana.

Na segunda frase, paisagem é descrita a partir de formas e cores que a constituem.

Na terceira frase, fica estabelecida a importância de exercer poder e controle sobre um espaço, definição mais elementar de território.



A quarta frase descreve como o comportamento de pessoas mudou a partir de sua relação com um tipo especial de relevo. Essa subjetividade remete ao conceito de lugar.

---

## **Geografia Física e transdisciplinaridade**

A Geografia Física abrange várias especialidades (Climatologia, Geomorfologia, Pedologia, Geoecologia etc.) e cada uma delas tem grande volume de informações especializadas sobre temas específicos. Essa especialização de temas trouxe avanços notáveis para a Geografia, viabilizando melhor conhecimento das dinâmicas no meio físico. Contudo, existe a necessidade de trabalhar de modo transdisciplinar, integrando conhecimentos relativos a esses diversos campos da Geografia Física, levando em consideração a sua relação com a sociedade.

Diante da necessidade de compreensão de um mundo no qual a questão ambiental vem sendo cada vez mais debatida, a comunidade geográfica valoriza as práticas docentes em Geografia que integrem os temas relativos à Geografia Física aos da Geografia Humana. A aplicação dos conhecimentos relativos aos elementos da Natureza – relevo, drenagem, solos, clima, biomas etc. – na vida cotidiana tem profunda relação com oportunidades e/ou restrições que podem influenciar a vida de alunos e professores. Tal compreensão pode ser um estímulo à adoção de atitudes e hábitos ambientalmente desejáveis e mais seguros.

As formas de superação das restrições naturais e de aproveitamento dos recursos da natureza variaram ao longo do tempo histórico e podem ser avaliadas de modo conjugado a aspectos socioeconômicos, políticos e culturais. A dinâmica dos

ambientes naturais e as múltiplas interferências da sociedade sobre eles criam unidades de paisagens naturais diferenciadas pelo relevo, clima, cobertura vegetal, solos, geologia, mas também pelas interferências antrópicas. O homem como ser social cria novas situações ao construir e reordenar os espaços físicos segundo suas necessidades, capacidades, competências e seus interesses.

## E a Geomorfologia, serve para quê?

O significado do termo *Geomorfologia* está parcialmente inserido na própria palavra: *geo* significa "Terra"; *morfo* significa "forma" e *logia* significa "estudo": portanto, Estudo da forma da terra. No entanto, há outros aspectos que a palavra não consegue expressar...

O primeiro aspecto é uma duplicidade de significados que está embutida na ideia de estudo da forma da Terra. A Geomorfologia não trata de estudar a forma do nosso planeta, que é uma temática da Astronomia, da Geofísica ou da Cartografia. A Geomorfologia trata das formas do relevo na superfície da Terra, estudando suas propriedades geométricas, ou seja, a *morfologia do relevo*.



Designamos *superfície da Terra* a base física natural sobre a qual as sociedades se estabelecem. O *espaço geográfico* inclui as transformações realizadas pela humanidade na superfície do planeta.

O segundo aspecto é que a Geomorfologia estuda a origem ou formação das formas de relevo, ou seja, sua *morfogênese*, e também a evolução, a dinâmica e as relações entre as formas de relevo na superfície da Terra e no espaço geográfico, ou seja, sua

*morfodinâmica*. Os estudos geomorfológicos mais completos são aqueles que combinam esses três tipos de aspectos das formas de relevo: forma, gênese e dinâmica.



### **Quantos nomes parecidos: morfologia, morfogênese e morfodinâmica!**

Os estudos em Geomorfologia abrangem três aspectos fundamentais. A *morfologia* trata da geometria das formas de relevo, medindo extensão, largura, altura, comprimento, desnivelamento e declividade das formas de relevo. A *morfogênese* trata da origem e evolução das formas de relevo, situando-as no tempo a partir das sucessivas modificações provocadas por agentes internos e externos do relevo. A *morfodinâmica* trata dos processos e da dinâmica das formas de relevo.

Os conhecimentos sobre a dinâmica geomorfológica levam à compreensão da dinâmica dos elementos da natureza, o que é essencial em situações de risco, como enxurradas, enchentes, desabamentos, terremotos e tsunamis. A observação e análise dos processos geomorfológicos possibilitam a prevenção de riscos de desastres naturais, contribuindo para evitar desastres com perdas humanas e prejuízos materiais. Tais conhecimentos também estimulam a possibilidade de ação social mais consciente, fortalecendo posturas mais críticas em relação ao processo de expansão e ocupação urbana. Deste modo, fica claro que a Geomorfologia tem relação direta com a aplicação de conhecimentos científicos em sua vida cotidiana.



O vídeo *Entre rios*, de Caio Silva Ferraz (disponível em <http://vimeo.com/14770270>), descreve a expansão urbana da cidade de São Paulo e suas relações com a topografia e com os rios locais. São discutidas no vídeo algumas das consequências da implantação da rede de transportes e das edificações sobre as várzeas fluviais, limitando o curso dos rios em canais retinizados e aterros. As enchentes tão frequentes na cidade ocorrem principalmente em grandes avenidas construídas às margens dos maiores rios da cidade, áreas naturalmente sujeitas a inundações. Entre os depoimentos de especialistas em Geografia, Engenharia hidráulica e de transportes, destaca-se o da Dra. Odete Seabra: "Enchente é algo que nós inventamos: ela é produto da urbanização." Reflita sobre isso e avalie se esse tipo de situação acontece na sua cidade ou mesmo em seu bairro.

Também é fundamental reconhecer que as ações humanas sobre a Natureza provocam alterações em escalas diversas, das locais às planetárias. Entender a evolução das formas do relevo contribui para conhecer a história da vida material do homem e das sociedades. Assim, a Geomorfologia faz interface com a Geologia – no caso de conhecer a evolução e a estrutura da Terra através dos estudos das camadas geológicas – e com a Arqueologia, no caso de conhecer a idade dos objetos criados por nossos ancestrais, situando-os em um tempo passado e em um ambiente diferente do atual. É a partir do conhecimento da história do relevo que se pode, ainda, prever acontecimentos futuros e avaliar os impactos a serem provocados pelas mudanças ambientais, aceleradas ou não pela ação antrópica no planeta.



O estudo do relevo pode ser feito com objetivos distintos. Citamos aqui dois ramos da Geomorfologia: a de *Processos*, interessada em entender a dinâmica do relevo no presente para criar informações que contribuam para o planejamento e a gestão do uso do solo, e a *Histórica*, que prioriza investigar a evolução das formas de relevo no tempo e criar informações relativas às respostas do relevo em relação às mudanças ambientais, em diferentes escalas espaciais.

## É preciso saber Geomorfologia para dar aula de Geografia?

O relevo **cárstico** se desenvolve a partir de rochas solúveis, sendo caracterizado pela presença de grutas, cavernas, sumidouros, superfícies de abatimento (dolinas) etc.

Há quem questione a necessidade ou utilidade de um curso de Geomorfologia para um futuro professor de Geografia. Realmente, é pouco provável que você tenha que analisar os processos fluviais em zonas **cársticas** com seus alunos de ensino básico, mas não é impossível! No entanto, as informações produzidas na pesquisa geomorfológica refletem a demanda social e institucional por conhecimentos que promovam avanços científicos e tecnológicos relacionadas com processos naturais e seus efeitos sobre as sociedades. Acreditamos que um professor seja melhor capacitado ao conhecer tais avanços e incorporá-los ao seu exercício docente.

Segundo os atuais Parâmetros Nacionais Curriculares estabelecidos pelo Ministério da Educação para o *Ensino Básico*, os professores devem estimular o desenvolvimento de procedimentos, *atitudes* e *conhecimentos* no Ensino Fundamental e de estimular *habilidades* e *competências cognitivas* no Ensino Médio.





A Educação Básica no Brasil se subdivide em Ensino Infantil, Fundamental e Médio, sendo norteadada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) foram criados para orientar o trabalho dos professores do Ensino Básico. Estão divididos por disciplinas e apresentam sugestões pedagógicas que devem orientar a definição dos currículos das escolas públicas. Para conhecê-los, busque maiores informações em <http://portal.mec.gov.br>

Para o ensino de Geografia, os PCN estabelecem objetivos, como conhecer a organização do espaço geográfico e o funcionamento da Natureza em suas múltiplas relações. Ações como *observar, descrever, comparar, analisar, avaliar, deduzir, generalizar, sintetizar e prever* são exemplos de habilidades que devem ser estimuladas ao longo do Ensino Básico.

Conhecer a dinâmica do relevo promove o desenvolvimento de competências específicas que fortalecem e ampliam a capacidade cognitiva dos alunos nesta fase. Desta forma, os professores de Geografia devem perceber a importância de inserir os conhecimentos geomorfológicos tanto no ensino fundamental como no médio, seja para ampliar o acervo conceitual dos educandos, seja para sugerir e estimular atitudes e procedimentos mais adequados e seguros.

No Ensino Superior, a carga horária destinada às disciplinas específicas dos diferentes cursos de graduação em Geografia varia bastante. Há cursos com um peso maior nas disciplinas relacionadas com a Natureza, enquanto outros não dão tanta ênfase a esses conteúdos. De certo modo, isso reflete a trajetória dos cursos, as convicções e disputas dos professores ao construírem seus projetos

políticos de ensino, pesquisa e extensão. Tais diferenças também surgem entre os cursos de bacharelado e licenciatura, com grades curriculares mais ou menos distintas.

Acreditamos ser fundamental que um professor conheça tão bem quanto um bacharel os avanços teóricos e metodológicos das disciplinas específicas. Mas, além disso, ele deve dar importância às estratégias docentes que facilitem a transferência desses conhecimentos para seus alunos no futuro. Como já mencionamos, os professores de nível fundamental e médio têm um mérito muito grande ao articular conhecimentos específicos dos vários campos da Geografia, produzindo um conhecimento transdisciplinar que estimule o desenvolvimento cognitivo de seus alunos.

## **A Natureza na Geografia do Ensino Fundamental e Médio**

Os objetivos, conteúdos e modos de ensinar Geografia mudam com o tempo. Refletem não apenas as mudanças que acontecem no espaço geográfico, mas, principalmente, as mudanças que ocorrem dentro do campo científico.

Se você pegar um livro de Geografia da década de 1970 ou mais antigo, perceberá que havia uma ênfase maior em descrever separadamente as características naturais, sociais, culturais e econômicas da área de estudo. O relevo, a vegetação, o clima, os rios ou o solo eram descritos como recursos a serem aproveitados pelas sociedades ou obstáculos a serem superados por elas. Isso refletia a ideia que se tinha de uma Geografia que servia para orientar a ocupação e otimizar a exploração dos recursos naturais disponíveis, ou a serem descobertos. Em alguns casos, os atributos da natureza eram também vistos como curiosidades ou como influenciavam o modo de vida das pessoas em regiões diferentes do mundo. Também se dava muita importância à localização e ao nome das serras e dos rios, aos tipos climáticos nos vários países do mundo... Tudo tão simples!

Seria fácilimo se conhecer Geografia fosse apenas saber a localização das coisas. Mas não é bem para isso que a Geografia serve. E, além do mais, se alguém quiser saber quais os afluentes da margem direita do rio Amazonas, que procure na internet! Hoje nos preocupamos em discutir com os nossos alunos as consequências da construção de uma hidrelétrica em um determinado rio. Quais serão os impactos ambientais da barragem? O que acontece com os povos que moram na área que será alagada? Quem fará a obra? Ela se insere em que contexto político? Qual o relevo e o clima da localidade? Quais os efeitos da oferta de energia barata e abundante para quem mora na região? Quem ganha e quem perde? Tantas perguntas! Os livros de Ensino Básico não davam conta desses questionamentos de modo satisfatório. Bastava saber onde se localizava o rio Madeira ou o rio Xingu. Hoje, há mais informações em jogo.

Continuando a “peregrinação” pela história do ensino da Geografia, percebe-se que nos livros didáticos dos anos 1980 e 1990 foi ocorrendo uma ênfase crescente nos processos econômicos, sociais e políticos. Era o auge da Geografia Crítica no Brasil. Era fundamental levantar discussões que estimulassem os alunos a se questionarem sobre como o mundo se organizava, quem eram seus agentes, qual o papel das instituições privadas e públicas, que estratégias os cidadãos deveriam ter para entender e intervir em um mundo em constante mudança. Essa valorização da abordagem crítica em Geografia repercutiu na produção de livros didáticos e na prática de trabalho dos professores de nível fundamental e médio. Os livros didáticos mudaram o modo de abordar o espaço geográfico apenas em parte: enquanto a sociedade, a geopolítica e a economia eram dinâmicas, os aspectos físico-naturais permaneciam estáticos, descritos de forma monótona, sem interações coerentes com os aspectos ditos “socioeconômicos e políticos e culturais” da Geografia. Nesse contexto, tratar de temas relacionados ao *clima*, *relevo*, *rios* e *vegetação* parecia tremendamente alienado!



A acentuação das contradições sociais, principalmente nas décadas de 1960 e 1970, contribuiu para profundas transformações na ciência geográfica. A necessidade de alguns geógrafos de garantir reflexões sobre os moldes da sociedade e suas dinâmicas naquela época fez com que muitos cientistas incorporassem metodologias oriundas do pensamento marxista. O que podia ser ouvido à época era a defesa de uma Geografia eminentemente social, politicamente engajada, comprometida com as demandas das classes populares: uma Geografia militante! Isso provocou debates sobre a renovação crítica da Geografia, como, por exemplo, aqueles deflagrados a partir do III Encontro Nacional de Geógrafos (ENG) de 1978, em Fortaleza. O III ENG e a consolidação da chamada “Geografia Crítica”, a polêmica provocada pelas reformas na estrutura da Associação de Geógrafos Brasileiros em 1979, dentre outros fatores, podem ter contribuído para o aprofundamento da dicotomia entre Geografia Física e Geografia Humana nas décadas seguintes.

Enquanto isso tudo acontecia, os problemas relacionados com o desconhecimento geral das dinâmicas no meio físico agravaram a crise ambiental em todo o mundo. Nos anos 1990, multiplicaram-se os movimentos em defesa do meio ambiente no Brasil. Mesmo com a pressão pela introdução de questões ambientais em currículos e livros didáticos, o tema permanecia como uma repetição de chavões produzidos pela imprensa em geral, sem uma compreensão aprofundada dos processos ambientais nem analisando criticamente

essas questões. Muitos querem compreender como evitar ou, pelo menos, como enfrentar as consequências provocadas pela degradação da Natureza, mas não seria nos livros de Geografia escolar que essas informações estariam contidas. Os enormes avanços obtidos nas pesquisas na área de Geociências demoraram a chegar às salas de aula.

Aos poucos, vem-se reconhecendo que o “radicalismo” da Geografia Crítica criou fragilidades ao priorizar aspectos políticos e sociais em detrimento da compreensão da dinâmica ambiental. Por outro lado, esse mesmo radicalismo exigiu que os geógrafos físicos se preocupassem em criar mecanismos que ajudassem a transferir informações produzidas pelas suas pesquisas específicas para o meio escolar. Diante da crescente necessidade de compreensão de um mundo complexo, no qual a questão ambiental vem à tona, é preciso criar pontes que integrem conhecimentos produzidos pelas diferentes áreas do conhecimento, superando a dicotomia existente entre as abordagens estritamente sociais ou naturais.

Ao nível da prática docente em Geografia, percebe-se a necessidade de criar propostas de ensino que integrem os temas específicos da Geografia Física aos demais componentes curriculares, de tal forma que os processos ambientais não fiquem isolados das repercussões que provocam na sociedade. Acreditamos e defendemos que o professor de Geografia deve manter seu caráter crítico, socialmente engajado e comprometido, e que isso deve ser feito em consonância com a compreensão mais abrangente de que as sociedades estão em um mundo composto de elementos naturais dinâmicos, com os quais devem interagir.

## **Uma Geomorfologia que contribua para melhorar o ensino de Geografia**

Onde quer que você esteja, as formas de relevo estarão presentes. Haverá um morro, um rio, a planície, a serra ou a praia. As cidades, os cultivos, as fábricas e estradas estão sobre as formas

de relevo, e com elas interagem. Ao estudar um pouco da evolução da humanidade, vemos que as grandes civilizações do mundo antigo se constituíram sobre vales férteis, disputaram acessos através das montanhas e navegaram pelos rios e litorais.

As interferências da sociedade sobre a dinâmica dos ambientes naturais levam ao surgimento de paisagens naturais diferenciadas, com relevo, clima e vegetação associados às ações humanas. Como exemplos, podemos citar a drenagem urbana, os aterros costeiros e as ilhas artificiais, entre tantos outros. O homem, como ser social, cria novas situações ao reordenar os espaços físicos segundo suas necessidades, interesses e competência. É o homem, enquanto fator antrópico, responsável por mudanças significativas na evolução dos elementos da Natureza.

Em um nível mais pragmático, podemos dizer que as formas de superação das restrições naturais e de aproveitamento dos recursos da natureza variaram ao longo do tempo histórico, tendo estado diretamente relacionados com as capacidades e os desejos das sociedades. Avanços técnicos nos fazem cada vez menos dependentes das benesses ou vulneráveis à fúria da Natureza. Até certo ponto, é claro: a Natureza ainda nos encanta e atrai; a força da Natureza ainda nos ameaça com enxurradas, desabamentos, terremotos, inundações e vulcões que provocam perdas humanas e materiais significativas e dolorosas.

O que sugerimos aqui é que os conteúdos relativos à Geomorfologia, que vamos trabalhar neste curso, sejam efetivamente incluídos nas suas futuras aulas. Isso é importante porque todos nós estamos sobre uma superfície terrestre dinâmica, com a qual devemos saber lidar. Nesta perspectiva, as dinâmicas do meio físico (clima, relevo, biomas etc.) e socioeconômico (incluindo aspectos da cultura, da política e da produção e circulação de bens e serviços) estão tão integradas que superam o sentido da divisão de temas entre Geografia Física e Humana. Tal integração representa um recurso metodológico à docência em Geografia e consolida a ação do

professor como aquele que estimula o educando a buscar os recursos analíticos capazes de levá-lo a uma compreensão mais articulada e menos compartimentada da realidade.

Acreditamos que os conhecimentos geomorfológicos contribuem para ampliar as possibilidades e perspectivas do cidadão em (trans)formação ao estimular o desenvolvimento de competências e habilidades cognitivas (observação, compreensão, comparação, dedução, interpretação, síntese, classificação, generalização, criação...). Estabelecer hipóteses, observar, descrever, refletir, desenvolver raciocínios e construir explicações devem ser práticas estimuladas pelos professores de Geografia desde os primeiros anos escolares e, certamente, são habilidades que podem ser desenvolvidas no ensino dos componentes curriculares ligados à dinâmica da natureza.

Isso pode ser feito através de conceitos e categorias geográficas que discutimos anteriormente. Temas da Geografia Física podem ser apresentados em associação a conceitos de paisagem, lugar, região etc., viabilizando a integração de conteúdos, ressaltando sempre as interações entre sociedade e natureza que definem o espaço geográfico. As categorias de análise do espaço geográfico (forma, função, estrutura, processo, escala etc.) incorporam em graus variados o papel dos elementos da natureza e do ambiente físico na construção geográfica das sociedades. Princípios fundamentais em Geomorfologia (como sistemas, dinâmica, evolução e complexidade) são ferramentas analíticas poderosas que reforçam a estruturação de raciocínios em outras áreas cognitivas.

Nas aulas sobre os temas relacionados com a dinâmica da Natureza, podemos sempre buscar conexões com elementos próximos à realidade dos alunos. Isso faz com que eles confrontem a realidade vivida com a teoria, em um processo de produção e aplicação de conhecimentos. A estratégia de promover a integração de categorias geográficas à análise de temas ambientais auxilia tanto o melhor entendimento da dinâmica dos componentes da natureza e das suas relações com as sociedades como estimula

práticas ambientalmente menos impactantes e mais seguras. Esses dois objetivos devem estar claros e presentes no cotidiano dos alunos, ratificando a sua interação crítica no meio em que vive. Procuramos, assim, consolidar a noção de que compreender a dinâmica e as interações entre natureza e sociedade contribui para o aprofundamento teórico e para uma ampliação de possibilidades e perspectivas do cidadão em (trans)formação.



### Atende aos Objetivos 2 e 3

2. A Geografia da natureza frequentemente condicionou a tomada de decisões de grupos sociais em diversas áreas do mundo e em momentos históricos distintos. Em uma aula de Geografia Regional, talvez você precise tratar das influências da dinâmica geomorfológica na história de uma cidade ou país. Tente correlacionar os exemplos de grandes rios (numerados) e as cidades (identificadas por letras) às situações descritas a seguir. (Ao fazer esse exercício, consulte os mapas impressos ou digitais das áreas mencionadas.)

1 – Rio Nilo

a – Quebec e Montreal

2 – Rio Tâmis

b – São Paulo

3 – Rio Amazonas

c – Londres

4 – Rio Tietê

d – Cairo

5 – Rio São Lourenço

e – Belém do Pará



Número	Letra	Situações históricas relacionando o rio à cidade
		I – A cidade polarizou historicamente a região em que se insere, densamente florestada, onde os rios foram a estrada principal durante séculos. A localização da cidade na foz do rio principal tem forte relação com as funções de defesa e controle da navegação fluvial.
		II – A cidade foi fundada às margens desse rio. Historicamente, o rio forneceu alimento (pesca), água, viabilizou a navegação para o interior do país, passando a fornecer hidreletricidade a partir de 1901. A urbanização e construção de avenidas às suas margens têm atualmente uma relação adversa com o rio: as enchentes nas rodovias marginais ao rio tornam a maior cidade brasileira refém da dinâmica das chuvas intensas, especialmente no verão.
		III – O rio citado foi o principal eixo de entrada dos colonizadores franceses desde o século XVII no Canadá. O vale deste rio apresenta condições ambientais menos rigorosas, favorecendo a implantação de cidades às suas margens. A navegabilidade e a pesca abundante também foram fatores significativos na relação entre este rio e o povoamento do país.
		IV – A relação entre este rio e a sociedade egípcia é importante desde a antiguidade. Na cidade em questão localizam-se as pirâmides do Egito, construídas na época à beira do rio. Atividades como produção agrícola, expansão urbana, navegação, produção de energia etc. dependem fundamentalmente do rio, único rio que atravessa o deserto do Saara sem secar.
		V – O rio em questão tem largura e vazão consideráveis, sendo portanto plenamente navegável. O porto fluvial foi o ponto a partir do qual a cidade cresceu desde a antiguidade. A tecnologia da navegação alcançou altíssimos níveis de eficiência desde a Idade Média. A partir do século XVIII, a industrialização se expandiu às suas margens e a cidade se consolidou como uma das maiores do mundo a partir do século XIX. As enchentes deste rio e os níveis de poluição de suas águas já prejudicaram muito os habitantes desta cidade. Atualmente, este rio possui mecanismos poderosos de controle de enchentes e de controle de efluentes urbanos e industriais.

## Resposta Comentada

Para responder esta atividade, você precisa ler os textos dentro dos quadros. Em cada um você encontrará elementos que vão possibilitar a identificação do país ou do rio ao qual se relaciona. Sabendo uma das respostas, fica fácil encontrar a outra, mas se você não souber estabelecer a relação entre rios, cidades e situações históricas, a resposta é a seguinte:

3 – e – I

4 – b – II

5 – a – III

1 – d – IV

2 – c – V

Relações como essas podem ser feitas em muitas outras cidades.

## CONCLUSÃO

Ao final desta aula você deve ter compreendido que a Geomorfologia ajuda o professor do ensino básico a desenvolver melhor suas “explicações geográficas”. Mostramos que os temas relacionados com elementos da Natureza devem ser tratados a partir de estratégias que incluam conceitos e categorias de análise geográfica. Ressaltamos que isso deve ser feito a partir da concepção de que a Natureza é dinâmica, complexa e multiescalar, e lidar com isso ainda exige muita atenção.

Fizemos aqui apenas uma apresentação de alguns temas importantes, destacando que o modo de inserir assuntos relacionados com a Geomorfologia no Ensino Básico mudou bastante nas últimas décadas. Atualmente, cresce a importância da abordagem voltada para a prevenção de riscos naturais e para a conscientização ambiental. Cabe a cada professor identificar temas mais relevantes dentro do contexto em que estiverem inseridos, conforme o interesse particular de cada um. Boa sorte!

### *Atividade Final*

---

#### **Atende aos Objetivos 1, 2 e 3**

As relações entre natureza e sociedade se estabelecem historicamente, causando mudanças na dinâmica do relevo. Rios em áreas urbanas costumam estar canalizados e retelinizados. Encostas podem estar parcialmente ocupadas. Áreas costeiras e lacustres podem ter sido aterradas para construção de rodovias, portos, aeroportos ou para a expansão urbana.

Preencha o quadro a seguir descrevendo pelo menos duas formas de relevo alteradas pela expansão urbana no seu município, descrevendo as justificativas para as alterações das formas de relevo em questão e um processo geomorfológico decorrente dessa nova configuração geomorfológica.

Forma de relevo alterada	Justificativas para as modificações realizadas	Nova dinâmica geomorfológica

### *Resposta Comentada*

A resposta desta atividade é pessoal e deve estar relacionada com o seu município. Exemplificaremos com algumas modificações feitas na cidade do Rio de Janeiro.

<b>Forma de relevo alterada</b>	<b>Justificativas para as modificações realizadas</b>	<b>Nova dinâmica geomorfológica</b>
Rio Maracanã, rio Comprido ou rio Joana	Rios retelinizados e canalizados para viabilizar a construção de avenidas às suas margens; objetivo das obras era acelerar a vazão fluvial como estratégia para reduzir enchentes.	Degradação da qualidade das águas; regime fluvial irregular (pouca água em períodos secos e aumento intenso da vazão em períodos chuvosos).
Desmatamento e ocupação das encostas do maciço da Tijuca	Ocupação dos morros tem forte associação com a precariedade dos sistemas habitacional e de transportes na cidade. Moradias feitas sem recursos de engenharia que reduzissem os riscos geotécnicos.	A construção de habitações nas encostas provoca impermeabilização do solo, aumento do escoamento superficial, instabilização de taludes e aumento dos riscos de deslizamentos
Demolição dos morros do Castelo, do Senado e (em parte) do de Santo Antônio	Os morros citados localizavam-se no centro da cidade e foram retirados para facilitar a circulação (de pessoas, veículos e de ventos) na área.	O material retirado dos morros foi usado para aterros nos brejos e lagoas no centro da cidade e nas áreas costeiras.
Aterros na zona portuária e nos bairros do Flamengo e Botafogo	Aterros feitos para viabilizar a construção do Porto do Rio, do aeroporto Santos Dumont e rodovias ligando o centro à Zona Sul da cidade.	Eliminação parcial de manguezais da baía de Guanabara: alteração da qualidade das águas, aumento do assoreamento do fundo (sedimentos ficavam antes retidos nas margens).

## RESUMO

1. A Geografia, enquanto disciplina escolar, deve articular conhecimentos produzidos por pesquisadores de muitos campos científicos, relacionados com os elementos sociais e com os elementos naturais do espaço geográfico.

2. A Geomorfologia é uma especialidade científica que integra a subárea de Geografia Física, dentro da área Geociências que compõe a grande área de Ciências Naturais e da Terra. Essa é uma

classificação oficial do CNPq/Capes/Finep, que coloca a Geografia Humana na grande área de Ciências Humanas.

3. A Geografia possui alguns conceitos teóricos desenvolvidos para analisar melhor o espaço geográfico. Os conceitos de *paisagem, lugar, região, território e fronteira* possuem forte relação com a dinâmica da natureza.

4. As categorias de análise permitem comparar atributos presentes no espaço geográfico. Categorias como *forma, função, processo, estrutura, escala, diversidade, significado*, entre outros, podem ser incorporados ao estudo do relevo.

5. Desconhecer ou desafiar a dinâmica dos elementos do relevo pode ser arriscado. Conhecê-la bem e interagir adequadamente com eles causam benefícios em muitas escalas.

6. Livros didáticos e o modo de ensinar Geografia mudaram nas últimas décadas, tendo em vista contingências e demandas sociais em épocas distintas. Atualmente, exige-se do professor de Geografia argumentos para enfrentar os dilemas ambientais e riscos naturais que a sociedade precisa enfrentar. Isso deve ser feito de modo crítico, a fim de estimular a capacidade analítica e transformadora dos alunos, cidadãos em formação.



# Aula 2

O que devo ter  
em mente ao  
interpretar o relevo

*Anice Afonso  
Alexandre Antônio de Mello Santos*

## Meta da aula

Apresentar conceitos importantes para a interpretação das formas de relevo, de acordo com a perspectiva dos processos geomorfológicos.

## Objetivos

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

1. explicar os fatores envolvidos na dinâmica de processos geomorfológicos;
2. diferenciar escalas temporal, espacial e de complexidade;
3. apresentar o conceito de sistema geomorfológico;
4. distinguir estabilidade e tipos de equilíbrio geomorfológico;
5. relacionar formas, processos e estruturas em Geomorfologia;
6. identificar as interações entre natureza e sociedade para a Geografia.



## INTRODUÇÃO

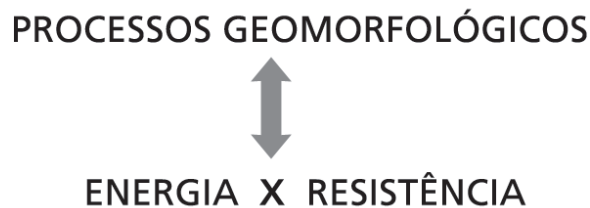
Nesta aula, trataremos de algumas ideias que influenciam o modo de refletir sobre o relevo. Abordaremos alguns dos aspectos envolvidos na dinâmica dos processos geomorfológicos, buscando entender o modo como o relevo *funciona*. Os pesquisadores que trabalham com essa concepção partem do princípio de que os *processos geomorfológicos* resultam da relação entre a *energia de agentes internos e externos* à crosta terrestre e a resistência do relevo e do substrato em ceder a essas forças. Essas variáveis serão tratadas na sessão "Que variáveis estão envolvidas no processos geomorfológicos?", desta aula.

As mudanças no fluxo de energia dos agentes (endógenos e exógenos) provocam manifestações no comportamento do substrato (rochas, terreno, vegetação, encostas, rios...), podendo levar a reajustes dos elementos do *sistema morfológico*. Devido ao dinamismo desses processos, o relevo se modifica, retrabalhando continuamente a paisagem. Essa perspectiva de entendimento das formas de relevo tem relação com a *teoria de sistemas*, com as noções de *equilíbrio*, *estabilidade* e *ajuste* e com a ideia de que as formas de relevo são dinâmicas e modificam-se continuamente a partir de estímulos provocados pelos agentes morfológicos, em *escalas diversas*. Esses conceitos serão apresentados na sessão "Algumas outras ideias fundamentais para entender processos geomorfológicos".

A partir desses princípios, muitos estudos passaram a ser feitos, a fim de estabelecer relações matemáticas e estatísticas entre parâmetros geomorfológicos e estabelecer modelos preditivos da evolução do relevo. As interações entre as formas de relevo e as sociedades humanas são múltiplas, criando situações de reajustes nos sistemas geomórficos antropizados. Discutiremos isso brevemente na sessão "Interação: a palavra-chave para uma Geomorfologia integrada à Geografia".

## Que variáveis estão envolvidas nos processos geomorfológicos?

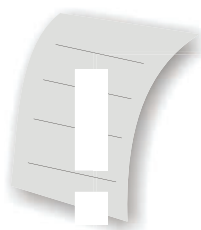
Para compreender a dinâmica das formas de relevo, partiremos de um esquema bem simples: os processos geomorfológicos são resultado da energia dos agentes do relevo e da resistência do substrato (**Figura 2.1**).



**Figura 2.1:** Esquema ilustrando que os processos geomorfológicos resultam da relação entre energia (dos agentes internos e externos do relevo) e resistência (dos materiais do substrato).

## Energia para o trabalho geomorfológico

Qualquer movimento ou mudança precisa de energia. Movimentar matéria na superfície da Terra, acima ou abaixo da crosta terrestre, exige energia. Seja um grão de areia levado nas águas de um rio, seja um bloco de rocha que cai de uma encosta ou fluxos de lava expelidos de um vulcão. A lista de tipos de materiais e de processos geomorfológicos é muito grande, mas as fontes de energia que os deflagram são poucas, podendo ser resumidas às *energias gravitacional, solar e geotérmica*. Essas fontes energizam os materiais e organismos do planeta, ativando os agentes responsáveis pelos processos geomorfológicos.



A energia solar potencializa e ativa os componentes da:

- ...atmosfera (camadas gasosas que circundam o planeta);
- ...hidrosfera (esfera descontínua de águas sobre o planeta: oceanos, rios, lagos, geleiras e águas subsuperficiais);
- ...biosfera (formas de vida que se manifestam na ou perto da superfície terrestre).

A energia geotérmica (calor interno da Terra) potencializa e ativa a:

- ...litosfera (camada mais externa e rígida da crosta terrestre e constituída de materiais e rochas que formam as placas tectônicas);
- ...astenosfera (camada abaixo da litosfera, constituída de rochas ainda em estado plástico, por cima da qual deslizam as placas tectônicas);
- ...manto e núcleo terrestres (camadas mais profundas do interior da Terra).

A energia gravitacional atrai os materiais na direção do centro do planeta, promovendo a queda de rochas, a precipitação da chuva e o escoamento das águas até as áreas mais baixas da superfície da Terra.

A energia acumula-se nos materiais de modo desigual, deflagrando processos em diferentes escalas de tempo, espaço e complexidade. O modo como a energia deflagra esses processos deve ser avaliado a partir de quatro variáveis:

- Magnitude (material, espacial ou temporal): trata da grandeza do fenômeno e das suas dimensões em relação a outros de mesmo tipo.
- Duração: trata do intervalo de tempo de um evento ou processo; alguns processos são lentos, ocorrem ao longo de milhares de anos, como o escoamento de uma geleira; outros são muito rápidos, como um deslizamento de encosta.
- Intensidade: resulta da relação entre magnitude e duração de um fenômeno. Em geral, os eventos de grande intensidade chamam muito a atenção quando ocorrem, sendo considerados *excepcionais* ou *extremos*.
- Frequência (espacial ou temporal): trata da repetição com que os fenômenos ocorrem no espaço ou no tempo. Em geral, fenômenos de alta intensidade são raros, enquanto que os de intensidade moderada tendem a ser mais frequentes.

O intervalo de tempo médio entre fenômenos de mesma intensidade é chamado de *tempo de retorno* ou *intervalo de recorrência*. Em geral, quanto maior a magnitude ou intensidade de um fenômeno, maior será o seu intervalo de recorrência, ou seja, mais tempo demorará para que outro idêntico volte a ocorrer. No entanto, esses intervalos costumam ser bastante irregulares, o que dificulta sua previsão.

Um fenômeno de alta intensidade terá provavelmente consequências mais visíveis e devastadoras. Em geral, são os eventos de intensidade fraca e média os principais responsáveis pela configuração das formas de relevo predominantes na paisagem. Eventos moderados, por serem mais frequentes, acabam reafeiçoando os sinais morfológicos dos eventos extremos.

## Morfogênese como resultado da interação de agentes endógenos e exógenos

O que explica as formas de relevo serem como são? As rochas (substrato geológico) ou o clima (chuvas, sol e ventos)? Uma ideia central para a Geomorfologia é de que há dois grandes grupos de processos naturais que atuam no planeta e que se combinam na evolução das formas de relevo: os processos internos (endógenos) e os processos externos (exógenos).

- a. *Os processos internos (endógenos)* são aqueles que agem na crosta terrestre e abaixo dela. Os principais agentes geomórficos internos são o tectonismo e o vulcanismo, que, embora se originem em grandes profundidades, provocam repercussões tremendas na superfície da Terra.

A atividade vulcânica ou ígnea resulta no movimento do magma através da crosta até a superfície da Terra. As forças tectônicas deformam a crosta, podendo provocar o soerguimento de grandes superfícies (epirogênese) ou enrugando-a (orogênese, associada à formação de montanhas).

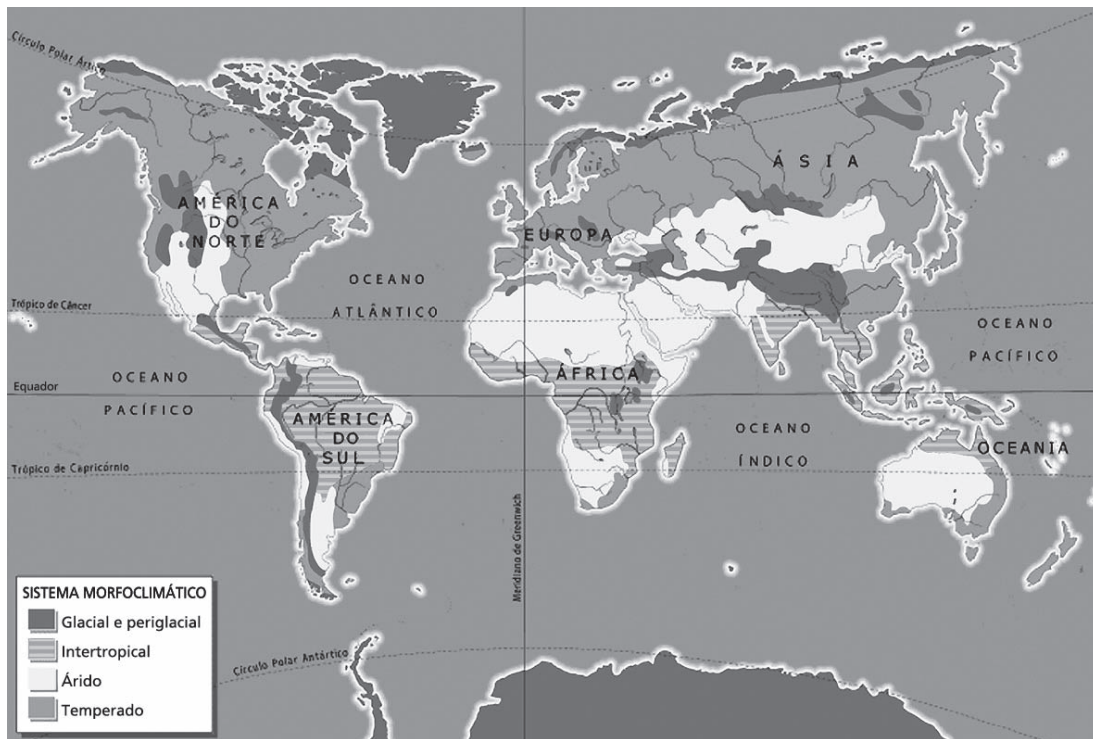
As *perspectivas morfoestrutural e morfotectônica* correspondem à abordagem de análise que busca avaliar a influência dos processos geológicos, a partir da noção de que certas formas de relevo resultam mais nitidamente dos processos geológicos que as originaram ou das rochas subjacentes ao relevo.

- b. *Os processos externos (exógenos)* são aqueles que atuam na interface da atmosfera com a litosfera e têm como principais “motores” as fontes de energia gravitacional e solar. Os principais agentes geomórficos exógenos são a água (sob forma de vapor atmosférico, chuva ou gelo, nos rios, nos mares, nas geleiras etc.), o vento e os organismos. Esses agentes atuam sobre as rochas e sobre as formas de relevo, alterando sua configuração através de processos como o **intemperismo**, a erosão, o transporte e a sedimentação.

### **Intemperismo**

Processo de alteração das rochas, podendo ser físico (fragmentação), quando as variações de temperatura provocam dilatação e contração dos minerais; ou químico (decomposição), devido à ação das águas ou de outros solventes.

Os processos exógenos têm forte relação com os regimes climáticos sob os quais as formas de relevo se desenvolvem. A perspectiva morfoclimática leva à definição de zonas geomorfológicas a partir de regimes climáticos específicos (**Figura 2.2**):



**Figura 2.2:** Os sistemas morfoclimáticos.

Fonte: [http://pr.kalipedia.com/ciencias-tierra-universo/tema/modelado-relieve/sistemas-morfoclimaticos.html?x=20070417klpcnatun\\_152.Kes](http://pr.kalipedia.com/ciencias-tierra-universo/tema/modelado-relieve/sistemas-morfoclimaticos.html?x=20070417klpcnatun_152.Kes)

Os sistemas morfoclimáticos configuram-se como ambientes em que se percebe uma forte influência climática na elaboração das formas de relevo:

- a) Nas áreas glaciais e periglaciais (incluindo as altas montanhas), a ação do gelo promove intemperismo físico nas rochas; as geleiras têm enorme potencial erosivo e capacidade de erodir e transportar grandes blocos de rochas.
- b) Nas áreas intertropicais, o calor e as condições variáveis de umidade intensificam o intemperismo.
- c) As regiões áridas apresentam imensas amplitudes térmicas diárias, o que explica o predomínio do intemperismo físico. A ação do vento predomina como agente geomórfico.

d) As áreas temperadas apresentam forte sazonalidade, com estações bem definidas, havendo grande variação nos tipos de processos externos.

A evolução das formas do relevo (ou a *morfogênese*) pode ser entendida como o resultado das interações entre agentes geomórficos internos e externos. Há casos em que um conjunto de fatores predomina sobre o outro, mas, na maior parte dos casos, a explicação geomorfológica para a morfogênese combina as explicações morfotectônica, morfoestrutural e a morfoclimática.

## Resistência do substrato

Todas as formas de relevo possuem características subjacentes que criam algum tipo de resistência à força dos agentes endógenos e exógenos. As características dos materiais são uma delas. Há tipos de rochas com resistências distintas, seja pelo tipo de minerais que contêm, seja pelo grau de alteração estrutural que sofreram. Há rochas cristalinas (granito, por exemplo) que podem ficar pouco resistentes, se estiverem fraturadas ou fissuradas, enquanto que há rochas sedimentares cuja **litificação** é tão forte que resistem muito à força dos agentes geomórficos.

Quanto aos materiais superficiais inconsolidados (depósitos de encostas, sedimentos fluviais ou marinhos, solos etc.), há tipos de sedimentos e de solos que responderão de modo diferenciado aos agentes do relevo, dependendo da textura, da estrutura, da cobertura vegetal etc.

As características de conformação do terreno também influenciam o trabalho geomorfológico. A declividade e a curvatura do terreno influenciam o modo como as águas ou os sedimentos deslocam-se pelas encostas ou ao longo dos vales e leitos fluviais. Áreas íngremes são mais vulneráveis a processos erosivos, devido à ação da força da gravidade; as reentrâncias costeiras côncavas (baías, enseadas etc.) favorecem o acúmulo de sedimentos, enquanto que nas margens côncavas dos rios predomina o processo de erosão fluvial.

### **Litificação**

Conjunto de processos que levam os sedimentos a se transformarem em rocha consolidada.

Outro fator a considerar é a cobertura ou o uso do solo. Em áreas vegetadas, é preciso considerar o porte, a densidade, o tipo de folhas e o sistema radicular das plantas, fatores fundamentais para avaliar taxas de infiltração das chuvas e de erosão dos solos. Em áreas onde a ação antrópica removeu a vegetação original, é preciso considerar os efeitos da implantação de cultivos, edificações ou da urbanização no conjunto das demais variáveis, a fim de avaliar os efeitos sobre as formas de relevo “antropizadas” (como rios canalizados, solos impermeabilizados e encostas urbanizadas).

A resistência do substrato pode se modificar à medida que o tempo passa. O intemperismo, por exemplo, torna os materiais menos resistentes com o passar do tempo. Pode acontecer também de a resistência do substrato aumentar: a recomposição de manguezais em zonas costeiras protege os litorais da erosão marinha, por exemplo. Assim, é preciso avaliar se com o tempo, há aumento ou diminuição da resistência do substrato à ação dos agentes geomórficos.

São realmente muitos elementos a serem considerados na avaliação da resistência do substrato, e isso dificulta a determinação precisa de como e onde ocorrerão os processos geomorfológicos. Mesmo com a dificuldade de previsão, o estudo da resistência dos vários aspectos do substrato contribui para melhorar o entendimento sobre a dinâmica e a evolução das formas de relevo.





---

### Atende aos Objetivos 1 e 6

1. As frases a seguir fazem referência a diferentes tipos de processos geomorfológicos. Avalie-as, colocando V (verdadeiro) ou F (falso), conforme estejam certas ou erradas, e utilize o espaço para comentá-las.

a) ( ) O tipo de intemperismo varia conforme o regime climático, independentemente do tipo de substrato.

---

---

b) ( ) A vegetação favorece a infiltração da água no solo, aumentando a retenção da chuva nas encostas.

---

---

c) ( ) A urbanização intensifica a impermeabilização dos solos, reduzindo tanto a infiltração como o volume dos fluxos de água que correm direto para os rios.

---

---

d) ( ) A decomposição e a fragmentação das rochas torna-as mais resistentes e menos permeáveis.

---

---

e) ( ) Dependendo da umidade antecedente acumulada nas encostas, uma mesma chuva pode provocar processos erosivos diferenciados.

---

---

f) ( ) As corridas de terra e escorregamentos estão associados a forte acúmulo de umidade no solo em encostas muito íngremes, mesmo que com densa cobertura florestal.

---

---

g) ( ) As ravinas podem surgir pela ação de fluxos de água em concavidades das encostas.

---

---

h) ( ) Sedimentos arenosos podem ser facilmente transportados pelo vento, sobretudo quando os grãos forem de areia grossa.

---

---

i) ( ) As rochas que se encontram a grandes profundidades na crosta terrestre podem ser dobradas pela ação do tectonismo, especialmente se estiverem sob altas temperaturas.

---

---

j) ( ) As regiões de clima temperado são sujeitas à morfogênese glacial, pois no inverno grandes volumes de neve e gelo podem agir sobre as formas de relevo, modificando-as.

---

---

### *Resposta Comentada*

a) F – O intemperismo varia também conforme o tipo de rocha. Variações na composição mineralógica, dureza e até cor podem influenciar no grau e tipo de intemperismo.

b) V – As folhas interceptam as gotas, e as raízes ajudam na infiltração da chuva.

- c) F – Nas cidades, a cimentação e o asfaltamento do solo reduzem a infiltração da água no solo, aumentando o volume dos fluxos que correm para os rios.
  - d) F – O intemperismo químico decompõe, e o físico fragmenta as rochas, tornando-as menos resistentes e mais permeáveis.
  - e) V – Uma chuva de mesmo volume que caia numa área seca ou numa onde os solos já estejam saturados de umidade provocará efeitos diferentes.
  - f) V – A vegetação nas encostas auxilia a infiltração da chuva; quando o solo está excessivamente encharcado, a terra perde atrito e escorre encosta abaixo.
  - g) V – Ravinas são sulcos erosivos, provocados pelo escoamento da água da chuva, que tende a ser mais rápido em encostas côncavas.
  - h) F – Sedimentos arenosos finos, silte e argila são materiais facilmente transportáveis pelo vento, mas areia grossa, não.
  - i) V – Quando aquecidas, as rochas ganham plasticidade, deformando-se mais facilmente.
  - j) V – A ação glacial pode ocorrer em áreas temperadas no inverno e também na primavera, quando o início do degelo pode provocar avalanches.
- 

## Algumas outras ideias fundamentais para entender processos geomorfológicos

Os elementos mencionados na sessão anterior podem ser interpretados dentro de diferentes enquadramentos teóricos, ou seja, concepções que orientam a análise dos processos geomorfológicos. Assim, detalharemos nesta sessão alguns conceitos muito importantes para os estudos em Geomorfologia.

### Escalas de abordagem em Geomorfologia

*"Aquele serra esta lá desde o tempo do meu bisavô...  
mas aquela **ravina** não estava ali mês passado!"*

A frase anterior faz referência a fenômenos com abrangências temporal e espacial muito diferentes. Claro que não podemos acompanhar a elevação tectônica de uma montanha, mas podemos

#### **Ravina**

Feição erosiva linear, provocada pelo escoamento da água sobre o terreno.

acompanhar o processo erosivo que produz uma ravina. Queremos aqui introduzir o conceito de *escala*, uma importante ferramenta nas análises geográficas que tem relação com a abrangência *espacial* ou *temporal* daquilo que está sendo estudado. A escala de complexidade também será mencionada.



A noção de escala em Cartografia relaciona inversamente os tamanhos indicados em um mapa e o tamanho real dos objetos. Em Cartografia, quanto maior a área representada, menor a escala usada. Assim, para representar todo o planeta num mapa, deve-se usar a escala pequena, 1:100.000.000, por exemplo. As escalas cartográficas grandes são adequadas para representar áreas pequenas: em uma escala grande, 1:100, por exemplo, é possível representar os cômodos de uma casa. Em Geografia, o conceito de escala tem relação direta com as dimensões daquilo que está sendo estudado. Uma análise geográfica feita em grande escala se refere a algo mais amplo, maior, mais abrangente ou de maior duração. Ao mencionar um processo geológico em grande escala, por exemplo, estamos nos referindo a algo que ocorreu em grandes áreas ou foi muito intenso. Um processo geográfico em pequena escala refere-se a algo analisado em uma área de pequena extensão ou pouco expressiva.

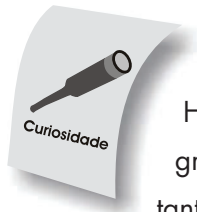
Em geral, as formas de relevo resultam de processos em escala de tempo muito mais longa do que a história da humanidade. Os processos naturais, mesmo os que têm um ritmo quase imperceptível, resultam de processos progressivos que levam a mudanças espaciais, por mais lentas que sejam.

Apesar de a natureza ser dinâmica, muitos dos processos na escala de tempo geológico parecem muito lentos para a experiência humana. Há formas de relevo que nos parecem *estáticas*: parecem ser muito antigas, com o mesmo aspecto há muitos anos. Outras formas parecem-nos *dinâmicas*, porque vimos quando surgiram ou acompanhamos mudanças que ocorreram em seu aspecto. Mas o fato de não percebermos as mudanças no formato das rochas ou das formas de relevo não significa que estejam paradas. Nada está estático na natureza, tudo está em processo de transformação.

Os grandes compartimentos de relevo resultam de processos que demoram milhares ou milhões de anos para acontecer. No entanto, podemos acompanhar a erosão de uma encosta durante uma chuva forte ao longo de algumas horas. Muitos autores estabelecem hierarquias de escala temporal e espacial em Geomorfologia, a exemplo do que apresentamos esquematicamente na **Tabela 2.1**:

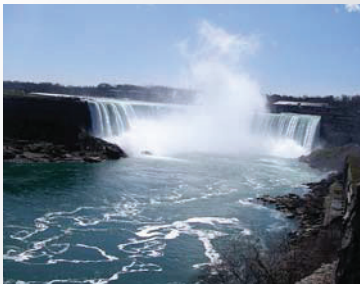
**Tabela 2.1:** Exemplos de formas de relevo com escalas de hierarquia temporal e espacial distintas

Escala espacial do relevo	Dimensões lineares em km	Exemplos de formas de relevo	Tempo de duração da forma
Micromorfologia	Até 0,5 km	Voçoroca, duna, barra fluvial	Alguns anos
Mesomorfologia	0,5 a 10 km	Maciço, restinga, meandro	Milhares de anos
Macromorfologia	10 a 1.000 km	Serra, ilha vulcânica, delta, estuário	Milhares a milhões de anos
Megamorfologia	Mais de 1.000 km	Cordilheira, planície continental, <i>canyon</i>	



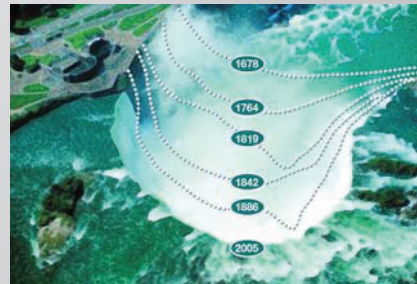
Há situações em que os registros históricos comprovam mudanças em grandes formas de relevo, evidenciando que “água mole em pedra dura tanto bate até que fura”... e erode até os maiores paredões rochosos!

Nas cataratas do Niágara, localizadas na fronteira entre EUA e Canadá, a força e a turbulência das águas vão desgastando as rochas pouco a pouco. As linhas brancas pontilhadas indicam a posição da cachoeira nos anos indicados dentro dos círculos. A erosão fluvial provocou um recuo de quase 100 metros em cerca de 300 anos.



**Figura 2.3:** Cataratas do Niágara.

Fonte: Acervo de Anice Afonso, 2006.

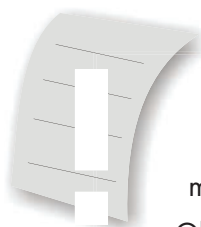


**Figura 2.4:** Recuo provocado pela erosão fluvial.

Fonte: Acervo de Anice Afonso, 2006.

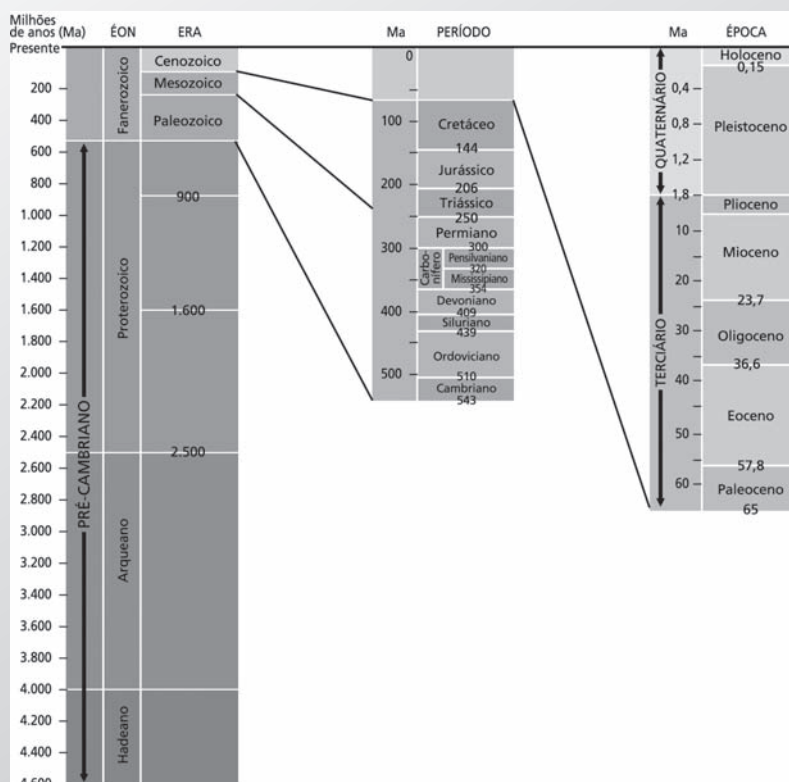
### • Escala temporal

Vamos começar falando das escalas de tempo, ou seja, dos *recortes temporais*. A História trata da escala de tempo humano, medido em dezenas ou centenas de anos. Já a Geologia trata do tempo geológico, medido em milhões ou bilhões de anos! A escala do tempo geológico é mais adequada para indicar a história da Terra.



## Escala do tempo geológico

A escala do tempo geológico está organizada de forma que as eras mais antigas estejam na base da coluna, e as mais recentes, no topo. Observa-se que o Pré-Cambriano, mais antigo, foi de longe a fase mais longa; a era Cenozoica, mais recente, foi a mais curta. As formas de relevo foram esculpidas ao longo de todo esse tempo, mas as que observamos hoje em dia terminaram de ser esculpidas sob as condições ambientais mais recentes. É por isso que a Geomorfologia tem maior interesse nos processos ocorridos no período Quaternário, especialmente os relacionados às fases glaciais e interglaciais e à ação do homem no planeta. As rochas mais antigas do planeta possuem bilhões de anos, mas a maior parte das formas de relevo que vemos atualmente se estruturou nos últimos milhares de anos, nos períodos Quaternário e Terciário. É importante saber que algumas feições geomorfológicas relativamente recentes possuem substrato geológico muito mais antigo.



Fonte: Press, F.; Siever, R.; Grotzinger, J.; Jordan, T. *Para entender a Terra*. 4ª, Ed. Bookman, 2006.

Há processos geomorfológicos que ocorrem uma ou duas vezes a cada 100 anos, como grandes enchentes ou grandes deslizamentos de encostas. Para o tempo humano, esses fenômenos são tão raros que parecem eventos isolados, surpreendendo a todos quando ocorrem. Dependendo da escala temporal que estivermos adotando, um mesmo fenômeno pode ser interpretado como algo normal (dentro de uma escala geológica de milhares de anos) ou como evento excepcional (na escala humana, de dezenas de anos).

Vamos exemplificar essa diferença de escalas temporais com um fato ocorrido em janeiro de 2011, na Região Serrana do Rio de Janeiro (**Figuras 2.5 e 2.6**). Algumas áreas foram atingidas por chuvas muito fortes, concentradas em poucas horas. Houve centenas de desabamentos, queda de blocos rochosos e enxurradas de terra e lama. Casas foram destruídas, provocando uma catástrofe sem precedentes na área. No entanto, há evidências de que eventos extremos como este já haviam acontecido antes. Na escala geológica do tempo (de milhares de anos), esses processos extremos são normais, recorrentes, sendo esperados de tantos em tantos anos. Mas, como demoram a acontecer, a vegetação recobre as “cicatrices” dos deslizamentos nas encostas, crescendo sobre os blocos soltos no fundo dos vales, dando a essas áreas um aspecto de “estabilidade”.

Na *escala de tempo humano*, as áreas pareciam seguras. Mas na *escala de tempo geológico*, aquelas eram áreas muito suscetíveis a desastres naturais. O grande problema é que áreas vulneráveis a esses eventos extremos foram ocupadas, casas foram construídas sobre áreas que corriam o risco de serem devastadas por outras enxurradas, enchentes e desabamentos.





**Figura 2.5:** Deslizamento de encosta em Nova Friburgo.



Anice Afonso

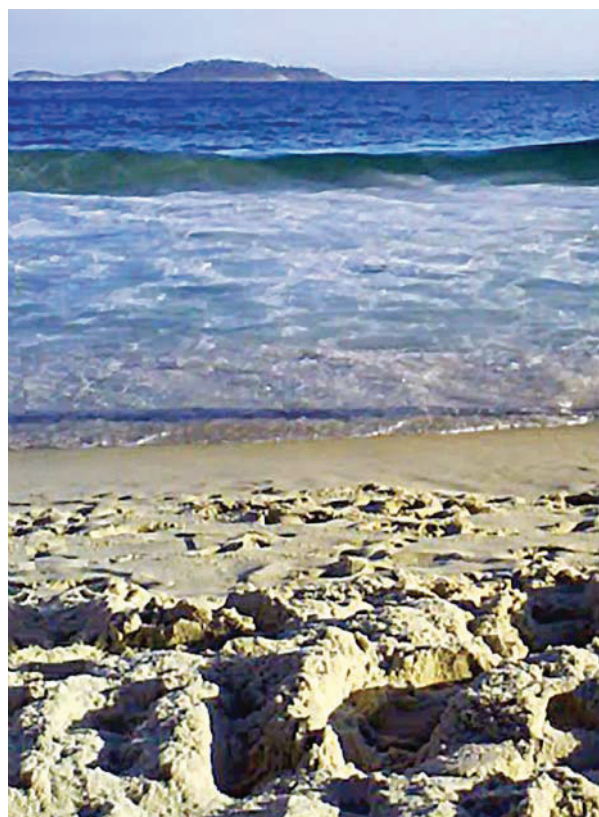
**Figura 2.6:** Corrida de blocos em Teresópolis, bairro da Posse.

- *Escala espacial*

As análises geomorfológicas podem ser feitas em escalas de abrangência espacial muito variadas, desde formas de relevo continentais até as microestruturas dos grãos no solo. A variedade de escalas temporais e espaciais implica que haja metodologias de investigação e de análise variadas em Geomorfologia. Para cada escala de estudo, há um conjunto de equipamentos, técnicas e modos de interpretar as informações obtidas. Para estudar um canal fluvial, usamos instrumentos para medir a velocidade e o volume das águas de um rio, por exemplo. Na análise de grandes bacias hidrográficas, usamos mapas, imagens de satélites e sistemas de informações geográficas para analisar áreas maiores. Vamos tomar como exemplos as morfologias de praias do litoral do Rio de Janeiro.

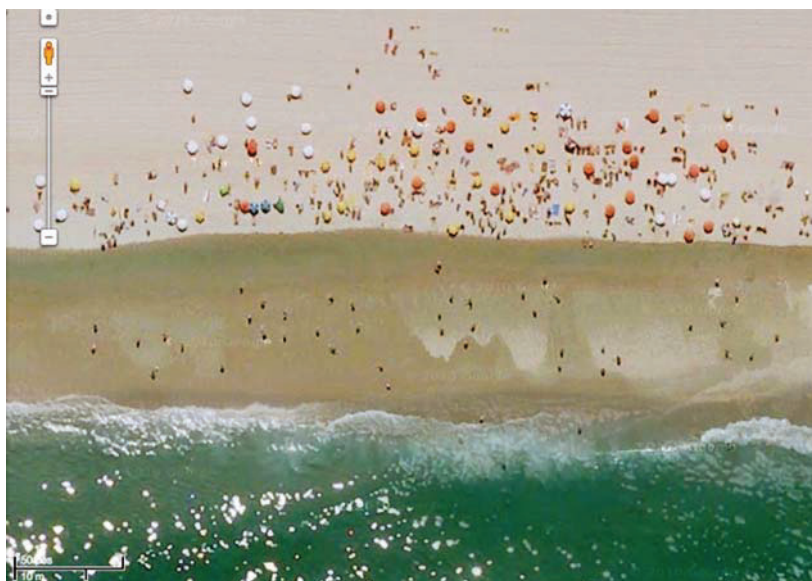
A cidade do Rio de Janeiro possui muitos quilômetros de praias arenosas, cujos formato e extensão são alterados diariamente pela ação das ondas, marés e correntes marinhas. Um pescador,

um surfista e um banhista sabem que a morfologia da praia pode mudar ao longo de um dia. Por outro lado, alguém que estiver em um avião a dez mil metros de altitude, não conseguirá identificar essas variações de morfologia local, mas conseguirá enxergar os arcos de praia na frente das planícies costeiras, entre os grandes paredões rochosos costeiros. Observe isso nas imagens a seguir (**Figuras 2.7, 2.8 e 2.9**).



**Figura 2.7:** Marcas de pegadas na areia e ação das ondas.





**Figura 2.8:** Banhistas na praia de Ipanema recuando em função da subida da maré.

Fonte: Google Maps (<http://maps.google.com>, consultado em junho de 2012).



**Figura 2.9:** Arcos de praia do município do Rio de Janeiro. O retângulo e a seta indicam o trecho de praia indicada na figura anterior.

Fonte: Google Maps (<http://maps.google.com>, consultado em junho de 2012).

Neste exemplo, a variação da escala de espaço permite enfoques diferentes da geometria dessas praias: na escala mais abrangente ("de longe"), prevalece a percepção dos arcos de praia, separando as planícies costeiras do mar. A observação minuciosa ("de perto") permite ver detalhes como marcas de ondas e das marés. Se nos aproximarmos mais ainda, poderemos analisar o tamanho dos grãos de areia.

As diferentes escalas de abrangência espacial e temporal levam a diferentes possibilidades de percepção e de entendimento das formas de relevo. A Geomorfologia é, hoje, uma disciplina que tem fronteiras de pesquisa importantes, que variam em escala: do transporte de partículas ao longo de um leito fluvial em um dia à tectônica de placas continentais em escala de milhares/milhões de anos.

Se analisarmos os processos geomorfológicos em escalas temporais e espaciais de detalhe, teremos uma ideia mais pormenorizada de como os elementos do relevo interagem entre si; esse tipo de informação é imprescindível para elaboração de teorias de evolução geomorfológica de grandes compartimentos de relevo, em escalas regionais e continentais mais abrangentes, que levam milhares (ou milhões) de anos para serem esculpidos. Esses níveis escalares são, portanto, complementares.

- *Escala de complexidade de inter-relações*

Ao estudar as formas de relevo, o geomorfólogo pode centrar sua análise em um, em vários ou em muitos elementos e agentes. Trata-se da *escala de abordagem*, ou seja, dos graus de interação que se pode fazer entre os elementos de um sistema ambiental.

Em um estudo mais simples, busca-se estabelecer relações diretas entre poucos elementos, a fim de descobrir se há conexões diretas ou inversas entre as coisas. Pode-se estabelecer relações diretas: quanto mais chuva, maior a vazão de um rio; quanto mais íngreme uma encosta, maior o potencial erosivo; quanto maior a magnitude de um abalo sísmico, maior o tsunami. E há relações

que são inversas: quanto mais cobertura vegetal, menor a erosão superficial; quanto maior a velocidade da vazão de um rio, menor a sinuosidade de suas margens; quanto maior a porosidade dos solos, menor a retenção de água na superfície dos terrenos. No entanto, é possível incluir mais elementos em uma análise geomorfológica, tornando-a mais complexa, com um intrincado conjunto de elementos que se influenciam mutuamente. A complexidade analítica inclui também mudanças de comportamento de um elemento em relação aos demais, dependendo do tempo ou da evolução de um processo.

Exemplificando: em geral, a vegetação florestal protege as encostas contra a erosão pluvial, mas...

- a) se chover demais;
- b) se o solo estiver muito encharcado;
- c) se a encosta for íngreme demais;
- d) se houver solos porosos sobre rochas impermeáveis

...pode haver grandes deslizamentos, mesmo que as encostas estejam florestadas.

À medida que ampliamos a escala espacial e temporal, mais variáveis tendem a influenciar os sistemas morfológicos. Se estivermos analisando uma bacia de drenagem de poucos quilômetros quadrados ao longo de um ano, estabeleceremos uma relação simples entre volume de chuva (causa) e aumento da vazão de um rio (efeito). Ao aumentarmos as escalas espacial e temporal, outros fatores entrarão, como variação dos tipos de vegetação ou do uso do solo, forma e declividade dos canais, regime climático, litologia, entre outros. Assim, a escala *relacional* pode ir da mais simples (causa-efeito, por exemplo) à mais intrincada (escalas de relações complexas).

## O conceito de sistema e sua aplicação na Geomorfologia

A ideia de sistema é bastante usada no dia a dia: sistema educacional, sistema de saúde, sistema operacional, sistema de transporte... Podemos definir *sistema* como uma *totalidade organizada e formada por um conjunto de elementos com relações entre si, conectados por fluxos de energia e de matéria*. Nos sistemas geomorfológicos, devem ser analisadas as relações entre topografia, substrato rochoso, solos, vegetação, clima, organismos. A visão geossistêmica da paisagem inclui a ação antrópica e os agentes dos sistemas socioeconômicos (agricultura, indústria, população, urbanização, mineração, obras de infraestrutura...) em uma interpretação holística (abrangente, global e integrada) das variáveis que influem nos sistemas ambientais. Alterações das características de um sistema podem levar a uma reorganização geral das relações entre seus componentes, bem como às mudanças nas formas de relevo.



Retomando o que acabamos de falar sobre escalas, é possível definir sistemas com dimensões variadas, sendo comum que um sistema maior inclua vários outros subsistemas menores.

Trata-se de definir a *hierarquia* do sistema.

Se analisarmos o sistema terrestre, por exemplo, poderemos distinguir subsistemas menores, como o sistema atmosférico, o sistema hidrológico ou o sistema biótico. Dentro do sistema hidrológico, por exemplo, há outros subsistemas ainda menores, como os sistemas fluviais, os sistemas oceânicos ou os glaciais. Em uma escala de maior aproximação, podemos analisar uma poça formada por uma depressão no terreno, com processos e elementos microscópicos, na escala de microssistema.

As entradas e saídas de energia ou matéria definem se os sistemas são *abertos* ou *fechados*. É muito difícil imaginar um sistema fechado que não seja artificialmente criado. Na natureza, são mais comuns os sistemas abertos, mesmo em uma escala muito abrangente, como o sistema terrestre inteiro. A Terra é um sistema aberto em termos de entrada de energia: a radiação solar modifica os estados físicos da água, dinamiza o intemperismo, influencia os organismos e a maioria dos processos morfoclimáticos. A entrada de meteoros ou partículas cósmicas no sistema terrestre também é relevante, como aponta a teoria que explica a extinção dos dinossauros.

Nos sistemas abertos, as entradas de energia e/ou matéria provocam modificações e ajustes entre seus elementos, dependendo das relações que existem entre as variáveis dos sistemas. Há situações em que a entrada de energia ou matéria em um sistema aberto deflagra uma sequência de processos que podem retornar a pontos já modificados anteriormente, provocando mecanismos de *retroalimentação*. Veja os exemplos a seguir:

- O soerguimento tectônico de um terreno leva ao aumento da declividade dos rios, que leva ao aumento da velocidade do fluxo de água, que intensifica a erosão, que, a longo prazo, leva ao rebaixamento do terreno e à redução da declividade dos rios, que perdem sua eficiência erosiva. Esse é o tipo de *retroalimentação negativa*, em que as relações entre as variáveis levam a uma progressiva redução dos efeitos do estímulo inicial, no caso, o soerguimento.
- O aquecimento global leva ao derretimento das calotas de gelo. O gelo, sendo branco, reflete a energia solar com mais eficiência que as superfícies escuras do solo ou das rochas. O derretimento das geleiras expõe mais superfícies escuras, que tendem a reter mais energia solar e, portanto, intensificam ainda mais o aquecimento global, que provocará o derretimento de mais geleiras. Tais processos resultam de *retroalimentação positiva*, situação em que tende a ocorrer uma ampliação dos efeitos do estímulo inicial, no caso, o aquecimento global.

A abordagem sistêmica é uma ferramenta analítica importante em Geomorfologia, entendendo que as formas de relevo resultam de uma complexa rede de elementos e relações. A análise sistêmica possui outro desdobramento, que é pensar se as relações de retroalimentação levam a situações de estabilidade, equilíbrio e ajuste das formas de relevo, como veremos a seguir.

## Estabilidade, equilíbrio e ajuste nos sistemas geomorfológicos

Os processos geomorfológicos submetem as formas de relevo a modificações constantes, em maior ou menor grau. Entendemos que a *estabilidade* é uma propriedade que traduz a capacidade do sistema de preservar sua organização geral, enquanto que o *equilíbrio* (estático ou dinâmico) é o mecanismo que garante o *ajuste* entre seus elementos. Nos ambientes considerados *estáveis*, não se observam modificações contundentes nas formas de relevo, predominando os processos de intemperismo e **pedogênese**. Nos ambientes instáveis, a ocorrência de processos erosivos e deposicionais é intensa, provocando fortes alterações na configuração das formas de relevo.

Na verdade, essas definições também dependem da escala que estivermos analisando, representadas também na **Figura 2.10**.

No intervalo de poucas horas (e sem a ocorrência de eventos extremos), as formas de relevo parecerão estáveis, em *equilíbrio estático* entre seus componentes. Um rio ou uma encosta provavelmente manterão seu aspecto e suas características, se analisados durante um intervalo curto de tempo.

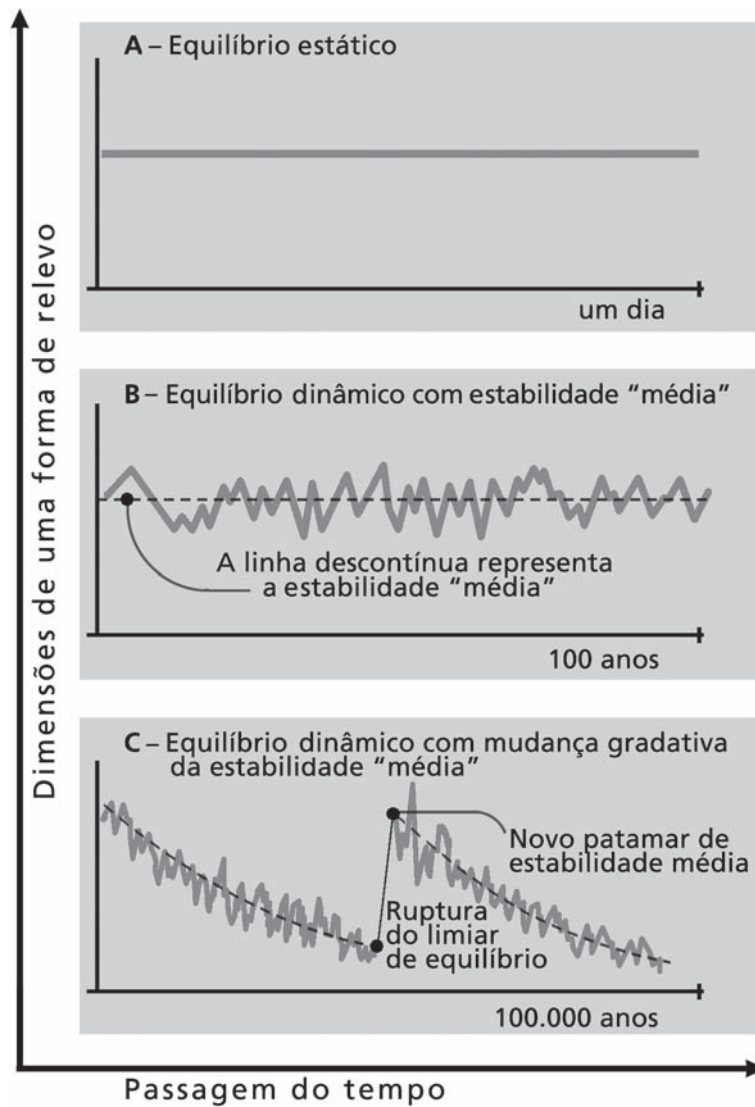
### **Pedogênese**

Formação e desenvolvimento dos solos.



- a) No intervalo de dezenas de anos, percebe-se que ocorrem oscilações em algumas características do sistema, caracterizando um *equilíbrio dinâmico* entre os componentes. Caso ocorra um evento de alta intensidade, a retroalimentação negativa leva ao progressivo “mascaramento” dos seus efeitos pelo ajuste entre as formas de relevo aos eventos de intensidade média, mais frequentes. O sistema poderá permanecer estável, com algumas oscilações em torno de uma situação de estabilidade média, aparentemente constante.
- b) No intervalo de milhares de anos, um sistema morfológico pode passar por mudanças progressivas, com alteração da situação de estabilidade média devido à gradativa evolução das formas de relevo. Um evento de extrema intensidade pode provocar a *ruptura do limiar* ou do *limite* de equilíbrio dinâmico do sistema geomorfológico. Um novo patamar de estabilidade média surgirá; os períodos iniciais desses novos patamares de organização tendem a apresentar maior instabilidade, até que seja alcançado um melhor ajuste entre os componentes do sistema.

A ruptura dos limiares de estabilidade média dos sistemas terrestres resulta em um estado de instabilidade que costuma gerar grandes preocupações. Por um lado, cientistas preocupam-se em criar modelos que prevejam as condições que podem provocar tais rupturas e suas consequências. Políticos, economistas, empresários e a população em geral também se preocupam com as mudanças ambientais que possam advir e com o nível de adaptações que serão necessárias caso tais rupturas de limiares efetivamente ocorram.



**Figura 2.10:** Esquema ilustrativo de diferentes estados de equilíbrio geomorfológico.

## **Forma-processo-estrutura: a trilogia essencial na explicação geomorfológica**

Formas, processos e estruturas são categorias fundamentais na Geografia, sendo também fundamentais nas análises geomorfológicas. Há formas de relevo semelhantes que, quando analisadas em suas estruturas subsuperficiais (estratigrafia, camadas geológicas, tipos de sedimentos etc.), são interpretadas como sendo resultantes de processos diferentes. Nas estruturas subsuperficiais, são encontradas as respostas para identificar os processos que foram responsáveis pela elaboração das formas de relevo.

Há numerosos exemplos no mundo, no Brasil e no Rio de Janeiro, mas apresentamos aqui três casos muito contundentes:

- Mundo: apesar de o planalto do Colorado (sudoeste dos EUA) estar a mais de 2.000 metros de altura, há camadas com registros sedimentares marinhos, o que sugere que aquela área esteve abaixo do nível do mar há milhões de anos e, posteriormente, sofreu imenso soerguimento tectônico.
- Brasil: as colinas suavemente onduladas no planalto do Rio Grande do Sul possuem substrato geológico de sedimentos arenosos, com estratos que devem ter se depositado pela ação eólica. A datação dos sedimentos sustenta a teoria de ter havido um deserto que se estendia dali até o estado de São Paulo há mais de 200 milhões de anos (paleodeserto de Botucatu);
- Rio de Janeiro: as extensas baixadas costeiras ao redor das baías de Sepetiba e Guanabara são formadas por sucessões de sedimentos fluviais e marinhos intercalados, o que sugere que o litoral fluminense tenha sido atingido, nos últimos 80.000 anos, pelo avanço e recuo do mar em fases sucessivas de elevação e rebaixamento do nível geral dos oceanos.

O método de análise das estruturas subsuperficiais do relevo é decisivo na interpretação geomorfológica, contribuindo para elaborar as teorias de evolução das paisagens com base na correlação entre os materiais (especialmente os sedimentares) e processos capazes de os terem produzido.



---

### **Atende aos Objetivos 2, 3, 4 e 5**

2. As frases numeradas a seguir estão incompletas. Coloque o número das frases nos parênteses ao lado daquelas que melhor complementem a ideia inicial.

I – As escalas de abordagem podem ser de pequeno ou grande detalhamento, conforme os objetivos do estudo. Cada escala de estudo...

II – A complexidade dos sistemas geomorfológicos...

III – As formas e processos geomorfológicos devem ser analisadas em associação à estrutura sedimentar, pois esta...

IV – A estabilidade média dos sistemas geomorfológicos...

V – O conceito de sistemas em Geomorfologia...

a) ( ) permite inferir como eram os paleoambientes sob os quais o relevo evoluiu.

b) ( ) está associada à diversidade de fatores envolvidos em um processo geomorfológico, tendo também relação com as escalas temporais e espaciais de análise.

c) ( ) possui métodos investigativos apropriados para diferentes níveis de abrangência espacial ou temporal.

d) ( ) é útil por partir da ideia de que há muitos elementos que influenciam as formas de relevo, todos eles capazes de influenciarem uns aos outros de modos diversos.

e) ( ) inclui o equilíbrio dinâmico, no qual a relação entre os elementos morfológicos se reajusta após períodos de instabilidade.

### *Resposta Comentada*

a) III; b) II; c) I; d) V; e) IV.

Em todas as frases, fica claro que é necessário relativizar métodos de análise em função das escalas de análise e em função das bases teóricas, utilizadas nos estudos geomorfológicos.

---

## **Interação: a palavra-chave para uma Geomorfologia integrada à Geografia**

Há diversos exemplos de como as pessoas e as formas de relevo relacionam-se e de como as interações entre as sociedades humanas e as paisagens naturais se estabeleceram historicamente. Isso inclui tanto as influências das configurações de relevo na vida humana como os diversos modos pelos quais as sociedades e os seres humanos modificam as formas de relevo.

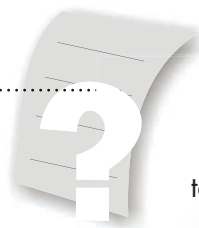
A Geografia, ao tratar temáticas que vinculam a natureza e a sociedade, desenvolveu análises focadas nas ideias de impacto humano sobre a superfície da Terra, bem como nas ideias de *produção e de valorização do espaço geográfico*.



### **Produção e valorização do espaço**

A valorização do espaço é um processo geográfico que vem sendo discutido e aprofundado por Antônio Carlos Robert de Moraes (USP) e colaboradores, conforme publicações feitas em Moraes & Costa (1984). Os autores definem etapas específicas no processo de valorização do espaço:

- a) apropriação dos meios naturais;
- b) criação de uma "segunda natureza";
- c) apropriação da natureza já socializada;
- d) criação de formas espaciais humanas;
- e) apropriação das formas criadas.



As três primeiras etapas podem ser englobadas no processo de *fixação geográfica do valor*, tendo uma relação mais evidente com os recursos que a natureza proporciona e com as características da *superfície terrestre*. Os dois últimos têm relação com o processo de *criação geográfica do valor*, processo que dá mais ênfase à ação humana sobre o espaço geográfico.

O relevo é um dos aspectos do sistema terrestre com que os seres humanos interagem mais cotidianamente. O tipo de terreno, de inclinação de encosta, a dinâmica fluvial ou costeira, os recursos minerais, a altitude, entre muitos outros elementos geomorfológicos, afetam o modo como a vida humana se organiza nas diferentes regiões do planeta.

A distribuição da população mundial é um bom indicador da importância da configuração da superfície terrestre para a humanidade. Em todo o mundo, percebe-se maiores densidades demográficas nas áreas costeiras e ao longo de planícies fluviais, especialmente nas áreas onde há climas e solos favoráveis. Áreas muito íngremes e montanhosas (especialmente as com climas muito frios ou desérticos) impõem graves restrições ao deslocamento, à produção agrícola e à urbanização, tendendo a ser esparsamente povoadas.

À medida que as áreas naturais foram sendo apropriadas pelos grupos humanos, surgiram interações que levaram ao desenvolvimento de estratégias para melhor aproveitamento dos benefícios da natureza ou de superação das restrições que ela impunha. Os grupos humanos modificaram historicamente as paisagens naturais por conta dessas interações, processo que se intensificou com a evolução tecnológica: a agricultura transformou significativamente algumas áreas, como os terraços no sudeste asiático e na cordilheira dos Andes; aterros feitos em áreas costeiras do Japão ou da Holanda modificaram a dinâmica costeira; a

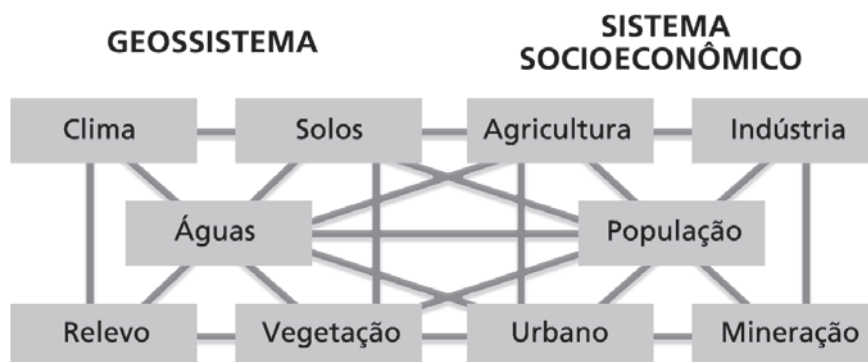
urbanização e a construção de obras de infraestrutura (barragens, pontes, estradas) alteram paisagens, chegando mesmo a obscurecer completamente o terreno natural; a extração mineral, a canalização de rios e o desmonte de morros modificam radicalmente o relevo. Todas essas atividades impactam os sistemas geomorfológicos – e demais sistemas, como o hidrológico, o biológico e, o atmosférico – devendo ser esperadas respostas ambientais como mecanismos de ajuste às novas situações criadas pela ação antrópica.

A Geomorfologia está sob forte influência da Geografia enquanto campo do saber. A Geomorfologia que o professor de Geografia deve priorizar no seu trabalho é a que transforma a dualidade *natureza/sociedade* ou a *Geografia Física/Geografia Humana* em uma unidade, em uma ciência capaz de entender interações. A interação diz respeito à influência gerada na dinâmica social, que nomeamos como *valorização do espaço*. Esta opera uma transformação da natureza “*natural*” ou *primeira natureza em natureza artificial* ou *segunda natureza*. A valorização do espaço é uma transformação que deve ser entendida como uma maneira de criar novas formas geográficas no espaço, constituídas por novas estruturas que permitirão que novos processos ocorram.



### Atende ao Objetivo 6

3. A figura a seguir apresenta um modelo de estruturação de elementos dos geossistemas e elementos dos sistemas socioeconômicos.



Fonte: Adaptado de Christofoletti (1999, p. 41).

Utilize as perspectivas de *interpretação sistêmica* e de *interação geográfica* para descrever dois cenários hipotéticos de ruptura de limiares de equilíbrio diferentes, sendo...

a) ...um cenário com retroalimentação positiva (onde ocorra uma ampliação dos efeitos do estímulo inicial no sistema ambiental);

---

---

---

---



b) ...outro cenário, com retroalimentação negativa (onde haja uma progressiva redução dos efeitos do estímulo inicial no sistema ambiental).

---

---

---

---

### *Resposta Comentada*

Há muitas possibilidades de imaginar cenários de reajustes a partir de desastres naturais diversos. As respostas a seguir representam algumas dessas possibilidades, mas o importante é que você perceba que existe um mecanismo de raciocínio que leva à identificação das interações entre elementos de geossistemas naturais e sistemas socioeconômicos. É isso que queremos dizer com análise sistêmica e com *interação geográfica* na interpretação dos processos ambientais. Veja os exemplos de respostas:

a) Retroalimentação positiva: uma chuva muito intensa pode levar à saturação de água nos solos, provocando forte erosão em encostas íngremes e enchentes nas margens dos rios. Em áreas urbanizadas, esses processos podem levar a perdas materiais e humanas, o que explica a desocupação dessas áreas (por serem de risco) e a realocação da população – o que em geral é feito com a retirada da vegetação e a impermeabilização dos solos para urbanização em outras áreas. Essas mudanças tendem a gerar mais fluxos superficiais nos momentos de chuvas intensas, o que pode, posteriormente, provocar mais desabamentos e enchentes, num circuito com consequências cada vez mais graves.

b) Retroalimentação negativa: áreas com solos férteis e abundantes recursos hídricos costumam ser valorizadas para implantação de cultivos, cidades ou indústrias. O ambiente natural pode ser alterado pelo uso de técnicas agrícolas inadequadas, pela urbanização desordenada ou pela industrialização pesada, com a degradação dos solos e o comprometimento da qualidade das águas de rios e dos lençóis freáticos, com consequente desvalorização dessas áreas. Iniciativas de revegetação de matas ciliares e encostas podem promover a recuperação tanto dos solos como das águas a médio prazo, resgatando tanto o valor dessas áreas para fins imobiliários como valores culturais relacionados à mobilização de cidadãos e empresas para a recuperação dos ambientes degradados.



## CONCLUSÃO

Ao final desta aula, você deve reconhecer que, para entender os processos geomorfológicos e as formas de relevo, é preciso estabelecer uma série de princípios e ideias que orientam *a priori* as metodologias de trabalho e de análise. Escolher o enquadramento teórico e as ferramentas metodológicas de pesquisa situa o pesquisador dentro de um quadro epistemológico, o que deve estar claro antes de se partir efetivamente para a investigação dos elementos geomorfológicos.

O estudo dos processos geomorfológicos faz-se a partir das noções de interações entre agentes e substrato do relevo, sistema geomorfológico, complexidade, estabilidade e equilíbrio, frequência e intensidade dos processos, lembrando que tudo deve estar adequado a escalas temporais e espaciais das análises específicas.

### Atividade Final

---

#### Atende aos Objetivos 1, 2, 3, 4, 5 e 6

O professor de Geografia terá muitas possibilidades de trabalhar com os conceitos que foram discutidos nesta aula com seus alunos do Ensino Básico. Seguem alguns exemplos de temas e debates comumente encontrados nos currículos escolares de Geografia. Assinale em qual deles você identifica os conceitos abordados nesta aula.

a) ( ) Assim como os processos geomorfológicos, alguns processos sociais e econômicos podem ser entendidos a partir das relações entre “energia” e “resistência”. A “energia” pode se relacionar a agentes internos (como a dinâmica demográfica, as mudanças culturais, o dinamismo econômico interno) e a agentes externos (crises internacionais, eventos naturais extremos ou fatos inesperados). A resistência pode estar relacionada a estados de equilíbrio dinâmico, com maior ou menor resiliência das sociedades ou estruturas econômicas em questão absorver os fenômenos deflagrados pelos agentes socioeconômicos.

b) ( ) Ao analisar o tema globalização e transformações geopolíticas, pode-se usar diversas escalas espaciais: estratégias produtivas mundiais de bens e serviços; impactos regionais dos avanços tecnológicos; aspectos locais específicos que só podem ser entendidos a partir das relações de resistência ou de conexão às influências da globalização. Naturalmente que as escalas de complexidade podem variar, tendendo a incorporar mais elementos analíticos à medida que o nível cognitivo dos alunos permita.

c) ( ) Muitos itens curriculares são inseridos como “sistemas” geográficos: sistemas agrícolas, sistemas de transportes, sistemas produtivos, sistemas políticos etc. Analisar tais sistemas como um *conjunto organizado de elementos conectados entre si* contribui muitas vezes para entender a complexidade dos fatos geográficos.

### *Resposta Comentada*

E então, percebeu como esses conceitos podem estar inseridos em aulas sobre temas muito diferentes da Geomorfologia? Você escolheu algum tema para aplicar tais ferramentas analíticas? Na verdade, é possível identificar conceitos utilizados na Geomorfologia nos três itens. É isto que procuramos estimular nos estudos específicos de Geomorfologia: fortalecer a capacidade de raciocínio e análise, usando temas relacionados ao relevo para aprofundar habilidades cognitivas gerais. O importante é o jeito de pensar, de raciocinar. Os conteúdos estão aí como pista de treino, oferecendo temas que induzam ao amadurecimento intelectual dos alunos!

---

## **RESUMO**

1. Os processos geomorfológicos resultam da interação entre energia (de agentes endógenos e exógenos) e resistência do substrato (geológica, morfológica, uso do solo etc.).
2. As escalas de estudo variam em abrangência temporal, espacial e de interação.
3. A análise sistêmica costuma ser complexa, inserindo muitos elementos no contexto analisado e buscando as interações entre eles.

4. A estabilidade e o equilíbrio dos sistemas morfológicos tendem a ser dinâmicos, incluindo eventos de desajuste provocados por processos extremos.
5. Para entender as formas de relevo, é importante estudar sua estrutura subsuperficial, na qual pode haver indícios de processos que elaboraram o relevo ao longo do tempo.
6. Os conceitos geomorfológicos aqui discutidos podem ser inseridos em aulas de Geografia que priorizem outros temas (questões agrárias, dinâmica urbana, características demográficas, etc.). Conceber que a dinâmica geomorfológica interage com a dinâmica humana é fundamental para consolidar uma visão mais integrada entre sociedade e natureza.

# Aula 3

Que abordagens  
podemos usar  
para interpretar o  
relevo?

Parte 1: as teorias  
e os métodos  
científicos

*Anice Afonso  
Telma Mendes da Silva*

## Meta da aula

Apresentar diferentes tipos de métodos usados nas pesquisas científicas, destacando as principais linhas investigativas em Geomorfologia.

## Objetivos

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

1. diferenciar os métodos de análise e procedimentos de levantamento de dados e informações;
2. relacionar características dos métodos de pesquisa mais usados em Geomorfologia.

## INTRODUÇÃO

Você já deve ter percebido que há fatos que são narrados em versões diferentes, dependendo de quem narra. Imagine que diversas pessoas queiram narrar um mesmo fato que tenha acontecido diante de todos. A concepção de quem vê um fato costuma influenciar a descrição e a interpretação deste, dependendo de quem descreve e interpreta. Há quem narre o fato com base na localização, no que estava acontecendo naquele momento e citando os envolvidos na situação. Haverá quem valorize os momentos anteriores à situação em análise para conseguir entendê-la melhor; haverá quem descreva o fato com base nas repercussões ou consequências do ocorrido.

De certo modo, isso também ocorre nas pesquisas científicas, que podem chegar a resultados distintos, dependendo da *fundamentação teórica* e dos *métodos* usados na investigação, na interpretação e na explicação dos fenômenos. Há na Geomorfologia – e nos campos científicos, de modo geral – uma variedade de enfoques teóricos e métodos de pesquisa que resultam dos diferentes jeitos de estudar, descrever, interpretar e entender o relevo. É isso que queremos discutir nesta aula, que está dividida em duas partes.

Esta aula será a parte 1 deste tema, onde trataremos de alguns métodos científicos muito usados por pesquisadores em geral, destacando em particular aqueles mais usados na ciência geomorfológica. Vamos tentar demonstrar que cada método de pesquisa caracteriza-se por bases teóricas e procedimentos de trabalho específicos. Você deve ficar atento para avaliar qual desses métodos você tem usado em seus trabalhos acadêmicos. Ou, ainda, como você poderia usá-los em suas aulas, ao abordar os temas curriculares previstos para o Ensino Básico.

## As teorias e os métodos científicos usados mais frequentemente em pesquisas geomorfológicas

As teorias científicas são instrumentos importantes na busca do entendimento dos processos e das características de eventos ou de temas de pesquisa. As concepções teóricas possuem um conjunto de fundamentos que “enquadram” nossas análises, “balizando” os fatos observados dentro de um contexto coerente. No entanto, as teorias científicas devem sempre ser submetidas a comprovação e a questionamento, a fim de que se possa verificar a validade delas.

Conhecer bastante um assunto ou as teorias existentes sobre ele tem um efeito duplo sobre o pesquisador: por um lado esses conhecimentos permitem análises mais aprofundadas sobre um tema, pois já vamos investigá-lo com conhecimentos prévios; por outro lado, as pré-concepções sobre um assunto podem influenciar as análises e condicionar a pesquisa às teorias já consagradas.

Para que um cientista consiga vislumbrar, descrever e explicar um fenômeno novo, que ainda não tenha sido visto ou explicado por pesquisadores anteriores, é preciso que mantenha um olhar “de estranhamento”, livre ou independente de pré-concepções teóricas.





A *metodologia das ciências* estuda os métodos utilizados no processo de produção do conhecimento. Os *métodos científicos* são resultado da aplicação de um roteiro de procedimentos de pesquisa, definidos a partir de determinadas *concepções teóricas*. Dependendo da concepção teórica de um pesquisador, ele seleciona um *método de pesquisa* compatível com o tipo de *análise* e *investigação* que ele pretende seguir. As *linhas epistemológicas* traduzem a relação entre teoria e método. Os campos científicos são muitos e em cada campo há linhas epistemológicas (teóricas e metodológicas) distintas.



O *método de pesquisa* inclui:

- *métodos de análise* – que são linhas interpretativas ou de abordagem, enfoque ou perspectiva analítica, linha de raciocínio usada na pesquisa;
- *métodos de investigação* – que são procedimentos de levantamento de dados, técnicas ou instrumentos específicos.

Há pesquisadores que dizem manter um “olhar neutro” em suas pesquisas, a fim de investigar fatos novos, sem ideias pré-concebidas. No entanto, isso é muito difícil! Ao observarmos uma situação ou um conjunto de dados, dificilmente fazemos isso de forma neutra ou absolutamente imparcial. O quanto conhecemos sobre um assunto condiciona a percepção que temos de uma situação. Isso se manifesta, em geral, ao elencarmos os aspectos que são prioritários e os que não são considerados importantes na descrição do que foi estudado. Daí a importância do pesquisador apresentar o quadro teórico e metodológico que orienta sua análise, para que se possa saber que linha de raciocínio orienta a pesquisa.

Para que uma pesquisa científica seja reconhecida e respeitada, o pesquisador deve explicitar o método utilizado para chegar aos resultados alcançados, permitindo que outros pesquisadores possam:

- reconhecer as linhas de pesquisa e de análise usadas;
- utilizar esses procedimentos em suas pesquisas;
- compreender com clareza e precisão as técnicas e raciocínios utilizados;
- comparar resultados de pesquisas em áreas ou épocas diferentes.

Assim como em outros campos científicos, os métodos de pesquisa na Geomorfologia mudaram ao longo do tempo. Até o século XIX, a perspectiva descritiva predominou nos trabalhos dos geomorfólogos, que descreviam as características físicas das paisagens naturais. No fim do século XIX e início do XX, começou a haver uma preocupação maior em explicar a origem (gênese) e a dinâmica das paisagens (processos), relacionando as formas de relevo a características do substrato (geologia) e informações sobre a evolução do relevo (história geomorfológica). Desde então, diversos procedimentos de obtenção de dados foram sendo desenvolvidos, a fim de gerar informações que pudessem levar a um conhecimento mais aprofundado sobre as formas de relevo, seja para compreender como se formaram e evoluíram, como para entender sua dinâmica atual e avaliar e prever processos futuros.

Há muitos métodos de abordagem nas ciências de forma geral e os geomorfólogos utilizam-nos em suas pesquisas específicas. Atualmente, a Geomorfologia dispõe de grande variedade de métodos, técnicas e equipamentos que permitem estudar as formas de relevo detalhadamente, sob diferentes perspectivas teóricas e metodológicas. Apresentaremos a seguir algumas importantes linhas metodológicas de análise e alguns tipos de procedimentos de investigação científica que podem e são usadas em Geomorfologia. Mas lembre-se: a metodologia das ciências é um tema vasto e polêmico, que não poderemos esgotar nesta aula!

## Método indutivo

A *indução* é um método de pesquisa que resulta em buscar compreender um tema ou buscar conclusões a partir de um grande número de casos observados em um universo de situações estudadas. O método indutivo parte daquilo que está sendo observado ou estudado para realizar cálculos de probabilidade: se um conjunto de dados ou de experiências realizadas se repetir em um grande número de casos, pode-se estabelecer uma regra geral que valha para todos os casos estudados. Assim, a indução leva a afirmações gerais (válidas para todos) a partir da análise de situações particulares (observáveis em alguns).

As etapas do método indutivo são:

- observação de fenômenos (naturais ou induzidos por experiências);
- verificação da incidência de ocorrências específicas;
- busca de correlações e/ou de relações “causa-efeito” entre fenômenos;
- generalização (definição de um padrão geral a partir da probabilidade de ocorrência de fenômenos).

Exemplo:

Observação empírica: Todos os rios observados em pesquisa feita, em uma determinada área, tinham aumento de vazão nos períodos chuvosos...

Conclusão: *...logo, o regime de chuvas influencia o regime dos rios na área estudada.*

O método indutivo tem seus pontos fracos: as exceções podem invalidar a regra geral; a amostragem pode ser ruim (pouco representativa do universo de situações existentes); as conclusões costumam ser apenas parciais, indicando tendências a partir de probabilidades estatísticas e não previsões exatas. Além disso, o

modo como descrevemos ou resumimos nossas impressões do que foi analisado tende a refletir o nosso pré-conhecimento do assunto, podendo comprometer a análise.

Por outro lado, o método indutivo tem a vantagem de apresentar situações prováveis, perceptíveis estatisticamente/matematicamente. Isso pode orientar pesquisas no caso de fenômenos novos, que tenham começado a ocorrer com frequência ou que passaram a ser percebidos mais claramente, mas ainda não tenham sido estudados.

## Método dedutivo

A dedução constitui em usar o raciocínio lógico para explicar e prever fenômenos a partir de teorias já aceitas e leis gerais amplamente reconhecidas. Pelo método dedutivo, os pesquisadores devem:

- partir de conhecimentos gerais, já reconhecidos, aceitos como verdadeiros e inquestionáveis (*premissas*) e que sejam válidos para o fenômeno estudado;
- descrever situações particulares deste fenômeno;
- estabelecer conclusões gerais válidas, compatíveis com as premissas pré-estabelecidas.

Se os argumentos iniciais forem verdadeiros e amplamente válidos, as conclusões também serão por uma questão de lógica.

Exemplo:

Premissas: Todos os rios promovem o escoamento das águas das chuvas; os períodos de maior intensidade de chuva variam ao longo do ano...

Conclusão: *...logo, o regime de chuvas influenciará o regime dos rios na área estudada.*

O raciocínio dedutivo tem a vantagem de ser lógico, pois parte de uma situação geral para explicar situações particulares, onde as conclusões deverão ser verdadeiras (caso as premissas também o sejam). Assim, explicar um caso novo ou uma situação desconhecida a partir de um quadro de premissas coerentes permite compreender um evento novo ou prever o desenrolar dos fatos no futuro.

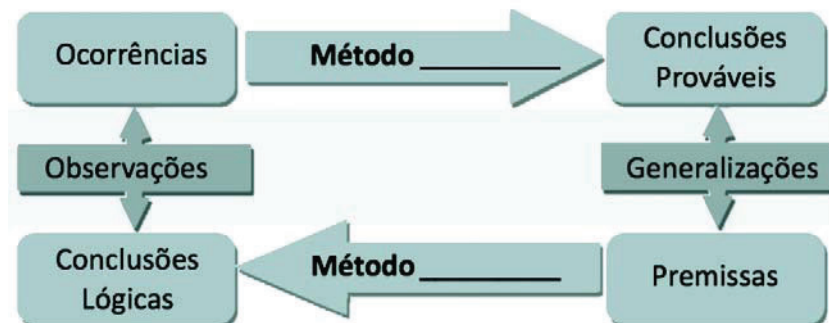
Por outro lado, os resultados da pesquisa podem ficar comprometidos caso as premissas não sejam verdadeiras ou não incluam todas as possibilidades de explicação para as situações envolvidas na questão pesquisada. É o que acontece no exemplo dado anteriormente: a premissa está incompleta, pois há casos em que o regime dos rios também é influenciado pelo derretimento de neve e gelo das altas montanhas. Há, também, casos em que a ação antrópica modifica características dos canais ou das bacias hidrográficas, alterando completamente o regime de vazão dos rios.

Concluir que em qualquer região estudada o regime dos rios seja influenciado apenas pelo regime das chuvas pode não ser correto: há rios que apresentam grandes cheias, resultado de degelo intenso, mesmo que não tenha havido muita chuva sobre as bacias hidrográficas estudadas. Há rios que apresentam alteração de sua vazão em decorrência da ação antrópica, por exemplo, obras diretamente nos canais (de transposição de vazão entre bacias hidrográficas, retificação, obras para contenção de enchentes, retirada da água para abastecimento urbano ou irrigação etc.) ou alterações nas bacias hidrográficas (desmatamento, urbanização, impermeabilização de solos etc.).



## Atende aos Objetivos 1 e 2

1. Observe o esquema a seguir que resume as diferenças entre os métodos indutivo e dedutivo. Insira nas setas o nome do método científico que parte das ocorrências para as conclusões prováveis (seta de cima) e do que parte de premissas gerais para conclusões lógicas sobre aquilo que está sendo observado (seta de baixo).



---

---

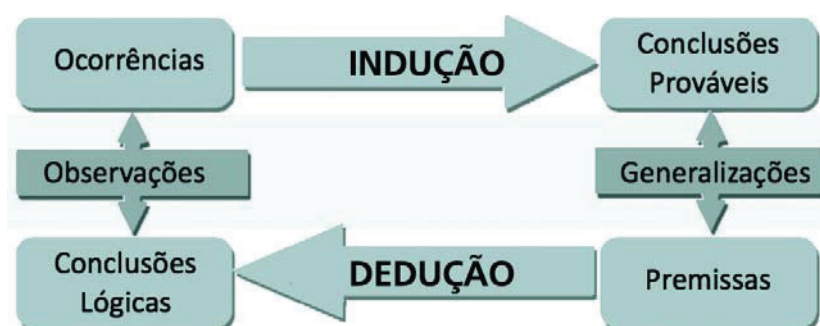
---

---

---

## Resposta Comentada

A figura esquematiza os métodos indutivo e dedutivo. A seta de cima deve ser preenchida com “método indutivo” (ou indução), que parte de ocorrências observáveis e busca analisá-las estatisticamente para alcançar conclusões gerais. A seta de baixo deve ser preenchida com “método dedutivo” (ou dedução), que parte de premissas teóricas já estabelecidas e enquadra o que está sendo observado dentro de uma determinada concepção teórica lógica.



## Método hipotético-dedutivo

O método hipotético-dedutivo incorpora procedimentos dos dois métodos já mencionados para explicar fenômenos ainda não plenamente compreendidos. Nesta linha metodológica, o pesquisador valoriza tanto o conhecimento racionalizado do *método dedutivo* (premissas, leis, explicações prévias, teorias sobre o tema...) como a observação e experimentação do *método indutivo* (levantamento de novos dados para atestar a veracidade das premissas existentes e verificar novas hipóteses para explicar um fenômeno).

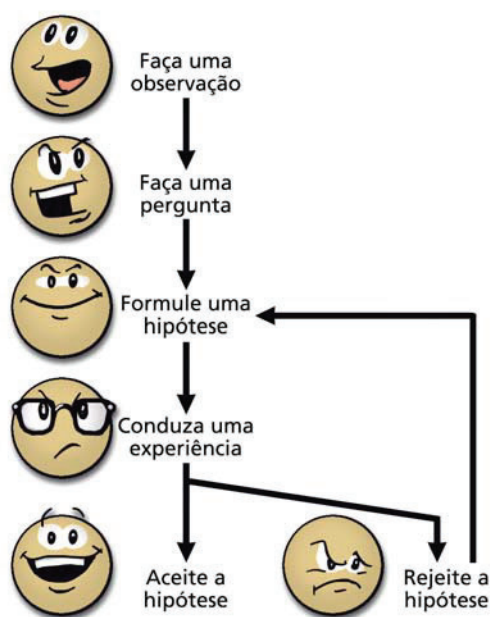
Pelo método hipotético-dedutivo, um pesquisador deve seguir as seguintes etapas de pesquisa (**Figura 3.1**):

- levantamento de explicações gerais ou informações precedentes sobre o assunto, a fim de estabelecer *premissas* (conhecimentos *a priori*, fatos que serão aceitos como evidências ou informações básicas que não serão discutidos na pesquisa);
- partir das premissas para criar *hipóteses*, para a compreensão das novas questões a serem pesquisadas;
- usar as *hipóteses* para levantar novos dados, realizando observações, testes e/ou experiências;
- verificar se a hipótese proposta pode ser confirmada ou deve ser refutada.

A obtenção de mais dados empíricos permite refinar as hipóteses, agregando informações que ampliem o entendimento sobre o tema pesquisado. A realização de testes pode tanto levar à **refutação** como à confirmação das hipóteses e, em ambos os casos, à elaboração de teorias científicas mais precisas.

### Refutação

É a negação da hipótese, devido à não confirmação desta nos casos estudados e/ou nas novas informações levantadas sobre o tema de pesquisa.



**Figura 3.1:** Esquema ilustrativo do método hipotético-dedutivo.



Exemplo:

Premissas: Todo rio promove o escoamento das águas das chuvas; os períodos de maior intensidade de chuva variam ao longo do ano.

Hipótese: O regime de chuvas deve influenciar o regime dos rios na área estudada.

Levantamento de dados: Observação dos rios em uma determinada área.

Vamos imaginar que duas situações possam ocorrer:

- Situação A: Os rios observados realmente tinham aumento de vazão nos períodos chuvosos...

Conclusão A: *...logo, o regime de chuvas influencia o regime dos rios na área estudada.* A hipótese está confirmada.

- Situação B: Os rios observados tinham aumento de vazão nos períodos chuvosos, mas também em períodos não chuvosos.

Conclusão B: *...logo, o regime de chuvas não é o único fator a influenciar o regime dos rios na área estudada.* É preciso criar uma nova hipótese.

O método hipotético dedutivo deve ser utilizado de forma crítica e corajosa, garantindo que as observações que levem à refutação das hipóteses sejam valorizadas (e não empurradas para debaixo do tapete por insegurança do pesquisador). É assim que novas hipóteses são criadas e até mesmo algumas premissas podem vir a ser questionadas.

Não é nada fácil questionar teorias amplamente aceitas pela comunidade científica. É sempre um grande desafio questionar premissas e quadros teóricos já consolidados. Daí a importância deste tipo de método científico. Questionar premissas e teorias científicas leva ao avanço contínuo da pesquisa científica, permitindo a criação de novas hipóteses, com base na construção de outras premissas obtidas a partir de observação “neutra” de outros fenômenos.

Conviver com a incerteza e com a probabilidade é a rotina dos pesquisadores, que devem conviver com a possibilidade de comprovação ou refutação de hipóteses científicas. A certeza científica costuma ser provisória, ou pelo menos incompleta, na maior parte dos casos.

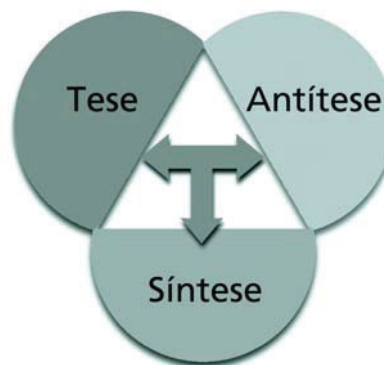
## Método dialético

A dialética tem relação com o diálogo: argumentar e contra-argumentar sobre um tema a partir de conceitos distintos, contrapondo teorias e fatos empíricos a fim de produzir conhecimentos científicos abrangentes, que incluam contradições.

O método dialético pode ser resumido por três colocações básicas (**Figura 3.2**):

- a *tese* (uma premissa ou uma perspectiva teórica);
- a *antítese* (que refuta a tese a partir de outras bases teóricas ou dados empíricos);
- a *síntese* (resultado do embate entre as duas primeiras).

A síntese dá origem a uma nova tese, viabilizando a continuidade do método.



**Figura 3.2:** Ilustração esquemática do método dialético.

Exemplo:

Tese: O regime dos rios é influenciado pelo regime de chuvas e/ou de degelo.

Antítese: O regime dos rios pode ser alterado por intervenções antrópicas diretas (nos canais fluviais) ou indiretas (nas bacias hidrográficas).

Nova Tese: O regime dos rios deve levar em conta os mecanismos naturais que influenciam a vazão, considerando que novos padrões fluviais podem surgir em decorrência de modificações antrópicas nos canais e nas bacias hidrográficas nas áreas de estudo.

A dialética das relações entre natureza e sociedade pressupõe que a articulação entre elas leva a processos de adaptação humana em relação a condições naturais. Essas relações podem voltar a mudar após a apropriação e transformação da natureza pelo homem. Os processos que levam à modificação das condições naturais condicionam novos processos a que as sociedades devem se adaptar ou buscar transformar. Cabe também a possibilidade de modificar características da própria sociedade, a fim de lidar com novos contextos ambientais.

Assim, através do método dialético, podem-se explicar as relações entre os elementos da natureza (relevo, drenagem, climas, biomas etc.), as relações entre os elementos das sociedades (política, cultura, economia, demografia etc.) e de uns com os outros, reconhecendo possibilidades de processos dinâmicos que levem a novas configurações espaciais e relacionais.

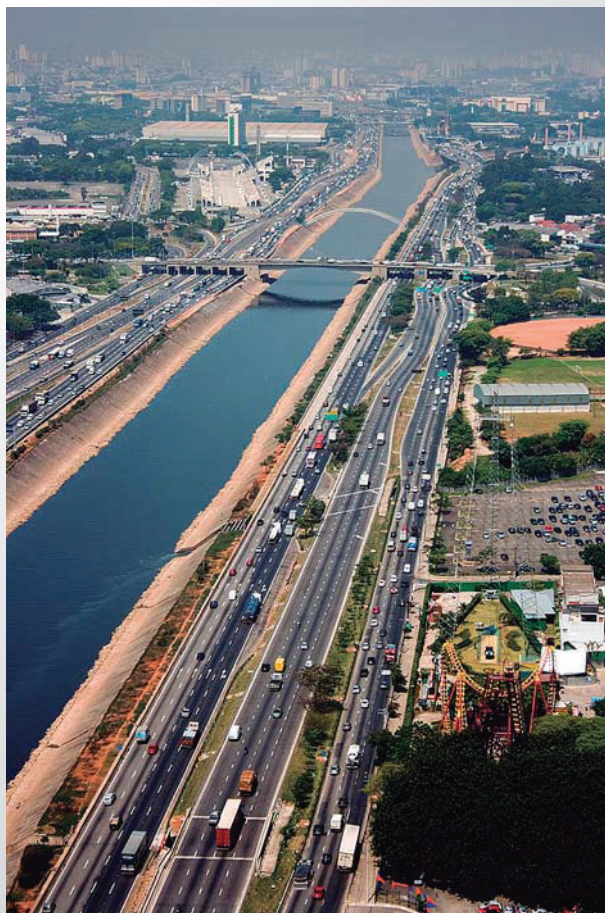
O método dialético reconhece que há fenômenos que desencadeiam processos que acabam por transformar os fatores iniciais de compreensão de um fenômeno: um fator inicialmente positivo ou atrativo pode, com o tempo, tornar-se uma fonte de problemas, justamente porque era favorável ou atrativo demais. Essa perspectiva é extremamente útil à Geografia Física e à

Geomorfologia, pois para entender fenômenos naturais, é preciso ter uma visão crítica de como as sociedades se relacionam com a natureza, considerando as dimensões históricas, políticas, econômicas, culturais e sociais.



Há centenas de cidades que surgiram às margens de rios, justamente porque a população era abastecida com água e/ou pescado. Com o tempo, a ocupação das margens fluviais, o desmatamento das matas ciliares e o lançamento de esgoto comprometem a qualidade das águas. Progressivamente, os rios transformam-se em fontes de doenças e de problemas para a população que mora às suas margens, que em geral aprova obras que “tapem” os rios ou os confinem em canais, manilhas ou dutos subterrâneos, a fim de que eles “desapareçam” da paisagem urbana.

Veja: o mesmo rio que inicialmente atraía a população se torna um problema para quem mora às suas margens. Ou, colocando as coisas de outro jeito: a mesma população que ocupou as margens de um rio para usufruir de suas águas é responsável pela degradação das águas deste mesmo rio, pelo fato de ocupar suas margens e nele lançar esgoto. Exemplos disso? Os rios Piabanha e Quitandinha, em Petrópolis; o rio Paqueta, em Teresópolis; os rios Carioca, Maracanã e Sarapuí, no Rio de Janeiro; os rios Tietê e Pinheiros, em São Paulo, e tantos outros rios que aos poucos foram transformados em grandes valões de esgoto e lixo, em decorrência da expansão urbana desordenada e sem serviços de saneamento básico. Você com certeza tem um exemplo para citar que seja daí de onde você mora.



**Figura 3.3:** Rio Tietê cortando a cidade de São Paulo.

Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Margtiete.jpg>

O método dialético possibilita criar interpretações teóricas abrangentes que incluam argumentos ou evidências contraditórias, o que representa uma das possibilidades de conviver com a ideia de que os processos já observados ou em curso podem desencadear novos processos, ainda não completamente estudados ou entendidos.

De certo modo, a *dialética* ajuda a explicar que processos históricos podem transformar *recursos* (ou vantagens) em *problemas* (ou adversidades), em decorrência da utilização inadequada daqueles pela sociedade, e vice-versa, quer dizer, *problemas serem convertidos em soluções* a partir de movimentos sociais e políticos ou ações individuais criativas. Isso remete a um procedimento muito associado ao método dialético: o materialismo histórico. Mas isso é assunto para outra aula!



### Atende aos Objetivos 1 e 2

2. Ao realizar um trabalho monográfico, dissertação de mestrado, tese de doutorado ou qualquer outro trabalho científico, os autores devem deixar claro qual a metodologia de estudo empregada na pesquisa. Verifique se você consegue relacionar os métodos de pesquisa científica descritos anteriormente nas situações a seguir.

a) Em uma área de encostas recobertas por florestas, há pouca erosão superficial, pois as plantas reduzem o impacto da chuva e protegem o solo do escoamento superficial. Por outro lado, as raízes facilitam a infiltração, o que pode deixar o solo saturado de água e mais vulnerável a grandes deslizamentos de terra.

(Método \_\_\_\_\_)

b) A construção de barragens altera a dinâmica dos rios. Em muitas áreas no litoral brasileiro, a redução do volume de água na foz dos rios represados faz com que as águas do mar avancem pelo baixo curso dos rios, provocando a salinização dos lençóis freáticos. Essa possibilidade deve ser levada em consideração nos casos em que se pretende represar os canais ou desviar/transpor as águas de um rio para outro.

(Método \_\_\_\_\_)

c) Todas as jazidas de petróleo encontradas até hoje estão localizadas em bacias sedimentares, ricas em restos orgânicos marinhos. A presença de petróleo em bacias sedimentares no estado do Amazonas permite afirmar que aquela área deve ter sido marinha há milhões de anos.

(Método \_\_\_\_\_)

d) As restingas são cordões litorâneos formados por sedimentação marinha. A teoria mais antiga sobre as restingas do Rio de Janeiro relacionava sua formação e crescimento linear às correntes marinhas que iam de oeste para leste ao longo da costa. No entanto, observa-se uma inversão no sentido dessas correntes ao longo do ano. Além disso, a datação dos sedimentos indica que estes possuem a mesma idade ao longo de toda a extensão das restingas, mas vão ficando progressivamente mais antigos na medida em que são obtidos em estratos sedimentares mais profundos.

(Método \_\_\_\_\_)

### *Resposta Comentada*

As quatro situações descritas na atividade representam modos de apresentar fatos geomorfológicos observados diretamente. Veja que eles se enquadram em perspectivas metodológicas distintas:

a) **Método dialético**, pois a cobertura vegetal em uma encosta tem a capacidade de proteger os solos da erosão superficial (em caso de chuvas moderadas e bem distribuídas) e ao mesmo tempo levar a grandes deslizamentos (em caso de chuvas concentradas e fortes).

b) **Método indutivo**, pois há alta incidência de casos de salinização da foz e do lençol freático no baixo curso de rios represados, desviados ou transpostos. Essa constatação explica a forte probabilidade disso ocorrer em rios que venham a passar pelas mesmas alterações.

c) **Método dedutivo**. A premissa é que o petróleo sempre ocorre em áreas sedimentares marinhas. Pela lógica dedutiva, qualquer nova jazida encontrada deve ter se formado sob

condições marinhas no passado. Mesmo que essas áreas estejam atualmente longe da costa, devem ter sido marinhas na época em que se depositaram os sedimentos onde hoje se encontram as jazidas petrolíferas.

d) **Método hipotético-dedutivo.** A hipótese de crescimento lateral das restingas foi derrubada pela datação dos sedimentos. Isso requer a formulação de nova hipótese, para explicar a formação desses condões arenosos no litoral fluminense.

---

## Procedimentos investigativos ou de levantamento de informações

Os métodos investigativos correspondem a técnicas usadas para pesquisar fenômenos. São condutas práticas, ou seja, procedimentos que devem ser feitos concretamente para obter informações sobre o tema pesquisado.

Esses procedimentos incluem muitos tipos de ações, algumas delas citadas a seguir:

- a observação – que deve ser expressa em termos quantitativos ou qualitativos, claramente explicitados;
- a mensuração – usada em pesquisas quantitativas, a fim de estabelecer parâmetros estatísticos para os fenômenos estudados;
- a amostragem – selecionando uma parcela da totalidade de aspectos ou fatores relacionados à pesquisa;
- a avaliação qualitativa – usada em pesquisas em que parâmetros subjetivos são importantes para se chegar a compreender um fenômeno;
- a experimentação – criar experiências, simulando artificialmente e controlando as condições, fatores e processos;
- a análise temporal – avaliando mudanças nos fenômenos ao longo do tempo;



- a comparação – confronto entre os atributos daquilo que está sendo analisado em diferentes condições ou momentos;
- a interpretação – enquadramento das situações observadas dentro de quadros teóricos específicos;
- a classificação – que leva ao grupamento das observações, segundo critérios estatísticos ou qualitativos;
- a modelagem – criação de modelos que reproduzam as condições de ocorrência de processos e permitam prever o comportamento futuro dos mesmos.

Esses procedimentos podem ser usados simultaneamente, devendo ser combinados em estágios mais avançados da pesquisa científica. É importante ressaltar que esses métodos investigativos podem ser estimulados em pesquisas escolares, cabendo ao professor esclarecer as diferenças entre eles e indicar o procedimento mais adequado, conforme o tema pesquisado ou o objetivo da pesquisa.

## CONCLUSÃO

Os avanços metodológicos já alcançados na ciência como um todo nos permitem conhecer e entender fatos e processos em campos muito diversificados do conhecimento humano. No entanto, é preciso considerar que existem grandes lacunas, fatos não explicados ou, pelo menos, não completamente compreendidos. Isso ajuda a entender certo nível de incertezas ou de imprecisão em muitos estudos científicos.

Frequentemente, teorias elaboradas a partir de dados idênticos apresentam resultados diferentes, dependendo do contexto ou das concepções científicas usadas para explicar aquilo que está sendo estudado. Daí as grandes controvérsias e debates pesados entre cientistas no meio acadêmico.

É nesse sentido que surge a questão ética em relação à ciência. De forma geral, defende-se que os avanços científicos e a elaboração de qualquer teoria científica deveriam ser neutros, devendo ser encarados como ferramentas à disposição do conhecimento humano. Essa é uma discussão difícil, mas de certo modo, cabe lembrar que ferramentas (teóricas, científicas, técnicas etc.) podem ser usadas em prol ou contra grupos humanos ou natureza, dependendo do uso que se faz delas, o que sempre depende de questões éticas, políticas, culturais, econômicas, religiosas etc.

## Atividade Final \_\_\_\_\_

### **Atende aos Objetivos 1 e 2**

Todo trabalho acadêmico, especialmente os defendidos ao final de cursos de graduação, mestrado ou doutorado, inclui um capítulo que descreve a metodologia usada para investigar e para analisar um determinado tema ou questão.

Utilize uma ferramenta de busca na internet para consultar pelo menos dois trabalhos de conclusão de curso (monografia, dissertação ou tese) que se relacionem à área de Geografia Física, preferencialmente Geomorfologia.

Consulte os trabalhos, a fim de identificar os métodos analíticos e os procedimentos de investigação usados, descrevendo-os nas fichas a seguir:

1. Título do trabalho: \_\_\_\_\_

Autor: \_\_\_\_\_ Data da defesa: \_\_\_\_\_

Orientador: \_\_\_\_\_

Apresentado para obter o título de \_\_\_\_\_

Curso/Universidade: \_\_\_\_\_

Tema do trabalho: \_\_\_\_\_

Procedimentos investigativos utilizados: \_\_\_\_\_

Perspectiva analítica utilizada: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Título do trabalho: \_\_\_\_\_

Autor: \_\_\_\_\_ Data da defesa: \_\_\_\_\_

Orientador: \_\_\_\_\_

Apresentado para obter o título de \_\_\_\_\_

Curso/Universidade: \_\_\_\_\_

Tema do trabalho: \_\_\_\_\_

Procedimentos investigativos utilizados: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Perspectiva analítica utilizada: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### *Resposta Comentada*

A análise de trabalhos acadêmicos deve sempre enfatizar a verificação das linhas metodológicas que guiaram a pesquisa, devendo atentar para a diferenciação entre os métodos investigativos (técnicas e procedimentos práticos realizados) e os métodos analíticos (que conduziram a linha interpretativa do autor). Ao avaliar como a metodologia está explicitada em trabalhos acadêmicos de diferentes instituições, percebe-se como esta etapa da pesquisa científica é importante.

\_\_\_\_\_

## **RESUMO**

1. Qualquer estudo científico precisa ser feito com bases metodológicas claras. Ao elucidar os métodos de análise e os procedimentos investigativos, o pesquisador possibilita a comparação entre dados obtidos em lugares e momentos diferentes, além de esclarecer as bases lógicas sobre as quais o conhecimento foi construído;

2. Os métodos de pesquisa mais usados em Geomorfologia incluem as perspectivas indutiva, dedutiva, hipotético-dedutiva e dialética. É importante saber diferenciar tais metodologias.

# Aula 4

Que abordagens  
podemos usar  
para interpretar o  
relevo?

Parte 2: linhas  
de pesquisa em  
Geomorfologia

*Anice Afonso  
Telma Mendes da Silva*

## Meta da aula

Apresentar diferentes tipos de linhas investigativas e perspectivas de análise que costumam ser adotadas nas pesquisas científicas em Geomorfologia.

## Objetivos

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

1. diferenciar os métodos de análise dos procedimentos de levantamento de dados e informações sobre as formas de relevo;
2. identificar as principais linhas de abordagem em Geomorfologia, bem como os procedimentos de pesquisa a elas associados.

## INTRODUÇÃO

Na aula anterior, procuramos mostrar as características e diferenças de alguns métodos científicos, muito usados nas ciências como um todo e especialmente frequentes nas pesquisas geomorfológicas. Há na Geomorfologia uma variedade de enfoques teóricos e métodos de pesquisa que resultam das diferentes maneiras de estudar, descrever, interpretar e entender o relevo.

Esta aula continua com esse assunto, constituindo a parte 2 deste tema. Neste momento, vamos mostrar as perspectivas analíticas mais comuns em Geomorfologia, ou seja, algumas das bases teóricas e metodologias de pesquisa que orientam um grande número de trabalhos sobre as formas de relevo.

O que dissemos na aula anterior está valendo para esta aula: a disputa por versões científicas – baseadas em teorias e métodos analíticos distintos – é acirrada. Há quem construa modelos analíticos complexos com base em características das propriedades morfológicas do relevo, pouco considerando as características evolutivas ou geológicas do terreno. Há quem compreenda que as formas de relevo são resultado de processos evolutivos recentes, ditados pelo ambiente climático, enquanto outros valorizam as características estruturais e litológicas do substrato ou os paleoambientes que precederam o ambiente atual.

Bem, as distintas abordagens teóricas em Geomorfologia – assim como em outros campos científicos – demonstram que, na ciência, as verdades nem sempre são absolutas ou permanentes. Vale, portanto, permanecer com um “olhar de estranhamento”, mantendo uma postura crítica (questionadora) sobre as teorias científicas, não necessariamente para derrubá-las, mas para conferir seus indicadores, premissas, hipóteses e deduções.

Transpor isso para o ambiente escolar é muito importante. É fundamental que os alunos, desde o Ensino Básico, assumam uma postura crítica, sendo estimulados a identificar argumentos

de diferentes fontes de informações e reconhecer pontos de vista presentes em textos didáticos e midiáticos. Essa é uma das competências cognitivas que o Ensino Básico deve fortalecer: levar os alunos a compreender fatos de natureza geográfica a partir de bases diferentes, estimulando-os a avaliar criticamente as versões e/ou argumentos de grupos sociais, políticos, culturais, religiosos, econômicos e institucionais distintos.

## **Linhas de pesquisa em Geomorfologia**

Existe na Geomorfologia uma variedade de linhas de pesquisa e perspectivas de estudo sobre as formas de relevo. Queremos provocar questionamentos em você a partir da exposição de alguns métodos de investigação e de análise muito usados pelos geomorfólogos.

A investigação geomorfológica pode ser feita sob diferentes tipos de abordagem. Cada uma dessas abordagens possui um conjunto de teorias e conceitos que as sustentam e balizam, bem como procedimentos específicos, voltados ao levantamento de dados e à explicação dos fenômenos geomorfológicos.

O primeiro passo para estudar as formas de relevo refere-se à descrição destas, que costuma ser feita através da abordagem geométrica do relevo. Após a descrição geométrica, passa-se para a interpretação, que pode estar atrelada às perspectivas *morfoestrutural*, *morfodinâmica* e/ou *histórica*. Ao se optar por uma destas linhas interpretativas, o pesquisador utilizará técnicas de análises compatíveis, como mostraremos a seguir.

### **Perspectiva geométrica: descrevendo as formas de relevo**

As formas de relevo constituem volumes e estes podem ser descritos a partir de três dimensões (comprimento, largura e altura). Essas dimensões *geométricas* são representadas nas cartas

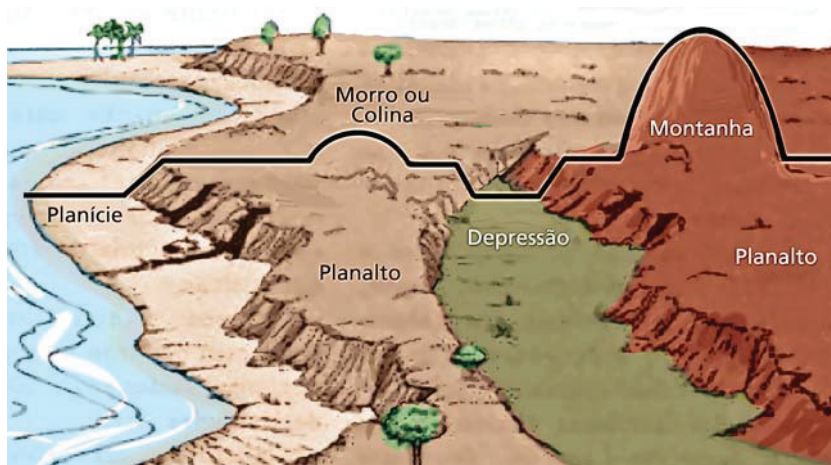


topográficas e em imagens de satélite, podendo ser analisadas tanto em planta (visão “de cima”) como em perfil (visão “de lado” ou oblíqua).

A descrição geométrica do relevo está associada diretamente à escala cartográfica do mapa. As diferentes escalas permitem a observação de aspectos distintos do relevo. A *escala regional*, que se refere ao recobrimento de grandes áreas espaciais, permite a detecção de grandes feições do relevo. Já as *escalas locais* representam pequenas áreas espaciais e permitem o estudo de segmentos geomorfológicos menores.

A descrição morfológica do relevo pode ser feita tanto pelos seus aspectos qualitativos (com base em descrições subjetivas da *morfografia*) quanto pelos seus aspectos quantitativos (com base em medições da *morfometria*, quantificando as diferenças existentes entre feições distintas de relevo). Veja as explicações e exemplos a seguir.

a) MORFOGRAFIA: trata da aparência geral do relevo, que pode ser descrito como plano, colinoso, escarpado, montanhoso etc. (**Figura 4.1**). É muito importante associar essas formas aos processos geomorfológicos predominantes que nelas ocorrem.



**Figura 4.1:** Ilustração esquemática de unidades de relevo, segundo seu aspecto morfológico.

Fonte: Adaptado de Penteado, 1994 (apud FLORENZANO, 2008).

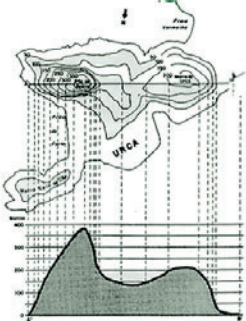



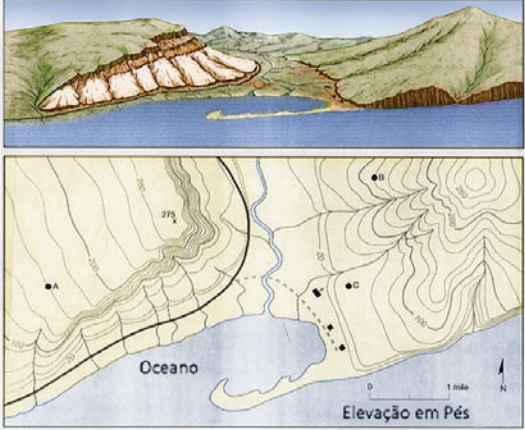
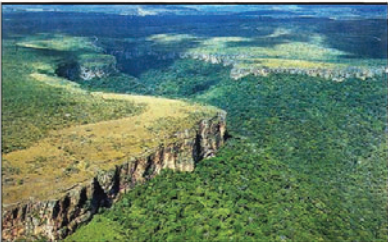
Há uma terminologia bem conhecida para descrever algumas formas de relevo em escala de abrangência *regional*:

- **MONTANHAS**: áreas altas, com grande amplitude altimétrica em relação às áreas circundantes. Em geral, sua formação está associada a forças de soerguimento tectônico, dobramentos e falhamentos geológicos. As **SERRAS** são unidades de menor extensão e mais baixas do que as montanhas, tendo sua origem relacionada a processos tectônicos e/ou erosivos (como processos de erosão diferencial acentuada de substratos geológicos distintos).
- **PLANALTOS**: superfícies relativamente elevadas e niveladas topograficamente, onde há predomínio dos processos erosivos. Nos planaltos, podem ser observados morros, colinas (feições *onduladas*) ou platôs, tabuleiros, chapadas, cuestras (feições *aplainadas*). Os planaltos são em geral limitados por escarpas (desníveis ou degraus entre compartimentos de relevo de altitudes distintas).
- **DEPRESSÕES**: áreas relativamente mais baixas que as regiões circunvizinhas. As **DEPRESSÕES RELATIVAS** são áreas relativamente rebaixadas, mas localizadas acima do nível do mar. Tais depressões recebem e podem estocar temporariamente os sedimentos das áreas adjacentes mais altas, mas a longo prazo, os processos erosivos tendem a predominar. Apenas as **DEPRESSÕES ABSOLUTAS**, situadas abaixo do nível geral dos oceanos, apresentam predomínio de processos de sedimentação.
- **PLANÍCIES**: áreas de baixa altitude, onde há o predomínio de processos de acumulação sedimentar. Podem se apresentar como feições costeiras (praias, restingas, baixadas, tabuleiros costeiros) ou fluviais (planícies de inundação, terraços fluviais).

Na escala *local*, a descrição das formas de relevo é feita pela visão em planta, ou seja, formas projetadas no mapa (pontos, linhas e áreas planas) como se estivessem sendo vistas de cima. Podem-se descrever formas de *topo*, de *encostas* e de *vales*, fornecendo um panorama detalhado da morfologia local de uma área.

- **TOPOS:** as feições de topos podem ser classificadas geometricamente em formas de *pontos*, *linhas* e *áreas* (**Quadro 4.1**). Cada uma destas feições está, em geral, relacionada a um tipo de litologia específica. Quando aparecem sob a forma geométrica de *pontos* no terreno, os topos associam-se a litologias (rochas) mais resistentes que ressaltam na paisagem como PICOS. Topos em forma de *linhas* correspondem a feições de CRISTAS, e estão relacionados a topos de serras e linhas de escarpas. Os topos *planos* apresentam-se em forma areal (superfícies horizontais a sub-horizontais) e estão vinculados a feições de CHAPADAS, BAIXOS PLATÔS e TABULEIROS.

**Quadro 4.1:** Representação das formas de topo em planta e perfil ou tridimensional e fotografias, ilustrando as feições citadas

Feições de topo	Visão em planta e em perfil ou tridimensional	Feição no terreno
Pontos	 <p>Fonte: <a href="http://geographicae.wordpress.com/2007/06/09/formas-de-relevo-e-curvas-de-nivel/">http://geographicae.wordpress.com/2007/06/09/formas-de-relevo-e-curvas-de-nivel/</a></p>	<p>Picos</p>  <p>Morro da Urca. Foto: T. M. Silva (Jul/2010).</p>
Linhas	 <p>Sequência de topos alinhados dando origem ao topo de forma em linhas. Neste caso, correspondente à Serra do Marumbi. (PR). Fonte: <a href="http://www.itcg.pr.gov.br/modules/conteudo/print.php?conteudo=51">http://www.itcg.pr.gov.br/modules/conteudo/print.php?conteudo=51</a></p>	<p>Cristas</p>  <p>Cristas no divisor da bacia do rio Jurumirim. (Angra dos Reis). Foto: T.M.Silva (Out./2011).</p>
Planos	 <p>Fonte: <a href="http://geographicae.wordpress.com/2007/06/09/formas-de-relevo-e-curvas-de-nivel/">http://geographicae.wordpress.com/2007/06/09/formas-de-relevo-e-curvas-de-nivel/</a></p>	<p>Chapadas, mesas, tabuleiros, colinas tabulares.</p>  <p>Chapada dos Guimarães (MT). Fonte: <a href="http://www.mundi.com.br/Fotos-Chapada-dos-Guimaraes-2709798.html">http://www.mundi.com.br/Fotos-Chapada-dos-Guimaraes-2709798.html</a></p>

As *encostas* ou *vertentes* são as formas de transição entre topos e fundos de vale e são avaliadas pela conformação do perfil transversal aos vales fluviais, e pela forma como se articulam ao fundo dos vales. As formas encontradas na paisagem são classificadas, como *arredondadas*, *planas* e *angulosas* (**Quadro 4.2**).

**Quadro 4.2:** Formas esquemáticas de topos e de vales para a descrição morfológica

Formas de vale \ Formas de topo	Arredondados	Planos	Angulosos
Arredondados			
Planos			
Pontiagudos			

A variação nas formas (vales em “U”, vales em “V” e vales planos) está diretamente relacionada aos processos geomorfológicos predominantes. Por exemplo, os fundos de vales planos indicam forte acúmulo sedimentar, enquanto vales em “V” indicam incisão erosiva acelerada.

b) MORFOMETRIA: trata dos aspectos quantitativos do relevo (mensuráveis numericamente), como as medidas de altura, comprimento, largura, área, amplitude altimétrica, extensão, inclinação, curvatura, orientação das formas etc. A morfometria é uma metodologia de estudo que auxilia na caracterização do quanto uma área é diferente ou semelhante às áreas adjacentes. Portanto, permite a caracterização de unidades (ou compartimentos) geomorfológicas, ou seja, regiões com formas de relevo relativamente homogêneo.

Através da caracterização morfométrica é possível avaliar a dinâmica dos processos geomorfológicos, bem como calcular parâmetros morfométricos que permitem o desenvolvimento de modelos matemáticos baseados em sistemas de informações geográficas. Os parâmetros morfométricos de maior representatividade para caracterizar as formas de relevo são:

- **ALTITUDE:** altura do relevo em relação ao nível geral dos oceanos. Ao conhecermos a altitude de dois pontos, calculamos o parâmetro **AMPLITUDE ALTIMÉTRICA**, que é a diferença entre o ponto mais alto e o mais baixo. A amplitude altimétrica é o parâmetro que leva à definição de compartimentos de relevo, áreas que foram ou estão submetidas a processos mais acentuados de **dissecação topográfica**.

### **Dissecação topográfica**

Processo provocado pela ação erosiva de agentes externos (rios, chuva, geleiras etc.).

- **EXTENSÃO OU COMPRIMENTO:** distância medida entre os pontos extremos de uma encosta, canal fluvial, linha de praia etc. A extensão das formas permite a obtenção de uma série de parâmetros, tais como *declividade* (que trata da relação entre altura e extensão), *densidade de drenagem* (relação entre comprimento total dos rios e área), *índices de curvatura ou sinuosidade* (relação entre comprimento total e distância em linha reta entre dois pontos) etc.

- **ÁREA:** medida de uma forma de relevo projetada no plano horizontal correspondente. A área deve sempre ser comparada em relação à amplitude altimétrica, a fim de prover informações mais precisas sobre as dimensões das formas em estudo.

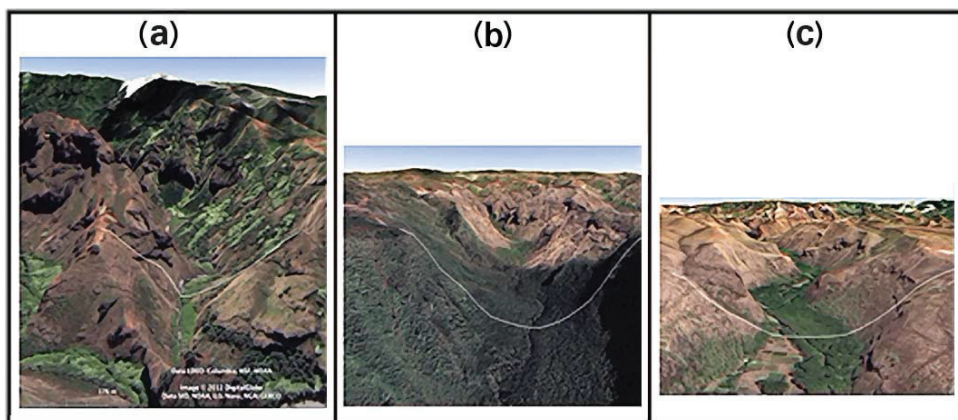
A perspectiva morfológica (*morfográfica* ou *morfométrica*) constitui, portanto, uma metodologia de estudo das formas de relevo a partir da descrição qualitativa ou quantitativa de seus atributos. A medição, a descrição, os mapeamentos interpretativos (em campo ou a partir de bases cartográficas) a classificação e a comparação são os procedimentos práticos mais usados. Este tipo de estudo é, em geral, a etapa inicial das pesquisas sobre o relevo.





### Atende aos Objetivos 1 e 2

1. As imagens a seguir ilustram diferentes tipos de vales fluviais. Há neles uma linha branca que indica o perfil de relevo, ou seja, sua forma em uma visão oblíqua. Relacione as formas identificadas nas imagens às lacunas que descrevem características morfológicas e morfométricas no quadro a seguir:



Fontes: Google Earth; Data LDEO–Columbia,NSF,NOAA; Image©2012 DigitalGlobe; Data SIO,NOAA,U.S.Navy, NGA,GEBCO; Image© 2012 GeoEye.

<b>Descrição morfográfica</b>	<b>Descrição morfométrica</b>
(Imagem _____ ) Vale com fundo arredondado, provavelmente em função do equilíbrio entre erosão e sedimentação. Encostas íngremes e topos aplainados.	(Imagem _____ ) Pequena amplitude altimétrica entre topos e fundos de vales.
(Imagem _____ ) Vale com fundo plano, relacionado ao acúmulo de sedimentos aluviais. Topos arredondados e encostas moderadamente íngremes.	(Imagem _____ ) Grande amplitude altimétrica entre topos e fundos de vales; topos moderadamente aplainados.
(Imagem _____ ) Vale com formato de "V", resultante de forte dissecação fluvial. Topos com linhas de cristas.	(Imagem _____ ) Grande amplitude altimétrica entre topos e fundos de vales. Topos estreitos.

### Resposta Comentada

<b>Descrição morfográfica</b>	<b>Descrição morfométrica</b>
(Imagem b) Vale com fundo arredondado (...), encostas íngremes e topos aplainados.	(Imagem c) Pequena amplitude altimétrica entre topos e fundos de vales.
(Imagem c) Vale com fundo plano (...) topos arredondados e encostas moderadamente íngremes.	(Imagem b) Grande amplitude altimétrica entre topos e fundos de vales; topos moderadamente aplainados.
(Imagem a) Vale com formato de "V", (...) topos em cristas.	(Imagem a) Grande amplitude altimétrica entre topos e fundos de vales. Topos estreitos.

As imagens ilustram as feições descritas nos **Quadros 4.1** e **4.2**. A descrição morfográfica é feita com base em características facilmente observáveis nas imagens, como o formato do fundo dos vales e dos topos, a declividade e o comprimento das encostas e a amplitude altimétrica. Já a descrição morfométrica está muito vaga, pois teria sido necessário medir com precisão as propriedades do relevo, o que não pode ser feito nesse exercício sem maiores informações quanto às escalas.



## **Perspectiva morfodinâmica: entendendo como os agentes externos atuam sobre as formas de relevo**

A perspectiva morfodinâmica refere-se à análise dos processos geomorfológicos responsáveis pelo retrabalhamento das formas de relevo a partir da ação dos agentes externos. Esta abordagem busca entender as interações existentes entre as formas de relevo, os processos de desagregação das rochas (intemperismo) e dos agentes transportadores (gravidade, rio, gelo, vento e oceanos), bem como os processos de erosão, transporte e deposição de materiais.

No Brasil, a ação da chuva destaca-se na remodelagem do relevo, definindo diretamente a intensidade dos processos de escoamento e de infiltração dos fluxos d'água nos terrenos. Os mecanismos de precipitação estão associados a efeitos locais (chuvas convectivas e orográfica) e regionais (chuvas frontais), sendo uma combinação destes mecanismos no tempo (segundos, minutos, horas, dias...) e no espaço (local, região, estado...).

A combinação entre os mecanismos de precipitação e os tipos de materiais do terreno irá propiciar diferentes processos de escoamento (fluxos superficiais, subsuperficiais e/ou subterrâneos). Em outras regiões do planeta, a morfodinâmica pode estar associada a outros agentes externos, tais como: canais fluviais, gelo, vento, ondas etc. Esses diferentes ambientes morfodinâmicos serão tratados em aulas específicas mais adiante.

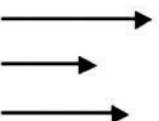



A abordagem morfodinâmica prioriza análises em escalas de maior detalhamento e com ênfase nos processos que atuam no presente. Esta perspectiva utiliza técnicas empíricas, observações, levantamentos de informações e medição das taxas de processos diretamente em campo ou em situações experimentais.

## Perspectiva morfoestrutural: processos endógenos, produzindo e alterando as formas de relevo

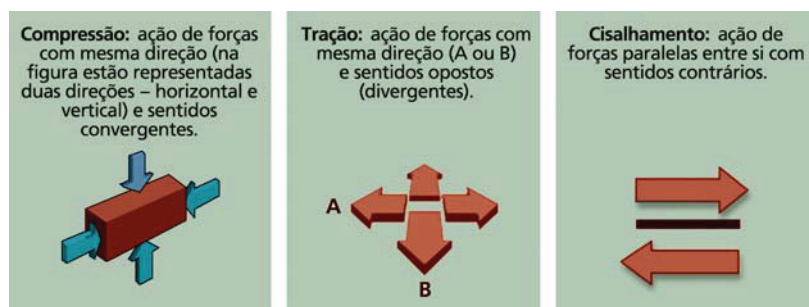
Os estudos morfoestruturais buscam identificar processos geológicos (endógenos) que possam ter atuado na produção e deformação das formas de relevo. A conformação geológica inclui a litologia do substrato (tipo de rocha ou de sedimentos), a estrutura (orientação dos corpos rochosos) e os processos tectônico-vulcânicos, todos eles importantes na configuração geomorfológica.

As modificações de corpos rochosos serão resultado da relação entre energia da força e a *resistência* do terreno (como vimos na Aula 2). A força é compreendida como a quantidade vetorial que tende a causar uma mudança nas dimensões, no movimento ou na forma de um corpo, podendo ser medida, segundo sua *magnitude*, *direção* e *sentido* (**Quadro 4.3**).

**Quadro 4.3:** Representação do tamanho dos vetores de medida de uma unidade de força e suas representações das unidades de medidas que as caracterizam

Unidades de medida	Vetores	Unidades de medida	Vetores
magnitudes diferentes com direção e sentido iguais		magnitudes, direção e sentido diferentes	
magnitudes iguais, direções iguais e sentidos contrários		magnitudes iguais, direções iguais e sentidos contrários	

Os tipos de forças existentes são *compressão*; *tração* (extensão) e/ou *cisalhamento* (ruptura). Observe na **Figura 4.2** como os tipos de forças levam aos estados de compressão, tração e cisalhamento.



**Figura 4.2:** Esquemas representativos dos tipos de forças de deformação sobre os corpos rochosos.

A força sobre um corpo pode causar um estado de estresse, que provocará uma reação oposta, que tende a manter ou restaurar a forma original. E a relação entre força *versus* estresse poderá resultar (ou não) em uma *deformação*. A deformação é, portanto, resultado de tensões atuantes que podem eventualmente mudar o volume ou a forma de um corpo.




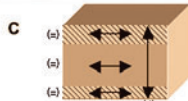
A deformação dos materiais pode ser subdividida em:

- *deformação elástica*: reversível, não permanente, isto é, a rocha ou o corpo retorna à forma original, só se deformando, enquanto a força está atuando;
- *deformação plástica* ou *dúctil*: mudança permanente, definitiva na forma ou no tamanho de um corpo ou uma rocha, que não recupera a forma primitiva, após o término da aplicação da força;
- *deformação por ruptura* ou *rúptil* – ocorre a perda de coesão do corpo ou material rochoso, sendo irreversível e, como o nome diz, segmentando, rompendo ou destruindo a integridade dos materiais.

Algumas variáveis estão diretamente ligadas ao tipo de deformação, tais como:

- *temperatura da rocha*: quanto maior a temperatura, maior será a capacidade do material em se deformar antes do ponto de ruptura, e mais fácil torna-se a deformação;
- *presença de fluidos*: a presença de água, gases e/ou óleo na composição de um corpo rochoso pode alterar as propriedades mecânicas, não só das rochas, mas até de cristais individuais.
- *tempo de duração*: processos geológicos podem levar milhões de anos, estando a deformação diretamente associada à resistência dos materiais e ao tempo de atuação da força;
- *isotropia e anisotropia dos materiais*: referem-se à homogeneidade ou heterogeneidade dos corpos rochosos na sua deformação, conforme indicado no **Quadro 4.4**.

**Quadro 4.4:** Representação esquemática de um bloco rochoso e dos vetores de forças em materiais distintos quanto à composição litológica

Material isotrópico	Material anisotrópico
Responde igualmente às forças exercidas sobre ele em todas as direções.	As propriedades não são uniformes em todas as direções, devido à heterogeneidade composicional ou estrutural
 <p>A – eixos X, Y e Z com a magnitude da força exercida sobre um corpo; B – Representação de diferentes vetores das forças exercida em um corpo homogêneo – ou seja, material isotrópico – no qual a resposta é igual em quaisquer dos vetores.</p>	 <p>C- Representação dos diferentes vetores das forças exercidas em camadas litológicas diferentes do corpo rochoso. Por ser um corpo heterogêneo – ou seja, material anisotrópico – a resposta às forças são iguais no eixo horizontal, mas diferente na vertical, onde há diferenciação da constituição do corpo rochoso.</p>

A deformação depende da resistência das rochas. Materiais *competentes* resistem muito aos esforços deformantes, o que acaba gerando falhamentos por ruptura ou cisalhamento. Os materiais ditos *incompetentes* resistem menos a tais esforços, dobrando-se mais facilmente. Assim, o tipo de deformação será resultante da força aplicada *versus* o tipo de rocha existente, gerando falhamentos e/ou dobramentos na crosta, conforme as rochas forem mais ou menos rígidas, respectivamente.

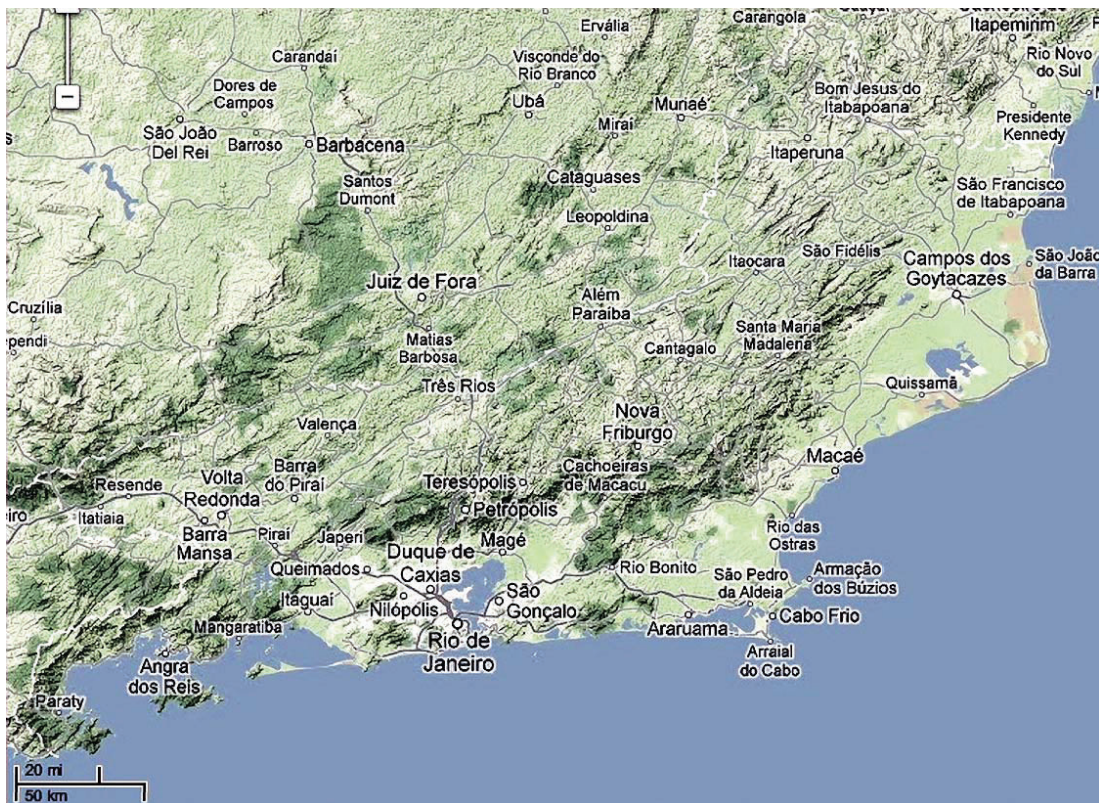
A abordagem morfoestrutural prioriza análises em escalas de maior abrangência, haja vista que os processos tectônicos tendem a ser melhor observados em grandes unidades de relevo. Mas é na escala local que são obtidas amostras para datação dos materiais, bem como levantamentos de campo, a fim de investigar segmentos de relevo alterados por dobras e falhas. Esta perspectiva utiliza técnicas de mapeamento geológico, interpretação de bases cartográficas, levantamentos de campo, datações, enfim, da obtenção de informações que permitam avançar teoricamente sobre os condicionantes geológicos das formas de relevo.



---

### **Atende aos Objetivos 1 e 2**

2. O Rio de Janeiro apresenta um quadro geomorfológico rico e diversificado. Em diversas áreas do estado, há exemplos de processos que podem ser relacionados à dinâmica climática e feições que denotam forte influência geológica. Observe o mapa a seguir e associe as áreas descritas com as perspectivas morfodinâmica ou morfoestrutural.



Fonte: Google Maps. Map data ©2012 Google, Map Link.

- a) As serras que se estendem entre os municípios de Piraí, Teresópolis, Nova Friburgo e Santa Maria Madalena podem ser explicadas pela perspectiva \_\_\_\_\_.
- b) As grandes baixadas costeiras onde se situam os municípios de Quissamã, Campos e São João da Barra podem ser explicadas pela perspectiva \_\_\_\_\_.

### *Resposta Comentada*

Essa atividade começa a pedir que você repare melhor no relevo, no caso, do estado do Rio de Janeiro e comece a estabelecer relações entre formas e dinâmica geomorfológica.

Em (a), a perspectiva morfoestrutural explica as serras da região serrana, áreas elevadas por tectonismo muito antigo. Em (b), as baixadas do norte fluminense são formadas pelo acúmulo de sedimentos fluviais e marinhos, trazidos pelos rios e correntes marinhas ao longo de milhares de anos.



## Perspectiva histórica: a evolução das formas de relevo

As formas de relevo que você observa hoje é resultado do somatório de eventos passados, que correspondem à história evolutiva da paisagem. A mudança de condições ambientais leva a alterações morfoodinâmicas e as formas de relevo tendem a se adaptar aos novos processos.

É bastante comum, no entanto, encontrar formas ou depósitos (formados em fases anteriores) não completamente adaptados às condições ambientais contemporâneas. Nesses casos, os geomorfólogos buscam evidências que ajudem a entender como deviam ser os ambientes no passado. Essas evidências costumam ser encontradas nos materiais do substrato, ou seja, rochas ou sedimentos que possam ser datados ou que apresentem indícios de **paleoambientes**.

Na abordagem histórica das formas de relevo, procura-se reconhecer e compreender a história morfológica através de registros na paisagem (paleoformas) e através de registros *estratigráficos*, que são investigados a partir das características dos estratos (camadas) sedimentares.

A morfocronologia refere-se à idade absoluta e relativa das formas de relevo e dos processos, e registros estratigráficos a elas relacionados. A idade absoluta dos materiais é obtida a partir de técnicas de datação dos materiais; a idade relativa faz-se ao identificar que um estrato sedimentar ou processo geomorfológico (registrado nas camadas sedimentares ou na morfologia do terreno) são mais antigos ou mais recentes que outros identificados na região estudada.

A perspectiva de análise histórica e os estudos morfocronológicos articulam as três perspectivas de análise descritas anteriormente, permitindo tanto discriminar e descrever as características da morfologia, quanto inferir quais foram os fatores e processos mais relevantes nos eventos responsáveis pelas feições atuais de uma dada área estudada.

### **Paleoambiente**

É o termo usado para designar um ambiente no passado com condições distintas das atuais. Mudanças climáticas ou grandes eventos tectônicos são os mais frequentemente associados às alterações ambientais na história geológica do planeta.



### Atende aos Objetivos 1 e 2

3. Leia os fragmentos de texto a seguir. Caso você deseje ler a íntegra do artigo, ele pode ser obtido facilmente no endereço eletrônico a seguir: [http://www.sbgeo.org.br/pub\\_sbg/rbg/vol21\\_down/2103/2103236.pdf](http://www.sbgeo.org.br/pub_sbg/rbg/vol21_down/2103/2103236.pdf)

Após a leitura dos trechos, justifique por que a perspectiva morfocronológica pode contribuir para elucidar a situação descrita.

“O registro sedimentar neoquaternário identificado na região de Bananal (SP/RJ), (...) evidencia frequentes intercalações entre depósitos de encosta e fluviais” (pg. 238).

(...) “na sequência deposicional estudada (...) argumentos que sugerem (...) uma sucessão de eventos de instabilidade e estabilidade dentro da evolução neoquaternária da paisagem” (pg. 253).

MOURA, J.R.S. & MELLO, C.L. Classificação Aloestratigráfica do Quaternário Superior na Região de Bananal (SP/RJ). *Revista Brasileira de Geociências*, 21 (3): 236-257. 1991.



## *Resposta Comentada*

O texto citado parcialmente é um dos clássicos exemplos de estudos geomorfológicos no Rio de Janeiro que trata da evolução das paisagens ao longo do Período Quaternário. A menção às camadas intercaladas de sedimentos de encostas e fluviais indica ter havido na região uma sucessão de processos que promoveram maior intensidade de processos com dinâmicas distintas.

---

## **CONCLUSÃO**

Os avanços teóricos e metodológicos já alcançados especificamente na Geomorfologia permitem-nos conhecer e entender bastante como funcionam os sistemas geomorfológicos, aumentando o grau de precisão das previsões sobre como ocorrerão determinados processos naturais. No entanto, é preciso considerar que existem grandes lacunas sobre a dinâmica da natureza, o que explica certo grau de incerteza ou de imprecisão em muitas situações.

As diferentes perspectivas de análise em Geomorfologia enriquecem a nossa capacidade de entender a dinâmica das formas de relevo da superfície terrestre. No entanto, elas também resultam em disputas entre grupos – em geral com argumentos muito fortes – em torno de teorias de evolução ou de previsão de processos futuros. Fica aqui, portanto, mais uma vez a constatação: os fatos científicos não são neutros. Eles resultam de análises que são feitas dentro de matrizes teóricas e metodológicas que orientam as pesquisas científicas.

## Atividade Final

### Atende aos Objetivos 1 e 2

A produção científica em Geomorfologia é caracterizada por trabalhos que apresentam perspectivas metodológicas bem definidas. Verifique se você consegue relacionar os resumos de trabalhos a seguir relacionados a perspectivas morfológicas (descritivas), morfodinâmicas (processos), morfoestruturais (geologia) e/ou históricas (evolutivas) em Geomorfologia.

a) Experiências simulando chuvas de intensidades iguais sobre áreas com coberturas vegetais distintas, a fim de medir o volume de sedimentos transportados pelo escoamento da água sobre as encostas e, assim, avaliar o papel da vegetação na proteção do solo contra a erosão.

(Perspectiva\_\_\_\_\_)

b) Mapeamentos em escalas regionais, a fim de identificar lineamentos de serras ou estruturas geológicas perturbadas por dobramentos ou falhamentos e, assim, identificar a influência dos agentes internos na configuração do relevo.

(Perspectiva\_\_\_\_\_)

c) Identificação de estratos sedimentares com evidências de restos orgânicos típicos de ambientes marinhos em áreas continentais afastadas da costa, a fim de comprovar hipóteses relacionadas às mudanças do nível geral dos oceanos nos últimos milhares de anos.

(Perspectiva\_\_\_\_\_)

d) Levantamento das características de comprimento e número de canais fluviais e tamanho e forma de bacias de drenagem, a fim de avaliar o comportamento em relação à ocorrência de chuvas nos fluxos d'água existentes nas bacias de drenagem.

(Perspectiva\_\_\_\_\_)

## *Resposta Comentada*

Entre os eixos cognitivos que devem ser estimulados no Ensino Básico, está a aptidão em enfrentar situações-problema e elaborar propostas capazes de solucioná-las. Nesta atividade, você viu que esses são procedimentos corriqueiros entre os geomorfólogos e, na verdade, entre os cientistas de todas as áreas do conhecimento. As relações entre as situações descritas e os métodos indicados para seu estudo são os seguintes:

- a) Perspectiva morfodinâmica, relacionando chuvas, erosão pluvial sobre solos e cobertura vegetal.
- b) Perspectiva morfoestrutural, que identifica os condicionantes geológicos na formação do relevo.
- c) Perspectiva evolutiva, ou histórica, que busca relacionar registros sedimentares a antigos ambientes morfológicos, já modificados pela alteração das condições ambientais locais.
- d) Perspectiva geométrica (características morfométricas de rios e de bacias de drenagem), incluindo também a perspectiva morfodinâmica, relacionando formas dos rios e respostas hidrológicas destes à entrada de chuva nos sistemas hidrográficos.

---

## **RESUMO**

1. As abordagens geométrica, morfodinâmica, morfoestrutural e histórica ou morfocronológica utilizam métodos analíticos distintos, baseados em modelos teóricos específicos. Tais abordagens também se utilizam de procedimentos investigativos próprios.

2. Enquanto a perspectiva geométrica concentra-se em procedimentos ligados à descrição das formas de relevo, as demais procuram adotar procedimentos analíticos e interpretativos.

3. As metodologias de pesquisa em Geomorfologia em geral são usadas de modo conjunto, a fim de explicar situações que refletem a complexidade dos sistemas geomorfológicos.

4. As metodologias de pesquisa em Geomorfologia também podem produzir dados científicos contraditórios, o que em geral leva a disputas argumentativas no meio acadêmico.



# Aula 5

As representações  
das formas de  
relevo:  
uso de mapas  
topográficos em  
Geomorfologia

*Anice Afonso  
Telma Mendes da Silva*

## Meta da aula

Apresentar as formas de relevo a partir de mapas topográficos e gráficos que representem suas características morfológicas.

## Objetivos

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

1. avaliar as formas de relevo, através das curvas de nível representadas em cartas topográficas e mapas hipsométricos;
2. interpretar e demonstrar como se confeccionam perfis topográficos transversais e longitudinais às formas de relevo;
3. relacionar as formas topográficas, representadas em planta e em perfil a processos geomorfológicos.

## INTRODUÇÃO

Uma das etapas iniciais para estudar as formas de relevo é o levantamento das bases cartográficas que representam a superfície da Terra. As cartas topográficas são mapas temáticos que representam os contornos do relevo terrestre através das *curvas de nível* ou *cotas altimétricas* – linhas sinuosas que indicam a altitude do terreno. As curvas de nível permitem fazer a interpretação geomorfológica nos planos horizontais (curvatura em planta) e verticais (desníveis altimétricos ou amplitude altimétrica) do terreno.

Outro tipo de base cartográfica que apresenta dados de altitudes do relevo são os mapas hipsométricos, com legendas relacionadas às faixas altimétricas identificadas por cores. Esses mapas são os mais usados em atlas e livros didáticos pela facilidade com que expressam as altitudes do terreno.

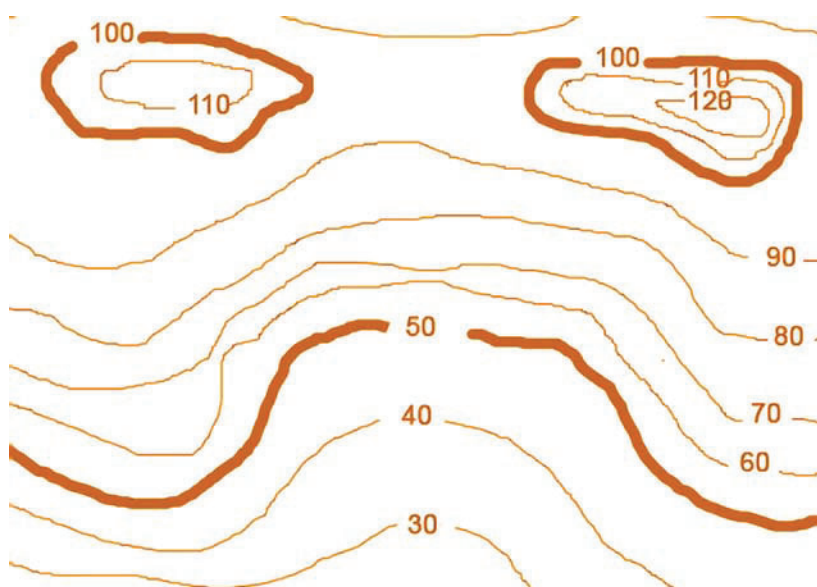
Veremos nesta aula como interpretar as curvas de nível nas cartas topográficas e como é possível, a partir delas, produzir representações em forma de gráficos que permitirão avaliar a inclinação e os contornos do terreno.

### **Representação do relevo em cartas topográficas**

As cartas topográficas representam uma diversidade de informações sobre o terreno, como: corpos hídricos (rios, lagos, geleiras...), limites políticos, feições de uso do solo, edificações (estradas, cidades, portos) etc. O contorno das formas de relevo e a elevação da superfície da Terra são indicados nas cartas topográficas, através de linhas sinuosas – chamadas *curvas de nível* – e valores de *cotas altimétricas*, marcados por pontos, que serão a base para a elaboração das curvas de nível. Essas linhas representam todos os pontos do terreno que possuem a mesma

altitude em relação ao nível do mar, com valores expressos, em geral, em metros (m). Todos os pontos, ao longo de uma curva de nível, têm a mesma cota, ou seja, a mesma altitude.

Nem todas as curvas de nível têm seus valores altimétricos escritos na carta topográfica. É possível descobrir o seu valor, sabendo que o intervalo entre elas é sempre o mesmo, ou seja, as curvas de nível são sempre *equidistantes*. As linhas de cor mais escura são chamadas *curvas mestras* e ajudam a identificar intervalos maiores (**Figura 5.1**).



**Figura 5.1:** Nesta carta topográfica, o intervalo entre as curvas de nível é de 10 metros. As curvas mestras possuem valores múltiplos de 50m e estão indicadas com cor mais forte. As curvas de nível fechadas do mapa indicam os topos de morros. A curva de 30m é a de menor valor na região mapeada, indicando a área mais baixa do terreno mapeado.

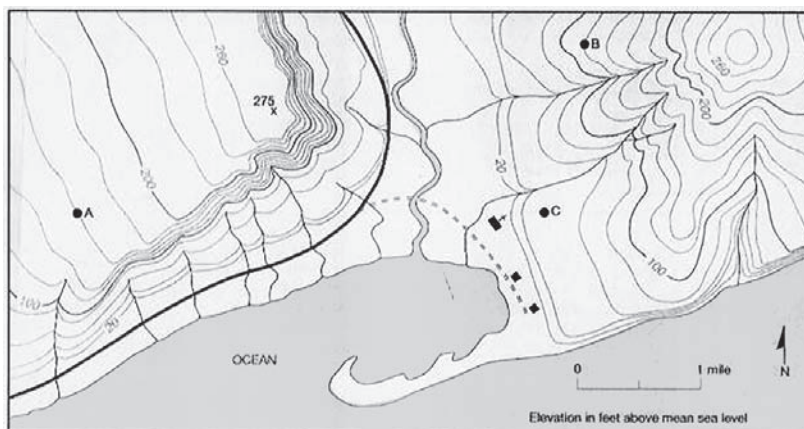
O espaçamento existente entre as curvas de nível indica a inclinação do terreno. Quanto maior a distância entre duas curvas de nível, mais suave será a topografia. Quando as curvas estiverem muito próximas umas das outras, o terreno representado será íngreme, com declives acentuados. Observe nas ilustrações



das **Figuras 5.2.a** e **b** como a distância entre as curvas de nível indicam declives distintos.



**Figura 5.2.a:** Representação esquemática do relevo em uma perspectiva tridimensional de um cenário costeiro hipotético.

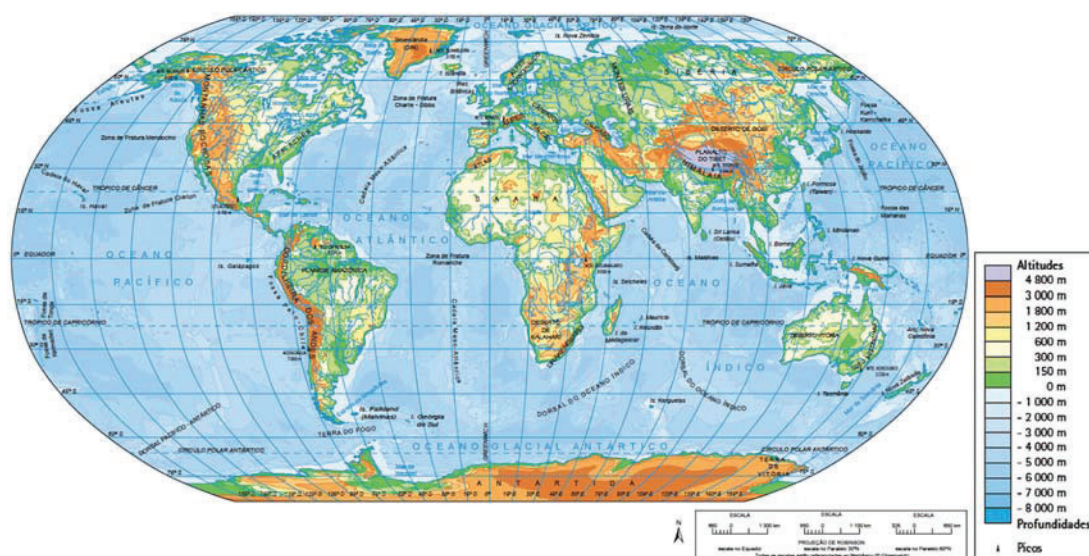


**Figura 5.2.b:** Mapa topográfico, indicando a elevação do terreno representado anteriormente. O intervalo entre as cotas (curvas de nível) é de 20 metros.

Fonte: [http://www2.uefs.br/geotec/topografia/apostilas/topografia\(11\).htm](http://www2.uefs.br/geotec/topografia/apostilas/topografia(11).htm)

As **Figuras 5.2.a** e **b** são representações de uma área costeira com duas elevações. As ilustrações possuem uma *cuesta* à esquerda (elevação suavemente inclinada de um lado e muito íngreme de outro) e uma colina à direita. Na representação topográfica da *cuesta*, o lado suavemente inclinado é indicado pelo maior espaçamento entre as cotas, enquanto que no lado íngreme as cotas estão muito próximas umas das outras.

Há mapas em que a representação do espaçamento entre as curvas de nível não se mantêm equidistantes. Neste caso, usa-se uma legenda, indicando faixas de altitudes (*faixas hipsométricas*), cada faixa com uma cor diferente. A legenda hipsométrica é colorida e, em geral, indica com tons de verde as altitudes mais baixas; tons de amarelo e laranja para altitudes intermediárias, e vermelho e marrom para áreas mais altas. Esses mapas são chamados *hipsométricos*, ou de altitude, e são os mais comumente usados nos atlas e nos livros didáticos. Observe como na **Figura 5.3** as curvas de nível não estão numeradas, mas as faixas altimétricas indicam a altitude do terreno.



**Figura 5.3:** Planisfério físico, com a legenda em cores, segundo faixas altimétricas. As cores seguem o padrão geral para representação de altitudes: os tons verdes indicam áreas mais baixas; amarelos e laranjas, áreas um pouco mais altas e os vermelhos e marrons, as áreas mais elevadas.

Fonte: [http://www.ibge.gov.br/ibgeteen/atlascolar/mapas\\_pdf/mundo\\_056\\_planisferio\\_fisico.pdf](http://www.ibge.gov.br/ibgeteen/atlascolar/mapas_pdf/mundo_056_planisferio_fisico.pdf)

O desenvolvimento da geotecnologia nos últimos anos permite hoje em dia que a análise de curvas de nível seja feita rapidamente através de Sistemas de Informações Geográficas. Hoje, há uma grande disponibilidade de mapas topográficos em diferentes escalas em formato digital e georreferenciados, que permitem confeccionar rapidamente perfis de relevo, mapas de declividades, mapas de segmentos geométricos das encostas, mapas de fluxos d'água, amplitude altimétrica, entre outros. Isso, porém, não exclui a interpretação visual das informações contidas em cartas topográficas, especialmente no que se refere às curvas de nível, como veremos a seguir.

## Contorno horizontal ou curvatura lateral (em planta) das encostas

A análise em planta do contorno das curvas de nível nos mapas topográficos permite identificar trechos com curvaturas distintas em relação ao topo ou às áreas mais altas das elevações. As **vertentes** das encostas terão comportamentos distintos dependendo de sua curvatura pois esta influencia fortemente a distribuição da água, tanto na superfície do terreno como em subsuperfície.

Nas ilustrações da **Figura 5.4** estão representadas curvas de nível de uma área hipotética. Nos trechos retilíneos ou planares, os processos de convergência ou dispersão de fluxos de água e de materiais são menos evidentes, sendo mais dependentes de outros fatores como o tipo de cobertura vegetal, o perfil topográfico e o substrato do terreno.

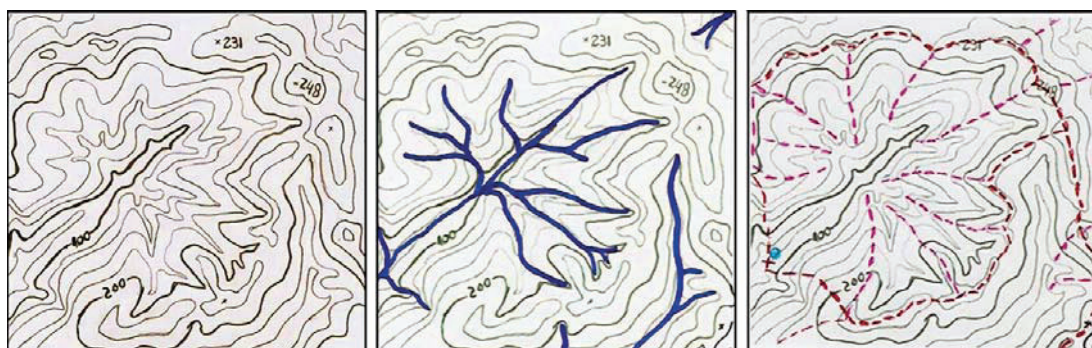
### **Vertente**

Segmento inclinado de uma elevação pelo qual correm as águas e os materiais de uma encosta.

a) Carta topográfica  
com curvas de nível

b) Eixos de convergência  
de fluxos (linhas azuis)

c) Áreas de divergência  
de fluxos  
(traços vermelhos e rosa)



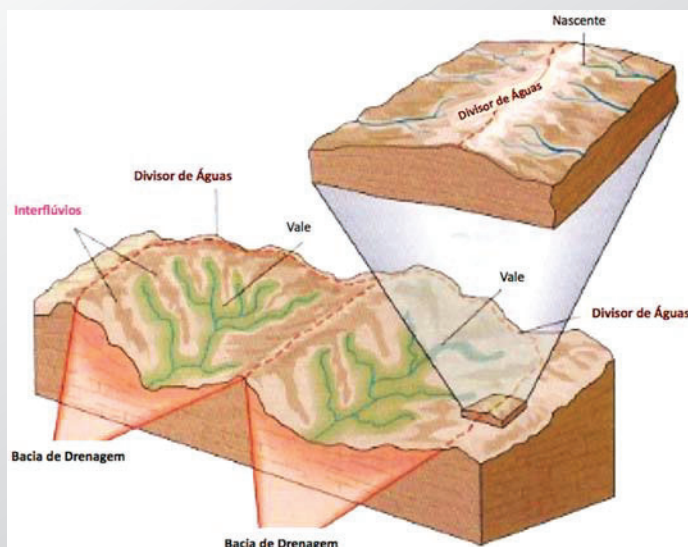
**Figura 5.4:** Trechos de uma carta topográfica de uma área hipotética, onde se observam curvas de nível (a), zonas de convergência de fluxos em segmentos de curvatura côncava (b) e zonas de dispersão de fluxos em segmentos de curvatura convexa (c).

Os topos são representados por pontos numerados ou por cotas fechadas (**Figura 5.4.a**). Nos trechos onde as curvas de nível aproximam-se dos topos, o contorno é côncavo, favorecendo a convergência de fluxos. As rotas de escoamento de água por convergência de fluxos estão indicadas por linhas azuis, traçadas nos segmentos de curvatura côncava (**Figura 5.4.b**). Nos trechos onde as curvas de nível afastam-se dos topos, o relevo é convexo e os fluxos de água e materiais tendem a ser divergentes (**Figura 5.4.c**). As linhas de divisores de águas, onde há divergência de fluxos estão indicadas nos segmentos de curvatura convexa por traços vermelhos e rosas. Os traços vermelhos indicam o contorno da bacia hidrográfica que converge para o ponto indicado pela bolinha azul. Os traços na cor rosa indicam os interflúvios, ou seja, elevações que separam os vales fluviais dentro de uma mesma bacia hidrográfica.



### Bacia hidrográfica

A bacia hidrográfica corresponde à área topograficamente drenada por um curso d'água e seus afluentes, considerando ainda todos os fluxos de águas superficiais e subsuperficiais que convergem para um mesmo ponto. A linha que separa uma bacia de drenagem e suas vertentes de outras bacias hidrográficas é chamada *divisor de águas*. As linhas que separam os vales menores de uma mesma bacia hidrográfica são chamadas *interflúvios* (**Figura 5.5**).



**Figura 5.5:** Ilustração esquemática de bacias de drenagem e seus principais elementos.

Fonte: Modificado de Christopherson (2012).



---

### Atende aos Objetivos 1 e 3

1. Observe o mapa topográfico a seguir. Ele representa uma área com relevo muito íngreme e vales fluviais muito profundos.

Faça a interpretação do contorno das curvas de nível, distinguindo áreas de dispersão de fluxos (topos e segmentos convexos) das áreas de convergência (segmentos côncavos) nos mapas A e B a seguir.

No mapa A, você identificará zonas de dispersão de fluxos, enquanto que no mapa B, você traçará linhas que indiquem zonas de convergência de fluxos. Para isso, faça as etapas 1, 2 e 3 no mapa A e a etapa 4 no mapa B, seguindo os passos indicados a seguir:

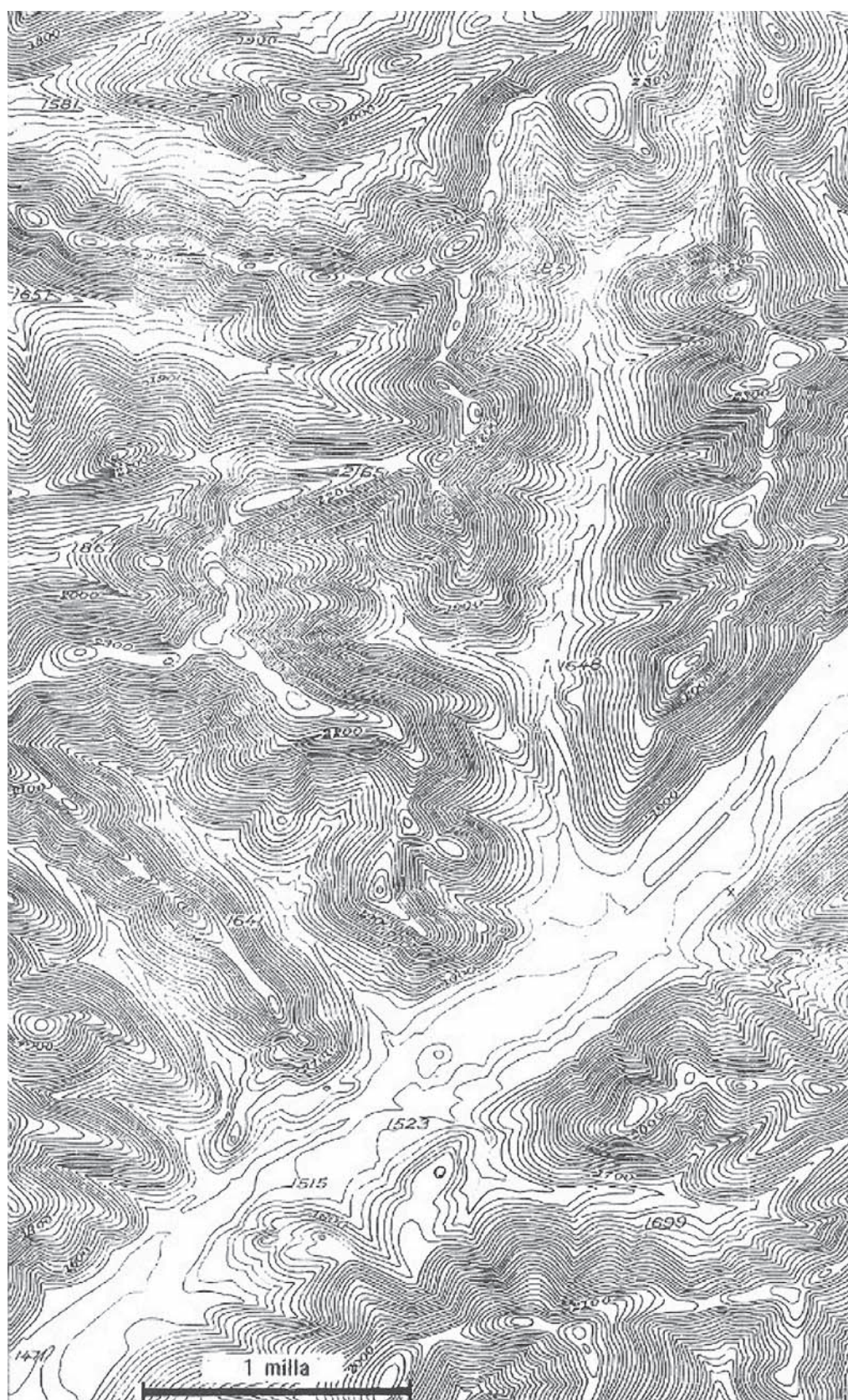
No mapa A

1. Comece pintando de vermelho os topos (indicados por curvas de níveis fechadas, em formato oval).
2. Faça linhas tracejadas vermelhas, ligando os topos, contornando as “cumeeiras”, ou seja, as áreas mais altas do terreno.
3. Faça linhas tracejadas de cor laranja dos topos e cumeeiras, descendo pelos segmentos convexos da encosta, que são contornos que se afastam dos topos.

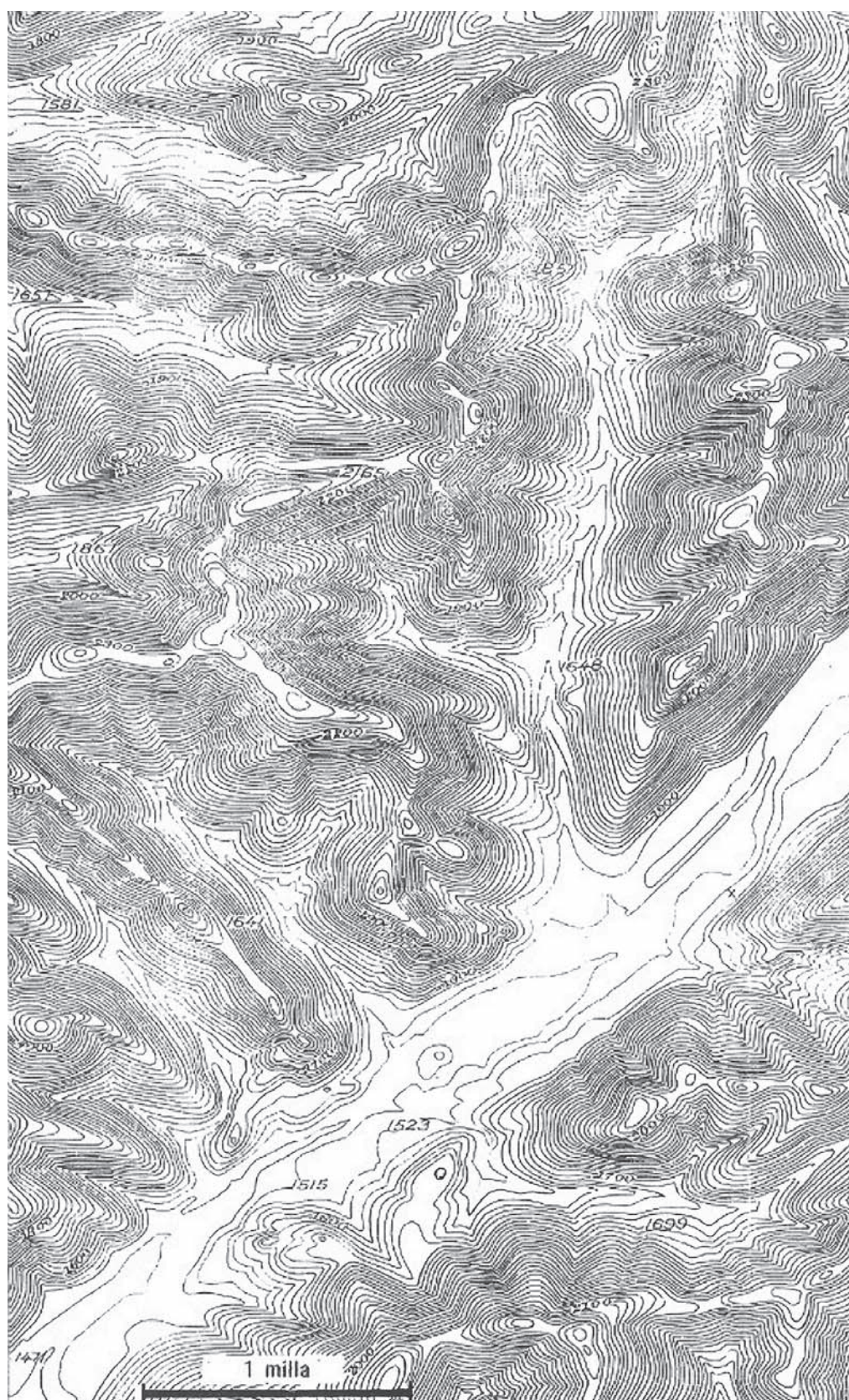
No mapa B

4. Passe agora para os segmentos de contorno côncavo: faça um traço azul contínuo nos contornos mais fechados (nos “bicos” dos contornos que apontam para as áreas mais altas).







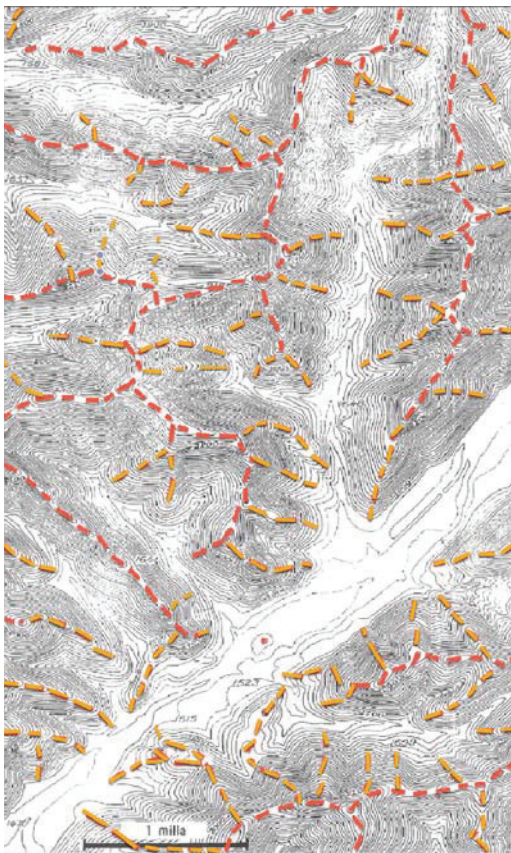




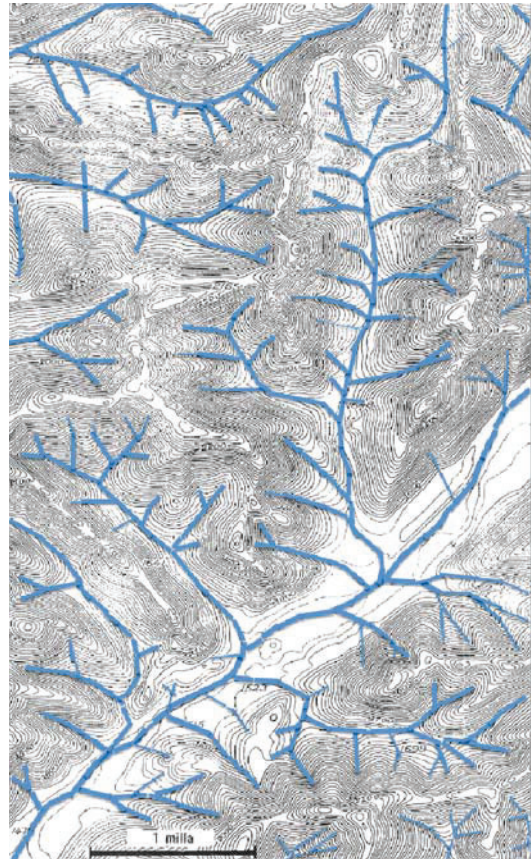
## Resposta Comentada

Compare o traçado de seus mapas aos que aparecem aqui. É importante saber diferenciar com precisão as áreas de dispersão das de convergência de fluxos, pois isso pode gerar informações importantes para o planejamento do uso do solo e definição de áreas de risco. Após essa atividade, você terá mais facilidade de entender a conformação dos contornos dos mapas topográficos e enxergar melhor as variações de altitude do relevo. Observe o traçado das zonas de dispersão de fluxos no mapa A e o traçado das zonas de convergência de fluxos no mapa B.

Mapa A: Zonas de dispersão de fluxos



Mapa B: Zonas de convergência de fluxos



## Confecção e análise de perfis topográficos

As curvas de nível permitem traçar *perfis topográficos*, que são gráficos que ajudam a interpretar as diferenças de altitudes, formas de relevo, gradientes e contornos do terreno mapeado nos mapas topográficos. Os perfis indicam as:

- distâncias horizontais entre as curvas de nível mapeadas no eixo horizontal;
- altitudes no eixo vertical, com os valores altimétricos das curvas de nível.

Ao elaborar os perfis topográficos, é preciso observar as escalas representadas nos dois eixos do gráfico:

- a escala horizontal é feita a partir da escala do mapa, onde são medidas as distâncias horizontais entre as curvas de nível;
- a escala vertical, onde observa-se quantos metros de altitude estão representados em cada centímetro do gráfico.

Deve-se ter o cuidado de não usar escalas muito diferentes nos dois eixos dos perfis topográficos, mantendo-se um “exagero” de até 5 vezes entre as escalas horizontal e vertical. Caso a escala vertical seja muito diferente da escala horizontal, os perfis ficam muito distorcidos, criando uma projeção muito diferente da realidade. Veremos isso ao longo desta aula.

### Perfis topográficos transversais

O perfil topográfico transversal é a representação em forma de gráfico que indica a diferença de altitude entre as cotas altimétricas ao longo de uma seção do relevo; seção essa que deve ser indicada por uma linha identificada no mapa topográfico.

O perfil transversal pode ser feito a partir da projeção das altitudes das curvas de nível nos pontos de interseção entre elas e

a linha que corta o terreno de um lado a outro. Nas ilustrações das **Figuras 5.6.a e b** você terá uma ideia de como isso é feito.

As etapas para fazer um perfil transversal são:

- a) Traçar uma linha no mapa, indicando a seção do terreno onde a medição será feita.
- b) Medir a distância entre as curvas de nível ao longo dessa seção; se houver rios, estradas ou outros pontos importantes, é bom assinalá-los também.
- c) Fazer uma projeção em forma gráfica, no qual o eixo horizontal terá a mesma escala do mapa de onde as medições foram feitas.
- d) Estabelecer a escala vertical, tendo-se o cuidado de não exagerar muito em relação à escala horizontal (compare as **Figuras 5.6.a e b**).
- e) Projetar os pontos no gráfico, plotando o valor das cotas de acordo com a distância de afastamento entre elas no mapa.
- f) Ligar os pontos, com o cuidado de distinguir se há uma subida ou uma descida entre duas cotas de mesmo valor.

As imagens a seguir são perfis topográficos transversais de uma ilha com dois morros. O morro de oeste é mais baixo e o de leste é mais alto, além de ser também um pouco mais íngreme. A linha vermelha indica o trecho no mapa que corresponde ao perfil transversal traçado. Primeiro, marcam-se os pontos indicando o espaçamento entre as cotas; em seguida, traça-se a linha ligando os pontos. O perfil transversal permite, portanto, ter uma ideia mais clara da variação dos declives do terreno.

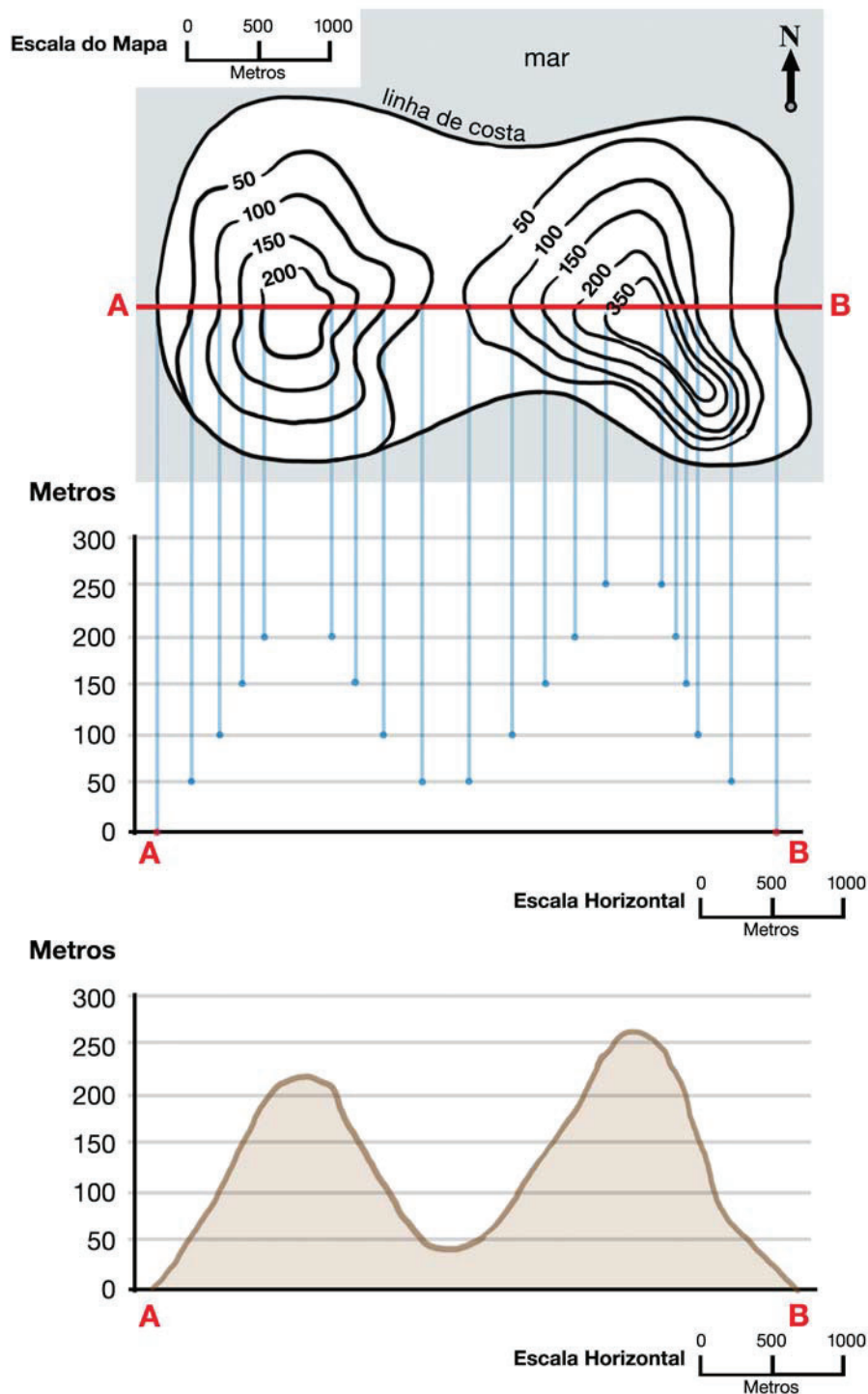
Repare que há uma diferença entre as imagens dos dois perfis transversais traçados entre os pontos A e B. Essa diferença decorre do fato de os perfis terem escalas verticais diferentes.

Observe que a escala do mapa está representada na parte superior da ilustração.

Veja que nos dois perfis transversais, a escala horizontal foi mantida igual à escala do mapa. Portanto, a distância entre os pontos A e B no terreno é de pouco mais de 4.000 metros.

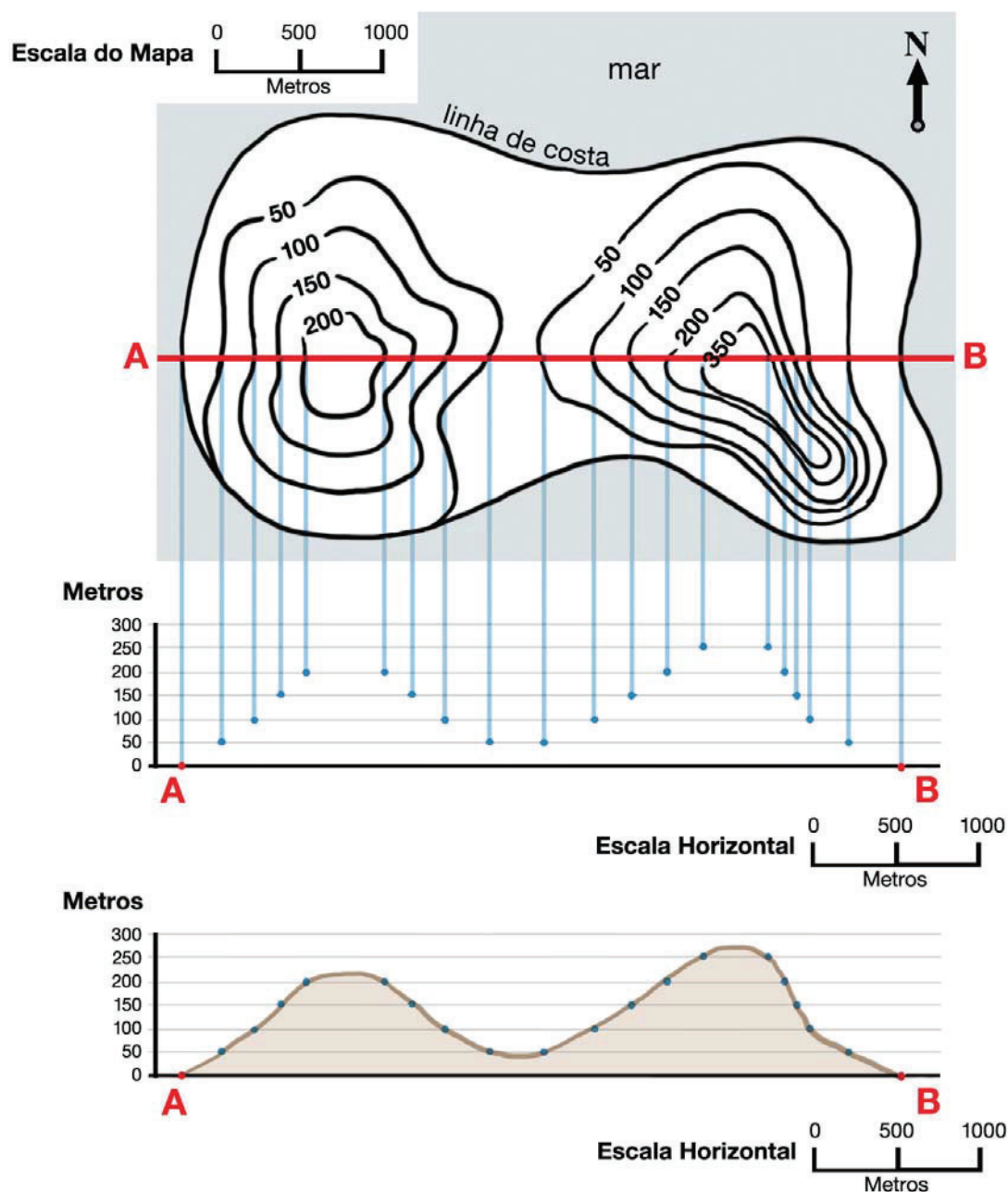
Compare agora o traço que equivale a 1.000 metros na escala horizontal aos valores expressos no eixo vertical dos dois perfis.

No primeiro perfil, um traço daquele tamanho seria equivalente a uma subida de apenas 150 metros de altura. Já no segundo perfil, o traço equivaleria a uma subida de 300 metros de altura. Essa diferença dá a medida do exagero vertical do perfil, ou seja, a diferença entre os tamanhos das escalas horizontal e vertical dos gráficos.

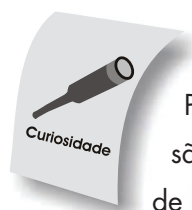


**Figura 5.6.a:** Neste perfil, a escala vertical tem um exagero de cerca de 10 vezes em relação à escala horizontal. Verifique isso vendo que na escala gráfica horizontal, o traço equivale a 1.000 metros. Este mesmo traço equivale a uma subida de 150 metros na vertical. Essa diferença entre as escalas faz com que o relevo representado pareça ser o de dois morros bem altos em relação ao tamanho da ilha.

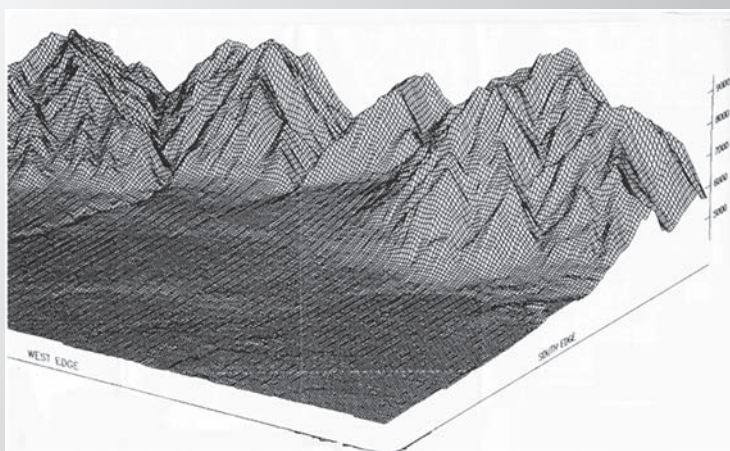




**Figura 5.6.b:** Estes perfis foram traçados a partir do mesmo mapa topográfico, só que com uma escala vertical menos exagerada em relação à escala horizontal, que permanece igual à do mapa. Verifique isso: a escala gráfica no eixo horizontal continua sendo representada por um traço que equivale a 1.000 metros de distância. Um traço de mesmo tamanho na vertical vai equivaler a mais de 300 metros. É um exagero de cerca de três vezes, tornando o perfil mais parecido com o relevo real das duas colinas da ilha mapeada.



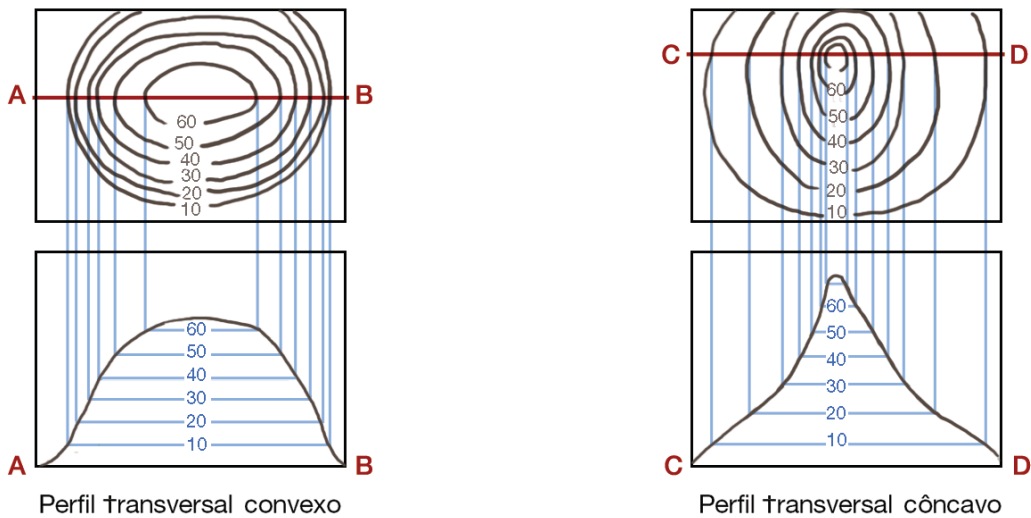
Para ter uma melhor visualização do terreno, são feitos blocos diagramas a partir de uma série de perfis paralelos uns aos outros. Há sistemas de informações geográficas que produzem modelos de elevação em três dimensões a partir de dados topográficos digitais. A **Figura 5.7** é um exemplo de modelo de elevação digital feita a partir de séries de perfis topográficos transversais.



**Figura 5.7:** Ilustração em três dimensões criada a partir de dados computadorizados.

Fonte: <http://egsc.usgs.gov/isb/pubs/teachers-packets/mapshow/dem.html>

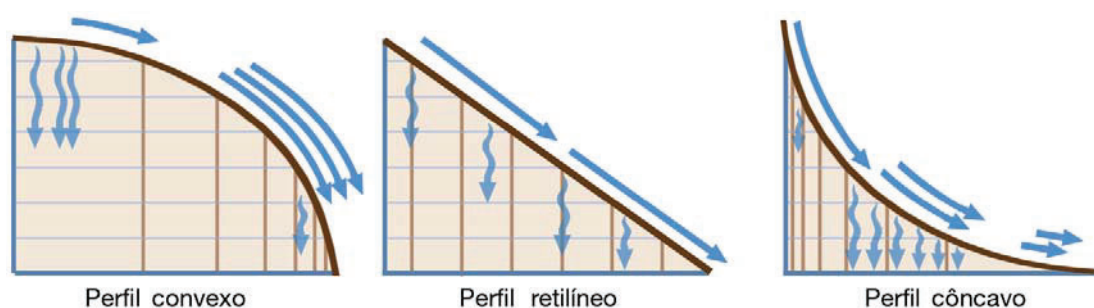
É importante observar do topo à base das elevações, se o espaçamento entre as curvas de nível diminui ou aumenta na carta topográfica. Caso o espaço entre as curvas seja grande perto do topo e pequeno perto da base, a descida terá a forma convexa. Se perto do topo as curvas estiverem próximas e na base estiverem muito espaçadas, o segmento de encosta será côncavo, ou seja, começará íngreme e terminará suavemente. Veja as ilustrações da **Figura 5.8**.



**Figura 5.8:** A seção AB corta uma colina com topo largo e encostas íngremes, caracterizando um perfil topográfico convexo. A seção CD corta uma elevação com topo estreito e encostas que vão ficando cada vez menos íngremes à medida que se aproximam da base, caracterizando um perfil topográfico côncavo.

A curvatura do perfil topográfico permite avaliar como ocorrem os fluxos hidrológicos nas encostas. Em geral, quanto mais íngreme a encosta, menos infiltração e mais escoamento superficial das águas da chuva, havendo menor acúmulo de água e de materiais no terreno. Nos segmentos menos inclinados ou horizontais, a velocidade de escoamento é menor, propiciando a infiltração dos fluxos de água e o acúmulo de minerais e matéria orgânica no solo (**Figura 5.9**).





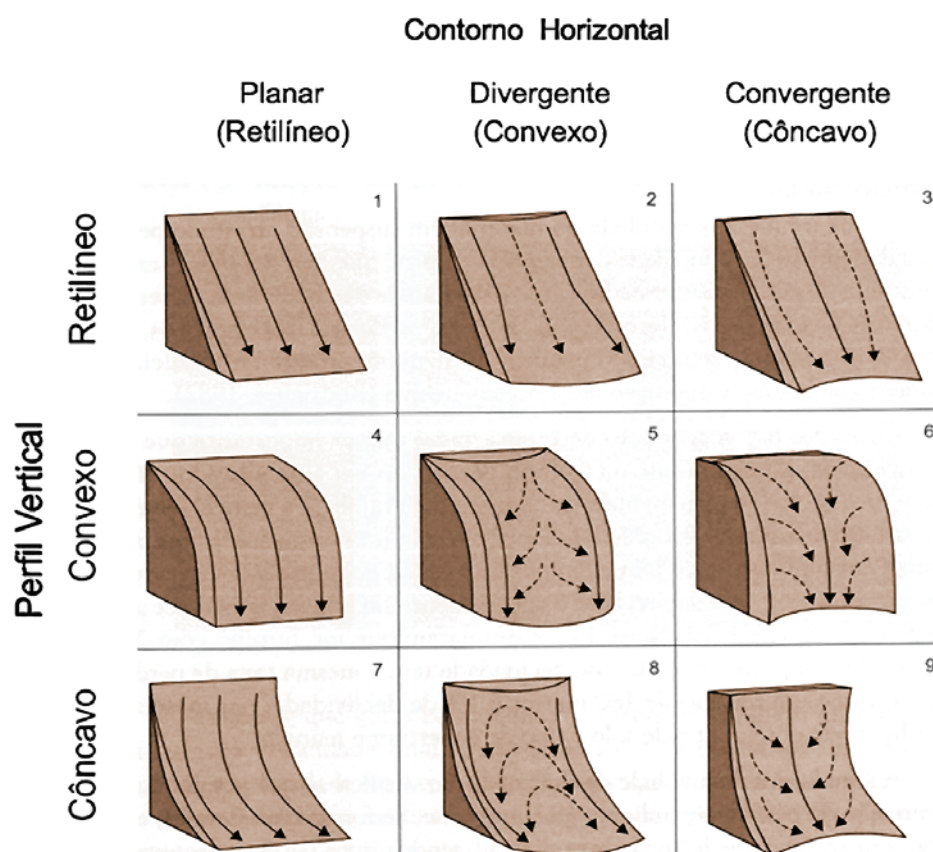
**Figura 5.9:** O formato dos perfis topográficos influi na hidrologia de encostas. As setas indicam fluxos de água. No perfil convexo, mais água infiltra no topo, mas no segmento íngreme podem surgir fluxos fortes, o que pode explicar a ocorrência de afloramentos rochosos nesses trechos. Nas encostas com perfis côncavos, a infiltração é menor no topo, mas tende a aumentar em direção à base da encosta.

Observe também como as linhas que indicam a altitude estão mais próximas nos trechos mais íngremes. No perfil convexo, isso acontece perto da base e no perfil côncavo, perto do topo. Nas vertentes com perfis retilíneos, o intervalo entre as curvas de nível é constante.

Os perfis topográficos transversais das encostas devem ser interpretados junto com o formato dos contornos horizontais (curvaturas em planta das curvas de nível). As características verticais e horizontais das encostas combinadas influenciam o modo como ocorrem os fluxos hidrológicos e de materiais ao longo das mesmas, além de condicionarem o tipo de cobertura vegetal, profundidade do manto de intemperismo e das camadas do solo entre outros aspectos. Lembre-se de que as encostas com contornos côncavos favorecem a convergência de águas, enquanto que as encostas de contornos convexas são dispersoras de água. As situações mais extremas são as que combinam:

- formas de terreno convexas em perfil com contorno convexo (área de fluxos divergentes): máxima dispersão de fluxos e de materiais (**Figura 5.10.5**);

- formas de terreno côncavas em perfil com contorno côncavo (área de fluxos convergentes): máxima concentração de fluxos, levando a maior erosão e transporte nas áreas próximas ao topo e maior acúmulo de materiais e infiltração próximo à base (**Figura 5.10.9**).



Modelos de fluxos em segmentos de encosta/vertente (em perfil x em planta)

- 1: Retilíneo (R) x Planar (P);
- 2: Retilíneo (R) x Divergente (D);
- 3: Retilíneo (R) x Convergente (C);
- 4: Convexo (CX) x Planar (P);
- 5: Convexo (CX) x Divergente (D) = máximo de dispersão de fluxos;
- 6: Convexo (CX) x Convergente (C);
- 7: Côncavo (CC) x Planar (P);
- 8: Côncavo (CC) x Divergente (D);
- 9: Côncavo (CC) x Convergente (C) = máximo de concentração de fluxos.

**Figura 5.10:** Combinação de perfis verticais e contornos horizontais das formas de relevo.

Fonte: VALERIANO, 2008 adaptado de RUHE, 1975.

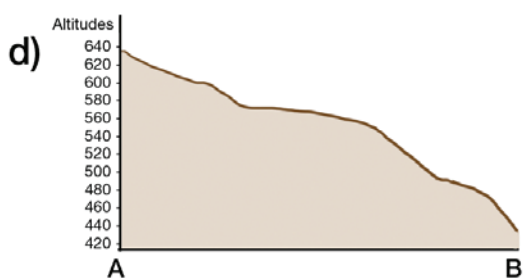
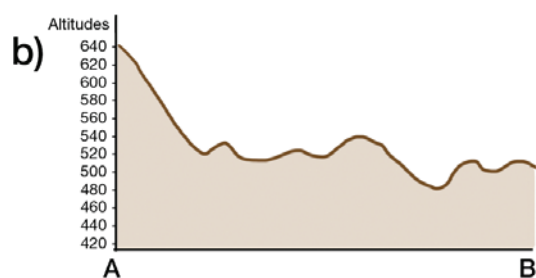
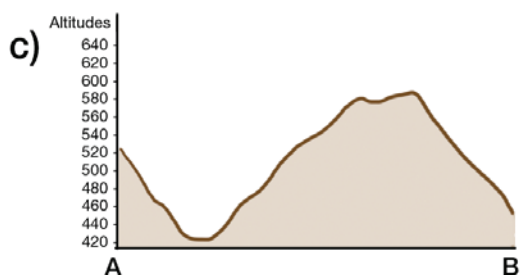
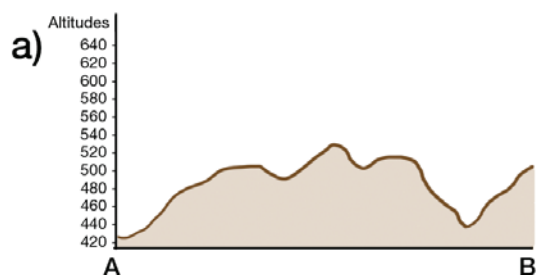


## Atende ao Objetivo 2

2. A figura a seguir apresenta uma carta topográfica, onde as curvas de nível têm intervalos de 25 metros, sendo que entre as curvas mestras os intervalos são de 100 metros.



Analise as curvas de nível ao longo do traço entre os pontos **A** e **B** e indique qual dos perfis transversais abaixo melhor representa as mudanças de altitude entre eles.



### Resposta Comentada

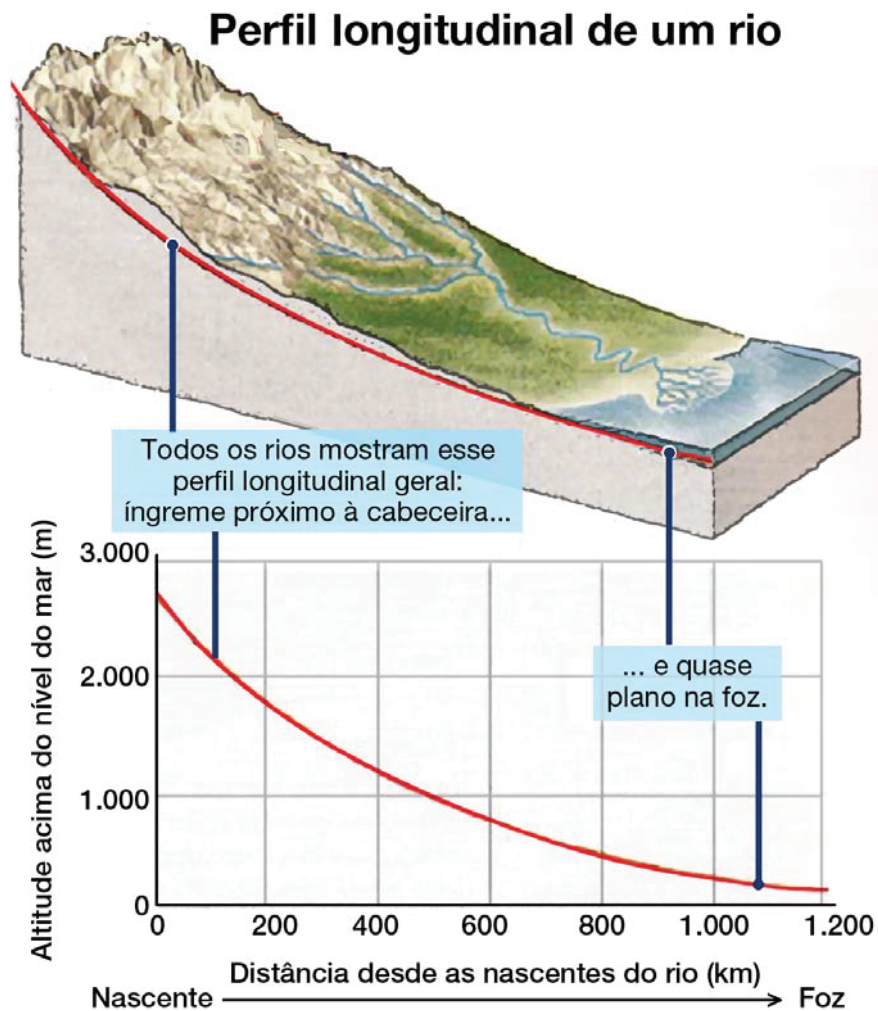
- ☐ perfil transversal (**b**), tendo em vista que o ponto **A** localiza-se em um ponto de altitude 637m.
- ☐ ponto **B** está próximo a uma cota de 500m.

## Perfis topográficos longitudinais

Outro modo de avaliar a topografia é verificar as variações de altitude ao longo dos canais fluviais. Os rios são importantes agentes geomorfológicos, capazes de erodir materiais (em geral, nos trechos mais íngremes) e depositar sedimentos (em geral, nos trechos mais planos), o que leva à progressiva mudança da paisagem. A declividade dos rios tende a condicionar processos fluviais, bem como os usos distintos dos canais fluviais.

Para analisar as declividades dos segmentos dos canais fluviais usamos perfis longitudinais. O perfil longitudinal indica a altitude da nascente e a da foz do traçado do rio projetado em um gráfico, feito a partir da mensuração da distância entre dois pontos de altitudes diferentes ao longo de um rio. Nos trechos superiores dos rios, próximos às nascentes, a declividade em geral é maior, sendo comum haver cachoeiras e corredeiras, com fluxos mais turbulentos, o que está associado à maior capacidade erosiva dos rios. Nesses trechos, os rios costumam se apresentar mais retos, como acontece em uma cachoeira. Nas áreas perto da foz, ou seja, no baixo curso dos rios, onde as declividades são mais baixas, os rios tendem a ser sinuosos e há predomínio de sedimentação fluvial. Observe a **Figura 5.11**.

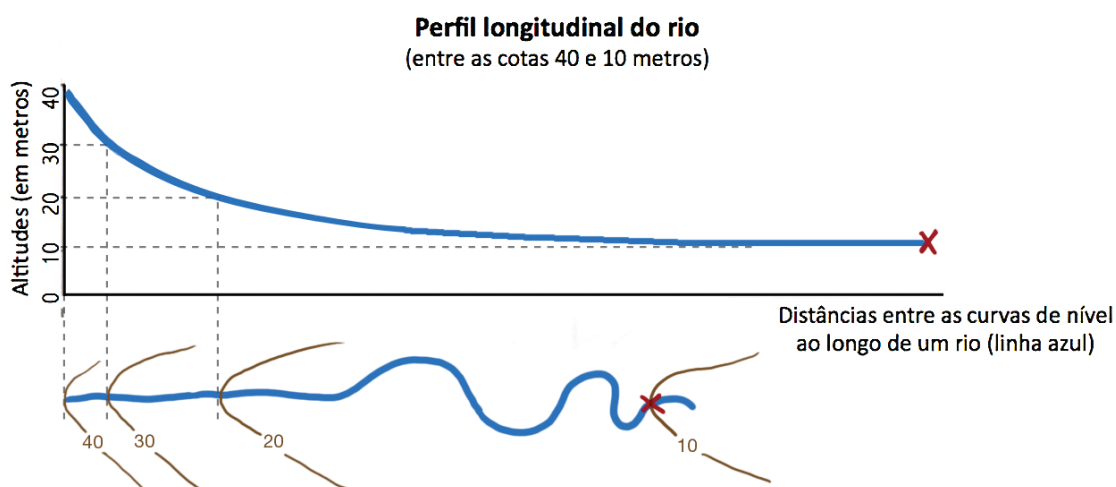




**Figura 5.11:** Esboço esquemático de um perfil longitudinal de um rio.

Fonte: Modificado de Press et al., 2006.

Para confeccionar o perfil longitudinal a partir de uma carta topográfica segue-se o mesmo procedimento usado para os perfis transversais, medindo a distância entre as curvas de nível ao longo do rio estudado. Como os rios costumam ser sinuosos, é importante considerar a curvatura dos rios entre as cotas, ou seja, medir a distância ao longo das curvas dos rios (**Figura 5.12**).

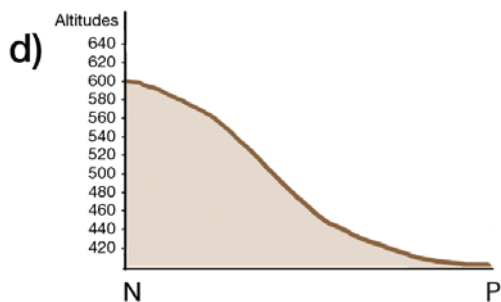
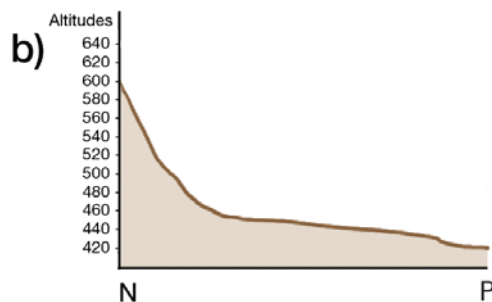
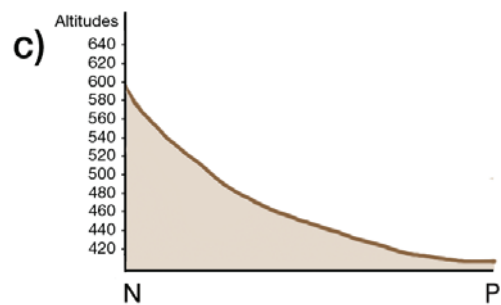
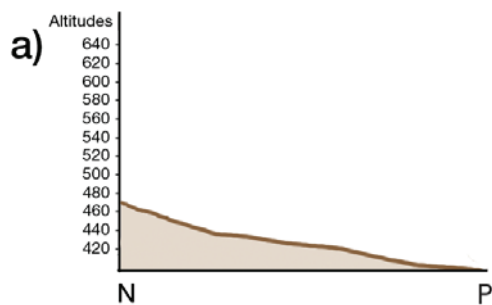


**Figura 5.12:** Distância entre as curvas de nível ao longo de um rio. Nos trechos sinuosos, deve-se considerar o aumento da distância entre as cotas ao longo das curvas, como ocorre entre as curvas de 20m e 10m.



### Atende ao Objetivo 2

3. Observe novamente a figura da carta topográfica, apresentada na atividade anterior. Veja que os pontos **N** e **P** indicam a nascente de um rio e o ponto em que esse rio conflui com outro canal fluvial. Avalie a distância entre as curvas de nível ao longo do rio, entre esses dois pontos, e indique qual dos perfis longitudinais abaixo indica o desnivelamento entre eles.





## Resposta Comentada

O perfil longitudinal **(b)**, pois o ponto **N** (nascente) localiza-se perto da cota de 600m. Deve-se seguir o curso do rio, observando que há um trecho logo em seguida onde o rio desce várias curvas de nível, indicando maior declividade. Após a cota de 500m, o rio segue um longo trecho sem cortar curvas de nível, chegando ao ponto **P** com cerca de 430m de altura.



Indicamos aqui dois *sites* (dentre muitos outros!) que possuem explicações detalhadas e com muitas ilustrações que ajudarão você a interpretar melhor as cartas topográficas e as curvas de nível. Comece

com os *sites* do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e do Instituto Municipal de Urbanização Pereira Passos, da prefeitura do Rio de Janeiro (Armazém de Dados). Consulte:

[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia manual\\_nocoas/elementos\\_representacao.html](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoas/elementos_representacao.html) e <http://portalgeo.rio.rj.gov.br/armazenzinho/web/descobrimdo-Cartografia.asp?area=2&PaginaAtual=14>

## CONCLUSÃO

A interpretação geomorfológica requer o domínio cognitivo de bases cartográficas, a partir das quais uma grande quantidade de informações pode ser obtida. As propriedades espaciais das formas de relevo (altura, largura, comprimento, extensão, profundidade...) permitem a comparação entre áreas distintas e levam ao entendimento de diversos processos geomorfológicos. Essas informações permitem ainda avaliar como ocorrerão certos

processos evolutivos, que podem ser deduzidos a partir de processos que levem a mudanças nas propriedades topográficas do relevo.

Nesta aula, buscamos mostrar como tais informações podem ser obtidas através de bases cartográficas convencionais, como cartas topográficas e mapas hipsométricos. Agora você já pode compreender como são elaboradas as ilustrações de livros didáticos que ilustram os perfis de relevo de continentes e países diferentes.

Ressaltamos que um dos eixos cognitivos comum a todas as áreas do conhecimento é o *domínio de linguagens*, entre as quais a linguagem cartográfica, importante para situar, orientar e dar informações em atividades cotidianas das pessoas de modo geral.

## Atividade Final

### Atende aos Objetivos 1, 2, e 3

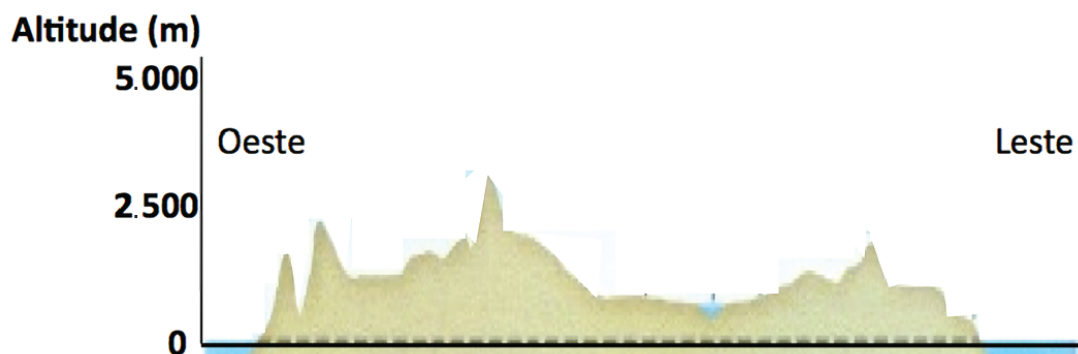
Para fazer esse último exercício, precisamos que você consulte um atlas geográfico onde haja mapas topográficos ou hipsométricos das áreas que iremos investigar. Uma possibilidade de obter esses mapas é consultar o site oficial do IBGE ([http://www.ibge.gov.br/mapas\\_ibge](http://www.ibge.gov.br/mapas_ibge)) e baixar gratuitamente o planisfério físico ([http://www.ibge.gov.br/ibgeteen/atlasescolar/mapas\\_pdf/mundo\\_056\\_planisferio\\_fisico.pdf](http://www.ibge.gov.br/ibgeteen/atlasescolar/mapas_pdf/mundo_056_planisferio_fisico.pdf))

Avalie a distribuição do relevo entre as áreas mencionadas a seguir e indique qual perfil topográfico esquemático mais se assemelha ao relevo dos trechos citados do continente americano.

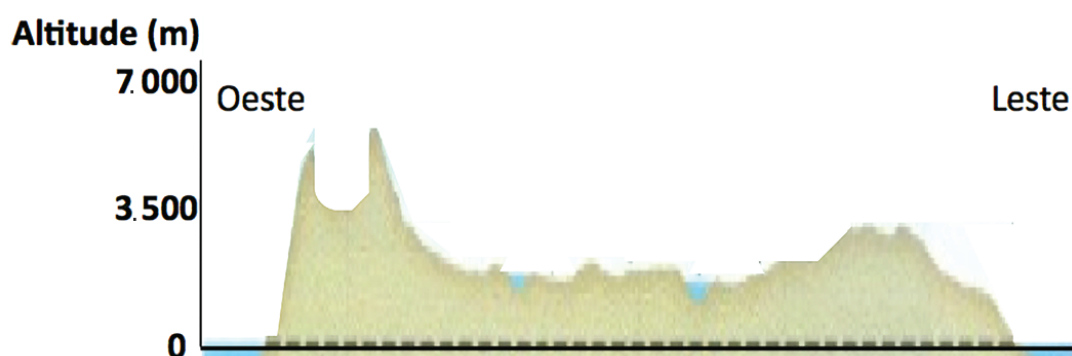
Faça em seguida uma análise comparativa de ambos, mencionando que tipo de processos morfológicos predominam nos diferentes compartimentos topográficos.

- a. Relevo entre os litorais pacífico e atlântico dos Estados Unidos;
- b. Relevo entre o litoral norte do Chile e a costa oriental do Brasil.

Perfil \_\_\_\_\_



Perfil \_\_\_\_\_



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Resposta Comentada

Os dois perfis são muito usados em livros de Ensino Fundamental, a fim de ilustrar as diferenças do relevo norte e sul americanos. Observe que as escalas verticais dos dois são diferentes. O primeiro perfil remete ao relevo dos Estados Unidos e o segundo, da América do Sul (com altitudes maiores na escala vertical). Em ambos, observa-se na costa oeste um compartimento topográfico com fortes elevações, sendo as altitudes maiores na Cordilheira dos Andes; por outro lado, as montanhas da costa oeste dos EUA são mais largas, avançando bem mais no território do país. As grandes montanhas na porção ocidental das Américas estão submetidas a processos tectônicos intensos (dobramentos, vulcanismo, abalos sísmicos). O compartimento central tem áreas mais baixas, correspondentes às depressões relativas e planícies centrais americanas, drenadas por grandes bacias hidrográficas: a do rio Mississipi, nos EUA e as bacias dos rios Paraguai e Paraná, na América do Sul. As costas orientais dos dois continentes são caracterizadas por planaltos bastante antigos e erodidos, nos quais se observam escarpas e serras.

A análise dos mapas hipsométricos deve sempre ser feita de modo a induzir a visão em perfil do relevo das áreas estudadas ao longo do Ensino Fundamental e Médio. Sugerimos que você tente esboçar o relevo dos demais continentes, incluindo perfis norte-sul e diagonais, que cortem as montanhas, planícies, escarpas, depressões etc.

---

## RESUMO

1. As bases cartográficas que apresentam curvas de nível permitem inferir dados relativos à altura, formato, extensão, declividade, comprimento e largura de formas de relevo. Os mapas hipsométricos também contêm essas informações, porém as faixas altimétricas são indicadas por cores diferentes, padronizadas mundialmente.

2. O formato do contorno das curvas de nível permite identificar segmentos côncavos, convexos e retilíneos do relevo, indicando áreas onde há maior ou menor possibilidade de convergência ou dispersão de fluxos de água e de materiais.

3. Os perfis topográficos são gráficos que permitem interpretar as formas de relevo, cruzando informações relativas a altitudes e distâncias entre pontos num mapa. Os perfis transversais são feitos a partir de cortes (seções) ao relevo, enquanto os perfis longitudinais são feitos ao longo de linhas de drenagem.

4. O conhecimento e o domínio das informações disponíveis em bases cartográficas convencionais, como mapas topográficos e hipsométricos, ampliam a capacidade cognitiva dos alunos, alcançando uma das principais metas do Ensino Básico: o domínio de diferentes linguagens – neste caso, a cartográfica.



# Aula 6

## As representações das formas de relevo: uso de imagens de satélite em Geomorfologia

*Anice Afonso*

*Raphael Lima*

*Telma Mendes da Silva*

## Meta da aula

Apresentar possibilidades de obtenção de informações sobre as formas de relevo a partir de imagens satélite digitais gratuitas e disponíveis na internet.

## Objetivos

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

1. acessar bases cartográficas digitais a fim de obter informações topográficas que contribuam para a análise dos processos e da evolução das formas de relevo;
2. operar ferramentas disponíveis e gratuitas do *software* livre *Google Earth™* e ampliar as suas possibilidades de análise do relevo a partir desses recursos;
3. utilizar os recursos cartográficos e imagens satélites disponíveis gratuitamente na internet como fonte de materiais didáticos e de pesquisa;
4. estimular os alunos do Ensino Básico a recorrer e a utilizar essas ferramentas, ampliando suas fontes de informações e suas capacidades e habilidades cognitivas.



## INTRODUÇÃO

Vimos na aula anterior que a Geomorfologia dispõe de métodos de análise e representação do relevo a partir de bases cartográficas convencionais (como as cartas topográficas e mapas hipsométricos) e perfis transversais e longitudinais. Pois bem, saiba que até bem pouco tempo era bastante difícil obter mapas topográficos atualizados ou em escalas de maior nível de detalhamento que viabilizassem a confecção dos perfis e a análise das mudanças nas formas de relevo. Para superar essas dificuldades, muitas vezes a melhor alternativa era a realização de trabalhos de campo para verificação e atualização de dados, bem como a aplicação de técnicas de análise e monitoramento local para obtenção das informações desejadas.

O aperfeiçoamento da informática e de novas mídias interativas viabilizou o surgimento de ferramentas computacionais de mapeamento e compartilhamento de mapas, imagens aéreas e de satélites de alta definição que facilitaram – e muito – o trabalho dos geomorfólogos. O avanço das geotecnologias é muito rápido e a disponibilidade de informações georreferenciadas em sites gratuitos é cada vez maior e mais diversificada.

Vamos apresentar nesta aula algumas possibilidades de trabalho a partir da análise de mapas e gráficos gerados pelo programa gratuito Google Earth™. Esta ferramenta vem se popularizando entre usuários de computadores e telefones móveis com acesso à internet que passaram a ter acesso instantâneo a imagens com informações sobre as características do terreno, como inclinação, uso do solo, drenagem e outras informações que envolvem dados topográficos. Trata-se de um recurso que desperta muito o interesse da população em geral, tendo em vista possibilidade de utilizar esse recurso (gratuito e de fácil acesso) para o aprofundamento sobre temas relacionados à Geografia e à Geomorfologia. O professor de Geografia deve estimular as

habilidades de seus alunos em acessar essas informações, aproveitar esses recursos e fontes de informação de modo eficaz.

As perspectivas de surgimento de novas fontes de bases cartográficas que permitem uma análise geomorfológica mais apurada da superfície terrestre são grandes. Você sabe que a velocidade com que surgem novos programas e ferramentas de análise de dados digitais é imensa. Possivelmente, quando você estiver acessando as informações desta aula, outras ferramentas, recursos e sites estarão disponíveis. Portanto, pretendemos percorrer um dos muitos caminhos possíveis para obter dados topográficos que contribuam para um melhor entendimento de processos geomorfológicos.

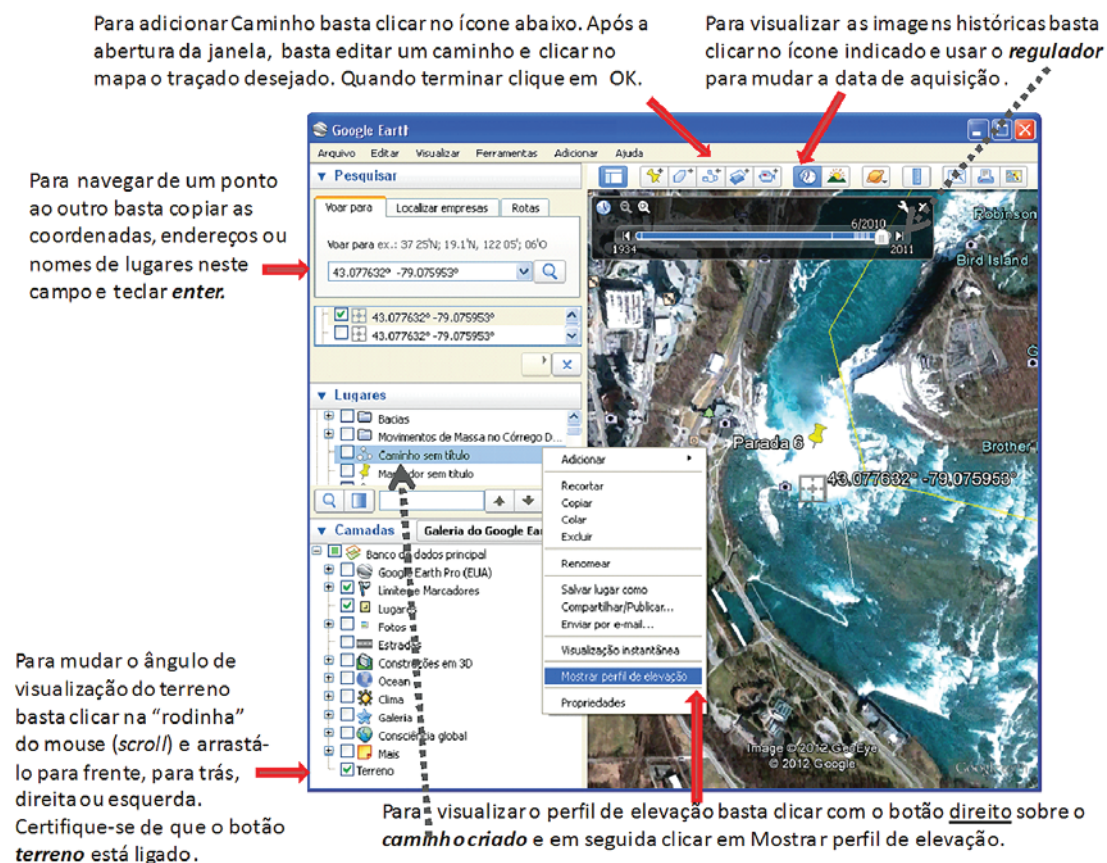
## **Utilizando imagens do Google Earth™ para analisar o relevo**

Atualmente, o desenvolvimento da informática e de novas mídias interativas permitiu o surgimento de ferramentas computacionais de mapeamento e compartilhamento de mapas, imagens aéreas e de satélites de alta definição, tendo como marco o lançamento do Google Earth™ em 2004. Trata-se de um *software* gratuito que combina imagens de satélite com diversas características do terreno, para fornecer uma visualização em três dimensões da superfície da Terra. Em geral, os usuários consideram o programa uma interface de fácil manipulação e de vasto potencial de aplicação, tanto para fins acadêmicos como para o mundo corporativo e para a população leiga.

O conjunto de ferramentas existentes no Google Earth™ oferece recursos para mapeamento, importação e exportação de dados geográficos, e visualização detalhada em 3D de praticamente toda a superfície emersa do planeta, através de imagens de satélite e fotos aéreas históricas de alta resolução. Aliadas, estas ferramentas oferecem grande potencial para a pesquisa e ensino da Geomorfologia.

Sugerimos que você baixe o programa em seu computador no endereço <http://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/download/ge/agree.html>. Para acompanhar o conteúdo das seções desta aula, procure primeiro experimentar algumas das ferramentas que aparecem na barra superior da tela. Na **Figura 6.1** apresentamos algumas dicas rápidas para acessar ferramentas no Google Earth™. Para tutoriais mais completos, acesse <http://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/learn/beginner.html>.

Claro que a posição dos ícones e a localização das ferramentas no programa depende da versão que você conseguiu acessar ou baixar, e as versões mudam rapidamente!



**Figura 6.1:** Imagem de uma tela do programa Google Earth™, com dicas do significado de alguns ícones que serão muito usados nessa aula.

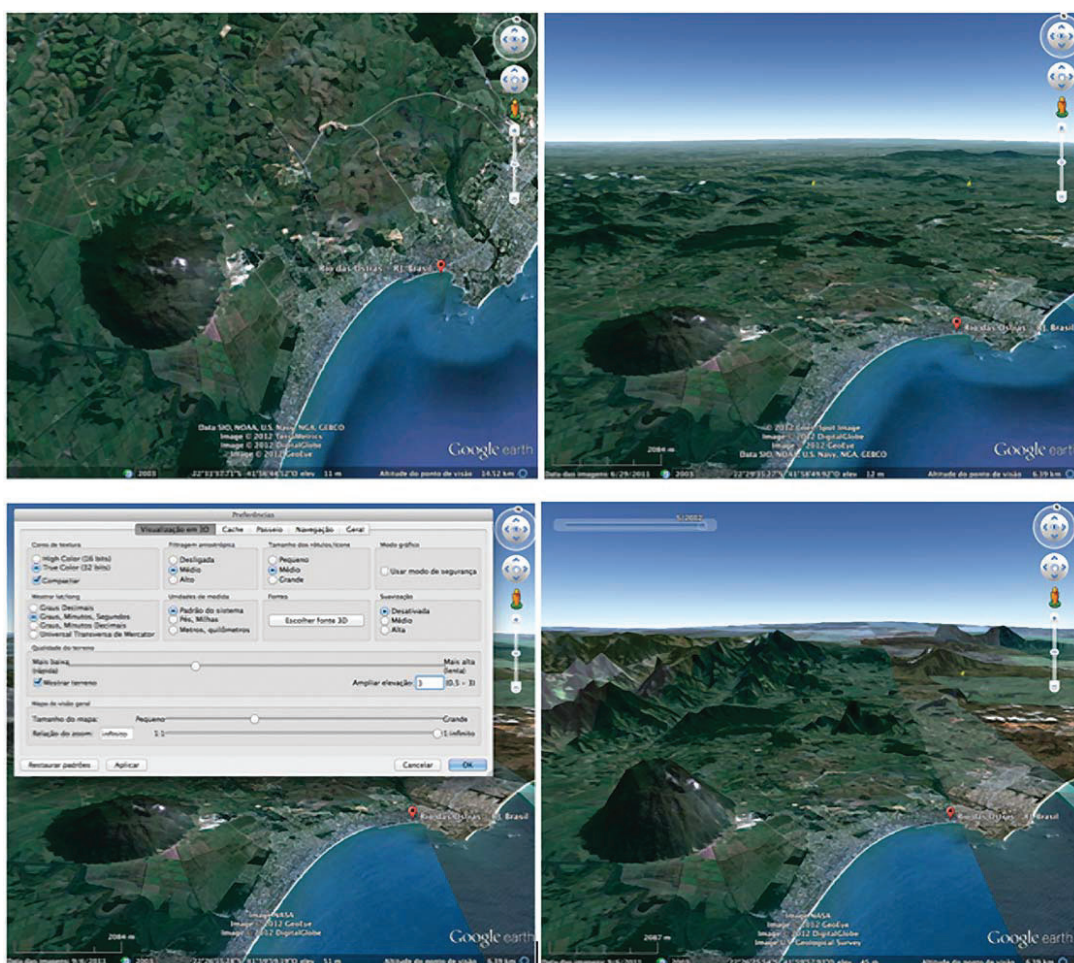
Apresentamos a seguir alguns exemplos de informações que podem ser obtidas para uso em aulas relacionadas à Geomorfologia, mas que podem ser úteis para outros campos acadêmicos. Ressaltamos, mais uma vez, que a disponibilidade de outros sites gratuitos, em órgãos públicos e mesmo em algumas instituições privadas vem crescendo, multiplicando as possibilidades de obtenção de informações e acesso a dados técnicos preciosos.

### **Perspectiva inclinada: visualização em três dimensões (3D)**

A partir de 2006, o Google Earth™ passou a utilizar um modelo digital de elevação (MDE) a partir de dados coletados pelo satélite SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) da NASA (Agência Espacial Norte-americana). Algumas regiões passaram a apresentar topografia mais detalhadas obtidas através do sistema LIDAR (Light Detection and Ranging). Estes recursos fornecem ao usuário ferramentas de navegação e visualização da superfície em diferentes escalas e ângulos (vertical e oblíquo), o que possibilita a observação de características do relevo em três dimensões: largura, comprimento e altura.

Para obter as imagens tridimensionalmente (3D), você deve acionar as setas do dispositivo redondo que aparece no canto superior direito da tela. Ao apertar as setas, a imagem vai se inclinando ou vai girando, dando outras perspectivas oblíquas ou outros ângulos de visada. Arraste o cursor sobre a imagem para dar mais ou menos zoom e para colocá-la na posição desejada. Repare que ao girar a imagem, ocorre uma alteração na perspectiva de orientação geográfica: o “norte” muda de posição no dispositivo redondo do canto superior direito. Para que ele volte para a posição mais convencional, clique sobre o quadrado com a letra “N” dentro, no círculo do canto superior direito da tela.

Você pode optar por “exagerar” as dimensões verticais do terreno dentro do Google Earth™. Para fazer isso, você deve acessar o dispositivo “Preferências do Sistema” e ativar a caixa “Mostrar Terreno”, e então escolher o quanto deseja ampliar a elevação. O valor “1” representa o terreno sem muito exagero, enquanto que o valor “3” exagera bastante a elevação vertical. Observe isso nas imagens da **Figura 6.2**.



**Figura 6.2:** Visualizações do litoral fluminense, onde se vê o morro de São João, situado próximo à cidade de Rio das Ostras (RJ), em perspectivas vertical (a) e oblíquas com exageros verticais distintos: (b) A elevação do terreno está em “1”, sem exagero vertical; (c) Tela que aparece em “Preferências do Sistema” para acionar a caixa “Mostrar Terreno” e escolher o quanto deseja ampliar a elevação; (d) A mesma área da imagem b, com um exagero vertical de três vezes.

Fonte: Google Earth™ a) ©2012 Cnes/Sopot Image; ©2012 Maplink/Tele Atlas; Image©2012 Digital Globe; Image©2012 GeoEye.



O exagero vertical permite ressaltar algumas características morfológicas que, devido ao desgaste erosivo, cobertura vegetal e intemperismo, ficam menos nítidas ao longo da evolução das formas de relevo. Nas imagens da **Figura 6.2**, o exagero permite vislumbrar mais nitidamente a morfologia circular do morro de São João, situado no município de Casimiro de Abreu, perto da cidade de Rio das Ostras (RJ).

## **Perspectiva evolutiva do relevo a partir de imagens históricas**

O acesso a imagens históricas permite ao usuário visualizar imagens de diferentes datas de aquisição no Google Earth™. Esse recurso é ativado, clicando sobre o ícone com um relógio e uma seta no alto da tela. Em cidades americanas e europeias, são disponibilizadas imagens a partir da década de 1940. Na atualidade, praticamente todas as grandes cidades brasileiras são representadas com imagens de alta definição, sendo as mais antigas datadas de 2000.

Experimente localizar uma área no Google Earth™ onde você saiba que tenha havido mudanças significativas nas encostas dos morros, no leito dos rios ou na ocupação do terreno. Acione o ícone “Mostra imagens históricas” no canto superior da tela e observe as imagens em datas diferentes, movendo o cursor na linha do tempo.

A análise de imagens obtidas em períodos diferentes ajuda a avaliar a dinâmica morfológica de diferentes tipos de processos atuando na transformação da paisagem. Observe como fizemos isso na **Figura 6.3**. Repare que a data de cada foto está indicada na linha do tempo, na parte superior das imagens.



**Figura 6.3:** Evolução de um processo de **voçoracamento** registrado por imagens de alta resolução em três etapas, da esquerda para a direita: (a) Início do processo em 2003. (b) Evolução da frente erosiva em 2007. (c) Aprofundamento e alargamento da feição erosiva em 2011.

Fonte: Google Earth™ - Image©2012 DigitalGlobe.

Esse tipo de recurso pode contribuir para avaliar modificações nas formas de relevo, especialmente em áreas onde as mudanças morfológicas foram muito intensas, mas também pode ser útil para identificar áreas de ocupação de risco, como áreas sujeitas a enchentes ou em encostas vulneráveis a processos erosivos.

### **Voçoroca**

Feição erosiva, resultante de perda de materiais do solo ou de rocha decomposta pela ação do escoamento de águas superficiais ou subsuperficiais.



---

## **Atende aos Objetivos 1, 2 e 3**

1. O Rio de Janeiro é um estado onde ocorrem com frequência desastres naturais decorrentes da ocupação desordenada em áreas sujeitas a eventos morfológicos extremos. Em abril de 2010, chuvas muito intensas caíram sobre a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, provocando inundações e deslizamentos em encostas em diversos pontos. No município de Niterói, dezenas de pessoas perderam suas vidas na enxurrada de terra, lama que ocorreu no morro do Bumba, área de ocupação de risco sobre solos muito instáveis (aterros e depósitos de lixo).

Busque no Google Earth™ imagens que demonstrem a situação local em pelo menos três em momentos diferentes. Para isso, siga a sequência de procedimentos indicados a seguir:

- a) digite “Ladeira do Bumba” na caixa do canto superior esquerdo da tela do Google Earth™ e, em seguida, clique em “Pesquisar”;
- b) quando a imagem aparecer, clique sobre “Google Earth” na barra superior da tela do computador, entre em “Preferências do Sistema” e “Visualização em 3D” para ativar a caixa “Mostrar Terreno”, escolhendo o quanto quer de ampliação de elevação;
- c) acione as setas que permitem a inclinação da imagem, até conseguir colocar o quadrado com o “N” na direção da seta que aponta para o lado direito. Isso inclinará a imagem até que você consiga ver a ladeira de modo oblíquo;
- d) ative o ícone “Mostrar imagens históricas” (pelo menos 3).

Faça um comentário sobre o que se pode concluir a partir da análise dos processos de ocupação urbana e modificações morfológicas no local.

---

---

---

---

---

### *Resposta Comentada*

As imagens que você deve ter conseguido obter aparecem nas **Figuras 6.4 e 6.5**. O recurso de inclinação e a sequência histórica de imagens mostram que a área ocupada era íngreme e foi sendo ocupada progressivamente. Essas imagens são úteis para mostrar que outras encostas íngremes ocupadas exigem que sejam feitas vistorias a fim de comprovar se o substrato sobre o qual as casas foram construídas é seguro, e se as técnicas de edificação são compatíveis com as características do terreno. Tais medidas contribuem para a segurança dos moradores.





**Figura 6.4:** Modificações urbanas e morfológicas no morro do Bumba, Niterói, Rio de Janeiro. Imagens em perspectiva vertical, representando da esquerda para a direita: (a) Ocupação do morro em 2002; (b) Adensamento da ocupação em 2009; (c) Recuperação da área após o desastre decorrente do deslizamento ocorrido em abril de 2010.

Fonte: Google Earth™ a) e b) Image ©2012 Digital Globe e ©2012 MapLink/Tele Atlas; c) Image ©2012 Geoeye e ©2012 MapLink/Tele Atlas.

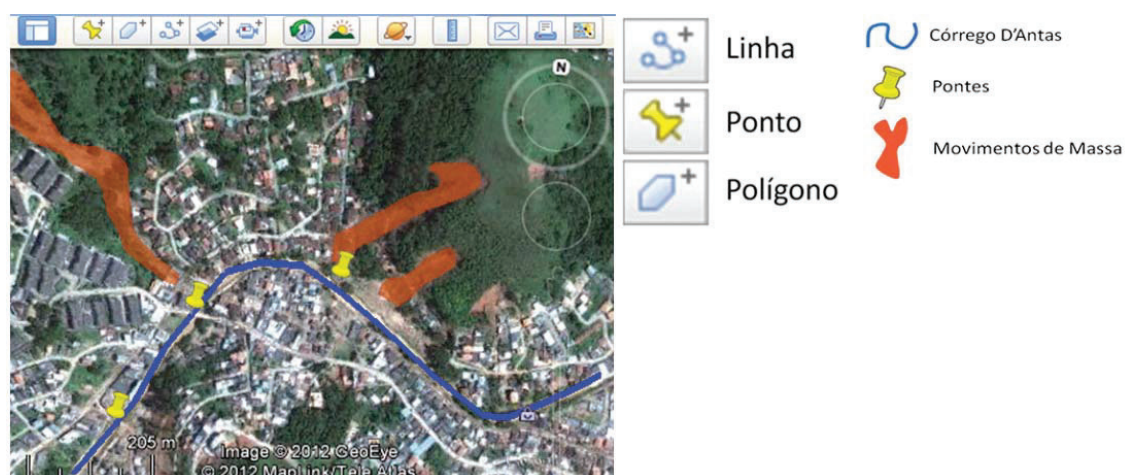


**Figura 6.5:** Idem, sendo essas imagens em perspectiva oblíqua (com exagero vertical de 2 vezes a elevação do terreno) e com visada de leste para oeste. As imagens mostram como a ladeira do Bumba se situa em uma encosta de um dos maciços costeiros da cidade de Niterói.

Fonte: Google Earth™ ©2012 MapLink/Tele Atlas; Imagem NASA; Image ©2012 Digital Globe; Image ©2012 Geoeye.

## Mapeamentos temáticos

O Google Earth™ dispõe de ferramentas de edição de vetores em formatos de pontos, linhas e polígonos, permitindo o mapeamento de feições e representação cartográfica de elementos identificados através das imagens de satélite (**Figura 6.6**).



**Figura 6.6:** Mapeamento de objetos: movimentos de massa, pontes e rio através de imagem de satélite em Friburgo (RJ).

Fonte: Google Earth™, Image©2012 GeoEye; 2012 Maplink/TeleAtlas

Esse tipo de recurso pode ser útil como mapeamento que dê suporte a trabalhos de campo (estudos de meio) onde se verifique com maior acuidade as informações relacionadas à morfologia e à dinâmica geomorfológica dos terrenos.

## Confecção e análise de perfil de elevação topográfica e longitudinal

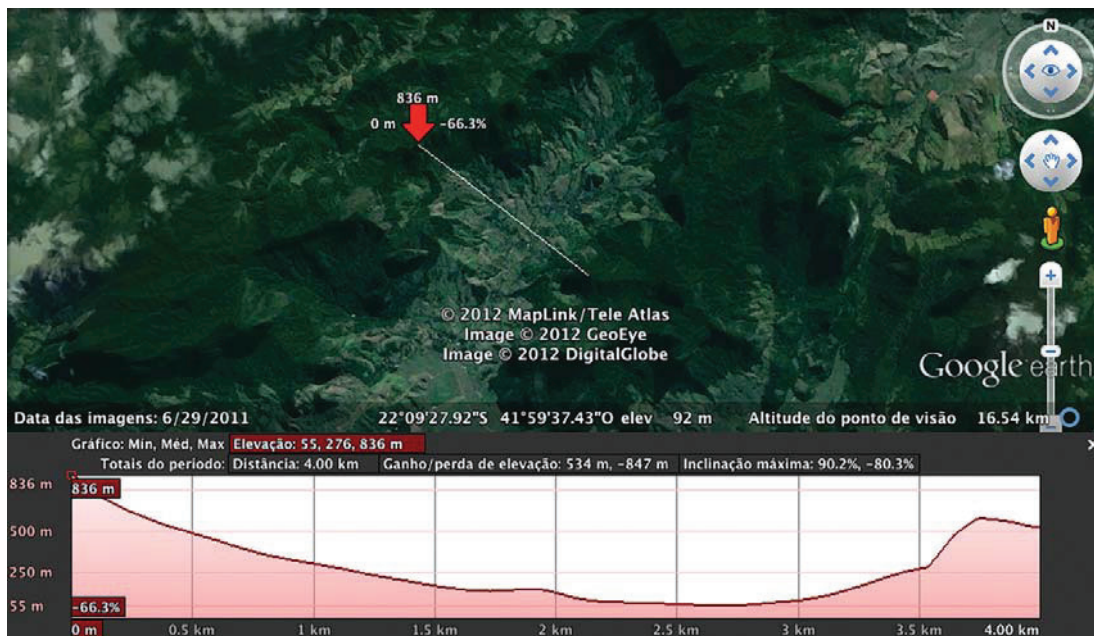
Os perfis de elevação topográfica são uma técnica tradicional de representação gráfica do terreno com objetivo de auxiliar as análises morfométricas do relevo e sua interpretação a partir das variações de altitude do terreno. As características altimétricas do terreno são representadas no Google Earth™ através de dados de topografia oriundos de imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) pelo qual é possível traçar perfis topográficos que, como você lembra, são gráficos onde o eixo vertical mostra a elevação e o eixo horizontal mostra a distância entre os pontos indicados no caminho. Na aula anterior, vimos como fazer esses gráficos a partir das curvas de nível das cartas topográficas. No Google Earth™, esse processo é bem mais rápido: os perfis de elevação são produzidos a partir da definição de um caminho (ou seção transversal).

Para criar o perfil de elevação, comece definindo a seção transversal, clicando sobre o ícone “Adicionar caminho” situado na parte superior da tela do programa. Uma tela aparecerá e nela você deve escolher o estilo e a cor desejada para o traço. Leve o cursor até o mapa e verifique que aparecerá um quadrado, cujas coordenadas estarão expressas na parte inferior do mapa. Clique no ponto desejado e movimente o cursor até o(s) próximo(s) ponto(s). O traço do caminho aparecerá sobre o mapa. Coloque o nome do caminho e dê *ok* (ou siga o comando que conclui o trabalho e fecha a tela).

Um arquivo aparecerá na lista de lugares. Clique sobre ele com o botão da esquerda do cursor (*mouse*) e depois use o botão da direita para escolher “Mostrar perfil de elevação”. Ao mover o cursor pelas diversas partes do perfil de elevação, uma seta se desloca pelo mapa onde o caminho foi traçado, exibindo a elevação e a distância acumulada entre o ponto inicial do perfil e a seta sobre o caminho.

As imagens da **Figura 6.7** exemplificam perfis transversais com perspectivas distintas. Na **Figura 6.7(a)**, observamos o vale

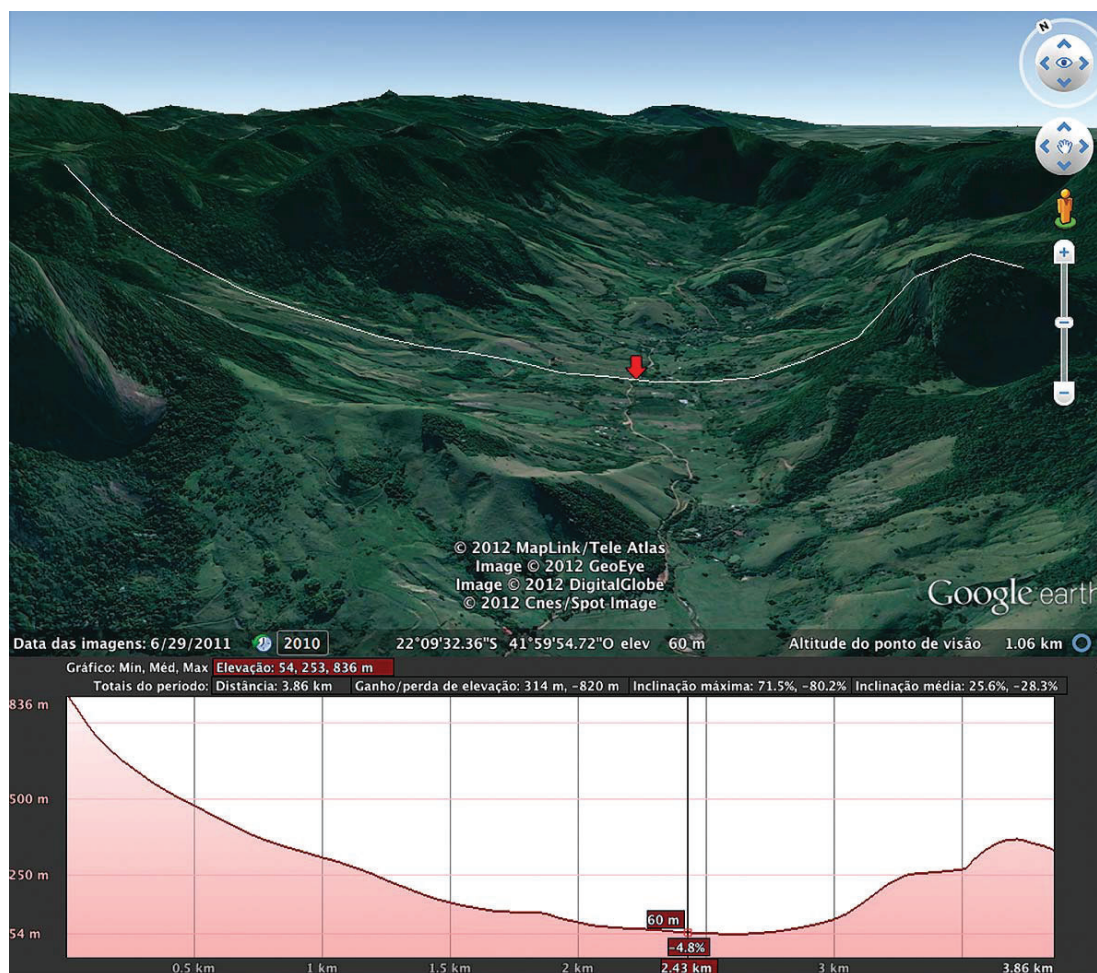
fluvial em planta (visto de cima) e em (b), na perspectiva inclinada. Os perfis e as imagens dão uma boa ideia de como as encostas são diferentes dos dois lados do vale fluvial.



**Figura 6.7 (a):** Perfil transversal a um vale fluvial (município de Macaé, RJ) – visão em planta do caminho (a seta indicando o ponto a noroeste, com altitude de 836m).

Fonte: Google Earth™ ©2012 Map Link/Tele Atlas; Image©2012 GeoEye; Image©2012 Digital Globe.

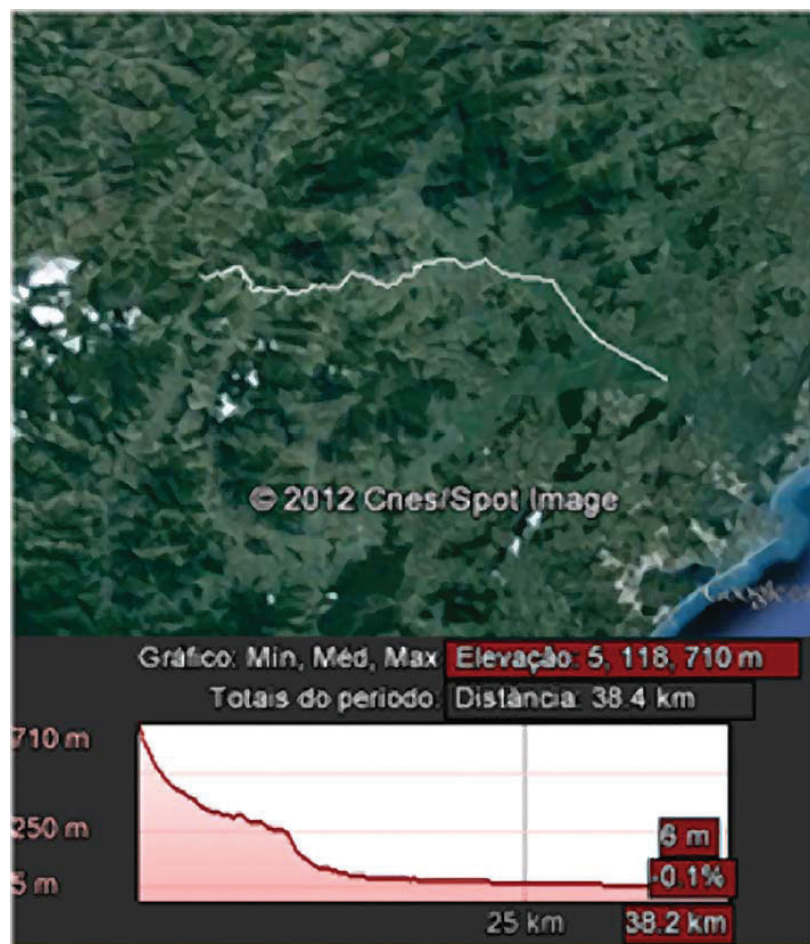




**Figura 6.7 (b):** Perfil transversal a um vale fluvial (município de Macaé, RJ) – visão inclinada do caminho. A seta indica a posição do rio, no ponto mais baixo do perfil.

Fonte: Google Earth™ ©2012 Map Link/Tele Atlas; Image©2012 GeoEye; Image©2012 Digital Globe; ©Cnes/Spot Image.

A **Figura 6.8** apresenta um caminho criado ao longo do rio Macaé e o perfil longitudinal de elevação correspondente. Percebe-se no perfil que há um nível de base local, que indica um provável ponto de resistência litológica. A partir daí, o rio desce com inclinação acentuada, indicando áreas onde deve haver corredeiras e/ou quedas d'água. No trecho final, o rio passa a correr com inclinação muito baixa (0,1%, valor indicado ao lado do perfil), mudando então sua dinâmica fluvial.



**Figura 6.8:** Perfis de elevação longitudinal do rio Macaé (Macaé-RJ).

Fonte: Google Earth™ ©2012 Cnes/Spot Image.

Particularmente para os geomorfólogos, as ferramentas apresentadas possibilitaram novas perspectivas de análise, além de complementar e melhorar a *performance* dos métodos tradicionais e já consagrados pela academia de caracterização de unidades de relevo, como, por exemplo, feições erosivas e deposicionais e ambientes com dinâmicas geomorfológicas distintas. Do ponto de vista prático, esse tipo de ferramenta é bastante útil quando se deseja saber o relevo ao longo de uma estrada ou rota que se pretenda percorrer.



---

### Atende aos Objetivos 1, 2, 3 e 4

2. A criação de perfis de elevação permite traçar perfis topográficos de regiões, países e continentes, o que é bastante útil nas aulas de Geografia Regional no Ensino Básico. Experimente criar um caminho que vá aproximadamente do ponto com coordenadas 30° Norte/80° Leste até o ponto com coordenadas 30° Norte/121° Leste, cruzando a China de oeste para leste. Crie o perfil topográfico e faça um breve comentário que relacione o perfil de relevo oeste/leste da China à distribuição da população pelo território do país.

---

---

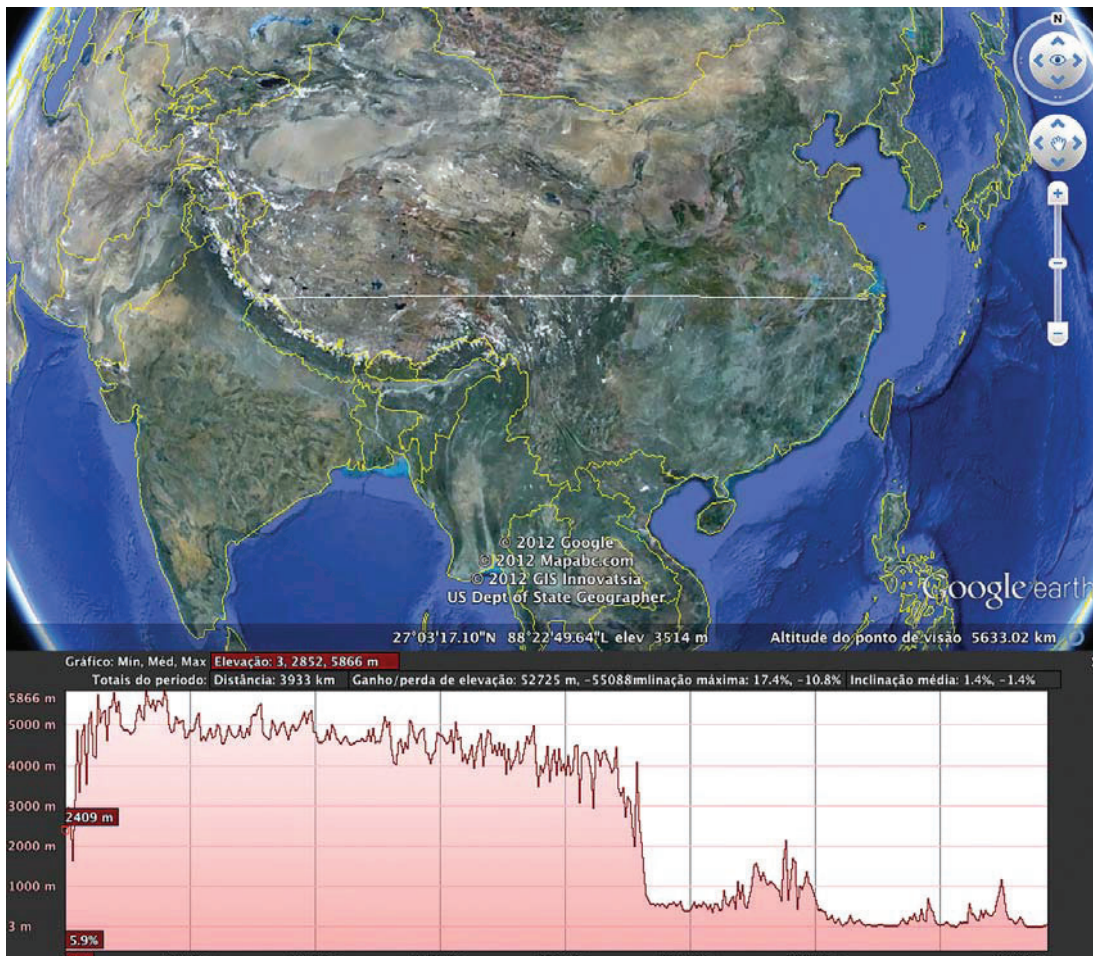
---

---

---

### *Resposta Comentada*

O caminho que você deve ter conseguido criar entre os pontos indicados nesse exercício resultarão em uma imagem parecida com a **Figura 6.9**.



**Figura 6.9:** Seção transversal oeste-leste do território chinês e perfil transversal de elevação correspondente.  
Fonte: Google Earth™ ©2012 Mapabc.com; ©2012 Cnes/Spot Image; ©2012 Google; US Dept of State Geographer.

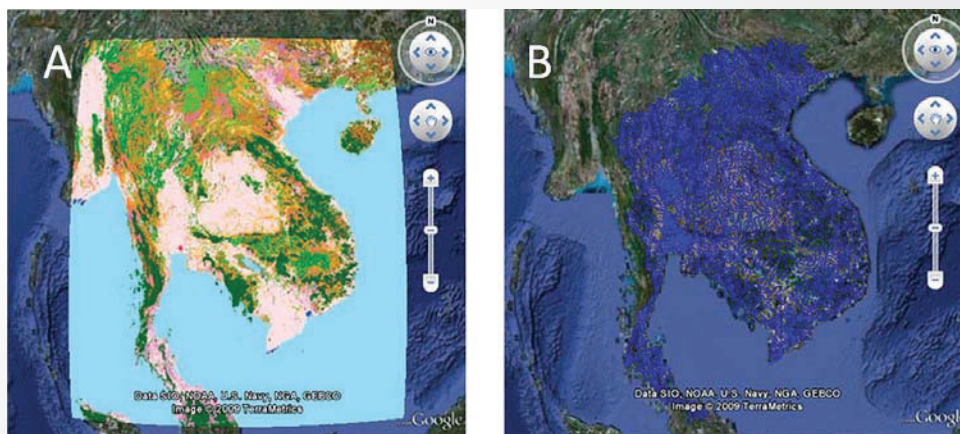
O perfil transversal oeste-leste da China indica que mais do território encontra-se em altitudes superiores a 3.000 metros de altitude, o que cria grandes dificuldades para a fixação humana. Em mapas de distribuição demográfica você perceberá que as áreas de maior densidade demográfica estão situadas abaixo de 1.000 metros de altitude na China, enquanto que as áreas mais altas constituem vazios demográficos.





### Importação e exportação de dados SIG (Sistema de Informação Geográfica)

Atualmente, existem diversos *softwares* de geoprocessamento tanto gratuitos como comercializados que trabalham com informações espaciais georreferenciadas em formato vetorial e/ou rasterizado (**Figura 6.10**).



**Figura 6.10:** Exemplos de importação das informações SIG no software Google Earth. (A) Cobertura da terra no Sudeste Asiático; (B) Rede hidrográfica no Sudeste Asiático.

Fonte: Google Earth Outreach: <http://www.google.com/earth/outreach/tutorials/importgis.html> acesso em 06/08/2012.

Os dados vetoriais consistem em pontos, linhas e polígonos que representam objetos no mapa. Já os dados rasterizados são grades regulares de dados, que podem representar imagens como fotografias aéreas, superfícies contínuas como os modelos de elevação ou classes temáticas como uso e cobertura da terra. Portanto, os dados gerados nas diferentes plataformas SIG podem ser exportados para visualizações no Google Earth™, de duas maneiras: na versão profissional (Google Earth Pro) é possível importar diretamente uma gama de formatos de dados SIG; ao passo que na versão livre é preciso fazer conversão dos arquivos para o formato KML (extensão utilizada pelo Google Earth™) utilizando outras ferramentas e programas.



Os *softwares* SIG, como o Global Mapper, GPSTrack Maker; ESRI ArcGIS, MapInfo, entre outros, já possuem ferramentas para exportar os dados GIS no formato KML para usar no Google Earth™. Para tanto, todos os dados GIS devem ter o sistema de coordenadas (WGS 84) corretamente definido.

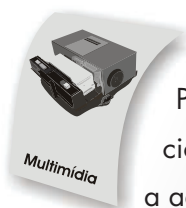
## Aplicações de imagens Google Earth™ na pesquisa e no ensino de Geografia

Tradicionalmente, os geomorfólogos recorrem a bases cartográficas que possibilitem identificar e analisar características que levem à compreensão da dinâmica das formas do relevo. Além de cartas topográficas, é comum também o uso de imagens de sensores remotos (fotografias aéreas, de radar ou de satélite). No entanto, muitos se confrontam com dificuldades em obter tais materiais, seja por falta de séries temporais regulares, por falta de materiais recentes, ou seja pela baixa resolução das imagens disponíveis.

Os dados que podem ser obtidos pelo *software* gratuito Google Earth™ possibilitam aos geomorfólogos recursos como observação em 3D de feições de relevo e sua dinâmica ao longo do tempo, criando perspectivas de análise que complementam os resultados obtidos através dos métodos tradicionais. A individualização de feições geomorfológicas a partir da sua forma em planta é amplamente utilizada para caracterizar feições erosivas e deposicionais ou avaliar a dinâmica de processos geomorfológicos em escala de tempo humana, como efeitos de atividades sísmicas ou vulcânicas, processos fluviais, de encostas, costeiros, eólicos ou glaciais.

No entanto, ao longo desta aula, você já deve ter se confrontado com diversas das limitações do Google Earth™, tais como a aleatoriedade das datas e da qualidade das imagens entre outros problemas. As técnicas cartográficas tradicionais aliadas a levantamentos de informações em campo ainda prevalecem com ferramentas indispensáveis para estudos geomorfológicos precisos.

No Ensino Fundamental e Médio, as imagens que podem ser obtidas no programa Google Earth™ permitem aos alunos visualizar paisagens distantes do contexto da sua própria região, permitindo que estes possam discutir processos geomorfológicos em locais por todo o globo. Trata-se, portanto, de utilizar esses recursos para ampliar o processo de aprendizagem no nível acadêmico básico, através de práticas que ampliem conhecimentos por meio da linguagem cartográfica ou imagética.



Para que qualquer atividade no âmbito educacional seja eficaz, é necessário que o educador a adapte para o nível cognitivo de seus alunos, mediando e decodificando as informações, a fim de obter melhores resultados. Isso vem acontecendo com o Google Earth™. Destacamos a experiência de Amy Brock, que elaborou atividades pedagógicas para alunos do curso de graduação em Geomorfologia da Western Illinois University (EUA). As atividades estão disponíveis em <http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/geomorph/activities/23279.html>



### Atende aos Objetivos 1, 2, 3 e 4

3. A atividade consiste na observação de diferentes feições geomorfológicas, situadas em duas regiões distintas do planeta. Através do programa Google Earth™, você deverá navegar virtualmente para cada um dos locais propostos e realizar o que se pede.

a) Parada 1 – localizado nas coordenadas  $-22.216195^\circ$  e  $-41.876419^\circ$

1. Em que país está localizado este ponto? \_\_\_\_\_
2. Utilizando-se da ferramenta “Imagens Históricas”, você consegue definir que tipo de processo geomorfológico está ocorrendo? \_\_\_\_\_
3. Com a ferramenta “Régua”, tire medidas desta feição e compare os resultados das diferentes imagens. Quais valores você encontrou e o que eles significam? \_\_\_\_\_

b) Parada 2 – localizado nas coordenadas  $-43.768093^\circ$  e  $170.291352^\circ$

1. Em que país está localizado este ponto? \_\_\_\_\_
2. Mude o ângulo de visão e observe o relevo: que tipo de relevo predomina nesta paisagem? \_\_\_\_\_
3. Utilizando-se da ferramenta “Imagens Históricas”, observe e descreva qual a principal mudança que ocorre na paisagem deste local. \_\_\_\_\_

### Resposta Comentada

a) Parada 1

1. Brasil
2. Feições erosivas – voçorocas
3. As frentes de erosão aumentam. Valores aproximados em 2003:  $30 \times 10\text{m}$  e em 2010:  $115 \times 60\text{m}$ .

b) Parada 2

1. Nova Zelândia

2. Montanhoso

3. Degelo dos vales glaciais. Mas cuidado: a redução das geleiras tem relação com as estações do ano, então verifique o mês em que a foto foi tirada, lembrando que se a Nova Zelândia está no hemisfério sul, os meses de inverno são os do meio do ano, quando as geleiras estão maiores.

---

## CONCLUSÃO

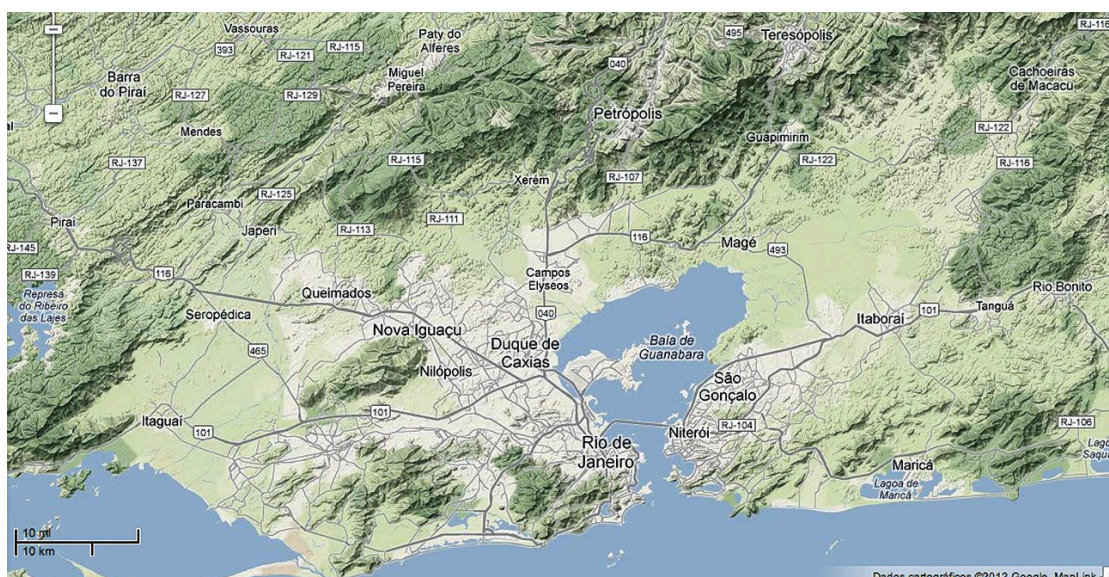
Nesta aula, buscamos demonstrar como explorar as informações que podem ser obtidas através das bases cartográficas digitais e imagens disponíveis no site gratuito Google Earth™. Lembramos que o programa é bastante utilizado por usuários comuns de equipamentos eletrônicos com acesso à internet e há muito já extrapolou seus objetivos iniciais de oferecer informações geográficas básicas. Apresentamos aqui algumas possibilidades de aproveitamento do recurso, mas muitas outras existem e mais ainda estão sendo desenvolvidas. Outros programas – como o próprio Google Maps – também devem ser explorados e usados como fontes de informações.

O professor de Geografia de Ensino Básico deve estimular seus alunos a investigar e utilizar estas ferramentas, uma vez que sua utilização vem se tornando cada vez mais generalizada e até mesmo exigida para a realização de algumas atividades profissionais. A visualização interativa da superfície da Terra em diferentes ângulos, nas perspectivas vertical e oblíqua, bem como a análise temporal das áreas selecionadas para estudo pode ser um grande facilitador para percepções do espaço geográfico e para a inserção do indivíduo no mundo.

## Atividade Final

### Atende aos Objetivos 1, 2, 3 e 4

O professor de Geografia que estimula seus alunos a consultar mapas e investigar imagens disponíveis na internet está contribuindo para que eles dominem um tipo de linguagem – a cartográfica! O mapa da **Figura 6.11**, obtido através do programa GoogleMaps, gratuitamente, representa o terreno de parte do estado do Rio de Janeiro.



**Figura 6.11:** Mapa com contornos do terreno de parte das regiões Serrana e Metropolitana do Rio de Janeiro. Destaque para os maciços e serras costeiras, baixadas fluvio-marinhas e litoral, caracterizado por praias, baías e lagoas costeiras.

Fonte: <http://maps.google.com>; dados cartográficos © 2012 Google, Map Link.



A partir do mapa, faça o que se pede:

1. Indique a opção que não pode ser obtida a partir da interpretação da imagem.

- a) A imagem permite identificar rodovias que percorrem trechos íngremes, sobretudo entre as cidades de Duque de Caxias e Petrópolis.
- b) Observam-se maciços costeiros nos municípios do Rio de Janeiro, Niterói e Maricá.
- c) Entre Magé e Itaboraí, as rodovias atravessam áreas escarpadas.
- d) O terreno entre Seropédica e Itaguaí é predominantemente plano.
- e) O município Cachoeiras de Macacu tem esse nome provavelmente em decorrência da presença de rios que descem da serra.

2. Obtenha o mapa da área indicada no Google Earth™. Ative o marcador “Lugares Povoados” para que o nome dos municípios apareça no mapa e...

- a) elabore o perfil de elevação ao longo da rodovia entre Rio de Janeiro e Petrópolis; comente o perfil obtido.

---

---

---

- b) elabore o perfil transversal entre os aeroportos Bartolomeu de Gusmão (Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro) e o Pão de Açúcar (entrada da Baía de Guanabara), situados nos extremos leste e oeste do município do Rio de Janeiro; comente o perfil obtido.

---

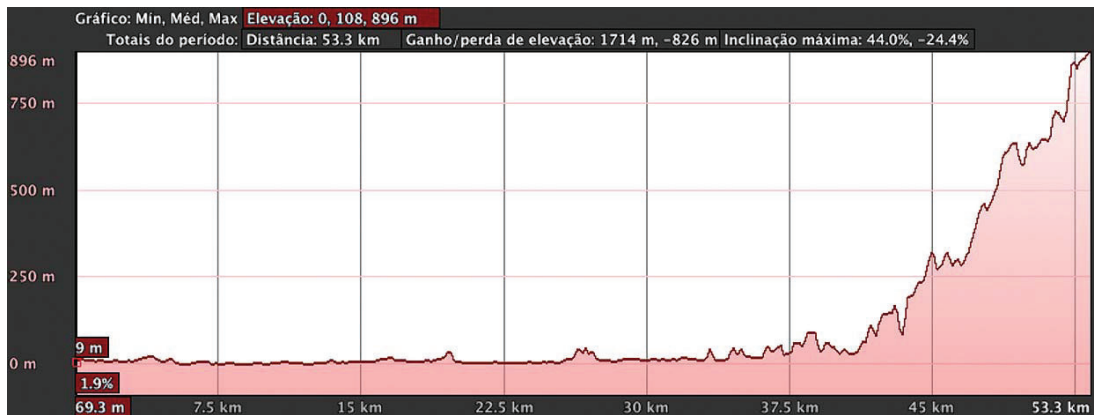
---

---

### *Resposta Comentada*

1. A opção c está errada. Observa-se no mapa que os trechos das rodovias BR-101 e BR-493 passam por terreno plano. Mas o que importa nesse exercício é que esse tipo de informação pode ser relevante ao se planejar um roteiro de viagem. Saber se a estrada atravessará uma região escarpada, se há ou não túneis que encurtem o percurso em municípios com serras ou maciços, se a estrada está em terreno plano etc. Tais informações são relevantes para o cálculo do tempo e das condições de viagem.

2. a)



○ perfil indica que a estrada percorrerá um trecho longo em área plana, entrando posteriormente em um trecho íngreme até chegar à cidade, situada em uma altitude de cerca de 900 metros.

b)



○ perfil oeste-leste do município do Rio de Janeiro indica a presença de maciços costeiros elevados (em torno de 800 metros) entre os quais há áreas planas rebaixadas. A configuração do relevo condicionou a expansão urbana do município, que se deu preferencialmente nas áreas mais planas. A expansão viária da cidade também sofre os efeitos das barreiras de relevo, exigindo a construção de túneis, aterros, pontes e elevados.



## RESUMO

- 1- O programa gratuito Google Earth™ oferece imagens satélite e diversas ferramentas que permitem obter mapas e representações imagéticas da superfície da Terra.
- 2- A possibilidade de obter imagens em três dimensões (largura, comprimento e altura) facilita a análise de formas de relevo.
- 3- A utilização de imagens, obtidas no passado, permite a análise evolutiva das características do relevo e de ocupação da superfície da Terra.
- 4- Os mapeamentos temáticos podem ser feitos e funcionam como fonte esquemática da localização e distribuição de feições de relevo ou de processos geomorfológicos específicos.
- 5- A obtenção de perfis de elevação transversal e longitudinal contribui para uma melhor compreensão das variações de altitude do terreno.
- 6- As aplicações dos recursos do Google Earth™ são várias, tanto na pesquisa geomorfológica, como no Ensino Fundamental e Médio e no cotidiano de muitas pessoas.



# Aula 7

Por que a  
Geologia é  
necessária para  
compreender a  
morfologia da  
superfície da  
Terra?

*Anice Afonso  
Telma Mendes da Silva*

## Meta da aula

Apresentar elementos relacionados à Geologia que contribuam para a compreensão de diferentes formas de relevo e de processos geomorfológicos existentes na superfície terrestre.

## Objetivos

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

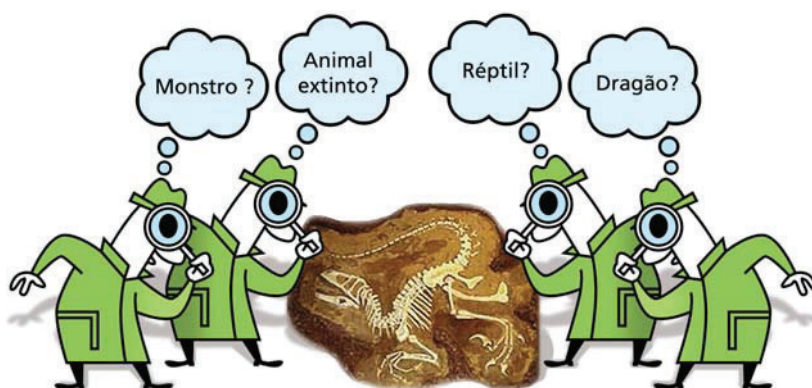
1. identificar evidências geológicas que levaram à formulação das teorias da Deriva Continental e da Tectônica de Placas;
2. avaliar a interação entre Geologia, formas de relevo e processos geomorfológicos;
3. descrever as possibilidades de análise da Geomorfologia Estrutural.

## Pré-requisitos

Para a melhor compreensão das informações a serem tratadas nesta aula, é conveniente revisar os conteúdos referentes à dinâmica interna da Terra e à Teoria de Tectônica de Placas, relativos à disciplina Geologia Aplicada à Geografia. É importante ter também um atlas geográfico para localizar as feições geomorfológicas que serão mencionadas ao longo desta aula.

## INTRODUÇÃO

O fascínio que o desconhecido exerce sobre a humanidade estimula a curiosidade e a formulação de explicações há tempos. Por que a terra treme ou os vulcões explodem? O que está no fundo das cavernas ou no fundo do mar? Muitos mitos e histórias fantásticas nasceram desses enigmas. Como explicar as ossadas de animais gigantescos enterradas em pedras? Hoje, é fácil dizer que são fósseis, mas durante séculos isso intrigou muitas pessoas.



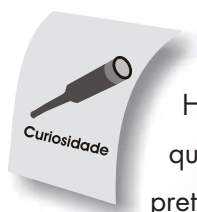
Ao longo do século XX, o avanço técnico e científico proporcionou respostas para muitas dessas questões. O temor do desconhecido e os mitos caem diante de informações e teorias científicas, comprovadas por evidências diretas e indiretas. O entendimento acumulado sobre a dinâmica do nosso planeta sustenta uma série de novas pesquisas que visam ampliar o entendimento acerca dos processos naturais que afetam a superfície da Terra – e, naturalmente, a humanidade.

Nesta aula, vamos falar de Geologia, ou melhor, de como a dinâmica interna do planeta e as camadas rochosas influenciam na configuração e na dinâmica das formas de relevo. Muitas das informações que trataremos aqui são apresentadas aos alunos de Ensino Básico como “conhecimento pronto e inquestionável” (premissas, lembra?). No entanto, sugerimos outro caminho.

Acreditamos que o professor de Geografia deve evitar apresentar os conteúdos relativos à ciência geológica como um conjunto de conhecimentos já consagrados. Assim como aconteceu com os primeiros geólogos, sugerimos que o professor apresente as evidências que levaram à formulação das teorias, propondo questões que precedam a apresentação das explicações que hoje são dadas para terremotos, vulcões e fósseis e outros temas.

Lembramos que “compreender fenômenos, enfrentar situações-problema, construir argumentação e elaborar propostas” são eixos cognitivos fundamentais no Ensino Básico, daí a importância de provocar inquietações que instiguem os alunos a deduzir respostas.

Alguém já disse que formular perguntas pode ser mais esclarecedor que dar respostas. Tentaremos aqui apresentar as perguntas que guiaram os pesquisadores na elaboração de explicações para um dos grandes mistérios da humanidade: como funciona o interior do planeta Terra.



Há muitos museus de história natural pelo mundo que mostram como as pessoas antigamente interpretavam os fósseis encontrados em diversas partes do planeta Terra. Em uma exposição no Museu de História Natural de Londres, os organizadores mostraram como alguns fósseis foram usados no passado para provar a existência de figuras mitológicas, como dragões, ciclopes ou monstros marinhos. Fósseis marinhos encontrados em altas montanhas chegaram a ser usados para provar que o dilúvio bíblico realmente aconteceu!

Atualmente, esses fósseis são usados como evidências de que as espécies de vida mudaram ao longo da história geológica do planeta, como também mudaram os ambientes que os sustentavam. Os fósseis marinhos no alto das montanhas são usados hoje como evidências de *epirogênese* (soerguimento de continentes) ou *eustasia* (mudanças no nível geral dos oceanos).

## Evidências e teorias geológicas: as camadas internas da Terra

Se explicar a parte visível do planeta é difícil, estudar o interior do planeta foi muito mais complexo. Usando-se o método hipotético-dedutivo, é possível chegar a algumas conclusões:

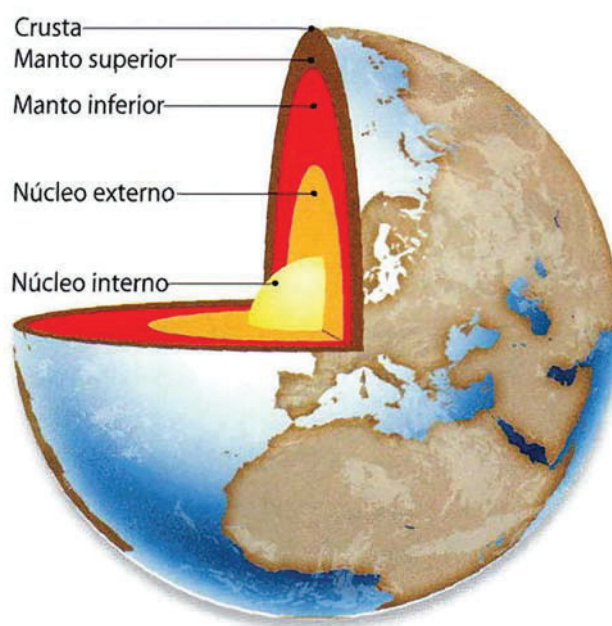
*Premissas:* alguns materiais quando são muito aquecidos tornam-se mais maleáveis. Uma bola de ferro (ou um brigadeiro!) esfriará de fora para dentro; ao esfriarem, os materiais tendem a endurecer.

*Observações:* a superfície da Terra possui camadas rochosas rígidas; o material que sai de dentro dos vulcões, vindo de dentro do planeta, é, em geral, quente e “mole” (tem plasticidade). Ao esfriar, o material que sai dos vulcões transforma-se em rocha dura.

*Hipótese*: o interior do planeta é tão quente que as rochas permanecem “pastosas”, mas a parte externa do planeta já esfriou, sendo, portanto, rígida.

*Novas observações e testes da hipótese*: bem, ainda não foi possível investigar diretamente o interior do planeta, pois as maiores perfurações da crosta terrestre chegam apenas a alguns quilômetros de profundidade. Avanços científicos levaram ao desenvolvimento de *métodos indiretos* de investigação (propagação de ondas sísmicas, eletromagnetismo etc.) que levaram à noção de que a Terra possui diversas camadas internas, com materiais e propriedades diferentes (**Figura 7.1**).

Das camadas da Terra, priorizaremos a litosfera – ou crosta terrestre. Trata-se da camada rígida e externa do globo, de espessura média entre 20 e 70 km. O manto (4.600 km) é constituído de magma pastoso, devido às temperaturas altas no interior do planeta.



**Figura 7.1:** Ilustração esquemática das camadas com materiais diferentes no interior do planeta.

Fonte: <http://tic.ipiaget.org/macedo2010/sabina/terraemtransformacao.htm>





Cientistas de muitas instituições de pesquisa vêm procurando obter amostras de rochas das camadas mais profundas do planeta. Hoje já se sabe que a crosta oceânica é mais fina que a continental, daí haver muitas pesquisas concentradas nas rochas do fundo oceânico. Procure consultar os endereços eletrônicos indicados a seguir e veja como há uma enormidade de pessoas trabalhando nisso e materiais produzidos a partir das evidências encontradas.

<http://www.icdp-online.de>

<http://www-odp.tamu.edu>

<http://www.oceandrilling.org>

Em relação à dinâmica interna do planeta e sobre as camadas que constituem o interior da Terra, consulte os endereços a seguir:

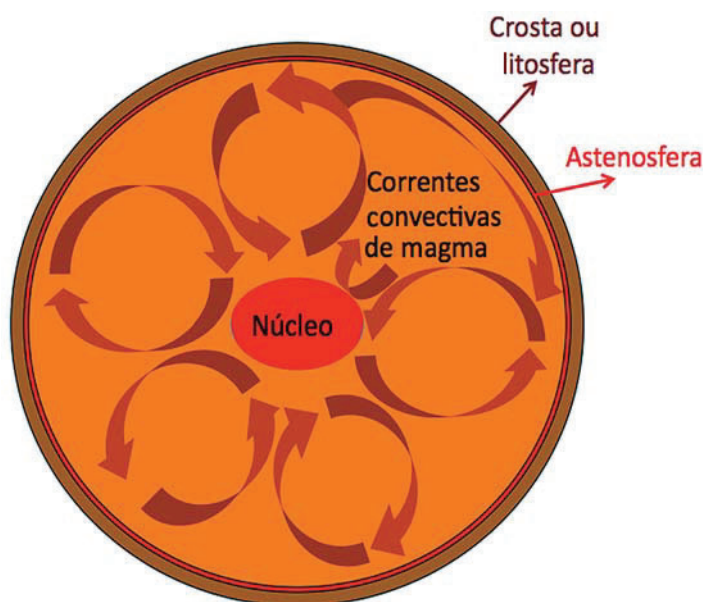
<http://www.planetseed.com/pt-br/node/15850>

<http://astro.if.ufrgs.br/esol/esol.htm>

[http://www.fgel.uerj.br/dgrg/webdgrg/HOMEPAGE-OCEANO/GG6\\_Estrutura%20da%20Terra.html](http://www.fgel.uerj.br/dgrg/webdgrg/HOMEPAGE-OCEANO/GG6_Estrutura%20da%20Terra.html)

As rochas da crosta terrestre estão submetidas constantemente à atuação de esforços tectônicos. Estas forças geram tensões que apertam, esticam, racham e deformam as rochas. Raramente pode-se observar uma rocha sendo deformada, já que a maioria dos processos de deformação ocorre em zonas profundas, dentro da crosta ou mesmo no manto. O material deformado só se tornará visível bem mais tarde, após ter sido exposto pelos processos erosivos. Consequentemente, os pesquisadores são obrigados a fazer inferências sobre os mecanismos e a origem das forças de deformação.

Ao observarmos a superfície da Terra, percebemos diversos sinais de deformação da litosfera: grandes falhas geológicas, montanhas com rochas dobradas, abismos submarinos (onde a litosfera parece ser “tragada” para o interior do planeta), cordilheiras de vulcões e ilhas vulcânicas (onde a litosfera é “rasgada”, permitindo o extravasamento de rochas magmáticas) etc. Essas formas de relevo também instigaram os pesquisadores a descobrir o que estava por baixo da litosfera, perturbando-a tão intensamente. Acredita-se hoje que o material “pastoso” do manto movimente-se em *correntes convectivas*, fragmentando e deformando a litosfera (ou crosta terrestre), que “flutua” e desliza sobre uma camada quente e viscosa, denominada astenosfera (**Figura 7.2**). A litosfera, portanto, não é contínua. Ela é formada por grandes placas, que se deslocam e deformam-se em função do movimento do magma abaixo dela.



**Figura 7.2:** Ilustração esquemática das correntes convectivas do magma que tracionam a litosfera, que se deforma ao deslizar sobre a astenosfera.

## Evidências geológicas das teorias da Deriva Continental e da Tectônica de Placas

Desde que foram traçados os primeiros planisférios com o contorno dos continentes, havia quem comentasse sobre o “encaixe” entre os litorais da África e da América do Sul. A curiosidade científica levou muitos pesquisadores a buscarem provas de que os continentes estiveram juntos no passado.

Alfred Wegener propôs no início do século XX (1912) uma hipótese revolucionária na época: a de que os continentes deslocavam-se, tendo mudado de posição ao longo de milhões de anos. Essa hipótese ficou conhecida como *Deriva Continental*. Naquela época, Wegener não tinha como provar plenamente sua teoria, tendo sido duramente criticado. No entanto, aqueles que tinham sido “mordidos” pela sua ideia inquietante e instigadora foram atrás dessas provas, buscando evidências que consolidassem essa teoria.

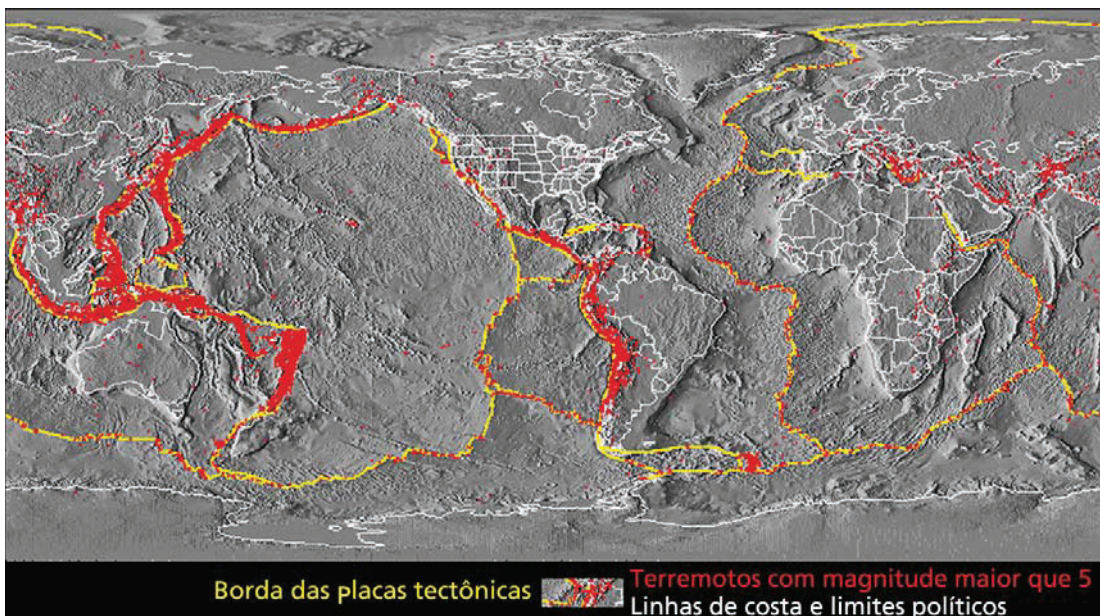
Certos estudos geológicos e geomorfológicos foram decisivos para a reconstrução da história tectônica da Terra, obtendo informações a partir:

- dos tipos de deformação das rochas (dobramentos e falhamentos) especialmente em áreas tectonicamente muito ativas;
- do **paleomagnetismo** de materiais magmáticos (especialmente das rochas do fundo dos oceanos);
- da configuração e distribuição de fósseis e das formas de relevo na borda dos continentes;
- e a distribuição dos vulcões e terremotos no planeta.

### **Paleomagnetismo**

Algumas rochas ao se formarem (especialmente as vulcânicas ricas em minerais metálicos) são influenciadas pela orientação magnética do planeta, que variou ao longo do tempo. Esses registros contribuem para a compreensão da história geológica do planeta.

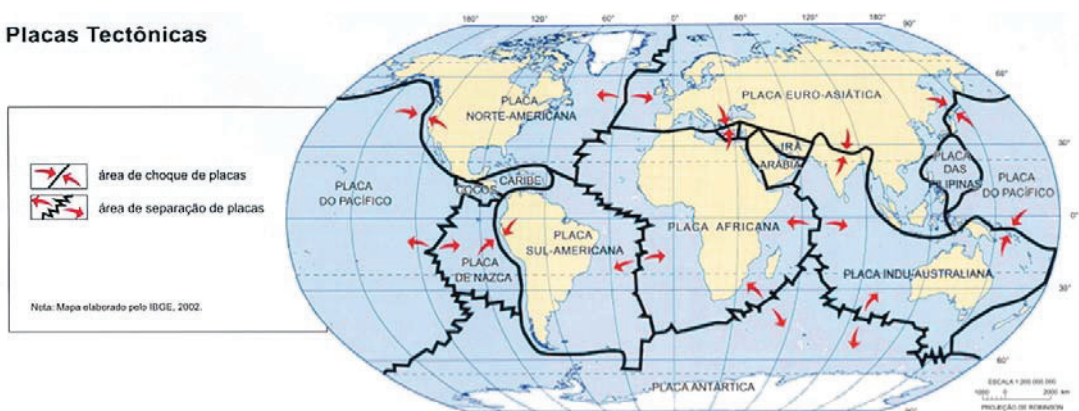
Dessa forma, o estudo do relevo e das rochas da superfície dos continentes e do fundo dos oceanos levou à formulação da teoria da *Tectônica de Placas*. Esta teoria afirma que o planeta Terra é constituído de placas litosféricas rígidas que se deslocam, devido à tração das correntes convectivas do magma. As áreas de grande incidência de vulcões e terremotos ajudam a delimitar o contorno dessas placas, pois estes seriam provocados pelo choque e atrito entre elas (**Figuras 7.3 e 7.4**).



**Figura 7.3:** Delimitação de placas tectônicas a partir da localização de terremotos de alta magnitude.

Fonte: Adaptado de <http://www.cartage.org.lb/en/themes/sciences/astronomy/solarsystem/thesolar>

### Placas Tectônicas



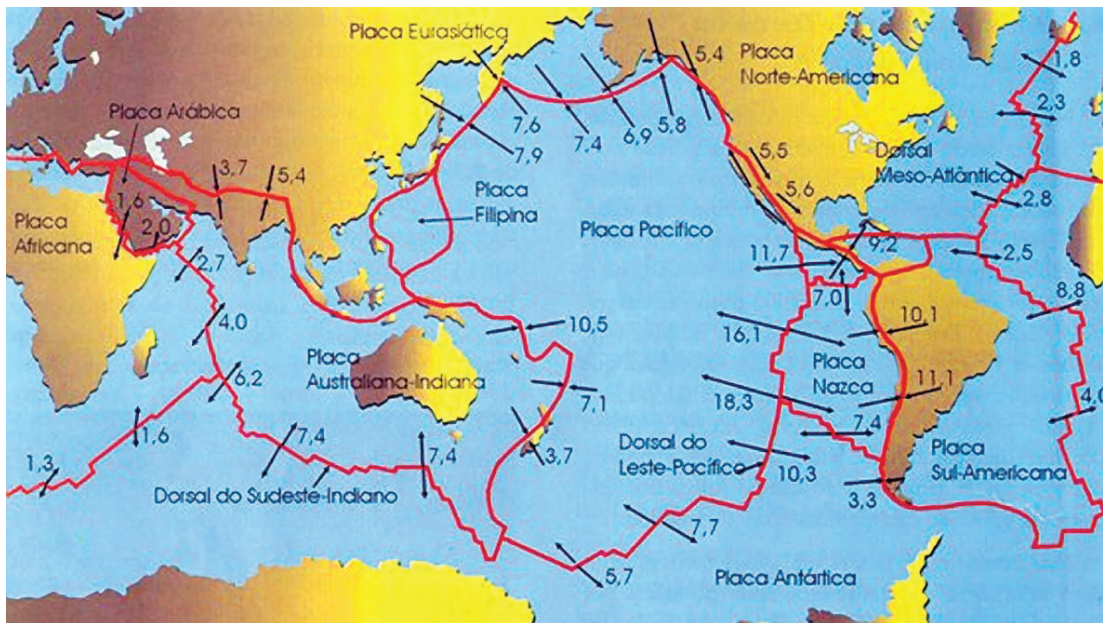
**Figura 7.4:** Principais placas tectônicas terrestres.

Fonte: Atlas Geográfico Escolar IBGE, 2002.

As placas tectônicas podem ser diferenciadas basicamente segundo os tipos de crostas: *continental* e *oceânica*. Uma placa tectônica pode ser constituída por apenas um tipo de crosta (como a Placa do Pacífico, somente oceânica) ou ser formada por dois tipos de crosta (como acontece com as placas onde estão os continentes). Nestas placas, a área de transição entre a crosta continental e a crosta oceânica é chamada *margem continental*.

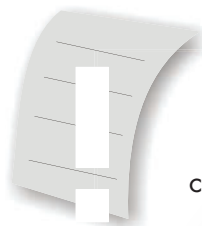
A *movimentação das placas tectônicas* tem velocidades e direções variadas, com uma média de deslocamento é de 10,1 cm/ano. Em algumas partes da placa de Nazca (colada aos Andes), por exemplo, a velocidade chega a 18,3 cm/ano (**Figura 7.5**). A placa do sudeste indiano, em compensação, move-se a 1,3 cm/ano. Esses deslocamentos são contínuos, e a interação entre as placas tectônicas atuam drasticamente sobre a superfície do planeta, criando e transformando formas de relevo, bem como alterando a configuração dos continentes.





**Figura 7.5:** Placas litosféricas que constituem o globo terrestre. Observam-se os valores anuais médios da movimentação de alguns lugares das placas que compõem o globo terrestre.

Fonte: [http://www.obsis.unb.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=63&Itemid=76&lang=pt](http://www.obsis.unb.br/index.php?option=com_content&view=article&id=63&Itemid=76&lang=pt)



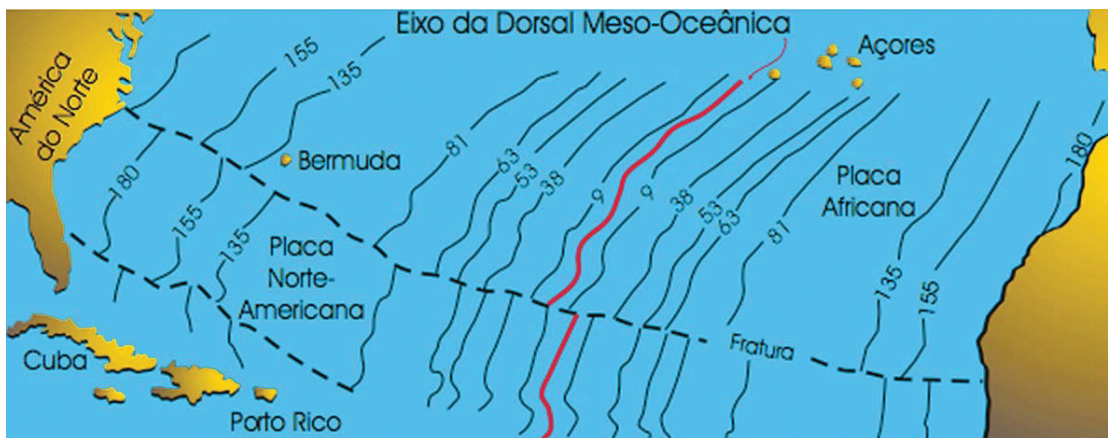
A densidade dos materiais que compõem as camadas da Terra e os diferentes tipos de crostas litosféricas são informações importantes para entender a morfologia resultante do choque entre as placas litosféricas. A crosta continental é menos densa que a crosta oceânica. Nas áreas de colisão de placas, as oceânicas parecem “afundar” na direção do interior do planeta, configurando grandes fossas submarinas. As placas continentais que colidem aparecem “dobrar para cima” formando grandes montanhas.



Atividade

### Atende ao Objetivo 1

1. A datação das rochas do fundo do oceano Atlântico, feita a partir da Dorsal Meso-Atlântica (cordilheira de vulcões muito recentes e ativos no fundo do oceano Atlântico), foi fundamental para a consolidação da Teoria da Deriva Continental. As rochas mais próximas à Dorsal são mais jovens, algumas ainda em formação devido à intensa atividade vulcânica (**Figura 7.6**). As rochas mais antigas são as mais distantes da Dorsal, na borda dos continentes americano e africano.



**Figura 7.6:** Distribuição das idades (em milhões de anos) das rochas do fundo do oceano Atlântico, a partir da Dorsal Meso-Oceânica.

Fonte: Teixeira et al. 2000.

Avalie quais das afirmativas a seguir podem ser feitas a partir da análise das informações contidas no mapa. Justifique sua resposta para cada uma delas.

- a. ( ) As rochas mais novas não existiam há 200 milhões de anos. Devem ter surgido à medida que os continentes fragmentaram-se e afastaram-se.

- b. ( ) As rochas vulcânicas mais novas que recobrem rochas vulcânicas mais antigas perto das falhas geológicas da dorsal.
- c. ( ) Há cerca de 180 milhões de anos, a distância entre os continentes americano e africano deve ter sido menor do que é hoje.

---

---

---

---

---

---

### *Resposta Comentada*

As três afirmativas poderiam ser feitas a partir da ilustração, sendo que a segunda já foi refutada. A ideia é provocar a reflexão a partir de dados científicos (premissas), mostrando que os mesmos dados podem levar a hipóteses que podem ou não ser confirmadas. No caso do assoalho oceânico do Atlântico:

- a. (V) A frase relaciona-se à teoria de expansão do assoalho do oceano Atlântico. A separação dos continentes leva à formação de fendas por onde extravasa magma, formando rochas com idades mais recentes nas áreas próximas à Dorsal.
- b. (F) As rochas vulcânicas próximas à Dorsal Mesoatlântica não cobrem rochas mais antigas. Trata-se de uma crosta oceânica em formação, crescendo a partir da Dorsal, levando ao alargamento do oceano Atlântico.
- c. (V) Se as rochas com menos de 180 milhões não existiam até então, é provável que os continentes estivessem mais próximos naquele momento.

---



## A Teoria de Tectônica de Placas e sua interação com o relevo

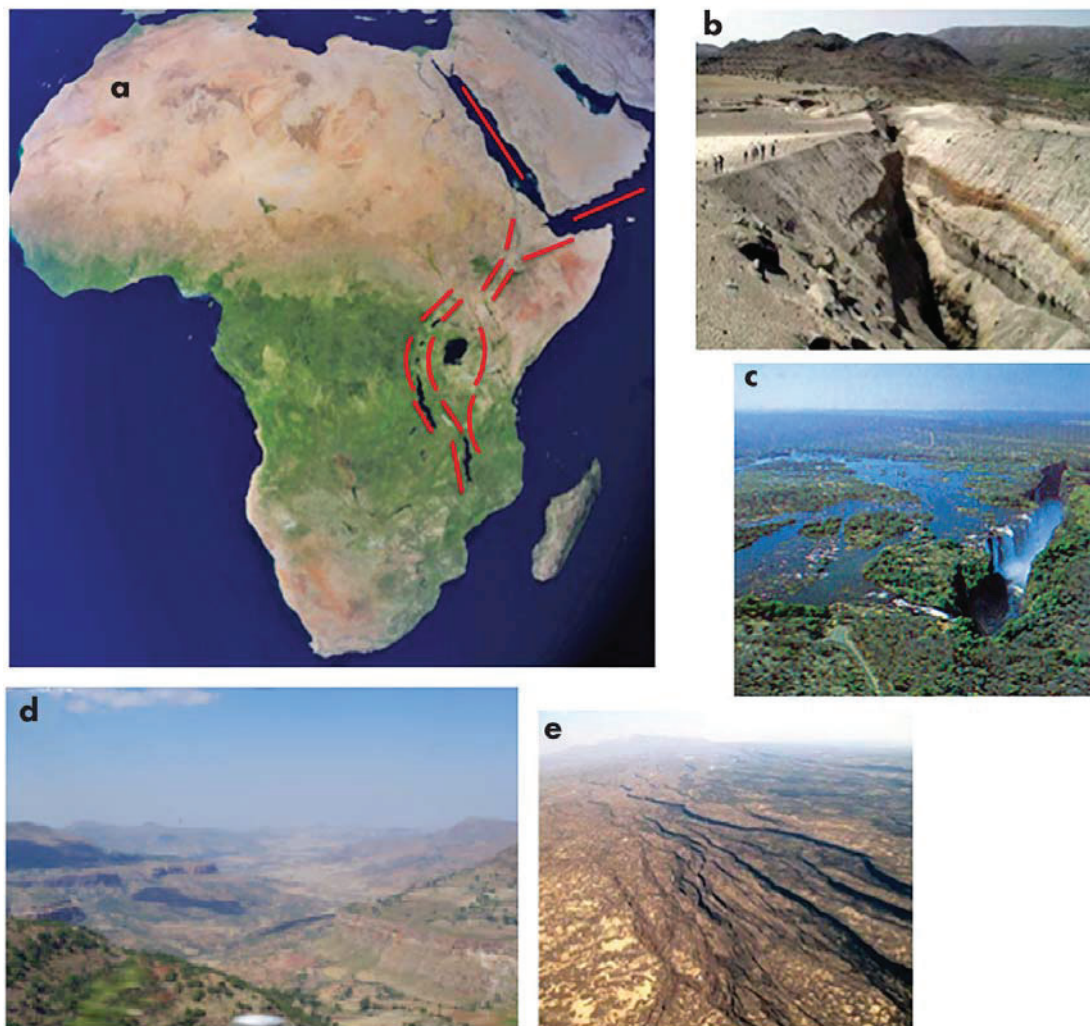
A formação das grandes montanhas e abismos submarinos já foi alvo de muitas hipóteses científicas. A consolidação da Teoria da Tectônica de Placas a partir dos anos 1960 trouxe explicações surpreendentes para algumas das morfologias mais notáveis do planeta. O interessante é que novas evidências continuam surgindo, permitindo criar explicações cada vez mais pormenorizadas sobre o modo como a tectônica de placas atua.

Vamos ver aqui algumas das resultantes mais significativas da interação de placas tectônicas. Teremos como critérios de identificação dessas interações dois aspectos principais: o *sentido de sua movimentação* (divergente, convergente ou transcorrente) e o *tipo de placa* (continental ou oceânica).

### a) Domínios de placas divergentes

Essas áreas correspondem às zonas de afastamento das placas. Em áreas continentais, isso pode ser verificado em regiões onde a crosta fragmenta-se, gerando processos denominados *rifteamentos*. Nestes *rifts*, há blocos soerguidos (chamados de *horst*) e blocos em subsidência, quer dizer, rebaixados relativamente (chamados de *grábens*). Isso está acontecendo na borda leste do continente africano, ao longo de uma linha de falhas geológicas, ladeadas por serras e vulcões que delimitam vales fluviais ao longo do *rift valley* africano (**Figura 7.7**).

Observam-se pela figura os "rasgos" que vão sendo formados na crosta continental e como resultado a forte alteração na paisagem, com escarpas bastante íngremes. Estas áreas estão, ainda, associadas a uma intensa atividade sísmica com ocorrência de vulcões e terremotos.



**Figura 7.7:** *Riftvalley* no continente africano. a. localização das linhas de falhas que formam o Rift; b. falha geológica na Etiópia; c. cataratas de Vitória, em que o rio Zimbábue erode um canyon de 111 metros em rochas fragilizadas por falhas geológicas; d. aspectos morfológicos dos blocos elevados e da área do *graben* do sistema de rifteamento africano; e. linhas de falhas na borda oriental africana.

Fontes: fonte do mapa: Google Earth © 2012 Cnes/Spot Image Data SIO, NOAA, U.S.Navy, NGA, GEBCO; <http://br.groups.yahoo.com/group/listageografia/message/78248>; atlas mundial do jornal *O Globo*, 2000; Cedido por Frederic Monié, Janeiro 2011; <http://genesisterra2012.blogspot.com.br/2011/04/alteracao-geologica-da-terra-rachadura.html>

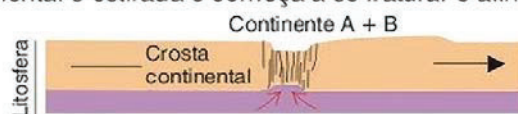
O progressivo afastamento das placas faz com que as falhas geológicas alarguem-se e aprofundem-se, até que a água do mar penetre pela área fraturada. Isso acontece no mar Vermelho (entre a península Arábica e o Egito) e no golfo de Ácaba (entre a península do Sinai e a Arábia Saudita). À medida que a crosta terrestre se rompe, material magmático extravasa, formando uma nova crosta oceânica. O alargamento da nova crosta cria as *cadeias meso-oceânicas*, ou seja, cordilheiras de vulcões submarinos formados pela divergência de placas.

A ocorrência desses esforços tectônicos divergentes gera tensões distensivas e/ou extensionais que podem se prolongar por quilômetros de distância, tanto para um lado quanto para o outro da cadeia meso-oceânica. Esse é o modelo que explica a formação do oceano Atlântico. O esquema representado pela **Figura 7.8** mostra os estágios evolutivos da quebra de um continente e a abertura/formação de um oceano.

### Modelo simplificado da quebra de um continente e abertura de um oceano

#### Estágio 1:

Crosta continental é estirada e começa a se fraturar e afinar no centro.



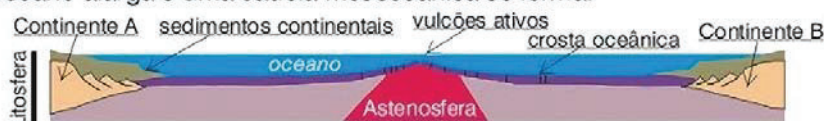
#### Estágio 2:

Continente se separa em dois. O magma basáltico que vem da astenosfera forma a crosta oceânica.



#### Estágio 3:

Os sedimentos que vêm dos continentes cobrem a plataforma continental. O oceano alarga e uma cadeia meso-oceânica se forma.



**Figura 7.8:** Modelo esquemático e simplificado dos três estágios da quebra de um continente e da abertura de um oceano.

Fonte: [www.drm.rj.gov.br/index.php/projetos-e-atividades/pedagogico/100-pedagogicoteoria](http://www.drm.rj.gov.br/index.php/projetos-e-atividades/pedagogico/100-pedagogicoteoria)

## b) Domínios de placas convergentes

Nas zonas de encontro das placas tectônicas, os esforços tectônicos convergentes geram tensões compressivas que levam à formação de estruturas rochosas intensamente dobradas e falhadas. As margens das placas em colisão são *ativas*, tendo em vista a intensidade do tectonismo e do vulcanismo que nelas ocorrem.

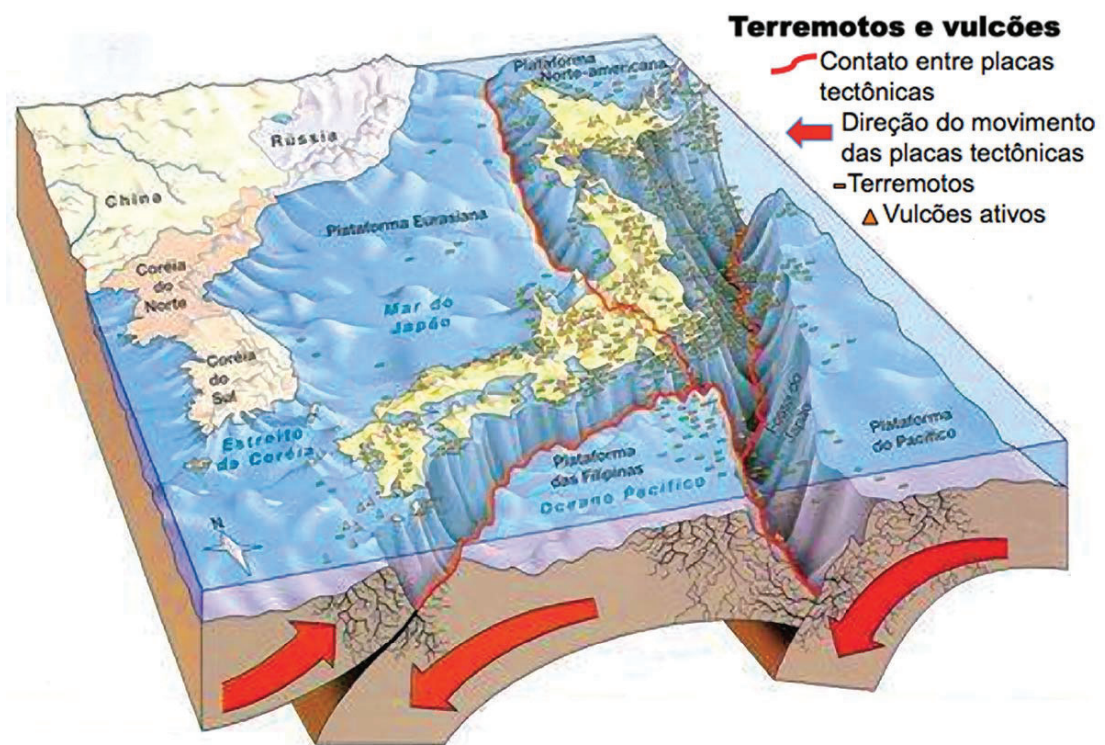
Nas crostas continentais, as formas de relevo que surgem pela colisão de placas são os grandes cinturões orogênicos (Dobramentos Modernos), como Andes, Alpes, Himalaia. Nas áreas oceânicas, a formação de arcos de ilhas (Japão, Nova Zelândia) e as grandes fossas submarinas estão associadas a esse fenômeno.

Observações e pesquisas evidenciam que o efeito da colisão de placas é distinto nos continentes e no fundo oceânico. As placas oceânicas – mais densas e sob o peso dos oceanos – afundam, entrando em *subducção*. As placas continentais, ao contrário, se deformam e se elevam, resultando em cordilheiras montanhosas. Isso ocorre, por exemplo, na colisão entre a placa oceânica do Pacífico e a placa continental sul-americana. No caso de colisão entre duas placas continentais, as duas se soerguem, gerando o processo de *orogênese*, ou seja, formação de montanhas. Isso acontece no caso da cadeia montanhosa mais elevada do mundo, que é o Himalaia (resultado do choque da placa asiática com a subplaca indiana). Quando duas placas oceânicas se chocam, as duas entram em subducção.

Assim, a colisão entre diferentes tipos de placas levará à formação de aspectos únicos de relevo, a saber:

- *Colisão entre duas placas oceânicas*: provoca a formação de fossas submarinas e arcos vulcânicos (**Figura 7.9**)

Ex.: Fossa das Marianas e arquipélagos das Filipinas e do Japão (colisão entre a placa eurásiana com as das Filipinas e a do Pacífico).



**Figura 7.9:** Esquema ilustrativo da colisão da placa litosférica das Filipinas e a do Pacífico com a placa Eurásiana; observa-se a fossa tectônica submarina formada em sua borda e os inúmeros vulcões ativos existentes.  
Fonte: <http://queirosstcs26.blogspot.com.br/2012/07/placas-tectonicas.html>

• *Placa oceânica com placa continental:* a subducção da placa oceânica leva à formação de fossas abissais (áreas deprimidas e profundas do piso submarino). A borda da placa continental em colisão se deforma, soerguendo-se. Acredita-se que o derretimento da crosta oceânica em subducção gere o material rochoso que extravasa dos vulcões ativos nas cordilheiras montanhosas em orogênese. O exemplo clássico de colisão entre placas distintas é o que ocorre na borda oeste do continente americano. No caso da América do Sul, esta se dobrou, formando a cordilheira dos Andes (**Figura 7.10**). Na área onde a placa de Nazca mergulha sob a placa sul-americana se forma a fossa Peru-Chile.

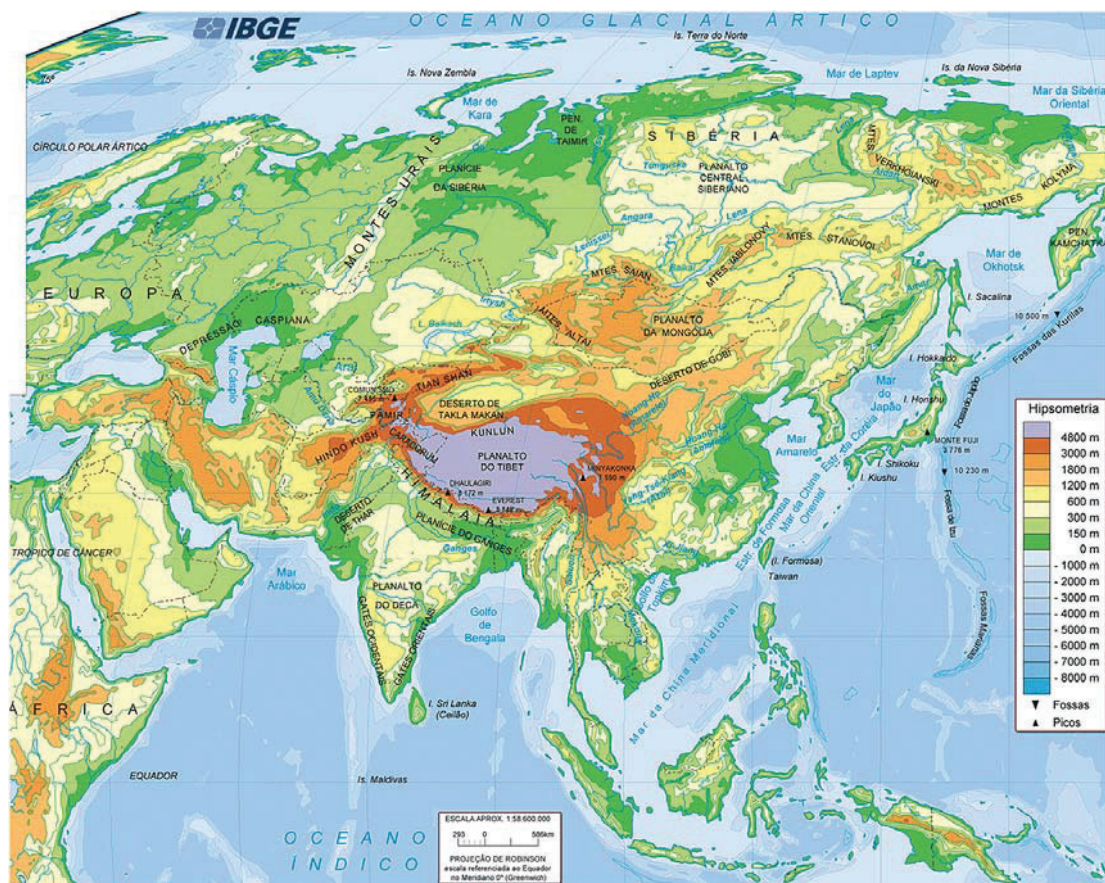




**Figura 7.10:** Mapa hipsométrico da América do Sul. Em cinza, localiza-se a cordilheira dos Andes, que possui uma altitude média em torno de 4.000m. Seu ponto culminante é o pico do Aconcágua, com 6.962m de altitude. Ao longo do litoral pacífico da América do Sul estende-se a fossa Peru-Chile, com profundidades que chegam a 11.000m.

Fonte: IBGE, 2007.

• *Colisão entre duas placas continental-continentais*: nesses casos, é muito difícil que uma placa mergulhe sobre a outra, devido principalmente à densidade de alguns elementos que compõem a crosta continental. Em alguns casos uma placa se sobrepõe a outra ou ambas se enrugam, formando cadeias de montanhas (orogênese). O exemplo mais conhecido é o choque entre a placa eurásiana com a indiana, e que deu origem à cadeia do Himalaia (**Figura 7.11**).

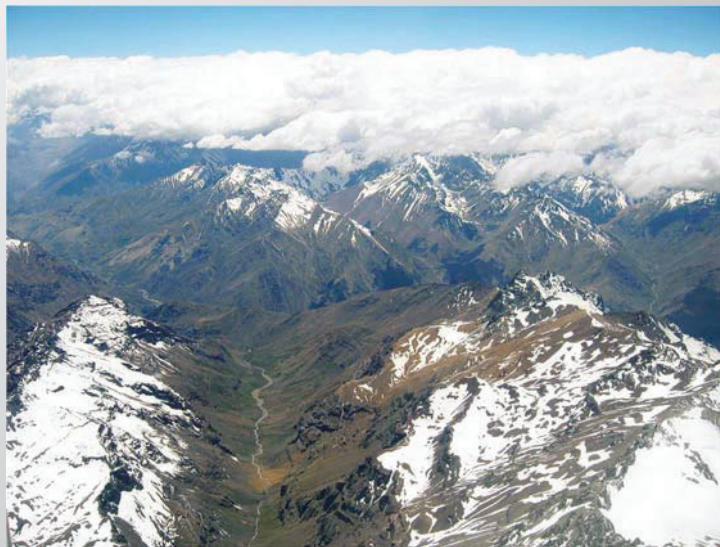


**Figura 7.11:** Mapa do relevo da Ásia. Observa-se o planalto do Tibete a uma elevação média de 4.500m, localizado entre a cordilheira do Himalaia (altitude do monte Everest – 8.848m), a sul, e o deserto frio de Taklamakan, situado na bacia do rio Tarim na porção central do continente, na República Popular da China. Fonte: IBGE, 2007.





As elevações montanhosas que ocorrem nas margens ativas atingem vários milhares de metros (cordilheiras do tipo andina). Surgem aí vertentes com declividades muito acentuadas e vales fluviais de grandes amplitudes altimétricas. As inúmeras elevações colocam os cumes das serras em condições de temperaturas frias, levando à formação de geleiras ao longo do ano todo (**Figura 7.12**). Essas geleiras e os frequentes (e violentos) tremores tectônicos e atividade vulcânica produzem frequentemente intensa mobilização de carga sólida para o fundo dos vales.



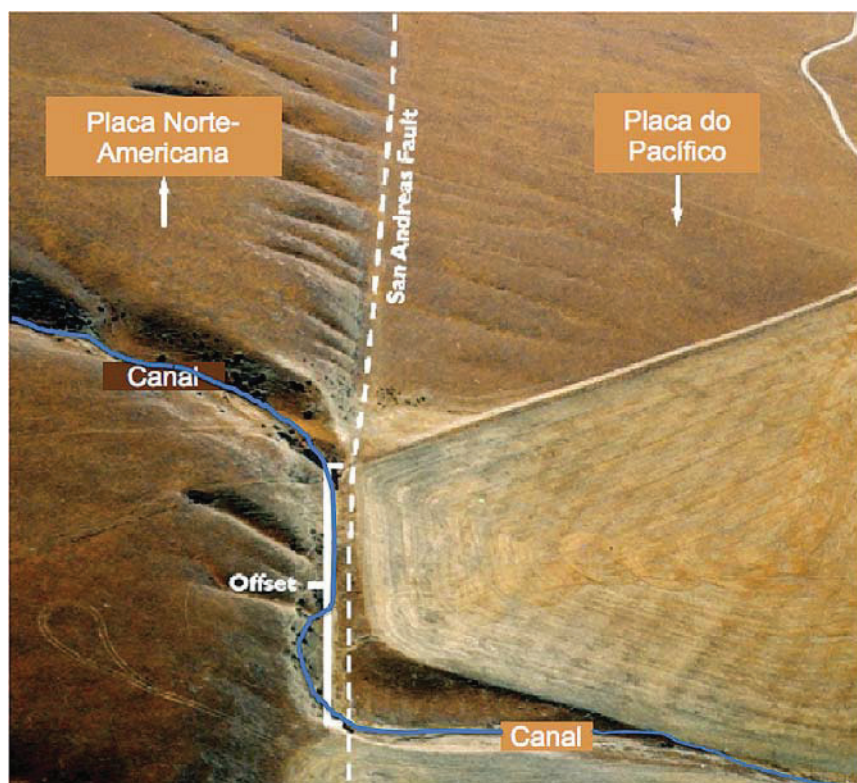
Telma M. Silva

**Figura 7.12:** Imagem parcial de elevações e vales fluviais localizados na cordilheira andina, com os cumes mantendo neve mesmo em período de primavera-verão.

c) Domínios de placas transcorrentes (ou transformantes)

Há áreas em que a movimentação dos blocos dá-se paralelamente, ou seja, sem esforços distensivos nem compressivos. As formas de relevo mais notáveis nessas áreas são grandes falhas geológicas, ladeadas em geral por escarpas de falhas oblíquas. Uma das áreas de transcorrência mais ativa se dá ao longo da Falha Alpine (Nova Zelândia), da Falha de San Andreas, na Califórnia (EUA).

A falha de Santo André (*San Andreas*) tem quase 1.300 km e é uma marca natural de um limite transcorrente (ou transformante) existente entre a placa norte-americana e a placa do Pacífico (**Figura 7.13**). A primeira se desloca 14 milímetros por ano em sentido sudeste, e a placa do Pacífico, cerca de 5 milímetros no sentido oposto. O atrito entre essas duas placas gera frequentes terremotos na região, o que torna a Califórnia uma das áreas de maior instabilidade tectônica do planeta.



**Figura 7.13:** Imagem da Falha de San Andreas, também referida como Falha de Santo André (San Andreas Fault). Observa-se o deslocamento do canal de drenagem (offset) que mostra a movimentação atual destas duas placas litosféricas (placa norte-americana e placa do Pacífico).

---



Veja outras ilustrações e explicações sobre tectônica de placas e as formas de relevo resultantes da interação entre elas nos endereços a seguir relacionados:

[http://www.dge.uem.br/stevaux/ADAP\\_Tec\\_placas\\_IGCred2.ppt](http://www.dge.uem.br/stevaux/ADAP_Tec_placas_IGCred2.ppt)

[http://www.ige.unicamp.br/lrdg/pdf/88\\_PT\\_thru\\_window\\_pt.pdf](http://www.ige.unicamp.br/lrdg/pdf/88_PT_thru_window_pt.pdf)

[http://www.oceanografia.ufba.br/ftp/Geologia\\_Marinha/AULA\\_4\\_3\\_Tectonica\\_Placas\\_margens.pdf](http://www.oceanografia.ufba.br/ftp/Geologia_Marinha/AULA_4_3_Tectonica_Placas_margens.pdf)



## Atende ao Objetivo 2

2. Utilize um atlas geográfico ou meios digitais para localizar as áreas a seguir e relacione-as à divergência (D), colisão (C) ou transcorrência (T) de placas tectônicas. Consulte o mapa da **Figura 7.4** (ou outro mais detalhado) para relacionar as placas em interação nas áreas respectivas.

1. (    ) Golfo da Califórnia (placas \_\_\_\_\_)
2. (    ) Cordilheiras da América Central (placas \_\_\_\_\_)
3. (    ) Cordilheira dos Andes (placas \_\_\_\_\_)
4. (    ) Dorsal Mesopacífica (placas \_\_\_\_\_)
5. (    ) Cordilheira do Himalaia (placas \_\_\_\_\_)

## Resposta Comentada

É importante que o professor de Geografia saiba a localização de algumas das áreas de relevo mais notáveis do mundo. Claro que é muito mais importante que ele domine habilidades cognitivas (interpretação, comparação, descrição, dedução lógica, argumentação etc.), mas é sempre útil ter um arsenal de informações memorizadas. O hábito de manusear mapas e localizar áreas ajuda nesse processo. É nesse sentido que sugerimos que, além de localizar as áreas pedidas no mapa, você dedique um pouco mais de tempo vendo que países ou cidades estão por perto, como o relevo e o clima estão distribuídos e como isso afeta a distribuição demográfica e de atividades econômicas.

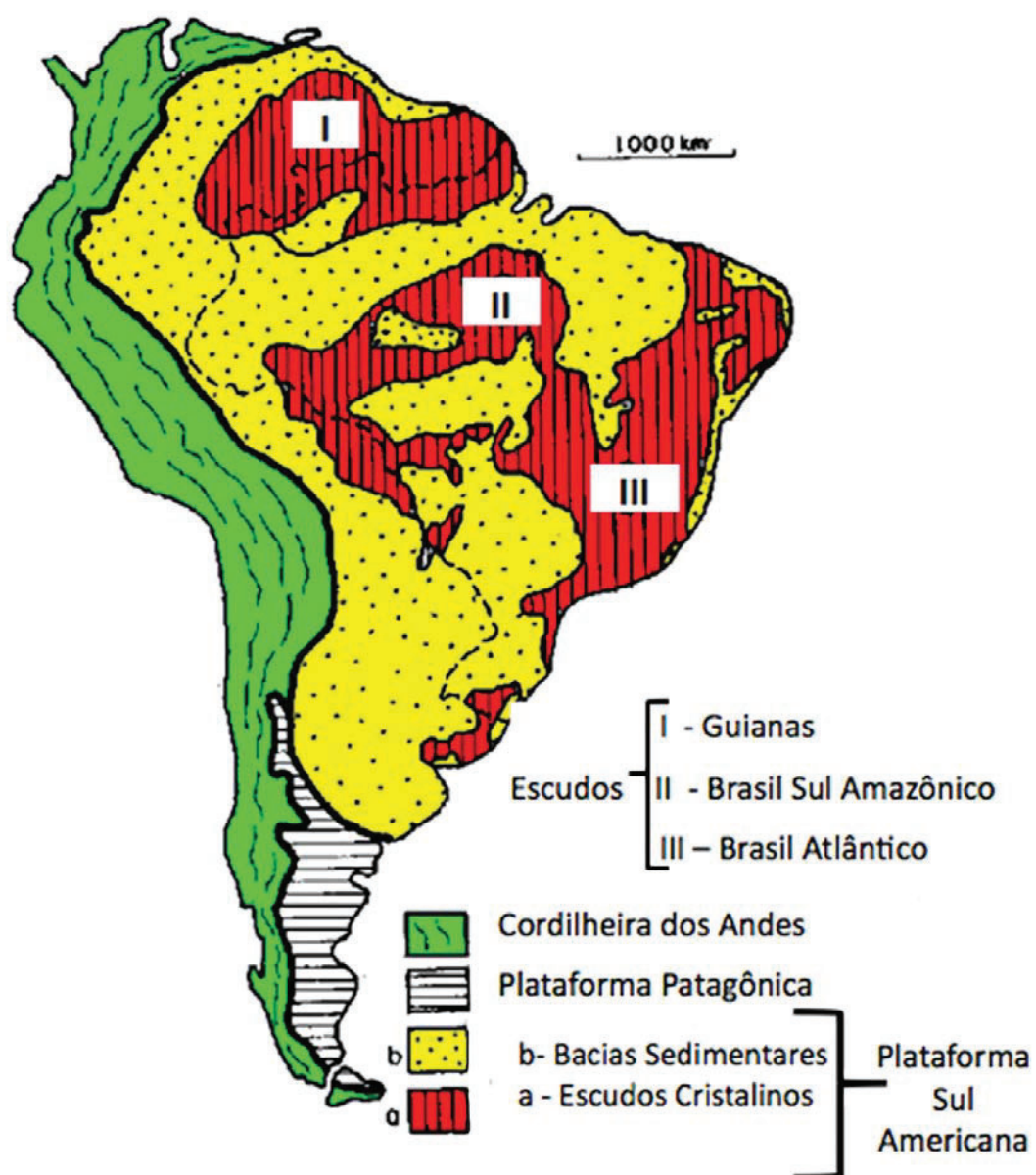
1. ( T ) Golfo da Califórnia (placas do Pacífico e da América do Norte)
2. ( C ) Cordilheiras da América Central (placas de Cocos e do Caribe)
3. ( C ) Cordilheira dos Andes (placas de Nazca e da América do Sul)
4. ( D ) Dorsal Meso-Pacífica (placas de Nazca e do Pacífico)
5. ( C ) Cordilheira do Himalaia (placas Indo-australiana e Euro-asiática)

---

## Controles estruturais das formas de relevo: a megageomorfologia

A crosta continental tem de 30 a 70 km de espessura e perfaz 1/3 da superfície terrestre, apresentando rochas com idade acima de 4.0 Ga (bilhões de anos). Suas características podem ser resumidas por sua composição litológica, predominantemente granítica-andesítica. Na verdade, há centenas de tipos de rochas e de estruturas geológicas nos continentes, mas podemos agrupar toda essa diversidade em três estruturas geológicas básicas: escudos, plataformas estáveis e cadeias montanhosas dobradas.

Observe a **Figura 7.14** e veja que esses três tipos de estruturas geológicas aparecem na América do Sul:

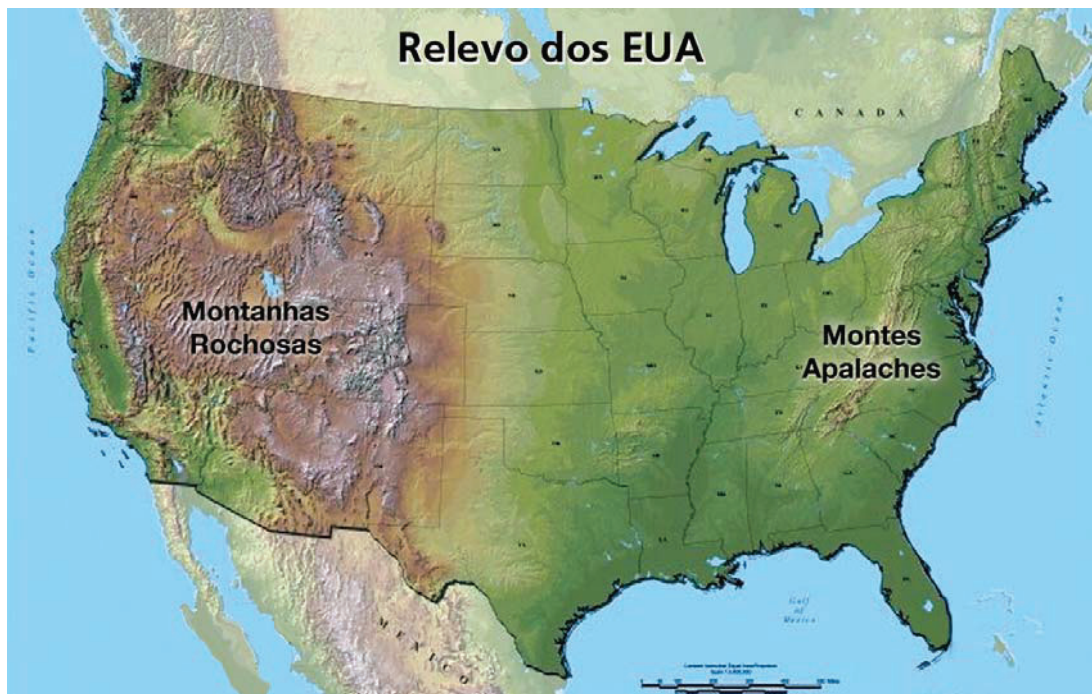


**Figura 7.14:** Ilustração esquemática da estrutura geológica da América do Sul.

Fonte: Adaptado de Ross, 1995.

- **Escudos:** correspondem às áreas da crosta continental (embasamento cristalino da Terra) que está exposta em superfície, sendo relativamente “aplainados” devido aos longos períodos de exposição à erosão. São constituídos basicamente de rochas ígneas e metamórficas muito antigas. Há áreas nos escudos que podem ter sido tectonicamente ativas no passado, mas se estabilizaram há milhões de anos.
- **Plataformas estáveis:** correspondem às extensas áreas rígidas e estáveis dos continentes, sujeitas a movimentos tectônicos relativamente pequenos. As plataformas são formadas pelo embasamento cristalino da Terra e por coberturas sedimentares (bacias sedimentares) que preenchem as depressões do embasamento. Assim, as plataformas são constituídas dos escudos e das bacias sedimentares (que recobrem as áreas deprimidas da crosta terrestre).
- **Cadeias montanhosas dobradas:** formadas em zonas de convergência de placas tectônicas. Correspondem a faixas relativamente estreitas, muito elevadas e com centenas de quilômetros de comprimento. Apresentam rochas intensamente dobradas (e com magmatismo associado). São denominadas *cinturões orogenéticos ativos*, como as do tipo cordilheirano (Alpes, Rochosas, Andes, Cáucaso, Himalaia). Há exemplos de grandes cinturões orogenéticos antigos já estáveis, como por exemplos os montes Apalaches, nos EUA (**Figura 7.15**), e os montes Urais, na Rússia.





**Figura 7.15:** Imagem dos EUA com destaque para as elevações das montanhas Rochosas a oeste e dos montes Apalaches a leste.

Fonte: <http://blogdocarniato.blogspot.com.br/2008/09/mais-mapas-eua.html>.

## Conclusão

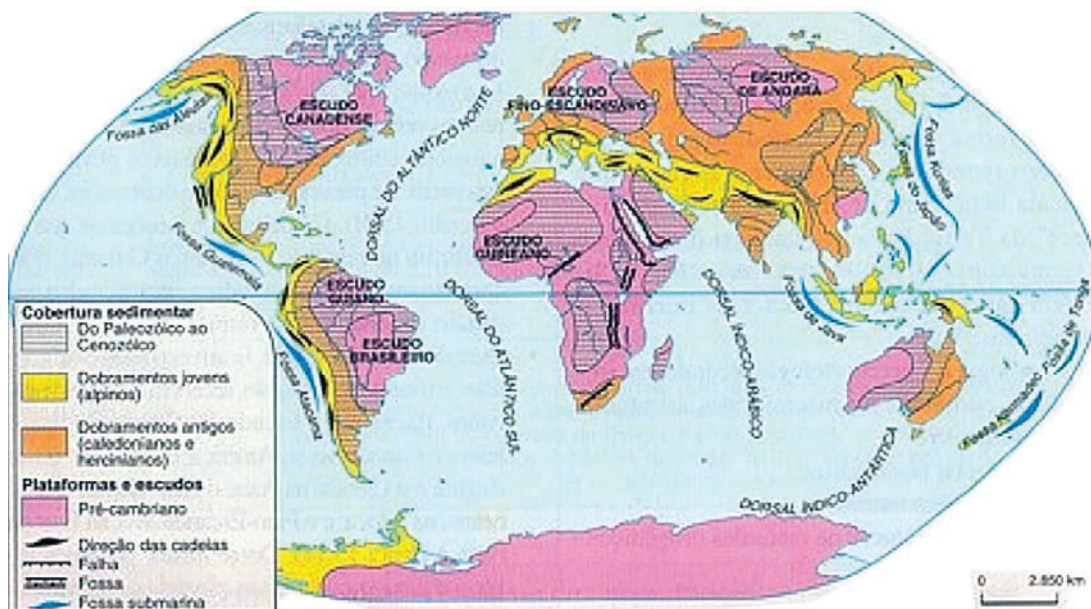
A geomorfologia estrutural viabiliza a interpretação de grandes unidades geomorfológicas, perceptíveis nas escalas global e continental. A compreensão das teorias de Tectônica de Placas e da Deriva Continental estimula a análise de fenômenos espacialmente muito distantes que, vistos em conjunto e integrados em uma lógica teórica, ampliam o espectro cognitivo dos alunos. O professor de Geografia deve estimular a compreensão desses fenômenos, bem como estimular a produção de conhecimentos a partir de indagações que surjam a partir do debate das informações referentes à dinâmica geológica do planeta.



## Atividade Final

### Atende aos Objetivos 1, 2 e 3

#### Planisfério – estrutura geológica dos continentes



O mapa sintetiza as principais estruturas geológicas do planeta. Utilize mapas geológicos e de topografia, a fim de localizar os conjuntos morfológicos mencionados a seguir, associando-os à sua origem geológica e, quando for o caso, ao tipo de interação de placas tectônicas envolvidas na sua formação.

1. Montes Urais (Rússia): \_\_\_\_\_
2. Cadeia do Atlas (Marrocos): \_\_\_\_\_
3. Serras do planalto Atlântico (Brasil): \_\_\_\_\_
4. Dorsais atlânticas: \_\_\_\_\_
5. Alpes, Balcãs, Cáucaso, Himalaia: \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### *Resposta Comentada*

Este exercício complementa o da Atividade 2, tendo os mesmos objetivos: estimular a consulta a mapas físicos e associar informações relativas a aspectos geológicos e geomorfológicos. Você deve buscar na teoria da tectônica de placas as respostas para a configuração das unidades megageomorfológicas.

1. Montes Urais (Rússia): antigo dobramento orogênico, já estável.
2. Cadeia do Atlas (Marrocos): orogenia recente, provocada por choque entre a placa Euroasiática e africana.
3. Serras do planalto Atlântico (Brasil): escudos cristalinos muito antigos; o tectonismo antigo promoveu a elevação de serras, já estáveis e muito erodidas.
4. Dorsais Atlânticas: formadas por divergência de placas tectônicas; ao sul, afastam-se as placas da América do Sul e da África; ao norte, afastam-se as placas da América do Norte e da euroasiática.
5. Alpes, Balcãs, Cáucaso, Himalaia: montanhas orogenéticas recentes, resultantes do choque de placas tectônicas euroasiática, africana e indo-australiana.



## RESUMO

1. A litosfera é formada por grandes placas tectônicas que se deslocam e se deformam em função do movimento do magma abaixo dela.
2. As teorias de Tectônica de Placas e Deriva Continental explicam a formação e a dinâmica de grandes unidades de relevo.
3. As placas tectônicas podem ser continentais ou oceânicas. A interação entre elas pode ser de colisão, afastamento ou de transcorrência, levando à formação de formas de relevo específicas.
4. As grandes estruturas geológicas planetárias se subdividem em escudos cristalinos, plataformas estáveis e dobramentos modernos. Cada uma dessas grandes estruturas apresenta unidades megageomorfológicas específicas, a elas associadas.



Geomorfologia  
Geral

Referências

## Aula 1 .....

AFONSO, A.E.; ARMOND, N.B. Reflexões sobre o ensino de Geografia Física no ensino fundamental e médio. In: *Anais do X ENPEG*, Porto Alegre: UFRGS, 2009.

ARMOND, N.B.; AFONSO, A.E. Da Geografia Física à Geografia (sócio) ambiental e seu “retorno” à Geografia: breves reflexões sobre mutações epistemológicas e o campo científico. In: *Anais do XVI ENG*, Porto Alegre, 2010.

CHRISTOFOLETTI, A. As perspectivas dos estudos geográficos. In: CHRISTOFOLETTI, A. (org.). *Perspectivas da Geografia*. 2ª ed. São Paulo: Difel, 1985.

COMPIANI, M. *As geociências no ensino fundamental: um estudo de caso sobre o tema “A formação do Universo”*. Tese de Doutorado em Educação, área de concentração: Metodologia do Ensino. Campinas: Unicamp, 1996.

GALVÃO, C.F.; AFONSO, A.E. *A geografia e os ciclos*. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Educação da Cidade do Rio de Janeiro, 2009.

GONÇALVES, C.W.P. *Os (des)caminhos do meio ambiente*. São Paulo: Contexto, 2006.

LATOUR, B.. *Jamais fomos modernos*. Ed. 34 Literatura S/C Ltda., 1994. 149 p.

MASSEY, D. *Pelo espaço: uma nova política da espacialidade*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. 312 p.

MENDONÇA, F. *Geografia e meio ambiente*. 8ª ed. São Paulo: Contexto, 2005.

MENDONÇA, F. Geografia Socioambiental. In: MENDONÇA, Francisco & KOZEL, Salete (org.). *Elementos de epistemologia da Geografia contemporânea*. EdUFPR, 2004.

MONTEIRO, C.A.F. *Geossistemas: a história de uma procura*. São Paulo: Contexto, 2001.

MONTEIRO, C.A.F. Geografia entre os séculos XX e XXI: minha vivência na 2ª metade do 1º e na entrada do 2º e inquietações sobre o futuro. In: *GEOgrafia*. Niterói, nº 16, 2006.

MOREIRA, R. As categorias espaciais da construção geográfica das sociedades. In: *GEOgrafia*. Niterói: volume 3, nº 5, 2001.

MORIN, E. *O método*. V. 6 – Ética. Tradução de J.M. da Silva. Porto Alegre: Sulina 2006.

OLIVEIRA, A.O.S.A. *Contribuição teórico-metodológica para o ensino da Geomorfologia*. Tese de Doutorado. Presidente Prudente. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2010.

SANTOS, M. *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. 4ª ed. São Paulo: EdUSP, 2001.

SANTOS, M.; SILVEIRA, M.L. *O Brasil: território e sociedade no início do século XXI*. Rio de Janeiro: Record, 2001.

SOUZA, C.J. *Geomorfologia no ensino superior: difícil, mas interessante! Por quê?* Tese de Doutorado. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

STRAFORINI, R. *Ensinar Geografia: o desafio da totalidade-mundo nas séries iniciais*. São Paulo: Annablume, 2004. 190 p.

SUERTEGARAY, D.M.A. Geografia física (?) Geografia Ambiental (?) ou Geografia e Ambiente (?). In: MENDONÇA, Francisco & KOZEL, Salete (org.). *Elementos de epistemologia da Geografia contemporânea*. 1ª reimpressão. EdUFPR, 2004.

## **Aula 2** .....

CHRISTOFOLETI, A. *Modelagem de sistemas ambientais*. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1999.

CHRISTOPHERSON R.W. *Geossistemas: uma introdução à Geografia Física*. Tradução: Aquino, F.E. Porto Alegre: Editora Bookman, 2012.

GABLER, R.E.; SAGER, R.J.; WISE, D.L. *Essentials of Physical Geography*. 4ª ed. Saunders College Publishing, 1991.

MORAES, A.C.R. & COSTA, W.M. *A valorização do espaço*. São Paulo: ed. Hucitec, 1987.

PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T. *Para entender a Terra*. 4ª ed. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2006.

SUMMERFIELD, M.A. *Global Geomorphology: An introduction to the study of landforms*. E. Longman, 1991.

## **Aula 3** .....

PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T. *Para entender a Terra*. 4ª. ed. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2006.

SPOSITO, E.S. *Geografia e Filosofia: contribuição para o ensino do pensamento geográfico*. Presidente Prudente: Ed. Unesp, 2004.

VENTURI, L. B. *Praticando Geografia – técnicas de campo e laboratório*. São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2004.



## Aula 4 .....

CHRISTOPHERSON R.W. *Geossistemas: uma introdução à Geografia Física*. Tradução: Aquino, F.E. Porto Alegre: Editora Bookman, 2012.

CUNHA, S.B. & GUERRA, A.J.T. (orgs.) *Geomorfologia do Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

FLORENZANO, T.(org.) *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2008.

PENHA, H. M. 1994. Processos endógenos na formação do relevo. In: GUERRA, A.J.T. & CUNHA, S.B. (Orgs.). *Geomorfologia, uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T. *Para entender a Terra*. 4ª. ed. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2006.

VENTURI, L. B. *Praticando Geografia – técnicas de campo e laboratório*. São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2004.

## Aula 5 .....

CHRISTOPHERSON R.W. *Geossistemas: uma introdução à Geografia Física*. Tradução: Aquino, F.E. Porto Alegre: Editora Bookman, 2012.

FLORENZANO, T. (Org.) *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo: Ed. Oficina de Texto, 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Atlas geográfico escolar*. 4ª ed. Rio de Janeiro, 2007.

STRAHLER, A. *Geografia Física*. Barcelona: Ed. Omega, 1974.

VENTURI, L. A. B. (Org.) *Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório*. São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2005.

PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J. & JORDAN, T. *Para entender a Terra*. Tradução para o português coordenada por Menegat, R. da UFRGS. São Paulo: Ed. Artmed, 2006.

VALERIANO, M. M. Dados topográficos. In: FLORENZANO, T. G. *Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. cap. 3, p. 72-104.

## Aula 6 .....

BROCK, A. (2012) *Viewing Geomorphic Landforms with Google Earth. On the Cutting Edge — Professional Development for Geoscience Faculty / Teaching Geomorphology*, in the 21st Century, 2012. Disponível em <http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/geomorph/activities/23279.html>

LIMA, R.N.S. (no prelo). Google Earth aplicado à pesquisa e ensino da Geomorfologia. In: *Revista de Ensino de Geografia*

OLIVEIRA, M. Z. ; VERONEZ, M. R ; MARCOS ; REINHARDT, A. O. Imagens do Google Earth para fins de planejamento ambiental: uma análise de exatidão.. In: Gerald Jean Francis Banon (INPE); Lise Christine Banon (INPE). (Org.). *XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*. 1 ed. São José dos Campos/SP: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2009, v. 1, p. 1835-1842, 2009

SIMON, L.H. & CUNHA, C. M. L. Utilização de imagens do Google Earth na identificação de feições geomorfológicas antropogênicas. In: *1º SIMPGEO/SP*, Rio Claro, 2008, ISBN: 978-85-88454-15-6, p.863-884, 2008.

VOGES, M. S. ; NASCIMENTO, R. S. Práticas pedagógicas e as imagens do Google Earth — alguns centros urbanos brasileiros e as questões ambientais. In: *II Encontro Iberoamericano de Educação. II Encontro Iberoamericano de Educação*. Araraquara, 2007.

## Aula 7 .....

GABLER, R.E.; SAGER, R.J.; WISE, D.L. *Essentials of Physical Geography*. 4ª ed. Saunders College Publishing, 1991.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Manual técnico de Geomorfologia*. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2009. 182p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Atlas geográfico escolar*. 4ª ed. Rio de Janeiro, 2007.

PENHA, H.M. *Processos endogenéticos na formação do relevo*. In: GUERRA, A.J.T. & CUNHA, S.B. (Eds.). *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 1994. p. 51-92.

PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J. & JORDAN, T. *Para entender a Terra*. Tradução para o português, coordenada por Menegat, R. da UFRGS. São Paulo: Ed. Artmed, 2006.

ROSS, J. *Geografia do Brasil*. São Paulo: EdUSP, 1996.

STRAHLER, A. *Geografia Física*. Barcelona: Ed. Omega, 1974.

TEIXEIRA, W. ; TOLEDO, M.C.M.; FAIRCHILD, T.R.& TAIOLI, F. *Decifrando a Terra*. São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2000.

VENTURI, L.A.B. (Org.) *Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório*. São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2005.



ISBN 978-85-7648-922-1



9 788576 489221



**UENF**  
Universidade Estadual  
do Norte Fluminense



**UFF**  
Universidade  
Federal  
Fluminense



Fundação Carlos Chagas Filho de Amperó  
à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro



**GOVERNO DO  
Rio de Janeiro**

SECRETARIA DE  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA



Ministério da  
Educação

