

Geografia Física I

Elias Nunes
Orgival Bezerra da Nóbrega Junior



Geografía Física I

Elias Nunes
Orgival Bezerra da Nóbrega Junior

Geografia

Geografia Física I

2ª Edição




SEDISUFRRN
Natal - RN, 2012

Governo Federal

Presidenta da República
Dilma Vana Rousseff

Vice-Presidente da República
Michel Miguel Elias Temer Lulia

Ministro da Educação
Aloizio Mercadante Oliva

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

Reitora
Ângela Maria Paiva Cruz

Vice-Reitora
Maria de Fátima Freire Melo Ximenes

Secretaria de Educação a Distância (SEDIS)

Secretária de Educação a Distância
Maria Carmem Freire Diógenes Rêgo

Secretária Adjunta de Educação a Distância
Eugênia Maria Dantas

FICHA TÉCNICA

COORDENAÇÃO DE PRODUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS

Marcos Aurélio Felipe

GESTÃO DE PRODUÇÃO DE MATERIAIS

Luciana Melo de Lacerda
Rosilene Alves de Paiva

PROJETO GRÁFICO

Ivana Lima

REVISÃO DE MATERIAIS

Revisão de Estrutura e Linguagem

Eugenio Tavares Borges
Janio Gustavo Barbosa
Jeremias Alves de Araújo
Kaline Sampaio de Araújo
Luciane Almeida Mascarenhas de Andrade
Thalyta Mabel Nobre Barbosa

Revisão de Língua Portuguesa

Camila Maria Gomes
Cristinara Ferreira dos Santos
Emanuelle Pereira de Lima Diniz
Flávia Angélica de Amorim Andrade
Janaina Tomaz Capistrano
Priscila Xavier de Macedo
Rhena Raize Peixoto de Lima
Samuel Anderson de Oliveira Lima

Revisão das Normas da ABNT

Verônica Pinheiro da Silva

EDITORIAÇÃO DE MATERIAIS

Criação e edição de imagens

Adauto Harley
Anderson Gomes do Nascimento
Carolina Costa de Oliveira
Dickson de Oliveira Tavares
Heinkel Hugenin
Leonardo dos Santos Feitoza
Roberto Luiz Batista de Lima
Rommel Figueiredo

Diagramação

Ana Paula Resende
Carolina Aires Mayer
Davi Jose di Giacomo Koshiyama
Elizabeth da Silva Ferreira
Ivana Lima
José Antonio Bezerra Junior
Rafael Marques Garcia

Módulo matemático

Joacy Guilherme de A. F. Filho

IMAGENS UTILIZADAS

Acervo da UFRN
www.depositphotos.com
www.morguefile.com
www.sxc.hu
Encyclopædia Britannica, Inc.

Catálogo da publicação na fonte. Elaborada por Edineide da Silva Marques CRB-15/488.

Nunes, Elias.
Geografia Física I [recurso eletrônico] / Elias Nunes e Orgival Bezerra
da Nóbrega Junior. – 1. ed. – Natal: SEDIS-UFRN, 2024.
117324 KB; 1 PDF

ISBN 978-65-5569-424-6

1. Geografia. 2. Física. 3. Geologia. I. Nóbrega Júnior, Orgival Bezerra.
II. Título.

CDU 911.2
N972g

Sumário

Apresentação Institucional	6
Aula 1 Abordando o planeta	7
Aula 2 A teoria unificadora	18
Aula 3 O ciclo da matéria	38
Aula 4 Minerais e rochas	54
Aula 5 Geologia física	76
Aula 6 Geologia histórica e do Brasil	97
Aula 7 A interação geossistêmica	109
Aula 8 Morfologias associadas aos processos endógenos	121
Aula 9 Morfologias associadas aos processos exógenos	142
Aula 10 Geomorfologia do quaternário	161
Aula 11 Geomorfologia ambiental	180
Aula 12 A geomorfologia do Brasil	196

Apresentação Institucional

A Secretaria de Educação a Distância – SEDIS da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, desde 2005, vem atuando como fomentadora, no âmbito local, das Políticas Nacionais de Educação a Distância em parceria com a Secretaria de Educação a Distância – SEED, o Ministério da Educação – MEC e a Universidade Aberta do Brasil – UAB/CAPES. Duas linhas de atuação têm caracterizado o esforço em EaD desta instituição: a primeira está voltada para a Formação Continuada de Professores do Ensino Básico, sendo implementados cursos de licenciatura e pós-graduação *lato e stricto sensu*; a segunda volta-se para a Formação de Gestores Públicos, através da oferta de bacharelados e especializações em Administração Pública e Administração Pública Municipal.

Para dar suporte à oferta dos cursos de EaD, a Sedis tem disponibilizado um conjunto de meios didáticos e pedagógicos, dentre os quais se destacam os materiais impressos que são elaborados por disciplinas, utilizando linguagem e projeto gráfico para atender às necessidades de um aluno que aprende a distância. O conteúdo é elaborado por profissionais qualificados e que têm experiência relevante na área, com o apoio de uma equipe multidisciplinar. O material impresso é a referência primária para o aluno, sendo indicadas outras mídias, como videoaulas, livros, textos, filmes, videoconferências, materiais digitais e interativos e webconferências, que possibilitam ampliar os conteúdos e a interação entre os sujeitos do processo de aprendizagem.

Assim, a UFRN através da SEDIS se integra o grupo de instituições que assumiram o desafio de contribuir com a formação desse “capital” humano e incorporou a EaD como modalidade capaz de superar as barreiras espaciais e políticas que tornaram cada vez mais seletivo o acesso à graduação e à pós-graduação no Brasil. No Rio Grande do Norte, a UFRN está presente em polos presenciais de apoio localizados nas mais diferentes regiões, ofertando cursos de graduação, aperfeiçoamento, especialização e mestrado, interiorizando e tornando o Ensino Superior uma realidade que contribui para diminuir as diferenças regionais e o conhecimento uma possibilidade concreta para o desenvolvimento local.

Nesse sentido, este material que você recebe é resultado de um investimento intelectual e econômico assumido por diversas instituições que se comprometeram com a Educação e com a reversão da seletividade do espaço quanto ao acesso e ao consumo do saber E REFLETE O COMPROMISSO DA SEDIS/UFRN COM A EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA como modalidade estratégica para a melhoria dos indicadores educacionais no RN e no Brasil.

**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA
SEDIS/UFRN**

Abordando o planeta

Aula

1



Apresentação

Iniciamos esta primeira aula mostrando as noções básicas sobre a origem, idade, e evolução do nosso planeta, bem como as formas observadas em sua superfície. Tudo isso constitui o objeto de estudo da disciplina Geografia Física I, que estamos começando agora. Mais precisamente, estamos falando de Geologia e Geomorfologia. Você verá que esta disciplina foi elaborada com a finalidade de ajudá-lo na compreensão sistêmica dessas noções fundamentais, e ela é imprescindível para quem busca compreender o alicerce físico de qualquer espaço que se aborde, enquanto futuro professor de geografia.

Nesta primeira aula, você verá um enfoque na maneira pela qual a ciência aborda, de forma sistêmica, o planeta, como as grandezas escalares observadas em tal prática. Dessa forma, você vai ver como uma abordagem científica pode fazer parte do nosso cotidiano em situações que geralmente não nos damos conta. Boa aula!

Objetivos

- 1 Descrever a constituição do sistema Terra.
- 2 Explicar a divisão cronológica da história da Terra.





A Terra

A Terra é um dos oito planetas que giram em torno do Sol. Este, por sua vez, é somente uma estrela, dentre os bilhões de estrelas da nossa galáxia – a Via Láctea. O mais incrível disso é que a nossa galáxia é apenas mais uma entre os bilhões de galáxias do universo. No entanto, apesar de toda a imensidão em que nosso planeta está inserido, trata-se de um planeta singular, pois se caracteriza pela existência de vida, pelo menos, como a compreendemos cientificamente.

O modo mais eficiente de investigar o mundo em que vivemos consiste na utilização do **método científico**. No entanto, apesar da atual disponibilidade tecnológica que nos propicia uma infinidade de instrumentos, você deve lembrar-se de que o mais importante e poderoso deles é a nossa mente, já que é através dela que dirigimos os demais instrumentos e viabilizamos a tecnologia. Na verdade, os instrumentos foram inventados pela mente para auxiliá-la na obtenção e organização da informação.

Ora, as informações advêm de exames preliminares de coisas e eventos, ou seja, resultam de **observações**, ou, ainda, do julgamento sobre tais observações ou explicação das mesmas, caracterizando o que chamamos de **interpretação**. É ao observar algo ou algum evento que interpretamos a realidade e construímos o nosso mundo.

Por sua vez, a interpretação de uma situação ou a suposição a respeito do comportamento de alguma coisa denomina-se **hipótese**. **Uma hipótese nada mais é que uma tentativa de explicação de um conjunto de dados**. Se a mesma é confirmada repetidamente pelos experimentos de outros estudiosos, então, pode ser elevada à condição de **teoria**.

Uma teoria pode ser abandonada se trabalhos subseqüentes mostrarem que é falsa. Por outro lado, a credibilidade cresce quando a teoria resiste repetidamente aos testes e são capazes de prever os resultados de novos experimentos.



Método científico

Para ver mais sobre método científico, visite: <http://www.molwick.com/pt/metodos-cientificos/520-tipos-metodos-cientificos.html#texto>. Acesso em: 26 jan. 2009.

Agora, a partir das definições sobre método científico, vamos nos voltar para a Geologia. Considerando a **Geologia** como a ciência que trata da Terra em todos os seus aspectos, isto é, sua história, composição e estrutura interna, bem como suas feições superficiais, é conveniente enfatizar o fato de que esses inúmeros aspectos nos são revelados de forma fragmentada, pois os mesmos têm origem principalmente em conhecimentos advindos das ciências exatas e biológicas.

Essa fragmentação caracteriza um cenário complexo que dificulta bastante uma compreensão ampla da **Geologia**, uma vez que todas as partes do nosso planeta, bem como todas as interações tomadas juntas, constituem o **Sistema Terra**. Embora os estudiosos há algum tempo pensem em termos de sistemas naturais, somente nas últimas décadas do século XX foi possível investigar em escala global, devido ao avanço tecnológico, como realmente funciona o Sistema Terra.

Dessa forma, buscando a obtenção de uma visão ampla da Geologia, apontamos, inicialmente, a teoria que unifica a compreensão fragmentada dessa ciência. Trata-se da **Teoria da Tectônica de Placas**, que aborda a Terra como um sistema unitário, baseado em processos, ou seja, possibilita a visualização de um sistema dinâmico e coerente, como também o elo entre os fenômenos geológicos.



Atividade 2

Pesquise na biblioteca do pólo, ou na rede mundial de computadores – *internet* – o que diz a teoria tectônica das placas.

O Sistema Terra

Antes de tudo, é importante que você saiba que o **Sistema Terra** é constituído por todas as partes do nosso planeta e suas interações.

Para entendermos o que é esse sistema, é bom primeiro saber que **sistema é um conjunto de elementos que se relacionam entre si, ou seja, dependem um do outro, para manter o equilíbrio, nesse caso, como nos referimos à Terra, para manter o equilíbrio de nosso planeta**, por isso a visão sistêmica da Terra partiu da constatação de que ela se caracteriza como um **sistema** aberto que troca energia e massa com seu entorno.

A dinâmica em questão se dá por intermédio das atividades geológicas e tais atividades são conseqüências de dois mecanismos térmicos: um interno e outro externo. O mecanismo interno se relaciona com os níveis de radioatividade nas profundezas do nosso planeta, já o mecanismo externo diz respeito à energia solar, ou seja, trata-se do calor da superfície terrestre proveniente do Sol.

Os principais componentes do Sistema Terra estão descritos na Figura 1.

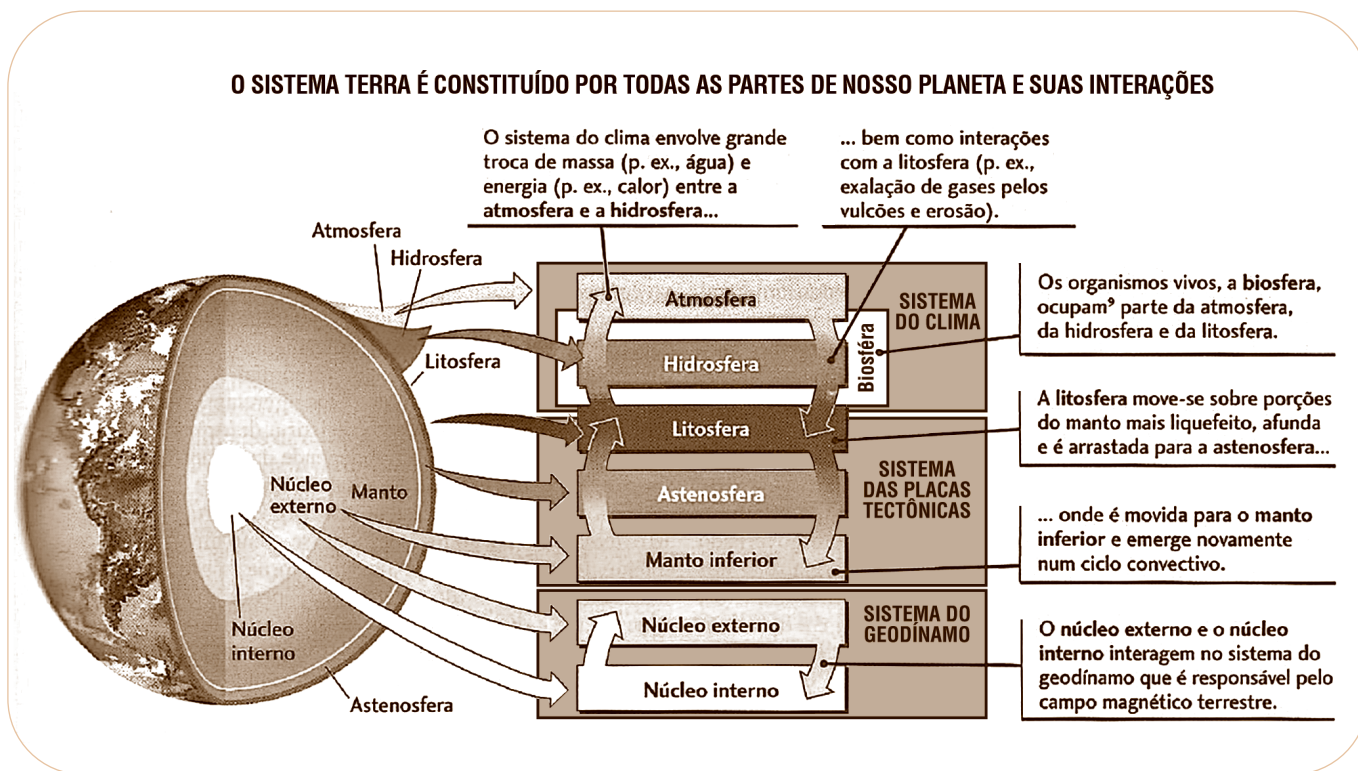


Figura 1 – Sistema Terra

A partir dessa figura, você pode identificar que Atmosfera, Hidrosfera, Litosfera, Astenosfera, Manto inferior, Núcleo externo, Núcleo interno, são partes de nosso planeta presente em três estruturas – Sistema do Clima, Sistema das Placas Tectônicas, Sistema do Geodinamo. Você pode ver mais sobre este assunto na disciplina Ciência da Natureza e Realidade, na aula 2 – A Terra: hidrosfera e litosfera.

Esses componentes hierarquizados, na verdade, representam a **estrutura** da Terra. Aqui, é interessante você observar que embora pensemos o nosso planeta como sendo um único sistema, estudá-lo por inteiro, de uma só vez, constitui um desafio. Portanto, faz-se necessário enfocarmos partes do sistema para um melhor entendimento.

As partes do Sistema Terra, ou seja, os subsistemas específicos que consideram os elementos do dinamismo de nosso planeta são denominados **geossistemas**. Logo, o Sistema Terra é compreendido como uma coletânea desses geossistemas, os quais se caracterizam por serem abertos, interativos e frequentemente se superpõem.

A abrangência escalar da dinâmica dos geossistemas engloba a dimensão espacial, variando do global ao local e temporal, considerando tempos diversos. Esses geossistemas correspondem a modelos ou teorias que explicam as possíveis interações entre os aspectos estruturais da Terra.

Considera-se como geossistema de abrangência escalar global os seguintes sistemas: **o sistema geodínamo**, que trata das interações no núcleo da Terra, **o sistema das placas tectônicas**, que engloba as interações desde o manto inferior até a litosfera, e **o sistema do clima**, que considera as interações da atmosfera, da hidrosfera e da biosfera sobre a superfície da litosfera.

Para melhor exemplificarmos tais interações, evidenciaremos o sistema do clima, que envolve grande troca de massa (água) e energia (calor), entre a atmosfera (ar) e a hidrosfera (água), como também a sua interação com o solo e com a litosfera (rocha).



Atividade 3

Quais subsistemas do Sistema Terra descritos na Figura 1 você e os demais seres vivos interagem diariamente?



O tempo geológico

Até o momento, apontamos a sistematização como uma boa maneira de estudar o nosso planeta. No entanto, consideramos basicamente a dimensão espacial. A outra dimensão a ser levada em consideração é tão ou mais importante quanto à primeira, trata-se do fator tempo, ou seja, estamos falando das grandezas escalares temporais.

Aqui, é importante salientar que esses dois tipos de grandezas escalares (espaço e tempo) devem ser compreendidos, simultaneamente, porque a visão sistêmica do planeta não pode ser feita sem a consideração de ambas.

A noção de tempo geológico é fundamental porque propicia a compreensão das transformações do planeta de modo lento, uma vez que permite visualizar processos da Terra que se desenvolvem numa multiplicidade de diferentes durações de tempo. Como exemplo dessa variabilidade, apontamos um terremoto que dura de segundos a minutos, até o soergimento de uma montanha, o qual leva vários milhões de anos para acontecer.

Nossa única fonte para cronometrar tais processos é o registro das rochas. As interpretações dos estratos rochosos e dos fósseis nos ajudam a determinar a **idade relativa** das camadas das rochas. Atualmente, de forma mais precisa, se utiliza da **física do decaimento radioativo** para determinar a **idade isotópica ou absoluta** da rocha, ou seja, trata-se do número real de anos que se passa desde a sua formação.

A construção da escala do tempo geológico como consequência da datação das rochas nos propicia uma evolução no modo de pensar o tempo, o nosso planeta e, inclusive, nós mesmos. Veja, se considerarmos proporcionalmente a idade da Terra como equivalente à duração de uma hora, o homem só aparece no início da segunda metade do último segundo dessa hora de referência. O homem, portanto, ocupa apenas um dos mais breves momentos da longa história da Terra.



Física do decaimento radioativo

Para saber um pouco mais sobre a física do decaimento radioativo, visite: <http://www.walter-fendt.de/ph11br/lawdecay_br.htm>.

Acesso em: 26 jan. 2009.

A escala do tempo da Terra se apresenta com quatro unidades cronológicas em ordem de abrangência decrescente: **eon**, **era**, **período** e **época**, conforme a Figura 2.

Éons	Eras	Períodos	Épocas	Tempo em milhões de anos
Fanerozóico	Cenozóico	Quaternário	Holoceno	0,011
			Pleistoceno	1,8
		Terciário	Plioceno	7
			Mioceno	26
			Oligoceno	37,5
			Eoceno	53,5
			Paleoceno	65
	Mesozóico	Cretáceo		136
		Jurássico		192,5
		Triássico		225
	Paleozóico	Permiano		280
		Carbonífero		345
		Devoriano		395
		Siluriano		435
Ordoviciano		500		
Cambriano		570		
Proterozóico	Prot. Superior			1000 – 1100
	Prot. Médio			1700 – 1800
	Prot. Inferior			2500
Arqueano	Arq. Superior			3000
	Arq. Inferior			2600 ?

Figura 2 – Divisão cronológica da história da Terra

Fonte: Popp (1998, p. 72).

A seguir responda a atividade para complementar as informações sobre a divisão cronológica da história da Terra.



Atividade 4

Pesquise na biblioteca do seu pólo ou na *internet* e responda as questões seguintes.

1

Qual a diferença entre idade relativa e idade absoluta?

2

Faça um pequeno texto sobre a história da cronologia do tempo geológico. Sugerimos os seguintes *sites* para você pesquisar: <<http://br.geocities.com/geologo98/espiral.html>>, <http://www.ufrgs.br/geociencias/cporcher/Atividades%20Didaticas_arquivos/Geo02001/Tempo%20Geologico.htm>.

Apontamos, finalmente, que a abordagem sistêmica é necessária para uma melhor compreensão, considerando as dimensões envolvidas à luz do método científico. Tal abordagem parte de uma teoria unificadora, tema da próxima aula, cujo objetivo é a obtenção de uma visão geral a respeito da Terra, o que possibilita correlacionar no tempo e no espaço a dinâmica dos aspectos físicos no nosso planeta.

Leituras complementares

COLIN, Renan. **História ilustrada da ciência**. São Paulo: Editora Círculo do Livro, 1983. v 1.

ALLÈGRE, C. **Introdução a uma história natural: do big bang ao desaparecimento do homem**. Lisboa: Editora Teorema, 1992.

Inicialmente, para uma melhor compreensão de como se dá a atividade científica com sua respectiva complexidade, e ainda, da mesma forma, buscando compreender o encadeamento dos aspectos naturais do planeta, apontamos as leituras complementares anteriores.

Essas duas publicações tratam especificamente da história geológica da Terra, sua origem, estrutura e composição.

Resumo

Nesta aula, você aprendeu que a ciência é uma ferramenta produzida pelo homem e que, considerando o método científico, é possível a construção de modelos teóricos que expliquem o que está sendo estudado. Você estudou, ainda, a necessidade de uma abordagem sistêmica como forma de melhor visualizarmos o planeta, buscando um modelo unificador de sua dinâmica. Por fim, você viu a necessidade de considerarmos as dimensões escalares, espacial e temporal, para melhor compreensão de sua complexidade.

Autoavaliação

- 1 Caracterize as estruturas do Sistema Terra.
- 2 Através da cronologia, conte a história da Terra.
- 3 Caracterize o clima, a hidrosfera e a litosfera da sua região?
- 4 A partir do que foi explicado sobre o método científico, traga um pouco essa idéia para sua área e construa um exemplo sobre esse método a partir daquilo que você conhece. Faça esse exercício a partir da tríade: observação, hipótese e teoria.

Referências

GUERRA, Antonio Teixeira; GUERRA, Antonio José Teixeira. **Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand, 2003.

POPP, José Henrique. **Geologia geral**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1998.

PRESS, F. et al. **Para entender a Terra**. 4. ed. Porto alegre: Boockman, 2006.

A teoria unificadora

Aula

2

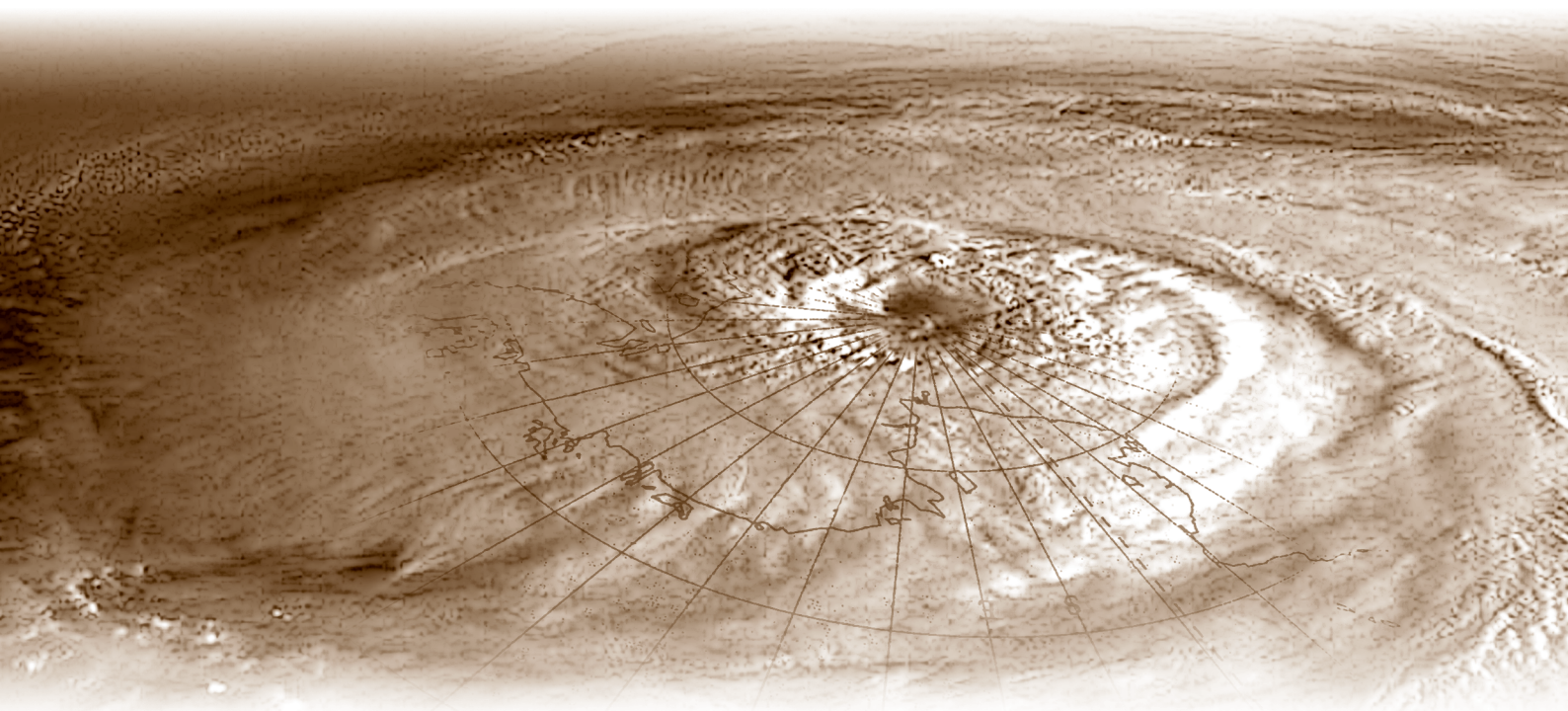


Apresentação

Na Aula 1 (Abordando o planeta), você estudou como a ciência aborda o planeta Terra ao usar as dimensões escalares **espacial** e **temporal** para visualizarmos uma **teoria** que explique o seu **dinamismo**, está lembrado? Nesta segunda aula, você vai estudar a teoria unificadora, que engloba, a partir do mecanismo motor, todos os movimentos da Terra e suas conseqüências. É necessário que você faça uma boa revisão da Aula 1 para que entenda bem essa aula. Bons estudos!

Objetivos

- 1 Entender a dinâmica do planeta Terra.
- 2 Explicar a teoria da tectônica de placas.
- 3 Compreender como se dá o mecanismo motor que move as placas.
- 4 Descrever como ocorre a deriva continental.



A dinâmica da Terra

Aí, na sua região, você já deve ter ouvido falar de grandes fenômenos naturais que ocorrem em nosso país, como tempestades de verão, enxurradas, pequenos e grandes terremotos. Em outras partes do mundo, outros fenômenos maiores têm uma grande repercussão, como maremotos, grandes terremotos, tsunamis etc. Como você deve saber, esses fenômenos naturais sempre atraíram a atenção do homem. No entanto, na falta de conhecimentos científicos para explicá-los, nós fazemos interpretações com base na experiência humana, a partir da observação e repetição desses fenômenos. À medida que passamos a compreender a natureza através da Ciência, substituímos as interpretações místicas por explicações científicas. É um pouco dessa compreensão que você vai estudar nessa aula e ao longo desta disciplina.

A evolução do conhecimento científico (fruto do trabalho de pesquisadores que se baseiam nas leis científicas, como, por exemplo, da Física) evidencia que a Terra, assim como boa parte de tudo que conhecemos, possui forma, densidade, volume, massa e composição definidas.

Tais observações podem ser diretas ou indiretas. Por exemplo: boa parte das informações sobre o interior do nosso planeta advém de estudos por meios indiretos, ou seja, o estudo das propagações de ondas sísmicas dá origem aos terremotos.

Dessa forma, o conhecimento científico atual aponta para as seguintes características da estrutura interna da Terra, expressas nas Tabelas 1 e 2:

Tabela 1 – Estrutura da Terra

Nome	Caracteres químicos	Caracteres físicos
Atmosfera	N_2 , O_2 , H_2O , CO_2 , gases inertes	Gasosa
Biosfera	H_2O , substâncias orgânicas e materiais esqueléticos	Sólido, líquido, muitas vezes coloidais
Hidrosfera	Água doce, salgada, neve e gelo	Líquido (em parte sólida)
Crosta	Rochas normais de silicatos	Sólido
Manto	Material de silicatos $(Mg, Fe)_2$, SiO_4 ; alguns sulfetos e óxidos de Fe	Sólido
Núcleo	Liga de ferro e níquel	Parte exterior líquida e mais intensa, possivelmente sólida

Tabela 2 – Caracteres da estrutura interna

Profundidade em Km	Denominação	Constituição litologia	Densidade	Temp. aprox.(°C)
15 a 25	LITOSFERA	Crosta superior	2,7	600°
30 a 50		Crosta inferior	2,95	1 200°
1 200	Manto superior	Periodito (semelhante, assiderito)	3,3	3 400°
2 900	Camada intermediária (manto inferior)	Silicatos c/sulfetos e óxidos (similar, meteoritos)	4,7	4 000°
6 370	Núcleo (nife)	Ferro metálico c/Ni (similar, sideritos)	12,2	4 000°

Obs.: note-se a densidade elevada (12,2) do núcleo, devido à alta pressão, em comparação com a do ferro (7,8).



Descontinuidades

Locais onde há mudanças rápidas na velocidade de propagação das ondas sísmicas, ao se deslocarem pelo interior da Terra. É através das descontinuidades que se provocam as modificações na composição mineralógica do planeta. Ver mais em: <<http://www.fis.unb.br/plasmas/aula082.pdf>>.

Acesso em: 29 jan. 2009.

Comumente, esta divisão interna da Terra é apresentada como na Figura 1 a seguir. Note a sua distribuição de acordo com as setas. Após a figura, inserimos um pequeno texto que encontramos na rede que explica brevemente cada característica das estruturas do nosso planeta e apresenta um bom resumo para seus estudos posteriores.

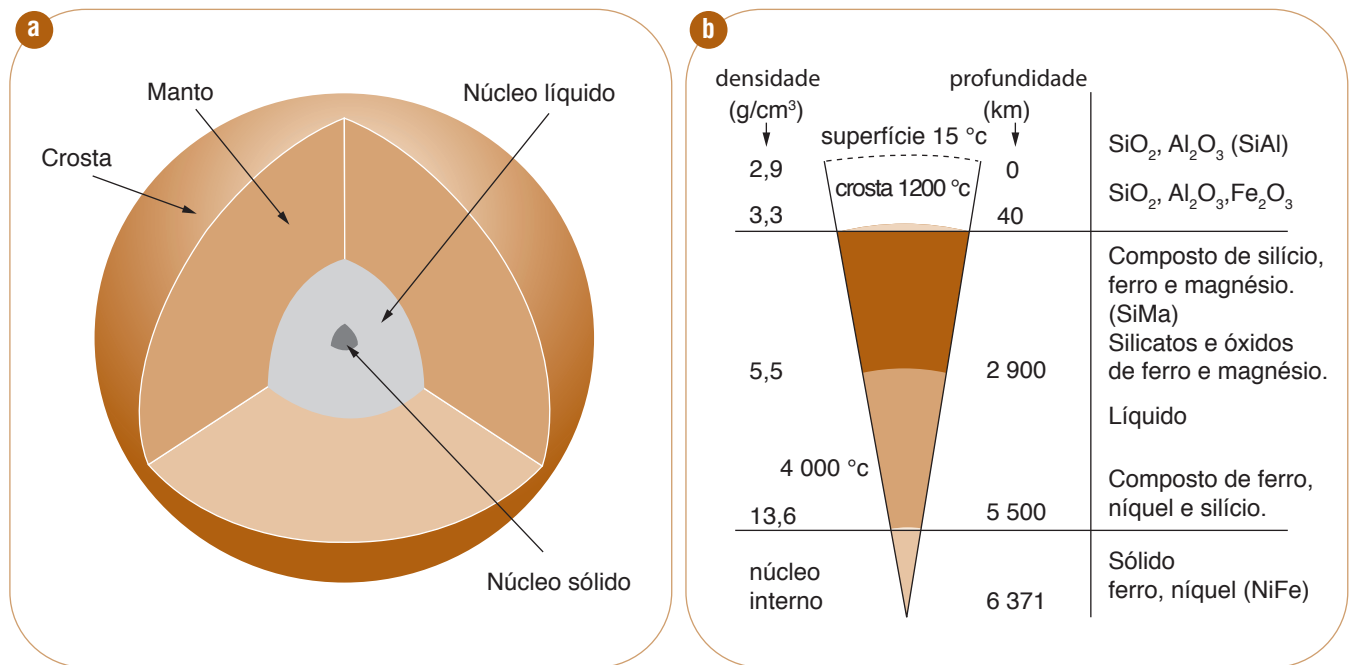


Figura 1 – a) estrutura interna da Terra; e b) as camadas da Terra separadas umas das outras por áreas denominadas **descontinuidades.**

Fonte: (a) <<http://www.juliobattisti.com.br/tutoriais/arlindojunior/geografafisica001.asp>>. (b) <<http://www.fis.unb.br/plasmas/aula082.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2009.

Veja esse esquema de estrutura da Terra que encontramos na internet de maneira reduzida. Lembre-se sempre que é importante que você pesquise esse assunto em mais de uma fonte, para ter acesso a publicações recentes e saber o que há de novo na comunidade científica sobre o comportamento dinâmico de nosso planeta.

Estrutura da Terra

A Terra é constituída por materiais sólidos, líquidos e gasosos, que se acham dispostos em camadas concêntricas.

De dentro para fora, as camadas da estrutura da Terra são: núcleo ou barisfera; manto; Sima ou Sial, que forma estrutura interna; litosfera, hidrosfera e atmosfera, que formam a estrutura externa.

Estrutura interna

A estrutura interior da Terra é formada por três camadas principais:

- camada externa (crosta terrestre)
- manto (ou camada intermediária)
- o núcleo

Núcleo

Parte mais interna do planeta. Pode ser dividido em núcleo externo e interno.

O núcleo externo comporta-se como líquido, apesar de sua composição metálica. Admite-se que seus componentes estão em estado de fusão. Estende-se de 2.900 *km* até 5.100 *km*.

O núcleo interno vai desde 5.100 *km* até o centro da Terra.

O núcleo da Terra é constituído por ferro e níquel.

A temperatura atinge 4.000/5.000 *C*.

Manto

Trata-se de uma camada intermediária situada acima do núcleo. Tem uma espessura aproximada de 2.900 *km*, e sua composição é de rochas ultrabásicas. Boa parte dos fenômenos que afetam a crosta terrestre tem origem na parte superior do manto.

* Magma é uma matéria em estado de fusão (pastosa), que constitui boa parte do núcleo e do manto.

Crosta terrestre

Representa apenas 1% da massa do planeta. Sua origem ocorreu a partir do resfriamento do magma. É, portanto, a camada superficial.

Podemos dividir a crosta terrestre (litosfera) em três camadas diferentes:

- *camada sedimentar superficial*: constituída por rochas sedimentares que, em certos lugares, pode atingir vários metros de espessura. Em outros lugares, desaparece.

– *camada granítica intermediária*: é constituída por rochas cuja composição é semelhante ao granito. Essa camada também é chamada de Sial.

– *camada basáltica inferior*: é bastante semelhante ao basalto. É chamada, também, de Sima.

Estrutura externa

É formada por litosfera, hidrosfera e atmosfera.

Litosfera

A litosfera (ou crosta terrestre), a parte consolidada da Terra, é formada por rochas e minerais. É todo estrato e substrato rochoso, que constitui o relevo submarino e os continentes e ilhas.

Hidrosfera

A hidrosfera é formada pelas águas oceânicas e águas continentais, incluindo os lençóis subterrâneos e o vapor aquoso da atmosfera.

Atmosfera

A atmosfera é a camada de ar ou envoltório gasoso que cobre a Terra.

Agentes estruturais

As modificações que ocorrem no relevo terrestre têm origem na ação de poderosas forças, que podem vir tanto do interior quanto da própria superfície do planeta. Essas forças são chamadas de agentes do relevo.

Os agentes do relevo podem ser (dependendo da origem):

– internos ou estruturais, pois modificam a superfície, alterando a sua estrutura.

Agem esporadicamente, mas com grande intensidade. São causados pelos movimentos da tectônica de placas.

– externos ou esculturais, pois modificam a superfície sem alterar a sua estrutura. Estes são de menor intensidade, mas atuam com mais frequência. Falaremos um pouco sobre os agentes estruturais.

Tectônica de placas

A palavra tectônica vem do radical grego *tektoniké*, que significa arte de construir. Um nome bem apropriado, pois essa teoria tem por objetivo demonstrar que a crosta terrestre se movimenta sobre o magma. Atualmente, a crosta terrestre está dividida em doze placas tectônicas. Essas placas acabaram por se “chocar” em certos pontos, fazendo alterações no relevo ao longo de milhares de anos.

Tectonismo pode ser definido como movimentos longos e prolongados da crosta terrestre, em virtude dos movimentos das placas tectônicas.

(ARAÚJO JÚNIOR, 2006, extraído da Internet).

Voltemos agora para as nossas tabelas. Ao observarmos comparativamente as grandezas apresentadas nas tabelas 1 e 2, podemos constatar, em conformidade com as leis da Física, o seguinte:

- a)** As camadas da Terra mostram grandes diferenças de espessura entre si. Veja que a litosfera representa menos de 1% da profundidade total do planeta;
- b)** Há uma relação entre o aumento de profundidade com o aumento de temperatura e da densidade;
- c)** Observe, do ponto de vista físico, que as partes mais superficiais se encontram solidificadas e menos densas; já as partes mais profundas apontam para o contrário;
- d)** Fica claro, portanto, que a parte superficial do planeta (litosfera), sendo menos densa, literalmente flutua sobre a parte mais densa (astenosfera), ou seja, a crosta solidificada não afunda no manto fundido devido à diferença de densidade;
- e)** No entanto, há que se considerar especificamente as grandes diferenças de temperatura. Isso implica que existem deslocamentos de massa segundo as leis da Física. Tal deslocamento se explica pela diferenciação de temperatura, o que causa os movimentos ascendentes de massa fundida em direção às partes menos quentes – as chamadas **correntes de convecção**;
- f)** É possível, portanto, visualizarmos que a litosfera não só se encontra flutuando, como também pode sofrer deslocamentos em relação à **astenosfera**, devido às inferências das correntes de convecção, que se chocam com a fina camada sólida da superfície da Terra.

Os movimentos evidenciados caracterizam o dinamismo interno da Terra. Tais transformações, evidentemente, ocorrem em tempos e espaços distintos.

Por exemplo, na dimensão temporal, a rapidez da propagação de ondas sísmicas é medida em km/s. Por outro lado, o soerguimento de uma montanha é medido em cm/século. Já na dimensão espacial, as ondas sísmicas atravessam o espaço entre as camadas da Terra, enquanto o soerguimento de uma cadeia de montanhas muda sua posição no espaço à medida que se levanta, centímetro por centímetro.

A deriva continental

Quando temos contato com estruturas como essas, bem definidas, perguntamo-nos quais foram as teorias que permearam o conhecimento científico até reconhecermos a Terra como um planeta de estruturas dinâmicas. Outras teorias existiram, e foram questionadas a partir de novas observações ou pelo emprego de novos métodos científicos.

Houve, por exemplo, a concepção que considerava o fundo do oceano e os continentes como fixos. Esta teoria foi atacada desde o final do século XVI, mas somente no início do século XX, em 1915, o alemão Alfred Wegener (1880-1930) desenvolveu a teoria da deriva continental, que defendia a idéia de que os continentes não foram fixos durante toda a história da Terra. Pelo contrário, sofreram movimentos relativos.

Tal teoria baseou-se na apresentação de similaridades marcantes entre rochas e fósseis dos lados opostos do Oceano Atlântico, ou seja, foram identificadas correlações de rochas entre a América do Norte e a Europa, bem como correlações de rochas e fósseis entre a América do Sul e a África. Essas evidências levaram Wegener a postular a existência de um super continente, o qual denominou de **Pangéia** (do grego todas as terras), cuja fragmentação resultou nos continentes como os conhecemos hoje.

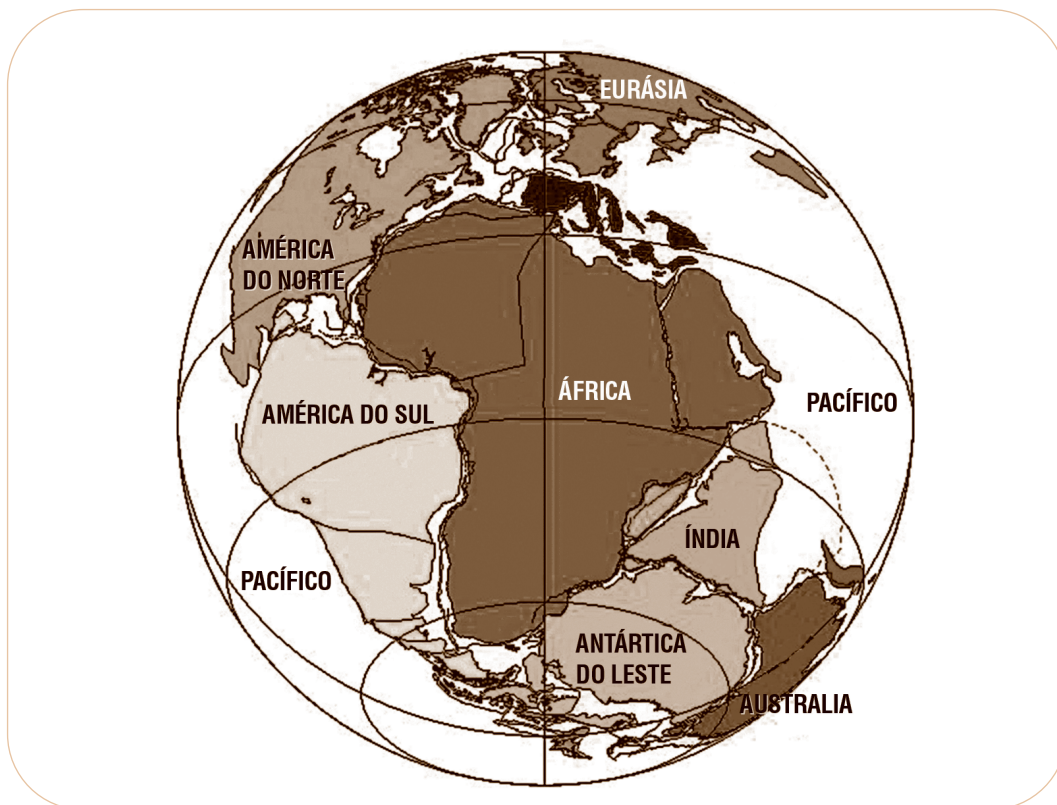


Figura 2 – Pangéia.

Fonte: <http://www.fossils.me.uk/assets/images/autogen/a_pangea_3.jpg>. Acesso em: 29 jan. 2009.

O mecanismo motor

Nos anos 60 do século XX, as explorações do fundo dos oceanos levaram ao mapeamento de feições que despertaram muitas especulações: trata-se das dorsais submarinas e dos vales profundos.

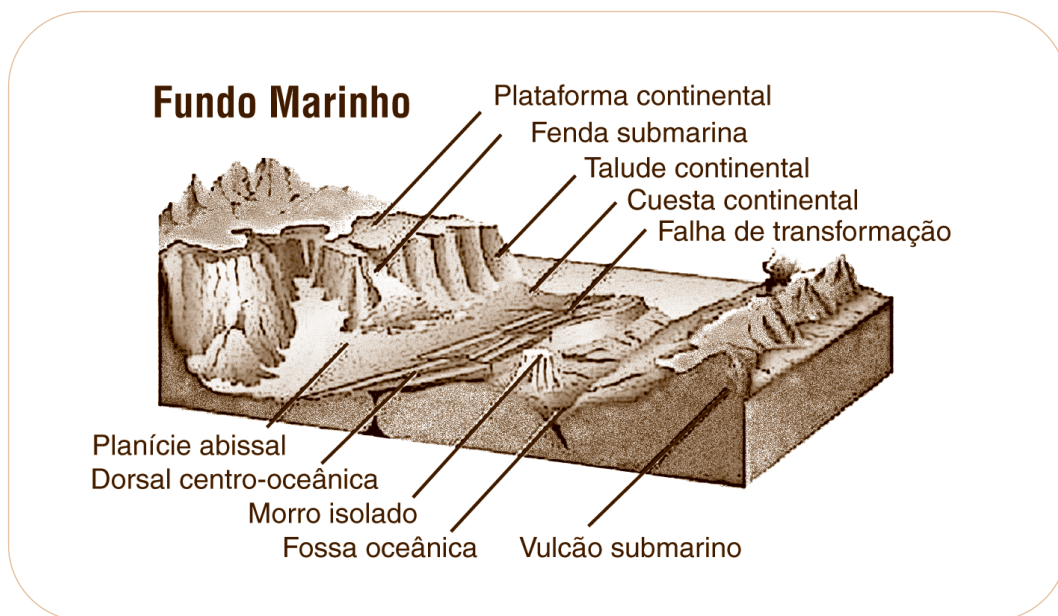


Figura 3 – Dorsal oceânica.

Fonte: <<http://www.ligaamigoscm.com/CM/Oceanos/htrm/azul/TopografiaFundoOceanico.htm>>. Acesso em: 29 jan. 2009.

Essas primeiras feições geológicas caracterizam-se por uma elevação no fundo do oceano, cujo centro tem duas cristas separadas por um vale que pode ter forma de fenda ou **rifte**. Como exemplo de formação com fendas, temos a Elevação Mesoatlântica. Quanto aos riftes, são vales de afundamentos com larga representatividade nos oceanos.

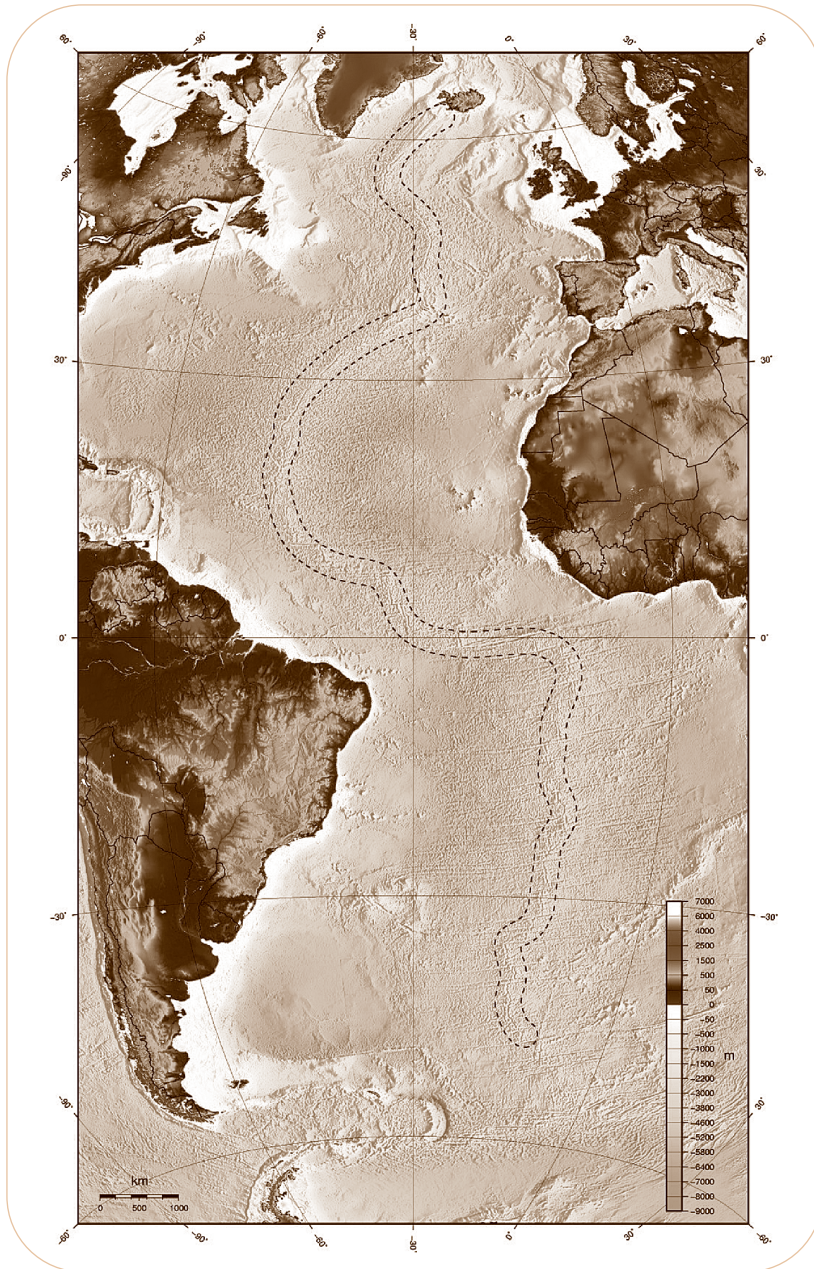


Figura 4 – Mapa mostrando a localização da Dorsal Mesoatlântica.

Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Dorsal_meso-atlântica>. Acesso em: 29 jan. 2009.

Pesquisadores constataram que quase todos os terremotos do Oceano Atlântico ocorrem em áreas próximas a esse vale. Como a maioria dos terremotos é gerada por falhas tectônicas, esses resultados indicam que o rifte ou fenda constitui uma feição tectonicamente ativa.

No início dos anos 60 do século XX, Harry Hess e Robert Dietz propuseram que a crosta se separa ao longo de riftes nas dorsais meso-oceânicas, e que o novo fundo oceânico se forma pela ascensão de uma nova crosta quente nessas fraturas (PRESS et al, 2006, p. 49).

Trata-se, portanto, de um novo assoalho oceânico, que, na verdade, é o topo da nova litosfera criada. O novo assoalho se expande lateralmente a partir da fenda ou rifte, e é substituído por uma crosta mais nova num processo contínuo.

Com a explicação de que os continentes podem se separar por meio da criação de uma nova litosfera em fendas ou riftes meso-oceânicos, a hipótese de Hess e Dietz despertou novos questionamentos. Em outras palavras, se essa hipótese fosse considerada, a área da superfície do planeta deveria ter aumentado ao longo do tempo, de modo que a Terra ficaria cada vez maior. Contrariamente, para que esse crescimento do planeta não se confirmasse, o assoalho oceânico e sua litosfera subjacente deveriam ser destruídos e reciclados, retornando ao interior da Terra.

Cientistas reconheceram que, na verdade, o assoalho oceânico está sendo reciclado nas regiões de intensa atividade vulcânica e sísmica ao longo das margens da bacia do Oceano Pacífico, conhecidas como Círculo do Fogo.

Em 1965, o canadense John Tuzo Wilson 1908–1993 descreveu, pela primeira vez, a **tectônica** em torno do globo, em termos de placas rígidas movendo-se sobre a superfície terrestre. Em estudos subsequentes, outros geólogos mostraram que quase todas as deformações tectônicas atuais estão concentradas nos limites das placas.

Os defensores pioneiros da deriva continental perceberam que a convecção do manto é o “motor” que controla os processos tectônicos de grande proporção existentes na superfície terrestre. Aqui, compreendemos o manto como uma das camadas da Terra, composta por um fluido viscoso. O calor que escapa do interior do planeta provoca a convecção desse material (circulação ascendente e descendente), a uma velocidade de poucas dezenas de milímetros por ano.

A idéia de que, de algum modo, as placas litosféricas participam do fluxo desse sistema de convecção do manto é aceita por quase todos os cientistas da atualidade. No entanto, a maneira de como se dá essa convecção tem sido o tema das mais recentes pesquisas, ou seja, os detalhes do sistema de convecção permanecem em aberto até os dias atuais. Apesar das várias evidências, ninguém formulou, ainda, uma teoria que abrangesse todos os elementos do processo de convecção.



Atividade 3

Pesquise e responda:

Você sabe o que são **rifte** e **dorsais meso-oceânicas**? Faça um pequeno texto explicando esses dois elementos.

A tectônica de placas

Como você viu na aula passada, uma teoria pode ser sempre revertida ou modificada. No entanto, a **teoria da tectônica de placas** explica tanto e tão bem o planeta Terra que tem sobrevivido a muitos esforços para falseá-la, de modo que podemos considerá-la como uma teoria verdadeira. Dessa forma, a compreensão dessa teoria propicia uma visão de síntese, ou seja, possibilita que enxerguemos as grandes ações gerais da Geologia. Sobretudo, possibilita que comecemos a entender aquilo que você viu várias vezes na Aula 1, que é a tentativa de entendermos a Terra como um sistema que agrupa variáveis que tornam o nosso planeta complexo.

Você já ouviu falar sobre a teoria da tectônica de placas? Resumidamente, essa teoria, baseada em evidências científicas, afirma que a litosfera está fragmentada em aproximadamente 12 placas rígidas que sofrem deslocamento, sendo que os limites entre essas placas são definidos pelos seus movimentos relativos. Esses movimentos se dão, principalmente, de três formas: **divergente, convergente e transformante**.



Figura 5 – A litosfera terrestre está dividida em cerca de uma dúzia de grandes placas, sendo várias placas pequenas e um número ainda indeterminado de microplacas.

Fonte: <<http://mundogeografico.sites.uol.com.br/geolo04.html>>. Acesso em: 29 jan. 2009.

Esses movimentos se dão a partir da convecção do manto e têm origem na energia oriunda do calor interno da Terra. Como consequência, as rochas sofrem deformações, fenômeno que se processa em escala global, mas encontra-se evidenciado segundo direções preferenciais. Veja o esquema do movimento das placas na Figura 6 a seguir:

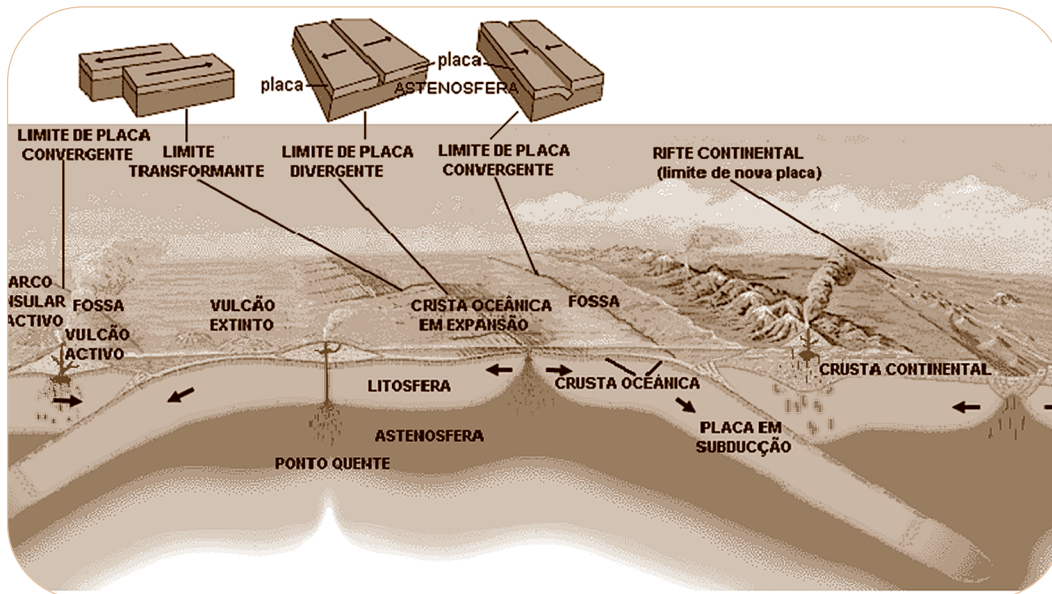


Figura 6 – Modelo esquemático da representação dos limites das placas, bem como dos principais aspectos determinantes da tectônica das placas.

Fonte: <http://domingos.home.sapo.pt/tect_placas_6.html>. Acesso em: 29 jan. 2009.

Para melhor visualizarmos a modelagem proposta pela teoria, imaginemos o planeta como uma superfície contínua, sem a água oceânica. A parte externa da Terra – ou seja, a **litosfera** – é rígida; logo, não é uma capa contínua, já que está fragmentada em um mosaico de placas que sofrem deslocamentos.

Para saber mais...

Litosfera

- Litofera ou crosta terrestre é a camada menos densa da Terra e a mais consistente. É constituída de duas camadas: uma externa, Sial (15 a 25 *km* de profundidade), e outra interna, Sima (25 até 60 *km* de profundidade). Tem uma variação de temperatura de 15°C até 1.200°C.
- No Sial, encontramos os elementos químicos que concentram 90% dos minerais formadores das rochas do subsolo da crosta, como o silício, alumínio, oxigênio e ferro. O Sial é mais espesso em áreas montanhosas, com profundidade de no máximo 60 *km*. É também chamado de camada granítica.
- Abaixo do Sial vem o Sima, ou camada basáltica, onde predomina a rocha vulcânica chamada de basalto; seus elementos químicos dominantes são o silício e o magnésio.

- A litosfera, nos oceanos, tem cerca de 5 km, e só apresenta o Sima. Daí as ilhas oceânicas serem de natureza basáltica.
- Geologicamente, a crosta terrestre é a camada mais importante para nós, pois nela estão as rochas que são formadas por minerais que representam o ponto de partida para a indústria extrativa mineral. Além disso, do contato, das reações, combinações e desequilíbrios da litosfera (crosta sólida) da atmosfera (camada gasosa que envolve e protege a Terra) e hidrosfera (águas), surge a biosfera, área de domínio do homem, onde ocorrem condições de florescimento da vida vegetal e animal.
- A crosta não é uma camada única. Ela é constituída de várias placas tectônicas, divididas em três seções: continentes, plataformas continentais (extensões das planícies costeiras que declinam suavemente abaixo do nível do mar) e os assoalhos oceânicos (nas profundidades abissais dos oceanos).

(UNB, 2008, extraído da Internet).

Cada placa move-se como uma unidade rígida distinta, deslizando sobre a **astenosfera**, que também está em movimento e se caracteriza fisicamente pela fluidez ou viscosidade (provocada pelas altas temperaturas). Em nenhum caso uma placa é idêntica a um continente – além das placas maiores, existe uma série de outras menores. A seguir, a Figura 7 representa novamente as estruturas internas da Terra. O número 5 da figura em destaque é a astenosfera.

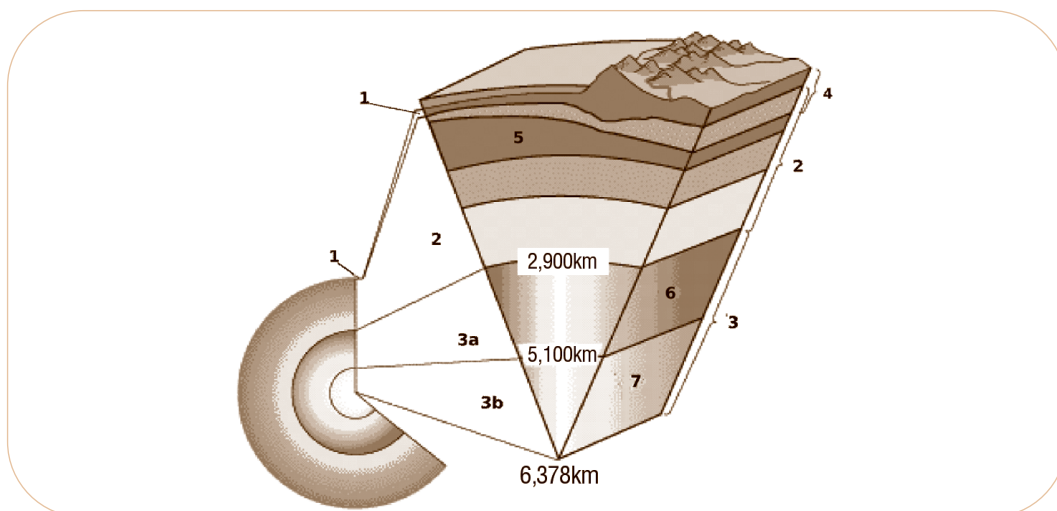


Figura 7 – Estrutura interna da Terra. A astenosfera está representada pelo número 5.

Fonte: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Astenosfera>>. Acesso em: 29 jan. 2009.

Considerando a escala do tempo geológico, essas placas rígidas descrevem movimentos laterais, e, periodicamente, verticais. Na interação dessas placas, ou seja, em seus limites, geralmente encontramos feições geológicas, como fendas ou riftes, vulcões e montanhas, assim como eventos geológicos (terremotos, por exemplo).

Existem três tipos básicos de limites entre as **placas tectônicas**: divergentes, convergentes e transformantes. No entanto, o que de fato acontece num limite de placa depende do tipo de **litosfera** envolvido, porque a litosfera oceânica e a continental comportam-se de modos diferentes. A crosta continental é formada por rochas mais leves e menos resistentes que a crosta oceânica ou o manto abaixo da crosta.

Nos limites divergentes, as forças extensionistas oriundas das correntes de convecção causam estiramento. Ou melhor, puxam as duas placas à parte, criando uma nova litosfera e, conseqüentemente, aumentando o tamanho das placas.

A separação das placas nos limites divergentes está associada, invariavelmente, à formação de vales paralelos em forma de fenda ou rifte (rifteamento), associados a atividades vulcânicas e terremotos. Nos oceanos, esse dinamismo caracteriza a dorsal meso-oceânica; nos continentes, os grandes vales em forma de rifte.

Esses limites evidenciam a expansão que explica, no tempo geológico, os milhões de quilômetros quadrados da crosta oceânica correspondentes ao **assoalho** de todos os atuais oceanos. Como as placas cobrem todo o globo terrestre, se elas se separam em certo lugar, deverão convergir em outros lugares. As placas formam os limites convergentes nos locais onde colidem frontalmente.

Os limites convergentes caracterizam-se pela junção de placas. Uma delas é reciclada, ou seja, uma delas retorna ao manto através de um “mergulho” decorrente das forças inerentes ao movimento das placas, cujo processo é denominado **subducção**. A junção de placas pode se dar entre placas oceânicas, entre placas continentais ou entre placas oceânicas e continentais.

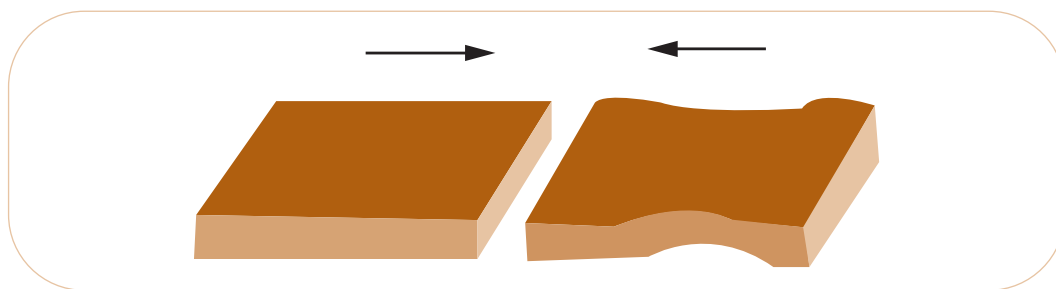


Figura 8 – Placas de limites convergentes. As setas mostram o movimento relativo das placas.

No primeiro caso, a convergência nas placas forma uma **fossa oceânica** e um **arco de ilhas vulcânicas**. No segundo caso, a junção das placas provoca o amassamento e o espessamento da crosta, dando origem a **altas montanhas e amplos planaltos**. No terceiro, a placa oceânica entra em **subducção**, e um **cinturão de montanhas** é formado na margem continental.

Nos limites transformantes, as placas deslizam horizontalmente, uma em relação à outra, devido a grandes falhamentos (ou seja, fraturas ao longo das quais ocorre um deslocamento relativo à medida que o deslocamento horizontal acontece entre os blocos adjacentes). No caso, a litosfera não é criada nem destruída, mas há terremotos com relativa frequência associados ao falhamento.

Portanto, a tectônica de placas evidencia que o sistema motor movimenta a litosfera sobre a **astenosfera**. Partindo da convecção do manto, em consequência do calor do interior da Terra, a tectônica das placas evidencia, ainda, que a própria litosfera se torna rígida ao se resfriar; porém, dividida em um mosaico de placas que continuam refletindo essas forças. Logo, à medida que deslizam a partir do centro de expansão, mergulham de volta no manto em zonas de subducção. Volte à Figura 5 e veja o esquema desta dinâmica e dos limites das placas.

Como as placas são rígidas, porém quebradiças, e podem apresentar três tipos básicos de limites, é possível visualizarmos como e onde a litosfera é formada ou destruída. Aqui, salientamos a correlação direta desses limites com as inúmeras feições geológicas existentes no planeta Terra.



Atividade 4

Pesquise e responda:

- a) O que é fossa oceânica e arco de ilhas vulcânicas?
- b) Quais os principais limites das placas tectônicas?
- c) Quantas placas tectônicas são conhecidas atualmente? Cite as principais.
- d) A partir da representação da Figura 5, faça um pequeno texto, descrevendo como se dão os movimentos das placas e a formação das altas montanhas, dos planaltos etc.

Bem, chegamos ao final de nossa aula. É importante que você tenha absorvido a dinâmica da Terra, entendido que os fenômenos naturais pelos quais somos afetados ocorrem desde o princípio da formação, e que somos parte deste grande sistema. Revise a aula, faça as atividades propostas e complemente os seus estudos indo à biblioteca do seu polo e entrando em sites de divulgação científica. Na próxima aula, vamos complementar esse estudo mostrando a interação entre os mecanismos internos ou externos.

Leituras complementares

Para obter ilustrações que facilitem uma visualização sintética do tema em apreço, procure imagens na internet da deriva continental e tectônica de placas. Sugerimos, também, as seguintes leituras:

ROSE, S. V. **Atlas da Terra**: as forças que formam e moldam nosso Planeta. São Paulo: Martins Fontes. 1994.

O autor mostra, em um atlas, a estrutura geológica que forma a Terra.

ABRIL COLEÇÃO. **Planeta Terra**. São Paulo: Time Life/Abril Livros, 1996.

O Planeta Terra é uma coleção que mostra todas as características físicas da Terra, como as rochas, rios, solos, vegetação, relevos e o clima.

Resumo

Nesta aula, você estudou o dinamismo interno do nosso planeta a partir das características da sua estrutura interna, bem como o encadeamento das evidências que culminaram na concepção da deriva continental. Você estudou, ainda, as hipóteses que evidenciaram a compreensão da existência de um mecanismo motor, que se constitui num ponto crucial para a formulação da teoria da tectônica de placas, hoje largamente aceita pela comunidade científica.

Autoavaliação

Considerando a leitura do conteúdo desta aula, responda os seguintes questionamentos.

1

Explique a teoria da tectônica de placas.

2

Descreva como se dão os limites das placas.

3

Fale sobre o motor que move as placas.

4

Defina o que é Pangéia.

5

Você é capaz de dizer como surgem fenômenos naturais como grandes cadeias de montanhas, planaltos e vulcões? Isso teria relação com a dinâmica da Terra? Explique.

6

O que é litosfera?

7

Como ocorre a deriva continental?

8

Suponha que você está em sala de aula, e na aula de hoje você abordará as placas tectônicas. Elabore um pequeno plano de aula explicando:

- a. Como você desenvolveria este tema;
- b. Quais aspectos você daria destaque;
- c. Que relações você estabeleceria com o cotidiano de seus alunos.

Referências

ARAÚJO JÚNIOR, Arlindo Matos de. Estrutura geológica da Terra. 2006. Disponível em: <<http://www.juliobattisti.com.br/tutoriais/arlindojunior/geografiafisica001.asp>>. Acesso em: 29 jan. 2009.

GUERRA, Antonio José Teixeira. **Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand, 2003.

LEINZ, Victor; AMARAL, Sergio Estanislau do. **Geologia Geral**. São Paulo: Companhia editora Nacional, 2003.

POPP, José Henrique. **Geologia geral**. Rio de Janeiro: LTC, 1998.

PRESS, F. et al. **Para entender a Terra**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB. Instituto de Física. **Laboratório de plasmas**. Disponível em: <<http://www.fis.unb.br/plasmas/aula082.pdf>>. Acesso em: 29 jan. 2009.

O ciclo da matéria

Aula

3



Apresentação

Nesta aula, você continuará estudando, a partir da visão de sistema que estamos vendo desde a primeira aula, o dinamismo inerente à superfície do planeta Terra, ou seja, você vai estudar a interação existente entre os mecanismos internos e externos da Terra. Essa visão será baseada/propiciada pela abordagem da teoria da tectônica de placas, tema da aula anterior, portanto, sugerimos fazer uma rápida revisão sobre esse assunto e traçar um paralelo entre o que foi estudado lá e o que vamos estudar aqui.

Objetivos

- 1** Descrever o ciclo da matéria.
- 2** Diferenciar o dinamismo endógeno e o dinamismo exógeno do planeta.
- 3** Explicar as rochas com os agentes geológicos.



Portanto, materiais e energia são trocados entre o interior da Terra, a superfície terrestre, os oceanos e a atmosfera.

Buscando uma melhor compreensão do ciclo da matéria ou das rochas, você deve se colocar como um observador privilegiado que visualiza a dinâmica da Terra através de uma perspectiva a partir da qual se possa delinear a superfície do planeta, pois você está na superfície desse planeta. A partir de tal perspectiva, consideremos todos os processos geológicos externos e internos, ou seja, o dinamismo sobre e sob a superfície terrestre, os quais denominamos respectivamente de fatores exógenos e endógenos. Observe a explicação na Figura 2.

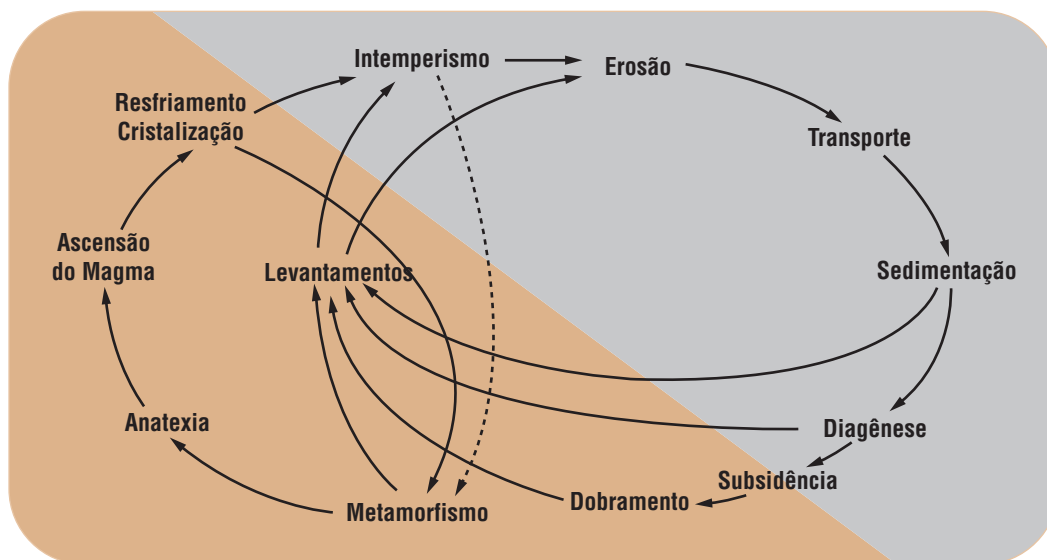


Figura 2 – Ciclo da matéria



Atividade 1

1

Explique o ciclo da matéria que ocorre na superfície da Terra.

2

Como podemos relacionar o ciclo da matéria com a visão sistêmica abordada nesta disciplina?

Fatores exógenos e endógenos

Ao falarmos sobre ciclo, você deve está pensando: que processos são envolvidos nesse ciclo? Bem, na Figura 1 você pode observar que o ciclo da Terra é composto tanto por fatores endógenos – internos – como por exógenos – externos.

Os fatores exógenos resultam de forças geológicas que agem externamente, modificando a superfície terrestre, são representados pela gravidade, calor solar, água corrente, gelo e degelo, ventos e seres vivos. Esses agentes exteriores agem conjuntamente modificando a paisagem.

Já os fatores endógenos, também chamados agentes internos ou forças subterrâneas, têm origem no calor que permanece no interior do planeta, podem ser sentidos externamente através de movimentos súbitos, rápidos ou lentos e imperceptíveis.

Começemos por um ponto qualquer da superfície emersa da Terra, cujas rochas preexistentes podem ser de qualquer tipo. Ora, qualquer parte da superfície terrestre está sob a influência dos agentes geológicos externos. Logo, a resultante dos desgastes provocados ao longo do tempo pelos fatores exógenos vai caracterizar uma fase do ciclo da matéria que se denomina intemperismo ou meteorização.

Intemperismo nada mais é do que o conjunto de processos mecânicos ou físicos, químicos e biológicos que ocasionam a fragmentação ou desintegração, e decomposição das rochas. Portanto, as rochas preexistentes que sofrem a ação dos fatores exógenos tornam-se friáveis, ou seja, reduzem-se a fragmentos ou a pó.

Dando continuidade a essa visualização, observe que o material oriundo das rochas preexistentes, agora desintegrado e/ou decomposto, continua sob a influência dos fatores exógenos, portanto, é passível sofrer pequenos deslocamentos, caracterizando, assim, a fase seguinte do ciclo, a qual se chama erosão. Vamos pensar um pouco? Responda a atividade a seguir.





Atividade 2

1

Para você, o que é erosão?

2

De que maneira a erosão altera a paisagem, ou seja, o espaço geográfico?

A partir do que você respondeu na atividade 2, vamos entender melhor o que é erosão? A erosão pode ser considerada como sendo a destruição das saliências ou reentrâncias do relevo que tende a um nivelamento, distinguem-se vários tipos de erosão, os quais refletem o agente geológico que provocou o desgaste, por exemplo, erosão do tipo pluvial, fluvial, eólica, marinha, glacial, entre outras.

Permanecendo a influência dos fatores exógenos, esses pequenos deslocamentos podem se tornar intensos. Aqui se delineia uma outra fase do ciclo da matéria, chamada de transporte. Trata-se de uma fase do trabalho erosivo que segue a ação da destruição, realizada pelos agentes ou fatores externos. Os rios, os ventos, os mares, as geleiras, as chuvas e a gravidade constituem os principais agentes da natureza de transporte de material na superfície terrestre.

Nesse ponto, é importante salientar a constatação física de que todo e qualquer material submetido às forças dos agentes externos, que esteja sofrendo deslocamento, pode ter o seu meio de transporte, em termos energético, superado pela ação da gravidade, cessando tal deslocamento. Então, o material é depositado, caracterizando uma nova fase do ciclo da matéria, denominada de depósito ou sedimentação.

Compreendemos depósito como o conjunto de materiais sólidos acumulados ou o processo pelo qual se verifica a deposição dos sedimentos. Conforme o agente mais importante que ocorreu ou originou tal acúmulo de materiais, pode ser chamado de depósito fluvial, marinho, glaciário, eólico, lacustre, entre outros.

Nesse ponto do ciclo da matéria, uma superfície qualquer composta de rochas preexistentes sofre a influência direta dos fatores ou agentes climáticos exógenos, culminando numa fase de desgaste e transporte e também numa acumulação posterior de material, dando origem às rochas sedimentares. Veja o esquema da Figura 2 para entender um pouco melhor o princípio da sedimentologia e o ciclo da matéria.

PRINCÍPIO BÁSICO DA SEDIMENTOLOGIA



Figura 3 – Princípio da sedimentologia

Fonte: <<http://geomarco.com/htm/temas/Sedimentar3.jpg>>. Acesso em: 29 jan. 2009.

Então, o processo de deposição ou sedimentação de material resulta nas rochas sedimentares. Logo, toda e qualquer rocha sedimentar é derivada da ação dos processos externos que desgastam a superfície do planeta, formando depósitos sedimentares, conforme você pode ver na Figura 4 a seguir.



Atividade 3

Vamos revisar um pouco!

A partir do que foi visto nas aulas anteriores e de pesquisas na internet, o que são e quais as características das rochas sedimentares?

Os depósitos sedimentares continuam, evidentemente, sob a influência dos agentes externos e o conjunto de fenômenos que começa a agir modificando os sedimentos desde o início da sua deposição caracteriza uma nova etapa do ciclo: a **diagênese**. Contrariamente ao intemperismo onde os desgastes provocados pelos agentes externos tornam friáveis as rochas preexistentes, na diagênese, os mesmos agentes contribuem para a compactação dos materiais depositados, ou seja, originam a coesão nas rochas sedimentares.

Diagênese

Somente para complementar o seu conhecimento, chamamos de diagênese todo processo que se refere aos processos geológicos (físicos, químicos, biológicos) de baixa temperatura, como desidratação, cimentação, compactação, dissolução, reações minerais e outros que sucedem à deposição de sedimentos, levando, geralmente, a transformação destes em rochas sedimentares. Esse processo de deposição chamamos mais comumente de litificação. Sobre esse assunto, veja mais em: <<http://www.unb.br/ig/glossario/verbete/diagenese.htm>>. Acesso em: 29 jan. 2009.



Figura 4 – Processo diagênético – litificação

Fonte: <http://www.uwsp.edu/geo/faculty/ritter/images/lithosphere/glacial/til DDS21_Mt%20Ranier_WA_large.jpg>. Acesso em: 29 jan. 2009.

O fenômeno **diagênético**, ou a **litificação**, no começo se dá de forma periférica, porém, com o decorrer do tempo, passa a ser mais profundo. É importante salientar que em todas essas transformações observa-se a eliminação gradual de qualquer traço de vida e a substituição da **cal** pela **sílica**. Esse é o motivo pelo qual podem ser encontrados fósseis em rochas.

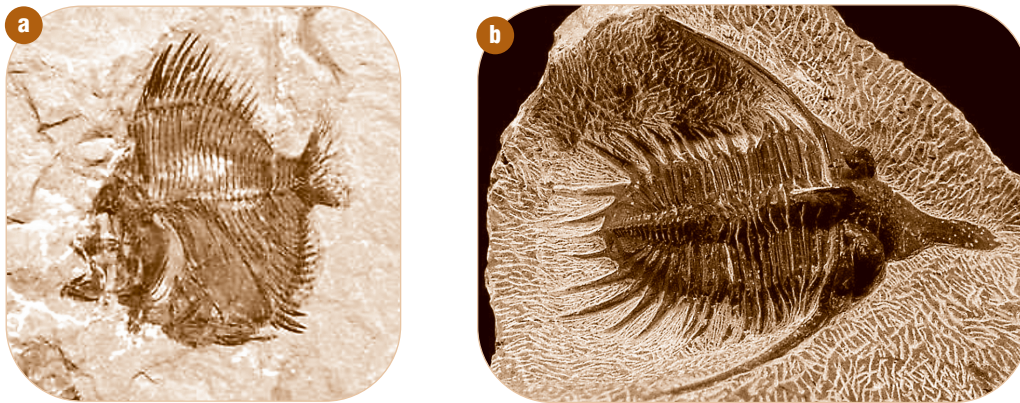


Figura 5 – Fósseis em rocha

Fonte: (a) <<http://www.colegiosaofrancisco.com.br/alfa/fosseis/imagens/fosseis.jpg>>. (b) <<http://skywalker.cochise.edu/weller/fossil/trilobite/6trilobite-moroccan183.jpg>>. Acesso em: 29 jan. 2009.

A subsidência, fase seguinte do ciclo da matéria, explica-se através do progressivo acúmulo de material que se deposita, portanto, a superfície está sendo progressivamente substituída pelo constante acúmulo do material, que ao depositar-se recobre a anterior fase externa do depósito. Com a progressão da deposição, as partes anteriormente externas desses depósitos vão ficando cada vez mais embaixo com relação à atual superfície.



Atividade 4

Pesquise e explique a relação entre intemperismo e diagênese.

Fatores endógenos

Vejam você que esse progressivo “mergulho” sofrido pelas sucessivas superfícies anteriores de um depósito, promovido pela deposição de novos materiais ao longo do tempo, nos possibilita a compreensão da fase onde as influências dos agentes internos, ou seja, passamos então a considerar os processos endógenos, os quais se traduzem pelas mudanças de pressão e temperatura.

Ora, o material progressivamente acumulado que sofreu o fenômeno da subsidência, agora diretamente influenciado pelas mudanças da dinâmica interna do planeta, evidentemente, passa a ser literalmente deformado devido às mudanças de pressão e temperatura que ocorrem ao longo do tempo. Veja o esquema apresentado na Figura 6.

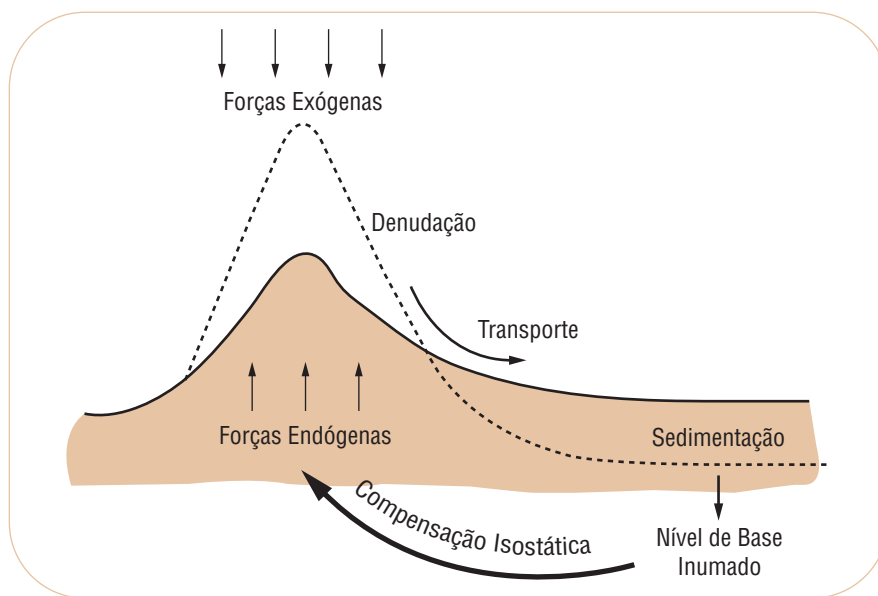


Figura 6 – Esquema de atuação das forças endógenas e exógenas, relacionadas à dinâmica do planeta.



Atividade 5

Para compreender melhor o ciclo da matéria, pesquise e responda: o que é “compensação isostática”?

Tais deformações que podem ser compreendidas como achatamentos, estiramentos, entortamentos, basculamentos entre outros, podem se tornar tão intensos que atingem a fase seguinte do ciclo da matéria que é a que se chama de dobramento.

Os dobramentos são os encurvamentos de forma acentuadamente côncava ou convexa que aparecem na crosta terrestre e, resultam de movimentos das forças tectônicas. Portanto, os dobramentos refletem a resistência que as rochas oferecem ao direcionamento preferencial dos movimentos tectônicos.

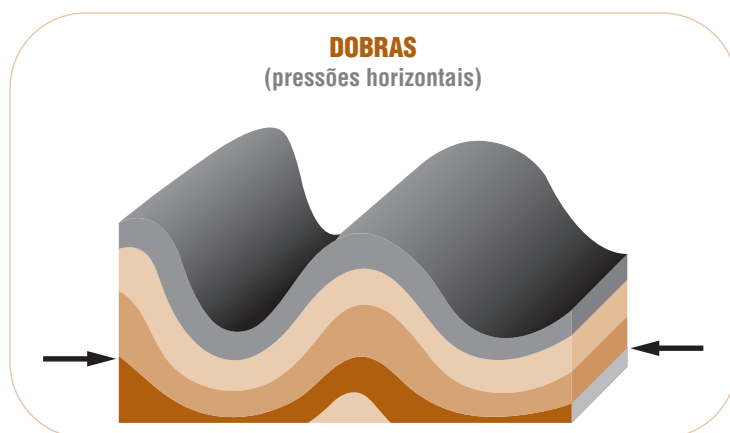


Figura 7 – Dobramentos

Fonte: <<http://www.colegioweb.com.br/geografia/agentes-internos>>. Acesso em: 29 jan. 2009.

As resistências que as rochas oferecem à dinâmica dos agentes geológicos endógenos variam de acordo com as características físicas e químicas dos materiais, no entanto, qualquer transformação em sua estrutura interna sofrida por essas rochas vai caracterizar a etapa do ciclo da matéria denominada metamorfismo.

O metamorfismo nada mais é do que o conjunto de processos pelos quais qualquer tipo de rocha venha a ser transformado sob influência da dinâmica interna do planeta. Logo, toda a rocha que tenha sofrido qualquer nível de transformação em sua estrutura interna, devido ao dinamismo interno do planeta, se caracteriza como rocha metamórfica.

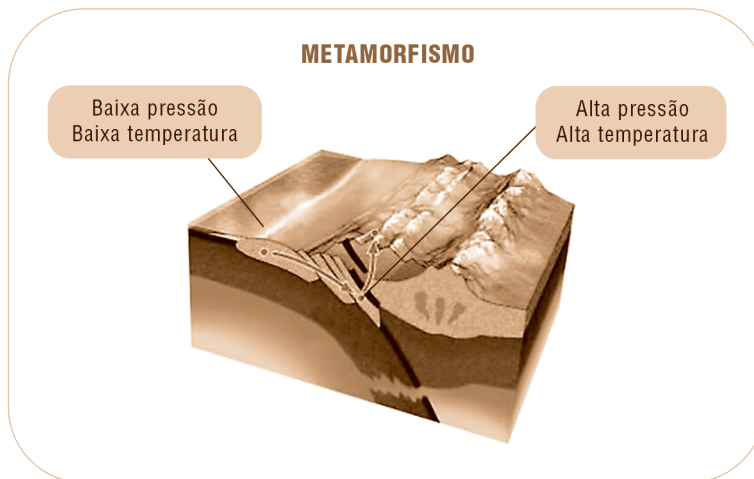


Figura 8 – Metamorfismo

Fonte: <<http://geomarco.com/htm/temas/4.htm>>. Acesso em: 29 jan. 2009.



Atividade 6

Falamos nesta aula sobre um conjunto de processos que transformam as rochas pelo dinamismo da Terra. Apesar de não ser assunto central de nossa aula, é interessante você pesquisar mais sobre os processos metamórficos. Pesquise na internet ou na biblioteca do seu pólo e responda as questões a seguir.

- Quais os tipos de metamorfismos?
- Quais os principais fatores que determinam o resultado do metamorfismo?
- Caracterize pelo menos três tipos de metamorfismo

Continuando a progressão do ciclo da matéria e considerando que a dinâmica interna pode deformar as rochas em graus variados, se tal processo cessar, então, ficamos no campo do metamorfismo. Caso contrário, havendo uma progressiva variação das condições de pressão e temperatura, é possível que a matéria atinja em sua totalidade o ponto de fusão de todos os elementos que a compõe. Nesse caso, atinge-se uma fase do ciclo a qual se denomina **anatexia**.

Compreende-se por **anatexia** a fase do ciclo da matéria onde as rochas sofreram fusão total. Se essa fase permanece, a massa fundida constitui o que denominamos **magma**, ou seja, o material que se encontra no interior da crosta terrestre em estado de fusão.

A dinâmica interna inerente aos fatores geológicos endógenos provoca movimentos de massa, conforme já evidenciado na teoria da tectônica de placas, quando esses movimentos provocam a ascensão do magma em direção a superfície do planeta, logicamente, o **magma** é submetido de forma decrescente a mudanças de pressão e temperatura. Conseqüentemente, a matéria constituinte do magma, em estado de fusão, começa a atingir o seu ponto de fusão no sentido do resfriamento, ou seja, começa a se consolidar.

Tal consolidação nada mais é do que o processo de cristalização dos elementos constituintes da matéria que se encontrava em estado de fusão. Aqui se caracteriza um terceiro tipo de rocha: rocha ígnea ou magmática.

Uma rocha ígnea, de forma invariável, deriva do resfriamento de qualquer massa de material fundido, sendo que tal resfriamento ou cristalização pode acontecer de forma brusca ou bastante demorada. A matéria fundida, ou seja, o **magma**, origina-se a grandes profundidades na parte inferior da crosta ou na porção superior do manto.

Quanto ao dinamismo do ciclo da matéria, no campo endógeno, o que se considera levantamento é explicado pelos movimentos crustais e atividades vulcânicas que resultam das variações de pressão e temperatura. Já no campo exógeno, a somatória dos desgastes que atinge a superfície caracteriza o processo de denudação, ou seja, o arrastamento ou desbastamento das rochas da superfície terrestre pelo efeito conjugado dos diferentes agentes externos, isso resulta na exumação de rochas subjacentes nos locais de desgastes e na formação de depósitos nos locais de acúmulo de detritos. A seguir, mostramos uma representação da formação das rochas ígneas e sedimentares relacionadas ao dinamismo da Terra.

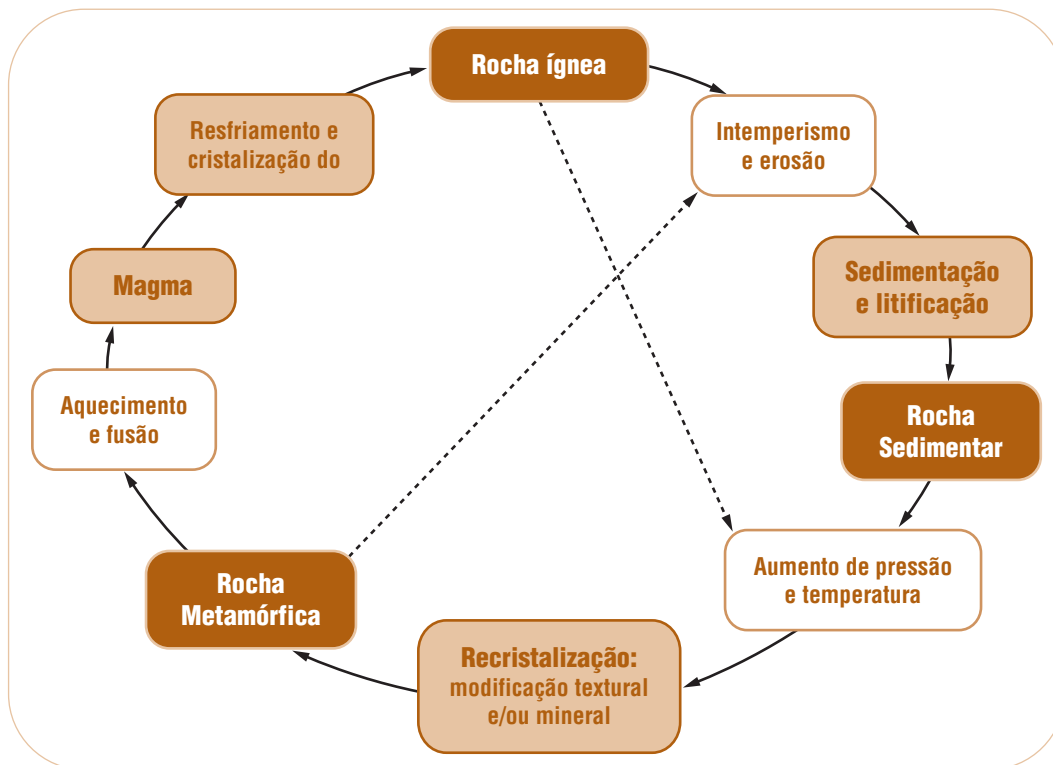


Figura 9 – As relações entre os processos formadores e o ciclo das rochas.

Fonte: <http://www.ufrgs.br/geociencias/cporcher/Atividades%20Didaticas_arquivos/Geo02001/Rochas.htm>.

Acesso em: 29 jan. 2009.

Portanto, o ciclo da matéria ou das rochas é um processo contínuo pelo qual as rochas antigas são transformadas em rochas novas. As rochas podem ser divididas em três grupos: sedimentares, metamórficas e ígneas. As rochas sedimentares são consequência dos desgastes inerentes aos fatores exógenos, as rochas metamórficas são formadas a partir da transformação das rochas preexistentes por altas temperaturas e pressão, já as rochas ígneas têm origem a partir do resfriamento do magma.

As rochas são acrescidas à superfície terrestre por movimentos crustais e atividade vulcânica, uma vez expostas na superfície as rochas são reduzidas a partículas menores pelo intemperismo, tais partículas são transportadas pelos rios, pelos ventos, pelas chuvas, pelas geleiras, e depositadas como sedimentos.

Os movimentos crustais podem promover o retorno à superfície de qualquer tipo de rocha, como também afundá-las no interior da terra, onde o calor e a pressão as transformem em rochas metamórficas. Por sua vez, a rocha metamórfica pode ser soerguida até a superfície ou afundar-se na crosta, entrar em fusão e formar o **magma**. Eventualmente, o magma esfria e se solidifica dentro da crosta ou na superfície, formando a rocha ígnea.

Quando os três tipos de rochas são expostos novamente na superfície terrestre, o ciclo recomeça. Logo, o ciclo das rochas nunca tem fim e seu dinamismo está sempre formando, intemperizando e erodindo montanhas em um lugar e depositando e soterrando sedimentos em outro. Veja esse pequeno ciclo representado na Figura 10 a seguir.

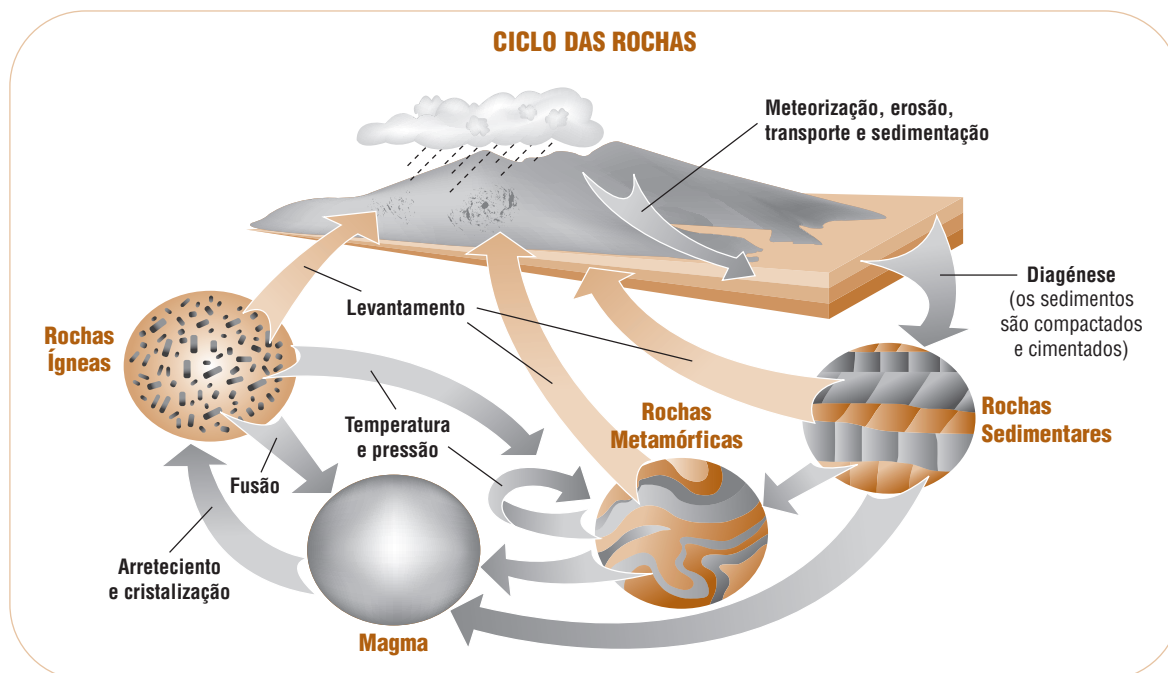


Figura 10 – Ciclo das rochas

Fonte <<http://geomarco.com/htm/temas/4.htm>> Acesso em: 29 jan. 2009.



Atividade 7

Quais os fenômenos geológicos decorrentes dos fatores endógenos?

Chegamos ao final de nossa aula e esperamos que você tenha entendido, fundamentalmente, que para a visão genética, isto é, de gênese dos processos de formação de nosso planeta, portanto, de nosso espaço geográfico, é necessário entendermos e relacionarmos os fenômenos internos e externos que alteram, ou propiciam, o sincronizado funcionamento de nosso planeta e que esses fatores são responsáveis pelo próprio dinamismo de nosso espaço. Agora, é imprescindível que você responda a autoavaliação e esteja preparado para a nossa próxima aula.

Leituras complementares

Buscando um maior aprofundamento da compreensão genética de como se formam as rochas, sugerimos as seguintes leituras.

SYMES, R. F. **Rochas e minerais**: enciclopédia visual. Lisboa: Ed. Verbo, 1995.

Este livro trata da origem e características das rochas e minerais descobertos e classificados que formam o planeta Terra.

WEINER, J. **Planeta Terra**. São Paulo: Martins Fontes, 1986.

O livro traz o conhecimento da dinâmica interna e externa da Terra.

PORTAL GEOTRACK. Disponível em: <<http://www.geotrack.com.br/pdiciod.htm>>. Acesso em: 29 jan. 2009.

Sugerimos também o acesso ao seguinte site: Geotrack. Este é um portal geológico, onde você pode encontrar um dicionário de termos usados em nossas aulas, ligados à geomorfologia e à geofísica. Ele é elaborado por estudantes de Geologia e professores da área que procuraram divulgar cientificamente assuntos relacionados a ela. Procure acessar, navegar por essa página, fazer suas pesquisas e complementar os seus estudos.

Resumo

Nesta aula, você estudou através de um esquema simplificado a representação dos processos geológicos exógenos e endógenos do nosso planeta. Tal abordagem propiciou a você compreender a gênese da formação dos principais tipos de rochas, bem como as interações possíveis entre as mesmas, já que nos reportamos a um processo contínuo pelo qual rochas antigas são transformadas em rochas novas.

Autoavaliação

1

Com base nos conceitos trabalhados nesta aula, estabeleça as diferenças existentes entre: uma rocha sedimentar em uma rocha ígnea.

2

Como uma rocha metamórfica é transformada em uma rocha sedimentar?

3

Como uma rocha ígnea é transformada em uma rocha metamórfica?

4

O que você entende por ciclo da matéria?

5

Quais os processos endógenos e exógenos existentes na dinâmica do nosso planeta?

6

Defina e dê exemplos de intemperismo.

7

Qual o princípio básico da sedimentologia?

8

Defina e caracterize o ciclo da diagênese.

Referências

GUERRA, Antonio Teixeira; GUERRA, Antonio José Teixeira. **Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand, 2003.

LEINZ, Victor; AMARAL, Sergio Estanislau do. **Geologia geral**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2003.

POPP, José Henrique. **Geologia geral**. Rio de Janeiro: Editora LCT, 1998.

PRESS, F. et al. **Para entender a Terra**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

Minerais e rochas

Aula

4



Apresentação

Nesta aula, você vai estudar alguns conceitos, tais como: cristal, mineral e rocha. Em seguida, caracterizaremos os principais tipos de rochas tendo como referência a visão genética advinda do ciclo da matéria, tema da aula anterior. Salientamos que, em função dos inúmeros termos técnicos inerentes ao tema, é importante que você consulte freqüentemente um dicionário técnico de geologia-geomorfologia, como, por exemplo, o que pode ser encontrando na *internet* em alguns *links* que listamos nas leituras complementares. No entanto, é importante você entender que o mais importante para a compreensão do conteúdo que você vai estudar aqui é o encadeamento de aspectos naturais em escala micro, com largos reflexos na escala macro. Tenha uma boa aula!

Objetivos

- 1 Conceituar cristal e mineral.
- 2 Descrever as principais propriedades físicas dos minerais.
- 3 Evidenciar parâmetros de classificação das rochas.

Vamos revisar um pouco?

Como você já sabe, anteriormente, vimos como a tectônica de placas pode explicar a dinâmica e as estruturas de grandes proporções da Terra, bem como, através do ciclo da matéria, tema da aula 3 – O ciclo da matéria, como se formam geneticamente os principais tipos de rochas.

Nesta aula, abordaremos as rochas de forma mais direta, ou seja, você estudará um pouco sobre as características dessas rochas, visualizará suas composições e entenderá suas respectivas formações, já que as mesmas são úteis para identificar as várias partes do Sistema Terra, pois derivam de seu dinamismo, conforme você já estudou na aula 2 - A teoria unificadora. Consequentemente, é através das evidências nelas contidas que se evidenciam os processos e os eventos que ocorrem em um determinado local, em tempos passados. Sendo as rochas verdadeiros “livros” que contêm os registros dos eventos geológicos, voltamos agora pra a compreensão de seus constituintes básicos.

Portanto, a partir de um bom entendimento dessas características, você terá um novo entendimento da paisagem que o cerca e compreenderá como esse dinamismo faz parte da visão sistêmica. Falamos da formação dos processos e agora você estudará o resultado desses.

Os elementos e os cristais

Você vai saber agora que o conhecimento da estrutura do átomo permite-nos prever como os elementos químicos irão reagir uns com os outros, formando estruturas cristalinas. Esses elementos são, portanto, os “tijolos do edifício” de todos os materiais, inclusive os minerais e as rochas.

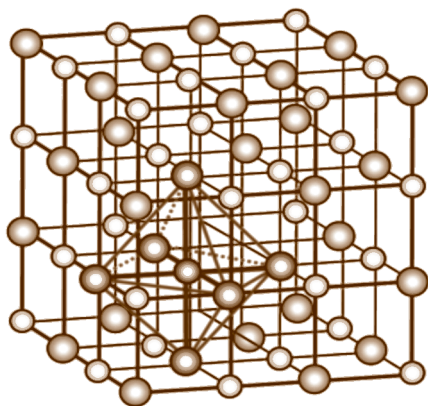


Figura 1 – Estrutura cristalina

Fonte: <<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/2e/NaCl-Ionengitter.png/250px-NaCl-Ionengitter.png>>. Acesso em: 2 fev. 2009.

A partir de altas temperaturas, as moléculas quebram-se em grupos de átomos, podendo juntar-se de maneira ordenada para formar cristais. Assim, os minerais originam-se a partir de determinados arranjos entre átomos de diferentes elementos em proporções adequadas. Logo, a forma do cristal é importante na identificação do mineral, pois a mesma reflete a estrutura das moléculas dos minerais.

Os minerais podem desenvolver-se segundo formas geométricas definidas. De acordo com Dana-Hurlbut (p.23. 1974), existe somente trinta e duas combinações possíveis dos vários elementos de simetria, dando origem à trinta e duas classes de cristais, as quais, por sua vez são agrupadas em sete sistemas cristalinos: isométrico, hexagonal, romboédrico, tetragonal, ortorrômbico, monoclinico e triclinico, conforme você pode ver no Quadro 1 e na representação dos ângulos na Figura 2.

Quadro 1 – Quadro de eixos e ângulos que resultam nos sistemas básicos de cristalização.

Sistema de cristalização	Eixos	Ângulos entre os eixos
Cúbico	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
Tetragonal	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
Ortorrômbico	$a \neq b \neq c \neq a$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
Hexagonal	$a = b \neq c$	$\alpha = \beta = 90^\circ; \gamma = 120^\circ$
Romboédrico ou Trigonal	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$
Monoclinico	$a \neq b \neq c \neq a$	$\alpha = \gamma = 90^\circ; \beta \neq 90^\circ$
Triclinico	$a \neq b \neq c \neq a$	$\alpha \neq \beta \neq \gamma$ (todos $\neq 90^\circ$)

Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Estrutura_cristalina>. Acesso em: 2 fev. 2009.

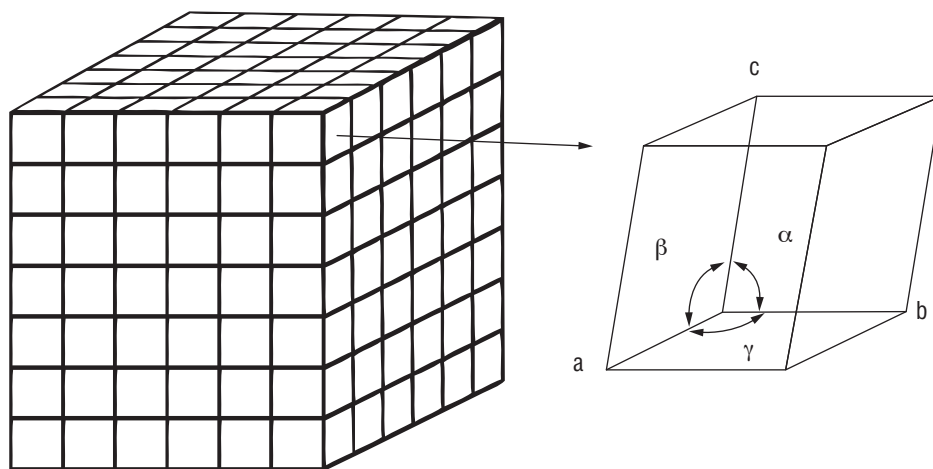


Figura 2 – Representação do Quadro 1

Fonte: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2b/Celda_unitaria1.jpg>. Acesso em: 2 fev. 2009.

Você precisa saber que os minerais formam-se pelos processos de cristalização, os quais se caracterizam pelo crescimento de um corpo sólido a partir de um gás ou líquido cujos átomos constituintes agrupam-se segundo proporções químicas.

A maneira pela qual começa um processo de cristalização, se dá pela diminuição da temperatura de um líquido abaixo de seu ponto de congelamento. Da mesma maneira, ocorre com o magma, que nada mais é do que uma rocha quente e derretida. Portanto, liquefeita, cristaliza minerais sólidos à medida que se resfria. Quando a temperatura do magma cai abaixo do seu ponto de fusão, os cristais começam a se formar.

Outra condição capaz de produzir cristalização é aquela que ocorre quando os líquidos de uma solução evaporam, ou seja, uma solução forma-se quando uma substância química é dissolvida em outra, como o sal na água, quando a água da solução salina evapora, a concentração de sal torna-se tão alta que a solução se torna saturada. Logo, se a evaporação continuar, o sal começa a precipitar, isto é, abandona a solução sob a forma de cristais.



Atividade 1

1

Até agora, falamos um pouco sobre o processo de formação das rochas. Pesquise na biblioteca do seu pólo ou na *internet* um pouco mais sobre a formação dos cristais. Procure outras definições do processo de formação dos cristais, suas características, seus tipos.

2

Sabemos que cada tipo de rocha tem sua característica a partir do processo de formação e de cristalização de seu material. Pesquise como se dá esses processos e descreva-os a seguir.

- a) Rochas ígneas
- b) Rochas sedimentares
- c) Rocha metamórfica

Compreendendo os minerais

Considerando o cristal como um corpo definido por formas geométricas, limitado por faces planas e arestas retilíneas, salientamos a constatação de que **a descrição dessas formas geométricas caracteriza a cristalografia, ciência que trata dos sistemas cristalinos.**

Os geólogos definem um **mineral como uma substância de massa inorgânica natural, geralmente sólida e cristalina, de composição química definida, com um ou vários tipos de cristalização.** Sendo que os minerais são os constituintes básicos das rochas que formam a litosfera. Dessa forma, pode-se definir rocha como um conjunto de minerais ou apenas como um mineral consolidado. Logo, as rochas podem ser identificadas pelos minerais que as interam.

Portanto, mineralogia é a ciência que estuda a natureza e a formação dos minerais, englobando as propriedades físicas, químicas e físico-químicas dos mesmos, bem como, a classificação e descrição das espécies minerais.

Quando um mineral caracteriza um tipo de rocha, ele é denominado de “**mineral essencial**”; há ainda os “**minerais acessórios**” que revelam condições especiais de cristalização, como também os “**minerais secundários**” que aparecem nas rochas depois de sua formação. Existe ainda uma categoria de minerais indispensáveis para as operações industriais de alguns países, os quais são chamados de “**minerais estratégicos**” e, geralmente, são recursos explorados em outros países, causando vários tipos de dependências.



Atividade 2

Com base nos vários tipos de minerais, faça uma pesquisa, em livros e dicionários de geologia e/ou geomorfologia (essa consulta pode ser feita também na *internet*) e descreva exemplos de minerais essenciais, acessórios, secundários e estratégicos. Com base nesses tipos, justifique, explicando porque certos minerais são explorados em outros países de maneira a causar vários tipos de dependência.

Os principais minerais formadores de rochas se constituem em um grupo de pouco mais de trinta exemplares, embora existam aos milhares. Tal fato se dá devido o reduzido número de elementos químicos encontrados dentre os mais abundantes da crosta terrestre.

Aqui, é importante salientar para você que a diferenciação da composição química das camadas do nosso planeta evidenciada pela diferença de densidade inerente à constituição de suas camadas criou uma crosta leve, empobrecida em ferro e rico em oxigênio, silício, alumínio, cálcio, potássio e sódio.

Constata-se que muitos minerais são constituídos de um único elemento químico, como, por exemplo, o ouro, o enxofre e a grafita. Outros são constituídos de dois ou mais elementos e por isso podem ser expressos por sua fórmula química.

Portanto o conhecimento da estrutura dos átomos permite-nos predizer como os elementos químicos irão reagir com os outros, formando estruturas cristalinas, trata-se de reações químicas formadas por transferência do partilhamentos de elétrons entre átomos reagentes.

Você deve lembrar que, do ponto de vista químico, um átomo ou agrupamento de átomos com excesso de carga elétrica negativa ou positiva chama-se íon. Logo, um íon com carga positiva é denominado de cátion, bem como um íon com carga negativa, chama-se ânion.

Considerando esses aspectos químicos, abordaremos a seguir os grupos dos mais comuns minerais formadores de rochas.

- Os **silicatos**: formam-se pela combinação de oxigênio (O) e silício ou sílica (Si), configurando a fórmula SiO_4 com cátions de outros elementos, por exemplo, a olivina (Mg_2SiO_4).



Figura 3 – Olivina

- Os **carbonatos**: constituem-se de carbono e oxigênio na forma de ânion carbonato (CO_3^{2-}) combinado com os elementos cálcio (Ca) ou magnésio (Mg), por exemplo, a calcita ($CaCO_3$) e a magnesita ($MgCO_3$).

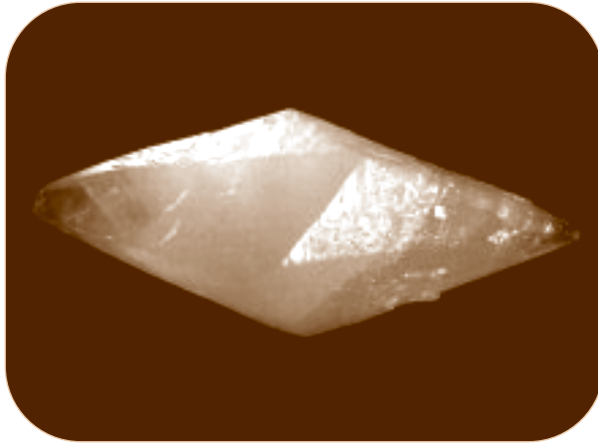


Figura 4 – Calcita laranja

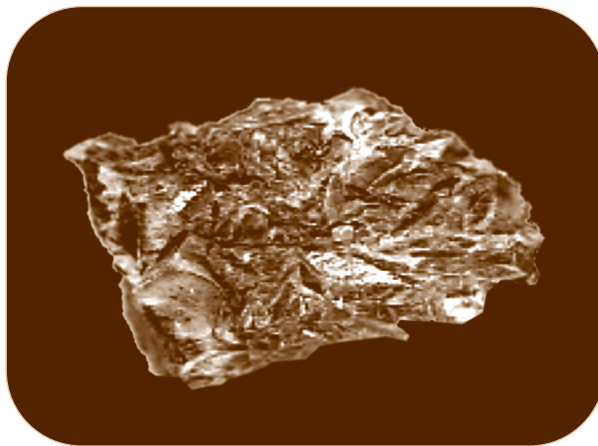


Figura 5 – Magnesita

- Os **óxidos** são compostos de ânion de oxigênio (O^{2-}) e cátions metálicos, como exemplo, a hematita (Fe_2O_3).

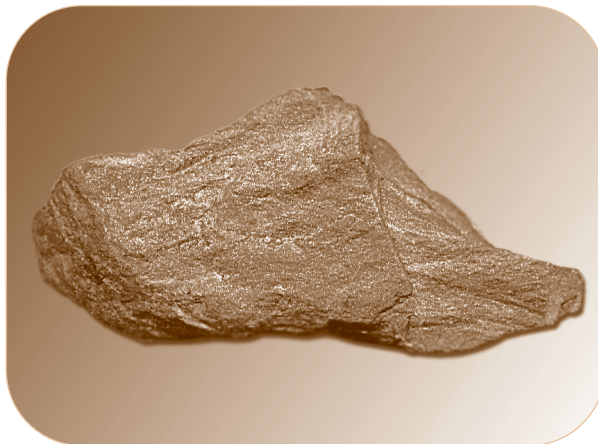


Figura 6 – Hematita

- Os **sulfetos**: compõem-se de ânions sulfato (S^{2-}) e cátions metálicos, tendo como representante a pirita (FeS_2).

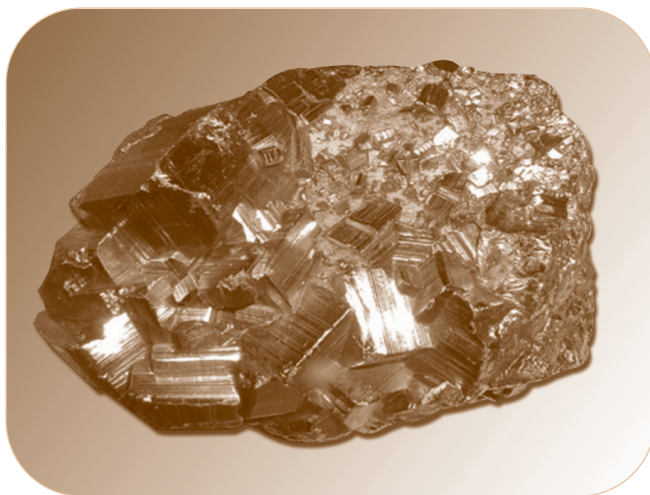


Figura 7 – Pirita

- Os **sulfatos** são compostos de ânion sulfato (SO_4^{2-}) e cátions metálicos, como exemplo citamos a anidrita ($CaSO_4$).



Figura 8 – Anidrita

- Os **elementos nativos**, ou seja, um elemento químico não ionizado, o cobre (Cu) por exemplo, bem como os haletos com seus respectivos ânions definidores, cloreto (Cl), fluoreto (F), brometo (Br) e iodeto (I), não são comuns quanto os grupos acima citados.

Já do ponto de vista físico os minerais apresentam propriedades cujo conhecimento aponta para inúmeras utilizações, como também propicia a sua identificação. Quase todos os minerais ocorrem no estado cristalino, no qual os átomos ou agrupamentos de átomos são dispostos regularmente, formando estruturas segundo os sistemas cristalinos já citados anteriormente.

No entanto, existem também os denominados minerais **amorfos**, os quais se caracterizam pela ausência de formas geométricas regulares, uma vez que não há neles uma estrutura molecular que dê aparecimento de faces planas como nos minerais cristalizados. As substâncias amorfas, também chamadas de mineraloides, são representadas pelo vidro vulcânico, o carvão ou outros compostos de origem orgânica.

As principais propriedades físicas dos minerais, as quais refletem suas composições e estruturas, são as seguintes: **dureza** se traduz pela facilidade com que a superfície do mineral pode ser arranhada; **clivagem** trata-se da aptidão que o mineral tem para se dividir ou quebrar ao longo de superfícies planas; **fratura** trata-se do modo como os minerais se quebram ao longo de superfícies irregulares ou o seu traço, que nada mais é que a cor fina do pó do mineral; **densidade** reflete a massa por unidade de volume; **hábito cristalino** é a forma como se apresentam os cristais individuais ou agregados. A seguir, você verá exemplos dessas rochas com pequenos comentários retirados da *internet*, os quais descrevem de maneira geral a composição desse material e seus usos pela indústria.



Atividade 3

Pesquise e responda as questões a seguir.

1

Qual a importância dos minerais na formação das rochas?

2

Pesquise um pouco mais sobre as rochas. Liste algumas rochas que não foram citadas e, como procedemos aqui, descreva um pouco a respeito do lugar de seu aparecimento, suas características, seu lugar de ocorrência, se é ígnea, metamórfica etc.

Exemplos de Rochas: Composição e uso pela indústria.

Berilo

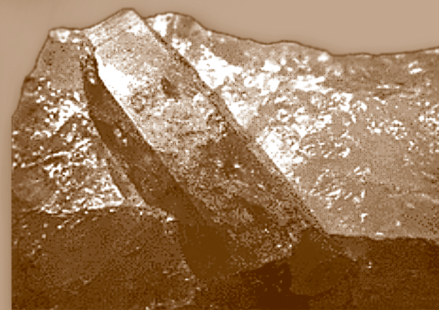
O berilo é um dos silicatos mais importantes, sendo também uma fonte do metal berílio. Ocorre em cores variadas, que vão do amarelo ao azul, em tonalidades verde, rosa, vermelha, recebendo denominações populares de acordo com a coloração. A sua cor e pureza o transformam em pedra preciosa, deixando de ser empregado na indústria para ser utilizado como gema.

A esmeralda é a variedade mais apreciada do berilo, sendo uma das gemas de maior valor no mercado. A cor verde da esmeralda revela a presença de cromo e/ou vanádio na estrutura do berilo.

No Brasil, ocorre principalmente na Bahia (Carnaíba), em Goiás (Santa Terezinha, Campos Verdes, Itaberaí) e Minas Gerais (Itabira, Nova Era).

A água-marinha é o berilo que apresenta as cores do azul-claro ao azul-profundo. Depois da esmeralda, é a variedade mais procurada e, entre as pedras preciosas, a mais característica do Brasil.

(ALGUNS..., 2009, extraído da Internet).



Quartzo rosa

A maior ocorrência de quartzo do mundo verifica-se no Brasil, sendo encontrado em todos os estados brasileiros, estando Minas Gerais entre os maiores produtores. O quartzo foi utilizado, em tempos remotos, como arma (pontas de lanças) e utensílios domésticos (facas, machados).

Sob a forma de pó, pode ser empregado na porcelana, nas trilhas e nos saponáceos. Por sua propriedade piezométrica, o quartzo tem usos especializados.

Placas pequenas, orientadas, são usadas como osciladores de rádio, tanto para transmissão como para recepção em frequência fixa.

As variedades coloridas de quartzo são utilizadas como gemas ou material de ornamentação. O quartzo incolor é chamado "cristal de rocha". Sendo puro, o cristal de rocha é usado na indústria ótica e em relógios.

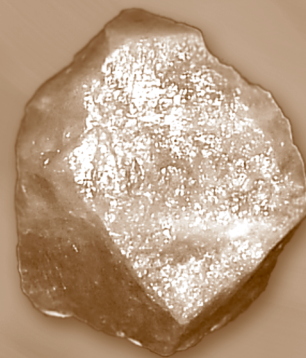
•Citrino é o quartzo amarelo, devido à presença de ferro.

•Róseo – cor rosa, raramente transparente.

•Ametista – cor violeta, sendo a mais comercializada.

•Aventurina – quartzo contendo inclusões de fuchsite (variedade de mica, rica em cromo). Outras variedades de quartzo: Opala, Ágata, Ônix, Calcedônia etc.

(ALGUNS..., 2009, extraído da Internet).

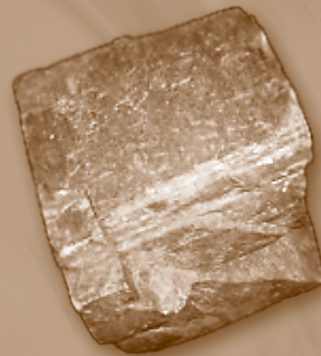


Feldspato

O feldspato pertence ao grupo de silicatos de alumínio com potássio, sódio, cálcio e mais raramente bário, sendo que o primeiro tem grande aplicação na indústria da cerâmica e do vidro. Na cerâmica, sua função é a de fundente, pois seu ponto de fusão é menor do que a maioria dos outros componentes, servindo de cimento para as partículas das várias substâncias cristalinas, além de outros aspectos, como as reações físico-químicas.

Já na indústria do vidro, o feldspato fornece a alumina, que usada para aumentar a aplicabilidade do vidro fundido, melhorando o produto final e dando-lhe uma estabilidade química maior, inibindo a tendência de devitrificação. O feldspato tem outras utilizações, como na produção de vernizes e tintas, onde é usado na produção de fritas metálicas, na produção de eletrodos para solda, abrasivos leves além de ser utilizado em próteses dentárias.

(RAMOS, 2001, p. 1).



Mica Muscovita e Biotita

Mica, do latim micare (brilhar), é a designação dada a um grupo de silicatos, constituído basicamente de alumínio, sódio ou potássio e muitas vezes por ferro e magnésio cristalizado no sistema monoclinico com a característica da clivagem basal paralela, permitindo uma fácil separação em lâminas finas.

As micas ocorrem em rochas magmáticas, metamórficas e sedimentares, em concentrações muito variáveis, mas sua exploração industrial é feita, predominantemente, nos pegmatitos.

A muscovita é a variedade mais largamente usada de mica e a que se apresenta com melhor transparência, melhor resistência dielétrica e maior perfeição de clivagem, podendo ser facilmente separada em palhetas de dimensões ínfimas. (MICAS..., 2009, extraído da Internet).

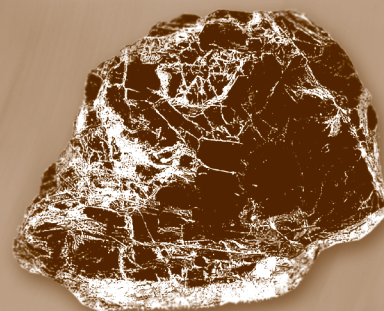


Biotita

É assim chamada em homenagem ao grande físico francês Biot. É a mica negra, tão comum em pequenas palhetas nos granitos, gnaisses e xistos cristalinos. Dificilmente, apresenta-se em placas grandes. Não serve para o uso em aparelhos elétricos nem para esmaltes transparentes. Usa-se moída em composições para isolamento de tetos.

É mais dificilmente redutível a lâminas finas do que à muscovita.

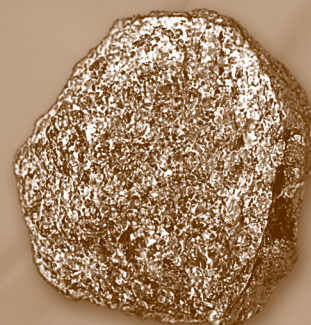
(MICAS..., 2009, extraído da Internet).



Olivina

Os membros do grupo das olivinas são constituídos por silicatos de magnésio e ferro, com fórmula química $(Mg,Fe)_2SiO_4$. Este mineral dá ainda o nome a um grupo de minerais com estrutura semelhante (o grupo da olivina) que inclui os minerais monticellite e kirschsteinite. Os minerais do grupo da olivina cristalizam no sistema ortorrômbico e são nesossilicatos. É um dos minerais mais comuns na Terra, tendo também sido encontrada em rochas lunares, em meteoritos e inclusive em rochas do planeta Marte.

(WIKIPÉDIA, 2009, extraído da Internet).



Rochas ígneas

As rochas ígneas ou magmáticas já evidenciadas no ciclo da matéria provêm da consolidação do magma e, por isso, são de origem primária. Sabe-se que uma rocha se constitui por um agregado sólido de minerais que ocorrem naturalmente, no entanto, o que determina a aparência física de uma rocha é a sua **textura**, ou seja, a maneira como os minerais se organizam e se dispõem nas mesmas, sendo que esse agregado mineralizado constitui-se no registro dos processos geológicos.

Portanto, a mineralogia e a textura que determinam a aparência de uma rocha são, por sua vez, estabelecidas pelas condições geológicas às quais esta se submeteu quando da sua formação até os dias atuais. Logo, a partir da constatação desses aspectos, pode-se evidenciar onde e como uma rocha analisada teve sua origem. Melhor dizendo, ao identificarmos as propriedades mineralógicas e texturais das rochas, podemos deduzir não só sua gênese, como também as possíveis maneiras de classificá-las.

As condições geológicas que interferem na textura das rochas ígneas podem apresentar vários aspectos. Primeiro, quando o magma consolida-se dentro da crosta terrestre a vários quilômetros de profundidade, forma as rochas **ígneas intrusivas**, também denominadas de **plutônicas** ou **abissais**. Nesse ambiente endógeno, o resfriamento ocorre de forma lenta, possibilitando o desenvolvimento sucessivo dos cristais a partir da massa fundida que se consolida. Tal ambiente caracteriza uma textura denominada **equigranular fanerítica** (do grego *phaneros*, visível, aparente), pelo fato dos minerais serem bem formados e variando de tamanho milimétrico a centimétrico.

Segundo, nas condições geológicas onde o magma possa atingir a superfície a ponto de extravasá-la, formam-se as rochas **ígneas extrusivas**, também denominadas **vulcânicas** ou **efusivas**. Aqui, salientamos que o magma, quando expelido pelos vulcões, passa a se chamar lava, denominação para o material em fusão natural no estado líquido ou viscoso, resultante de uma erupção vulcânica.



Figura 9 – Erupção vulcânica

Fonte: <<http://www.defesacivil.gov.br/eventos/reducaodedesastres/2006/curso/unidade2.asp>>. Acesso em: 2 fev. 2009.

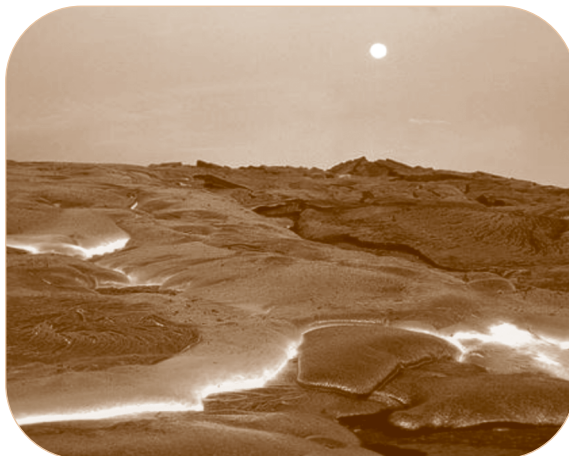


Figura 10 – Lava vulcânica

Fonte: <<http://manulinda.fotoflog.com.br/1120368612.jpg>>. Acesso em: 2 fev. 2009.

Sob tais condições, o magma passa bruscamente do estado líquido para o estado sólido, formando uma massa fundamental. Essa massa pode se caracterizar pela completa ausência da formação de cristais, propiciando uma **textura vítrea**, pelo fato de não haver tempo suficiente para dar-se o fenômeno da cristalização, ou, apesar do resfriamento brusco, formarem-se nessa massa pequenos cristais não visíveis a olho nu, caracterizando uma massa fundamental de **textura afanítica** (do grego *aphaneros* invisível ou pouco visível), portanto, não se pode identificar seus cristais constituintes a olho nu, a não ser em microscópio.

Outra possibilidade nessa condição geológica de resfriamento brusco seria um início de cristalização no interior das câmaras onde se acha o magma, sendo que esses cristais em via de formação são arrastados para a superfície pelo magma ainda em fusão. No entanto, ao atingir a superfície, esses cristais “precoces” se desenvolvem dentro da massa fundamental, caracterizando uma **textura porfírica**, ou seja, composta por cristais bem formados, chamados **fenocristais**, os quais são encontrados “flutuando” em uma massa fundamental de caráter **afanítico**, ou ainda **vítreo**.

Há, ainda, certas condições geológicas em que se dá o desprendimento de gases contidos no magma, sob a forma de bolhas, as quais podem ser retidas com a consolidação da lava, resultando na denominada **textura vesicular** ou **esponjosa**.

Terceiro, existem rochas que se forma em condições geológicas quase superficiais, sua textura é geralmente **afanítica** ou **microcristalina**, podendo desenvolver **fenocristais**. Essas rochas ocorrem normalmente sob a forma de **dique**, ou seja, penetração de magma na crosta litosférica sob a forma perpendicular ou oblíqua, quando penetra em camadas mais ou menos horizontais, são chamadas de **sill**.



Figura 11 – Sill

Fonte: <<http://z.about.com/d/geology/1/0/J/S/sill.jpg>>. Acesso em: 2 fev. 2009.

Além das condições geológicas que possibilitam a classificação das rochas ígneas através da viração textural, outra característica importante para a sua identificação se dá através de sua composição mineralógica.

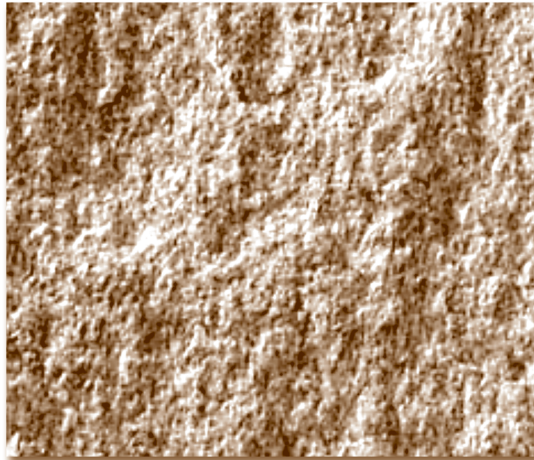
São poucos os minerais que tomam parte da constituição essencial de uma rocha ígnea, dentre os quais se destacam o feldspato, o quartzo, a olivina, a biotita, a muscovita e a nefelina. Esses são chamados de **minerais essenciais**, geralmente em número de dois ou três exemplares. Os minerais constituintes das rochas ígneas, mas em quantidade muito pequena, são chamados de **minerais acessórios**.

Para designar as proporções aproximadas dos minerais que entram na composição de uma rocha ígnea ou magmática, aplica-se os termos **leucocrático**, quando a rocha é rica em **minerais claros**, como feldspato, mica muscovita ou quartzo; **melanocrático**, ao predominar os minerais escuros como olivina, piroxênio, mica biotita e anfibólio; e **mesocrático**, para **as rochas intermediárias que possuem entre 30% e 60% de minerais escuros**.

Há ainda outra forma de classificar as rochas ígneas, baseando-se na composição química aproximada, no caso, através do seu teor em óxido de silício (SiO_2), tal teor pode ser determinado diretamente por métodos químicos, ou, indiretamente, em função da presença ou ausência de minerais contendo (SiO_2), como, por exemplo, o quartzo. Dessa forma, a variação dos teores de (SiO_2) nos intervalos superior a 65% caracteriza uma **rocha ácida**, no teor entre 65% e 52%, **rocha neutra**, e no intervalo de 52% e 45% temos a **rocha básica**. Tal classificação é corrente na petrografia, no entanto, tais termos são incorretos do ponto de vista químico. A seguir, você verá um quadro com exemplos desses tipos de rocha.



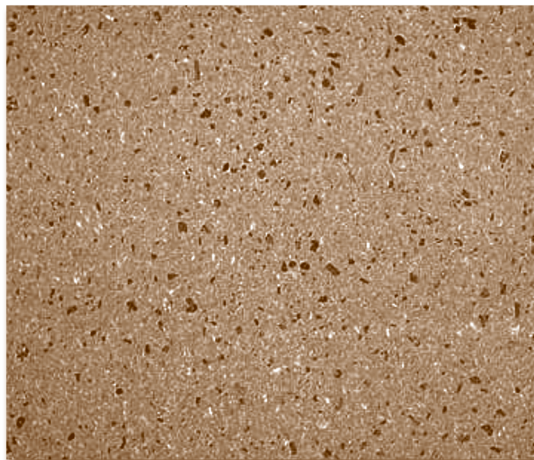
Rocha ígnea plutônica - Granito



Granito cinza



Rocha ígnea vulcânica - Basalto



Basalto escuro

Figura 12 – Exemplos de rochas ígneas



Atividade 4

Pesquise nos sítios especializados as diferentes fases de cristalização que diferenciam a textura dos minerais nas rochas.

Rochas sedimentares

As rochas sedimentares, de acordo com o ciclo da matéria, são aquelas formadas a partir do material originado da destruição erosiva de qualquer tipo de rocha encontrada na superfície do planeta, tal material ao ser transportado e posteriormente depositado forma depósitos sedimentares, constituindo, assim, inúmeros ambientes de sedimentação na superfície terrestre.

Como já sabemos, essas rochas resultam das atividades em conjunto dos processos exógenos, sendo que o critério de classificação das mesmas segue vários princípios, normalmente combinados entre si, como o ambiente, o tipo de sedimentação, a constituição mineralógica ou o tamanho das partículas.

A maneira mais usual de classificação das rochas sedimentares dá-se pela identificação da textura apresentada pelas mesmas. Lembremo-nos de que o termo textura nos remete ao tamanho, à forma e ao arranjo das partículas que compõem uma rocha. Logo, os fragmentos ou partículas oriundos de rochas preexistentes, aqui denominadas de sedimentos **clásticos** ou **mecânicos**, apresentam-se como sedimentos **macroclásticos e microclásticos**.

Os sedimentos macroclásticos abrangem os seixos ou **pséfitos**, bem como as areias ou **psamitos**; já os sedimentos microclásticos englobam as lamas ou **pelitos**. No entanto, é possível nos deparar com diferentes propostas classificatórias quanto à variação das dimensões apresentadas pelas partículas dos sedimentos.

O material clástico pode ocorrer em um depósito com uma só classe granulométrica ou, mais comumente, apresentar-se com classes misturadas nas mais variadas proporções. Nesse último caso, a classificação baseia-se na média ponderal de cada classe granulométrica.

Os sedimentos também podem ter origem química ou orgânica, sendo que os derivados de processos químicos se formam a partir da precipitação de solutos devido à diminuição da solubilidade ou da evaporação da água, enquanto os de origem orgânica se formam pelo acúmulo de restos de organismos, já que os seres vivos podem agir como agentes geológicos de modo destrutivo ou construtivo.

Quanto à disposição arquitetônica das rochas sedimentares, devemos salientar que há uma relação direta com a formação continuada de camadas superpostas de sedimentos, esse acúmulo de material sedimentar ao longo do tempo caracteriza o que é denominado de **estratificação**, ou seja, a disposição paralela ou subparalela que formam as camadas ao se acumularem sucessivamente.

Há que se observar que do ponto de vista científico o estudo da sucessão de manadas ou estratos caracteriza a ciência denominada Estratigrafia, por outro lado, a Sedimentologia é a ciência que se volta para os sedimentos e os respectivos ambientes de sedimentação.

Os principais tipos de rochas sedimentares são: arenito, argilito, siltito, brecha, tilitos, calcário e sílex, conforme você pode ver na figura a seguir.



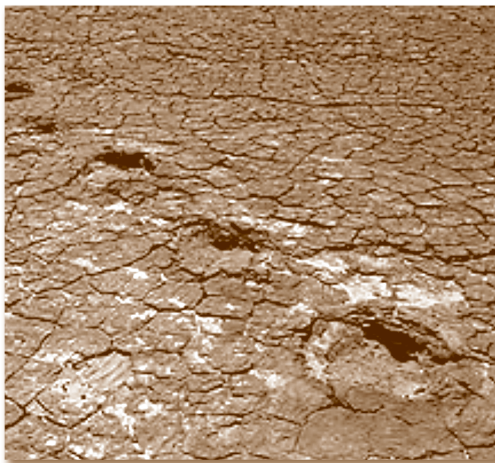
Rocha arenítica



Arenito



Rocha argilítica



Argilito com pedras de dinossauro - Souza/PB



Rocha calcária



Calcário

Figura 13 – Exemplos de rochas sedimentares



Atividade 5

Pesquise em sitio especializado os diversos tipos de sedimentos clásticos.

Rochas metamórficas

Quando as variações de pressão e temperatura atuam sobre qualquer tipo de rocha preexistente de maneira que provoque mudança mineralógica, textural ou na composição química, embora mantendo a sua forma sólida, caracteriza-se o que se denomina de rocha metamórfica. Tal denominação vem do grego, meta, mudança e morfe, forma.

Na compreensão do ciclo da matéria, qualquer rocha pode ser levada por processos geológicos a condições diferentes daquelas nas quais se formou originalmente, essas novas condições determinam a instabilidade dos minerais preexistentes e, ao mesmo tempo, propiciam novos equilíbrios ou adaptações dos citados minerais.

Normalmente, ocorre tanto a recristalização dos minerais preexistentes, como a formação de novos minerais, devido à mudança da estrutura cristalina, ou ainda, graças a combinações químicas entre dois ou mais minerais, formando um novo mineral, tornando-se esse último compatível e estável com as novas condições de pressão e temperatura.

Portanto, a constituição mineralógica das rochas metamórficas varia com a intensidade das mudanças de pressão e temperatura, ou seja, do grau de metamorfismo, bem como a natureza dos esforços sofridos pelas rochas pode provocar deformações mecânicas em seus minerais constituintes. Tais deformações têm importância na reconstituição dos eventos geológicos que intervirão na formação da rocha.

A pressão dirigida num determinado sentido sobre uma rocha resulta num tipo de textura comum às rochas metamórficas, esse tipo de textura se caracteriza pelo arranjo dos minerais, segundo planos paralelos, e se denomina **xistosa ou orientada**.

As variações das condições de pressão e temperatura provocadas pela dinâmica endógena podem provocar as seguintes situações. Primeiro, quando o magma penetra ou fica em contato com a rocha encaixante, provoca um aumento de temperatura, devido ao calor do magma, e, conseqüentemente, desestabiliza e posteriormente estabiliza os minerais constituintes das rochas preexistentes, caracterizando o chamado **metamorfismo de contato**.

No segundo caso, as mudanças das condições de pressão e temperatura acontecem sem o contato direto da fonte de calor com a rocha preexistente, denominando-se de **metamorfismo regional**, sendo este susceptível de atingir grandes áreas e terrenos de várias idades geológicas.

As principais rochas metamórficas são: quartzito, mármore, micaxistos, filitos, xistos e gnaiss.



Rocha Mármore



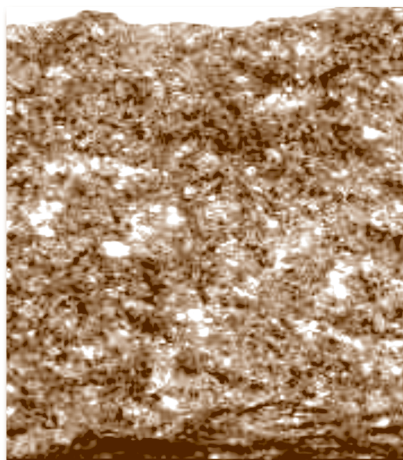
Rocha Quartzito



Rocha gnaiss - Pão-de-açúcar/RJ



Gnaiss



Rocha Micaxisto



Rocha Filito

Figura 14 – Rochas metamórficas.



Atividade 6

Pesquise a diferença entre xisto e micaxisto.

Leituras complementares

Existe uma vasta bibliografia correspondente ao temas que tratamos nesta aula, no entanto, apontamos as seguintes leituras.

SKINNER, B. **Recursos minerais da terra**. São Paulo: Edgar Blucher, 1996.

Este livro trata da origem e características das rochas e minerais descobertos e classificados que compõem o planeta Terra.

DANA, J. D.; HURLBUT JÚNIOR, C. S. **Minerais da Terra**. Rio de Janeiro: Ed. Livro Técnico, 1969.

SIAL, A. N.; MCREATH, I. **Petrologia ígnea**. Salvador: SBG/CNPq/Burea, 1984. v 1.

SUGUIO, Kenitiro. **Rochas sedimentares**. São Paulo: Edgar Blucher, 1980.

Resumo

Nesta aula, vimos que os conceitos de cristal, mineral e rocha são distintos, porém, associativos, já que a somatória de um ou mais cristais forma um mineral, da mesma maneira, um ou mais minerais formam uma rocha. Aprendemos também que os minerais apresentam propriedades físicas e químicas, as quais refletem diretamente na resistência que as rochas oferecem aos agentes geológicos, evidenciou-se ainda formas de classificação das mesmas.

Autoavaliação

- 1 Conceitue cristal, mineral e rocha.
- 2 Quais são as diferenças entre rochas ígneas plutônicas e rochas ígneas vulcânicas?
- 3 Quais são as diferenças entre metamorfismo regional e de contato?
- 4 O que é uma rocha metamórfica?

Referências

ALGUNS minerais do museu de mineralogia. Disponível em: <http://www.descubraminas.com.br/DestinosTuristicos/hpg_pagina.asp?id_pagina=1054&id_pgiSuper=>>. Acesso em: 2 fev. 2009.

DANA, J. D.; HURLBUT JÚNIOR, C. S. **Manual de mineralogia**. Rio de Janeiro: Ed. Livro Técnico, 1969.

GUERRA, Antonio Teixeira; GUERRA, Antonio José Teixeira. **Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand, 2003.

LEINZ, Victor; AMARAL, Sergio Estanislau do. **Geologia geral**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2003.

MICAS: utilização industrial. Disponível em: <<http://br.geocities.com/geologo98/micas.html>>. Acesso em: 2 fev. 2009.

POPP, José Henrique. **Geologia geral**. Rio de Janeiro: LCT, 1998.

PRESS, F. et al. **Para entender a terra**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

RAMOS, Leonardo José. Feldspato. **Balanço Mineral Brasileiro**, 2001. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriadocumento/balancomineral2001/feldspato.pdf>>. Acesso em: 2 fev. 2009.

WIKIPÉDIA. **Olivina**. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Olivina>>. Acesso em: 2 fev. 2009.

Geología física

Aula

5



Apresentação

Nesta aula você vai estudar os aspectos da Geologia Física do nosso Planeta, considerando as forças exógenas, já visto em aulas anteriores, ou seja, aquelas forças acionadas pela energia solar conjugada com a força da atração gravitacional, as quais tendem a destruir a superfície dos continentes. Além disso, você vai estudar as forças endógenas, com seus aspectos tectônicos que se traduzem em várias feições reconhecidas nas rochas. Boa aula!!

Objetivos

- 1** Conhecer os campos de estudo da Geologia dinâmica e da Geologia estrutural.
- 2** Saber as consequências dos processos exógenos na superfície da Terra.
- 3** Explicar as origens do tectonismo.



Aspectos iniciais – o que é geologia física?

Ao longo destas aulas você tem acompanhado a forma sistêmica como estamos abordando o nosso planeta. Por isso, a abordagem do nosso planeta a partir de uma teoria unificadora - uma teoria que converge todas as explicações para um ponto comum -, propicia a visualização dos elementos que movem a terra, ou seja, os elementos motores do sistema Terra, os quais, por sua vez, possibilitam a compreensão genética dos principais tipos de rochas, como já foi visto nas aulas anteriores. Porém, o dinamismo, inerente aos fatores geológicos, caracterizam o tema de estudo da Geologia Física.

A Geologia Física engloba a Geologia Dinâmica e a Geologia Estrutural, sendo que a primeira se ocupa das diversas transformações por que passa a superfície terrestre, devido ao trabalho realizado pelos fatores exógenos, enquanto que a segunda, aborda a arquitetura ou o arcabouço do subsolo do Planeta resultante dos fatores endógenos.

A geologia dinâmica

Como você estudou na aula que trabalha o ciclo da matéria, os agentes geológicos externos, que atuam juntos durante o tempo geológico, são os responsáveis pelas mais variadas formas de transformações na superfície do Planeta. Tal dinamismo provoca desgastes, aqui compreendido como **intemperismo**, ou seja, o conjunto de processos mecânicos, químicos e biológicos que ocasionam a desintegração e decomposição das rochas.



Figura 1 – Intemperismo.

Fonte: <http://br.geocities.com/uel_geomorfologia3/tacas.jpg>. Acesso em: 10 fev. 2009.

Assim, o intemperismo de predominância física ou química está diretamente associado às características ambientais que condicionam os agentes geológicos. Prosseguindo com a visualização do ciclo da matéria, o material desagregado ou decomposto, também chamado de friável, que resulta do processo intempérico sobre uma superfície qualquer, é passível de sofrer deslocamento. Tal deslocamento pode ser traduzido como **erosão**, aqui compreendida como a destruição das saliências ou reentrâncias do relevo; a erosão nada mais é do que um trabalho mecânico de destruição.



Figura 2 – Erosão em falésia.

Fonte: <<http://www.youngreporters.org/IMG/jpg/falesia.jpg>>. Acesso em: 10 fev. 2009.

No entanto, se faz necessário salientar que tal dinamismo causa não só destruição como também variadas formas de acúmulo de materiais na superfície do planeta, como mostra a visão sistêmica do ciclo da matéria. Esse dinamismo que destrói e constrói feições superficiais está invariavelmente associado a agentes geológicos, no caso, exógeno, que abordaremos a seguir.



Atividade 1

Responda as questões a seguir:

- a) O que é Intemperismo?
- b) Defina com suas palavras o que é erosão?
- c) Por que o intemperismo e a erosão podem ser considerados elementos motores da terra?



Ação geológica das águas

Na compreensão do sistema Terra o ciclo hidrológico interage com os componentes da atmosfera do oceano e da paisagem, controlado pelo mecanismo de calor externo movido pelo Sol.

Ao buscar um melhor entendimento do **ciclo hidrológico**, podemos visualizá-lo como tendo início com a evaporação da água dos oceanos, sendo que o vapor resultante é transportado pelo movimento das massas de ar. Sob determinadas condições o vapor é condensado, formando nuvens que por sua vez podem resultar em precipitação.

Tal precipitação ocorrendo sobre uma superfície emersa é dispersa de várias formas, ou seja, a maior parte fica temporariamente retida no solo, podendo retornar à atmosfera por evaporação e transpiração das plantas. Uma parte da água restante escoar sobre a superfície do solo ou dele para os rios, enquanto que a outra parte restante, penetra no solo, indo suprir o lençol de água subterrânea.

Devido à ação da gravidade, tanto o escoamento superficial como o subterrâneo se dão sempre em direção a cotas mais baixas e podem alimentar corpos d'água ou mesmo os oceanos.

Resumidamente, o ciclo hidrológico pode ser compreendido como a circulação da água do oceano, através da atmosfera, retornando para o continente após a detenção em vários pontos. Retorna para o oceano através de escoamentos superficiais ou subterrâneos e em parte pela própria atmosfera. Podemos observar ainda a possibilidade de alterações nos “caminhos” das águas, suprimindo partes do ciclo completo, como por exemplo, a movimentação da água do solo e da superfície terrestre para a atmosfera sem passar pelo oceano.

A dinâmica da água caracteriza-se por inúmeras possibilidades de acordo com a predominância climática e os aspectos naturais da superfície do Planeta. Assim, por exemplo, parte da água que chega aos rios, pode se misturar sendo incorporada à água subterrânea, enquanto que em outros casos, esta é a fonte dos recursos d'água superficiais. Da mesma forma, a precipitação pode ficar retida durante meses na superfície, em forma de neve ou gelo, antes que, devido a um aumento de temperatura, escoar para os cursos d'água ou para o lençol subterrâneo.



Ciclo hidrológico

Mais a seguir você vai ver o que é ciclo hidrológico. Como um conceito alternativo, podemos chamar de ciclo hidrológico ou ciclo da água a constante mudança de estado da água na natureza. O grande motor desse ciclo é o calor irradiado pelo sol.

Fonte: <<http://www.meioambiente.pro.br/agua/guia/ociclo.htm>>.

Acesso em:
10 fev. 2009.

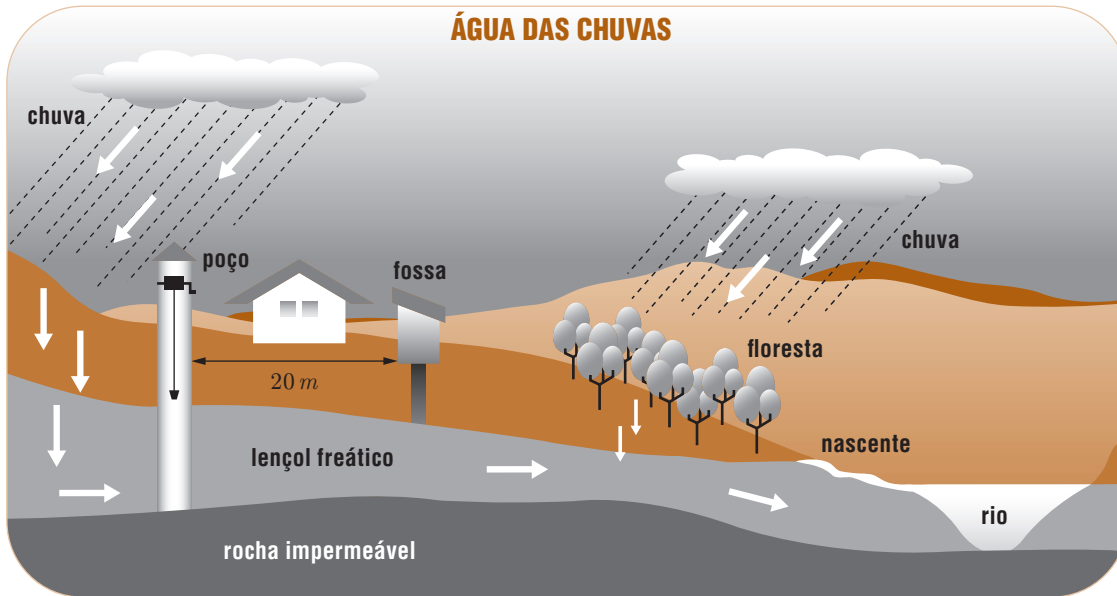


Figura 3 – Lençol de Água.

Fonte: <http://www.educarede.org.br/educa/img_conteudo/434_água%20das%20chuvas.jpg>. Acesso em: 10 fev. 2009.



Figura 4 – Ciclo Hidrológico.

Fonte: Ilustração de John M. Evans, USGS.

Ainda quanto à dinâmica da água, há que se considerar sua grande variabilidade já que o movimento da água em cada uma das fases do ciclo é feito de um modo bastante aleatório, variando tanto no espaço como no tempo. Por exemplo, em determinadas ocasiões podem ocorrer grandes precipitações que ultrapassem a capacidade de vazão dos cursos d'água, provocando inundações ou, de forma contrária, como se todo o mecanismo do ciclo parasse completamente, cessando a precipitação e o escoamento superficial.

Do ponto de vista sistêmico, se considerarmos no ciclo hidrológico a fase correspondente ao escoamento superficial, apontamos para evidências não só de formas destrutivas e acumulativas associadas ao trabalho da água, bem como à fricções características de tal dinâmica.

As águas da chuva correm pelas vertentes entre elevações, canalizando-se pelas irregularidades do terreno, unindo-se para formar os pequenos arroios ou riachos. A princípio estes fluem intermitentemente, porém vão removendo partículas friáveis, abrindo sulcos até alcançar a superfície do lençol freático da água subterrânea da qual recebem contribuições, transformando-se em cursos d'água ou rios permanentes.

Já a velocidade das correntes de água varia de acordo com o regime pluvial da região, com a topografia e a idade do rio, bem como com a carga transportada. A variação dessa velocidade, por sua vez, pode determinar movimentos turbilhonados.

A visão sistêmica leva à constatação de que os rios se constituem nos principais modeladores da paisagem dos continentes. Eles erodem, ou seja, corroem as montanhas, levam os materiais do intemperismo até os oceanos e acumulam nos depósitos de barras fluviais e planícies de inundação ao longo do caminho grandes quantidades de sedimentos.

Portanto, a compreensão da interação da água com a superfície continental, enfocada como a fase do escoamento superficial do ciclo hidrológico, aponta para a compreensão genética das feições ou formas da dinâmica fluvial, melhor dizendo, da **morfologia fluvial**. Da mesma forma, tal interação com as rochas de subsuperfícies nos leva a compreensão da morfologia **cárstica**, ou seja, a dinâmica hídrica em rochas calcárias, provocando dissolução do carbonato de cálcio criando espaços vazios nessas rochas, isto é, formando cavernas, grutas, dolinas e rios subterrâneos.



Figura 5 – Dolina.

Fonte: <<http://www.gesmo.org/images/DSCF3869.JPG>>. Acesso em: 10 fev. 2009.



Morfologia fluvial

Podemos dizer que a morfologia fluvial estuda a formação e as formas dos cursos de água e das zonas de inundação devido à ação da água. Fonte: <<http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/glossary/glu/PT/GF0490PT.HTM>>. Acesso em: 10 fev. 2009.

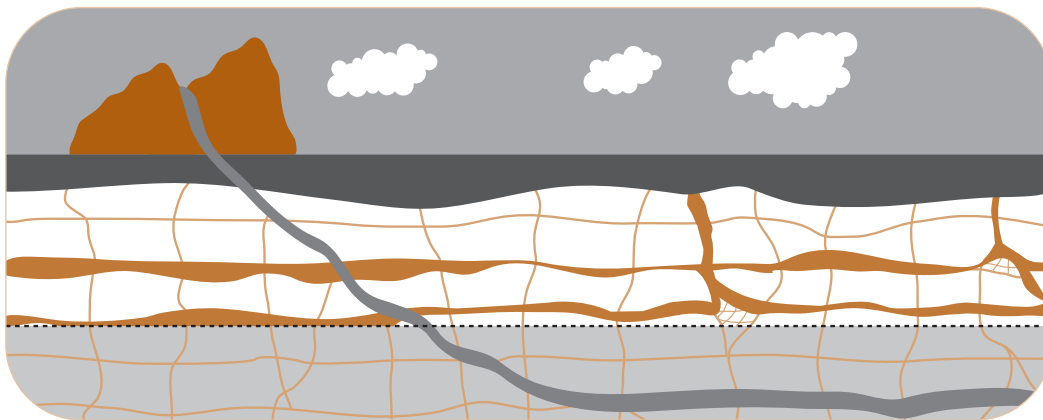


Figura 6 – Rios subterrâneos.

Fonte: <<http://www.colegiosaofrancisco.com.br/alfa/cavernas/imagens/cavernas-5.jpg>>. Acesso em: 10 fev. 2009.



Figura 7 – Gruta.

Fonte: <http://www.itacarambi.com/img/0,9310,168908_4,00.jpg>. Acesso em: 10 fev. 2009.



Figura 8 – Caverna.

Fonte: <<http://www.colegiosaofrancisco.com.br/alfa/cavernas/imagens/cavernas-8.jpg>>. Acesso em: 10 fev. 2009.

Ação geológica do vento

Se no tópico anterior estudamos a ação geológica provocada pela água, agora você vai estudar como o vento tem influência na dinâmica geológica da terra. É importante que você entenda que o diferente grau de aquecimento solar causa a variação da pressão atmosférica, tal variação por sua vez, determina a força do vento. Logo, os ventos são consequências das massas de ar que se movimentam por causa das diferenças de temperatura na superfície do planeta.

Uma corrente de ar é estabelecida ao considerarmos duas regiões com pressão atmosférica diferente, sendo que a direção do vento se dá na direção da região de pressão elevada para a de pressão mais baixa. Salienta-se ainda que a velocidade do vento não é constante, pelo contrário, apresenta flutuações periódicas.

Quanto à eficácia da ação do vento deve-se considerar não apenas o fato da não existência de cobertura vegetal, mas também a constituição superficial do terreno. O vento ocorre em todos os climas, no entanto, a atividade geológica do mesmo depende, sobretudo, da sua intensidade, bem como da sua direção e da constância dessa direção. Portanto, é importante você saber que os efeitos diretos do vento podem ser classificados em **destrutivos, transportadores e construtivos**.

Os efeitos destrutivos estão associados ao poder de desgaste das partículas em suspensão carregadas pelo vento, tal efeito provoca a destruição das saliências ou reentrâncias da superfície, caracterizando o que conhecemos por erosão. No entanto, como o elemento motor de tal dinamismo é o vento, denominamos de erosão eólica.

A erosão eólica processa-se por **deflação** e por **corrosão**. No primeiro caso, trata-se do processo de rebaixamento do terreno como consequência da remoção de partículas incoerentes encontradas em superfície; tal dinamismo explica as grandes depressões nas regiões desérticas. No segundo caso, o impacto das partículas de areias levadas pelo vento contra a superfície das rochas, provoca desgaste e polimentos, dando origem a formas bastante curiosas.



Figura 9 – Processo de deflação.

Fonte: <<http://www.dkimages.com/discover/previews/951/50525133.JPG>>. Acesso em: 10 fev. 2009.



Figura 10 – Processo de corrosão.

Fonte: <http://cache01.stormap.sapo.pt/fotostore02/fotos/b7/f0/19/2334399_DFZGC.jpeg>. Acesso em: 10 fev. 2009.

Já os efeitos transportadores dependem da velocidade do vento e do tamanho das partículas, caracterizando assim uma seleção do material transportado, pois partículas de tamanhos variados sob a influência de um determinado vento pode mostrar diferentes formas de deslocamentos como por **suspensão**, **rolamento** ou **saltos**.

Os efeitos construtivos se dão quando a velocidade do vento diminui, reduzindo assim seu poder de transporte, dessa forma, as partículas que estavam sendo transportadas são depositadas seletivamente. Tais sedimentos são denominados **dunares**, que de acordo com as características dos ventos bem como das partículas depositadas, apresentam variabilidade de formas e dimensões. As dunas são, portanto, montes de areias móveis, depositadas pela ação dos ventos.



Figura 11 –Dunas – Parque das Dunas Natal/RN.

Fonte: <http://baixaki.ig.com.br/imagens/wpapers/BXK19198_dunas-natal800.jpg>. Acesso em: 10 fev. 2009.

Ação geológica do gelo

O gelo resultante da acumulação da neve tem origem nos locais onde o degelo é menor do que a precipitação, isto é, nas montanhas altas e regiões polares. As massas de gelo ou geleiras encontram-se em movimento lento e ocasionam nos seus deslocamentos, destruição e construção.

A caracterização de uma geleira se dá pelo acúmulo de gelo até atingir uma espessura suficiente para dar início ao seu deslocamento, no caso o gelo flui encosta abaixo, sob a atração da gravidade. Logo, a extensão das geleiras se dá em direção as altitudes mais baixas, onde as temperaturas são mais quentes. A quantidade total de gelo que uma geleira perde a cada ano é chamada de **ablação**.



Figura 12 – Geleira.

Fonte: <<http://static.hsw.com.br/gif/glacier-climber.jpg>>. Acesso em: 10 fev. 2009.

Como os demais agentes geológicos as geleiras causam **erosão, transporte e deposição**. Ao visualizarmos o deslocamento de uma massa de gelo, constatamos o fato de que à medida que as transporta, constitui-se numa lixa que provoca desgastes e estrias nas rochas subjacentes a mesma.

Quando a progressão da geleira cessa ou mesmo se a carga de material transportado torna-se insuportável, caracteriza-se com isso a sedimentação, ou seja, a formação de depósitos glaciais os quais denominamos **morenas**. Trata-se de amontoados de blocos e argilas carregados e depositados pelo deslocamento da geleira.

Ainda associado ao gelo, apontamos a importância de um assunto bastante controverso para os cientistas, trata-se da formação de glaciais em uma determinada região e em diversas épocas da história física da Terra, estamos falando das **glaciações**.

Baseando-se em Press et al. (2008, pg.410) as teorias da idade do gelo estão centradas nas mudanças climáticas e nos possíveis fatores da atmosfera e dos oceanos que poderiam provocar a glaciação num determinado tempo geológico, então, de modo rápido, causar a deglaciação.

O fato é que os efeitos das glaciações estão registrados nas rochas, notadamente durante o **quaternário**; tais movimentos glaciais nos levam ao termo **eustatismo** ou **eostasia** que se referem às lentas variações do nível dos mares. Os movimentos eustáticos podem ser positivos, quando as águas invadem as terras, também chamados de **transgressões marinhas** e, negativos, quando as águas se afastam da linha da costa litorânea, também denominados de **regressão marinha**.



Quaternário

Quaternário era um antigo período da era Cenozóica do éon Fanerozóico que congregava as épocas Pleistocena e Holocena. Para saber mais visite: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Quaternário>>.

Acesso em: 10 fev. 2009.

A geologia estrutural

O dinamismo inerente aos processos endógenos e a terra, como foi visto na abordagem da teoria unificadora, explica a arquitetura, o arcabouço ou a estrutura do Planeta. Tais processos, compreendidos como correspondentes aos movimentos internos ou tectônicos, trazem, a partir de suas dinâmicas, resultados que podem ser observados na superfície do Planeta.

Esses resultados, ou seja, as conseqüências dos diversos tipos de esforços endogenéticos, podem ser observados na superfície, seja de forma direta, através de terremotos e vulcanismo, ou de forma indireta, traduzida nas várias feições reconhecíveis nas rochas hoje expostas à superfície como dobramentos e falhamentos.

Dessa forma, as perturbações tectônicas estão ligadas diretamente a **epirogênese** e a **orogênese**, as quais, por sua vez, estão associadas em geral ao modelo que explica a origem das montanhas. Portanto, para melhor compreendê-las, se faz necessário enfatizar a noção da variabilidade escalar inerente a teoria da tectônica de placas, como você estudou na aula sobre Placas tectônicas anteriormente.



Atividade 4

Responda às questões a seguir:

Com base no que você estudou nesta aula, disserte um pouco sobre as características das ações geológicas do gelo e sobre a Geologia estrutural.

A epirogênese e a orogênese

Os movimentos **epirogenéticos** caracterizam-se por serem lentos, abrangerem dimensões continentais e não terem competência para deformar as estruturas das rochas. Esses movimentos estão relacionados a áreas relativamente estáveis da crosta terrestre.

Já os movimentos **orogenéticos**, ao contrário dos epirogenéticos, são relativamente rápidos e, quando se manifestam, podem provocar dobramentos ou falhamentos nas camadas rochosas. A orogênese é compreendida como a elevação de uma vasta área dando origem a grandes cadeias de montanhas.

Nesse ponto, enfatizamos o fato de que as perturbações tectônicas estão associadas a tais movimentos, sendo que podemos associar a epirogênese às partes estáveis da crosta e a orogênese às regiões crustais instáveis. Essa constatação nos possibilita evidenciar as seguintes feições geotectônicas: **escudo**, **craton** e **cinturões móveis**.

O escudo, aqui compreendido como uma área continental ou subcontinental, mostra extensão de rochas cristalinas de idade anterior a **era Cambriana**, ou seja, rochas **Pré-Cambrianas**. Trata-se dos primeiros núcleos de rochas emersas que afloraram desde o início da formação da crosta terrestre, são, portanto, áreas atualmente estáveis quanto à tectônica.

O craton corresponde ao núcleo estável localizado no interior do escudo, sendo que as faixas rochosas circundantes ao craton são caracterizadas por rochas metamórficas mais jovens, constituindo os denominados cinturões móveis. Resumidamente, um escudo é formado por um ou mais núcleos cratônicos, que são envolvidos por cinturões móveis, cujas rochas têm idade inferior às rochas que compõem o craton, assim como grau metamórfico mais acentuado.

Os movimentos epirogenéticos e orogenéticos não podem ser entendidos de forma desarticulada, pois os mesmos são produto do movimento lateral dos continentes, ou seja, tanto da deriva continental como do choque entre as placas tectônicas. Tais movimentos produzem esforços sobre as rochas, cujas consequências nos levam a compreensão do que se denomina **dobrimento**, **fraturamento** e **falhamento**. Esses efeitos nas rochas dependem da intensidade, da duração ou da direção dos esforços; por outro lado, dependem da competência ou incompetência das rochas, ou seja, a capacidade ou não que a rocha tem de oferecer resistência aos esforços que são submetidos.

Os dobramentos

Os dobramentos caracterizam-se por encurvamentos de formas acentuadas, côncavas ou convexas que aparecem na crosta terrestre, que podem ser classificados segundo sua forma, posição do eixo e plano.

As dobras podem ser distinguidas da seguinte forma: as do tipo sinclinal se caracterizam por uma concavidade para cima em que as camadas se inclinam de modo convergente, formando uma depressão. As do tipo anticlinal apresentam uma convexidade para cima, cujas camadas se inclinam de maneira divergente a partir de um eixo, formando uma elevação.

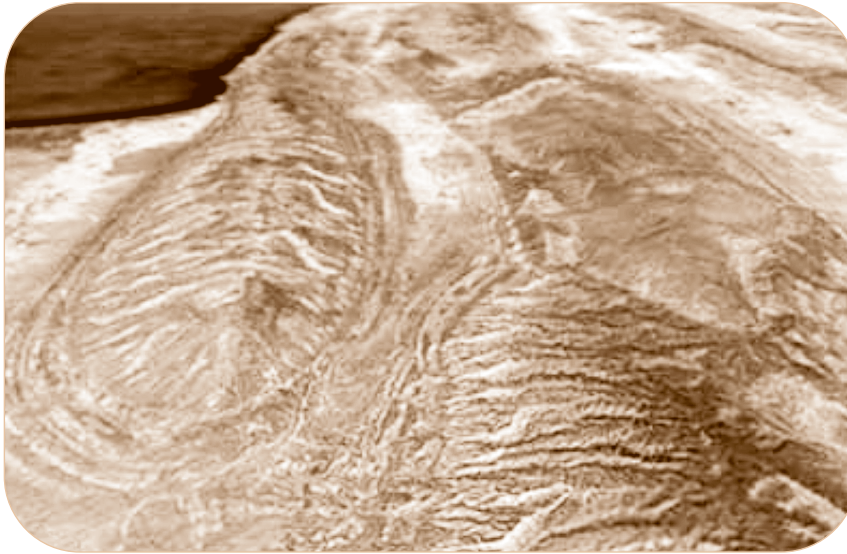


Figura 13 – Dobramentos.

Fonte: <<http://www.geologia.blogger.com.br/mestrado0041.jpg>>. Acesso em: 10 fev. 2009.

As camadas só podem ser dobradas quando possuem certa plasticidade - propriedade física inerente aos minerais que compõem as rochas. A partir do momento em que os estratos rochosos perdem essa plasticidade, as camadas adquirem rigidez e a consequência advinda dos esforços sofridos por tais rochas passam a ser de outra natureza, quebram-se.

Os falhamentos

As **falhas** se caracterizam pelas rupturas e os desnivelamentos na continuidade das camadas que apresentam certo grau de rigidez por ocasião dos movimentos tectônicos. Mais precisamente, denominamos de falha uma fratura que tenha ocorrido nas rochas com consequente deslocamento dos blocos resultantes. Quando ocorre uma fratura sem o deslocamento de blocos, denomina-se **junta** ou **diáclase**, que nada mais é do que uma abertura microscópica ou macroscópica que aparece no corpo de uma rocha por causa de esforço tectônico.

O movimento dos blocos falhados, ou seja, as partes das rochas separadas pela ruptura, pode acontecer na direção vertical, caracterizando a falha do tipo normal; quando acontece superposição de um bloco sobre o outro, formando a chamada falha inversa, ou ainda, quando os blocos se deslocam lateralmente entre si, caracterizando a falha transcorrente.

Tanto a crosta continental quanto a crosta oceânica apresentam uma infinidade de falhas tectônicas, todas elas associadas invariavelmente à dinâmica litosférica e, portanto, associadas à movimentação das placas tectônicas.



Figura 14 – Falhamentos.

Fonte: <http://www.ulbra.br/mineralogia/imagens/coleta_foto03.gif>. Acesso em: 10 fev. 2009.



Atividade 5

- 1 O que é desdobramento?
- 2 O que é falhamento?
- 3 Quais as semelhanças e diferenças entre desdobramento e falhamento?
- 4 Na sua região, você é capaz de localizar algum desses fenômenos? Se sim, descreva-o(s) a partir do que você conhece na sua região.

O vulcanismo

Na dinâmica endógena, além das intrusões que só aparecem na superfície após a atuação dos processos erosivos, também ocorrem atividades vulcânicas. As causas do vulcanismo estão ligadas à tectônica de placas e se mostram mais intensas ao longo das margens oceânicas e de cadeias montanhosas. O vulcanismo abrange todas as manifestações de atividades internas do nosso Planeta que, em decorrência da alta temperatura e pressão das rochas, culminam com a erupção de material fundido, no caso o **magma**, que ao atingir a superfície, denomina-se **lava**.

Portanto, essa atividade natural nos permite ter um conhecimento direto do material ígneo que se encontra sob a crosta sólida, isto é, a litosfera. Tais atividades se mostram de forma pontual, tanto nos continentes quanto nos oceanos e estão geralmente associadas a tremores de terra que, por vezes, culminam com aberturas de fendas na crosta, através das quais liberam o magma que atinge a superfície.



Figura 15 – Vulcanismo.

Fonte: <<http://www.minerva.uevora.pt/stclara/pp03-04/alunos/6g/Cat-fen/imagens/vulcao5.jpg>> Acesso em: 10 fev. 2009.

Os vulcões se distribuem nas áreas tectonicamente instáveis ou ativas da crosta terrestre, onde ocorrem terremotos e falhamentos, associados a limites de placas tectônicas. Ainda quanto à distribuição espacial dos vulcões em escala global, pode-se afirmar que os que se encontram atualmente com algum grau de atividade, constituem o que se denomina **cinturão de fogo**.

Os terremotos

Assim como o vulcanismo, os **terremotos** também são formas de ações dos processos endógenos do nosso Planeta. Trata-se de uma vibração na superfície da Terra, produzida por forças naturais situadas no interior da crosta a profundidades variadas; essas vibrações são produzidas por ondas longitudinais e transversais.

Tais vibrações quando fracas não são notadas pelo homem, porém são registradas pelos sismógrafos; quando fortes, podem ocasionar estragos materiais e, por vezes, provocar grandes catástrofes. Os terremotos ocorrem geralmente nas mesmas regiões onde ocorre o vulcanismo, particularmente nas áreas pertencentes ao círculo do fogo, no entanto, teoricamente, nenhuma região está livre dos terremotos.

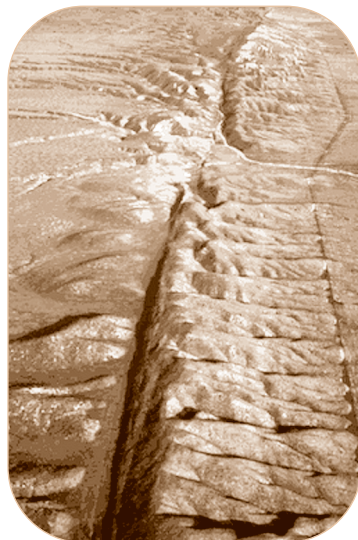


Figura 16 – Terremotos.

Fonte: <http://www.apolo11.com/imagens/etc/terremotos_falha_san_andreas_detalhe.jpg>. Acesso em: 10 fev. 2009.

Quanto à intensidade dos terremotos, salientamos que as ondas recebidas e registradas por sismógrafos, possibilitam a mensuração da grandeza do fenômeno. Isso se processa através da escala Richter, que distribui magnitudes em logaritmos de 1 a 10 relacionados com a quantidade de energia liberada.



Atividade 6

1

O que é Vulcanismo?

2

Existe relação entre Vulcanismo e Terremotos? Justifique sua resposta.

3

Na sua região, existem processos vulcânicos ou já houve algum tipo de terremoto sensível na superfície? Tente explicar como eles ocorreram e faça uma relação a partir daquilo que você aprendeu nesta aula.

Resumo

Nesta quinta aula, você aprendeu que a Geologia Física engloba a Geologia Dinâmica e a Geologia Estrutural. A Primeira explica as transformações por que passa a superfície do Planeta, notadamente quanto aos aspectos destrutivos. Já a segunda, evidencia as consequências do dinamismo interno da Terra, observadas de forma direta ou indireta, através de rochas hoje encontradas exumadas.

Autoavaliação

- 1 Você seria capaz de fazer uma analogia entre um livro e uma rocha? Explique como seria essa analogia.
- 2 Você seria capaz de associar feições superficiais ao dinamismo externo e interno? Justifique sua resposta.
- 3 Descreva o que é Geologia Dinâmica?
- 4 Com base no que você estudou, explique a origem do tectonismo.
- 5 Quais as consequências dos processos exógenos na superfície da terra? Liste e descreva cada um deles.

Referências

GUERRA, Antonio Teixeira; GUERRA, Antonio José Teixeira. **Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand, 2003.

LEINZ, Victor; AMARAL, Sergio Estanislau do. **Geologia geral**. São Paulo: Companhia editora Nacional, 2003.

POPP, José Henrique. **Geologia geral**. Rio de Janeiro: LCT, 1998.

PRESS, F. et al. **Para entender a Terra**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

Geologia histórica e do Brasil

Aula

6



Apresentação

Nesta aula, você verá o tempo geológico associado ao surgimento da vida no planeta. Você estudará de que maneira a forma cronológica mostra a evolução sofrida pela Terra. Também, de forma resumida, você verá as macroformas estruturais da Geologia do Brasil. Boa aula!

Objetivos

- 1 Entender uma noção da escala do tempo geológico.
- 2 Compreender o surgimento e evolução da vida através das rochas.
- 3 Saber as possíveis causas de extinção das espécies.
- 4 Analisar as grandes feições geológicas do Brasil.



O que é tempo geológico?



Já falamos um pouco sobre a formação endógena e exógena do nosso planeta. Você, a esta altura, já deve concluir que, observando-se os eventos orogenéticos tectônicos e suas relações com o tempo geológico, verificamos que tais eventos aconteceram com interrupções periódicas. Esses fenômenos orogenéticos, já vistos na aula anterior, alternam períodos de calma prolongada, sendo, a seguir, interrompidos por um dinamismo tectônico de pouca duração relativa; nesses períodos de calma, sucedem-se os grandes movimentos **epirogenéticos** e nas curtas épocas de subsidências, ocorrem as grandes modificações **orogenéticas**.

O encadeamento de tal dinamismo evidencia a história da Terra, cujos estudos começam pela possibilidade de correlacionamento de rochas ou estratos rochosos entre si, de maneira a evidenciar uma comparação relativa entre o mais antigo e o mais recente, de acordo com a superposição existente entre tais rochas.

A **superposição relativa das rochas**, bem como a existência de fósseis de origem animal ou vegetal contidos nas rochas sedimentares, possibilita aos cientistas elaborarem uma associação de dados que culmina com o que denominamos de **sequência estratigráfica**, que nada mais é do que o empilhamento de informações advindas das rochas, obedecendo a uma hierarquia em termos temporais.

Com o descobrimento da radioatividade, tornou-se possível determinar a idade das rochas de forma mais precisa, como já visto na aula 1 – Abordando o planeta, devido à desintegração radioativa espontânea de alguns minerais, possibilitando datações radiométricas, as quais apontam para uma elaboração da escala de tempo absoluto dos eventos geológicos.

Epirogenéticos

Os movimentos epirogenéticos caracterizam-se por serem lentos, abrangerem áreas continentais e não terem competência para deformar (não produzem falhas ou dobras) as estruturas rochosas. Para saber mais, visite: <<http://www.colegioweb.com.br/geografia/agentes-do-relevo>>. **Acesso em:** 10 fev. 2009.

Orogenéticas

O movimento orogenético é relativamente rápido e, quando se manifesta, geralmente deforma, dobrando e falhando as camadas rochosas. Os terremotos são os movimentos orogenéticos mais rápidos de que se tem conta. Fonte: <<http://www.colegioweb.com.br/geografia/agentes-do-relevo>>. **Acesso em:** 10 fev. 2009.

Os tempos primórdios

Atualmente, a teoria mais aceita para explicar a origem da Terra mostra em seu modelo que pequenos corpos celestes colidem mutuamente por efeito da atração gravitacional. Quando esses corpos foram atingindo maiores dimensões, maior também foi ficando a sua atração gravitacional e, conseqüentemente, intensificaram-se os impactos em torno dos mesmos. Portanto, é a partir dessa aglomeração de matéria que se compreende a formação do planeta Terra.

Tal fato, segundo os cientistas, deu-se por volta de 4,6 **b.a.** (quatro bilhões e seiscentos milhões de anos). Segundo o raciocínio teórico, as colisões da matéria provocaram a dissipação da energia cinética, dando origem ao aumento da temperatura dos materiais do planeta em formação.

Superposição relativa das rochas

Ao falarmos sobre superposição, estamos nos referindo ao princípio da superposição, ou seja, em qualquer sequência de camadas de rochas, a camada de cima é mais jovem que a camada de baixo. Para saber mais, visite: <http://www.geocities.com/fundamentos_geologia/datarelativa.html>. **Acesso em:** 10 fev. 2009.



B.a

B.a. à Bilhões de anos

Datações radiométricas

A datação radiométrica é o procedimento do cálculo da idade absoluta de uma rocha e dos minerais que contêm certos radioisótopos (isótopos radioativos). Para saber mais, visite: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Datação_radiométrica>.

Acesso em: 10 fev. 2009.

Paralelo ao aumento da gravidade, criou-se a possibilidade da retenção de elementos voláteis gerados pelos impactos da própria matéria, formando assim uma atmosfera primitiva, a qual, ao desenvolver-se num tempo geológico, passou a isolar termicamente o planeta em formação, provocando o aquecimento e fusão dos materiais terrestres. Tal processo de fusão provocou a diferenciação do planeta, tema este já abordado na aula 2 – A teoria unificadora.

Nos locais associados às temperaturas mais elevadas, ocorreram as diferenciações magmáticas, ou seja, os materiais que têm ponto de fusão mais baixo fundem-se primeiro e se separam do magma original, sendo que esses materiais menos densos ascendem até atingir a superfície. Tal processo explica a formação dos primeiros núcleos continentais do planeta, os quais evoluíram em termos dimensionais, num tempo geológico e, com a continuidade do processo, vieram a se constituir nos continentes ancestrais. Rochas correspondentes a essas áreas apresentam **datações radiométricas** entre 3,8 e 4,0 b.a.

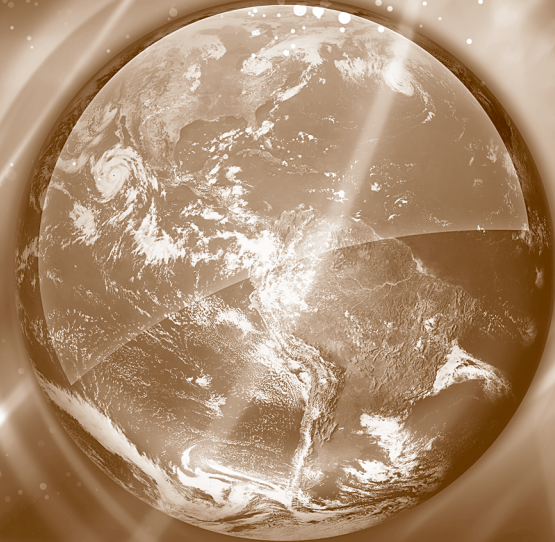
Prosseguindo com a visão resumida acerca da origem da Terra, salientamos ainda, quanto à gravidade do planeta, o fato deste, durante o processo, ter se desenvolvido ou evoluído a ponto de poder reter não só os gases liberados pelas colisões da matéria do espaço, aqui denominado **planetesimal**, como também reter os gases advindos das exalações magmáticas correspondentes aos processos de fusão originados a partir das altas temperaturas do interior do planeta. Foram criadas, portanto, as condições atmosféricas para a condensação da água originária do magma, tal processo explica a condensação do vapor d'água, o qual, ao se precipitar, vai dar origem aos mares na superfície do planeta.

Esses mares, do ponto de vista químico, são formados por soluções que possuem todos os elementos essenciais à constituição da vida como a conhecemos hoje. Tal ambiente originou-se de acordo com deduções baseadas em fósseis, a formação de moléculas complexas, as quais propiciaram o aparecimento dos primeiros seres vivos.

Fósseis datados de 3,35 b.a apontam para as primeiras evidências da vida no planeta, trata-se de esporos, produzidos por organismos similares a algas. São organismos do ponto de vista biológico, muito resistentes, unicelulares e representam um estágio adiantado de evolução orgânica. Logo, é possível inferir que a vida deve ter aparecido muito antes no planeta.

Ainda em relação aos tempos primários do planeta e de acordo com a escala do tempo geológico, salientamos um marco que serve para diferenciar o **Eon Arqueano**, antigo ao **Eon Proterozóico**: a vida primitiva. Trata-se da mudança ambiental, evidenciada a partir das rochas, onde, a partir de um meio redutor, evolui-se para um meio oxidante, com grandes implicações nas formas de vida existente.

No Arqueano, o surgimento da vida se deu em meio redutor devido à atmosfera de então, tal Era caracteriza-se por ser desprovida de oxigênio molecular (O_2). No entanto, os organismos anaeróbicos que vivem nos mares liberaram oxigênio (O_2) como produto de seu metabolismo, contribuindo para que a atmosfera se tornasse, com o passar do tempo, oxidante. Aqui, há grande mudança, pois surgem, sempre de acordo com os fósseis, os organismos aeróbicos, os quais têm grande representatividade na **Era Proterozóica**. Assim, visualizamos a seleção natural atribuída às primeiras formas de vida no nosso planeta e sua conseqüente evolução.



O Fanerozóico

O Eon Fanerozóico, em que se caracteriza a vida visível, é o mais recente e o mais estudado **Eon**, abrange os últimos 570 milhões de anos da história do planeta. Caracteriza-se pela existência de abundantes fósseis, os quais possibilitaram a subdivisão do **Eon** em **Era Paleozóica**, vida antiga, **Era Mesozóica**, vida intermediária e **Era Cenozóica**, vida moderna.

Como já sabemos, as **eras** são subdivididas em **períodos**, os quais, por sua vez, subdividem-se em **épocas**. É importante lembrarmos-nos de que o planeta não foi modelado por uma série de eventos catastróficos ocorridos em apenas poucos milhares de anos, mas sim evoluiu de forma cíclica através de mudanças geológicas. Estamos falando do ciclo das rochas, em que ocorre intemperismo, erosão, sedimentação, soterramentos, atividades ígneas e soerguimentos de montanhas.

Na **Era Paleozóica**, os continentes ancestrais do **Proterozóico** aproximaram-se em função do dinamismo inerente ao planeta e formaram-se em único continente, denominado **Pangéia**, circundado por um antigo oceano chamado **Pantalasse**. Nessa Era, correspondente à vida antiga, os fósseis encontrados comprovam o surgimento dos invertebrados, bem como a transição das plantas da água para a terra. Com o passar do tempo geológico, registra-se o grande desenvolvimento de vegetais e os insetos se propagam sobre os continentes.

Ainda nessa Era os filos aparecem e as grandes divisões em que se classificam os animais já se fazem presentes. Surgem os vertebrados e em seguida os anfíbios primitivos, os quais, na escala evolutiva, darão origem aos anfíbios modernos e aos répteis.

O fim da **Era Paleozóica** caracteriza-se pela extinção ou declínio de inúmeros grupos de animais e plantas, tal fato se explica em função de grandes mudanças climáticas registradas no planeta, cujos registros advêm das rochas. O mais notável dessas mudanças associa-se a uma grande glaciação, evidenciada em rochas hoje encontradas em vários continentes.

Na **Era Mesozóica**, o continente **Pangéia**, que se formou no fim da **Era Paleozóica**, vai progressivamente se separar, inicialmente se transforma em duas partes. A primeira denomina-se **Laurásia**, correspondente à atual América do Norte, Europa e Ásia. A segunda parte, chamada **Gondwana**, englobando a América do Sul, África, Antártida, Austrália e o subcontinente Indiano.

Os espaços estreitos que começaram a surgir entre as divisões do que seria os atuais continentes foram se alargando progressivamente e deram origem aos oceanos Atlântico e Índico. Tal processo, ou seja, o dinamismo das placas tectônicas, continua até os dias atuais com uma taxa de expansão do assoalho oceânico de alguns centímetros por ano.

Quanto à vida existente na **Era Mesozóica**, devemos salientar que depois das extinções do fim do **Paleozóico**, outros grupos de plantas e animais surgiram e se expandiram, caracterizando um quadro novo, a ponto do **Mesozóico** ser conhecido como a “era do répteis”, em função da importância que os mesmos tiveram. Esses vertebrados dominaram e ocuparam praticamente todos os lugares do planeta, sendo que, dentre as ordens mais modernas dos répteis, destaca-se a dos lagartos terríveis ou dinossauros.

Quanto à evolução dos répteis vertebrados, observa-se variações que vão desde o gigantismo até a capacidade de voar, no entanto, da mesma forma que a **Era Paleozóica**, o fim da **Era Mesozóica** também é marcado por grandes extinções. Ainda como fato marcante, observa-se que os primeiros mamíferos são correlatos a essa Era.

Por outro lado, com relação às inúmeras extinções de representantes da fauna e da flora observadas no decorrer da história da Terra, é fato que a necessária explicação coloca um grande ponto de interrogação e constitui um grande desafio à comunidade científica.

Frequentemente, são apontadas como justificativas para tais extinções eventos geológicos, os quais, ao provocarem mudanças climáticas, contribuem diretamente para o desaparecimento de *habitats*. Também, numa visão contrária às causas internas do planeta, aponta-se que grandes mudanças climáticas com suas imprevisíveis consequências podem advir de fatores extraterrestres, como, por exemplo, o bombardeamento de cometas ou, ainda, a convergência dessas causas.

Já o **Cenozóico**, Era da vida moderna, corresponde a um tempo que vai de 65 milhões de anos até os dias atuais e, segundo a teoria da tectônica de placas, o dinamismo do planeta concorre para as atuais configurações.

Portanto, completa-se a subdivisão da **Laurásia e Gondwana** com o respectivo desenvolvimento dos oceanos Atlântico e Índico, sendo que o antigo oceano **Pantalassa** passa a tomar a forma do atual oceano Pacífico. O afastamento da América do Sul em relação à África causa não só o alargamento do assoalho oceânico, correspondente ao Atlântico Sul,

como o choque entre placas na parte oeste do continente sul-americano, formando a cordilheira andina. Nessa Era, ocorre também a ligação entre as Américas.

Aparecem os anfíbios e os répteis como representantes nos dias atuais, as aves continuam expandindo-se e diversificando-se, no entanto, os mamíferos tornam-se dominantes e surgem os mamíferos placentados.

Registram-se alternadamente períodos glaciais com interglaciais, os quais propiciam, quanto à fauna e à flora, não só extinção, mas também processos alternativos e migratórios. Surge o **gênero Homo**, o qual com seus artefatos evolui e domina os mais variados *habitats*, chegando por fim, à subespécie **Homo Sapiens**.



Atividade 1

Pesquise na biblioteca do seu pólo ou em *sites* de pesquisa na *internet* e responda ao que se pede.

- a) Construa uma tabela com todos os tempos primórdios da Terra, tendo como referência esta aula.
- b) Após construir a tabela, descreva a característica marcante de cada período, dividindo por Eons e Eras.
- c) Qual a relação dos movimentos orogênicos e epirogênicos com o tempo geológico da Terra? Elabore um pequeno texto explicando seu ponto de vista sobre esse assunto.

A geologia do Brasil

Após estudarmos brevemente sobre o tempo geológico da Terra, vamos ver um pouco sobre a geologia no Brasil. O Brasil está totalmente contido na plataforma sul-americana, cuja evolução geológica se mostra bastante complexa. Segundo o modelo das placas tectônicas, o dinamismo inerente às regiões limítrofes dessa placas vem a ser a causa de terremotos e vulcanismo. No entanto, o território brasileiro encontra-se afastado dos limites externos da placa em questão, o que explica a estabilidade hoje existente do ponto de vista geológico.

Porém, ao visualizarmos a formação das rochas características das regiões brasileiras, temos inicialmente que nos reportar aos primeiros núcleos de rochas emersas que afloraram desde o início da formação da crosta terrestre. Portanto, estamos falando dos **escudos**, ou seja, rochas da **Era Arqueana** ou com idades até o **Pré-Cambriano**, as quais constituem o que se denomina embasamento.



Atividade 2

Para continuarmos a aula sabendo um pouco mais sobre a geologia do Brasil, pesquise e/ou revise os períodos da Era Arqueana e as idades dessa Era até o período Pré-Cambriano. Após isso, descreva as características desse período e um pouco de sua formação geológica, com base também no que você estudou em aulas anteriores.

Logo, a estrutura geológica brasileira é antiga, inicialmente formaram-se os **escudos**, representados pelo **embasamento cristalino**, que são as rochas ígneas plutônicas e vulcânicas junto com as rochas metamórficas. Posteriormente, ao longo do tempo geológico, uma ação intempérica e erosiva prolongada que desgasta as saliências do relevo transporta os detritos e os deposita nas depressões, formando as **bacias sedimentares**. Observe-se a não existência de dobramentos modernos no território nacional, fato explicado pelo distanciamento em relação aos limites da placa tectônica.

O **embasamento cristalino** compreende todas as rochas afetadas por dobramentos e metamorfismo com idade superior a 450 milhões de anos. No Brasil, essas rochas afloram em três grandes porções, as quais constituem os **escudos guianense, brasileiro e o riograndense**. Ocorrem ainda menores porções das rochas pré-cambrianas nos estados do Pará e Maranhão, como também ao longo da orla atlântica.

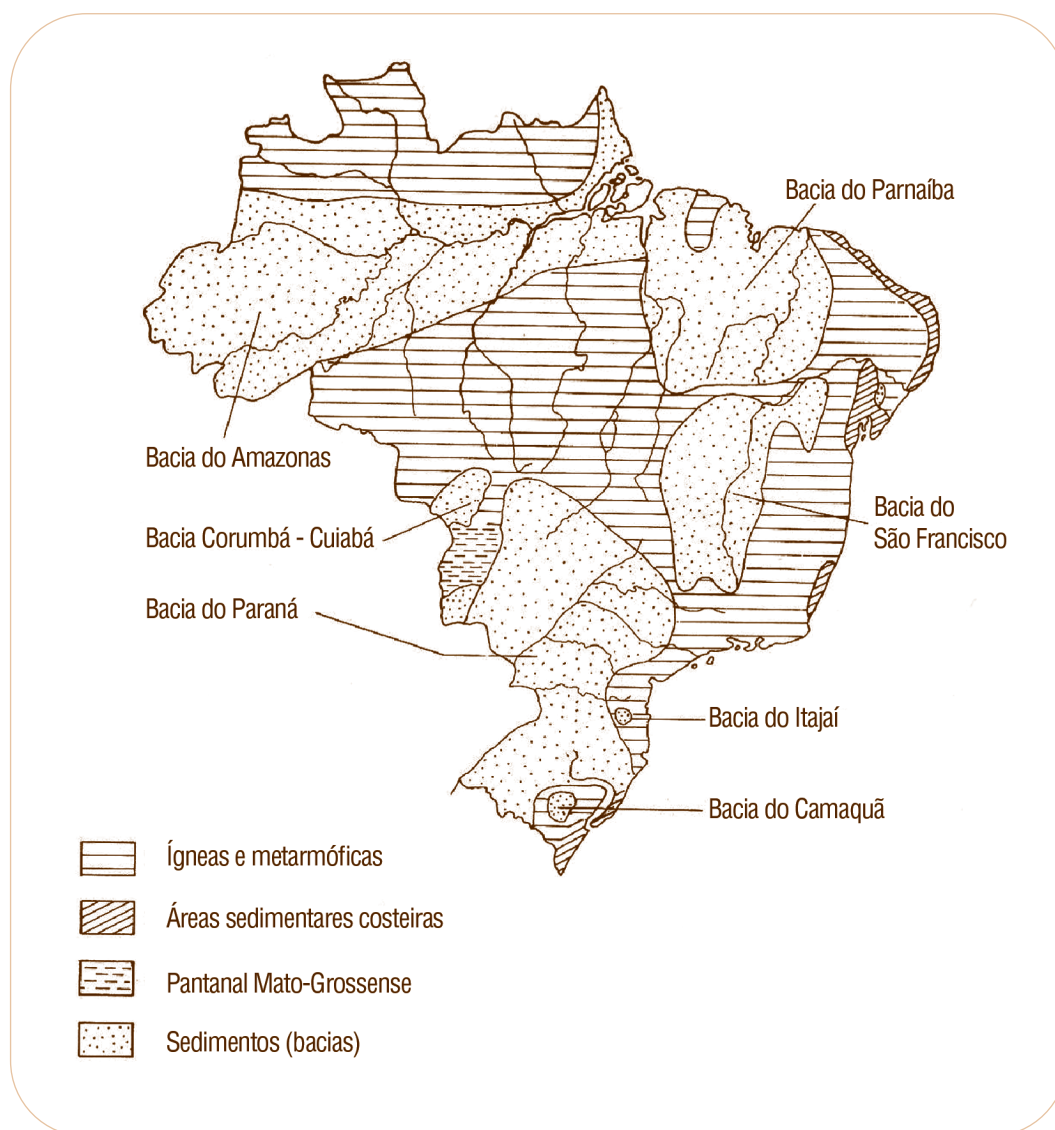


Figura 1 – Esboço geológico do Brasil. As áreas de embasamento estão representadas por rochas ígneas e metamórficas e as áreas sedimentares constituem as bacias sedimentares.

Quanto ao capeamento correspondente às bacias sedimentares, é importante salientar a abrangência do tempo associado às mesmas, pois datam desde o **Paleozóico** até o **Cenozóico**, o que constitui um rico registro da história geológica, já que os estratos desses depósitos sedimentares são o testemunho do dinamismo existente na superfície do planeta.

As bacias do Amazonas, do Paraná e do Parnaíba são as principais bacias sedimentares brasileiras, conforme você pôde observar na Figura 1, suas dimensões atingem dezenas de milhares de quilômetros, sendo que as mesmas têm na variação do nível dos mares a explicação para a contração ou expansão de suas margens. Observe que esses imensos depósitos sedimentares desenvolveram-se sobre o embasamento, mais precisamente dentro dos **crátons**, por isso são denominados de **bacias intracratônicas**.

Existem ainda no território nacional depósitos de menores dimensões, como as várias bacias marginais brasileiras, as quais são diretamente associadas à **margem continental**, cuja gênese se explica através do preenchimento dos espaços associados ao rompimento e posterior afastamento do continente sul-americano e africano.

Portanto, esses depósitos sedimentares se constituem no registro sequenciado dos inúmeros eventos que ocorreram ao longo da história geológica da Terra, como, por exemplo, as mudanças climáticas que provocaram períodos glaciais e interglaciais, transgressões ou regressões marinhas.

Tais eventos caracterizam os depósitos sedimentares, possibilitando a reconstituição da sequência dos processos geológicos ocorridos, dito de outra forma, estamos falando da elaboração de uma coluna estratigráfica, ou seja, o empilhamento cronológico de eventos que caracterizam o dinamismo do planeta.



Crátons

Crátons ou cratões (do grego kratos, significando “força”) são porções bastante antigas da crosta continental, tendo se mantido relativamente estáveis por no mínimo 500 milhões de anos, fato que os caracteriza como terrenos Pré-Cambrianos.

Fonte: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Crátón>>. **Acesso em:** 10 fev. 2009.

Leituras complementares

DUMBAR, C. O. **Geologia histórica**. 2. ed. México: Companhia Editorial continental, 1961.

OZIMA, M. **Geo-história**: evolução global da Terra. Brasília: Ed. Univ. de Brasília, 1991.

PETRI, Setembrino; FULFARO, José Vicente. **Geologia do Brasil**. São Paulo: Ed. Univ. de São Paulo, 1983.

Resumo

Nesta aula, você estudou que a história do planeta Terra engloba os Eons Arqueano, Proterozóico e Fanerozóico, e que é possível por meios deles observar a evolução da vida desde o surgimento até os dias atuais. Também foi possível visualizarmos o esboço geológico do Brasil em suas especificidades.

Autoavaliação

- 1 Como se explica o papel das rochas na compreensão da história da Terra?
- 2 Em termos de modelo, você consegue apontar mais de uma explicação para as cíclicas extinções de espécies da flora e da fauna no planeta?
- 3 Quais as maiores feições geológicas do Brasil?
- 4 É possível compreender o surgimento e evolução da vida através das rochas? Justifique sua resposta.
- 5 Construa um pequeno texto explicando as especificidades e as características da geologia do Brasil. Se possível, aponte o tempo do seu desenvolvimento e as características de nossa geologia quanto às suas especificidades.

Referências

GUERRA, Antonio Teixeira; GUERRA, Antonio José Teixeira. **Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand, 2003.

LEINZ, Victor; AMARAL, Sergio Estanislau do. **Geologia geral**. São Paulo: Companhia editora Nacional, 2003.

POPP, José Henrique. **Geologia geral**. Rio de Janeiro: LCT, 1998.

PRESS, F. et al. **Para entender a Terra**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

A interação geossistêmica

Aula

7



Apresentação

Nesta aula você vai estudar a superfície do planeta Terra como o resultado da interação entre o dinamismo das tectônicas e do clima, considerando tal interação como o ponto de partida para a compreensão do que se entende por Geomorfologia, com suas perspectivas, subdivisões e correlações com as Geociências. Lembre-se de fazer uma breve revisão dos assuntos anteriores para começar a trabalhar nesta aula. Boa aula!

Objetivos

- 1 Explicar o objeto da Geomorfologia.
- 2 Compreender as subdivisões da Geomorfologia.
- 3 Correlacionar a Geomorfologia com áreas afins.

Pequena revisão e introdução à interação geossistêmica

Dando continuidade ao assunto que você vem estudando - a visualização sistematizada do dinamismo terrestre -, enfatizamos que de forma geral, o controle das formas (feições da superfície do Planeta), ou seja, da morfologia, é feito pela interação dos mecanismos térmicos internos e externos da Terra. Como você já estudou, o calor interno controla a tectônica, que, por sua vez, levanta as montanhas e os vulcões. Por outro lado, o motor externo (lembre-se dos fatores exógenos), cuja energia vem do Sol, controla o clima e o intemperismo, que desgastam as partes salientes da morfologia e preenchem as partes deprimidas com sedimentos. Assim, a paisagem é controlada pelas interações dos geossistemas terrestres.

Lembremos sobre a definição que demos de sistema, que deve ser retomada. Sendo assim, consideramos sistema como:

[...] um todo organizado composto de elementos que se inter-relacionam. A idéia de sistema só ganha sentido se forem considerados conjuntamente esses três conceitos: todo, partes e interrelação. A simples interação entre elementos não forma um sistema se não forem capaz de criar algo que funcione como um todo integrado. Por outro lado, não é possível compreender totalmente esse todo se não entendermos quais são suas partes e como elas se inter-relacionam. (MATTOS; PEREZ FILHO, 2004, p. 2).



Quando consideramos a interação sistêmica entre as forças internas e externas que atuam na Terra, isso nos leva à compreensão de que qualquer parte da superfície litosférica do Planeta pode ser modificada da seguinte maneira: primeiro, pode ser deformada por movimentos tectônicos, ocasionando relevos tectônicos; segundo, pode ser modificada por adição de material geológico fragmentado, resultando numa forma de acumulação e, terceiro, pode ser modificada pela retirada do material, o que ocasiona feições erosionais.

De outra forma, as rochas, constituintes das feições superficiais do Planeta, sujeitas à ação das forças endógenas e exógenas, resultam sempre em formas deformacionais de desgastes e de acumulação. Logo, é possível estabelecer um ponto de trabalho comum a várias ciências naturais como a Geologia, a Geomorfologia e a **Pedologia**, já que as mesmas têm em comum entre seus objetos de estudos esses aspectos interacionais dos geossistemas que explicam a superfície da Terra.

Pedologia

A **pedologia** é a ciência que estuda o solo, corpo dinâmico resultante dos processos de alteração e modificação (física, química, biológica ou antrópica) da rocha ou sedimento à superfície terrestre. Para saber mais visite: <<http://www.ipa.min-cultura.pt/cipa/geo/materiais/pedologia>>. Acesso em: 12 fev. 2009.

A geomorfologia

A esta altura você já se pergunta o que é Geomorfologia. De acordo com Guerra (1975 p. 201), consideramos Geomorfologia como a ciência que estuda as formas de relevo, tendo em vista a origem, a estrutura, a natureza das rochas, o clima da região e as diferentes forças endógenas e exógenas que, de modo geral, entram como fatores construtores e destruidores do relevo terrestre.

A Geomorfologia é, portanto, a ciência que tem por objetivo o estudo das formas terrestres, definindo-as pelo seu aspecto, por sua dimensão, por sua gênese e por sua evolução. Aqui, compreende-se por **aspecto** a descrição do relevo; por **dimensão**, as medidas desse relevo e por **evolução**, o processo de formação e de transformação das diferentes fases evolutivas do relevo.

Tal concepção - na compreensão dos estudos sobre o relevo - ao enfatizar o entendimento das relações entre processos e as resistências das rochas à ação modeladora do relevo, aponta para a noção de equilíbrio dinâmico que definiremos melhor a seguir.

Dessa forma, os estudos do relevo consideram as noções de sistema aberto, ou seja, a importação e exportação de massa e energia, bem como a noção de equilíbrio, que compreendemos como um ajustamento contínuo entre o comportamento do processo e as resultantes desse processo de troca de massas e energia. Essas noções caracterizam a **teoria do equilíbrio dinâmico**.

A teoria do equilíbrio dinâmico mostra que as formas espaciais da terra, seu relevo, paisagem, espaços naturais, rios, vulcões, passam a representar o resultado contínuo de um ajuste entre o comportamento dos processos e o nível de resistência oferecido pelo material que está sendo trabalhado.

Assim, as formas deixam de ser algo estático para serem também dinâmicas com tendência a um melhor ajuste em sintonia com o modo de atuação do processo. Consequentemente, a atuação de um processo pode levar ao aparecimento de diferentes formas.

Portanto, essa perspectiva sistêmica, ao considerar a análise do complexo conjunto de processos e formas, nos remete à constatação de que a paisagem geomorfológica e sua evolução dependem de diversos fatores, os quais são representados em diferentes escalas espaciais e temporais.



Teoria do equilíbrio dinâmico

Para saber mais sobre esse assunto, visite o seguinte link: <http://br.geocities.com/uel_geomorfologia2/artigodirunomarcelobraga.htm>. Acesso em: 12 fev. 2009. Lá você vai encontrar demais significados para a noção de sistema e de geomorfologia.

Ainda quanto à noção de equilíbrio em Geomorfologia, significa que materiais, processos e a geometria do modelado compõem um conjunto autorregulador, sendo que toda forma é o produto do ajustamento entre materiais e processos. Isso quer dizer que o equilíbrio de um sistema representa o ajustamento completo das suas variáveis internas às condições externas.

Como a interação geossistêmica funciona perante flutuações no fornecimento de matéria e energia, chamamos a atenção ao fato de que para além dos aspectos naturais envolvidos nessa interação, na atualidade não é possível deixarmos de considerar os aspectos da dinâmica antrópica, ou seja, da interferência do homem.



Atividade 1

1

Com base no que você estudou aqui, responda:

- a) O que é geomorfologia?
- b) De que depende o equilíbrio do sistema geomorfológico? Justifique sua resposta.
- c) Como funciona uma interação geossistêmica?
- d) Explique por que é importante uma visão de sistema quando vamos estudar a geomorfologia?

2

Pesquise na biblioteca do seu pólo e na internet, de preferência em sites acadêmicos, e responda:

- a) Descreva o que diz a teoria do equilíbrio dinâmico.
- b) Que relação há entre os processos dinâmicos e a formação de novas estruturas físicas na terra, como novas paisagens, novos relevos, etc.?
- c) Para você, o que é sistema?

0 sistema geomorfológico

Você lembra que mais acima definimos o que é sistema? Essa ideia tem várias formas de serem expressas, no entanto, todas seguem o mesmo raciocínio que é considerar o sistema como o conjunto dos elementos e das relações entre si e entre os seus atributos. Assim, considerando também que as formas e os processos representam o objeto da Geomorfologia, apontamos a seguir aspectos constituintes de sistemas que nos possibilitam entender a abordagem do universo dessa ciência:

- a) **O aspecto geológico** que, através da disposição e da variação litológica, se constitui no principal fornecedor do material, sendo que esse material - as rochas – constitui-se no fator passivo sobre o qual atuam os processos internos e externos à superfície do Planeta.
- b) **O aspecto climático** que através do calor, da umidade e dos movimentos atmosféricos, sustenta e mantém o dinamismo dos processos externos.
- c) **O aspecto hídrico** que por intermédio das descargas de água e de detritos, contribui para a entrada e saída do fluxo de matéria e energia.
- d) **O aspecto biográfico**, que representado pela cobertura vegetal e pela vida animal inerentes, segundo suas características, atua como fator de diferenciação na modalidade e intensidade dos processos, assim como fornecendo e retirando matéria.
- e) **O aspecto antrópico**, representado pela ação humana, constitui-se no fator responsável por mudanças na distribuição da matéria e energia dentro dos sistemas, como também modifica o equilíbrio dos mesmos de forma consciente ou ainda, inadvertidamente.

Resumidamente, esses aspectos constituem o ambiente geomorfológico; entretanto, por meio do mecanismo de retroalimentação o sistema geomorfológico atua sobre eles, buscando uma visualização mais ampla entre os processos de retroalimentação do sistema morfológico. Apontamos a interminável competição entre os processos tectônicos, que tendem a gerar montanhas e construir relevo, e os processos superficiais, que tendem a demoli-lo. Quando recuperamos o conceito de **isostasia** já visto, constatamos que a intensificação de um dos processos causa a retroalimentação do outro e vice-versa.



Isostasia

Lembre que Isostasia é o equilíbrio relativo dos diversos compartimentos da crosta terrestre. Ver mais em Houaiss (2007, documento eletrônico).



Atividade 2

Com base no que você estudou até aqui, cite os vários tipos de sistemas e suas respectivas características.

As subdivisões da geomorfologia

Para compreendermos melhor as subdivisões da Geomorfologia é preciso visualizar alguns aspectos diferentes associados à maneira pela qual essa ciência classifica as formas de relevo.

A problemática tem origem basicamente a partir da questão de como classificar as formas de relevo existentes no Planeta, uma vez que, seja qual for a perspectiva ou parâmetro de classificação, torna-se imprescindível a existência de critérios que possibilitem o agrupamento e a hierarquização de todas as formas de relevo.

Um critério único, isto é, aglutinador, ainda não foi apresentado cientificamente, no entanto alguns critérios vêm sendo utilizados ao longo do desenvolvimento da Geomorfologia, embora nenhum deles explique ou correlacione todas as morfologias. Portanto, a sistemática de trabalho usada pela ciência geomorfológica utiliza-se de critérios diferentes, o que implica em subdivisão, cujas consequências se revelam através da vasta nomenclatura sobre a morfologia como veremos a seguir.

Um dos critérios amplamente utilizados foi o de classificar as formas de relevo em função da disposição das camadas rochosas, compondo a denominada **Geomorfologia Estrutural**. De acordo com tal critério, as formas de relevo pertenceriam às seguintes categorias:

- A morfologia das estruturas dobradas;
- A morfologia das estruturas falhadas;
- A morfologia das estruturas concordantes;
- A morfologia relacionada com o vulcanismo;
- A morfologia relacionada com litologias específicas.

Porém, a perspectiva da geomorfologia estrutural, que considera o dinamismo endógeno, não contempla outras formas de relevo, como por exemplo as formas associadas à dinâmica litorânea ou à dinâmica fluvial, que são relacionadas a processos exógenos.

Outro critério classificatório se dá sob a perspectiva de que as formas dos relevos podem ser relacionadas com a zonalidade climática do Planeta, daí surge então a **Geomorfologia Climática**. Mas da mesma forma que no critério estrutural, o critério baseado nas zonas morfoclimáticas não encontra posicionamento definitivo para inúmeras formas de relevo.

Há um critério que se baseia nos processos e formas inerentes às morfologias e considera a ação ativa e dinâmica da formação do relevo, apresentando as seguintes categorias geomorfológicas: fluvial, litorânea, eólica, pluvial, cárstica, glaciária, periglaciária e submarina.

Conforme Christofolletti (1980, p.12), escrevendo a respeito das zonas morfoclimáticas, a comunidade científica reconheceu a existência de fatos ou formas de relevos **zonais**, que ocorrem de acordo com a zonalidade climática; **azonais**, que ocorrem independentemente da zonalidade climática, e **plurizonais**, que ocorrem em várias zonas do Planeta, mas não em todas.

Portanto, é possível constatar que tais classificações têm um caráter provisório, pois não abrangem todas as formas de relevo individualmente. Porém, de acordo com os setores abordados, podemos afirmar que a Geomorfologia divide-se conforme a tipologia estrutural ou de acordo com as zonas climáticas, ou ainda, de acordo com as categorias de processo e forma.

Também com respeito a esse problema, Guerra e Cunha (1995, p. 44), afirmam que não há critério que, por si só, promova a classificação de todos os fatos geomorfológicos, estabelecendo categorias hierarquizadas em diferentes escalas espaciais e temporais de modo satisfatório.

Compreendemos por fim que a melhor compreensão do significado das formas e processos morfológicos é na verdade uma diretriz que sempre será perseguida. Logo, subdivisões nascidas por diferentes critérios existem e formam conteúdos que retratam as suas especificidades, segundo, entretanto, a mesma diretriz que é comum a todas.

As relações da geomorfologia com as geociências

As relações da Geomorfologia com uma ciência natural podem ser interpretadas de acordo com a “escola” ou teoria, de preferência. A discussão metodológica da posição da Geomorfologia no quadro geral das ciências liga-se ao fato de que na Europa, a geomorfologia é ligada à Geografia, enquanto que nos Estados Unidos a Geomorfologia alcançou o lugar equivalente ao de uma ciência geológica, sendo, portanto, um ramo da Geologia.

O fato é que a Geomorfologia, como toda ciência, está apoiada mais ou menos sobre noções básicas, sendo algumas delas comuns com a Geologia, enquanto outras lhe são particulares. Em função de seu objeto, formas e processos, a Geomorfologia é a ciência do conhecimento da superfície do Planeta, onde acontecem fenômenos distintos da natureza. Logo, você já deve perceber que essa ciência possui um aspecto que pode ser caracterizado como de ligação ou ponte entre as Geociências, o que lhe possibilita ser uma ciência analítica e sintética. E sendo sintética significa que isso decorre dos contatos estreitos com outras especialidades.

A relação com a Geologia se dá a partir da compreensão do dinamismo endógeno do Planeta, já que os dados referentes à estrutura e à dinâmica da crosta são elementos de base para

o estudo morfológico. A Geomorfologia trabalha a partir dos resultados da Geologia, os quais permitem analisar o motor principal da formação dos relevos derivados da dinâmica endógena.

Em contrapartida, a Geomorfologia fornece à Geologia o conhecimento sobre evidências morfológicas de fenômenos tectônicos. Também é importante compreender que na superfície as rochas sofrem transformações variadas e seus produtos se acumulam formando depósitos sedimentares.

Por outro lado, a relação com a **Climatologia** se dá através das características das zonas climáticas, cujo dinamismo está ligado ao motor dos processos externos. Consequentemente, explica-se a formação de relevos advindos desse dinamismo externo. Em contrapartida, se considerarmos a **Orografia**, compreendemos variações climáticas associadas ao relevo.

Já com a **Oceanografia**, a ligação acontece a partir dos estudos das correntes e marés, indispensáveis ao estudo da morfologia litorânea. Os dados sequenciais oriundos da Oceanografia são de grande valia para a morfologia costeira.

A ligação com a **Hidrologia** é muito estreita, pois há quem possa considerar a Hidrologia Fluvial como um ramo da Geomorfologia, portanto, complementando-se na explicação das várias formas fluviais.

Quanto às relações com a Pedologia, devemos considerar um aspecto particular dos fenômenos de contato entre litosfera e atmosfera. Trata-se daquele no qual os seres vivos intervêm para modificar a litosfera sobre uma espessura de alguns centímetros ou alguns metros.

O relevo terrestre constitui o meio pelo qual se desenvolvem os solos, constituindo-se em um fator condicionante aos processos pedogenéticos. Por outro lado, a Geomorfologia deve levar em conta dados pedológicos, pois a morfogênese se exerce frequentemente através dos solos e não diretamente sobre a rocha.



Climatologia

É o estudo do clima. Inclui dados climáticos, a análise das causas das diferenças no clima e a aplicação de dados climáticos na solução de objetivos específicos ou problemas operacionais. Fonte: <<http://www.esac.pt/estacao/conceitos.htm>>. Acesso em: 12 fev. 2009.

Orografia

Orografia é o estudo das nuances do relevo de uma região. Fonte: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Orografia>>. Acesso em: 12 fev. 2009.

Oceanografia

Oceanografia é a ciência que estuda os oceanos, procurando compreender, descrever e prever os processos que ocorrem nesse ambiente. Fonte: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Oceanografia>>. Acesso em: 12 fev. 2009.

Hidrologia

Hidrologia é a ciência que estuda a ocorrência, distribuição e movimentação da água no planeta Terra. A definição atual deve ser ampliada para incluir aspectos de qualidade da água, ecologia, poluição e descontaminação. Fonte: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Hidrologia>>. Acesso em: 12 fev. 2009.



Atividade 4

1

Defina Geomorfologia a partir do que foi estudado nesta aula. Correlacione com a geomorfologia com outras áreas e fala de sua particularidade.

2

Explique como se divide a Geomorfologia.

Leituras complementares

AB'SABER, Aziz Nacib. A geomorfologia no Brasil: “história das ciências: perspectiva científica” **Revista de História**, São Paulo, v. 46, p. 145 – 165, 1974.

PENTEADO, Margarida Maria. **Fundamentos de geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1974.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990.

Resumo

A partir da visualização da interação sistêmica entre a dinâmica endógena e exógena, constatamos tanto o objeto da Geomorfologia como também a problemática inerente às subdivisões dessa ciência e suas relações possíveis com as áreas afins.

Autoavaliação

1

Que elementos motores você aponta na dinâmica metodológica?

2

Por que a Geomorfologia mostra subdivisões?

3

O que a Geomorfologia tem em comum com a Geologia?

4

Em termos de retroalimentação, que contribuição a Geomorfologia dá às Geociências?

5

Qual o objeto da Geomorfologia?

6

Qual a relação da Geomorfologia com áreas afins?

Referências

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

GUERRA, Antonio Teixeira. **Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2003.

GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista. **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 1995.

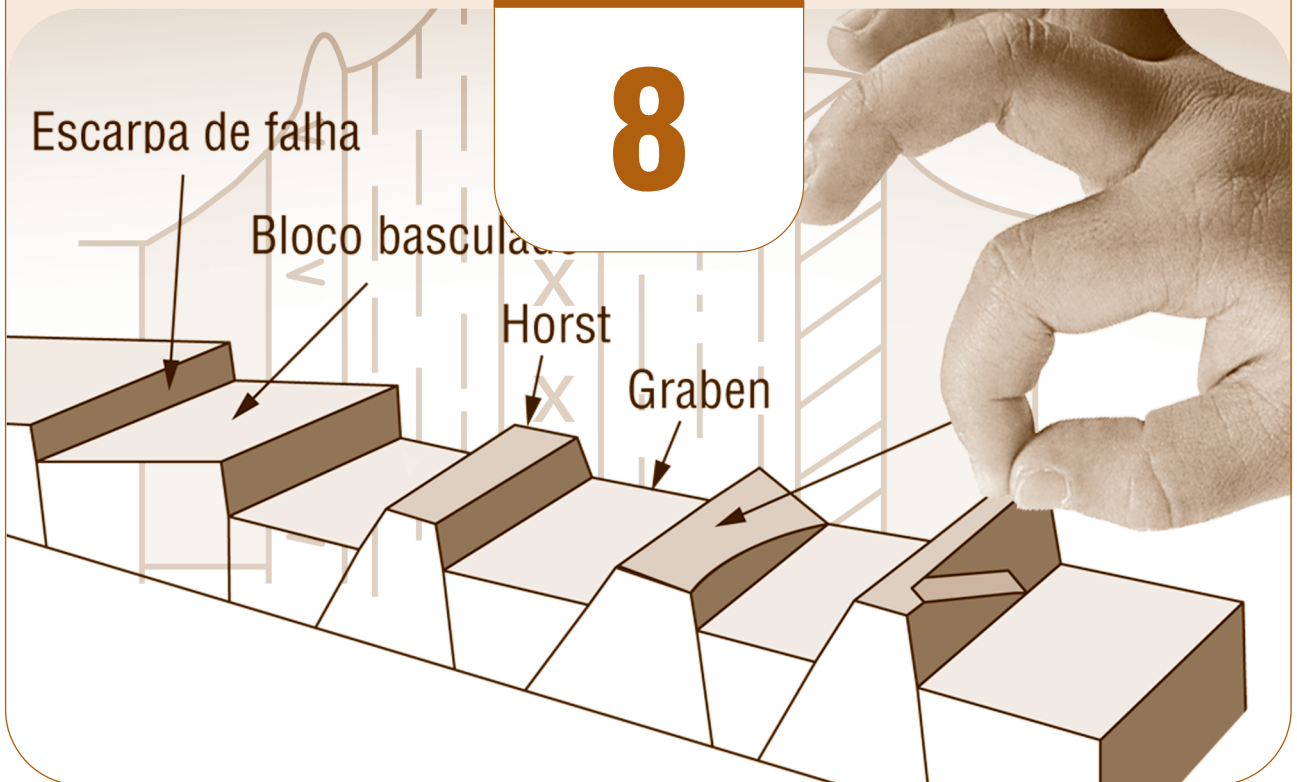
HOUAISS, Antônio. **Dicionário eletrônico Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2007. Versão 2.0a. Verbetes: Isostasia.

MATTOS, S. H. V. L de; PEREZ FILHO, A. Complexidade e estabilidade em Sistemas Geomorfológicos: uma introdução ao tema. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, ano 5, n. 1, p. 11 – 18, 2004. Disponível em: <http://www.ugb.org.br/home/artigos/SEPARATAS_RGB_Ano_5_n_1_2004/RGB_Ano_5_n_1_11_18.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2009.

Morfologias associadas aos processos endógenos

Aula

8

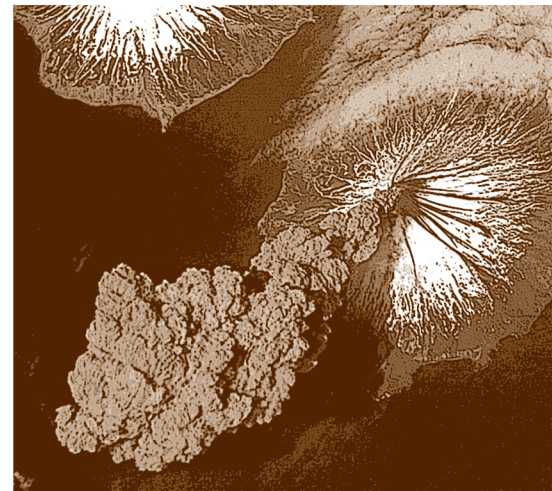
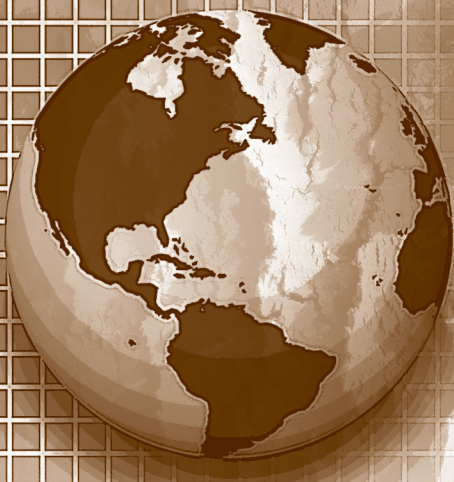


Apresentação

Olá! Nesta aula você vai estudar as formas de relevos derivadas da dinâmica interna do Planeta Terra que, como você sabe, correspondem às grandes divisões estruturais oriundas do vulcanismo, falhamentos, dobramentos, bem como do metamorfismo. Você vai entender ainda que essas divisões estruturais são morfologias que devem ser visualizadas a partir da compreensão do modelo da tectônica de placas. Bom estudo!

Objetivos

- 1** Identificar as maiores estruturas morfológicas do planeta.
- 2** Explicar o papel das propriedades físicas e químicas das rochas.
- 3** Entender a relação direta do tectonismo com as formas de relevo.



Vamos revisar um pouco?

Como você pôde ver pelo exposto nas aulas anteriores, as formas atuais do relevo terrestre resultam da interação entre processos geológicos internos e externos. Tais interações se dão em toda a superfície do planeta e podem ser evidenciadas desde que se conheçam os fatores controladores desses processos geológicos.

Com respeito às morfologias, isto é, o estudo das formas, associadas ao dinamismo interno, tema desta aula, os estudiosos da área escolheram como critério classificatório das formas de relevo, a tipologia estrutural. Isso devido ao fato constatado de que as maiores unidades da superfície terrestre como as massas continentais, as grandes zonas montanhosas, a depressão oceânica e os escudos, estarem diretamente ligadas ao tectonismo do planeta. Aqui consideramos inclusive os elementos ou formas de ordem menores relacionados aos macros e mesorrelevos e que são classificados em função do controle e do regime tectônico atual.



Atividade 1

Pesquise na biblioteca do seu polo ou na internet, em sites de pesquisa como o *SciELO* ou o Google acadêmico, o que significa cada um dos seguintes termos:

- a) Macrorrelevo
- b) Mesorrelevo
- c) Escudos
- d) Massas continentais
- e) Depressão oceânica

Como você já viu, o sistema da tectônica de placas é movido pela convecção do manto e a energia vem do calor interno da terra. Esse dinamismo nos remete aos conceitos já abordados de **orogenia**, **epirogenia** e **isostasia**, os quais, considerando as grandezas escalares espaciais e temporais, apontam para todas as formas de relevos advindos do tectonismo.

Relevos derivados de intrusões plutônicas

Podemos dizer que as maiores unidades morfológicas do planeta são os domínios característicos geológicos dos escudos, cujo conhecimento do substrato formado por complexos cristalinos é de grande importância na investigação geomorfológica. Estamos nos referindo aos **plútons ígneos**, ou seja, corpos de rochas magmáticas consolidadas em regiões profundas da crosta, sendo que, quando afloram, exumadas (desenterradas, expostas) pelo dinamismo externo, constituem os **batólitos** e os **stocks**, respectivamente. Os batólitos e os **stocks** são massas eruptivas profundas superiores a 100 km^2 e inferiores a 100 km^2 que se encontram hoje com suas partes superficiais aflorando devido aos processos erosionais.

Esses corpos intrusivos quando de menor dimensão, formam os **diques** (Figura 1) que nada mais são do que uma massa intrusiva da rocha, que comporta geometricamente de forma discordante a rocha encaixante, ou seja, aquela que foi penetrada. Quando tal intrusão ou penetração se dá de maneira concordante, chamamos tal forma de **sill** (Figura 2).

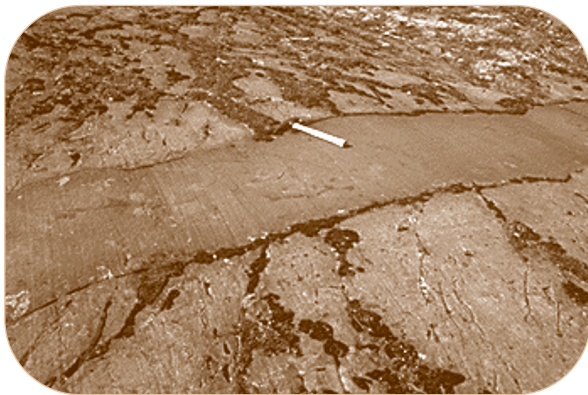


Figura 1 – Dique

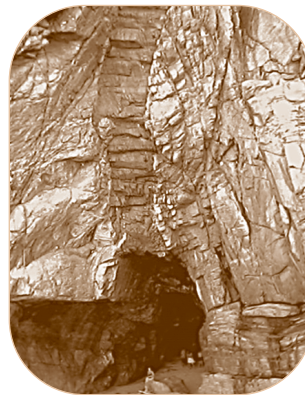


Figura 2 – Sill

Temos ainda os **facólitos** e os **lacólitos**, que também são corpos magmáticos intrusivos com formas aproximadamente concordantes, sendo os primeiros com aspecto convexo-côncavo e o segundo, com uma seção horizontal geralmente circular - ver Figura 3 a seguir:

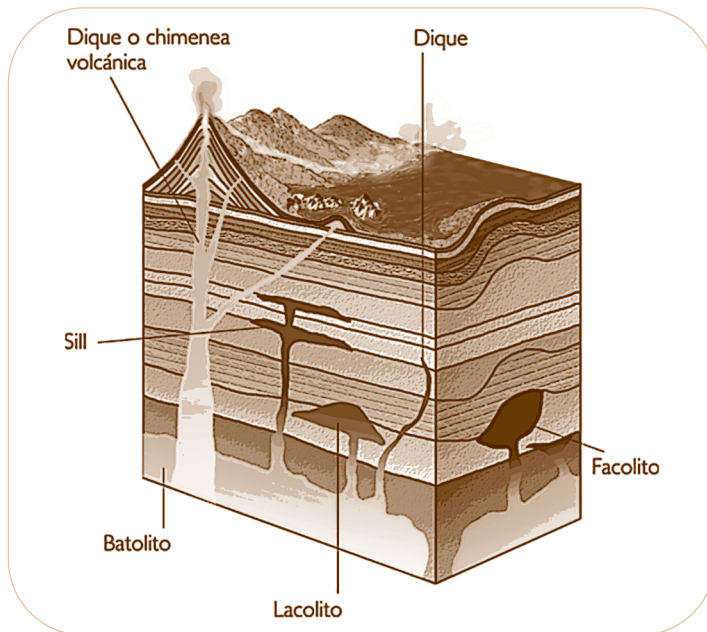


Figura 3 – Representação dos facólitos e os lacólitos.

De maneira geral vamos apresentar um quadro resumido para você ter uma visualização mais global das classificações dos plútons.

Plútons – corpos ígneos de grande porte que se formam em profundidade; dimensão: 1 km^3 a centenas km^3

- No **contato** do **magma** com as **rochas encaixantes** pode ocorrer:

Fusão da encaixante;

Arqueamento das rochas encaixantes;

Penetração do magma em fendas (apófises da **câmara magmática**).

Blocos de rochas encaixantes podem ser assimilados pelo magma, modificando localmente sua

composição e formando xenólitos

a. Tipos de Plútons

- **Batólitos** – grandes massas irregulares $> 100\text{ km}^2$ de extensão, geralmente com 10-15 km de espessura
- **Stocks** – plútons menores

- **Apófises** – intrusões de menor porte; projetam-se de plútons maiores, em fraturas da rocha encaixante

Obs. Todos são **intrusões discordantes**.

(ROCHAS..., 2009, extraído da Internet).

Tradicionalmente, os plútons batólitos têm a forma de um globo achatado na porção superior e, quando seccionados pela superfície, têm seus perímetros de afloramento em formas circulares ou ovais ou até alongadas por dezenas de centenas de quilômetros.

É preciso que você se lembre que os relevos inerentes às massas plutônicas surgiram através da denudação de antigas áreas orogênicas ou cratônicas, que corpos plutônicos são expostos na superfície e trabalhados por diferentes agentes erosivos. Ora, como há sempre contrastes composicionais, texturais e estruturais das rochas que formam as massas intrusivas em relação às rochas encaixantes, tal variação é refletida no relevo encontrado nessas regiões, quando consideramos as resistências das rochas frente ao dinamismo externo.

Neste sentido, explicando de outra forma, quando os corpos batólitos sofrem os efeitos do intemperismo diferencial entre eles e as rochas encaixantes, ocorrem diferenças marcantes do ponto de vista topográfico, devido aos diferentes comportamentos das rochas, quanto a resistência oferecida a tais desgastes; ou seja, dependendo de suas características, as rochas são mais ou menos resistentes à intemperização.

Essa resistência das rochas é o que explica a formação de macrorrelevos positivos, destacando-se na paisagem como, por exemplo, os vários maciços graníticos do sudeste brasileiro, como a Serra dos Órgãos, por exemplo, que pode ser observada na Figura 4, dentre outras.



Figura 4 – Serra dos Órgãos/RJ – Dedo de Deus.

É importante que você saiba que os maciços graníticos que formam as serras, geralmente, têm como encaixantes rochas metamórficas gnaísicas de idade pré-cambriana, também denominada de relevos em rochas cristalinas. Caso semelhante ocorre no nordeste brasileiro, quando observamos elevações aparentemente isoladas, só do ponto de vista topográfico, mas que na verdade se constituem nas partes mais salientes dos plútons, formam o que se denominam de **inselbergues** (Figura 5).



Figura 5 – Inselbergue – Serra Caiada/RN



Atividade 3

Responda às questões a seguir. Se sentir necessidade, complemente seus estudos indo à biblioteca do seu polo e fazendo pesquisas sobre o assunto.

- 1 O que são plútons ígneos?
- 2 Sabemos que o dinamismo externo provoca o surgimento de **batólitos** e os **stoks**. O que são esses elementos?
- 3 Quais as características dos plútons batólitos?
- 4 O que são inselbergues?

Relevos derivados de atividades vulcânicas

Como você já sabe, ao contrário do plutonismo, o vulcanismo abrange todos os processos e eventos que permitem e provocam a ascensão do material magmático em estado sólido, líquido ou gasoso do interior do planeta à sua superfície.

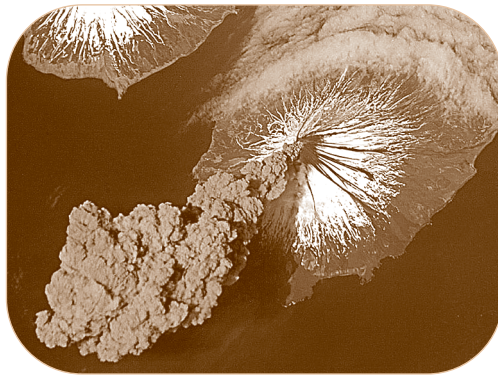


Figura 6 – vulcão Cleveland.

Fonte: NASA.

Portanto, consideremos um vulcão como uma abertura na crosta terrestre, através da qual, extravasa o material magmático, podendo ser do tipo continental ou submarino. A causa primária da existência dos vulcões tem sua explicação através da inferição dos gases e vapores contidos no magma que são liberados quando acontece o contato da massa magmática com partes da litosfera, onde a pressão inerente ao processo rompe a mesma, provocando o extravasamento magmático.

A saída do material dá-se por um conduto denominado **chaminé**, cujo término superior tem frequentemente a forma de um funil, conhecida como **cratera**, sendo que a cratera pode ter ou não uma estrutura positiva em forma cônica, ou seja, o cone vulcânico.

Aqui é importante ressaltar o fato de que a forma do “edifício vulcânico” depende principalmente do tipo do processo vulcânico, pois o mesmo apresenta ampla variação, indo desde uma proeminente elevação cônica, até sua completa ausência, melhor dizendo, existem vulcões embrionários desprovidos de cones, cujo material **piroclástico** expelido se derrama a partir de fissuras na litosfera.



Piroclástico

Fragmento de origem vulcânica ejetado por explosão vulcânica. Sob esse termo são englobados os aglomerados vulcânicos (bombas), ignimbritos das nuvens ardentes, cineritos em geral. Fonte: <<http://www.unb.br/ig/glossario/verbete/piroclastico.htm>>. Acesso em: 16 fev. 2009.



Figura 7 – Fluxos piroclásticos do Vulcão Mayon, nas Filipinas, em 1984.

Fonte: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/73/Pyroclastic_flows_at_Mayon_Volcano.jpg>. Acesso em: 16 fev. 2009.

Como a atividade vulcânica está associada aos movimentos da litosfera e, como já estudamos, o modelo da tectônica de placas explica, podemos associar as características do processo vulcânico aos limites convergentes ou divergentes das placas. No entanto, nos casos de vulcanismo intraplacas a explicação se dá pela existência dos **pontos quentes** ou **hot spots**, associados a **rifteamentos** continentais ou oceânicos.

Quanto aos relevos associados às atividades vulcânicas, salientamos o fato de que as formas dos vulcões podem variar bastante, inclusive durante o período da atividade. De forma geral, destacamos os relevos cônicos com orifício de emissão, cujos tipos dependem do material que os constituem.

Considerando a intensificação do derrame, destacamos também os escudos vulcânicos, os quais se caracterizam por sucessivas corridas de lavas, produzindo uma ampla estrutura em forma de escudo com dezenas de quilômetros de circunferência. Visualizando, ainda, a intensidade do derrame de lavas: quando se dá em escalas muito abrangentes, formando as chamadas **corridas de lavas** sobre um substrato qualquer, se esse substrato for plano, ao capeá-lo, o material magmático pode dar origem a relevos denominados de “**mesas**”; se houver algum grau de inclinação do substrato que foi capeado pelo derrame magmático, pode dar origem a **cuestas** (Figura 8).



Figura 8 – Relevo de Cuesta Basáltica – Brotas/SP

Relevos controlados por falhas

Agora você vai saber que uma estrutura falhada caracteriza-se por rupturas da crosta, criando compartimentos abaixados ou levantados. Os falhamentos advindos de esforços tectônicos podem ser observados em diferentes escalas, variando de micro a macroformas.

Uma falha é o produto de esforços de compressão e tensão sobre o material rígido da crosta, traduzida no terreno por deslocamentos ou desnivelamentos, sendo que as forças de tensão não constituem uma força em si, mas uma reação às forças de compressão. Há ainda outras forças associadas aos processos que causam falhamentos como a ação da gravidade que age no sentido vertical pela sobrecarga dos terrenos e também a atuação da compressão advinda da isostasia.

A geotectônica condiciona o tipo de falha que pode se apresentar como normal ou de gravidade, formada por forças tradicionais; mostra-se também como falha de empurrão ou inversa, formada por forças compressivas, ou ainda, como falha horizontal ou direcional, formada por forças cisalhantes (cortantes). Veja a Figura 9.

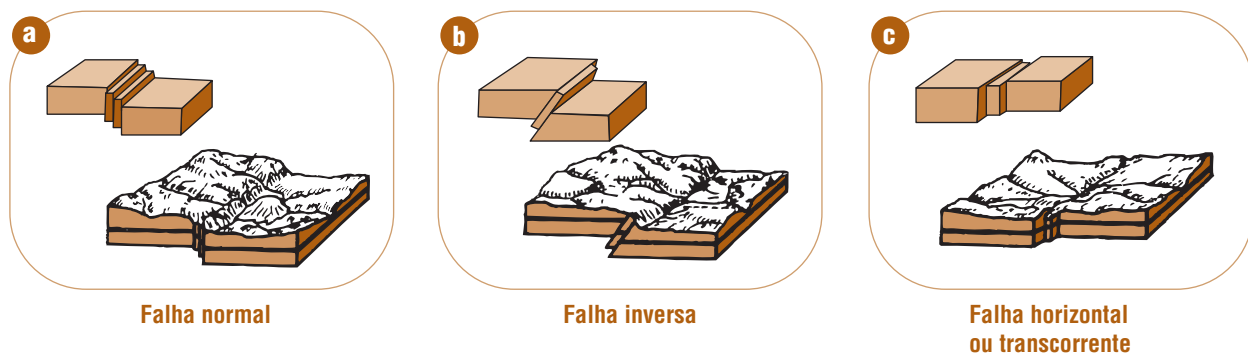


Figura 9 – Tipos de falhas e relevos associados.

As estruturas falhadas se dão a partir do agrupamento das falhas e orientação de seus planos no espaço, portanto, implica num conjunto de falhamentos. Resumidamente, as principais estruturas são as **estruturas em degraus**, que resultam dos deslocamentos de blocos, formando no conjunto, grandes desníveis que são as **escarpas de falhas**; as estruturas em **horsts**, que se caracterizam pelo compartimento estruturalmente elevado, delimitado lateralmente por duas falhas ou por degraus de falhas e as estruturas em **graben** ou **fossa tectônica**, constituídas pelo negativo dos *horsts*, ou seja, são compartimentos de crosta afundados entre falhas ou degrau de falhas – veja a Figura 8.

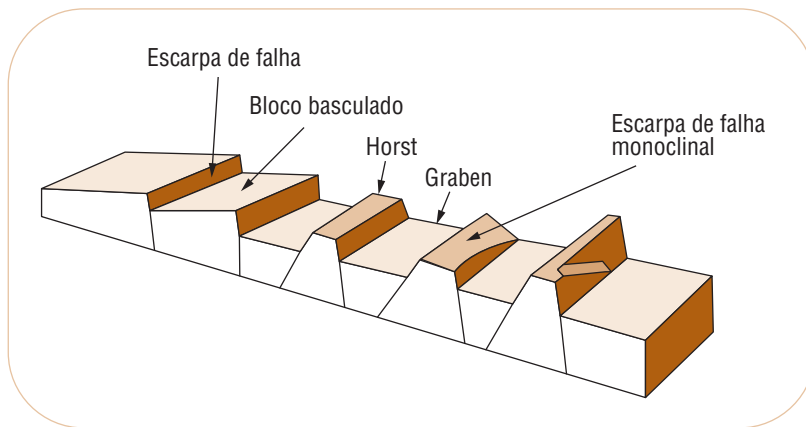


Figura 10 – Sistema de falhas

Como exemplo do condicionamento ou efeitos dos falhamentos à geomorfologia, podemos citar o alinhamento de elevações, a existência de corredeiras, cachoeiras, vales encaixados e vales suspensos e também drenagens superpostas e capturadas entre outros.



Atividade 5

- 1 O que é um falhamento advindo dos esforços tectônicos?
- 2 Quais os tipos de falhas? Caracterize cada uma delas
- 3 Sabemos que um conjunto de falhamentos gera certas estruturas. Que estruturas são estas? Caracterize cada uma delas.

Relevo controlado por dobramentos

Agora você saberá que uma estrutura dobrada diz respeito à deformação do material rochoso existente na litosfera, onde as condições físicas necessárias para o dobramento se dão a partir das temperaturas e pressões elevadas do interior da crosta, propiciando assim a necessária plasticidade às rochas para que tal deformação ocorra.

Portanto, os dobramentos não são gerados na superfície da terra e, sim, em profundidade na crosta. Porém, quando expostas na superfície, podem controlar o relevo, notadamente quando os dobramentos atingem sequências de rochas com camadas de diferentes composições e, conseqüentemente, com resistência diferencial à erosão.

Agora apresentaremos a você as formas de dobras, denominadas de antiformal e sinformal. O primeiro caso se caracteriza por uma dobra com a convexidade voltada para o alto e abrindo-se para baixo e, o segundo caso, contrariamente, se caracteriza como uma dobra com a convexidade voltada para baixo, abrindo-se para cima. Porém, denominamos **anticlinal** quando a estratigrafia é conhecida, estando as camadas mais antigas na sua parte interna e, **sinclinal**, quando os extratos conhecidos se apresentam com as camadas mais jovens na parte interna da dobra.

Os relevos associados aos dobramentos, de um modo geral, mostram sulcos ou cristas paralelas, pois a erosão atuando nas rochas deformadas e expostas pode originar relevos positivos na região do **sinclinal** e relevos negativos na região do **anticlinal** - ver Figura 11.

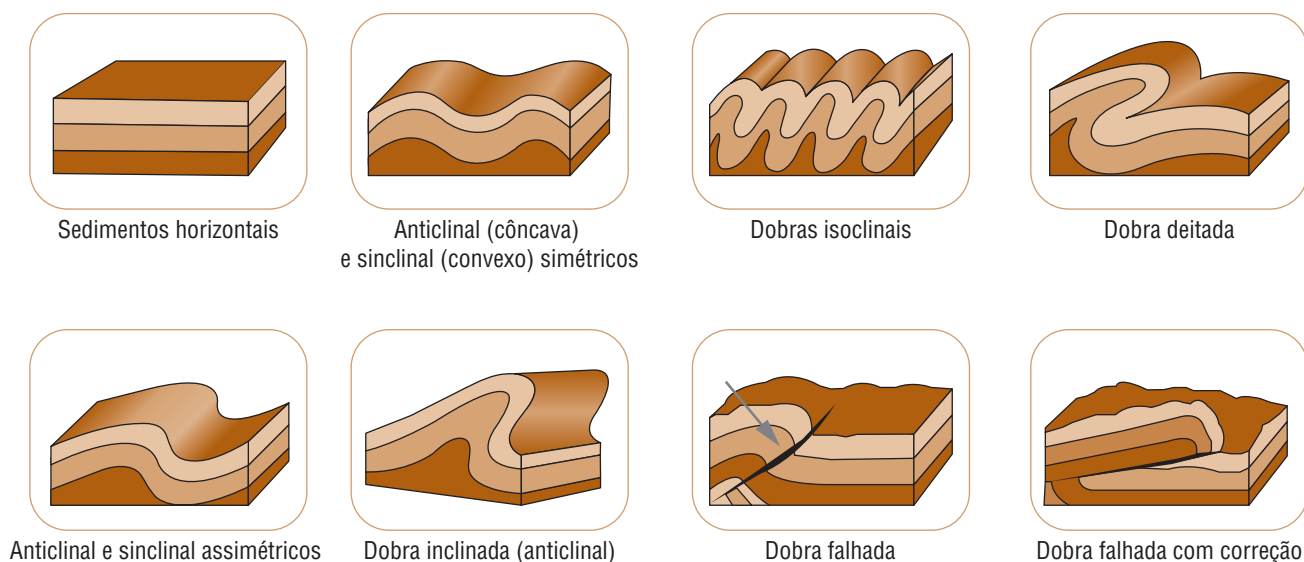


Figura 11 – Relevos por dobramentos

Ainda considerando o afloramento dos dobramentos exumados pela denudação, quando os flancos das dobras dão origem a elevações escarpadas de um lado e caído de forma mais suave do outro, podendo dar origem às **cristas** ou **homoclinais**, também conhecidas por **cuestas**, lembramos que quando a estrutura inclinada apresentar mergulho superior a 30° (trinta graus) tem-se o que se denomina **hogback**. Esta nada mais é do que cristas formadas por litologias mais resistentes a erosão. Veja o esquema da Figura 12 a seguir, que traz, além dessas estruturas citadas, outras estruturas relacionadas a estruturas inclinadas.

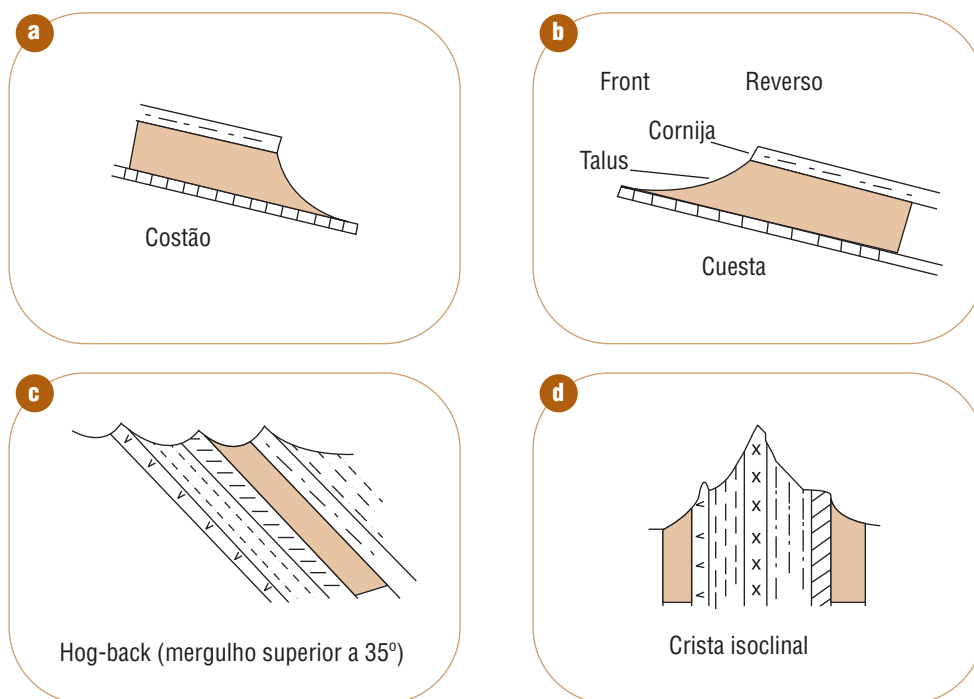


Figura 12 – Tipos de formas relacionadas a estruturas inclinadas.

Relevo controlado pelo metamorfismo

Considerando o metamorfismo um fenômeno que leva à modificação mineralógica e textural das rochas, como você já viu, aqui evidenciaremos o fato de que o processo metamórfico condiciona indiretamente algumas morfologias.

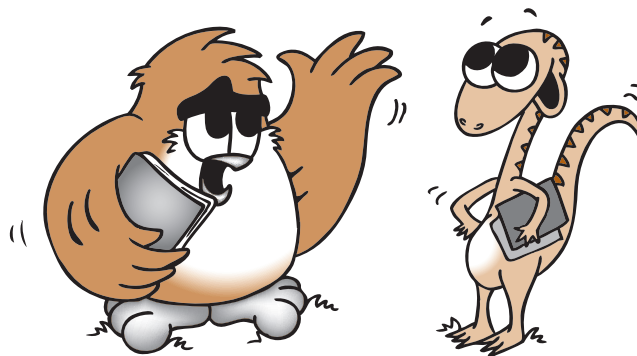
Sabemos, como vem sendo demonstrado, que as características mineralógicas, texturais e estruturais dos materiais rochosos, e não é diferente quanto aos conjuntos metamórficos, respondem de forma distinta aos processos externos do planeta. Portanto, de acordo com tais características litológicas, aspectos distintos e significativos se associam a explicação do relevo.

Assim, rochas preexistentes, transformadas em rochas metamórficas, conseqüentemente, apresentam um comportamento distinto quanto aos aspectos do dinamismo externo ao serem comparadas às rochas circunvizinhas. Esse aspecto, por exemplo, explica a existência de serras ou relevo montanhoso, cuja gênese se dá pela erosão diferencial.

Quanto à montanha, esclarecemos que compreendemos como uma grande massa rochosa que se projeta significativamente acima de seus arredores. A maioria das montanhas é encontrada agrupada com outras, formando cadeias nas quais é difícil individualizar cada montanha separadamente, sendo mais fácil divisar os picos de variadas alturas. Lembremos ainda que as montanhas são manifestações diretas e indiretas da atividade da tectônica de placas. Quanto mais recente essa atividade, mais altas tendem ser as montanhas.

A distinção entre montanha, serra, monte e morro é feita somente pelas dimensões. Assim, as elevações que seriam chamadas de montanhas em terrenos mais baixos, podem ser chamadas de morros em regiões mais altas. Porém, as formas de relevo que se projetam a algumas centenas de metros acima dos terrenos adjacentes são, em geral, denominadas de montanhas.

Também é importante você saber que as rochas metamórficas originam também os relevos de planaltos. Tais relevos originam-se de rochas cristalinas que se apresentam com elevação considerável e escarpas íngremes, quando comparados com os terrenos subjacentes, onde o processo de degradação por intemperismo e erosão, como área fonte fornecedora de material geológico, supera a capacidade de entulhamento ou agradação.



Relevos derivados de estruturas em bacias sedimentares

Embora que os relevos derivados de estruturas em bacias sedimentares não estão diretamente associados ao dinamismo endógeno do planeta, porém existem aspectos estruturais associados a bacias sedimentares. Esses relevos mostram, quando exumados, algumas morfologias.

Os aspectos estruturais originários dos depósitos sedimentares dizem respeito à posição que as camadas ou estratos de uma bacia mostram entre si e seu entorno. Portanto, tais camadas se mostrarão do ponto de vista geométrico de forma **concordante horizontal**, **inclinada** e **discordante**.

A estrutura **concordante horizontal** se constitui de camadas horizontais ou quase horizontais empilhadas, que correspondem às partes centrais da bacia e formam relevos tabulares. Esses relevos nivelados podem dar origem, por exemplo, as “mesas” que são elevações tabuliformes, cercadas de escarpas por todos os lados e compostas de estratos horizontais, protegidos por estratos superiores mais resistentes.

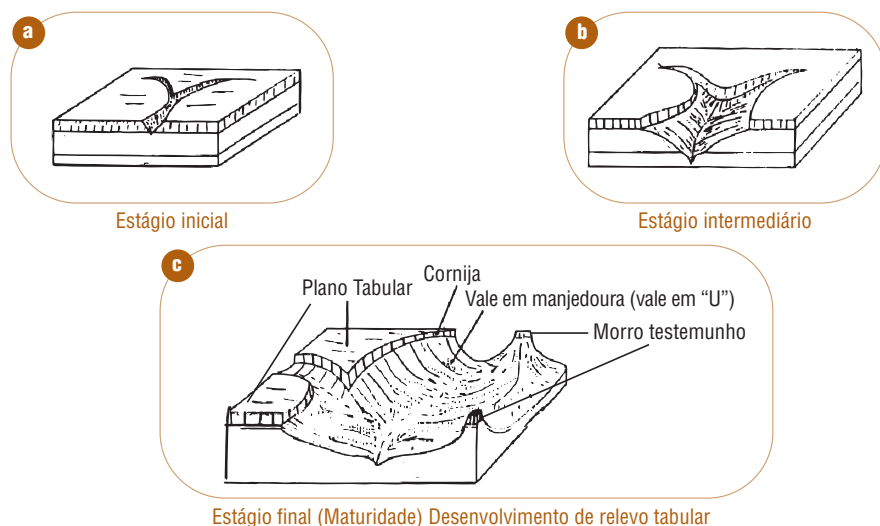


Figura 13 – Evolução do relevo em estrutura concordante horizontal.

Fonte: Penteadó (1980, extraído da Internet).

A estrutura **concordante inclinada** se constitui de camadas superpostas levemente inclinadas, até 10° (dez graus), numa direção constante. Esse tipo de disposição geralmente corresponde à porção que circunda a zona central da bacia. Essas estruturas monoclinais podem dar origem, dependendo da erosão, a relevos subtabulares dessimétricos, ou seja, um relevo de **cuestas**.

Quanto à estrutura do tipo **discordante**, esta se dá quando o plano estratigráfico inferior do depósito sedimentar corta obliquamente o mergulho dos estratos da série inferior. No caso, a bacia sedimentar comporta uma discordância no contato de seus estratos basais com o substrato rochoso. Portanto, como as camadas podem apresentar resistências diferentes e, nesse caso, a erosão diferencial, ao se desenvolver, aponta para distintas formas de relevo - observe a Figura 14.

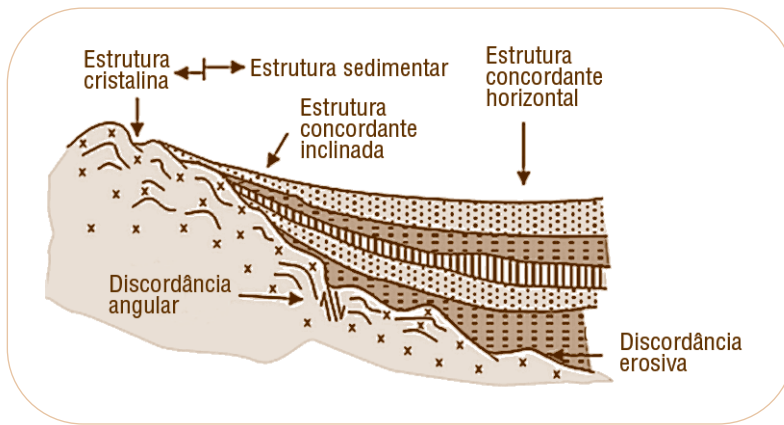


Figura 14 – Disposição das camadas nas seqüências sedimentares.

Fonte: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/cap2/index.php>>. Acesso em: 16 fev. 2009.



Atividade 7

- 1 Explique o que são e quais as características das estruturas concordante horizontal, inclinada e discordante.
- 2 O que é uma montanha do ponto de vista do metamorfismo?

Leituras complementares

LOCKZY, L.; LADEIRA, E. A. **Geologia estrutural e introdução a geotectônica**. São Paulo: Edgard Blucher, 1976.

Este livro trata da Geologia Estrutural em seus conceitos Básicos. Aborda a estrutura da Terra: suas Falhas e a estrutura tectônica dos continentes.

PRESS, F. et al. **Para entender a Terra**. 2. ed. Porto Alegre: Editora Bookmam, 2006.

Este livro apresenta uma nova e moderna visão sobre o planeta e os novos desafios da gestão ambiental planetária.

Resumo

Nesta aula, você aprendeu que o dinamismo interno do planeta, condiciona direta e indiretamente as principais morfologias associadas ao plutonismo, vulcanismo, bem como aos dobramentos, falhamentos e ao metamorfismo. Dessa maneira, você viu que essas morfoestruturas se caracterizam pelas maiores feições encontradas na superfície terrestre.

Autoavaliação

Agora chegou a hora de você revisar esta aula, recobrar um pouco os conceitos aprendidos e avaliar o seu aprendizado. Responda as atividades a seguir e caso tenha quaisquer dúvidas, torne a estudar a parte que não ficou muito clara.

1

Quais as maiores estruturas morfológicas do planeta? Cite cada uma delas e as caracterize.

2

Qual o comportamento de rochas preexistentes, transformadas em rochas metamórficas?

3

Qual a relação do comportamento das rochas metamórficas na existência de serras ou relevo montanhoso, cuja gênese se dá pela erosão diferencial?

4

Estudamos um pouco sobre o relevo derivado das bacias sedimentares. Na Atividade 7 desta aula, você explicou a característica de cada uma das estruturas derivadas desse relevo. Essas estruturas têm relação com o dinamismo endógeno do nosso planeta? Como você associaria esse dinamismo à noção de sistema que estamos trabalhando nesta disciplina?

5

Com base no que foi estudado, qual o papel das propriedades físicas e químicas das rochas?

6

Faça um pequeno texto dissertativo sobre a relação direta do tectonismo com as formas de relevo.

Referências

GUERRA, Antonio José Teixeira. **Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2003.

GUERRA, Antonio Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 1995.

LEINZ, Victor; LEONARDOS, O. H. **Glossário geomorfológico**. São Paulo: Editora Nacional, 1977.

PENTEADO, Margarida Maria. **Evolução e tipos de estrutura e relevos derivados**. 1980. Disponível em: <http://br.geocities.com/uel_geomorfologia/tiposdeestruturas.htm>. Acesso em: 16 fev. 2009.

POPP, José Henrique. **Geologia geral**. Rio de Janeiro: LTC, 1998.

ROCHAS ígneas. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/DIDATICOS/M%20RITA/aula07r.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2009.

Morfologias associadas aos processos exógenos

Aula

9



Apresentação

Nesta aula, você estudará as feições externas do planeta, considerando os aspectos entre a atmosfera, a hidrosfera e a litosfera. Esses aspectos são interativos e abrangem as mais diferentes escalas, as quais refletem um conjunto diversificado de paisagens, como você verá ao longo desta aula. Esperamos que você relacione esta aula com a aula anterior em que falamos de processos internos ou endógenos. Bom estudo!

Objetivos

- 1** Compreender como se dá a **denudação** dos continentes.
- 2** Caracterizar os processos morfogenéticos.
- 3** Mostrar a relação entre morfologias a o dinamismo exógeno.



Denudação

Arrasamento das formas de relevo por diversos agentes naturais. (HOUAISS, 2007, documento eletrônico).



Agentes geológicos e processos exógenos

Nesta aula você verá que a paisagem reflete ações internas e externas desenvolvidas pela natureza. Estudará também nesta aula mais precisamente as ações externas. Como você já sabe, os rios, as geleiras e os ventos deixam suas marcas na superfície da terra e implicam em variadas formas de relevo.

Porém, quanto aos fatores estruturais e climáticos, podemos afirmar que a estrutura tem papel importante no relevo, mas ela, sozinha, não explica as paisagens. Portanto, aos fatores estruturais são somados os fatores climáticos, já que toda forma de relevo resulta do equilíbrio entre o “ataque” da rocha por um certo número de processos morfoclimáticos e da sua resistência aos mesmos processos.

Constata-se de certa maneira, topografias nas quais a influência preponderante é da estrutura e topografias nas quais a influência maior é do clima. No entanto, tais influências não se opõem, mas se combinam em proporções variáveis, cujos resultados são formas mais ou menos estruturais ou esculturais.

Veja você que, especificamente, quanto aos processos exógenos, a ação dos agentes geológicos refletem a predominância climática, que constitui um aspecto importante na explicação da paisagem terrestre. Tais agentes interligam fenômenos atmosféricos e litosféricos e, dentre as suas principais funções, destacamos o seu papel modelador do relevo.

Conforme você viu na aula sobre o ciclo da matéria, uma rocha sofre ação intempérica sob a ação dos processos exógenos, sendo que os detritos migram ou sofrem erosão devido à ação conjunta de processos diversos. A proporção de atuação desses processos varia em função do clima e da natureza da rocha atacada. Disso decorre uma série de diferenças, pois uma mesma rocha se comporta como resistente ou como frágil, segundo as condições climáticas predominantes.

A morfogênese

Como você já sabe, os processos endogenéticos e exogenéticos, interagem para produzir as formas da superfície terrestre, continentais e oceânicas. Considerando que os processos endógenos pertencem ao âmbito da tectônica e, qualquer que seja a origem, toda forma de relevo encontra-se esculpida pelos processos exógenos, em maior ou menor grau, podemos afirmar que tais formas se constituem nos componentes básicos de qualquer paisagem.

Ao buscar uma melhor ênfase quanto a essas formas, ou seja, para você entender melhor a dinâmica do relevo através dessas novas formas, apontamos a visualização dos declives correspondentes aos flancos de uma elevação, de maneira que possamos compreender os primeiros resultados do desgaste e movimentos sofridos por uma superfície qualquer, sob a influência dos agentes geológicos externos. Tal quadro ou modelo, nos leva ao conceito de **vertente**.

Como você pode saber, dizemos que vertente é a forma tridimensional que foi modelada pelos processos de denudação, atuantes no presente e no passado, e representam topograficamente a conexão entre as partes mais elevadas e as partes mais baixas de um relevo. As vertentes podem ser formadas pela ampla variedade de condições internas e externas, é o que se chama de vertentes endogenéticas e vertentes exogenéticas.



Figura 1 – Vertente

Então, os processos morfogenéticos são os responsáveis pela esculturação ou modelação das formas de relevo, representando a ação da dinâmica externa sobre as vertentes. Esses processos não agem separadamente, mas em conjunto, no qual a composição qualitativa e a intensidade dos fatores respectivos são diferentes. Tais conjuntos de fatores são responsáveis pela formação do relevo e têm desenvolvimento diferente, cuja eficácia é igualmente variada, conforme o meio no qual agem. Aqui está a razão pela qual é possível distinguir os vários sistemas morfogenéticos.

Preste atenção a dois aspectos básicos advindos da compreensão dos sistemas morfogenéticos, quais sejam: primeiro, que processos morfogenéticos diferentes produzem formas de relevo diferentes e, segundo, que as características do modelo devem refletir até certo ponto as condições climáticas sob as quais se desenvolve a topografia.

Esses dois aspectos constituem um princípio, a partir do qual decorre a compreensão de que as consequências das oscilações climáticas podem ser reconhecidas através de elementos específicos da topografia, constituindo as formas relíquias que ainda não se adaptaram às novas condições de fluxos de matéria e energia.



Conforme visto na Aula 3 - O ciclo da matéria -, os processos morfogenéticos têm início pela fase intempérica, caracterizando o que se denomina de intemperismo, depois, na sequência, o material **friável** pode sofrer o processo de erosão. Este se dá de várias formas e, também com intensidades diferentes, posteriormente, constatando-se uma **fase de deslocamento** intenso desse material. Visualiza-se o que se compreende como **a fase de transporte**, por fim cessando o transporte do material, quando acontece a **deposição**.

Se você analisar a visão sistêmica advinda da geologia, verá que ela mostra as fases dos processos morfogenéticos, que podem acontecer com variações em escalas temporais e espaciais, ao mesmo tempo.

Ainda quanto aos aspectos erosionais, chamamos a atenção ao fato de que o conjunto de processos que atuam sobre as vertentes para reduzir a sua declividade e altitude e regular seu perfil, caracteriza o que chamamos de processo de esculturação ou também, processo **areolar**.

Saiba que o processo areolar é a denominação empregada para a força de destruição erosional que age sobre toda uma superfície caracterizada como vertente.

Como você pode ver, nesse ponto, aproveitamos para evidenciar a diferença entre **vertente** e **encosta**. Resgatando o conceito de equilíbrio, lembramos que o perfil de equilíbrio de uma vertente é atingido quando a posição de cada ponto do perfil, a qualquer momento, depende de todos os outros. Logo, uma vertente nessas condições é denominada de **encosta**, ou seja, trata-se de um declive nos flancos de uma elevação em equilíbrio.

Friável

Chamamos de friável um material que se fragmenta facilmente. Por exemplo, podemos dizer que rochas ou qualquer espaço resultante de magmatismo recente, como cinzas vulcânicas, são resultados de um material friável. Fonte: <<http://www.seam.org.br/index.jsp?conteudo=347>>. Acesso em: 17 fev. 2009.

Encosta

Nome genérico que damos a todas as superfícies inclinadas que delimitam as áreas elevadas do relevo. Fonte: <<http://www.dicionario.pro.br/dicionario/index.php/dicionario/index.php/Encosta>>. Acesso em: 2 mar. 2009.



Figura 2 – Encosta

A propósito da junção de todas as formas de erosão como artifício de uma modelagem sistêmica, resgatamos aqui uma sistematização ideal, denominada **ciclo de erosão do relevo**, proposta pelo geógrafo Morris Davis, que se constitui numa engenhosa descrição física da paisagem a partir dos estágios de juventude, maturidade e senilidade. Embora, tal proposta, tenha sido bastante contestada pela comunidade científica, considera-se ainda um bom modelo-resumo para visualizarmos evolutivamente as morfologias.



Atividade 1

- 1 Como as ações externas modificam a paisagem?
- 2 O que é vertente?
- 3 O que é encosta?
- 4 Pesquise na biblioteca do seu polo ou na internet um pouco mais sobre a proposta de Morris Davis para a descrição das paisagens físicas.
- 5 Como você definiria o processo areolar?
- 6 Liste e explique as fases do processo de erosão.

A denudação

Sabemos que denudação é o resultado da ação combinada da intemperização e erosão que ocorrem nas rochas expostas à atmosfera e à hidrosfera. Como você já deve ter visto, fragmentos grandes de rochas podem ser achados próximos a um afloramento rochoso ou às margens dos leitos dos rios. Os seixos, cascalhos e partículas menores como areias, siltes, argilas e matéria orgânica, tornam a água turva e enlameiam a água, podendo ser transportados a muitos quilômetros de distância da rocha exposta. Os materiais mais finos e os íons dissolvidos na água serão possivelmente levados para os vales dos rios, deltas, estuários e finalmente para o mar. Um íon de cálcio, proveniente de uma rocha situada no alto de uma montanha, pode se tornar um dos constituintes de um recife de coral em crescimento no oceano.

Ora, os processos que justificam o fato de enormes blocos rochosos ficarem reduzidos a partículas e íons que podem ser transportados a milhares de quilômetros, têm início com o intemperismo. Pois, como sabemos, as rochas constituintes de uma superfície qualquer sofre transformações inerentes à adaptação desse ambiente superficial, distinto do ambiente de formação original nessas rochas.

O **intemperismo** ocorre predominantemente na superfície da terra, ou seja, em contato com a atmosfera. No entanto, pode ocorrer também em profundidade, desde que através da ocorrência de fraturas nas rochas podendo haver a penetração da água como o grande solvente natural; também a penetração do ar, além da variação de temperatura, havendo então o intemperismo físico e químico, associado às características climáticas.

Bem, vamos continuar estudando o processo de denudação? No processo de denudação os produtos do intemperismo podem ser deslocados para outros níveis do relevo, onde o desgaste se deu; daí é importante ressaltar que a ação da água que cai sobre os continentes é o principal fator na modelagem das paisagens. Logo, as correntes de água desempenham um importante papel nos processos erosionais, pois as mesmas se constituem de canais de transporte do material proveniente das vertentes.

Nesse ponto, salientamos a você o papel da gravidade no sentido de provocar os movimentos descendentes de material, o que por si só caracteriza um tipo de erosão, também potencializa os demais agentes geológicos causadores de erosão. Portanto, os materiais deslocados pelo dinamismo exógeno, sofrem um controle ou seleção durante o seu percurso em função da ação gravitacional. Como se sabe, a erosão ocorre através da água, do vento e da ação do gelo e do degelo em resposta a ação da gravidade. Esses agentes geológicos desgastam ou desnudam implacavelmente a superfície da Terra, e deslocam, podendo chegar até o mar, o material desagregado ou decomposto pelo intemperismo.

Ainda, quanto ao deslocamento do material, há que se considerar a escala do tempo geológico, pois uma partícula pode permanecer milhares de anos em um dado local, antes de ser novamente removida, sendo que este processo pode se repetir várias vezes antes do material desprendido de uma montanha alcançar o mar.

Por outro lado, se considerarmos uma superfície desprotegida de vegetação, por exemplo, a ação da chuva pode modificar consideravelmente essa superfície, carregando (carregando) material para os cursos de água e, evidenciando que os processos erosivos são complexos em termos de abrangência espacial, isto é, em termos de temporalidade.

Quanto ao material transportado, salientamos que nem sempre a sua totalidade pode ser levada em suspensão. Fragmentos muito grandes e que superam a capacidade do agente transportador são rolados ou levados aos saltos. À medida que rolam ou saltam, esses fragmentos entrecrocavam-se ou atritam com o entorno e, conseqüentemente, quebrando, moendo e desgastando uns aos outros. Formam-se assim fragmentos menores que podem ser carregados a maiores distâncias.

A capacidade de uma corrente de água erodir ou depositar varia com o tempo. Por exemplo, durante uma enchente, podem-se carregar materiais maiores e mais numerosos do que numa situação normal. À medida que a enchente regride e a velocidade das águas diminui, inicialmente, os materiais mais pesados vão deixando de ser transportados e depois as partículas menores; ou seja, há uma diminuição progressiva do tamanho das partículas que vão sendo depositadas, é o que chamamos de transporte e deposição seletiva dos materiais.

Lembramos a você que a água pode apresentar-se e mover-se também em estado sólido, ação do gelo e degelo, ou seja, sob a forma de **geleiras**.



Figura 3 – Geleira

Fonte: <<http://www.fuggire.it/desktop/Perito-Moreno-1024.jpg>>. Acesso em: 17 fev. 2009.

Quando o gelo começa a deslizar vagarosamente montanha abaixo, os pedaços ou fragmentos da rocha encaixante que se juntam à massa de gelo provocam desgastes ou entalhamento em outras rochas durante o deslocamento. Assim uma imensa massa móvel de gelo carregando fragmentos de rochas se constitui num agente erosivo muito eficiente.

Quanto ao dinamismo dos **ventos**, também se observa movimentos de suspensão, saltação, rolamentos e arrastos. Se houver um grande suprimento de areias, formam-se dunas onde o vento perde energia e deixa cair sua carga de partículas. Essas dunas arenosas estão em constantes movimentos porque os grãos de areia rolam e saltitam uns sobre os outros na superfície, daí a denominação de **dunas móveis**.

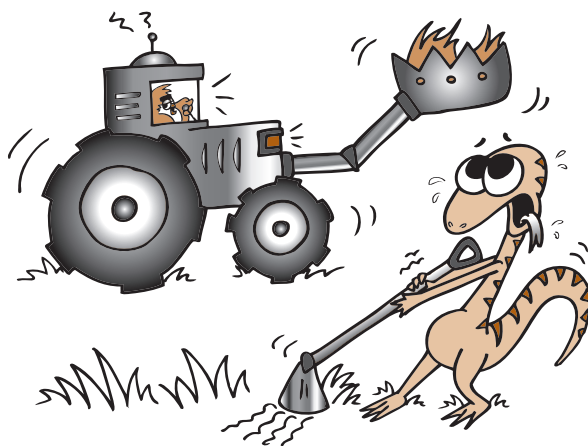
O vento se mostra muito eficiente como agente selecionador de partículas pequenas e grandes, porque normalmente é incapaz de transportar estas últimas. Logo, provoca o aparecimento de superfícies compostas de materiais grosseiros, deixados para trás e superfícies de material fino esparramado, formando os depósitos eólicos.

Os processos erosivos, de forma geral, trabalham no sentido de nivelar a superfície, já que os mesmos removem e movimentam materiais de áreas elevadas para depositá-los em regiões mais baixas, sendo que a predominância climática condiciona os diferentes processos de nivelamento da superfície da terra.

Sabemos que o trabalho do vento, do gelo e mesmo das ondas nas regiões costeiras, proporcionalmente não tem a dimensão do trabalho atribuído pela chuva e pela água corrente sobre os continentes, evidenciando-se, portanto, no mais importante agente modelador externo da Terra.

Então, como você pode entender a denudação inclui todos os fenômenos de intemperismo e erosão. Portanto, é o processo responsável pelo abaixamento paulatino e contínuo das áreas continentais. A denudação só poderá ser percebida quando se examina a disposição relativa das camadas da crosta terrestre e a superfície do solo.

Já os terrenos sedimentares formados de detritos constituem a melhor prova do desgaste das rochas preexistentes, desnudando-se e formando depósitos. Tal constatação pode ser bem compreendida ao observarmos o grande volume de detritos que foram necessários para a formação de grandes planícies.



A morfologia glacial

Os relevos glaciais correspondem ao conjunto de formas que têm sua origem associada ao clima frio. Nele, a topografia é resultante das grandes acumulações de gelo que, devido à espessura e à variação da temperatura, comportam-se como material plástico e pegajoso, promovendo erosão, transporte e deposição que, pela dinâmica do gelo, origina formas particulares de relevo.

Os tipos morfológicos são: geleira, circo glacial, vale em U, vale suspenso, horn, moraina, drumlim, esker e kame.



Geleira



Circo Glacial



Vale em U



Vale Suspenso



Horn



Moraina



Drumlim



Esker



Kame

Figura 4 – Tipos morfológicos

Morfologia desértica

Os relevos desérticos são compreendidos como o conjunto de formas, que caracterizam as paisagens dos climas semi-áridos e áridos. Suas feições originam-se da exposição das rochas ao contraste de temperatura, a torrencialidade das chuvas e a atuação expressiva dos ventos.

As morfologias características dessa subdivisão são: erg, reg, duna, pediplano, inselberg, pavimento detrítico e cogumelo.



Erg



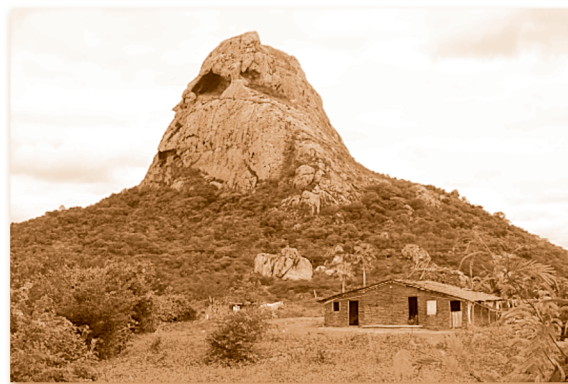
Erg + Reg



Duna Desértica



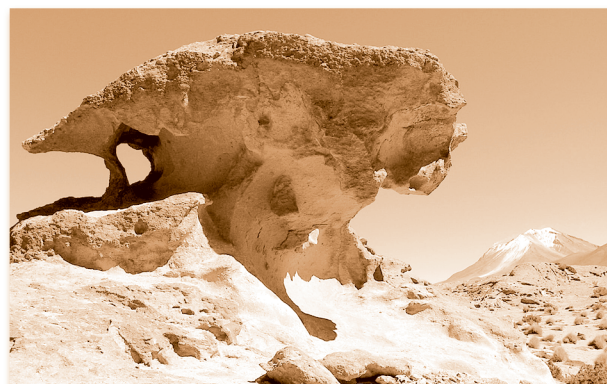
Pediplano



Inselberg



Pavimento Detrítico



Relevo em Cogumelo

Figura 5 – Tipos de morfologias desérticas

Morfologia litorânea

No relevo costeiro ou litorâneo se agrupa o conjunto de formas, que caracterizam a configuração dos continentes na sua interface com o oceano. Ali também surgem as feições resultantes do trabalho constante do mar na reconstrução das formas costeiras.

As feições características são: prisma praial, enseada, falésia, fiorde, golfo, praia, restinga, laguna, gruta de abrasão, istmo, cabo, península, ria, pontal, baía, litoral ou costa, linha costeira ou orla, ante-praia, pós-praia, berna, lagoas interdunares e dunas.

Morfologia flúvio-lacustre

O relevo flúvio lacustre constitui o conjunto de feições decorrentes da dinâmica das águas. Apresentam-se como um conjunto de formas derivadas de processos fluviais e de feições características de corpos lacustres.

Os tipos de formas representativas são: padrões de drenagem, tipos de drenagem, rio, leito, talvegue, terraço, meandro, delta, estuário, lagoa e banco.



Atividade 6

- 1 O que você compreende por morfologia litorânea?
- 2 Quais as principais características da morfologia litorânea?
- 3 O que você entende por morfologia flúvio-lacustre?
- 4 Quais os tipos de formas da morfologia flúvio-lacustre?

Resumo

Nesta aula você compreendeu a relação das morfologias com o dinamismo externo da Terra. Estudou, também, como se dão os aspectos morfogenéticos com sua respectiva complexidade, bem como a maneira como se dá o desgaste dos continentes, a partir dos agentes geológicos exógenos.

Autoavaliação

Considerando o conteúdo desta aula, faça o que se pede:

- 1 Descreva resumidamente a morfogênese.
- 2 Quais as implicações da denudação dos continentes?
- 3 Aponte as ligações diretas e indiretas entre a morfologia e o dinamismo exógeno do planeta.
- 4 Explique como se dá a denudação dos continentes.
- 5 Cite e liste algumas características dos processos morfogenéticos.

Referências

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1980.

GUERRA, Antonio Teixeira. **Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista (Org.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.

HOUAISS, Antônio. **Dicionário eletrônico Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2007. Versão 2.0a. Verbete: denudação.

PRESS, F. et al. **Para entender a Terra**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2006.

Geomorfologia do quaternário

Aula

10



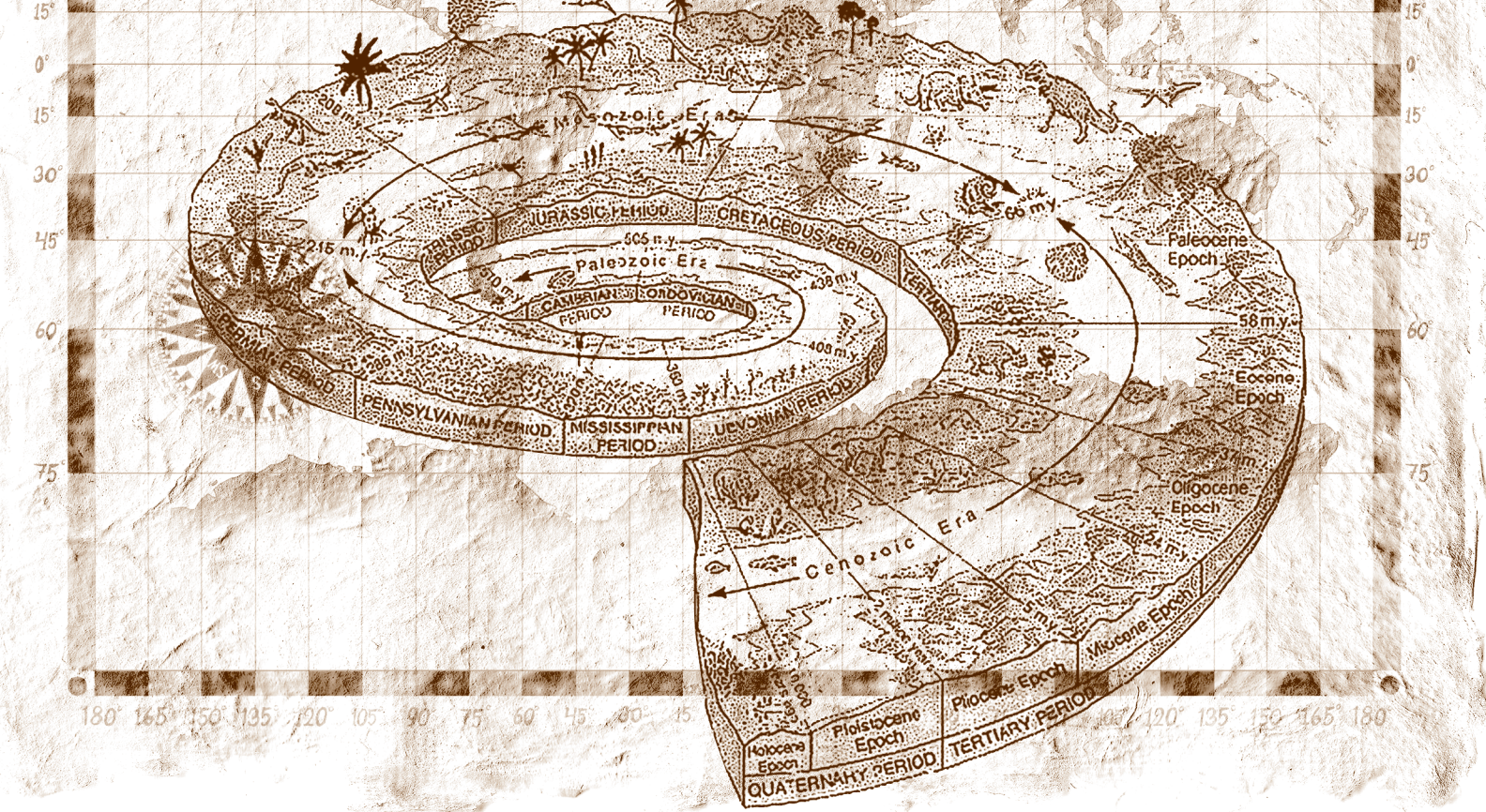
Apresentação

Você sabia que a atmosfera terrestre é um dos domínios mais importantes da natureza? Sua importância reside no fato de que ela sustenta a vida no planeta e garante o suprimento da água e calor necessários para a manutenção da biodiversidade. Nessa esfera gasosa, uma complexa combinação de elementos e fatores meteorológicos, geográficos e astronômicos forma os mais variados climas da Terra. Nesta aula, você vai estudar as mudanças climáticas associadas ao período mais recente da história geológica do planeta, como também as morfologias associadas. Bom estudo!

Objetivos

- 1 Identificar as causas das mudanças climáticas.
- 2 Associar tipos morfológicos à predominância climática.





Eras geológicas – uma pequena revisão

Começaremos esta aula pedindo que você revise as escalas de tempo que você estudou nas aulas anteriores. É importante fazer essa revisão, porque queremos que entenda que na escala geológica do tempo a Era Cenozóica subdivide-se nos Períodos Terciário e Quaternário, sendo que esse último corresponde às Épocas Pleistocênica e Holocênica, conforme você já estudou.

Sendo o período mais recente do planeta, o Quaternário é também apontado como a “Idade do Gelo”, devido às fortes influências das diversas glaciações associadas ao mesmo, ou, às vezes, como a “Idade do Homem”, advindo daí termos como Antropozóico e Psicozóico, referente ao aparecimento do homem.

No caso da Época Antropozóica, ela corresponde a uma Era Geológica também denominada de Psicozóica ou Quaternária, compreendendo a história da Terra desde o final do Terciário até os nossos dias. O termo Quaternário é mais comum entre os que consideram a era subdividida em períodos, ou entre os que consideram a denominação genérica de Cenozóico.

Todavia, o advento do homem durante o Quaternário introduz um novo agente às mudanças promovidas pelo agente geológico do planeta, cujo papel não pode ser desprezado em qualquer ambiente terrestre.

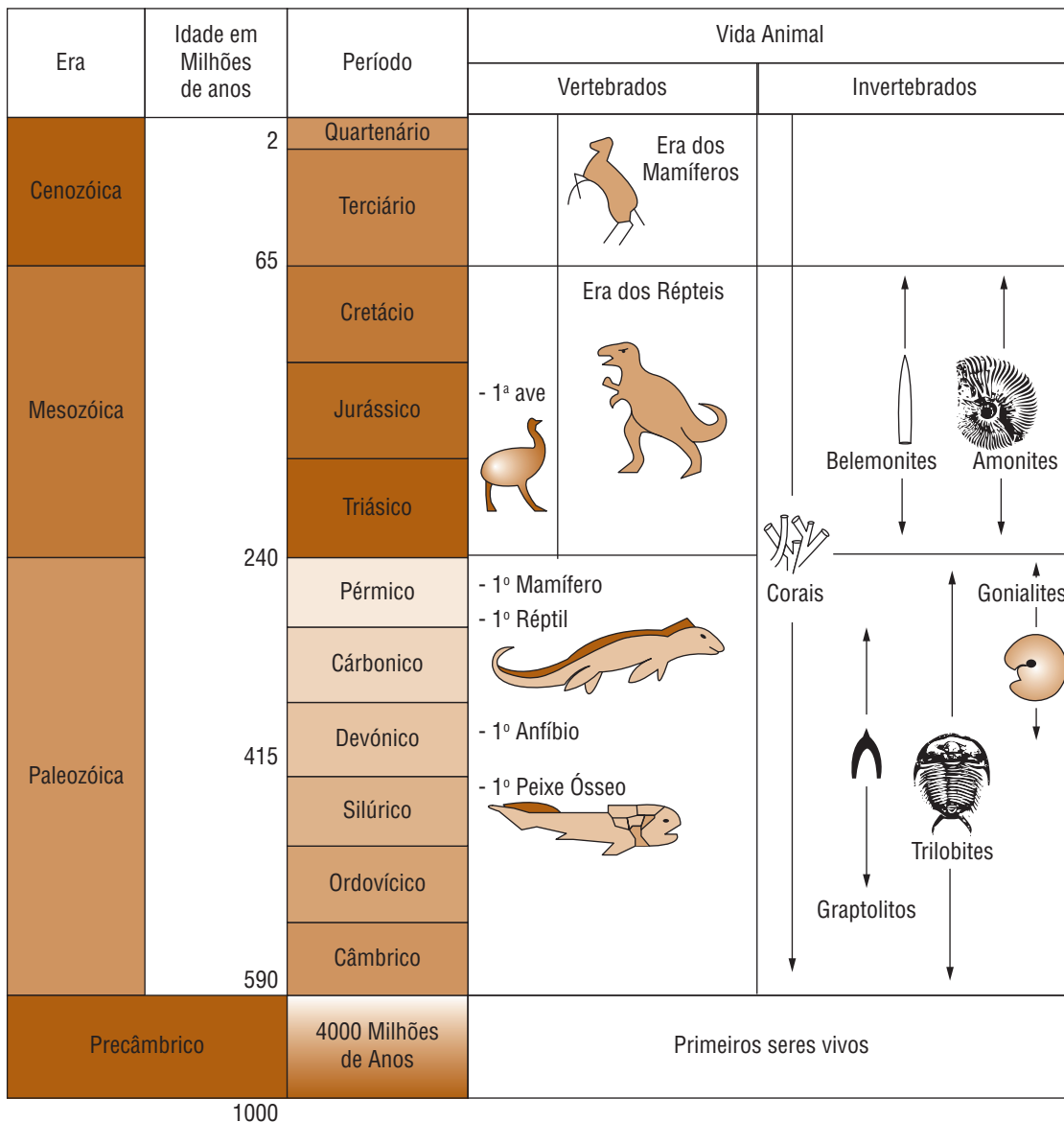


Figura 1 – Eras Geológicas.

Fonte: <<http://adpalhares.no.sapo.pt/ima25.jpg>>. Acesso em: 19 fev. 2009.



Atividade 1

Pesquise na biblioteca do seu polo ou na *Internet* a respeito das Eras Geológicas. Descreva as suas características, associe com o aparecimento de grupos animais e relacione com as mudanças climáticas.

As mudanças climáticas

Como você vem percebendo, estamos falando de eras, de momentos de desenvolvimento, períodos com características próprias e, por isso, estamos falando também do tempo. Como sabemos, em Geologia, tempo é o termo que usamos para descrever a temperatura, a precipitação, a nebulosidade e os ventos observados num ponto da superfície terrestre. Com esses elementos, sabemos quanto o tempo pode ser variável em um único dia.

Como a atmosfera é muito complexa em razão dos múltiplos fatores que a compõem, há sempre muita dificuldade em prever o tempo com a antecedência de alguns dias. Entretanto, podemos inferir como ele será, em termos gerais, num futuro bem mais distante, pois o tempo predominante é governado, principalmente, pelas variações do fluxo de energia solar nos ciclos sazonais e diários. **O clima é a descrição desses ciclos de tempo em tempo, em termos de médias de temperatura e outras variáveis obtidas durante muitos anos de observações. Resumidamente, o clima seria as somatórias dos tempos.**

Salientamos que o sistema do clima inclui todas as propriedades e interações dos componentes dentro do sistema Terra, necessárias para determinar o clima numa escala global e descobrir como ele muda com o tempo. Aqui visualizamos a constituição de um problema complicado, já que o clima não é apenas o componente da atmosfera sozinha. Ele é sensível a muitos outros processos envolvendo a hidrosfera, a biosfera e a superfície litosférica.

Portanto, podemos considerar a atmosfera e os climas terrestres como sendo resultado das forças que agem sobre o globo, tanto oriundas do Sol, através da energia solar, quanto provenientes do interior da Terra, a partir da energia geotérmica. Logo, os climas resultam, entre outros fatores, da combinação dessas duas grandes fontes energéticas.

Conseqüentemente, qualquer alteração ocorrida em uma dessas fontes primárias afeta profundamente os climas terrestres. Além disso, o homem cada vez mais interfere na superfície do planeta e a transforma com a evolução da técnica, tornando-se um dos principais agentes modificadores do ambiente natural. Sendo assim, na atualidade, o homem também é responsável pelas mudanças do clima.



Atividade 2

Com base no que você estudou até o momento, defina o que é:

- a) Tempo;
- b) Clima;
- c) Atmosfera.

Veja você que somente na Era Paleozóica a atmosfera passou a ser semelhante à atual, possibilitando um enorme desenvolvimento da vida no planeta. Também nessa Era já há evidência de grandes glaciações. Apesar de algumas controvérsias na comunidade científica, tudo indica que, dentre os fatores que influenciam o aparecimento de um Período Glacial, destacam-se as mudanças do relevo e da topografia, causadas pela deriva continental, a qual altera os tipos climáticos e a circulação das águas oceânicas, podendo afetar a distribuição da temperatura do planeta. Outro fator que se destaca nessa controvérsia está associado à mudança de radiação, resultante da entrada de meteoros na atmosfera terrestre, em função de que partículas aglomeradas em uma camada espessa dificultam a penetração dos raios solares, provocando a diminuição da temperatura.

Salientamos aqui o fato de que os cientistas conseguem datar os acontecimentos ao longo do tempo geológico do planeta a partir da medição da idade dos fósseis e pela análise das características geoquímicas e geofísicas das rochas e minerais.

Outro fato importante para você saber é que os climas do passado remoto, melhor dizendo, os **paleoclimas**, apresentam variações muito lentas, basicamente imperceptíveis na escala humana. Daí a importância dos estudos climáticos no Período Quaternário, já que esses últimos milhões de anos correspondem ao aparecimento dos ancestrais do homem.

O início do Holoceno, a mais recente Época do Quaternário, coincide com o final da última grande glaciação que ocorreu no planeta, há cerca de 10 mil anos. Trata-se da época em que se reconhece o aparecimento do homem tal como ele é hoje, em suas características físicas e biológicas, o que chamamos de Homem moderno. As grandes alterações climáticas ocorridas nesse intervalo de tempo caracterizam-se pelo início de uma fase interglacial no planeta, a qual, segundo os cientistas, dura até os dias atuais.

A propósito, os nossos conhecimentos referentes aos mecanismos das causas das modificações do clima, até os dias atuais, são inadequados para permitir uma previsão. Ainda não está suficientemente esclarecido se foram provocados por mudanças internas na atmosfera e nos oceanos ou devido aos fatores externos, tais como a radiação solar, podendo-se, ainda por último, adicionar a intervenção do homem.

Portanto, de maneira geral, toda a história da humanidade até o presente aconteceu em uma época interglacial, ou seja, numa época mais quente, mesmo que avanços e recuos de fases mais frias tenham interferido no clima da Terra.

Então, visualizando melhor a complexidade inerente ao clima, lembremo-nos de que a atmosfera envolve os oceanos e os demais sistemas de água, as massas de gelo do planeta, o solo e a vegetação, como também as características geofísicas da Terra e sua relação com o Sol. Portanto, esses aspectos podem ser agrupados e combinados com as interações que os ligam entre si, constituindo o que se denomina “Sistema Climático”, tema da disciplina Geografia Física II.

intensidade, leva à acumulação de grandes corpos clásticos, ou seja, sedimentos compostos de fragmentos desagregados, desenvolvidos abaixo e acima do nível da água, os quais, de modo geral, são denominados **areias litorâneas**.

Há discordância científica quanto à gênese (origem), bem como quanto à nomenclatura das areias litorâneas, mas, de forma geral, os principais tipos de areias litorâneas são as **barreiras e os cordões litorâneos regressivos**. As barreiras se caracterizam por corpos paralelos à linha de costa, os quais se elevam acima do nível da mais alta maré e são separados do continente por uma área lagunar. Laguna aqui é compreendida como uma depressão que contém água salgada ou salobra na borda litorânea. Quando as barreiras ou corpos arenosos se encontram separados do continente são denominados de **ilhas barreira**. Veja a representação da Figura 2 com alguns dos elementos citados.

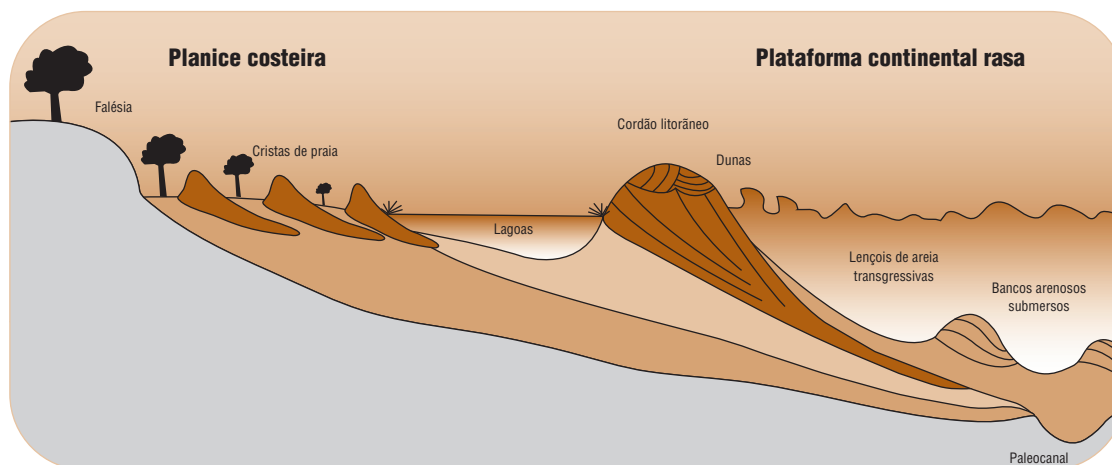


Figura 2 – Esquema de representação das barreiras, cordão litorâneo e laguna.

Fonte: <<http://www.scielo.br/img/fbpe/rbg/v18n3/a09fig02.gif>>. Acesso em: 19 fev. 2009.

Geralmente, essas fisiografias são denominadas de **restinga ou flecha litorânea**. Trata-se de uma designação geral para as fisiografias “areias litorâneas”, podendo englobar ilhas alongadas, faixas ou línguas de areias, depositadas paralelamente ao litoral, graças ao dinamismo destrutivo e construtivo das águas oceânicas. As restingas possuem feições tais como esporões, pontais, tómbolos, barras e cristas de praia, considerando-se o significado genético de cada caso que se queira descrever.

Quanto aos cordões litorâneos regressivos, também denominados cristas de praia, faixas de restinga ou planícies de restinga, caracterizam-se por feições arenosas alongadas, dispostas paralelamente, que ocupam amplas áreas costeiras. Observa-se, quanto ao termo regressivo, o fato de que tal aplicação se dá quando as feições arenosas formam uma deposição contínua sobre depósitos marinhos transgressivos.



Figura 3 – Exemplo de vegetação de restinga em área de dunas fixas.

Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Restinga_sabiaguaba.JPG>. Acesso em: 19 fev. 2009.

Ainda quanto a essas **areias litorâneas**, lembremo-nos de que as mesmas podem ser constantemente remobilizadas pelos ventos que sopram nas regiões costeiras. Nas áreas onde os ventos dominantes sopram do mar, grandes volumes de areia são levados da praia e acumulados em campos de dunas terra adentro. A morfologia dessas dunas, compreendidas como montes de areias móveis, depositados pela ação do vento dominante, formam, então, as **dunas móveis ou recentes e as dunas fixas ou sub-recentes**. Veja o esquema de formação desse tipo de paisagem na Figura 4.

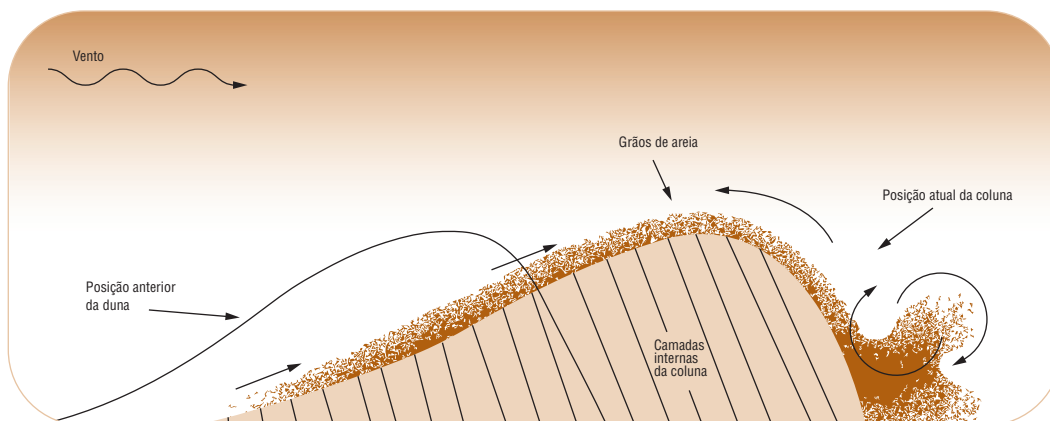


Figura 4 – Esquema da formação de dunas móveis.

Fonte: <<http://www.drm.rj.gov.br/item.asp?chave=136>>. Acesso em: 19 fev. 2009.

As **dunas móveis ou recentes e as dunas fixas ou sub-recentes** são formadas também levando-se em consideração a direção e velocidade dos ventos, a topografia do terreno, a ausência ou densidade da vegetação, a disponibilidade de areia, as oscilações do nível do mar e a evolução geológica da área. Veja na Figura 5 a representação de dunas móveis e da lagoa localizadas na praia de Genipabu, em Extremoz, no Rio Grande do Norte.



Figura 5 – Dunas móveis e lagoa interdunar Genipabu – Extremoz - RN.

Fonte: <http://guiadolitoral.uol.com.br/imgnoticia/dunas_221208.jpg>. Acesso em: 19 fev. 2009.

Já os ambientes costeiros transicionais, por um lado influenciados pela água salgada e sedimentação litorânea, por outro pela água doce e sedimentação terrígena, ou seja, sedimentos trazidos pelos rios do interior do continente, mostram comumente as feições do tipo estuarinas e lagunares, encontradas ao longo das linhas de costas transgressivas.

As definições clássicas para **estuário** consideram um corpo d'água costeiro semifechado conectado livremente com o mar aberto e influenciado pelas marés que nele promovem a mistura entre a água do mar e a água doce proveniente da drenagem terrestre. Na Figura 6 você pode visualizar um exemplo de estuário e suas características.



Figura 6 – Exemplo de Estuário.

Fonte: http://www.sangueverdeoliva.com.br/Old/Fotos/VIII_ENOREX-05.jpg

Da mesma forma, a **laguna** é considerada como uma depressão da zona costeira, mantendo com o mar uma comunicação permanente ou efêmera e protegida por um tipo qualquer de barreira.



Figura 7 – Laguna de Guaraíra – RN.

Fonte: <http://www.portaldepipa.com/aereas/OK/guarairas.jpg>

Nos locais onde a energia das ondas for baixa e houver excessos na disponibilidade de sedimentos finos, formam-se as regiões extratropicais; os marismas, ou seja, os terrenos alagados à beira do mar, e os pântanos salgados. Nas regiões tropicais, a vegetação dos pântanos salgados é substituída pela vegetação típica dos **manguezais**, e em ambos os casos, tal vegetação localiza-se sempre entre a maré alta e a maré baixa, conhecida como zona de intermaré. Veja um exemplo de manguezal na Figura 8.



Figura 8 – Exemplo de Manguezal. RIO POTENGI.

Fonte: < <http://www.brasilrn.com/lma/attraction/EcosystemeMangrove.jpg>

Outra feição típica desse ambiente costeiro são os **deltas**, bancos de areia construídos ao longo da linha de costa, quando os rios trazem grande volume de sedimentos. Sua principal característica está no fato de que a velocidade de suprimento sedimentar é maior do que aquela que os agentes do dinamismo litorâneo podem retrabalhar e distribuir.



Figura 9 – Exemplo de delta: Delta do Parnaíba.

Fonte: www.panoramio.com/photos/original/3018771.jpg

Considerando ainda as ações das ondas que promovem erosão em costas elevadas e, conseqüentemente, promovendo o relevo da linha de costa, evidenciamos as **falésias**, **penhascos e costões rochosos**, podendo ocorrer também, em menor escala, feições erosivas típicas associadas ao nível do mar, como **cavernas de abrasão** escavadas nas partes menos resistentes dos penhascos, cuja evolução erosiva pode constituir arcos marinhos. As partes mais resistentes dos penhascos podem originar os **pináculos**.

A constatação do fato de que o Período Quaternário apresenta alternância de fenômenos glaciais e interglaciais, acompanhado de importantes flutuações do nível do mar, o que ocasiona regressões e transgressões marinhas, torna-se fácil deduzir que as feições associadas aos ambientes costeiros têm vida efêmera em função das constantes transformações.



Pináculos

O ponto mais alto de um monte, montanha etc.; cume. (HOUAISS, 2007, documento eletrônico).



Atividade 4

Com base no que você estudou, responda as questões que seguem.

- a) O que são areias litorâneas? Caracterize as barreiras e os cordões litorâneos regressivos.
- b) O que são ilhas barreira?
- c) O que é restinga?
- d) Explique como se formam as dunas móveis e o que as caracteriza.
- e) O que são cavernas de abrasão?
- f) Caracterize as falésias.
- g) O que são os deltas?
- h) Quais as características dos manguezais?
- i) O que é uma laguna?

A morfologia quaternária em regiões continentais

Interpretar as formas e os materiais minerais não é uma tarefa simples, pois elas coexistem na paisagem com formas e materiais mais antigos. Como você sabe, as formas de relevo refletem as interações existentes entre a atividade endógena e exógena do planeta. Tal dinamismo esculpe permanentemente as paisagens das terras emersas, e suas manifestações nos horizontes mais superficiais da litosfera são agrupadas sob a denominação de processos morfogenéticos, em que ocorrem as muitas formas de relevos elaborados por processos quaternários continentais. Citaremos a seguir algumas dessas formas.

Superfícies de aplainamento: essas superfícies caracterizam-se quando uma superfície de erosão corta estruturas diversas, mostrando, no entanto, as formas suavemente onduladas. As superfícies de aplainamento ou superfícies rochosas horizontalizadas resultam, portanto, da ação erosiva, com declives apenas suficientes para a ocorrência de escoamento superficial livre.

Tais feições são testemunhas da esculpuração das terras emersas e, frequentemente, são consideradas como a última etapa da evolução dos relevos criados pelo dinamismo interno. Pode-se ainda defini-las como **peneplos e pediplanos**. O primeiro caracteriza-se como o conjunto de processos ou sistema de erosão que degrada ou desgasta as asperezas de uma superfície topográfica. O segundo é compreendido como o processo mais eficaz de aplainamento de superfícies extensas do globo terrestre, submetido a climas árido ou semiárido.



Figura 10 – Pediplano em território cearense.



Figura 11 – Peneplano em território paulista.

Outro tipo de relevo característico desse período são os diversos tipos de **encostas**, compreendidos como os declives nos flancos de um morro de uma colina ou de uma serra, ou seja, de qualquer relevo positivo. Esses declives, quando interrompidos em sua continuidade, apresentam rupturas, cuja origem pode estar ligada à erosão diferencial, à estrutura das rochas, às diferenciações de intemperização, às variações de níveis de base, entre outras possibilidades.

Você deve se lembrar que uma encosta é uma vertente em equilíbrio, conforme abordado na aula anterior.



Figura 12 – Encostas da Serra Geral/SC.

Já as **feições de erosão** correspondem à destruição das saliências ou reentrâncias dos relevos; tendem a um nivelamento ou colmatagem, ou seja, o trabalho de entulhamento ou de enchimento realizado pelos agentes exógenos em zonas deprimidas. Para uma melhor compreensão, podemos considerar, como já foi visto, que o processo erosivo é decorrente de um conjunto de ações que modelam uma paisagem e, dentre as inúmeras feições, destacamos:

- a)** as **ravinas**, que são escavações provocadas pelas enxurradas, ou seja, a água de escoamento superficial, ao se concentrar em seu deslocamento, provoca pequenas incisões superficiais, causando a chamada erosão de ravinamento;
- b)** as **voçorocas ou boçorocas**, que consistem em escavações do solo e do subsolo até a rocha, ocasionada pela erosão de escoamento superficial e subsuperficial.

Feições de acumulação: trata-se das várias formas de sedimentação, dentre as quais destacamos os **colúvios**, compreendido como o material mineral transportado de um lugar para outro, principalmente por efeito da gravidade. O material coluvial só aparece no **sopé** de vertentes ou em lugares pouco afastados de declives que lhe estão acima. As **aluviões** são compostas por sedimentos de qualquer natureza, transportados e depositados pelos rios, formando o que denominamos de **leques e terraços aluviais**.

Na verdade, a quantidade de processos e produtos morfogenéticos quaternários é muito vasta, pois envolve, além das morfologias já citadas, os sistemas fluviais com seus respectivos depósitos sedimentares e as morfologias fluviais associadas à calha das suas drenagens principais, bem como as paisagens cársticas marcadas por formas superficiais, geradas pelo ataque químico de águas representadas por cavidades subterrâneas.

Portanto, quanto às morfologias quaternárias, podemos considerar que as formas superficiais e suas dinâmicas inerentes constituem-se pela somatória de processos atuais e pretéritos, os quais são controlados por fatores estruturais, climáticos e, de forma crescente, também por fatores antrópicos. A compreensão do dinamismo da paisagem envolve o equacionamento do peso relativo dos diversos fatores em tela, nas dimensões do tempo e do espaço.



Atividade 5

1

O que podemos considerar como morfologia quaternária em regiões continentais?

2

Descreva essa morfologia, suas características, principais ocorrências, exemplos e cite as subdivisões e feições.

Leituras complementares

Para você obter ilustrações que facilitem uma visualização sintética do tema em apreço, pesquise imagens na *Internet*. Sugerimos, também, as leituras a seguir.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

Este livro é uma boa fonte para quem objetiva estudar as formas de relevo e entender melhor a função relevante da Geomorfologia no contexto das geociências.

GUERRA, Antonio Teixeira. **Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2003.

SUGUIO, Kenitiro. **Geologia do Quaternário: mudanças ambientais (passado+presente=futuro?)**. São Paulo: Paulos Editora, 1999.

Este livro aborda o Quaternário, ou seja, trata do período mais novo da história da Terra do ponto de vista geomorfológico.

Resumo

Nesta aula, discutimos elementos inerentes às mudanças climáticas, correspondentes aos períodos mais recentes da história geológica da Terra. Você estudou, ainda, as principais feições geomorfológicas associadas às regiões costeiras e continentais.

Autoavaliação

Considerando a leitura do conteúdo desta aula, responda as seguintes indagações.

- 1 Como se explica o dinamismo do planeta Terra associado ao clima?
- 2 Explique por que as morfologias quaternárias são mais preservadas.
- 3 Aponte algumas morfologias quaternárias associadas à erosão.
- 4 A partir do que você estudou, quais as causas das mudanças climáticas?
- 5 Qual a relação entre tipos morfológicos e predominância climática?

Referências

CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira (Org.). **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 1998.

GUERRA, Antonio José Teixeira. E CUNHA, Sandra Baptista (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 1995.

PENTEADO, Margarida Maria. **Fundamentos de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1974.

SOUZA, C. R. G. et al. **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto, SP: Holos Editora, 2005.



ANEXO

A seguir, um quadro com as Eras Geológicas da Terra para seu estudo e consultas.



Eras geológicas da terra

Era arqueozóica	
Era paleozóica	
Era mesozóica	Triássico
	Jurássico
	Cretáceo Baixo
	Alto
Era cenozóica	Terciário
	Quarternário

Pré-cambriano
Cambriano
Ordoviciano
Siluriano
Devoniano
Carbonífero
Permiano
Baixo
Alto
Baixo
Alto
Berriasiano
Hauteriviano
Barremiano
Aptiano
Albiano
Cenomaniano
Turoniano
Coniaciano
Santoniano
Campaniano
Mestriciano
Paleoceno
Eoceno
Oligoceno
Mioceno
Plioceno
Pleistoceno
Holoceno

Geomorfologia ambiental

Aula

11



Apresentação

Nesta aula, você vai estudar a importância da base geomorfológica na evolução da Cartografia Temática, a partir da noção de desenvolvimento sustentável. Você vai conhecer, também, as mais diversas áreas de aplicação da Geomorfologia, ou seja, vai perceber os mais variados aspectos da utilização dos conhecimentos geomorfológicos como elemento indutor do planejamento. Bons estudos!

Objetivos

- 1** Entender o papel da Geomorfologia frente às questões ambientais.
- 2** Compreender de que forma o mapeamento geomorfológico contribui com o planejamento.





Terra e ambiente: aspectos introdutórios

Na aula anterior, você estudou um pouco sobre a Geomorfologia do quaternário e o produto dessa Geomorfologia em ambientes litorâneos, por exemplo. Aquela aula vai lhe ser útil no momento em que você estudar toda a formação geomorfológica da Terra em sua relação ambiental, ao que chamamos nesta aula de Geomorfologia ambiental.

Nós, seres humanos, habitamos o que iremos chamar de a interface entre a Terra e o Céu. Esse habitat se caracteriza como o espaço onde as forças internas e externas interagem para moldar a face do nosso planeta. Você já sabe que as forças meteorológicas dentro da atmosfera e da hidrosfera – controladas pelo calor do Sol – produzem furacões, tempestades, inundações, geleiras e outros agentes de erosão, enquanto que as interações entre os geossistemas da tectônica de placas e do clima mantêm um equilibrado ambiente na superfície terrestre no qual a nossa sociedade, como um todo, se desenvolve.

Como você sabe, as atividades do homem têm modificado o meio ambiente pelo desmatamento. Principalmente para a implantação da agricultura, da pecuária e por diversas outras atividades ao longo da história; no entanto, os efeitos eram geralmente restritos ao meio local ou regional. Na atualidade, a sociedade afeta o meio ambiente numa escala inteiramente nova, chegando a ter abrangência global.

Tal magnitude escalar é evidenciada ao observarmos, por exemplo, as emissões de gases na atmosfera provenientes das atividades humanas que alteram a química da atmosfera com consequências desastrosas em toda a parte. Dentre as consequências, podemos citar as **chuvas ácidas**, que causam extinção em massa, assim como o aquecimento global, que é associado ao **efeito estufa**, provocando desequilíbrios na superfície do planeta.



O **efeito estufa** é um processo que ocorre quando uma parte da radiação solar refletida pela superfície terrestre é absorvida por determinados gases presentes na atmosfera. Como consequência disso, o calor fica retido, não sendo liberado ao espaço. O efeito estufa dentro de uma determinada faixa é de vital importância, pois sem ele a vida como a conhecemos não poderia existir.

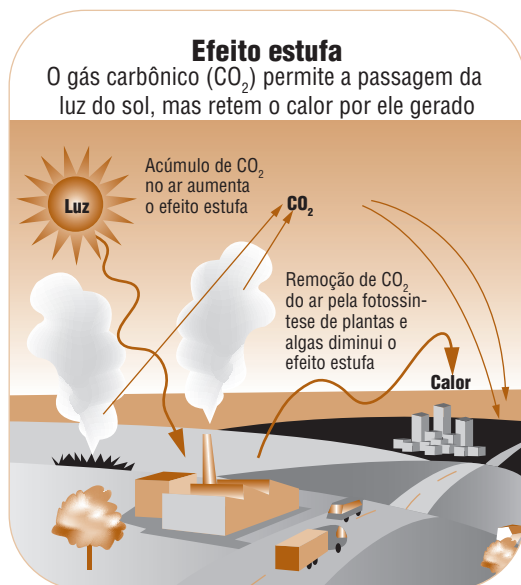


Figura 1 – Esquema de como ocorre o efeito estufa.

Fonte: <<http://www.uems.br/popciencia/imagens/efeito.jpg>>. Acesso em: 13 mar. 2009.

Efeito estufa

Saiba mais sobre o Efeito Estufa em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Efeito_estufa>. Acesso em: 13 mar. 2009.

Chuva ácida

Saiba mais sobre a Chuva Ácida em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Chuva_ácida>. Acesso em: 13 mar. 2009.

A **chuva ácida** (ou, com mais propriedade, **deposição ácida**) é a designação dada à chuva ou a qualquer outra forma de precipitação atmosférica cuja acidez seja substancialmente maior do que a resultante da dissociação do dióxido de carbono (CO_2) atmosférico dissolvido na água precipitada.

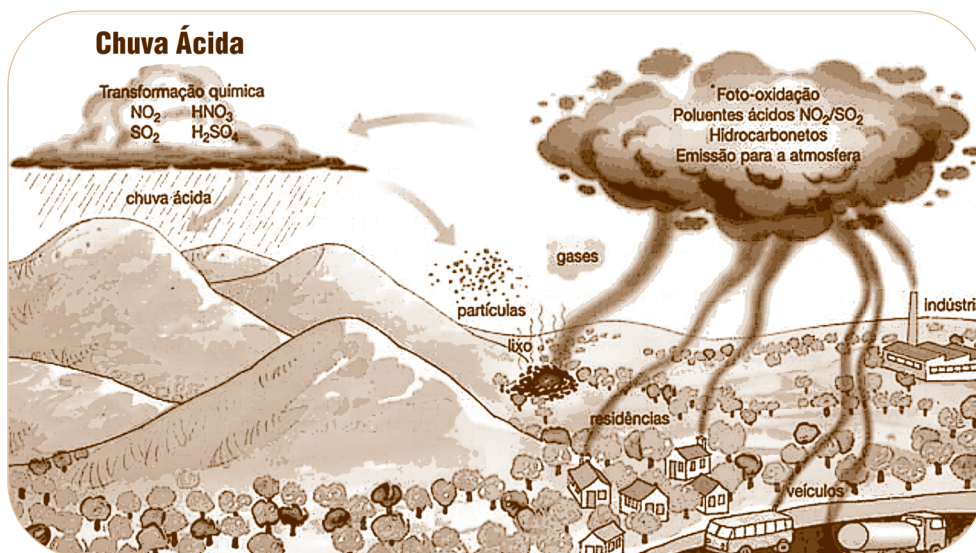


Figura 2 – Esquema da chuva ácida.

Fonte: <<http://www.uems.br/popciencia/imagens/chuva.jpg>>. Acesso em: 13 mar. 2009.

O conceito de desenvolvimento sustentável

Você já deve ter ouvido falar nas conferências das Nações Unidas sobre meio ambiente humano, realizadas no final do século XX. Uma delas, inclusive, aconteceu no Rio de Janeiro, em 1992. Essas conferências já chamavam a atenção para a necessidade de equilibrar o sistema de desenvolvimento socioeconômico com a justiça social e com os sistemas de suporte da vida na Terra. Portanto, há algum tempo que já se reconhece a necessidade de manutenção do equilíbrio ambiental.

Diante deste cenário, cresce a conscientização a respeito de uma melhor qualidade de vida coletiva, com as necessidades básicas atendidas sem que o suprimento de recursos naturais fique comprometido e visando a qualidade de vida das futuras gerações. Essa é a **noção de desenvolvimento sustentável**, que de forma resumida diz que a disponibilização de recursos que atendam às necessidades básicas da população do nosso planeta não deve comprometer a disponibilidade desses recursos às gerações que virão a seguir.



O compromisso político das nações em agir na busca desse desenvolvimento é previsto na **Agenda 21**. Essas nações reconhecem que o crescimento demográfico e a pobreza são internacionais; no entanto, apesar de tal conhecimento e do ordenamento econômico, nenhum avanço se observa nessa área. O conceito que estamos analisando não passa de um nível de cobrança social, mas sem as ênfases política e econômica necessárias.

Agenda 21

A Agenda 21 foi um dos principais resultados da conferência Eco-92, ocorrida no Rio de Janeiro, Brasil, em 1992. Trata-se de um documento que estabeleceu a importância de cada país se comprometer a refletir, global e localmente, sobre a forma pela qual governos, empresas, organizações não-governamentais e todos os setores da sociedade poderiam cooperar no estudo de soluções para os problemas socioambientais. Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Agenda_21>. Acesso em: 13 mar. 2009.



Figura 3 – Crescimento econômico X meio ambiente.

Fonte: <<http://ambiente.hsw.uol.com.br/developmento-sustentavel.htm>>.

Acesso em: 13 mar. 2009.

Com base no que foi dito, vamos pensar um pouco sobre desenvolvimento sustentável?
Ou melhor, sobre **sustentabilidade**?

Sustentabilidade é um conceito sistêmico relacionado com a continuidade dos aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais da sociedade humana.

Propõe-se a ser um meio de configurar a civilização e atividade humanas de tal forma que a sociedade, os seus membros e as suas economias possam preencher as suas necessidades e expressar o seu maior potencial no presente. Ao mesmo tempo, que possam preservar a biodiversidade e os ecossistemas naturais, planejando e agindo de forma a atingir a máxima eficiência na manutenção desses ideais.

A sustentabilidade abrange vários níveis de organização: desde a vizinhança local até o planeta inteiro.

Fonte: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Sustentabilidade>>. Acesso em: 13 mar. 2009.

Observa-se o fato de que o conceito de sustentabilidade está comprometido frente ao paradoxo de uma qualidade de vida associada ao consumo, que representa desperdício, injustiça social e degradação ambiental em nível global. Então, você pode visualizar a problemática em sua abrangência total ao indagarmos como a sociedade global pode ser capaz de promover o desenvolvimento econômico do mundo e, ao mesmo tempo, tomar conta dos aspectos sociais e ambientais na busca da sustentabilidade. Obviamente, tal caminho passa pela capacidade de planejar e de coordenar os processos de desenvolvimento sustentável.

O papel do geógrafo nesse cenário se dá a partir do fato de que a sociedade precisa solucionar as dificuldades inerentes ao controle e gerenciamento dos processos naturais que se manifestam na Terra. Considerando a Geomorfologia no planejamento ambiental, bem como o fato dessa ciência se constituir num ramo do conhecimento das Geociências, lembramos que ela possui métodos próprios para a análise das formas de relevo, o que a coloca em posição privilegiada às aplicações voltadas à sustentabilidade ambiental.

Dentre os procedimentos operacionais voltados para a geração de dados básicos ao planejamento, destacamos os produtos da Cartografia convencional ou informatizada. Eles têm como características gerais produtos temáticos voltados para um procedimento analítico que viabilize uma visualização sintética do que está sendo abordado.



Atividade 1

1

Descreva, com suas palavras, o que é sustentabilidade.

2

Em sua opinião, como o conhecimento geomorfológico pode contribuir para um melhor planejamento ambiental?

3

Qual o papel do geógrafo no gerenciamento dos processos naturais?

4

Fenômenos como chuva ácida e efeito estufa ocorrem por quais motivos?

O mapeamento morfológico

A importância do conhecimento espacial das morfologias se traduz na necessidade de se conhecer onde, como e de que forma se dão os fenômenos que implicam nas formas superficiais da Terra. Esse é um ponto de partida para se estudar quais são as causas dos fenômenos e, na sequência, elaborar-se uma base provável para controlar essas formas superficiais. Nesse sentido, salientamos que os mapeamentos geomorfológicos ainda não seguem um padrão predefinido, tanto quando se fala nas escalas adotadas quanto à adoção de bases **taxonômicas** a elas referidas.

No entanto, é bom que você saiba que cada mapeamento temático deverá abordar um grau de informação correspondente, que deve estar coerentemente representada através de uma legenda de conteúdo prático e operacional cuja compatibilidade se volte ao planejamento. Assim, enfatiza-se o caráter multidisciplinar da Geomorfologia, já que essa ciência serve de base para a compreensão das estruturas espaciais – não só no que diz respeito à natureza física dos fenômenos, mas também à sua natureza socioeconômica. Os mapeamentos geomorfológicos encontram larga utilização nos projetos de Gerenciamento Ambiental, ou mesmo em concepções que envolvem um nível de interação mais complexo, como na Gestão Territorial.



Taxonomia

Ciência que lida com a descrição, identificação e classificação dos organismos, individualmente ou em grupo. (HOUAISS, 2007, documento eletrônico).

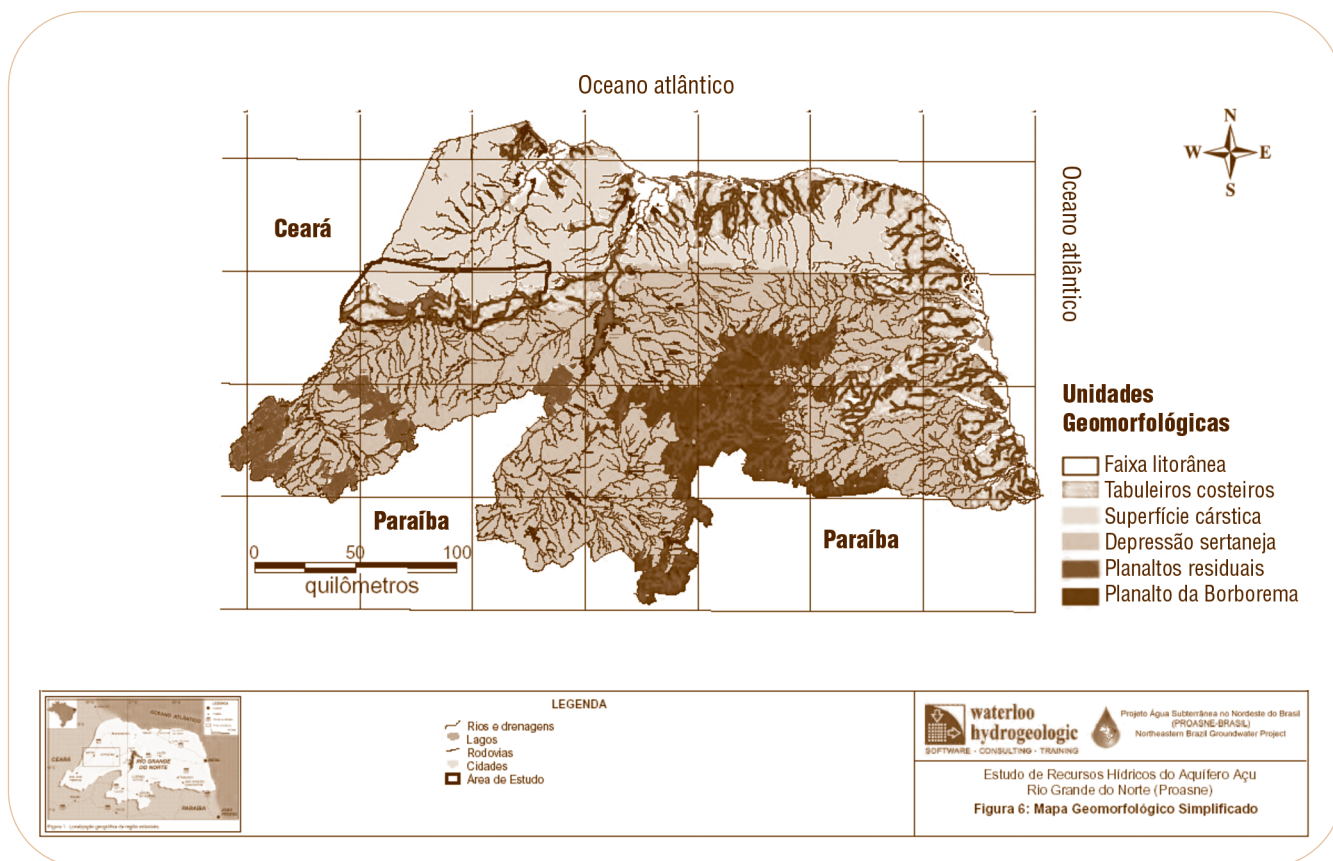


Figura 4 – Mapa Geomorfológico do RN aplicado ao estudo de recursos hídricos do Aquífero Açú.

Fonte: <http://proasne.net/AcuFigsTabs/AcuFig_6.jpg>. Acesso em: 13 mar. 2009.

Os mapeamentos em bases geomorfológicas têm sido operacionalizados, notadamente, em projetos que utilizam metodologias de Estudos de Impactos Ambientais (EIA) e Relatórios de Impacto Sobre o Meio Ambiente (RIMA). Da mesma forma, os conteúdos de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) se alicerçam em bases geomorfológicas. A utilização de tais mapas em bases geomorfológicas contribui, mediante outros cruzamentos temáticos, com a elaboração de cenários ambientais ou mesmo se constituem como subsídios a qualquer espécie de ocupação feita de forma planejada.

Salientamos ainda que os mapas geomorfológicos apresentam um grau de complexidade maior que os demais mapas temáticos, pois há problemas de classificações taxonômicas e de escalas cartográficas compatíveis com os fenômenos que se deseja estudar. Há que se atentar para o fato de serem consideradas diferentes escalas para os estudos das formas de relevo. Um mapa geomorfológico se caracteriza por mostrar a configuração da superfície terrestre, incluindo a Hidrografia, ao ressaltar com destaque as unidades do relevo, constituindo-se com frequência a base de várias outras classes de mapas.

As classificações geomorfológicas podem ser usadas na organização do conhecimento ambiental, como base para cenários territoriais interpretativos. Viabiliza-se, assim, o uso integrado de conhecimentos geomorfológicos em Sistemas Integrados de Informação (SIG). Para isso, é necessário elaborar um banco de dados, constituindo uma estrutura de **geoprocessamento dos SIGs**. Esse banco de dados, destinado à integração de diferentes dados temáticos em uma mesma área de estudo, pode ser formado pela passagem das informações através da mesa digitalizadora ou via *scanners*. Assim, compõe-se a base digital de dados que podem ser manipulados, modelados, analisados automaticamente, representados em forma cartográfica e em três dimensões.



Atividade 2

1

Qual a importância do mapeamento morfológico?

2

Onde os mapeamentos geomorfológicos têm sido requisitados? Para resolver que situações?

3

Como as classificações geomorfológicas podem ser usadas no conhecimento ambiental?

A geomorfologia e o planejamento

A relevância da Geomorfologia se dá através do auxílio que essa ciência oferece na compreensão do relevo terrestre, que surge como elemento condicionante do sistema ambiental para as atividades humanas e organizações espaciais. Logo, pode-se aplicar o conhecimento geomorfológico ao planejamento de maneira muito vasta, já que as feições topográficas e os processos morfogenéticos atuantes em uma determinada área possuem papel relevante para as mais diversas categorias do uso do solo, tanto em áreas urbanas como rurais.

Assim, o potencial de aplicação do conhecimento geomorfológico insere-se no diagnóstico das condições ambientais, e contribuem para orientar a elaboração e o assentamento das atividades do homem. Nesse ponto, salientamos que o termo **planejamento** abrange uma ampla gama de atividades.

Podemos destacar as categorias de planejamento: estratégico, operacional, local, regional, territorial, nacional, e ainda o planejamento social, econômico, rural, urbano e ambiental. Esse planejamento se relaciona com tomadas de decisões a longo e médio prazo, e geralmente envolvendo um conjunto de pesquisas, discussões, assessorias e negociações. Quanto à aplicação do conhecimento geomorfológico em planejamento, podemos citar exemplos em diversos campos setoriais, os quais abordaremos a seguir.

- a) O **planejamento do uso do solo urbano** se justifica pelo fato de que, nas áreas urbanizadas, a **topografia** surge como um elemento primordial na orientação do processo ocupacional. Por exemplo, o estudo da morfologia urbana associado ao dinamismo ocupacional nos leva ao delineamento de áreas de risco associadas a processos de inundação (inundacionais), de desmoronamentos, entre outros, muito comuns em grandes cidades sem planejamento urbano.
- b) Quanto ao **planejamento do uso do solo rural**, podemos salientar sua importância a partir da visualização de que as atividades agrícolas e pastoris são responsáveis pela transformação paisagística em áreas amplas, o que nos leva à percepção do dinamismo associado ao fator topográfico. Para isso, é importante a elaboração de cartas de declividade das vertentes, e a sua conexão com a rede de canais fluviais se constitui num instrumento valioso para o ato de planejar tais atividades.
- c) No que diz respeito ao planejamento na execução de **obras de engenharia**, enfocamos sua importância a partir da constatação de que uma obra de engenharia se volta geralmente para a melhora e ampliação de infraestrutura voltada aos processos de ocupação dos solos. Muitos dos problemas inerentes a essas obras se associam às dificuldades em superar as dificuldades geradas pela morfologia e pelos processos morfogenéticos.



Topografia

Topografia é a ciência que estuda todos os acidentes geográficos definindo a situação e a localização deles. Fonte: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Topografia>>. Acesso em: 13 mar. 2009.

Como exemplo, indicamos a você os estudos relacionados ao manejo de zonas litorâneas, que fornecem elementos para o conhecimento das condições do solo aplicáveis à Engenharia. Ainda evidenciamos as obras em canais fluviais, principalmente os programas de canalização dos rios.

d) Já o **planejamento ambiental** pode se caracterizar por várias linhas de tratamento ou abordagens, uma vez que tais estudos se associam a uma profusão de fatores que causam desequilíbrio na superfície terrestre. Por exemplo: podemos citar uma análise integrativa em escala local ou regional para o planejamento de uma bacia hidrográfica. A análise geomorfológica torna-se essencial para a compreensão da diversidade topográfica das subdivisões da bacia; esta condição é primordial para se pensar na criação de um comitê gestor de bacia hidrográfica.

Considera-se, ainda, o impacto ambiental como uma mudança sensível – positiva ou negativa – nas condições de saúde e bem-estar do homem, assim como na estabilidade do ecossistema, elemento fundamental para a sobrevivência humana. O planejamento ambiental dessas mudanças abrange, portanto, o resultado das ações acidentais ou planejadas que provoquem alterações direta ou indiretamente. Porém, consideramos que as atividades humanas podem ocasionar consequências que intensifiquem a magnitude e a frequência dos fenômenos naturais, numa cadeia de retroalimentação.

Devemos então, mencionar que os efeitos ou impactos possuem variáveis temporais e espaciais, os quais podem ser descritos através das mudanças nos parâmetros do meio ambiente, durante um período específico e dentro de uma área determinada. Quanto à avaliação da intensidade desses impactos, devemos proceder no sentido de comparar os valores resultantes de uma atividade particular com os valores da situação que existiria caso a atividade não fosse implantada.

Sendo assim, podemos dar um exemplo a você: quais as diferenças vistas no meio ambiente ao observarmos e compararmos uma determinada ocupação urbana, industrial ou agrícola, entre outras, e os valores que deveriam existir naturalmente em termos ambientais, caso essa área não fosse ocupada? Para visualizar essa situação, observe a Figura 5 a seguir.



Figura 5 – O antes e o depois da praia de Ponta Negra (Natal/RN), com o Morro do Careca ao fundo, que sofreu as consequências da ocupação urbana.

Fonte: (a) Foto de Jaeci Emerenciano (1970?). (b) <http://farm3.static.flickr.com/2049/2093099363_40f39372c0.jpg>. Acesso em: 13 mar. 2009.

Assim, os estudos de planejamento ambiental constituem-se numa ferramenta que possibilita prever e avaliar os impactos ambientais de uma atividade antrópica sobre as condições do meio natural, como também delinear os procedimentos a serem utilizados preventivamente, buscando aliviar ou mesmo evitar possíveis efeitos. Trata-se, assim, da elaboração de um projeto que considera vantagens e desvantagens de uma área analisada. Tais estudos fornecem indicadores para as tomadas de decisão, pois têm o objetivo de prevenir o desgaste ou até a eliminação das potencialidades do meio ambiente físico, fornecendo informações pertinentes sobre as consequências que poderão se desenvolver com a implementação das ações propostas.

Todavia, você deve observar que numa fase de prognóstico na qual são reunidas as mais diversas informações pertinentes aos campos físicos, sociais e econômicos, preza-se pela formação de equipes multidisciplinares, nas quais fica evidenciado o importante papel do geógrafo.

Considera-se que a ação política baseada no desenvolvimento sustentável procura geralmente estimular ações visando atingir metas sustentáveis no campo econômico, no uso dos recursos naturais e na melhoria social, mas usufruindo dos conhecimentos gerados nas diferentes disciplinas. Apontamos a importância central que os conhecimentos gerados na Geomorfologia têm para a compreensão dos elementos que constituem o grande conjunto de estoques dos recursos naturais e ambientais do planeta. Logo, esses conhecimentos são essenciais para o diagnóstico, a análise, a avaliação e o manejo de qualquer área que se estude.

A Geomorfologia – como ciência que contribui na solução das dificuldades que a sociedade enfrenta para controle e gerenciamento dos processos naturais – apresenta a seus praticantes o desafio cada vez maior de estarem sintonizados com os profissionais de outras especialidades, notadamente nas discussões que envolvem a sustentabilidade da Terra. Consequentemente, o geógrafo deve ocupar o lugar que é inerente à sua formação, e exercer suas atividades com competência na área que acreditamos ser um grande destaque no campo das Geociências no século XXI.

Os geocientistas conhecem a dinâmica do “sistema Terra” e dominam as ferramentas para o monitoramento de suas mudanças. Exemplos são as redes internacionais de observações meteorológicas e sismológicas, a utilização de **sensoriamento remoto** para monitoramento dos fenômenos atmosféricos e oceanográficos, os regimes hidrológicos, os padrões de vegetação e o uso e ocupação territorial, entre outros.

Questões como o monitoramento contínuo dos processos evolutivos do planeta (os tópicos inerentes ao aquecimento global, por exemplo) constituem uma temática de interesse aos geocientistas. Assim como a conservação e o gerenciamento dos recursos hídricos, já que a disponibilidade de água determina inúmeras práticas socioeconômicas e, contrariamente, a escassez crônica de água aponta o potencial de conflito entre nações.

Outro tema de interesse são os desastres naturais, que além de provocar grandes perdas materiais e de vidas, podem também ocasionar atrasos no desenvolvimento de países mais pobres. Cabe aqui o papel da Geomorfologia em fornecer instrumentos para prevenir desastres naturais e preparar as comunidades para reduzir sua vulnerabilidade.

A deposição adequada de resíduos sólidos constitui outra questão de grande importância, já que resíduos industriais ou domésticos têm sido objeto de crescente preocupação dos setores de planejamento no que diz respeito à disponibilização de espaços adequados. Como exemplo, temos os aterros sanitários e os aterros industriais associados às metrópoles.

Por último, a constatação de que o processo de globalização, baseado no modelo econômico neoliberal, constitui um paradoxo com o conceito de desenvolvimento sustentável, o que nos leva ao enfrentamento de questões que envolvem de forma crescente os conhecimentos inerentes às Geociências.



Atividade 3

1

Qual a importância dos estudos geomorfológicos para os diversos tipos de planejamento, sejam eles urbanos, rurais, ambientais etc.?

2

Descreva a atuação dos estudos geomorfológicos no planejamento do uso do solo rural, no planejamento ambiental e nas obras de engenharia.

3

Como o sensoriamento remoto pode ajudar no planejamento?

4

Fale um pouco da relação entre a dinâmica do meio ambiente, seus impactos ambientais e a contribuição da Geomorfologia para a diminuição desses impactos.

Leituras complementares

Visando um aprofundamento maior do assunto abordado nesta aula, indicamos as seguintes leituras:

CASSETI, Walter. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Geomorfologia ambiental e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE. **Estudo de Impacto Ambiental (EIA) – Relatório de Impacto no Meio Ambiente (RIMA) – Manual de Orientação**. São Paulo: Editora SMA, 1989.

Resumo

Nesta aula, você estudou a relação da Geomorfologia com o conceito de Desenvolvimento Sustentável, visando compreender as relações da sociedade com a natureza diante do processo de ocupação do espaço. Dessa forma, evidenciamos a importância das ferramentas cartográficas advindas da Geomorfologia Ambiental com larga aplicabilidade nas diversas formas de Planejamento.

Autoavaliação

- 1 Considerando as questões ambientais, como o geógrafo interliga as áreas afins?
- 2 Como você visualiza a participação de um geógrafo na elaboração de um EIA/RIMA?
- 3 Justifique a importância do geógrafo na elaboração dos diversos tipos de planejamento nos órgãos públicos.
- 4 Qual o papel da Geomorfologia frente às questões ambientais?

Referências

CUNHA, Sandra Baptista; GUERRA, Antonio José Teixeira (Org.). **Geomorfologia**: exercícios, técnicas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista (Org.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.

_____. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 1996.

GUERRA, Antonio José Teixeira; MARÇAL, Mônica dos Santos (Org.). **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

HOUAISS, Antônio. **Dicionário eletrônico Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2007. Versão 2.0a. Verbete: taxonomia.

A geomorfologia do Brasil

Aula

12



Apresentação

Nesta última aula, você estudará uma abordagem sobre as morfologias encontradas no território brasileiro que, como em qualquer outra parte da superfície da Terra, apresentam-se sob formas variadas. Além disso, você estudará as modificações ocorridas nessas morfologias e verá que elas ocorrem através da ação dos elementos da natureza e dos seres vivos. De forma mais precisa, você estudará, com uma ênfase maior, as mais recentes classificações geomorfológicas propostas pela comunidade científica. Bom estudo!

Objetivos

- 1** Entender as bases científicas da classificação do relevo brasileiro.
- 2** Compreender as diferenças entre de morfoestrutura e morfoescultura.
- 3** Compreender o processo de hierarquização na classificação das formas de relevo.



Com base no que foi dito e na realização da atividade, você pode perceber que esse projeto constituiu um marco na abordagem da Geomorfologia no país. Seus princípios básicos metodológicos se amparam em mapas e relatórios voltados à ideia de se obter um quadro geral das formas de relevo do Brasil. Quase todo o relevo do território brasileiro tem formação antiga, e resulta principalmente da sucessão de ciclos climáticos e da ação das formas internas da Terra. Essas forças determinam três tipos específicos de formação geológica: **os escudos cristalinos, as bacias sedimentares e as cadeias orogênicas**, sendo que apenas os dois primeiros ocorrem no Brasil.

Uma pequena revisão

Como você já viu em aulas anteriores, os **escudos cristalinos** correspondem às formações mais antigas, e por isso sofreram longos períodos de erosão e se tornaram mais estáveis do ponto de vista da movimentação tectônica. Neles, existem outras subdivisões, como as plataformas ou crátons e os cinturões orogênicos.

Já as **bacias sedimentares**, presentes na maior parte do território brasileiro, são deposições que têm origem na desagregação ou decomposição de outras rochas, podendo apresentar camadas espessas que recobrem áreas de plataformas.



Táxon

Táxon (plural taxa, em latim, ou táxons, aportuguesado) é uma unidade taxonômica essencialmente associada a um sistema de classificação. Táxons (ou taxa) podem estar em qualquer nível de um sistema de classificação: um reino é um táxon, um gênero é um táxon, assim como uma espécie também é um táxon ou qualquer outra unidade de um sistema de classificação dos seres vivos. Fonte: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/T%C3%A1xon>>. Acesso em: 16 mar. 2009.

A abordagem taxonômica

Ao longo do tempo, várias divisões do relevo brasileiro foram propostas pelos cientistas. Elas correspondem ao estágio de conhecimento existente em suas respectivas épocas de elaboração. Quanto às metodologias utilizadas para o mapeamento geomorfológico, salientamos que as mais recentes têm como base a ordenação dos fatos geomorfológicos mapeados em uma taxonomia que os hierarquiza. Como exemplo, observa-se o método taxonômico que engloba a hierarquização dos **domínios morfoestruturais, as regiões geomorfológicas, as unidades geomorfológicas e os tipos de modelados**.

O **táxon** dos domínios morfoestruturais engloba os grandes conjuntos estruturais que geram arranjos regionais de relevo, guardando relação de causa entre si. Trata-se, portanto, da maior divisão taxonômica adotada. Como exemplo, citamos as grandes cadeias dobradas e as grandes bacias sedimentares.

Domínios de paisagens brasileiras

Os domínios morfoestruturais são definidos pelo conjunto de fatores geomorfológicos ligados a aspectos de caráter amplo. Ocupam extensas áreas que evidenciam, por vezes, grandes diferenciações geomorfológicas controladas por condições naturais generalizadas ou por grandes extensões de litologia homogênea. Bigarella, Becker e Santos, (1994, p. 95). O território brasileiro apresenta quatro domínios morfoestruturais, que são:

Domínio morfoestrutural dos depósitos inconsolidados

Esse domínio caracteriza-se pela contribuição dos sedimentos continentais e marinhos, e correspondem às áreas de **planícies fluviais, às planícies flúvio-lacustres e algumas áreas de depressões, como as do Pantanal Mato-grossense**, conforme você pode visualizar na Figura 1.



Figura 1 – Depósitos inconsolidados do Quaternário.

Domínio morfoestrutural das bacias sedimentares e coberturas inconsolidadas plio-pleistocênicas

Esse domínio abrange mais da metade da superfície brasileira, e se divide em sete subunidades: **as bacias e coberturas sedimentares litorâneas, a bacia sedimentar amazônica, a bacia sedimentar do Tocantins-Araguaia, a bacia sedimentar do Meio Norte, as coberturas sedimentares da bacia do São Francisco, as bacias e coberturas sedimentares do Nordeste Oriental e a bacia sedimentar do Paraná**. Confira na Figura 2.



Figura 2 – Bacias e coberturas sedimentares inconsolidadas plio-pleistocênicas.



Atividade 2

1

O que são domínios morfoestruturais?

2

Pesquise, na biblioteca do seu polo e/ou na internet, o que caracteriza:

a) Domínio morfoestrutural dos depósitos inconsolidados;

b) Domínio morfoestrutural das bacias sedimentares e coberturas inconsolidadas plio-pleistocênicas.

Domínio das faixas de dobramentos e coberturas metassedimentares associadas

Corresponde a seis subdivisões, com as seguintes denominações: **as faixas de dobramentos do Brasil Central, as faixas de dobramentos do Nordeste Oriental, as faixas de dobramentos do Nordeste Ocidental, as faixas de dobramentos do Sul-Sudeste, as coberturas metassedimentares do Espinhaço-Diamantina e as coberturas metassedimentares das bacias do São Francisco-Tocantins** (Figura 3).



Figura 3 – Faixas de dobramentos e coberturas metassedimentares associadas.

Domínio dos embasamentos em estilos complexos

Esses domínios morfoestruturais apresentam as seguintes subunidades: o **embasamento da Amazônia**, o **embasamento do Nordeste** e o **embasamento do Sul-Sudeste** (Figura 4).



Figura 4 – Embasamentos dos estilos complexos.

Quanto aos domínios da paisagem brasileira associados às classificações morfoclimáticas, Ab'Saber (apud BIGARELLA; BECKER; SANTOS, 1994, p. 98), para afirmar que os aspectos morfoclimáticos ocorrem segundo complexos fatores que representam combinações fisiográficas regionais diferenciadas e objetivas, ou seja, os domínios morfoclimáticos baseiam-se, em grande parte, nos grandes quadros da distribuição da vegetação. Ainda de acordo com Ab'Saber (apud BIGARELLA; BECKER; SANTOS, 1994, p. 101), existem seis domínios morfoclimáticos no Brasil, os quais evidenciaremos a seguir (Figura 5):

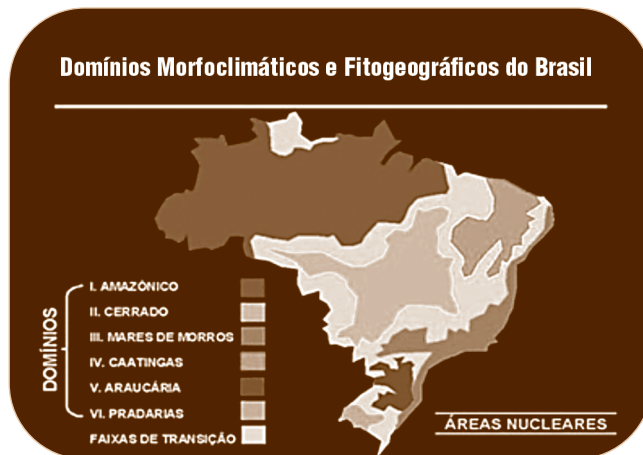


Figura 5 – Domínios morfoclimáticos e fitogeográficos do Brasil.

Domínio dos chapadões tropicais recobertos por cerrados e penetrados por florestas de galerias

Esse domínio é caracterizado pela existência de duas estações, uma chuvosa e outra seca. Apresenta superfícies de aplainamentos extensivos com relevos residuais e, via de regra, os planaltos são mantidos por **lateritas**, muitas vezes expostas na superfície. Tais formações ferruginosas atestam a vigência regional de ambientes tropicais de clima sazonal e de vegetação de cerrado.



Lateritas

A laterita é o resultado de um longo processo de transformação no interior do solo, iniciando-se com a ação da chuva que infiltra no solo, provocando a lixiviação que é a lavagem do mesmo, carregando o óxido de ferro, alumínio e sílica, cuja alternância de secagem e umedecimento, provocado pelo clima tropical, provoca um endurecimento irreversível resultando numa rocha de cor vermelha a roxa que é a laterita. Fonte: <<http://www.aquallun.com.br/laterita.htm>>. Acesso em: 16 mar. 2009.



Figura 6 – Chapada dos Guimarães.

Domínios das regiões serranas tropicais úmidas ou de “mares de morros” extensivamente florestados

Distribui-se de Norte a Sul, principalmente ao longo da região atlântica. Sua morfogênese caracteriza-se pela predominância de processos químicos de alteração e de movimentos de massa generalizados. As rochas encontram-se muito decompostas, propiciando uma cobertura intempérica bastante espessa. A vegetação primária da região se caracteriza pela floresta pluvial tropical.



Figura 7 – Mares de morros – região sudeste

Domínio das depressões interplanálticas semiáridas do Nordeste

Trata-se de uma região de depressões interplanálticas marcada por níveis erosionais. Mostra-se revestida de maneira extensa por diferentes tipos de caatingas, manifestando-se num ambiente semiárido. As chuvas, muito irregulares e escassas, concentram-se em poucos meses do ano.



Figura 8 – Parque Nacional Serra da Capivara/PI

Domínio das terras baixas equatoriais extensivamente florestadas da Amazônia

O maior domínio morfoclimático do país encontra-se numa região equatorial e subequatorial constituída de planícies de inundação e de tabuleiros extensos (ou seja, paisagem de topografia plana e de baixa altitude). Ocorrem chuvas bem distribuídas durante o ano, o que faz com que todas as bacias hidrográficas sejam perenes.

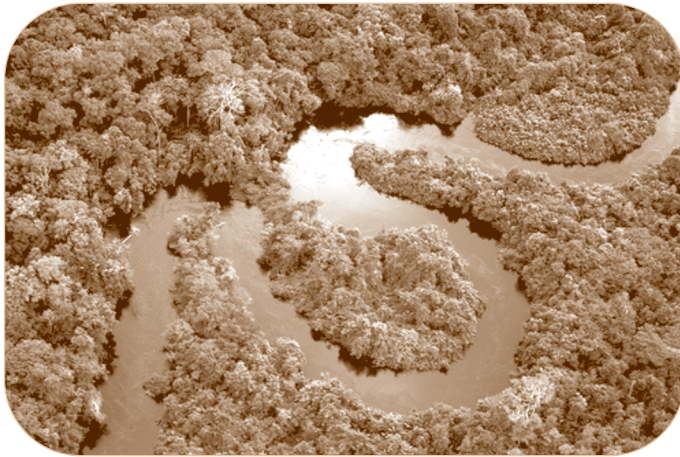


Figura 9 – Terras baixas florestadas da Amazônia

Domínios dos planaltos de araucária

Esse domínio morfoclimático caracteriza-se pelo clima subtropical úmido, com inverno relativamente brando, sujeito a geadas e eventuais nevadas. São planaltos com elevações médias em torno de 700 a 1000 metros, sendo que tais planaltos se mostram como extensos interflúvios tabuliformes e com vertentes suavemente convexas.



Figura 10 – Floresta de Araucária/PR



Atividade 3

1

O que são “domínios das faixas de dobramentos e coberturas metassedimentares associadas”? Onde ocorrem?

2

O que caracteriza o domínio das terras baixas equatoriais extensivamente florestadas da Amazônia?

3

Qual a principal característica do domínio dos planaltos de araucária?

4

Explique a formação do domínio das depressões interplanálticas semiáridas do Nordeste.

Domínio dos campos das coxilhas subtropicais do Rio Grande do Sul

Este é o menor domínio morfoclimático brasileiro. Corresponde a uma paisagem de zonas temperadas úmidas e subúmidas sujeitas a alguma estiagem de fim de ano. O conjunto paisagístico engloba o que se chama **pradaria**, ou seja, uma ausência de árvores e arbustos, exceto nas depressões abrigadas ao longo dos cursos d’água. Portanto, inclui campos nas encostas suaves e florestas de galeria nas calhas fluviais.



Figura 11 – Coxilhas – Morros e ondulações suaves/RS

Considera-se ainda o fato de que vários domínios morfoclimáticos não apresentam limites nítidos, ocorrendo uma faixa de transição de complexidade variada. Nas regiões limítrofes, geralmente os vários domínios se interpenetram e se misturam em “mosaicos” complexos.

O atual conceito analítico do relevo brasileiro

Como você pode perceber, o estágio de conhecimento da Geomorfologia nos leva a constatar o fato de que o relevo se constitui apenas como um dos componentes da litosfera. Além disso, ele está intrinsecamente relacionado com as rochas que o sustentam, com o clima que o esculpe e com os solos que o recobrem. Assim, as formas diferenciadas do relevo decorrem de ações simultâneas; porém, de um lado estão as atividades climáticas, e do outro estão as atividades inerentes à estrutura litosférica.

Lembremo-nos ainda do fato já constatado de que o dinamismo – tanto do clima como da estrutura – não se comporta sempre de forma igual, ou seja, ao longo do tempo e do espaço ambos se modificam continuamente. Logo, esses elementos permitem-nos considerar que as formas superficiais do planeta e os demais componentes da natureza são dinâmicos, e conseqüentemente estão em permanente evolução.

Essa concepção, referente às interações de forças entre os componentes da atmosfera e da litosfera, implica na compreensão de que as formas de relevo terrestre são o produto da ação dos processos endógenos e exógenos.

As forças endogenéticas se manifestam na estrutura superficial do planeta por intermédio das forças ativas e passivas. Porém, enquanto as roças ativas manifestam-se pela dinâmica da litosfera através da tectônica de placas, como já foi visto, as forças passivas se manifestam de modo desigual, em função dos diferentes tipos de rochas e seus arranjos estruturais, oferecendo uma menor ou maior resistência ao desgaste.

Assim, o dinamismo exógeno se caracteriza por uma ação constante, porém em lugares diferentes, tanto no espaço quanto no tempo. Essa constatação se explica pelas características climáticas locais ou regionais, atuais ou passadas. Logo, como já sabemos, os processos de intemperização esculpem e dinamizam as formas do relevo a partir do elemento motor externo, ou seja, a energia do Sol que atinge a superfície terrestre.

Os pressupostos aqui explicitados, intrinsecamente associados aos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura, fornecem uma nova direção teórico-metodológica para os estudos da Geomorfologia. Baseado em tais princípios, Ross (1992) propôs uma classificação do relevo terrestre em três categorias genéticas que consideram os elementos da **geotextura**, os elementos da **morfoestrutura** e também os elementos da **morfoescultura**.

Aqui, é importante destacar, de acordo do Ross (1992), que não se pode confundir o conceito de morfoclimática com o de morfoescultura, pois enquanto o primeiro refere-se aos domínios ou zonas morfoclimáticas, determinadas pelas condições climáticas atuais, a morfoescultura caracteriza-se pelo estado atual de um determinado ambiente ou unidade geomorfológica cuja

similaridade genética a individualiza no cenário paisagístico. Assim, a morfoestrutura é marcada por padrões de fisionomias de relevo, desenvolvidas ao longo do tempo.

Os elementos da **geotextura** correspondem às grandes feições da crosta terrestre, estando sempre associados às manifestações amplas da crosta, como a deriva dos continentes por movimentação das placas tectônicas.

Já os elementos das **morfoestruturas** constituem-se em extensões menores, estando representados por determinadas características estruturais, litológicas e geotectônicas que estão associadas às suas gêneses. Como exemplo, temos as bacias sedimentares, os cinturões orogênicos e as plataformas ou crátons. Essas unidades estruturais definem, portanto, os padrões de relevo que lhes são inerentes.

Como você pode perceber, enquanto a morfoestrutura se mostra na escala temporal, como algo mais antigo, a morfoescultura tende a ser de idade menos antiga, já que só pode ser esculpida sobre a morfoestrutura. Melhor dizendo, não é possível haver unidades **morfoesculturais** sem que se tenha primeiro as unidades **morfoestruturais**. Portanto, a morfoestrutura se constitui taxonomicamente e temporalmente diferente da morfoescultura.

Veja você que a proposição taxonômica de Ross (1992) estabelece uma ordem para o relevo terrestre calcada nos aspectos conceituais já explicitados. Ressalta-se que o estrutural e o escultural estão presentes em qualquer tamanho de forma, embora suas categorias – de tamanho, idade, forma e gênese – sejam identificadas separadamente; portanto, em categorias distintas.

A seguir, apontamos a hierarquização taxonômica proposta por Ross (1992) para o relevo brasileiro:

- **O primeiro táxon** – são unidades morfoestruturais representadas pelos **cinturões orogênicos** e pelas **bacias sedimentares**.
- **O segundo táxon** - são unidades morfoestruturais representadas por **planaltos, serras e depressões** contidas em cada uma das morfoestruturas.
- **O terceiro táxon** – são unidades **morfológicas** ou de padrões de formas semelhantes, ou ainda tipos de relevo representados por diferentes padrões de formas que são semelhantes entre si. Tais unidades são identificáveis em cada uma das unidades morfoestruturais e morfoesculturais.
- **O quarto táxon** - são formas de relevo que correspondem a cada uma das formas encontradas nas unidades **dos padrões de formas semelhantes**. Dessa forma, se um determinado padrão de rugosidade topográfica se distingue por um **conjunto de colinas** onde prevalecem determinadas características morfológicas, cronológicas e genéticas, cada uma das colinas desse conjunto corresponde a uma dimensão individualizada do todo.
- **O quinto táxon** - são grupos, elementos ou partes de cada forma identificada e individualizada em cada conjunto de padrão de forma. Portanto, aqui se encontra a representação dos **tipos de vertentes como as côncavas, as convexas, as retilíneas e**

as planas. Tal diversificação se explica pelas diferenças de declividade; assim sendo, além de identificarmos as vertentes pelas suas morfologias, precisamos também identificá-las pela declividade dominante.

- **O sexto táxon** – são formas menores produzidas pelos processos atuais, ou ainda as formas geradas pela ação antrópica. Tratam-se daquelas formas produzidas ao longo das vertentes, destacando-se **os sulcos, ravinhas, voçorocas, cicatrizes de deslizamentos de terra, depósitos coluviais ou de movimentos de massa, depósitos fluviais (como bancos de areia e assoreamentos nos rios), cortes e aterros** provocados pelo homem.

Por fim, queremos deixar bem claro para você que essa abordagem taxonômica de Ross (1992) tomou como base o já citado Projeto RADAMBRASIL, e considera, para o território brasileiro, a existência de 28 unidades de relevo, divididas em **planaltos, planícies e depressões**. São **11 planaltos**, aqui compreendidos resumidamente como formas de relevos elevados, com altitudes variáveis, que oferecem maior dificuldade à erosão; são **11 depressões**, identificadas como áreas rebaixadas em relação aos planaltos, como consequência da erosão, localizadas entre as bacias sedimentares e os escudos cristalinos; e **6 planícies**, que são unidades de relevo geologicamente muito recentes, cuja formação se dá em função da sucessiva deposição de material de origem continental ou marinha em áreas planas.



Atividade 4

1

Para você, qual o conceito de relevo analítico brasileiro?

2

Com base no que foi visto na aula, defina os conceitos de morfoestrutura e morfoescultura.

3

Com base em Ross (1992), descreva a hierarquização taxonômica para o relevo brasileiro em suas várias características.

Resumo

Nesta última aula, mostramos os aspectos da Geomorfologia do Brasil a partir da perspectiva taxonômica, enfatizando o fato de que, no atual contexto analítico, a compreensão conceitual do que seja morfoestrutura e morfoescultura ocupa um lugar central na formatação das mais recentes classificações do relevo brasileiro.

Autoavaliação

1

Como se dá o processo de hierarquização na classificação das formas de relevo?

2

Por que devemos atentar para as diferenças entre os conceitos de morfoclimatologia e morfoescultura?

Referências

BIGARELLA, João José; BECKER, Rosemari Dora; SANTOS, Gilberto Friedenreich dos. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1994.

CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antônio José Teixeira (Org.). **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 1998.

GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista (Org.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 1995.

_____. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 1996.

ROSS, Jurandy Luciano Sanches. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonímia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo: FFLCH – USP, n. 6, p. 17 – 30, 1992.

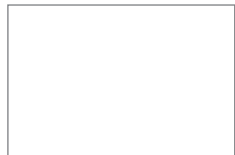
_____. Planaltos, planícies e depressões. In: _____. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Editora da USP, 1998.

Esta edição foi produzida em **mês de 2012** no Rio Grande do Norte, pela Secretaria de Educação a Distância da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (SEDIS/UFRN). Utilizando-se Helvetica Lt Std Condensed para corpo do texto e Helvetica Lt Std Condensed Black títulos e subtítulos sobre papel offset 90 g/m².

Impresso na nome da gráfica

Foram impressos **1.000** exemplares desta edição.

SEDIS Secretaria de Educação a Distância – UFRN | CampusUniversitário
Praça Cívica | Natal/RN | CEP 59.078-970 | sedis@sedis.ufrn.br | www.sedis.ufrn.br



Ministério da
Educação

