Geografia física

Geografia física

Cristiane Dambrós
Tais Cristina Berbet

© 2017 por Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida de qualquer modo ou por qualquer outro meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou qualquer outro tipo de sistema de armazenamento e transmissão de informação, sem prévia autorização, por escrito, da Editora e Distribuidora Educacional S.A.

Presidente
Rodrigo Galindo

Vice-Presidente Acadêmico de Graduação
Mário Ghio Júnior

Conselho Acadêmico
Alberto S. Santana
Ana Lucia Jankovic Barduchi
Camila Cardoso Rotella
Cristiane Lisandra Danna
Danielly Nunes Andrade Noé
Emanuel Santana
Grasiele Aparecida Lourenço
Lidiane Cristina Vivaldini Olo
Paulo Heraldo Costa do Valle
Thatiane Cristina dos Santos de Carvalho Ribeiro

Revisão Técnica
Daniela Resende de Faria

Editorial
Adilson Braga Fontes
André Augusto de Andrade Ramos
Cristiane Lisandra Danna
Diogo Ribeiro Garcia
Emanuel Santana
Erick Silva Griep
Lidiane Cristina Vivaldini Olo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Dambrós, Cristiane
D156g Geografia física / Cristiane Dambrós, Tais Cristina Berbet. – Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017.
184 p.

ISBN 978-85-522-0258-5

1. Geografia. I. Berbet, Tais Cristina. II. Título.

CDD 910

2017
Editora e Distribuidora Educacional S.A.
Avenida Paris, 675 – Parque Residencial João Piza
CEP: 86041-100 — Londrina — PR
e-mail: editora.educacional@kroton.com.br
Homepage: http://www.kroton.com.br/

Sumário

Unidade 1 | O sistema Terra 7

Seção 1.1 - Astronomia e Cosmologia 9
Seção 1.2 - Histórico da Terra 20
Seção 1.3 - Características da Terra 33

Unidade 2 | Geomorfologia aplicada 49

Seção 2.1 - Processos exógenos do relevo 51
Seção 2.2 - Formação dos solos 63
Seção 2.3 - Geomorfologia fluvial, costeira e cárstica 76

Unidade 3 | Climatologia 89

Seção 3.1 - Elementos de climatologia 91
Seção 3.2 - Ciclo hidrológico 104
Seção 3.3 - Meteorologia e tempo atmosférico 118

Unidade 4 | Biogeografia 137

Seção 4.1 - Os biomas terrestres 139
Seção 4.2 - Domínios morfoclimáticos 154
Seção 4.3 - Ciclos biogeoquímicos 170

Palavras do autor

Seja bem-vindo à disciplina de Geografia Física, integrante de sua formação em Geografia. Esta área dedica-se ao estudo do meio natural do espaço terrestre, abordando as características da Terra, sua dinâmica e os elementos naturais, tais como clima, relevo, vegetação, hidrografia, entre outros aspectos que compõem o meio natural.

Vamos estudar a Geografia Física por meio de quatro unidades de ensino. Cada uma delas contém três seções de autoestudo, que abordam temas relevantes para a construção das competências necessárias à compreensão dos conteúdos, conceitos e das abordagens metodológicas utilizadas para o ensino e a aprendizagem da Geografia Física.

Na primeira seção, discutiremos o processo de formação do Universo e da Terra, falaremos a respeito da história e evolução da vida em nosso planeta, quais seus movimentos e a sua estrutura interna. Na segunda seção, nosso tema será o estudo dos elementos que contribuem para a formação e para a constituição do relevo, como o clima, tempo geológico e a biosfera, bem como as diversas configurações da superfície terrestre e seus elementos, além das subdivisões do ramo da Geomorfologia. Na terceira unidade, pontuaremos a influência dos tipos climáticos e da água na Terra, estudando o ciclo hidrológico, a dinâmica climática e as águas subterrâneas. Na última unidade, os biomas no mundo e suas principais características concluem nossos estudos, assim como a importância dos ciclos biogeoquímicos e a classificação de domínios morfoclimáticos.

Cada uma dessas unidades foi estruturada para que possamos aprender sobre a dinâmica do meio natural e, assim, compreender o funcionamento dos processos naturais, tão importantes para o entendimento do espaço, objeto de estudo da Geografia.

Bons estudos.

O sistema Terra

Convite ao estudo

Seja bem-vindo à primeira unidade da disciplina de Geografia Física, área que se dedica ao estudo do meio natural do espaço terrestre, abordando as características da Terra, sua dinâmica e os elementos naturais, tais como clima, relevo, vegetação, hidrografia, entre outros.

Nesta primeira unidade, abordaremos os conceitos de Astronomia e Cosmologia, que envolvem o processo de formação do Universo, do Sistema Solar e da Terra e, com isso, estudaremos os principais movimentos do nosso planeta e suas características. Vamos iniciar, assim, acompanhando o professor João. Ele leciona Geografia em uma escola localizada no interior do Paraná, que dista 100 km de Londrina. Sua turma é do sexto ano do ensino fundamental e conta com 20 estudantes. Em suas aulas, ele procura desenvolver uma prática pedagógica que proporcione a construção de conceitos de forma dialógica e mediada.

Ao chegar para a aula de hoje, o professor João se deparou com alunos alvoroçados em função das colocações feitas por Mariana, uma das alunas mais interessadas e questionadoras. Ela mostrava uma reportagem sobre a explosão de uma estrela supernova, classificada pela NASA como "colossal" (Disponível em: <http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2016/01/160115_ciencia_supernova_lgb>. Acesso em: 19 abr. 2017).

A partir das colocações de Mariana e também da iminente curiosidade da sala, o professor João pensou como é que ele poderia aproveitar essa situação para explorar temas tão abstratos, como a formação do Universo, do Sistema Solar e da Terra? Quais seriam as práticas e as ferramentas pedagógicas mais adequadas para elaborar sequências didáticas de ensino que proporcionem uma aprendizagem significativa dos conceitos relacionados às

características do nosso planeta e de sua formação. Como trabalhar com escalas de tempo diferentes, como a escala geológica, a fim de que os estudantes possam compreender os mecanismos naturais de transformação das paisagens e o seu funcionamento.

Vamos acompanhar o professor João e sua turma nessa jornada.

Seção 1.1

Astronomia e Cosmologia

Diálogo aberto

Mariana, bastante interessada e questionadora, é uma estudante da turma do professor João. Após compartilhar com seus colegas a reportagem sobre a explosão de uma estrela supernova, ela colocou seu questionamento: E se a estrela que explodiu estivesse perto da Terra, quais seriam as consequências? Que tipo de estrela seria aquela que explodiu e como ocorreu a explosão? O professor, diante da situação, perguntou aos alunos se eles sabiam por que uma estrela explode. Como a maior parte não sabia, João percebeu que era preciso construir os conceitos relacionados à formação do Universo, das estrelas, dos planetas e da Terra, além de trabalhar com as características do nosso planeta. Mas como abordar conceitos tão abstratos e complexos em uma turma de sexto ano do ensino fundamental? Como pensar em atividades para a sala que fomentem uma conceitualização significativa para os estudantes? Quais seriam as melhores ferramentas e os mais adequados materiais pedagógicos para o trabalho com temas como a formação do universo e do sistema solar, assim como do planeta Terra? A partir desses questionamentos, o professor João inicia seu desafio.

Não pode faltar

Compreender a origem e a dinâmica do Universo é o esforço de físicos, geólogos, astrônomos e de outros profissionais. Na Antiguidade Grega, Aristarco de Samos (310-230 a.C.), astrônomo e matemático grego, já atribuía ao Sol a posição central do nosso sistema planetário e Hiparco (190-120 a.C.), um exímio matemático, calculou as durações do dia e da noite, também com grande precisão. No entanto, as maiores heranças desse período foram as deixadas por Claudio Ptolomeu (100-168 d.C.), no século II d.C., que em muito contribui para os estudos da Astronomia, com os sistemas planetário e seus movimentos, sempre pontuando a necessidade de utilização de dados científicos para as pesquisas.

Um dos primeiros a questionar os dogmas impostos pela Igreja Católica foi o polonês Nicolau Copérnico (1473-1543). Ele reafirmava o Heliocentrismo (Sol como centro do Sistema Solar) difundido por Aristarco e calculou as órbitas dos planetas, demonstrando o aparente movimento orbital inverso deles. O sistema copernicano foi aperfeiçoado por Johannes Kepler (1571-1630), que demonstrou que a órbita dos planetas era uma elíptica na qual o Sol ocupava o centro. Neste movimento orbital, os planetas aceleravam ao se aproximarem do Sol, desacelerando na medida em que dele se afastavam.

Reflita

A invenção do telescópio foi feita pelos holandeses, mas quem realmente o aperfeiçoou e lhe concedeu o uso atual foi Galileu Galilei, no ano de 1609. Com seu telescópio, observou a nossa lua, as luas de Júpiter e com isso provou a teoria Heliocêntrica.

Sobre esse assunto, recomendamos a leitura: <https://novaescola.org.br/conteudo/1150/por-que-o-telescopio-inventado-por-galileurevolucionou-a-astronomia>. Acesso em: 13 jun. E também de <http://www.observatorio.ufmg.br/Pas93.htm>. Acesso em: 13 jun.

Após isso, construa você e sua turma um telescópio de baixo custo: <http://www.cacep.com.br/node/93>. Acesso em: 13 jun.

Com os avanços na Ciência e com o amplo desenvolvimento de equipamentos, conforme Steiner (2006, p. 237), é possível determinar as distâncias das estrelas fixas, permitindo concluir que o Sol e as estrelas são corpos celestes afins, sendo assim, eles poderiam "ter o 'direito' de hospedar um sistema planetário". Com o passar do tempo e do desenvolvimento de novos estudos, os astrônomos começaram a perceber a existência de um número grande de formações semelhantes no Universo, de acordo com Steiner (2006), são as *Nebulae*, que hoje são conhecidas genericamente por galáxias. A galáxia mais próxima à Terra é a de Andrômeda, a uma distância de 2,4 milhões de anos-luz da Terra.

Assimile

Várias estrelas que observamos hoje podem já não mais existir há muito tempo. Isso se deve ao fato de que o que vemos é, na verdade, a luz

refletida pelas estrelas, que viaja pelo espaço. Como as distâncias são enormes, utilizamos a escala de anos-luz para o cálculo do espaço de tempo. Um ano-luz representa a distância que a luz percorre no vácuo do espaço, viajando a 299.792.458 m/s, equivalendo, então, um ano-luz a, aproximadamente, 9,5 trilhões de km. Por isso, quando visualizamos qualquer estrela no céu, visualizamos seu passado. Por exemplo, a estrela mais próxima do sistema solar, a Alfa Centauro, está a uma distância aproximada de 4,3 anos-luz da Terra. Isso quer dizer que a luz que vemos no céu foi emitida a 4,3 anos.

Em 1920, Edwin Hubble (1889-1953), astrônomo americano, formulou e estabeleceu a Lei de Hubble, a saber: "as galáxias próximas se afastam lentamente, enquanto as distantes se afastam rapidamente" (STEINER, 2006, p. 238). Esta lei afirma que o Universo está em expansão. A Lei de Hubble corrobora a teoria de Georges Lemaître (1894-1966), que propôs a ideia de que o universo surgiu de uma explosão e, desde então, ele continua em expansão. Esta explosão teria ocorrido acerca de 13,3 a 13,9 bilhões de anos. Contudo, as bases para a confirmação da Teoria do Big Bang só vieram na década de 1960, por meio da descoberta da radiação cósmica de fundo em micro-ondas, que é um tipo de radiação resultante de uma época pretérita do Universo.

Pesquise mais

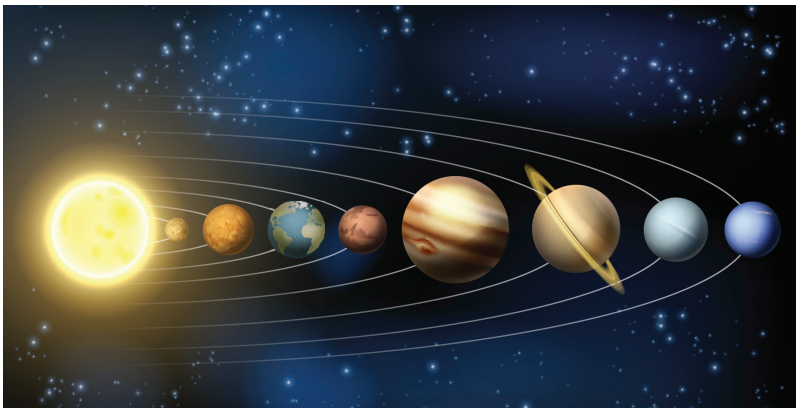
O conhecimento do Universo e a formação da Terra são temas que, ao mesmo tempo, apresentam grande complexidade (sobretudo devido à abstração necessária para sua compreensão), costumam despertar muito interesse. Uma leitura que pode ajudar nessa caminhada é:

HAWKING, S. **O Universo numa casca de noz**. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2016.

Hawking demonstra os conceitos mais importantes da Física e da Cosmologia sem que para isso o leitor precise de uma formação acadêmica na área para a compreensão. Além de ser ricamente ilustrada, a obra nos aproxima dos conceitos relacionados ao Universo e de seu processo de formação e constituição.

Vamos, agora, passar ao estudo do nosso Sistema Solar. Observe a Figura 1.1:

Figura 1.1 | Representação artística do Sistema Solar



Fonte: <http://www.istockphoto.com/br/vetor/planetas-do-sistema-solar-gm480761536-68660133>. Acesso em: 19 abr. 2017.

Podemos observar, na Figura 1.1, que a Terra é o terceiro planeta a partir do Sol, em um sistema que inclui a Lua (nosso satélite natural), o Sol e outros sete planetas, a saber: Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, além de outros objetos, tais como asteroides e cometas. Plutão deixou de ser classificado como planeta em 2006, segundo a União Astronômica Internacional. Isso ocorreu porque tal órgão definiu três novas regras para que um corpo celeste seja classificado como um planeta, a saber:

I) o corpo celeste deve orbitar uma estrela, no caso do nosso sistema, o Sol;

II) o corpo deve apresentar um formato aproximadamente esférico e;

III) uma órbita livre sem outros objetos em seu caminho.

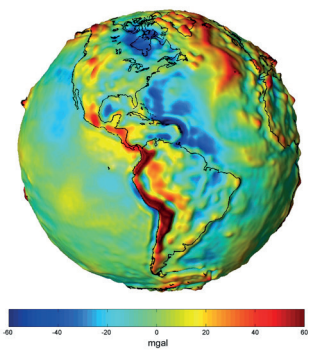
Com base nessas regras, Plutão deixa de ser classificado como um planeta, pois não atendia a um desses critérios (o terceiro). Sua órbita apresenta uma enorme excentricidade, atravessando a de Netuno em alguns momentos de seu movimento de translação. Mesmo com a chegada da sonda New Horizons ao planeta, em 2015, ele continuou a ser classificado como planeta-anão. Muitos cientistas acreditam que Plutão, assim como sua lua Caronte, façam parte do Cinturão de Kuiper, uma região além da órbita de Netuno que é formada por diversos corpos celestes, como cometas, fragmentos de gelo e pequenos corpos rochosos.

Exemplificando

Como podemos observar, a Geografia Física, especificamente a Cosmologia, discutida nesta seção, apresenta conteúdos específicos a serem trabalhados pelo professor de Geografia. O uso de tecnologias auxilia no processo de ensino e aprendizagem. Um exemplo é o software Google Earth, que permite visualizar a superfície da Terra, da Lua e de Marte. Com esse material, o estudante pode comparar as características destes espaços e levantar muitas hipóteses acerca de seus processos de formação.

A Terra apresenta formato esférico, com órbita livre em torno do Sol. Segundo Leinz e Amaral (2001), tal formato é aproximadamente um elipsoide de rotação (geoide), com diâmetro equatorial de 12.742 quilômetros e com diâmetro polar de 12.713 quilômetros (valores aproximados). A respeito da forma da Terra, o modelo matemático mais próximo e o mais utilizado é o geoide, que assim se apresenta devido à gravidade que ocorre em função do movimento de rotação (Figura 1.2).

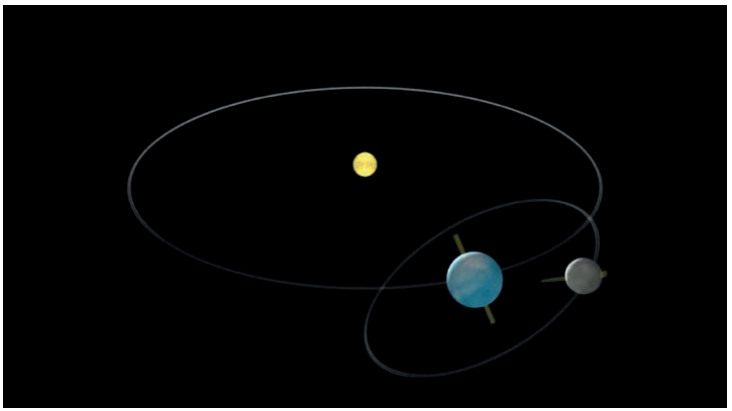
Figura 1.2 | Forma da Terra, mostrando as oscilações gravitacionais



Fonte: <http://www2.csr.utexas.edu/grace/gallery/gravity/>. Acesso em: 22 maio 2017.

Sua densidade na crosta terrestre tem um valor médio de 2,65 g/cm^3. A Lua é o satélite natural da Terra e tem, aproximadamente, 3.474,8 km de diâmetro equatorial. Ela gira ao redor da Terra a uma distância de, aproximadamente, 384.400 quilômetros. A Lua, além de girar em torno da Terra, gira em torno de seu eixo, como mostra a Figura 1.3.

Figura 1.3 | Sistema Terra-Lua-Sol

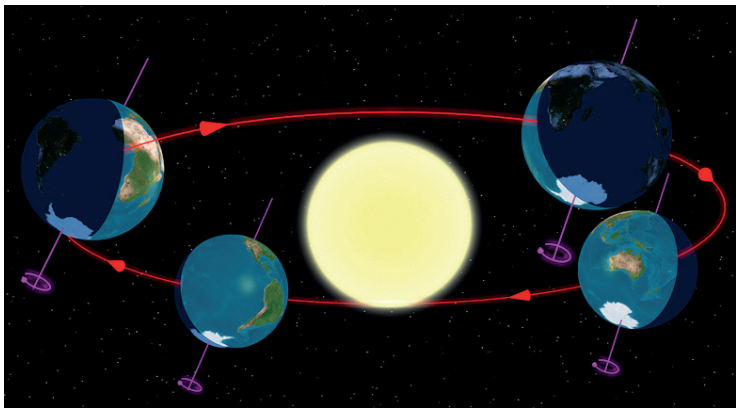


Fonte: <http://www.astro.iag.usp.br/~gastao/PlanetasEstrelas/TerraLuaSol.html>. Acesso em: 22 maio 2017.

A maioria dos elementos do Sistema Solar apresenta movimentos regulares e previsíveis, e isso acontece com a Terra também. O movimento de **Rotação** consiste no giro do planeta, em torno de seu próprio eixo. O período desse deslocamento é medido a partir do movimento das estrelas em relação ao horizonte, que é de aproximadamente 23h56min, denominado dia sideral (ROSA, 2004). Ele é responsável pela alternância entre dias (iluminação) e pelas noites (penumbra).

Outro movimento regular que a Terra realiza é a **Translação**. Esse movimento consiste na translação ou trajetória da Terra em torno do Sol, em forma de elipse, de acordo com a primeira lei de Kepler (ROSA, 2004). O tempo e a distância que separa a Terra do Sol sofrem uma variação ao longo do período de translação. Por exemplo, quando a Terra está no periélio (período em que mais se aproxima do Sol), sua distância é de, aproximadamente, 147.100.000 km do Sol, e sua velocidade é de 30,2 km/s. No afélio (período em que mais se afasta do Sol), essa distância é da ordem de 152.100.000 km, e a velocidade de translação da Terra é de, aproximadamente, 29,3 km/s. Tal movimento tem duração aproximada de 365 dias e 6 horas (ROSA, 2004).

Figura 1.4 | Movimentos de Translação (em vermelho) e Rotação (em rosa)



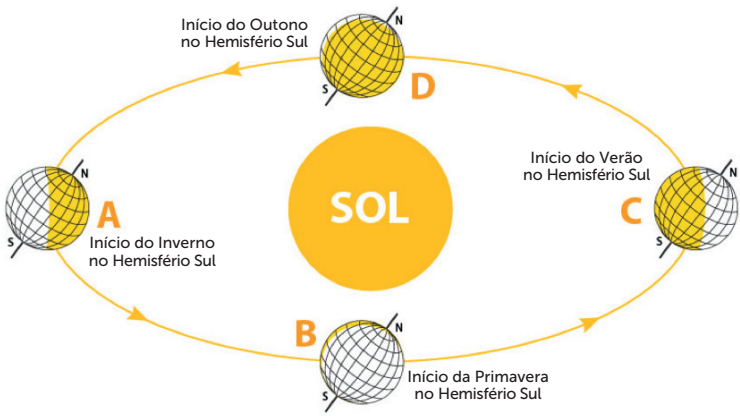
Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Transla%C3%A7%C3%A3o_da_Terra#/media/File:South_season.jpg>. Acesso em: 7 maio 2017.

Sabendo que este movimento dura 365 dias e 6 horas, durante um período de 4 anos, as 6 horas que restaram formam um dia a mais (29 de fevereiro). O ano que tem esse dia extra é chamado de bissexto. O movimento de Translação é responsável pela alternância das estações do ano (primavera, outono, inverno e verão) que ocorrem em função da mudança nas distâncias em relação ao Sol, bem como da inclinação do eixo da Terra, constituindo os fenômenos dos Equinócios e os Solstícios. O Solstício ocorre quando a luz incide mais diretamente sobre o hemisfério Norte ou Sul. A intensidade da radiação solar é maior em função de um tempo igualmente maior de iluminação. Nos solstícios, temos as noites e os dias com tempo de iluminação solar diferenciados. No solstício de verão, o dia é maior que a noite, haja vista que há mais tempo com horas iluminadas do que penumbra. Já no inverno, a intensidade da radiação é menor e, como consequência, temos menos horas de iluminação, ou seja, dias menores e noites (penumbra) mais longas. O Solstício de verão ocorre entre 21 e 22 de junho para o hemisfério Norte e entre 21 e 22 de dezembro para o hemisfério Sul. Já o Solstício de inverno, ocorre entre 21 e 22 de junho para o hemisfério Sul e entre 21 e 22 de dezembro para o hemisfério Norte.

Da mesma forma, no decorrer do movimento de translação, há períodos em que a radiação solar incide na superfície terrestre de maneira semelhante nos dois hemisférios, pois o Equador está quase paralelo ao Sol, é o Equinócio. Nesses momentos, o dia e a noite têm,

aproximadamente, a mesma duração, 12 horas cada. Há o Equinócio de primavera e de outono em ambos os hemisférios. Eles ocorrem entre os dias 21 a 23 de março e de 21 a 23 de setembro. No primeiro caso, é o Equinócio de outono, para o hemisfério Sul e de primavera, para o hemisfério Norte. No segundo, as estações se alteram: é primavera, para o hemisfério Norte; e outono, para o Hemisfério Sul.

Figura 1.5 | Solstícios e Equinócios, com exemplo do hemisfério Sul



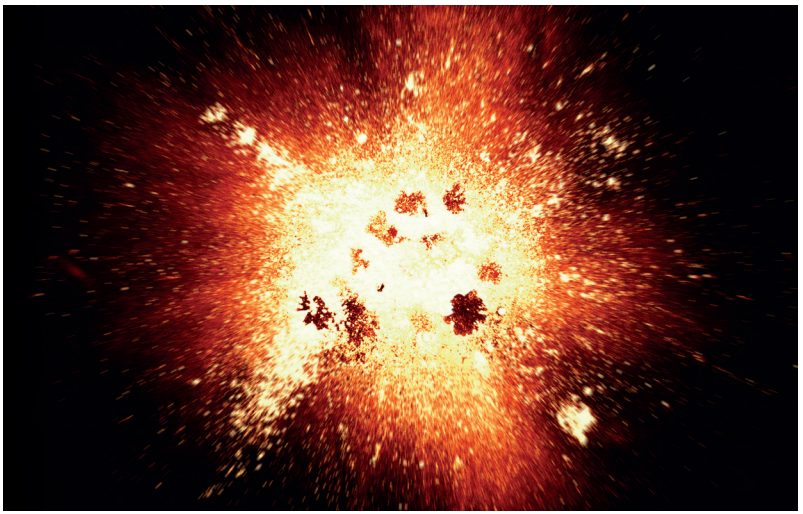
Fonte: <https://africaarteeducacao.ciar.ufg.br/modulo2/cntnt/parte3.html>. Acesso em: 7 maio 2017.

Sem medo de errar

Retornando à nossa situação-problema, podemos observar que os alunos ficaram curiosos a respeito da explosão da estrela e se tal situação poderia ou não ocorrer no nosso sistema solar. O professor João utilizou uma bexiga, com a intenção de simular o Big Bang, ao enchê-la. Junto com os alunos, ele desenhou na bexiga, uma série de círculos coloridos, para demonstrar os sistemas. Após isso, ele pediu para que Mariana colocasse a bexiga no compressor manual que havia na escola, até que ela estourasse. E foi o que aconteceu!

Houve uma explosão e os pedaços da bexiga ficaram espalhados pela sala. Assim, seria a explosão que deu origem ao Universo que conhecemos hoje. Mesmo os pedaços espalhados, eles continuam em transformação. Com isso, o professor João pediu à turma que observasse a situação e que a comparasse com a seguinte imagem:

Figura 1.6 | Concepção artística do Big Bang



Fonte: <http://www.istockphoto.com/br/foto/explos%C3%A3o-superhires-gm114409917-1135336>. Acesso em: 7 maio 2017.

A partir dessa concepção artística comparada à explosão da bexiga, é possível discutir o Big Bang e o processo de formação do Universo. É preciso mostrar aos alunos que esses são fenômenos ininterruptos, ou seja, eles apresentam continuidade. Assim, é possível mostrar à turma como ocorre a formação do Sistema Solar e, assim, mostrar que as estrelas têm ciclos de vida de bilhões de anos e a explosão do Sol ocorrerá da mesma forma que aconteceu com a estrela citada por Mariana, porém, somente daqui há alguns bilhões de anos. Outro ponto importante é verificar a escala de tempo assim como o conceito de ano-luz: a estrela sobre a qual a aluna comentou está a 3,8 bilhões de anos-luz da Terra e isso quer dizer que a sua explosão, na verdade, ocorrera há 3,8 bilhões de anos.

Faça valer a pena

1. Leia excerto de texto que segue:

Desde o princípio, o homem sempre teve interesse a respeito de sua própria existência bem como de tudo que o cerca, como as estrelas, o Sol, a Lua e os fenômenos naturais.

Acerca das informações anteriores, assinale verdadeiro ou falso nas proposições:

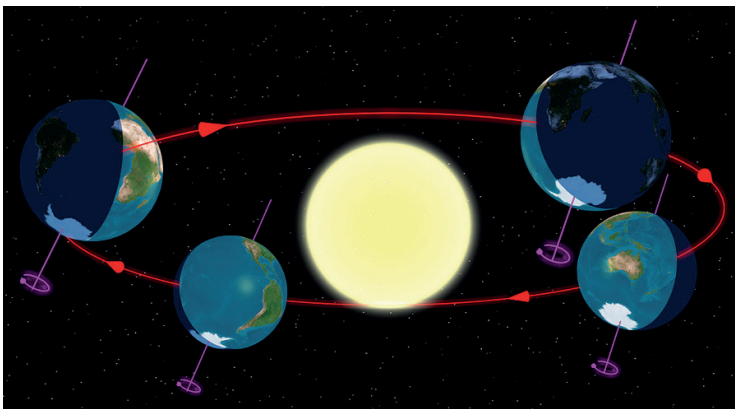
( ) Na Grécia Antiga não havia conhecimentos astronômicos desenvolvidos.

( ) Um dos primeiros a questionar os dogmas impostos pela Igreja Católica

foi o polonês Nicolau Copérnico (1473-1543).
( ) Aristarco de Samos foi um dos cientistas, cujos estudos foram utilizados na década de 1960 para confirmar a Teria do Big Bang.
Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta, acerca das proposições anteriores:
a) F– F–V.
b) F–V–F.
c) V–F–V.
d) V–V F.
e) V-V-V.

2. Observe a seguinte ilustração:

Figura 1.7 | Movimento de Translação da Terra



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Transla%C3%A7%C3%A3o_da_Terra#/media/File:South_season.jpg>. Acesso em: 7 maio 2017.

Sobre a imagem, analise as seguintes assertivas:
I. Trata-se de uma representação que apresenta somente o movimento de rotação, este movimento é importante para a configuração dos dias e das noites e tem duração aproximada de 24 horas.
II. Podemos observar que trata de uma imagem que apresenta o movimento de rotação e o movimento de translação.
III. O movimento de translação é aquele que a Terra realiza em torno da Lua.
Com base nas proposições acima, assinale a alternativa que apresenta somente a(s) assertiva(s) verdadeira(s):
a) Somente a assertiva I.
b) As assertivas II e II estão corretas.
c) Somente a assertiva II.
d) As assertivas I e III estão corretas.
e) As assertivas II e III estão corretas.

3. Quando se observa o movimento de translação da Terra, sabemos que existem dois fenômenos a ele relacionados: o Solstício e o Equinócio. O primeiro define a entrada do verão e do inverno; e o segundo, da primavera e do outono. Essa sazonalidade é invertida em relação aos hemisférios.
Com relação aos fenômenos do solstício e ao equinócio, é correto afirmar que:
a) São fenômenos relacionados ao movimento de rotação da Terra, responsável pela alteração da incidência dos raios solares.
b) Determinam o ângulo de incidência da radiação solar, conforme a movimentação de precessão do Sol.
c) São fenômenos associados ao movimento da Lua em relação à Terra, verificado na incidência dos raios solares.
d) Provocam dias mais longos e noites mais curtas e vice-versa; além de dias e noites de igual duração.
e) Provocam dias mais curtos e noites mais longas no hemisfério Sul; além de dias e noites de igual duração no hemisfério Norte.

Seção 1.2

Histórico da Terra

Diálogo aberto

O Professor João ministra aulas de Geografia em uma escola no interior do Paraná. Certo dia, ele levou os alunos à Universidade Estadual de Londrina (UEL) para que conhecessem o museu de Geologia da universidade (<http://www.uel.br/grupo-pesquisa/geologia/>. Acesso em: 8 maio 2017). Os estudantes ficaram fascinados com a diversidade de fósseis, rochas e as histórias contadas pelo responsável pela visita. Ao voltarem para a escola, muito interessados em compreender todas aquelas especificações, datas e terminologias mencionadas, como Eons, Era, períodos, entre outros termos, João percebeu que era preciso construir os conceitos relacionados à evolução da Terra. Como trabalhar com tempo geológico, que envolve uma escala com bilhões e milhões de anos em uma turma de sexto ano do ensino fundamental, cuja faixa etária está entre 11 e 12 anos? Quais seriam as competências com as quais o professor João deve priorizar o trabalho para que seus alunos sejam capazes de compreender a evolução do planeta? Quais atividades deveriam ser propostas para que as aulas acerca desses temas, geralmente muito abstratos, sejam capazes de promover uma aprendizagem significativa? A partir desses questionamentos, vamos acompanhar o professor João e sua turma no entendimento dos conceitos relacionados às características e à evolução do nosso planeta.

Não pode faltar

O homem se consolidou como espécie no planeta Terra utilizando os recursos naturais para sua subsistência. Essa exploração é contínua e se transforma ao longo do tempo na medida em que novas técnicas e tecnologias são desenvolvidas. O objetivo, no entanto, sempre foi o mesmo: manter suas sociedades e garantir a continuidade da vida.

Nesse contexto, o entendimento da Terra, das rochas, dos minerais, objeto das ciências geológicas, tomam fôlego já com as primeiras civilizações, que observavam as atividades que ocorriam no

meio, como erupções vulcânicas, terremotos, entre outros eventos. Isso despertava grande curiosidade entre a população da época além de representar ameaças à sobrevivência de tais sociedades.

A palavra Geologia vem do grego *geo*, que significa Terra, e *logos*, palavra que significa pensamento ou ciência. Assim, a Geologia é a área do conhecimento que procura decifrar a história geral da Terra. Sabemos, de acordo com Leinz e Amaral (2001), que ela pode ser dividida em Geologia Geral, área que se dedica aos estudos da composição, da estrutura e dos fenômenos genéticos da crosta terrestre; Geologia Histórica, que se preocupa em datar cronologicamente os eventos que ocorreram na superfície terrestre e Geologia Ambiental, dedicada ao estudo dos problemas geológicos decorrentes da relação do homem com a superfície terrestre.

A origem da Terra está associada à formação do Sistema Solar, dos demais planetas e de todas as estrelas (POPP, 2010). O cálculo da idade da Terra é algo que, desde os tempos remotos, é estimado por vários filósofos, astrônomos e demais interessados pelos estudos acerca da superfície terrestre. Ainda, segundo Leinz e Amaral (2001), em 1654, um arcebispo irlandês calculou, com base em dados bíblicos, a idade da Terra, afirmando que ela teria 4.004 anos e havia se formado dia 26 de outubro, às 9 horas. Para comprovar suas ideias, ele utilizou depósitos aluviais espalhados pela Europa, interpretados como indícios do dilúvio descrito na Bíblia. O que se nota é que a idade da Terra, durante muito tempo, estava baseada na velocidade de eventos geológicos atuais.

Pesquise mais

Um ótimo material para ser consultado é:

GROTZINGER, J.; JORDAN, T. **Para entender a Terra**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

Trata-se de uma obra de referência para estudantes de vários cursos ligados à Geociências. Com esquemas bem definidos e ilustrativos, é possível encontrar as teorias e os processos de formação do planeta, das rochas, a tectônica de placas, origem, formação, tipo de rochas e assim sucessivamente, perpassando pelos impactos ambientais provocados pelo homem na exploração do planeta.

A teoria criacionista (Deus criou a Terra e tudo que nela existe em 6 dias) perdurou durante muito tempo, principalmente durante a ascensão da Igreja Católica. Somente no final do século XVIII, James Hutton (1726-1789) começou a questionar a falta de utilização de dados científicos no processo de cálculo da idade da Terra. Hutton, juntamente com Abraham G. Werner (1749-1815) são considerados os pais da Geologia atual. Werner defendia a teoria do *Netunismo*, da qual todas as rochas provinham de um oceano de águas espessas e turvas. Já Hutton defendia o *Plutonismo*, afirmando que o magma era o agente formador das rochas sem desprezar, contudo, a água como agente do processo. No Brasil, as ciências geológicas ganham destaque no final do século XVIII, com o trabalho de José Vieira Couto (1752-1827), que, dentre os diversos problemas econômicos, tratava da mineração e das formas de exploração das jazidas, já em fase de decadência, mostrando que a ciência deveria sempre apresentar um caráter empírico e voltado para a sociedade.

O advento dos estudos modernos sobre a radioatividade torna possível a determinação do tempo que leva para dar-se a transmutação de um elemento para outro e, a partir disso, mensurar o tempo e a idade da Terra.

A origem do Universo remonta a 13,73 ($\pm$ 0,12) bilhões de anos, sendo a **Teoria do Big Bang** a mais aceita no meio acadêmico para explicar os processos que se sucederam para a formação do Universo. Segundo Silva (2008, p. 8), "os astrônomos entendem que, a partir desse evento, o Universo expandiu-se e dividiu-se para formar as galáxias e as estrelas". Os estudiosos ainda afirmam que nos últimos 4,5 bilhões de anos dessa vasta expansão houve a formação e a evolução de nosso Sistema Solar e, consequentemente, da estrela que chamamos de Sol, dos planetas e corpos celestes que a orbitam. Ainda, segundo Silva (2008, p. 8), "embora a Terra tenha se esfriado após um período incandescente, ela contínua um planeta inquieto, mudando continuamente por meio das atividades geológicas, tais como terremotos, vulcões e glaciações".

Exemplificando

O estudo do tempo geológico é sempre muito confuso e complicado, haja vista as abstrações necessárias. Para tanto, sugerimos que você

prepare alguns trechos de filmes que apresentem homens e dinossauros, tais como "Jurassic Park". Exponha tais imagens e converse com a turma se tais películas são baseadas em fatos reais, são ficção científica ou se isso é realmente possível. Anote na lousa as ideias prévias da turma e promova o debate, dialogando sobre os conceitos acerca do tempo geológico. Proponha a construção de uma linha de eventos importantes paralela para que a turma constate a distância entre a extinção dos dinossauros e o aparecimento do homem.

Estima-se que a Terra tenha se formado a aproximadamente 4,5 bilhões de anos (SILVA, 2008, POPP, 2010, LEINZ; AMARAL, 2001). Sua atmosfera, assim como a configuração dos continentes e dos sistemas hidrológicos sofreram diversas transformações ao longo do tempo. Como essa escala temporal envolve o trabalho com bilhões e milhões de anos, os estudos relacionados à idade da Terra utilizam uma subdivisão em blocos de tempo, baseados em grandes eventos no desenvolvimento da vida. Esses blocos se dividem em éons (Hadeano, Arqueano, Proterozoico e Fanerozoico), eras (com destaque Paleozoica, Mesozoica e Cenozoica), períodos, épocas e idades. Tomamos nossos estudos sempre do mais antigo para o mais recente, pois os sedimentos na natureza são encontrados desta forma. Observe:

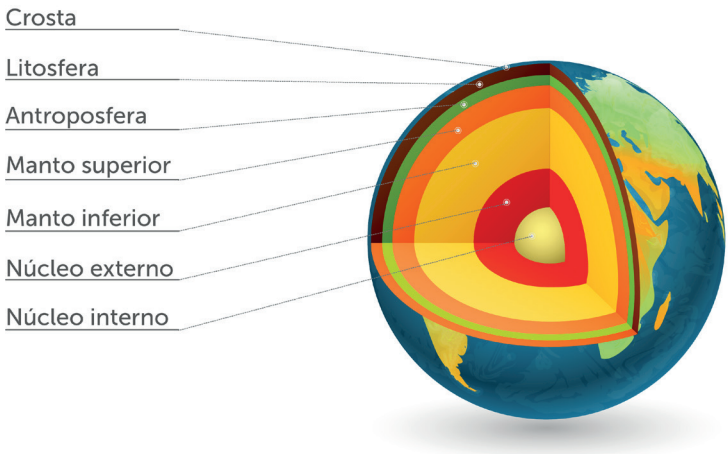
Quadro 1.1 | Tempo geológico

<table>
<tr><td>Ma</td><td colspan="2">3.850 2.500</td><td colspan="4">542 251 65,5 0</td></tr>
<tr><td>ÉON</td><td>Arqueano</td><td>Proterozóico</td><td colspan="4">Fanerozóico</td></tr>
<tr><td>ERA</td><td colspan="2" rowspan="2">Pré-Cambriano
(3.850 – 542 Ma)</td><td>Paleozoico</td><td>Mesozoico</td><td colspan="2">Cenozoico</td></tr>
<tr><td>PERÍODO</td><td>Permiano (299 – 251 Ma)
Carbonífero (359 – 299 Ma)
Devoniano (416 – 359 Ma)
Siluriano (444 – 416 Ma)
Ordoviciano (488 – 444 Ma)
Cambriano (542 – 488 Ma)</td><td>Cretáceo (145,5 – 65,5 Ma)
Jurássico (201,6 – 145,5 Ma)
Triássico (251 – 201,6 Ma)</td><td>Quaternário (2,6 – 0 Ma)
Terciário</td><td>Neogeno (23 – 2,6 Ma)
Paleogeno (65,5 – 23 Ma)</td></tr>
</table>

Fonte: <http://www.rc.unesp.br/museupaleonto/index.htm>. Acesso em: 18 maio 2017.

Segundo Popp (2010), o **Hadeano** é o éon mais antigo de todos, iniciado há cerca de 4,5 bilhões de anos e com duração de cerca de 700 milhões de anos. Nesse período houve a formação de um núcleo interno sólido, composto essencialmente por ferro e níquel, seguido pelo núcleo externo, formado também por ferro e outros elementos em estado líquido que, por sua vez, é seguido pelo manto, camada pastosa imediatamente posterior à crosta terrestre. Todas essas camadas internas do planeta estão submetidas à altíssimas pressões e temperaturas. Observe a Figura 1.8.

Figura 1.8 | Estrutura interna da Terra



Fonte: <https://goo.gl/uDjLkA>. Acesso em: 18 maio 2017.

Segundo Silva (2008), o período iniciado há 700 milhões de anos após a formação da Terra é denominado **Arqueano**. O Arqueano tem longa duração, cerca de 3,5 bilhões de anos, e é caracterizado por intenso vulcanismo e a formação da crosta terrestre. Nele, também ocorreu a formação dos gases da atmosfera primitiva (amônia, sulfeto de hidrogênio e hidrogênio) e as primeiras formas de vida anaeróbia, os procariotas (células sem núcleo e assexuadas). Com duração de aproximadamente 2 bilhões de anos, o **Proterozoico** é marcado pela acumulação do oxigênio na atmosfera e a formação das primeiras associações de invertebrados. Chamamos de Pré-Cambriano o período composto pelas eras Arqueana e Hadeana, abrangendo quase 4 bilhões de anos, ou seja, praticamente quase 90% da história de nosso planeta.

Com o final do Proterozoico, temos início ao Éon **Fanerozoico**, que abrange as Eras Paleozoica, Mesozoica e Cenozoica. A Era **Paleozoica** (Paleo - antiga) inicia-se há 542 milhões de anos e é subdivida em seis períodos, a saber: Permiano; Carbonífero; Devoniano; Siluriano; Ordoviciano; Cambriano.

O Período **Cambriano** (542-488 milhões de anos) tem seu nome derivado de *Cambria*, antigo nome do país de Gales, local onde foram encontradas e estudadas as primeiras rochas desse período. É nesse

momento que ocorre uma diversificação da vida marinha. Como exemplos, destacamos os cnidários (Figura 1.9), os artrópodes (trilobita – Figura 1.10) e, possivelmente, os primeiros cordados, tendo como um dos representantes a Pikaia (*Pikaia gracilens*), que é o possível ancestral comum dos cordados. Os indivíduos de carapaça, como as Trilobitas, marcaram esse período, o que permite caracterizá-lo de acordo com o conteúdo fóssil encontrado nas rochas. O final desse período (há cerca de 488 milhões de anos) é marcado por uma extinção em massa, de causa ainda incerta.

Figura 1.9 | Cnidário

Fonte: <https://goo.gl/HS2fW1>. Acesso em: 26 jun. 2017.

Figura 1.10 | Trilobita

Fonte: <https://goo.gl/qbWVFW>. Acesso em: 26 jun. 2017.

Com o fim do Cambriano, temos o início de um novo período, o Ordoviciano, cuja duração foi de 44 milhões de anos. Neste período, graças ao clima ameno, os indivíduos dotados de carapaças aumentaram sua complexidade. Silva (2008) salienta que é no Ordoviciano que surgem os moluscos bivalves e os nautiloides, além dos primeiros peixes, os agnathas, que possuíam ainda notocorda, mas não apresentavam maxilas. Sabe-se que no final desse período houve registros de uma glaciação que alterou os ecossistemas e extinguiu 60% da vida marinha.

Reflita

Quando pensamos em datação, temos em mente uma série de processos que auxiliam e sugerem a idade do material a ser investigado. As datações são divididas em relativas e absolutas. As datações relativas são aquelas que utilizam um fóssil guia para demarcar uma era ou período, como as trilobitas que marcaram a era paleozoica. Com esse

tipo de datação você consegue, de forma aproximada, relacionar o evento com uma data. Já a datação absoluta utiliza técnicas laboratoriais específicas para cada tipo de estudo e material, ela permite uma precisão maior para determinar quando os eventos ocorreram. Uma das mais conhecidas é do Carbono 14, utilizada em estudos no qual encontramos matéria orgânica para ser datada.

Com o fim desse período, o **Siluriano** se inicia (443-416 milhões de anos). As principais características foram as maxilas nos peixes e a presença massiva dos artrópodes em ambiente terrestre. As primeiras plantas também datam desse período e apresentavam sistema vascular primitivo. Elas começaram a se diversificar no período **Devoniano** (416-359 milhões de anos). Esse período é considerado a "idade dos peixes" devido à diversificação desse grupo, além do desenvolvimento pulmonar de alguns deles e do aumento das trilobitas (Figura 1.10). O clima era quente e a Terra se dividia em três continentes: Euroamericano, Gondwana e Siberiano. Uma outra alteração climática é a diminuição do nível dos oceanos, o que acarretou na extinção de 80% das espécies à época.

O **Carbonífero** (359-299 milhões de anos) tem seu nome devido às camadas de carvão que se originaram na Europa Central e no Reino Unido. É um período marcado pela evolução dos anfíbios e pela formação de outras grandes jazidas de carvão.

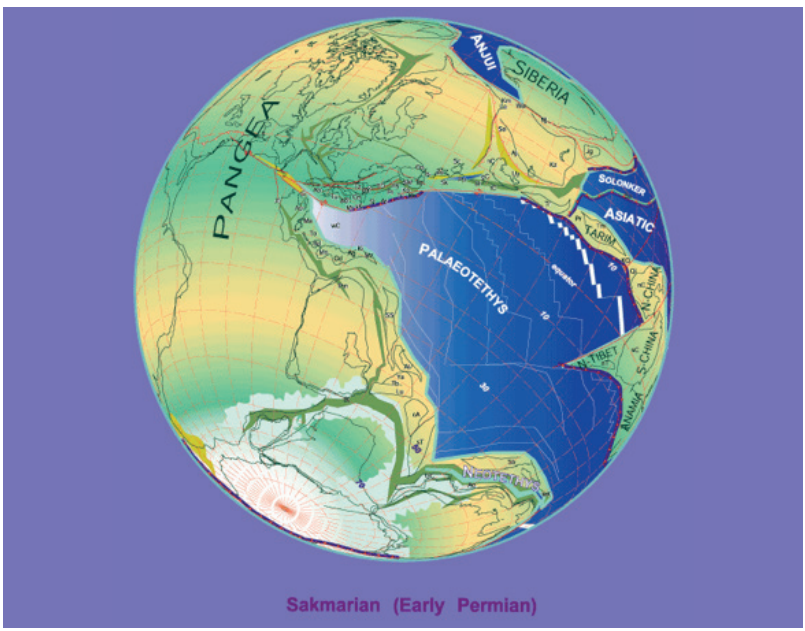
O carvão mineral é um recurso energético muito utilizado nos dias de hoje e cuja formação e constituição das jazidas demoram milhões de anos. O processo de transformação da vegetação na natureza segue caminhos diferentes e o Carvão Mineral se forma em quatro estágios distintos: turfa, linhito, carvão (hulha) e antracito.

O estágio de transformação da matéria orgânica turfosa se dá por meio de três estágios, sendo divididos em: *a)* destruição microbiana e química (hidrólise); *b)* condensação dos materiais metabólicos e de hidrólise, formando materiais húmicos; e *c)* uma lenta maturação da matéria inorgânica dos materiais húmicos. A ocorrência de turfeiras no planeta é escassa. Sua formação é mais viável em áreas que apresentam climas temperados. Contudo, nos ambientes tropicais também ocorrem turfas, normalmente em elevadas altitudes, em planícies aluviais e mangues.

O linhito (o segundo para a formação do carvão) apresenta cor escura pálida, aspecto acamado e contém massas lenhosas, além de material vegetal e de grande quantidade de água, para que a decomposição continue lentamente. A hulha é também conhecida como carvão ou carvão sub-betuminoso. Nesse estágio, a matéria orgânica apresenta uma cor negra lustrosa e não se desintegra em contato com o ar. O antracito é o estágio que apresenta cor negra, brilho vítreo e fratura conchoidal. É muito duro e pode ser usado para o aquecimento doméstico. Nessa etapa, ele apresenta maior potencial de uso econômico.

No período **Permiano** (299-251 milhões de anos) ocorre a formação do supercontinente Pangea (Figura 1.11) e o final desse período marca a extinção de cerca de 70% da vida no planeta. Segundo Popp (2010), possivelmente, as constantes erupções vulcânicas, que produziram muitos gases e cinzas, associadas a da influência da glaciação em Gondwana foram as principais responsáveis por tal extinção.

Figura 1.11 | Pangea, durante o período Permiano

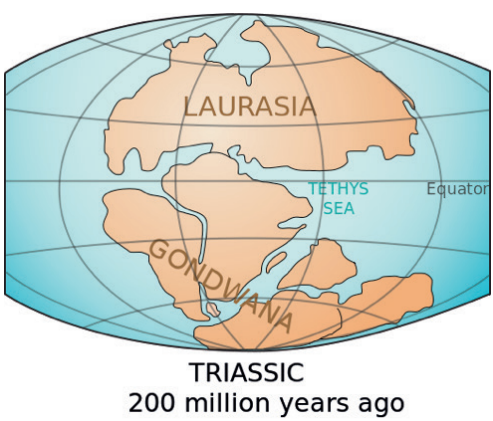


Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Permiano#/media/File:280_Ma_plate_tectonic_reconstruction.png>. Acesso em: 18 maio 2017.

Com o fim do período **Permiano**, temos o fim da Era Paleozoica e início da Era Mezosoica (meio), que dura 130 milhões de anos. Ela é subdividida em: **Triássico**, **Jurássico** e **Cretáceo**. O **Triássico** (251-199 milhões de anos) é o primeiro período, assim chamado devido às camadas sedimentares encontradas a noroeste da Alemanha. Com o Triássico inicia-se a fragmentação do supercontinente Pangea, o grupo dos répteis se adapta às condições do meio e passa a se expandir e a se diversificar. A extinção, no final desse período, eliminou 35% dos seres vivos, dando início ao período **Jurássico** (205-142 milhões de anos), quando se formam as jazidas de petróleo e gás natural e há a diversificação da fauna marinha.

O petróleo apresenta-se como uma substância oleosa, menos densa que a água, constituída de material orgânico formado pelas moléculas de carbono e hidrogênio (POPP, 2010). A matéria orgânica é oriunda de restos vegetais e animais de ambientes planctônicos. A matéria orgânica se deposita no fundo da orla marinha, juntamente com água e lama. Essa camada de matéria orgânica é encoberta por espessas camadas de outros sedimentos. Com o tempo, outras camadas se sobrepõe a ela, que passa por transformações provocadas por reações químicas, bacteriológicas e pela pressão das demais camadas, além da ação do calor. Para a formação do petróleo é necessário que a matéria orgânica gerada nesse processo forneça à rocha um conteúdo orgânico inferior a 1%.

Figura 1.12 | Fragmentação da Pangea no Triássico, em dois blocos: Laurásia (ao Norte) e Gondwana (ao Sul)



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Laur%C3%A1sia#/media/File:Laurasia-Gondwana.svg>. Acesso em: 18 maio 2017.

Com o fim período Jurássico, inicia-se o **Cretáceo** (145,5-65,5 milhões de anos), o último dessa era. O destaque aqui fica para as atividades tectônicas que formam a Cordilheira dos Andes, mamíferos de pequeno porte e o surgimento de mamíferos marsupiais. Além disso, os insetos se diversificaram muito nesse período e a separação dos continentes continua.

Conforme Popp (2010, p. 298), "uma extinção em massa de grande envergadura acarretou no desaparecimento de aproximadamente 50% das espécies e as plantas não foram muito afetadas". Essa extinção ficou conhecida como K-T (K: Cretáceo e T: Terciário), e a teoria mais aceita para explicar esse evento é a do impacto de um asteroide de grande porte na superfície terrestre. Uma possível prova para o ocorrido é a região na qual se situa a cratera de Chicxulub, na Península de Yucatã, México. Ela possui cerca de 180 km de diâmetro. O impacto causado por tal asteroide na superfície terrestre teria causado danos na área e elevado poeira em quantidade suficientemente para encobrir a atmosfera, bloqueando a incidência da radiação solar na superfície terrestre por anos.

Esse evento provocou a morte de uma parcela significativa da vegetação, o que afetou diretamente o grupo de dinossauros herbívoros e, consequentemente, os carnívoros. Os dinossauros constituíram o grupo mais afetado pela Extinção K-T.

Com o final da era **Mesozoica**, inicia-se a era **Cenozoica** (era da vida nova). Ela é marcada pelo aumento dos mamíferos e a diversificação da fauna marinha, principalmente os bivalves. A vegetação e o clima são predominantemente tropicais. Há também grandes variações nas temperaturas, favorecendo a evolução da fauna e sua biodiversidade. É também nesse momento que acontece a separação da Antártida e da Austrália, dando início ao processo de especiação.

Assimile

Os estudos dos microfósseis (Micropaleontologia) são cada vez mais divulgados. Eles se fundamentam em grãos de pólen, espiculas de esponjas, entre outros e são utilizados na reconstrução paleoambiental. Esses estudos auxiliam na reconstrução detalhada da era Cenozoica, principalmente porque os registros encontrados nos sedimentos, em grande parte, contêm espécies vivas e podem ser relacionados aos

aspectos climáticos, ecológicos e geográficos que elas necessitavam para sua proliferação. Observe:

> **Como os fósseis são restos ou vestígios de organismos do passado, que surgiram e se extinguiram em momentos definidos da história da Terra, é possível fazer a datação relativa das rochas em que ocorrem, e estabelecer correlações (isto é, correlações cronológicas temporais) entre rochas de locais distantes que apresentem o mesmo conteúdo fossilífero. O estudo dos fósseis e a sua utilização como indicadores de idade das rochas são imprescindíveis, por exemplo, para a prospecção e exploração de recursos minerais tais como o carvão e o petróleo. (UFPR, 2017, [s.p.])**

No **Oligoceno**, há um aumento da camada de gelo, que continua durante todo o **Mioceno**. Aliados a isso, ocorre a diversificação dos mamíferos, além do aparecimento do elefante e do cavalo modernos. O **Plioceno** é marcado pela evolução dos primatas e o aparecimento dos primeiros hominídeos. É o período de transição entre o Mioceno e o Pleistoceno, onde ocorrem as glaciações. Já no **Pleistoceno** há a extinção de alguns grupos de fauna e de flora. Este período é marcado por fósseis de diatomáceas, foraminíferos e grãos de pólens que, quando comprovados em estudos, permitem a evidência de paleoclimas. O **Holoceno** é a época mais recente, a que vivemos, nela podemos observar o avanço dos hominídeos e o surgimento do homem atual. É o início dos contextos ambientais modernos e das extinções atreladas à proliferação da ação antrópica no planeta.

Sem medo de errar

Ao longo da visita ao Museu de Geologia, o professor solicitou aos alunos que fotografassem várias amostras de fósseis e rochas. Para tanto, orientou o preenchimento de uma ficha catalográfica, na qual era preciso anotar informações relevantes acerca da foto, tais como o período geológico, seu significado e o local encontrado. Em seguida, o professor organizou com a turma uma linha do tempo geológico, que foi exposta em uma das paredes da sala de Geografia da escola.

Para essa atividade é preciso tomar cuidado com a proporção das eras e seu tempo de duração.

Com isso, os estudantes devem imprimir suas fotos e organizá-las na linha do tempo geológico, destacando os principais eventos ocorridos à época de cada uma das imagens. Além disso, o professor dispôs um planisfério em outra parede para que os alunos pudessem marcar os locais nos quais os fósseis escolhidos foram encontrados e, com isso, discutir a configuração dos continentes bem como os processos que envolvem a Deriva Continental e as características de cada uma das rochas e fósseis fotografados.

Faça valer a pena

1. Com o fim do período Permiano e o fim da era Paleozoica, inicia-se a Era Mezosoica. Conhecida como era do meio, sua duração foi de 130 milhões de anos. Essa era é subdividida em três períodos: Triássico, Jurássico e Cretáceo, marcada pelos grandes repteis. Observe:

<table>
<tr><td>Ma</td><td colspan="2">3.850 2.500</td><td colspan="4">542 251 65,5 0</td></tr>
<tr><td>ÉON</td><td>Arqueano</td><td>Proterozoico</td><td colspan="4">Fanerozóico</td></tr>
<tr><td>ERA</td><td rowspan="3" colspan="2">Pré-Cambriano
(3.850 – 542 Ma)</td><td>Paleozoico</td><td>Mesozoico</td><td colspan="2">Cenozoico</td></tr>
<tr><td>PERÍODO</td><td>Permiano (299 – 251 Ma)
Carbonífero (359 – 299 Ma)
Devoniano (416 – 359 Ma)
Siluriano (444 – 416 Ma)
Ordoviciano (488 – 444 Ma)
Cambriano (542 – 488 Ma)</td><td>Cretáceo (145,5 – 65,5 Ma)
Jurássico (201,6 – 145,5 Ma)
Triássico (251 – 201,6 Ma)</td><td>Quaternário (2,6 – 0 Ma)
Terciário</td><td>Neogeno (23 – 2,6 Ma)
Paleogeno (65,5 – 23 Ma)</td></tr>
</table>

Fonte: <http://www.rc.unesp.br/museupaleonto/index.htm>. Acesso em: 18 maio 2017.

Com base nas informações descritas anteriormente, assinale a alternativa que corresponde a eventos que ocorreram durante a era Mesozoica:

a) Durante a era Mesozoica não houve a formação de fósseis marinhos, já que o seu destaque foi o desenvolvimento dos grandes répteis.

b) Essa era tem como fundamental característica o desenvolvimento das Trilobitas, indivíduos com carapaças desenvolvidas.

c) Durante o Cretáceo, os continentes já apresentavam a configuração que conhecemos hoje, resultando num processo de especiação.

d) A era Mesozoica é subdivida em: Permiano, Triássico, Jurássico e Cretáceo, que é conhecido como era do meio.

e) O Triássico foi o primeiro período da era Mesozoica, tanto no início quanto no fim desse período ocorrem massivas extinções.

2. Observe a imagem seguinte:

MAA	Época	Período	Era
0,01	Holoceno	Neogeno	Cenozoico
2	Pleistoceno		
5	Plioceno		
23	Mioceno		
36	Oligoceno	Paleogeno	
55	Eoceno		
65	Paleoceno		

A imagem representa a cronologia da Era Cenozoica. Sobre essa era, leia as assertivas seguintes:

I. A era Cenozoica iniciou-se há cerca de 100 milhões de anos.

II. No final do Holoceno, aparece o *Homo sapiens sapiens*.

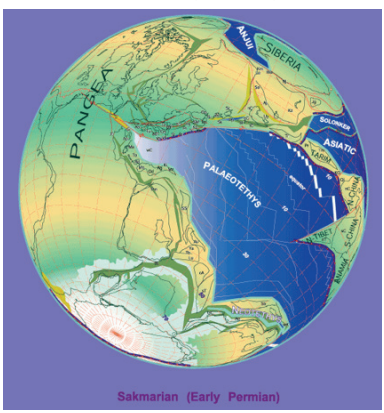
III. É nessa época que aparecem os exemplares de fauna e flora que mais se diferenciam dos atuais.

Fonte: <https://goo.gl/KrsrDY>. Acesso em: 23 jun. 2017.

Com base no contexto e nas proposições anteriores, assinale a alternativa correta:

a) Somente a proposição I está correta.
b) Somente a proposição II está correta.
c) Somente a proposição III está correta.
d) As proposições I e III estão corretas.
e) Todas as proposições estão corretas.

3. Observe a imagem seguinte:



Com base na imagem, podemos afirmar que:

I. Com o início da era Paleozoica, tem início o processo de desfragmentação do supercontinente Pannotia, reestruturando a sua configuração.

Porque.

II. No final do Paleozoico, a maior parte dos fragmentos da Pannotia estava em colisão e se agrupara novamente em um novo supercontinente, a Pangea.

Com base nas informações anteriores,

Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Permiano#/media/File:280_Ma_plate_tectonic_reconstruction.png>. Acesso em: 18 maio 2017.

assinale a alternativa que apresenta a resposta correta:

a) As asserções I e II são proposições verdadeiras e a II justifica I.
b) As asserções I e II são proposições verdadeiras e a II não justifica I.
c) A asserção I é uma proposição verdadeira e a II, é falsa.
d) A asserção I é uma proposição falsa e a II, é verdadeira
e) Ambas as proposições são falsas.

Seção 1.3

Características da Terra

Diálogo aberto

Vamos retomar o contexto de aprendizagem que envolve João, professor de Geografia de uma turma de 20 alunos, do sexto ano do ensino fundamental. Ele trabalha em uma escola que se localiza em uma cidade no interior do estado do Paraná, cerca de 100 km de Londrina, que em janeiro de 2016 viu a sua população acordar em polvorosa com a notícia de que abalos sísmicos haviam sido registrados na cidade, sendo sentidos os estremecimentos até pelas pessoas que estavam no fórum do município. Ao iniciar a aula, Mariana, uma das alunas mais interessadas e questionadoras, mostrou em seu tablet a reportagem na internet ao professor João e aos demais colegas, que também já sabiam do ocorrido. O principal questionamento da turma era se tais eventos poderiam atingir a cidade local, haja vista que ela dista somente 100 km de Londrina (G1, 2016).

O professor João comentou brevemente a situação com a turma e pensou como é que poderia aproveitar esses eventos para trabalhar os temas relacionados ao processo de formação da Terra. Como elaborar sequências de ensino para promover uma aprendizagem significativa acerca de conteúdos considerados tão abstratos, e, assim, promover a mediação entre os conhecimentos e aqueles que os alunos já trazem consigo. Sabemos que normalmente se diz que esse tipo de evento, associado a tragédias (como terremotos), não existem no Brasil. Nesse sentido, quais seriam as ferramentas pedagógicas mais adequadas a serem utilizadas pelo professor João para mostrar aos estudantes o que, de fato, ocorreu e quais são os desdobramentos desse processo. Vamos acompanhar o professor João e seus alunos em seus estudos sobre a Terra, sua formação e sua constituição.

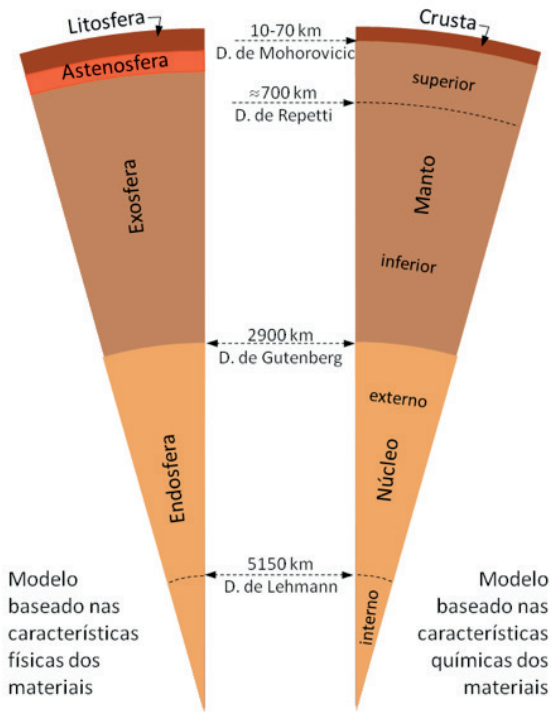
Não pode faltar

Há muitos estudos que buscam o entendimento da Terra e de sua história. Eles são fundamentais para nos auxiliar na compreensão dos

vários fenômenos que ocorrem em seu interior. Os modelos físicos a consideram como um geoide, isso se deve porque o planeta não apresenta uma superfície uniforme e irregular. O achatamento nos polos e a extensão ao longo do Equador se devem ao movimento de rotação da Terra, a influência da gravidade e também da atração gravitacional da Lua.

Embora pensemos a Terra como um único sistema, sabemos que os estudos optam por calcular separadamente cada elemento específico da sua superfície, para a sua melhor compreensão e análise, dada a complexidade em se estudar o sistema como um todo. Segundo Silva (2008), a Terra pode ser zoneada quimicamente. O resultado dessa separação permite uma divisão em **crosta**, **manto** e **núcleo** (Figura 1.13), que são estruturas quimicamente distintas uma das outras.

Figura 1.13 | Camadas da Terra (divisões química e física)



Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/imagos/1/17/EstruturaTerra.png>. Acesso em: 8 maio 2017.

Sob essa perspectiva, a primeira subdivisão química da Terra é a Crosta, que consiste em toda a parte externa e consolidada do planeta. É a camada relativamente mais fina, com uma variação de 20 a 30 km, sendo mais espessa na região dos continentes e menos na região dos oceanos.

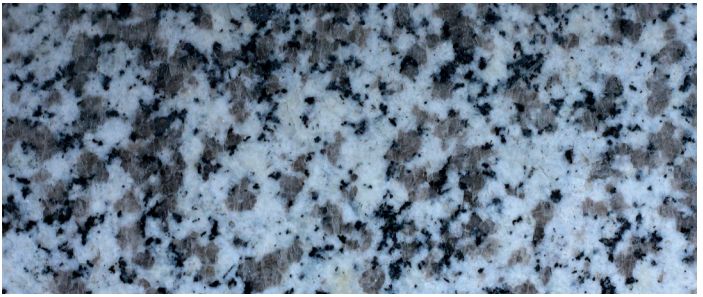
A crosta pode ser subdividida em duas, de acordo com sua composição: *sial*, na parte superior, onde predominam rochas graníticas, ricas em sílica e alumínio, por serem de composição mais leve e *sima*, zona inferior da litosfera e também no fundo dos oceanos, onde predominam os silicatos e magnésio (LEINZ; AMARAL, 2001).

Na região continental o predomínio é do *sial* (POPP, 2010). A crosta terrestre é constituída por **rochas**, isto é, agregados naturais de um ou mais minerais.

"**Mineral** é um elemento ou composto químico, via de regra, resultante de processos inorgânicos, de composição química geralmente definida e encontrado naturalmente na crosta terrestre" (LEINZ; AMARAL, 2001, p. 33). Assim, distinguimos três grandes tipos de rochas:

- Rochas **ígneas** ou **magmáticas** – são aquelas que provém da consolidação do magma e, sendo assim, consideradas de origem primária. Elas são classificadas de acordo com a profundidade da consolidação desse material. Como exemplo de rochas ígneas temos: o Granito (Figura 1.14), o Diabásio e o Riólito. Ainda dentro das rochas ígneas, temos uma subdivisão, quanto à forma de consolidação do magma e a estrutura cristalina dos minerais, elas podem ser divididas em *intrusivas*, *plutônicas* ou *abissais*, quando o magma se solidifica dentro da crosta terrestre, a vários quilômetros de profundidade; e em *extrusivas*, *vulcânicas* ou *efusivas*, quando o magma pode extravasar e solidificar-se na superfície. Outro ponto importante a ser ressaltado é o tempo: as rochas intrusivas demoram mais para se solidificar do que as extrusivas, que estão expostas a intempéries. Esse processo é um importante elemento para a organização da estrutura cristalina.

Figura 1.14 | Granito



Fonte: <https://goo.gl/6Vsdmg>. Acesso em: 26 jun. 2017.

- Rochas **sedimentares** – são aquelas produzidas a partir do material originário de outras rochas (sedimentos), formados a partir da decomposição e degradação (processos intempéricos). Tal material é transportado para ambientes de sedimentação e, ao longo do tempo, se solidifica e se transforma em rochas, tais como arenito (Figura 1.15), conglomerados, dolomito, entre outros.

Figura 1.15 | Arenito

Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Arenito.JPG>. Acesso em: 14 jun. 2017.

- Rochas **metamórficas** – são rochas sedimentares ou ígneas que sofrem alterações de pressão e temperatura devido à profundidade em que se encontram. Esse processo acarreta na instabilidade em seus minerais constituintes, formando um novo rearranjo e, consequentemente, uma nova rocha. A Gnaisse (Figura 1.16) e o mármore são os exemplos mais comuns de rochas metamórficas.

Figura 1.16 | Gnaisse

Fonte: <https://goo.gl/X4HHAL>. Acesso em: 26 jun. 2017.

Reflita

Sabemos que conhecer a estrutura mineralógica das rochas é muito importante, principalmente para o processo de análise e reconhecimento do seu tipo, seu processo de formação e outras características. Como sabemos, analisando as características visíveis, quais rochas são ígneas, sedimentares ou metamórficas?

Procure exemplos de rochas de tipos variados no Brasil, como o Pão de Açúcar (formação em gnaisse – rocha metamórfica); os arenitos erodidos pelo vento em Vila Velha, no Paraná (rochas sedimentares) ou a formação granítica do Pico do Jaraguá, na grande São Paulo (rocha magmática).

O **manto** fica logo abaixo da crosta. É subdividido em manto superior e manto inferior. O manto superior se situa logo abaixo da descontinuidade de Mohorovic e se estende até cerca de 400 km

de profundidade. É nessa região que encontramos a propagação das ondas sísmicas, que diminuem na medida que se aproximam da profundidade citada. Conforme Teixeira et al. (2000, p. 87), "seguindo em direção ao interior da Terra, há uma zona de intervalo de aproximadamente 400 a 650 km de profundidade, que registra nítidos e gradativos aumentos de densidade", cuja origem pode estar nas mudanças de composição na estrutura do manto. Na porção do manto inferior, a composição química é praticamente a mesma, contudo, o arranjo das estruturas cristalinas é outro.

No intervalo de aproximadamente 650 a 2.600 ou 2.800 km, há a descontinuidade de Wierchet-Gutenberg, nela, a composição do manto apresenta silicatos e ferromagnésios, devido ao aumento da pressão e da temperatura, acredita-se que esta faixa apresente uma heterogeneidade, gerando domínios químicos distintos.

Outra estrutura que faz parte da divisão química da Terra é o **núcleo**. Ainda existem dúvidas quanto à sua composição química, a tendência é que seja formado de níquel e ferro, por isso também é denominado de NIFE.

Exemplificando

Uma analogia bem interessante sobre as camadas da Terra pode ser feita a partir de um ovo cozido. A casca, fina e quebradiça representa a crosta. Apesar dessas características, pontue o quanto ela é resistente para os fins que se propõe. A clara, a maior parte do ovo, constitui o manto; e a gema, o núcleo.

Ao observarmos a estrutura da Terra e suas subdivisões, notamos que, na medida em que aprofundamos em direção ao interior do planeta, a temperatura aumenta. Por que isso ocorre? O transporte do calor no interior da Terra se deve a dois processos:

- **Condução**, um processo mais lento de transferência de energia de uma molécula para outra. É a transferência de calor de um corpo para outro.
- **Convecção** é o movimento ascendente e descendente dos fluidos, que ocorre quando as partículas recebem calor. Este é um processo mais rápido e mais eficiente, que inclui o movimento de massa que ocorre nos fluidos do núcleo externo e no manto.

O núcleo externo é responsável pela indução da ação da força de Coriolis – força que atua perpendicularmente nos sistemas, alterando a direção do movimento – responsável pela criação do campo magnético terrestre. Essa transferência de calor que ocorre no interior da Terra é um dos agentes responsáveis pela movimentação dos continentes.

Há uma outra classificação da Terra (que também está representada na Figura 1.13), que leva em conta a rigidez dos materiais que a constituem. Ela pode ser dividida em Litosfera, Astenosfera, Mesosfera e Endosfera. A Litosfera é composta pela crosta continental e oceânica é a parte mais rígida externa do Planeta Terra (0 a 100 km de espessura). A Astenosfera varia de 100 a 350 km, é uma camada mais plástica, localizada logo abaixo da camada rochosa, sua temperatura é mais elevada e sua rigidez é menor. A Mesosfera, que se inicia logo após a Astenosfera e vai até o limite do manto com o Núcleo e a Endosfera, que corresponde a parte do núcleo. Devido à plasticidade da Astenosfera, essas placas se movem lentamente, principalmente pelo movimento de convecção. Como consequência, as superfícies e rochas da crosta sofrem deformações, produzindo estruturas como montanhas e cordilheiras, por exemplo.

Os movimentos das placas ocorrem em escala global, de forma vertical ou horizontal. A Teoria das Placas Tectônicas é recente e revolucionou as Geociências. Ela foi elaborada no século XX, com base nas teorias do cientista alemão Alfred Wegener (1880-1930), meteorologista e astrônomo. Ele propunha a teoria da Deriva Continental, fundamentada na existência inicial de um supercontinente, Pangea, que, com o passar dos milhões de anos, se fragmenta. Wegener enumerou e relacionou feições geomorfológicas dos continentes em suas configurações atuais para corroborar com sua teoria que, apesar de demonstrar vários elementos, não tinha suporte suficiente para explicar a causa de tal movimentação. O desenvolvimento tecnológico e os avanços técnicos que sucedem viabilizam a exploração e o estudo do assoalho oceânico, mostrando a sua expansão. Assim, o geólogo estadunidense Harry Hess (1906-1969), na década de 1960, propôs que tais movimentos estivessem associados aos de convecção, provocados pelas altas temperaturas do interior da Terra.

Esses movimentos são conhecidos como tectonismo e, com base nos estudos da "teoria das Placas Tectônicas" (Figura 1.17) foram mapeadas várias áreas que correspondem aos limites dessas placas.

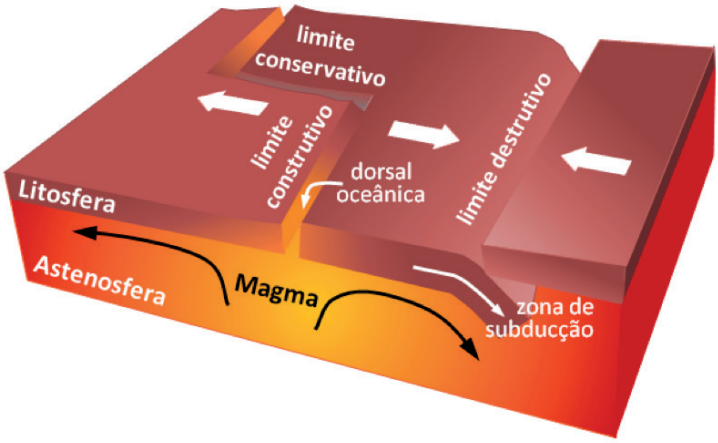
Figura 1.17 | Limites entre as placas tectônicas

Fonte:<https://goo.gl/e88r6w>. Acesso em: 8 maio 2017.

As regiões limites das placas tectônicas podem ser classificados em:

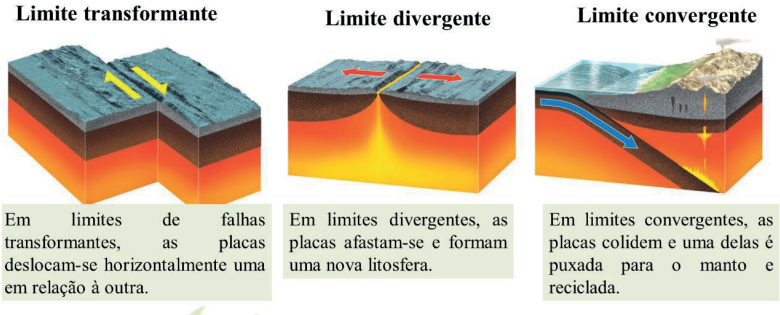
- **Limites divergentes**: quando as placas tectônicas se afastam uma das outras.
- **Limites convergentes**: quando as placas tectônicas colidem, com a mais densa mergulhando sob a outra.
- **Limites conservativos ou transformantes**: quando as placas tectônicas deslizam lateralmente, sem que elas se fragmentem ou se destruam (Figura 1.18).

Figura 1.18 | Tipos de limites entre as placas tectônicas



Limite Conservativo: Limite transformante
Limite Destrutivo: Limite convergente
Limite Construtivo: Limite Divergente

Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php/Ficheiro:LimitesPlacas.png>. Acesso em 14 jun 2017.



Fonte: <http://ufrr.br/lapa/index.php?option=com_content&view=article&id=%2094>. Acesso em: 19 maio 2017.

Sabemos que regiões próximas a áreas limite de placas estão mais propensas a atividades tectônicas, como o vulcanismo ou orogêneses e os terremotos.

Pesquise mais

O movimento tectônico é constante mesmo em áreas que não parecem se movimentar. Todos nos movimentamos lentamente com o movimento tectônico. O Brasil, mesmo em uma região considerada estável é suscetível a movimentos tectônicos, mesmo que de baixa

intensidade. E para isto, temos um órgão responsável pelo seu monitoramento. O Centro de Sismologia da USP (http://www.sismo.iag.usp.br/) é responsável pelo monitoramento desses eventos e conta com uma gama variada de dados e informações, além do registro dos eventos mais significativos.

Segundo Popp (2010, p. 19), o "vulcanismo abrange todas as manifestações de atividades internas da Terra, que ocorrem em decorrência da alta temperatura e da alta pressão". A ascensão do magma poderá ocorrer de forma explosiva (vulcão) ou passiva na crosta terrestre (através de fendas nas rochas). A lava apresenta características semelhantes às rochas ígneas. O magma contém diversas substâncias, geralmente pouco voláteis e com elevados pontos de ebulição."

Assimile

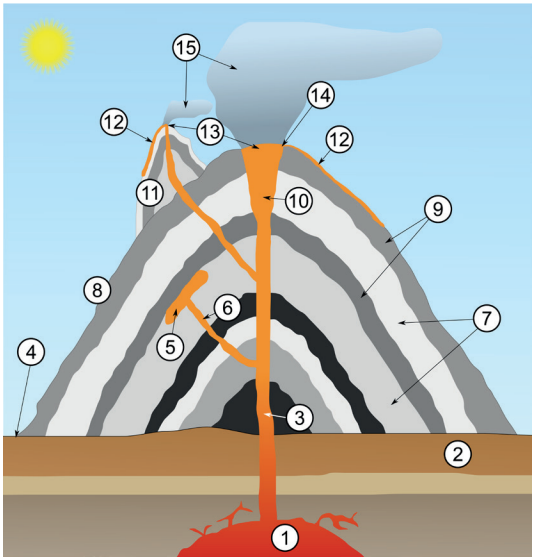
Magma é um material de consistência pastosa e viscosa, encontrado no interior da Terra, constituída de vários materiais fundidos a altas pressões e altas temperaturas.

Dependendo da temperatura ele pode ser mais ou menos viscoso. Os produtos gerados pela atividade vulcânica podem ser:

- As lavas, que são massas magmáticas em estado parcial ou total de fusão que atingem a superfície terrestre;
- Os materiais piroclásticos, que são fragmentos que derivam do magma de maneira explosiva ou pedaços de rochas;
- E os gases vulcânicos, que são liberados durante as erupções.

Os vulcões consistem em uma forma do magma chegar à superfície terrestre. O magma pode chegar à superfície terrestre de várias formas, através de fissuras, zonas de divergência e através dos vulcões. Há vários tipos de formações vulcânicas: vulcões-escudo, em cones, estratovulcões, as cadeias ressurgentes e os submarinos. Os tipos mais simples são os vulcões em cone, que são formados por meio da acumulação de materiais magmáticos, fragmentos de rochas preexistentes e piroclastos, que se aglomeram ao redor do orifício central do vulcão. A chaminé ou conduto é que permite a saída desse material. A cratera é a porção superior que possui um alargamento.

Figura 1.19 | Estrutura de um estrato vulcão



1. Câmara magmática. 2. Rocha. 3. Chaminé. 4. Base. 5. Depósito de lava. 6. Fissura. 7. Camadas de cinzas emitidas pelo vulcão. 8. Cone. 9. Camadas de lava emitidas pelo vulcão. 10. Garganta. 11. Cone parasita. 12. Fluxo de lava. 13. Ventilação. 14. Cratera. 15. Nuvem de cinza.

Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Vulc%C3%A3o#/media/File:Volcano_scheme.svg>. Acesso em: 17 maio 2017.

O magma pode chegar à superfície terrestre através de fissuras. Este tipo de erupção vulcânica compreende a subida de magna pouco viscoso por profundas fissuras existentes na crosta, formando sucessivas camadas de rochas.

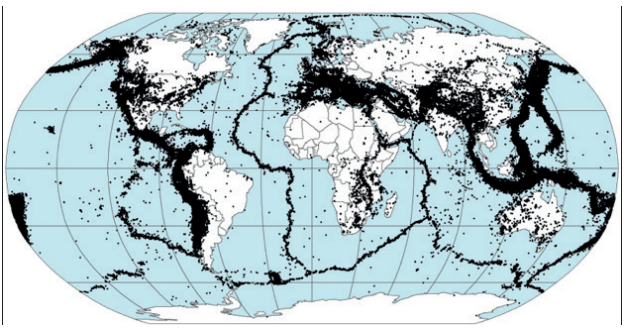
Figura 1.20 | Derrame fissural

Fonte: <http://www.geografia.seed.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=285>. Acesso em: 17 maio 2017.

Todos esses fenômenos do magma chegando à superfície terrestre e o movimento de placas podem acarretar em uma série de eventos, entre eles os abalos sísmicos. Os abalos sísmicos, genericamente conhecidos como terremotos, também são movimentos advindos da estrutura interna da Terra. Segundo Popp (2010, p. 27), "a energia dos terremotos é liberada quando a tensão acumulada na crosta terrestre supera as forças de fricção ao longo de uma falha preexistente ou uma grande fratura nas rochas". Sabemos que o local de ruptura da estrutura terrestre é o foco dos terremotos, de onde se irradia toda a energia em forma de ondas para os locais adjacentes. O ponto sobre a superfície vertical ao foco é o epicentro.

Outras vibrações menores podem ser sentidas na superfície da Terra, elas são ocasionadas por diversos fatores, entre eles o desmoronamento do teto de cavernas, especialmente nas regiões calcárias e também da acomodação entre as placas. Os terremotos estão concentrados, em sua maioria, nas regiões onde ocorrem vulcanismos e próximos aos limites de placas.

Figura 1.21 | Epicentros de sismos na Terra, 1963-1998



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Sismo#/media/File:Quake_epicenters_1963-98.png>. Acesso em: 17 maio 2017.

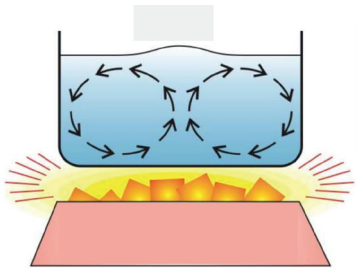
Sem medo de errar

O professor João tem o desafio de explicar os questionamentos de Mariana, derivados da reportagem sobre um evento ocorrido em Londrina, em janeiro de 2016 (G1, 2016). Para tanto, ele pode encher um recipiente transparente com água e colocá-lo sob uma fonte de calor, como um bico de Bunsen. Sob a água, coloque alguns fragmentos de papelão. Informe aos alunos que a fonte de calor representa o calor interno que emana do interior da Terra; a água, representa o manto pastoso e liquefeito e os papelões, a crosta

terrestre, dividida em placas tectônicas. Ao acender o bico de Bunsen, a água se aquece, formando correntes convectivas e o papelão se move. Assim, o professor João pode simular os diversos movimentos (divergentes, transformantes e convergentes) e assim, explicar o que ocorreu na reportagem bem como as outras dúvidas relacionadas.

Faça valer a pena

1. A imagem seguinte representa um fenômeno responsável pela movimentação das placas tectônicas. Observe:



Fonte: adaptada de <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/88/Amotoki_PlateDrivingForce_OldIdea_br.jpg>. Acesso em: 17 maio 2017.

Esse movimento é constante no planeta e, em algumas áreas, é possível verificar seus desdobramentos na superfície, em outros, apesar de registrarem alguns eventos, eles passam desapercebidos da maioria das pessoas.
Assinale a alternativa que apresenta a explicação correta para o movimento em questão:
a) A imagem representa o movimento de convergência das placas tectônicas, quando elas se afastam uma da outra.
b) A imagem representa o movimento de convecção, que mantém as estruturas intactas.
c) A imagem representa o movimento de divergência, ocorrido quando as placas tectônicas mais densas colidem entre si.
d) A imagem representa o movimento de divergência que é de conservação, mantendo as estruturas intactas.
e) A imagem representa o movimento das correntes de convecção, ocorrido no magma em virtude do calor emanado do interior da Terra.

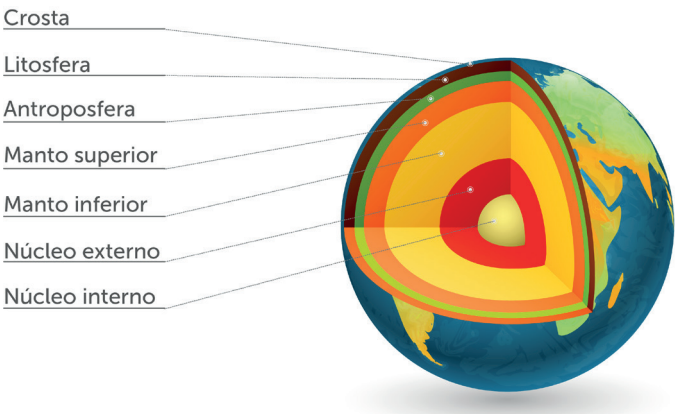
2. A crosta terrestre é constituída de rochas que são agregados naturais de um ou mais minerais, elas podem ser classificadas em três grandes tipos:
- Rocha _____: formada a partir das alterações de pressão e temperatura. Ocorrem devido à profundidade em que se encontra. Esse processo acarreta em uma instabilidade nos minerais;

- A rocha _____ provém da consolidação do magma e é, por isso, considerada de origem primária. Pode ser classificada de acordo com a profundidade da consolidação do magma;
- Rocha _____ é aquela constituída a partir do material originário de outras rochas, formadas pela sua decomposição e degradação. Esse material é transportado em ambientes de sedimentação e, com o tempo, se solidifica.

Com base no contexto apresentado, assinale a alternativa que preenche correta e respectivamente as lacunas:

a) metamórfica, ígnea, sedimentar.
b) ígnea, metamórfica, sedimentar.
c) sedimentar, ígnea, metamórfica.
d) metamórfica, sedimentar, ígnea.
e) ígnea, sedimentar, metamórfica.

3. Observe a imagem seguinte. Ela representa a estrutura interna da Terra:



Fonte: <https://goo.gl/uDjLkA>. Acesso em: 17 maio 2017.

Com base na imagem, assinale verdadeiro ou falso:

( ) A Terra é dividida, de acordo com a estrutura química, em crosta, manto e núcleo.
( ) A crosta é a parte externa consolidada da Terra.
( ) O manto fica logo abaixo da crosta, ele pode ser subdividido em manto superior e manto inferior.
( ) O núcleo apresenta menor pressão e menor temperatura, pois é sólido.

Assinale a alternativa que apresente a sequência correta:

a) V-V-V-F
b) F-V-V-V
c) V-F-V-V
d) V-V-F-V
e) V-V-F-F

Referências

BERBET, T. C.; PAROLIN, M.; SANTOS. M, L dos. Espículas de esponjas e fitólitos no Pleistoceno Tardio indicam presença e abandono de canal fluvial rio Ivaí, Paraná. **XIII Congresso Brasileiro de Estudos do Quaternário - ABEQUA- III Encontro do Quaternário Sul-Americano**, Búzios, 2011.

G1. Norte e Noroeste. RPC. USP confirma que estrondo em fórum de Londrina foi causado por terremoto. **G1**, Londrina, 22 jan. 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/pr/norte-noroeste/noticia/2016/01/usp-confirma-que-estrondo-em-forum-de-londrina-foi-causado-por-terremoto.html>. Acesso em: 19 abr. 2017

LEINZ, V.; AMARAL, S. W. do. **Geologia geral**. 4. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2001.

PAROLIN, M.; VOLKMER-RIBEIRO, C.; LEANDRINI, J. **Abordagem ambiental interdisciplinar de Bacias Hidrográficas no Estado do Paraná**. Campo Mourão: Fecilcam, 2010. Disponível em: <http://www.livro.mauroparolin.pro.br/parolin_volkmerribeiro_leandrine.pdf>. Acesso em: 17 maio 2017.

POPP, J. H. **Geologia geral**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

ROSA, R. **Cartografia básica**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2004. Disponível em: <http://www.uff.br/cartografiabasica/cartografia%20texto%20bom.pdf>. Acesso em: 17 maio 2017.

SILVA, C. R. do. **Geodiversidade do Brasil**: conhecer o passado, para entender o presente e prevê o futuro. Rio de janeiro: CPRM, 2008. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade_brasil.pdf>. Acesso em: 8 maio 2017.

STEINER, J. E. **Origem do universo e do homem**. Estudos avançados, v. 20, n. 58, p. 231-248, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v20n58/20.pdf>. Acesso em: 22 maio 2017.

SUGUIO, K. **Geologia do quaternário e mudanças ambientais**. São Paulo: Oficina de textos, 2017.

TEIXEIRA, W. et al. **Decifrando a terra**. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2000.

UFPR. **Micropaleondologia**, Paraná: Universidade Federal do Paraná . Disponível em: <http://www.forams.ufpr.br/FrameHome.html>. Acesso em: 27 jul. 2017.

Geomorfologia Aplicada

Convite ao estudo

A Geografia tem importante papel no estudo das relações sociedade/natureza e na constituição do espaço geográfico. Estas relações podem criar conflitos e dificultar o processo de conexão entre a teoria e a prática, devido às incertezas das temáticas trabalhadas em sala. Pesquisadores em ensino de Geografia de diversas universidades brasileiras detectaram que muitos dos formandos de licenciatura em Geografia ressaltam a deficiência da construção do material didático em Geografia Física durante o período de formação, bem como a disponibilidade de laboratórios e equipamentos técnicos nas escolas como fruto, dentre outras, de sua formação.

Neste sentido, esta unidade terá como foco central o suprimento das necessidades teóricas para a construção do conhecimento sobre Geomorfologia Aplicada, que se apresenta como porta de entrada para o diálogo e para o aprendizado de temáticas que envolvem os processos exógenos do relevo, formação dos solos e geomorfologia fluvial, costeira e cárstica. Os assuntos tratados envolverão aspectos relacionados à estruturação da crosta terrestre (minerais e rochas) e a constituição dos solos.

Ademais, é importante reconhecermos em nosso dia a dia o uso ou a finalidade do que nos dispomos a estudar para nos aprofundarmos em nossos objetos de conhecimento. Em relação aos minerais, rochas e ao solo, diariamente entramos em contato físico com tais recursos. É na crosta terrestre, por exemplo, que fixamos a base estrutural das nossas casas, o solo é o substrato responsável para o desenvolvimento da vegetação, produção de alimentos e criação de animais. Também são essenciais para o setor industrial, na fabricação de máquinas e equipamentos. Por

exemplo, o estrôncio usado na produção de vidros de televisores e monitores; o nióbio, usado na indústria aeroespacial; e lantânio usado em pedras de isqueiros.

O trabalho do professor deve incluir o compartilhamento de informações, desafios e conhecimento científico, além de desenvolver uma consciência de que é formador de opinião e responsável pelo porvir, o que permite exercer a sua cidadania. Para isso, o convidamos a mergulhar nesse mundo maravilhoso de descobertas e questionamentos, que é a ciência.

Seção 2.1

Processos exógenos do relevo

Diálogo aberto

Natanael é professor em um pequeno município, responsável pela disciplina de Geografia para o Ensino Fundamental II na Escola das Paineiras. Ele e os demais professores, sempre motivados, auxiliam os alunos na resolução de problemas tanto inter como extraescolar. Natanael é um professor dedicado e, para melhor desempenhar suas atividades, recorre à secretaria municipal de educação quando necessita de material didático, mas seu pedido sempre é negado. O próximo conteúdo com o qual Natanael irá trabalhar, com uma turma de sétimo ano do ensino fundamental, será sobre a formação das rochas e constituição dos solos, para ele, este conteúdo não deve se restringir ao livro didático e muito menos à sala de aula. Ele acredita que se faz necessário uma saída pedagógica, ferramenta pedagógica também conhecida como Estudo do Meio.

Para a realização de atividades extraclasse e fora da área de domínio da escola, no caso estudo do meio, há necessidade de se resolver uma série de questões burocráticas, como autorização da direção da escola, das famílias e, em certos casos, do juizado de menores. Se a visita é em propriedade privada, é preciso a liberação do proprietário e assim por diante. Além dessas questões, a atividade pode ser comprometida se a área para a sua realização apresentar restrições de acesso, por exemplo. Nesse sentido, o professor Natanael precisa tomar cuidados redobrados, pois sua aluna, Ana, é deficiente física.

Diante de tudo isso, Natanael ainda se mantêm otimista e vai buscar auxílio junto a seus colegas, propondo uma atividade interdisciplinar. E, em um ato de generosidade e confiantes de que esta atividade contribuirá para uma aprendizagem significativa, além de ampliar vínculos entre professor-professor, aluno-professor e aluno-aluno, por meio do dinamismo das aulas, os colegas abraçam a ideia, mesmo sabendo das dificuldades orçamentárias da escola.

Muitos docentes, simplesmente desistiriam, mesmo com o

apoio de colegas, não se sentiriam motivados a continuar. Como desenvolver essa importante e significativa atividade, a saída pedagógica, diante de recursos tão limitados e barreiras que, a muitos olhos, parecem instransponíveis?

Não pode faltar

Formação da crosta terrestre

A partir de informações sismológicas e obtidas indiretamente, muitos cientistas propuseram modelos do interior da Terra. Os estudos do campo magnético e da força gravitacional demonstraram uma série de camadas com diferentes densidades, sendo as principais o núcleo, o manto e a crosta terrestre. A fisionomia do relevo da crosta terrestre é resultado da interação entre processos geológicos internos ou endógenos (magmatismo, terremotos, orogênese etc.) e processos geológicos externos ou exógenos (intemperismo, erosão, transporte e sedimentação).

Segundo Torres, Marques Neto e Menezes (2012), sabe-se que o estudo da composição da crosta terrestre, bem como dos minerais e das rochas, não é tema central da Geomorfologia, no entanto, é necessário conhecermos as rochas expostas na superfície e sua mineralogia, pois são elas que fornecerão o cenário no qual os processos geomorfológicos ocorrem.

Assimile

A Geografia Física, em muitos de seus estudos, trabalha com a abordagem holística, contribuindo para a compreensão da organização do espaço geográfico. Além de usar três perspectivas de análises: a perspectiva da ciência espacial - entender e explicar as variações espaciais da superfície da Terra; a perspectiva da ciência física - compreender melhor a dinâmica da geografia física de nosso planeta; e, a perspectiva da ciência ambiental - entender o meio ambiente como parte do sistema ambiental (PETERSEN; SACK; GABLER, 2010).

É frequente confundir, mas crosta terrestre não é sinônimo de litosfera. A litosfera é um dos subsistemas do sistema terrestre, que para Petersen, Sack e Gabler (2010, p. 241), engloba "acidentes geográficos, rochas, solos e minerais". E, "sua unidade estrutural compreende a

camada superior do manto e a crosta terrestre". Já, a crosta terrestre é uma porção sólida do planeta, uma camada relativamente fina, variando entre 5 a 80 km, onde, as porções mais espessas estão sob os continentes e as mais finas sob os oceanos. Sabe-se que, na interface crosta terrestre e manto superior há uma mudança drástica de densidade, denominada de Descontinuidade de Mohorovicic ou Moho, indicada pelo aumento abrupto de ondas sísmicas.

Os minerais são "elementos ou compostos encontrados naturalmente na crosta terrestre". Eles são "inorgânicos, diferente dos orgânicos (típicos de matéria viva)" e se originam com a cristalização dos minerais, quando o magma entra em processo de resfriamento (POPP, 2010, p. 15).

É de conhecimento que as rochas não são formadas apenas com um único e uniforme cristal. Destacamos que cada um dos minerais que compõe uma rocha mantêm as suas características próprias, mesmo eles se combinando, o número de minerais que formam uma rocha é sempre limitado.

Reflita

Um bom momento de reflexão pode ser obtido através da socialização do vídeo: Licenciatura em Ciências: Expedição Geologia PGM 5 - Casos Especiais – 23' e 22" – UNIVESP TV. Disponível em: <https://goo.gl/KQ2aE6>. Acesso em: 3 jul. 2017. A série explora todas as formações geológicas do estado de São Paulo e pode servir de embasamento para estudos do meio e saídas pedagógicas com seus futuros alunos.

TIPOS DE ROCHAS

As rochas são formadas pela associação de minerais, que por sua vez são estruturados por elementos químicos, elas são classificadas em: rochas ígneas ou magmáticas, rochas metamórficas e rochas sedimentares, como já estudamos na unidade anterior, Seção 1.3. Vamos recordar e, ao mesmo tempo, aliar a tais definições o entendimento do papel dos agentes externos.

Rochas ígneas ou magmáticas: formam-se quando o material rochoso liquefeito, constituído predominantemente pela fusão de silicatos, se resfria e se solidifica.

Rochas sedimentares: são formadas a partir dos processos exógenos, sendo que, dentre os fenômenos envolvidos, inicia-se pelo intemperismo, que irá desintegrar as rochas da superfície, por meio de processos mecânicos (gravidade, vento, temperatura etc.) ou químicos (principalmente pela ação da água).

Rochas metamórficas: originam-se tanto de rochas sedimentares como da ígneas ou magmáticas, em profundidades superiores a 3 km, por causa da pressão e da temperatura, que oscila entre 100 °C a 600 °C. Esse processo de transformação se chama metamorfismo, no qual a rocha matriz passa a ter uma nova composição mineralógica e novas características estruturais e textural, e quanto maior a profundidade (pressão e temperatura) maior o grau de metamorfismo.

As duas formas de metamorfismo mais importantes são: **metamorfismo regional**: desenvolvem-se em regiões que sofrem dobramentos da crosta com alta pressão e temperatura, característicos em áreas com grandes cadeias montanhosas. **Metamorfismo de contato**: desenvolvem-se no contato com rochas ígneas intrusivas. Neste caso a temperatura tem papel principal (BIGARELLA; BECKER; SANTOS, 1994; POPP, 1998). É importante salientar que no metamorfismo, mesmo correndo muito próximo ao manto superior, o processo ocorre com as rochas sólidas, pois se houver a liquefação, as rochas são incorporadas e passam, novamente, a fazer parte do magma.

Processos intempéricos e agentes externos de formação do relevo

O intemperismo e a erosão são dois processos geológicos, causados por processos exógenos, capazes de fragmentar e decompor uma rocha, resultando na formação e transformação do relevo e têm como resíduo o solo. O intemperismo é o processo pelo qual as rochas localizadas na superfície da crosta terrestre são destruídas, por meio da combinação de faturamento físico, decomposição química e biológica.

Intemperismo físico: a rocha é fragmentada sem comprometer a sua composição química. Os principais tipos de intemperismo físico são: desagregação (rachaduras devido às diferenças de pressão, em profundidade e em superfície); expansão e contração térmica

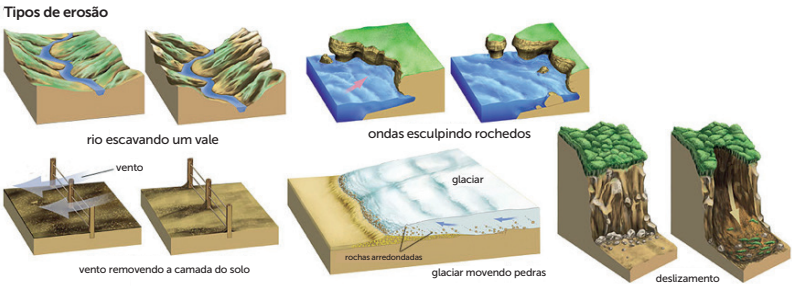
(faturamento por diferenças de temperatura, principalmente em regiões áridas); congelamento e descongelamento (ocorrem em regiões do planeta onde há possibilidade de congelamento da água, provocando o faturamento das rochas); surgimento dos cristais salinos (formação de cristais salinos nas fendas após evaporação da água, processo idêntico ao congelamento e descongelamento) e hidratação (neste tipo de intemperismo a água não chega a transformar quimicamente a composição da rocha, apenas a molécula de água é capaz de se unir à rocha quando se hidrata, aumentando seu volume e, ao sair quando desidrata, este processo pode provocar fraturas e desagregação de grão).

Intemperismo químico: ocorre quando os minerais sofrem reação química por meio do contato com ar ou água. A formação desses novos materiais passa a oferecer maior estabilidade em relação às rochas originais. Dentre os processos de intemperismo, os mais comuns são: oxidação (a água que tem contato com a atmosfera contém muito oxigênio, que ao entrar em contato com a rocha pode provocar reação química, por exemplo, óxido de ferro); solução e carbonatação (neste processo a água contribui para a dissolução de alguns minerais, que ao serem carreados por ela, modificam a sua estrutura, resultando apenas os minerais mais resistentes) e hidrólise (diferente da hidratação, nesse caso as moléculas de água contribuem para a formação de novos compostos).

Intemperismo biológico: este processo inclui a ação dos seres vivos na transformação do material de origem, é considerado menos importante que o físico e o químico. Ele ocorre pela ação de bactérias (decomposição), raízes e por pequenos animais (escavação ou perfuração).

A erosão é deflagrada após a ocorrência do processo intempérico, sendo que os principais elementos que contribuem para a erosão são: água, gelo, vento e/ou seres vivos (Figura 2.1). Quando o ser humano interfere no ambiente, sem um prévio planejamento, este processo natural pode se intensificar, causando uma série de danos ambientais. Portanto, pode-se definir que a erosão é a modelagem/mudança da paisagem por meio da remoção e do transporte de material, que resultará na deposição deste nas áreas planas, esse processo é chamado de sedimentação.

Figura 2.1 | Principais tipos de erosão



Fonte: <http://media1.escola.britannica.com.br/eb-edia/83/93483-073-15A33251.jpg>. Acesso em: 20 jun. 2017.

Erosão causada pela água: pode ser fluvial (rios) ou pluvial (chuva) e exercem a função de destaque na formação do relevo. A água, após causar erosão, passa a transportar e depositar os detritos em lugares com energia quase nula. Torres, Marques Netto e Menezes (2012) descrevem as Leis da erosão fluvial proposta por Surrel em 1841. A primeira Lei refere-se à forma com que a erosão acontece. Surrel afirma que a erosão se inicia na parte mais baixa da vertente e remonta até o topo (divisor de águas); na segunda Lei, ele defende que quanto maior a declividade mais intenso é o processo erosivo.

A erosão pluvial (chuva) ocorre em quase toda a superfície terrestre, em menor ou maior intensidade. Neste processo, a erosão se inicia quando uma gota de água entra em contato com o solo ou rocha, isso se chama erosão por salpicamento ou *splash* e, se não for controlado, pode chegar ao voçorocamento.

Erosão eólica: é importante saber que os ventos são causados por massas de ar que se movimentam em conformidade com as diferenças de temperatura na superfície terrestre. O poder erosivo do vento está presente em áreas com baixa umidade e pouca chuva, como os desertos, que se dividem em três tipos: rochosos, pedregosos ou arenosos, sendo o último o que apresenta as acumulações mais conhecidas: as dunas ou campos de areia.

Os processos que ocorrem na erosão eólica, segundo Jatobá e Lins (2003), são: deflagração (formação de depressões fechadas, os desertos); corrosão (ação mecânica das partículas, quando elas se chocam com corpos rochosos); transporte (a velocidade do vento permite a suspensão, saltação e arrasto) e acumulação (quando o vento perde velocidade).

Erosão glacial: este processo erosivo se inicia a partir do congelamento da água que está nos poros das rochas. A água em estado sólido aumenta de tamanho exercendo pressão nestes poros, provocando a formação de pequenos orifícios e fraturas. Este fenômeno ocorre, principalmente, nas proximidades da linha das neves eternas. As geleiras, que são massas de neve compactadas, quando há condição ideal de plasticidade, se deslocam e, por consequência, deflagra-se o processo erosivo.

As geleiras são classificadas em: geleiras continentais (recobrem áreas continentais, por exemplo, Antártida); geleiras alpinas (próprias de áreas de montanhas) e as geleiras piemonte (localizadas no sopé de elevações/montanhas). Destaca-se que a erosão causada pelas geleiras em regiões montanhosas permite o surgimento dos vales no formato de "U".

Exemplificando

Os fiordes são belos exemplos de erosão provocada pela ação das geleiras. Muitos países localizados a altas latitudes, como a Noruega, a Finlândia, a Dinamarca e a Islândia, são famosos pelos seus fiordes. Observe o topo e imagine que a cobertura de gelo chegou até esse ponto. Ao longo do derretimento e do degelo, o vale foi escavado e o fiorde se forma. Veja uma bela imagem de um deles na Noruega:

Figura 2.2 | Fiorde de Geiranger, na Noruega

Fonte: <https://goo.gl/Y767wZ>. Acesso em: 3 jul. 2017.

Erosão causada por seres vivos: os processos erosivos que inicialmente ocorriam apenas de forma natural são intensificados ou provocados pelo homem. Sabemos que os agravantes para que ocorra a intensificação dos processos erosivos ocasionados pela ação humana estão relacionados à irregularidade ou manejo equivocado do solo. Por exemplo, nas áreas urbanas deve-se às ocupações irregulares, obras de infraestrutura mal executadas, depósito de resíduos sólidos em lugares inapropriados, desvio dos cursos naturais da rede de drenagem, entre outros. Já nas áreas rurais os processos erosivos estão ligados ao desmatamento, queimadas e ao uso intensivo do solo (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2009).

Pesquise mais

Na página do Ministério de Minas e Energia você tem acesso a projetos, legislações, banco de dados e relatórios sobre recursos minerais. Disponível em: <http://www.mme.gov.br>. Acesso em: 20 jun. 2017.

Veja também o documentário/entrevista: Meio Ambiente por Inteiro - Os perigos da erosão. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=HwNblTuOdo0>. Acesso em: 20 jun. 2017.

Sem medo de errar

Como já sabemos, Natanael, professor em um pequeno município, é responsável pelo componente curricular de Geografia para o Ensino Fundamental II, na Escola das Paineiras, e o seu próximo desafio é ensinar como ocorre a formação das rochas e a constituição dos solos.

Acreditando que o processo de ensino-aprendizagem, compartilhado pelos demais colegas, inclui diferentes atividades que estimulem a capacidade reflexiva, Natanael optou pelo método de ensino que possibilita apreender o espaço em suas múltiplas dimensões, partindo da visualização e manuseio do fenômeno, ou seja, estudo do meio e posterior aprofundamento conceitual em sala de aula.

A atividade ocorreu em um barranco localizado às margens da estrada. O professor, munido de enxada e uma garrafa pet cheia de água, levou os alunos até o local, retirou a camada superficial de solo e explicou os horizontes que naquele perfil existia. Cada criança

pegou um punhado de solo e molhou com água afim de realizarem o primeiro contato em campo, observando a descrição, a granulometria e a plasticidade do solo.

Natanael coletou uma pequena amostra de solo e levou para a escola. Com peneiras (compradas em lojas de utilidades domésticas) de diferentes tamanhos separou o solo e assim os alunos visualizaram melhor os diferentes tamanhos dos grãos. Além disso, com um pequeno ímã, Natanael disse aos alunos: "passem-no no solo". Com isso, foi possível notar que alguns grãos eram atraídos, dando-lhe a oportunidade de explicar sobre os minerais que formam as rochas e que por decomposição (intemperismo) passam a constituir os solos. Também encontraram raízes e minhocas no solo e, nesse momento, a professora de ciências, juntamente a Natanael, explicou a importância desses componentes orgânicos encontrados nos solos: as raízes, essenciais para a fixação de uma árvore e as minhocas, fundamentais para aerar o solo e produzir húmus, beneficiando o cultivo agrícola.

Durante a atividade de descrição do perfil de solo do barranco, Ana não pôde ir com o grupo, Natanael, com auxílio dos alunos e da professora de Artes, construiu um perfil de solo idêntico ao que tinham observado, com a finalidade demonstrar à colega o que eles viram, além de o deixarem exposto, no ambiente de mostra permanente, para evidenciarem a atividade desenvolvida.

Os materiais usados para construir o perfil de solo foram: caixas de sapato, papel sulfite para revestir a caixa, pincéis e tinta guache. Além disso, o professor os orientou no que se refere à escala, medindo o barranco e a espessura de cada horizonte. Outra atividade que a professora de artes propôs, para que Ana também pudesse se envolver, foi a pintura com tinta de solo, com um bocado de solo diluído em um pouco de água.

Além das atividades nas aulas de Artes, eles também desenvolveram outras dinâmicas vinculadas às aulas de matemática, trabalhando geometria e a estrutura na formação dos cristais dos minerais que constituem as rochas e o solo. Nas aulas de história, sociologia e filosofia eles trabalharam a estrutura das sociedades antigas e os métodos históricos para desenvolver a agricultura: é através do solo que obtemos nosso alimento. Em ciências, estudaram os ecossistemas

subterrâneos (fauna e flora) e as aulas de português resultaram em lindas e criativas poesias e textos.

A proposta de Natanael foi trabalhar teoricamente o conteúdo em sala em um momento posterior à atividade de estudo do meio, o que resultou maior participação e interação dos alunos, bem como a compreensão de alguns conceitos mais abstratos. Portanto, mesmo que Natanael não saísse com os alunos, apenas levasse a amostra de solo e construísse o perfil em uma atividade na escola, propiciaria um momento de aprendizagem significativa, viabilizando uma melhor compreensão do conteúdo, sobretudo no que se refere ao comportamento e ao processo de formação das rochas até a formação e estrutura de um perfil de solo. Vamos tentar sair da rotina, como Natanael?!

Faça valer a pena

1. A partir da crosta terrestre, em direção ao núcleo interno do planeta, há uma camada, intermediária, muitas vezes esquecida pelos professores, chamada de Descontinuidade de Mohorovicic, ou simplesmente Moho. Observe algumas rochas dessa camada localizadas no Gros Morne National Park - Canadá.

Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Descontinuidade_de_Mohorovi%C4%8Di%C4%87>. Acesso em: 27 jun. 2017.

Assinale a alternativa correta quanto à definição da terminologia Descontinuidade de Mohorovicic.

a) São minerais, que a partir das condições físicas do ambiente, formam novos compostos químicos.

b) A Descontinuidade de Mohorovicic corresponde à linha de contato entre a crosta terrestre e o manto superior da Terra.
c) A Descontinuidade de Mohorovicic é uma camada de rocha localizada em áreas de encosta.
d) A Descontinuidade de Mohorovicic consiste em grupos de rochas deformados, associados às propriedades físicas dos minerais da classe dos silicatos.
e) A Descontinuidade de Mohorovicic marca a separação entre o manto superior e a astenosfera.

2. A imagem a seguir corresponde a um processo erosivo que, apesar de natural, tem seus efeitos intensificados pela ação antrópica. Isso tem causado sérios prejuízos às atividades humanas e também ao meio natural. Muitos estudiosos apresentam tal fenômeno como um dos principais responsáveis pelas perdas de solo no interior do estado de São Paulo.

Fonte: <https://goo.gl/8HTKaE>. Acesso em: 3 jul. 2017.

Esse fenômeno, já verificado pelos indígenas nativos, recebe o nome de:
a) erosão laminar ou *splash*.
b) voçoroca ou voçorocamento.
c) erosão linear ou *splash*.
d) erosão fluvial ou *splash*.
e) erosão eólica ou *splash*.

3. Leia atentamente o fragmento de texto que segue:

> **O (....) é uma metodologia de ensino-aprendizagem essencialmente interdisciplinar que faz parte da história**

> da Escola de Aplicação. Trata-se de metodologia muito rica para o ensino-aprendizagem de inúmeros conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais que dificilmente podem ser abordados com a mesma magnitude nos limites das salas de aula. A escolha em privilegiar essa metodologia para a estruturação de parte do currículo escolar se deve às inúmeras formas de investigação e de produção de conhecimento por ela oportunizadas, em especial no que diz respeito à interação de múltiplos olhares e estratégias de pesquisa que possibilitam a análise e interpretação das complexas realidades estudadas a partir de eixos temáticos específicos. (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2017, [s.p.])

O fragmento de texto anterior destaca uma importante ferramenta pedagógica amplamente discutida nesta seção e que é fundamental para o desenvolvimento de atividades significativas. Trata-se do(a):

a) Escola Positivista.
b) Estudos Agregados.
c) Estudo do Meio.
d) Planos de Aula.
e) Projetos Pedagógicos.

Seção 2.2

Formação dos solos

Diálogo aberto

Quando estudamos Geografia, nos deparamos com vários fenômenos que acontecem no nosso dia a dia. Até então, não sabíamos explicar ou entender porque eles aconteciam. Mas quando o assunto passa a ser tema de estudo e debate em aula, muitos questionamentos se tornam relevantes. Bruna é uma destas alunas questionadoras. Quando os estudos sobre solos iniciam, muitas dúvidas fervilhavam em sua mente. Como muitos, Bruna faz o curso de Geografia no sistema de Ensino a Distância, e em uma das aulas presenciais ela faz uma reflexão e questiona o professor. Ela disse: "*Eu nasci no estado da Paraíba, meus pais eram agricultores. Como a vida era muito complicada por lá, eles resolveram tentar a sorte no interior do estado de São Paulo, trabalhando em uma usina de cana-de-açúcar*". A família de Bruna residia no município de Souza, PB e convivia com longos períodos de seca durante o ano, pois a chuva era concentrada entre o mês de janeiro a abril. O governo, em uma de suas políticas de desenvolvimento do Nordeste, passa a construir açudes e barragens, criando grandes projetos de irrigação. A família de Bruna foi contemplada, mas trabalharam por pouco tempo com este sistema, pois o solo começou a ficar salgado. O professor acrescenta à fala de Bruna, nomeando o processo ocorrido: salinização. Outros colegas de classe também manifestam interesse e o questionamento se estabelece. Por que o solo, na região Nordeste do Brasil, ao ser irrigado passa a salinizar?

Não pode faltar

Tipos de solos

Para a Geografia, o solo é tanto considerado um elemento natural (vinculado a estudos de clima, vegetação, hidrogeografia etc.) como socioeconômico (contribui para a constituição do folclore, culinária, festividades, poesias etc.). Por outro lado, este último fato permite que

o solo, bem como a produção que nele é desenvolvida, passem a ter preço. Os solos variam devido à sua origem e apresentam um perfil mais ou menos desenvolvido relacionado às condições ambientais (clima, organismos, tempo e material de origem).

Segundo Resende et al. (2007), é comum diferenças entre solos das baixadas, pertencentes ao leito maior, e os solos dos terraços e áreas mais elevadas. Os solos das baixadas, alagados periodicamente, estão próximos aos rios, são solos jovens e em geral utilizados para o cultivo do arroz. Os solos de terraços são um pouco mais antigos. Normalmente, nessas regiões se concentra a maior parte das atividades humanas (urbanas e rurais) e os solos de relevo mais acidentados, usados para o desenvolvimento de atividades agropecuárias extensivas que, comparado aos outros dois, são bem mais antigos.

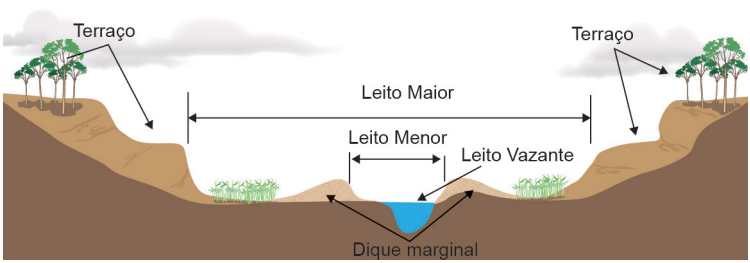
Assimile

Em um rio, temos a seguinte classificação, importante para compreendermos os tipos de solos:

- **Leito menor**: calha principal, ocupada pelo rio em períodos de vazão normal.
- **Leito maior**: conhecido também como leito de inundação, área alagada pelo rio em períodos de cheias.
- **Terraço fluvial**: material aluvial depositado em um patamar mais alto que a planície aluvionar atual, paisagem testemunho da evolução da planície.

Observe a figura:

Figura 2.3 | Leito



Fonte:<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/interacao/inter11.html>. Acesso em: 27 jun. 2017.

Dentre essas características de formação de solo, é importante salientar que o material que compõe a rocha-matriz tem papel fundamental. Os principais tipos de solo podem ser: argiloso, arenoso, humoso ou calcário. Os solos argilosos têm características de perfis muito bem desenvolvidos, rico em nutrientes, devido sua granulometria ser muito pequena. Isso gera a impressão de que o perfil é homogêneo; sua ocorrência é maior no centro-sul do Brasil (Figura 2.4a). Os solos arenosos são considerados leves, seus poros são maiores que, por consequência, permitem maior drenagem da água e juntamente com ela carrega os nutrientes do solo, além de alto poder erosivo (Figura 2.4b).

Vocabulário

Granulometria: termo empregado quando se faz referência ao conjunto de todas as frações ou partículas do solo, incluindo desde as mais finas de natureza coloidal (argilas), até as mais grosseiras (calhaus e cascalhos) (IBGE, 2015, p. 71).

Já os solos humosos ou orgânicos são pouco desenvolvidos, formando-se a partir da decomposição da matéria orgânica, não são bem drenados e são encontrados frequentemente em áreas alagadiças (Figura 2.4c). Os solos calcários são aqueles que apresentam alta concentração de carbonato de cálcio, o perfil do solo apresenta fragmentos de rochas e mesmo com pouca matéria orgânica em sua composição apresentam boa fertilidade. Na Figura 2.4d, o perfil demonstra não apenas a seção de solo, mas também a estrutura da rocha calcária, por ser uma jazida de extração comercial.

Figura 2.4 | Perfis de solos: a) argiloso; b) arenoso; c) humoso e d) calcário

Fonte: <https://goo.gl/fY9Qf6>; <https://goo.gl/kwLP82>; <https://goo.gl/VNBLPu>. Acesso em: 25 jun. 2017.

O perfil do solo

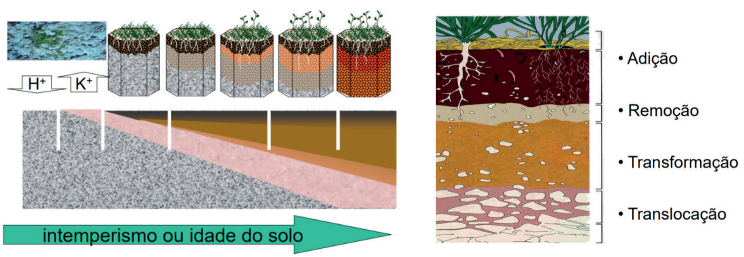
O perfil do solo é disposto em camadas. Se cortarmos uma seção de solo, de cima para baixo, encontraríamos camadas horizontais. Esta seção é denominada perfil e as camadas isoladas são chamadas horizontes. Estes horizontes podem se desenvolver sobrepostos ao material originário (rocha sã que se decompôs) ou deposicionais, estes, por sua vez, são removidos pela ação da água e carreados por meio da força da gravidade. Logo, deve-se levar em consideração o perfil integral (desde a superfície até a rocha sã/matriz/mãe) para avaliação do solo.

Reflita

Sabe-se que o solo é dividido em diferentes tipos, estes, por sua vez, são identificados ao analisarmos suas propriedades, levando em consideração uma série de indicadores. Quando consideramos um perfil de solo, a descrição do horizonte ocorre da superfície até a rocha, porém, quando se faz a leitura da gênese do solo, a leitura é de baixo para cima, ou seja, da rocha até a superfície. Qual a necessidade de uma leitura inversa no momento de descrição dos horizontes e explicação da gênese do solo daquele perfil?

Ao observarmos a Figura 2.5, é possível perceber a evolução na formação do perfil de solo desde o início do processo de intemperismo. Também é possível inferir sobre as seguintes formas: primeiro, a idade do solo, quanto maior o perfil de solo ou estiver mais desenvolvido, maior a idade do solo e; segundo, quanto maior o perfil do solo maior o intemperismo.

Figura 2.5 | Evolução do perfil e das camadas de solo



Fonte: <http://www.labogef.iesa.ufg.br/labogef/arquivos/downloads/Solos_do_Brasil_34198.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2017.

Análise do solo

Entre um tipo de solo e outro ou mesmo em apenas um tipo de solo, os horizontes podem diferir entre si, estas diferenças podem ser identificadas em até dez propriedades:

Quadro 2.1 | Propriedades do solo

Propriedades	Indicadores a serem considerados
Constituição	O solo é constituído por minerais, poros ocupados por ar e água e matéria orgânica. A fração mineral pode ser constituída por partículas de tamanhos variados: matacões, calhaus, cascalhos, areia grossa, areia fina, silte e argila.
Cor	A cor do solo é uma das propriedades mais fáceis de ser identificada. Recomenda-se identificar a cor no momento da coleta e após a secagem em estufa. As principais colorações são: acinzentados (indica que o ferro foi todo ou quase todo removido por lixiviação, além de ser um solo saturado com água); claros (minerais como o quartzo e a caulinita são responsáveis pela coloração mais clara); vermelhos (indicam boa drenagem e aeração do solo); amarelos (indicam também boa drenagem e aeração, porém o solo está exposto a condições de maior umidade) e os solos de cor escura (demonstram a concentração de matéria orgânica).
Textura	Esta propriedade é responsável por medir a proporção das frações que compõem o solo: areia, silte, argila e matéria orgânica. Solos com textura fina (compostos por solos argilosos), textura grossa (composto por solos arenosos) e solos com textura mediana (composto pelos solos francos).
Estrutura	É a forma com a qual as partículas de solo se organizam em unidades maiores, dando ao solo a sua estrutura: grânulos, grumos, blocos, prismas, colunas e laminar.
Cerosidade	De intensidade fraca, moderada ou forte; a cerosidade é identificada devido ao acúmulo de películas de argila translocadas do horizonte A para o horizonte B. O solo é ceroso ou brilhante.
Porosidade	Todo solo possui poros, estes sempre preenchidos por ar ou água, o que os diferem são: o número, o tamanho, a distribuição e a continuidade. Se subdividem em macroporosidade (solos arenosos) e microporosidade (solos argilosos), além dos poros existente pela estrutura dos grãos, há também os poros construídos pelos animais e pelas raízes das plantas.

Consistência	A consistência está relacionada à composição mineralógica: solo seco (macio), úmido (friável) e molhado (ligeiramente pegajoso). Esta característica influencia diretamente o manejo do solo na agricultura, são pegajosos e é possível trabalhar apenas com aração em condições de baixíssima umidade no solo.
Cimentação	A união de partículas do solo por agentes cimentantes faz com que os torrões não se dissolvam com água, já quando houver ausência de agente cimentante os torrões se dissolvem com água, dificultando a penetração desta e de raízes.
Pedoclima	Regime hídrico e térmico do solo. A composição do solo, a temperatura e os índices pluviométricos que variam conforme a localização em relação à linha do Equador e à altitude, contribuem para o desenvolvimento do perfil do solo.
Pedoforma	Ao analisar o solo como um corpo tridimensional, pode-se entendê-lo como uma pedopaisagem. Ao lado da determinação da cor, a pedorma é uma das características mais fáceis de ser definida. Por exemplo, temos o mesmo tipo de relevo com solos diferentes, quando se instala um processo erosivo, as feições serão diferentes.

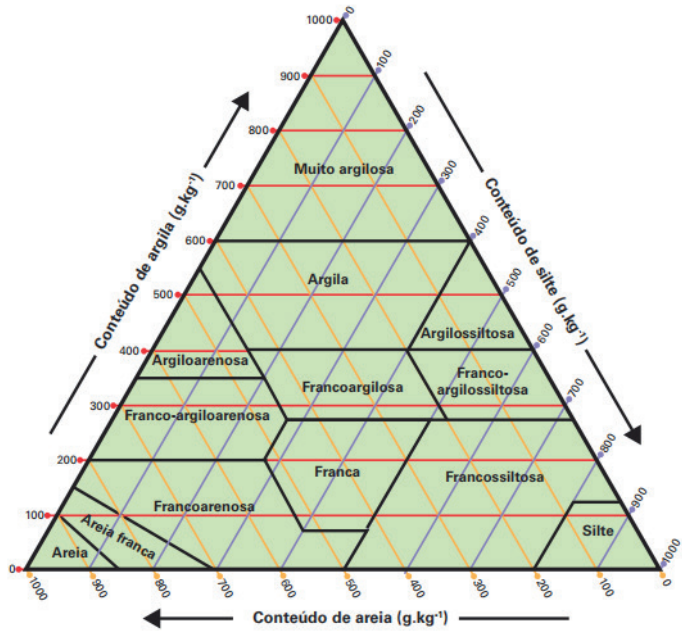
Fonte: Resende et al. (2007, p. 14-69).

Considerando que, ao realizar e medir as propriedades mais utilizadas para análise do solo, descritas no Quadro 2.1, têm-se um vasto detalhamento de um perfil de solo. Quando essas análises são realizadas em grandes extensões de terra, a área fica passível à classificação dos solos. O Brasil, por exemplo, tem o seu mapeamento dos tipos de solos (Figura 2.7).

Exemplificando

Ao analisarmos uma amostra de solo, considerando suas características texturais, obtivemos as seguintes porcentagens da componente mineral (areia, silte e argila): 35% de areia, 55% de silte e 10% de argila. Situando estas informações no triângulo textural, temos um solo com textura franco-siltosa, ou seja, o solo, para ser franco, necessita apresentar frações de partículas de areia, silte e argila; e a característica siltosa corresponde ao percentual maior de silte em sua composição.

Figura 2.6 | Triângulo de agrupamento textural do solo



Fonte: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95015.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2017.

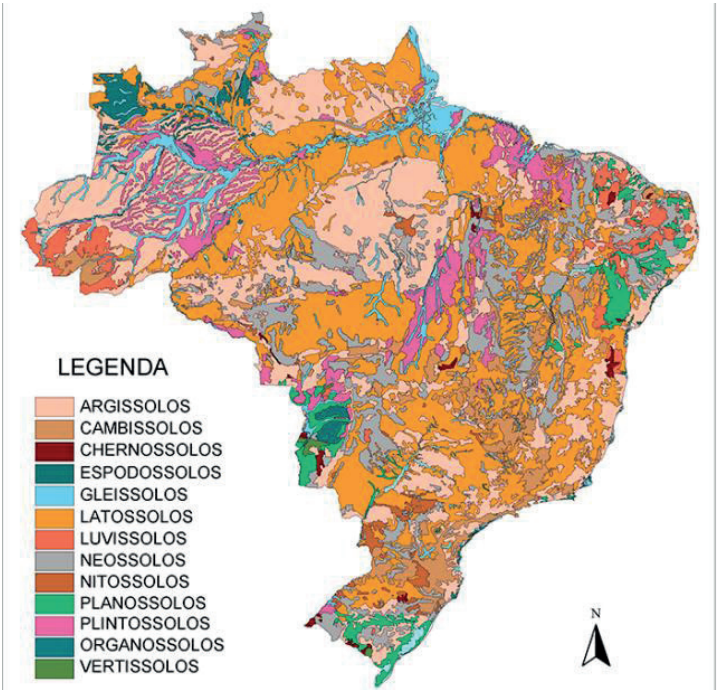
Os solos são de extrema importância na constituição paisagística natural (floresta, campo, cerrado, mangue etc.), além de direcionar qual o manejo mais adequado que o homem pode realizar para melhor aproveitar esse recurso natural. Portanto, para a ciência geográfica, o estudo dos solos se faz importante para compreendermos as dinâmicas da biodiversidade e das relações humanas.

Os solos brasileiros

Inicialmente, muitos pesquisadores no Brasil descreviam e classificavam o solo, a partir de bibliografias internacionais. Sabe-se que cada literatura denominava o mesmo solo com nomes diferentes. Diante disso, a Embrapa, o IBGE e os pesquisadores brasileiros, especialistas em solos, resolveram criar um sistema único para que não houvesse desencontro de informações. Criou-se, assim, o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos, dentre os principais tipos de solos que são encontrados no Brasil, são

agrupados em 13 tipos, como é possível verificar sua localização na Figura 2.7: Argissolos, cambissolos, chernossolos, espodossolos, gleissolos, latossolos, luvissolos, neossolos, nitossolos, organossolos, planossolos, plintossolos e vertissolos.

Figura 2.7 | Mapa de solos do Brasil, em escala de 1:5.000.000.



Fonte: <https://www.embrapa.br/image/journal/article?img_id=10718148&t=1458044668532>. Acesso em: 22 jun. 2017.

Argissolos - São solos poucos profundos e encontrados em todas as regiões do Brasil.

Cambissolos - O solo é bastante cascalhento e até mesmo rochoso, também ocorre em todas as regiões do Brasil, mais frequentemente em regiões serranas e montanhosas.

Chernossolos - Os solos chernozêmicos apresentam grande concentração de matéria orgânica, boa fertilidade no horizonte A e os perfis são pouco espessos. Este tipo de solo é encontrado nos seguintes estados: Ceará, Bahia, Mato Grosso, Mato Grosso de Sul e Rio Grande do Sul.

Espodossolos - Apresentam características bastantes diferentes de um horizonte para outro, sendo que, após o horizonte A e E que apresentam coloração esbranquiçada, ocorre o horizonte espódico com coloração mais escura, alta composição arenosa e baixos teores de nutrientes minerais. Este tipo de solo é encontrado em áreas mais expressivas nos estados do Amazonas, Roraima e Pantanal do Mato Grosso do Sul, além do litoral sul de São Paulo e nordestino.

Gleissolos - Solos característicos de áreas alagadas ou sujeitas a alagamento. Apresentam cores esverdeadas e baixa capacidade de drenagem. Ocorre em todas as regiões do Brasil, nas planícies de inundação de rios e córregos, com destaque para a planície do rio Amazonas.

Latossolos - Caracterizam-se por ser solos muito intemperizados, de boa drenagem, profundos e perfil homogêneo. Ocorre amplamente em todo o território brasileiro e subdividem-se em quatro tipos, classificados pela cor e pelo teor de óxido de ferro.

Luvissolos - Variam das cores avermelhadas até acinzentadas. Ocorrem com maior expressividade na região Nordeste, também se encontra luvissolos na região Sul e no Acre.

Neossolos – Solos pouco espessos (menos de 30 centímetros), sem a presença de horizonte B e constituídos de matéria orgânica e material mineral. Ocorrem em todas as regiões do Brasil.

Nitossolos – Apresenta horizonte B nítico, relacionado à concentração de argila e à alta cerosidade. É encontrado em todo o território brasileiro, porém, é mais expressivo na região Sul e Norte.

Organossolos – São solos pouco evoluídos, de baixa capacidade drenante e com alta composição de matéria orgânica, o carbono está caracterizado pela coloração escura. As principais regiões de ocorrência são no Sul e Sudeste, além de Goiás e Tocantins.

Planossolos – São solos minerais e mal drenados. Este tipo de solo é encontrado no Nordeste e no Pantanal. No sul do Rio Grande do Sul as áreas de ocorrência dos planossolos são aproveitadas para o plantio de arroz.

Plintossolos – Caracterizam-se pela concentração de ferro, apresenta horizonte plíntico com cores moequeadas. As áreas de maior ocorrência estão nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste.

Vertissolos – Solos minerais e férteis. Sua ocorrência é associada à clima e relevo. Ocorre mais expressivamente no Nordeste, no Pantanal e na Campanha Gaúcha.

Pesquise mais

Na página da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo é possível acessar as pesquisas, eventos e notícias sobre a temática. Disponível em: <https://www.sbcs.org.br/>. Acesso em: 22 jun. 2017.

Na página da Embrapa Solos, conheça as pesquisas, mas, principalmente, as descrições e imagens de perfis de solos que resultam na classificação dos tipos de solos encontrados no Brasil. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos>. Acesso em: 22 jun. 2017.

O documentário *Terra! O filme* explica as maravilhas que o solo nos proporciona, desde a sua origem até a sua degradação causada pela ação humana. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=zD-apLDL6VA>. Acesso em: 22 jun. 2017.

Sem medo de errar

No início desta unidade, apresentamos a situação-problema, em que Bruna, em uma de suas aulas presencias, questiona o professor a respeito de como os solos irrigados no Nordeste podem salinizar. Por que a irrigação, que é algo que inicialmente dinamizou a região, passou a ser a grande vilã?

No município onde Bruna reside (Souza, PB) existe um projeto de irrigação que envolve também o município vizinho, Marizópolis, PB. O projeto chama-se Perímetro Irrigado de São Gonçalo, foi iniciado em 1921, com a construção do Açude de São Gonçalo sobre o Rio Piranhas, com capacidade de 44.600.000 m^3 de água, e inaugurado em 1936 com a presença ilustre do Presidente da República, Getúlio Vargas. O projeto abastece a população de Souza. A água irrigava diversas atividades, desde pastagens para a criação de gado, produção de coco, goiaba, banana, manga, algodão arbóreo, entre outros, cujo destino é o mercado local, regional, nacional e internacional. Além da

produção de feijão, milho e mandioca, que garantem a subsistência das famílias da região.

A salinização do solo pode ocorrer de forma natural devido à natureza física e química do solo, porém, tal problema está se agravando com o uso de técnicas de irrigação inadequadas, principalmente na drenagem e no uso de adubação química, aliada ao desmatamento. Estes procedimentos já contribuíram para o desaparecimento de nações inteiras na antiguidade, haja vista que a salinização modifica as propriedades físicas, químicas e microbiológicas dos solos, resultando no fracasso de projetos que poderiam contribuir na melhoria da qualidade de vida das populações envolvidas.

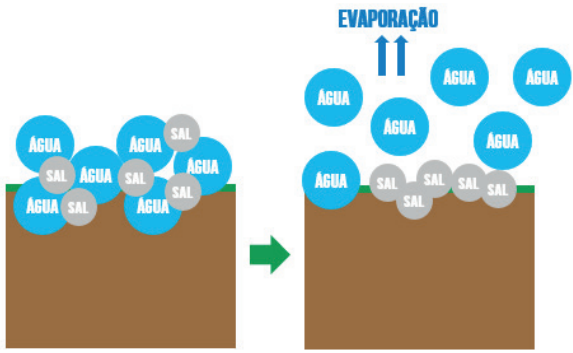
Segundo dados científicos, mais de 400 milhões de hectares no mundo já sofrem com a salinização. Essa forma de degradação ambiental ocorre, principalmente, em áreas desérticas ou semiáridas, comprometendo não apenas o solo, mas também, as águas subterrâneas e superficiais.

O intemperismo contribui com a ocorrência de sais encontrados nos solos, além do excesso de adubos químicos e da água (toda água tem concentrações de sais) via irrigação, que é o principal meio de dissolução e concentração de sais. Inicialmente, os sais dissolvidos são transportados e acumulam-se no solo após se concentrarem. A partir do momento em que a água começa a evaporar ou ser absorvida pelas plantas, se os níveis de sais não forem eliminados, o solo pode se tornar totalmente estéril. E, é neste momento que a drenagem ou a lixiviação passa a ter papel fundamental, ou seja, a ocorrência de, pelo menos um destes processos, favorece o carreamento e não permite a acumulação de sais minerais.

O manejo correto do uso do solo, com acompanhamento técnico, é indispensável para que não ocorra a salinização, pois quando o processo está instalado é muito dispendioso realizar a sua recuperação. Em algumas situações, nas quais a salinização ainda pode ser revertida e viável economicamente (o valor gasto para a recuperação do solo poderá ser revertido financeiramente), a recuperação dos solos parte do cultivo de plantas mais resistentes a concentração de sal (coco, por exemplo), práticas de drenagem e correção do solo com uso de matéria orgânica e química (gesso agrícola).

Faça valer a pena

1. A água é um dos principais agentes de transporte, deposição e transformação da composição química do solo. Na imagem, observa-se o processo de evaporação, ou seja, o solo perde água, favorecendo a concentração de minerais, neste caso, acúmulo de sódio (Na+).



Fonte: <http://www.geografiaopinativa.com.br/wp-content/uploads/2016/02/SalinizaC3A7C3A3o.png>. Acesso em: 22 jun. 2017.

Qual a denominação dada para o processo de perda de água do solo, que resulta no acúmulo de sódio?

a) Processo de halomorfismo ou salinização.
b) Processo de calcificação.
c) Processo de hidromorfismo ou salinização.
d) Processo de podzolização.
e) Processo de transformação dos minerais em argila.

2. Leia atentamente os fragmentos de texto que seguem:

"A _____ refere-se à rapidez e à facilidade com que a água recebida se escoa por infiltração e/ou escorrimento, afetando as suas condições hídricas, refletidas nos períodos em que permanece úmido, molhado ou encharcado."

"A intensificação da utilização das terras para fins diversos tem como primeiro passo o seu _____, que é a retirada de sua proteção natural. Em seguida, uma série de outras agressões é praticada com o intuito de se obter máxima exploração, o que traz consigo inevitavelmente processos de _____ e _____, a despeito dos cuidados conservacionistas que são tomados."

(Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE.

Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual técnico de pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. p. 272, 279).
Indique a alternativa que completa corretamente as lacunas do texto-base.
a) característica do solo; perfil; erosão; assoreamento.
b) drenagem do solo; perfil; sedimentação; lixiviação.
c) taxonomia do solo; desmatamento; lixiviação; assoreamento.
d) drenagem do solo; desmatamento; erosão; assoreamento.
e) característica do solo; perfil; erosão; lixiviação.

3. A formação do solo depende do material geológico, que resultará em diferentes composições mineralógicas, além de fatores bioclimáticos, estes contribuirão com os percentuais de matéria orgânica e umidade. Estas peculiaridades são classificadas e organizadas em tipos, no caso do Brasil, oficialmente está documentado treze principais tipos de solos.
A partir das características consideradas para classificar os tipos de solos do Brasil, marque a alternativa correta:
a) Os organossolos são encontrados em ambientes com baixa capacidade drenante ou úmidos, de altitude elevada, classificam-se por solos muito evoluídos e sua composição predomina os argilominerais.
b) Os latossolos têm sua coloração definida pela variação dos teores de óxidos de ferro, em geral, são solos muito intemperizados, profundos e de boa drenagem.
c) O solo classificado como planossolo é composto por materiais argilosos, com coloração típica o mosqueado e endurecem quando expostos à superfície.
d) Os Gleissolos são encontrados em todas as regiões do Brasil, característicos de áreas alagadas ou sujeitas a alagamento, apresentam coloração avermelhada.
e) Os solos com perfil de pequena a média espessura e horizonte superficial B com presença de matéria orgânica, de coloração escura e boa fertilidade, podem ser classificados do tipo chernossolos.

Seção 2.3

Geomorfologia fluvial, costeira e cárstica

Diálogo aberto

Dudu é filho de seu Ari, dono de um quiosque na praia de Genipabu, localizada no estado do Rio Grande do Norte. Desde o início da década de 2000, a praia começou a ganhar destaque nacional, a especulação imobiliária aumentou consideravelmente a venda de muitos terrenos e a construção de casas de veraneio e pousadas ocorreu de forma irregular. Dez anos se passaram e as dunas começaram a se acumular e se movimentar em direção às casas, soterrando muitas delas. Dudu, muito curioso, perguntou a seu pai o que estava acontecendo, seu Ari apenas respondeu: "É a força da natureza expulsando quem estava destruindo a beleza de nossa praia". Dudu, mesmo sabendo que as vendas aumentaram, concordou com o pai, pois não é mais possível se banhar e passear em qualquer lugar da praia. Porém, a dúvida continuava, o que fez as dunas aparecerem e, literalmente, engolirem as construções. Ao chegar em casa e fazer a mesma pergunta à sua mãe, ela respondeu: "É obra de Deus!". Dudu, não satisfeito, lembrou que apenas restava uma pessoa em que confiava e que poderia lhe explicar melhor o fenômeno, a sua professora de Geografia, Marta. Foi exatamente isso que Dudu fez. Segunda-feira, assim que chegou na escola, correu para perguntar à professora que, inicialmente, ficou preocupada: Como explicar para uma criança de 12 anos o processo natural que estava ocorrendo? Dona Marta prometeu que estudaria e na próxima aula de Geografia explicaria o fenômeno, Dudu ficou radiante e a expectativa só aumentava... "O que faz surgir e movimentar as dunas que estão soterrando as casas na praia?"

Não pode faltar

A geomorfologia tem como objeto de estudo as formas do relevo, além de estar em uma posição que liga a ciência geográfica à geológica. Uma das principais finalidades do estudo do relevo está na diminuição de impactos ambientais, elaborando planos e

projetos compatíveis em relação à sociedade e à natureza. Dentre os principais processos geomorfológicos, trataremos com maior detalhamento a geomorfologia fluvial, geomorfologia costeira e a geomorfologia cárstica.

Assimile

A importância do uso epistemológico da relação sociedade-natureza está na intrínseca relação do meio ambiente, além da necessidade imediata da sociedade repensar suas atitudes e ações. Leff (2001, p. 67) relata que:

> **A gestão dos recursos naturais, "... [está] estão intimamente vinculados ao conhecimento das relações sociedade-natureza: não só associados a novos valores, mas a princípios epistemológicos e estratégias conceituais que orientam a construção de uma racionalidade produtiva sobre bases de sustentabilidade ecológica e de equidade social. Desta forma, a crise ambiental problematiza os paradigmas estabelecidos do conhecimento e demanda novas metodologias capazes de orientar um processo de reconstrução do saber que permita realizar uma análise integrada da realidade."**

A geomorfologia fluvial estuda a rede de drenagem fluvial e as bacias hidrográficas, relacionando a formação do relevo, a base geológica, tipo de rocha, com as características hidrológicas, climáticas, biogeográficas e de ocupação do solo. Além de se destacar pelo caráter condicionante à vida humana, pois a maioria das civilizações antigas e a concentração da população atual, no mundo, se dá às margens dos rios.

Dentre os aspectos que a geomorfologia fluvial aborda temos a fisiografia fluvial, responsável pelo estudo dos tipos de leitos, de canal, de rede de drenagem e a hierarquia da rede fluvial. O tipo de leito está vinculado ao escoamento das águas. Segundo Tricart (1966), ele pode ser dividido em três seções: vazante (leito normal de um rio), leito menor (escavação realizada pelo rio quando em vazão normal), leito maior (área alagada periodicamente durante as cheias) e leito maior excepcional (área máxima alagada em eventos de precipitação extrema, quando ocorrem as grandes cheias).

Os canais fluviais também são classificados em três categorias: os retilíneos, anastomosados e meândricos. Os canais retilíneos representam segmentos curtos, com exceção quando estão controlados por uma linha tectônica (linhas de falhas ou fraturas) e de canais localizados em planícies arenosas deltaicas. Para que o canal seja reto é necessário que o seu leito seja constituído pelo mesmo material e, assim, consiga produzir a mesma resistência.

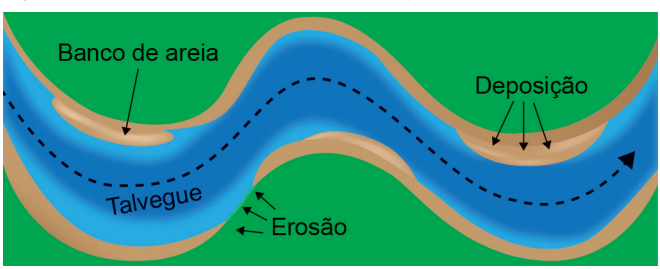
Os canais que apresentam grande volume de carga de fundo (sedimentos) e flutuação no nível de vazão do rio favorecem a formação de obstáculos, ilhas e barras arenosas. Estes, por sua vez, favorecem a ramificação de canais, que se separam e se reencontram ao longo do leito. Tal tipo de estrutura de canal é classificada como anastomosado.

Já os canais meândricos são frequentes em regiões úmidas e com mata ciliar, suas curvas sinuosas são harmoniosas. Quando um meandro tem as suas margens côncavas (mais erodidas) conectadas, estas passam a depositar sedimentos e o leito se fixa pelo caminho mais curto e fácil, formando um padrão denominado de meandro abandonado. Os meandros, em sua maioria, estão vinculados a processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos, estes variam de acordo com a velocidade, turbulência, volume e tamanho das partículas (Figura 2.9a).

Exemplificando

Uma das formas encontradas na geomorfologia fluvial são os canais meandrantes, caracterizados por serem estreitos e relativamente profundos, com margens estáveis. É no ajuste do canal, após variação na vazão, que os processos de erosão e deposição se intensificam (Figura 2.8).

Figura 2.8 | Modelo demonstrativo de um meandro e suas zonas de erosão e deposição (conhecido como banco de areia ou praia fluvial)

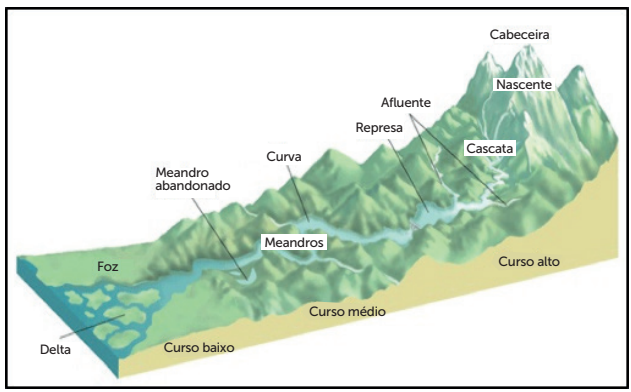


Fonte: <http://www.portugalnotavel.com/wp-content/uploads/2012/08/meandros-de-rios-2.jpg>. Acesso em: 27 jun. 2017.

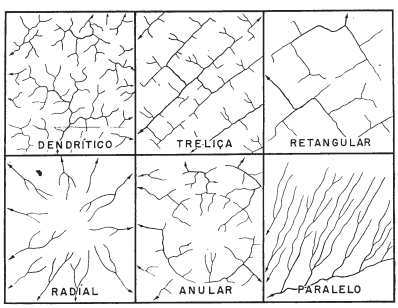
A rede de drenagem está vinculada ao conjunto de canais de escoamento interligados, quando a bacia hidrográfica drenar a água para o mar, será denominada de exorreica e quando drenar a água para uma depressão ou se dissipar em áreas desérticas ou cársticas é denominada de endorreicas. Outra característica apresentada pela rede de drenagem é o seu padrão geométrico, esses padrões auxiliam na identificação de falhas geológicas, comportamento climático e processos fluviais em que a rede de drenagem está condicionada (Figura 2.9b) (CHRISTOFOLETTI, 1974).

Figura 2.9 | a) Demonstração de uma bacia hidrográfica e o comportamento do canal fluvial; b) principais tipos de rede de drenagem

A)



B)

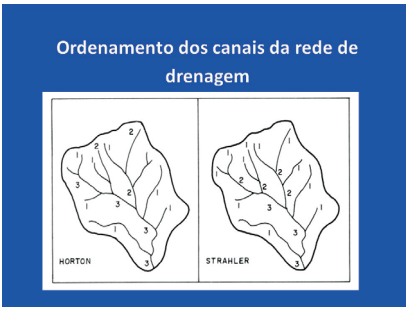


Fonte: <https://goo.gl/cLjGgt>; <https://goo.gl/rk8ybw>. Acesso em: 26 jun. 2017.

No tocante à hierarquia da rede de drenagem, os estudos se iniciaram em 1945, por Robert Elmer Horton (1875-1945), porém, em 1952, Arthur Newell Strahler (1918-2002) reordenou e propôs uma nova classificação, a saber: os rios indicados pelo número 1 são considerados de primeira ordem, por serem os canais formadores da bacia hidrográfica; os rios indicados pelo número 2 são rios de

segunda ordem originários pela confluência de dois rios de primeira ordem, da confluência de rios de segunda ordem, originam o trecho denominado de terceira ordem (Figura 2.10).

Figura 2.10 | Comparação entre a hierarquia da rede fluvial proposta por Horton e por Strahler



Fonte: <https://goo.gl/khMn8N>. Acesso em: 26 jul. 2017.

Nos últimos séculos, a atividade humana aumentou sua influência sobre a dinâmica natural das redes de drenagem. Desde ações diretas, como controle de vazões (reservatórios e barragens), obras de engenharia que mudam o curso do canal fluvial (ampliam os efeitos de enchentes, inundações, erosão e deposição de sedimentos) e por ações indiretas, por exemplo, esgoto, desmatamento, práticas agrícolas inadequadas, construção de prédios e a urbanização (GUERRA; CUNHA, 2003).

O planejamento e a gestão do uso das áreas costeiras no Brasil são muito recentes. Esse tema só se torna relevante com o avanço da urbanização e na construção de infraestrutura para veranistas. Dentre as principais características, Shepard (1937) classifica a costa em: costas primárias (moldada por processos não marinhos) e secundárias (moldada por processos de erosão e acumulação marinha).

Os processos costeiros derivam da ação de agentes que causam erosão, transporte e deposição de sedimentos, sendo estes responsáveis pela movimentação constante das formas do litoral. Eles são divididos em oceano aberto, zona costeira e interior continental (Figura 2.11a).

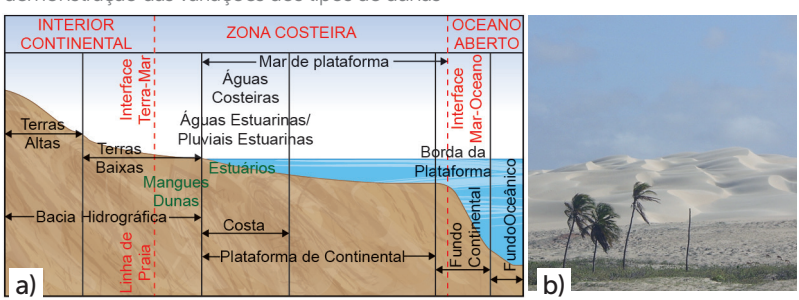
No contexto brasileiro, analisaremos algumas situações. Na região Norte, a grande quantidade de sedimento transportada pelo Rio Amazonas é depositada no litoral do Amapá, com vasta área de exuberante manguezal. Ao sul da foz do Rio Amazonas o litoral

é recortado em forma de rias (mar pouco profundo, onde a maré é determinante na capacidade de o oceano avançar pela costa). Na região Nordeste o processo erosivo é intenso. Nas regiões Sudeste e Sul o processo é menos intenso, mas também ocorrem sinais de erodibilidade da costa (GUERRA; CUNHA, 2003).

As planícies costeiras são as superfícies planas, resultantes da deposição de sedimentos marinhos e fluviais, localizadas junto ao mar. Nas regiões Norte, Nordeste, Sudeste e parte do Sul do Brasil as planícies são geralmente estreitas, confinadas entre o oceano e as escarpas dos planaltos e serras. As planícies mais amplas estão associadas ao depósito de sedimentos do Rio Amazonas, Ilha do Marajó e litoral do Amapá; as feições deltaicas dos Rios Parnaíba, São Francisco, Pardo e Jequitinhonha no Nordeste e dos Rios Doce e Paraíba do Sul no Sudeste. E, no Rio Grande do Sul onde se encontra a mais extensa planície costeira com 520 km e largura de 120 km, esta planície incorpora a lagoa dos Patos, a maior laguna da América do Sul, com área de 10.144 km^2.

As praias são depósitos sedimentares, comumente arenosos, acumulados pela ação das ondas e ajustadas pelas marés. Por ser atrativo turístico, são amplamente usadas para o lazer. Os principais estudos das praias estão vinculados às mensurações de ganho e perda de areia. Por exemplo, se a praia tem perfil sazonal (verão e inverno), ela se adapta a tal, desempenhando melhor o seu papel fundamental na proteção do litoral contra a erosão marinha. Quando as areias da praia são suficientemente finas para o transporte eólico, e ocorrem ventos com velocidade capaz de carregar estas partículas, formam-se as dunas costeiras (Figura 2.11b).

Figura 2.11 | a) Área responsável pelos estudos da geomorfologia costeira; b) demonstração das variações dos tipos de dunas



Fonte: <https://goo.gl/nQ7ZvT>; <https://goo.gl/AdnupH>. Acesso em: 26 jul. 2017.

A geomorfologia cárstica estuda o relevo sobre rochas solúveis pela água, por exemplo, rochas carbonáticas (calcários) e evaporitos, rochas com estas características estão presentes em 10% da superfície do planeta.

Segundo Guerra e Cunha (2003), a gênese (origem) e a evolução da paisagem cárstica dependem do grau de dissolução da rocha, da qualidade e do volume de água associados às características ambientais da litosfera, biosfera e atmosfera. Cada região tem suas peculiaridades, sua dinâmica e evolução, sendo que os estudos devem ser realizados de forma individualizada e in loco. A evolução do relevo cárstico é a sua dissolução total, porém, a sua complexa e espetacular dinâmica de transformação/evolução se sobressai em áreas de rochas calcárias mais espessas, nas quais há ocorrência de galerias e rios subterrâneos, cavernas, entre outras feições geomorfológicas (Figura 2.12 a).

A morfologia cárstica está preocupada com a estrutura e a classificação das feições do relevo cárstico. As feições mais conhecidas são as superfícies de lapiesamento. Os lapiás são pequenos sulcos localizados na superfície rochosa. Seu conhecimento, assim como sua dinâmica, auxilia no levantamento de dados genéticos de evolução do relevo em função das condições ambientais atuais.

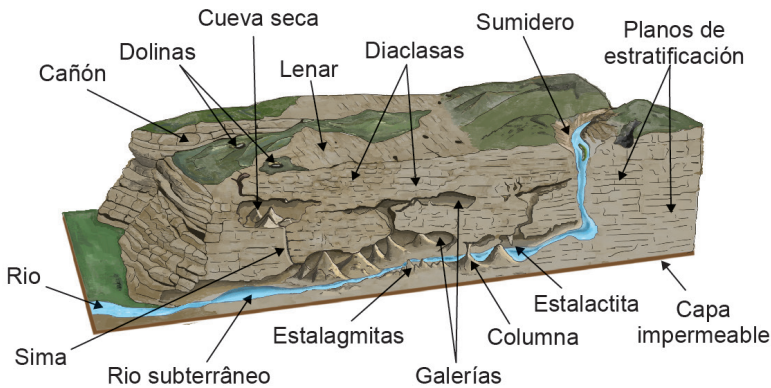
Os poliês, uvalas e as dolinas apresentam a mesma característica, ou seja, ocorre um processo de corrosão do relevo em áreas planas, inicialmente, forma-se uma área depressiva e ao dissolver totalmente a rocha forma-se um abatimento (buraco). A diferenciação está no tamanho desses abatimentos, os poliês abrangem grandes áreas, as dolinas, áreas bem menores, e as uvalas consistem na união de duas ou mais dolinas.

Outra característica que compõe a morfologia cárstica são as formas fluviocársticas nas quais um rio que apresenta seu leito na superfície da terra passa a ser subterrâneo (Figura 2.12a). Esse fenômeno tem o seu ponto de sumidouro, mas também pode apresentar seus pontos de surgência (quando o rio retorna à superfície).

E as formas e hidrologia endocárstica, caracterizadas por todos os condutos subterrâneos de acesso ao homem, as mais conhecidas são as galerias subterrâneas e as cavernas (Figura 2.12a). As cavernas podem apresentar duas origens: as freáticas, que estão totalmente

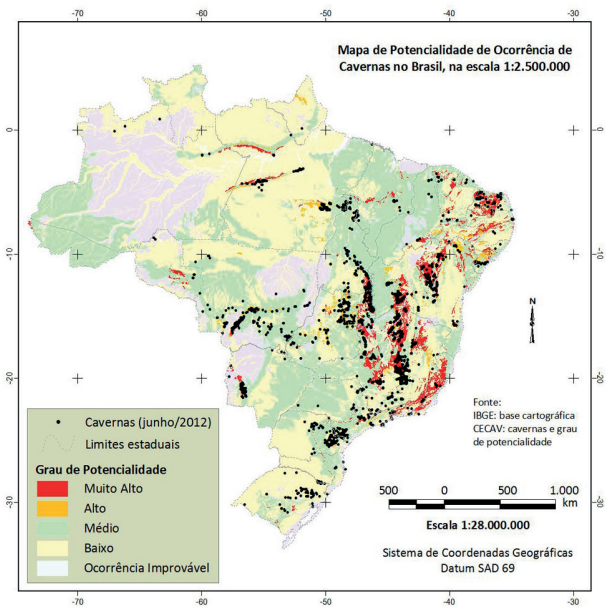
inundadas e foram esculpidas pela ação da água subterrânea e as de origem mista (freática e vadosa), nas quais há a oscilação entre o preenchimento total ou parcial de água.

Figura 2.12a | Demonstração das feições externas e internas de um relevo cárstico



Fonte: <http://iespoetaclaudio.centros.educa.jcyl.es/sitio/index.cgi?wid_item=1788&wid_seccion=19>. Acesso em: 27 jun. 2017.

Figura 2.12b | Mapa de potencialidades de ocorrência de cavernas no Brasil



Fonte: <http://www.icmbio.gov.br/cecav/projetos-e-atividades/potencialidade-de-ocorrencia-de-cavernas.html>. Acesso em: 27 jun. 2017.

Reflita

As estalagmites são formações que crescem a partir do chão e as estalactites crescem a partir do teto de uma caverna, este fenômeno acontece devido à reação química que as rochas carbonáticas sofrem quando entram em contato com a água. Se este processo resulta na dissolução das rochas, que fenômeno ocorre para que as rochas dissolvidas em água voltem a se solidificar, formando as estalagmites e as estalactites?

No Brasil, é possível encontrar relevos carbonáticos. Algo que atesta a sua existência é a autossuficiência em cimento, abastecendo o do mercado interno e externo, cuja matéria-prima é o calcário. Os estados com as maiores províncias carbonáticas estão na Bahia, Minas Gerais e Goiás, outra grande província fica entre Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e em escala bem menor, nos estados de São Paulo (Vale do Ribeira e Cajamar), Espírito Santo, Paraíba, entre outros (2.12b).

Pesquise mais

O PETAR – Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – localiza-se no sul do estado de São Paulo, tem mais de 350 cavernas catalogadas (12 estão abertas à visitação) e é nesta região que se encontra a maior área contínua de Mata Atlântica preservada. O documentário a seguir percorre algumas trilhas, visita cavernas e contextualiza a região.

Documentário *Parques de São Paulo: Petar*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-OQkjd2zRrY>. Acesso em: 22 jun. 2017.

Sem medo de errar

Sabemos que Dudu está ansioso para descobrir o que faz as dunas se movimentarem e soterrarem as casas construídas na praia de Genipabu, RN. Então, o dia da aula de Geografia chegou e a professora Marta parecia tão empolgada quanto ele. Ela conta aos alunos que o tema de estudo é erosão, especificamente a erosão eólica. Inicialmente, a professora explica o que é erosão, como acontece naturalmente, e porque algumas ações humanas podem contribuir na aceleração de tal processo. Depois disso, ela convida os alunos para irem até à praça que fica no bairro, pois a escola não conta com um

espaço assim, para recreação. Ela leva uma pá, um balde com água e um ventilador, o que causa animação e curiosidade nas crianças. A professora explica sobre a erosão eólica, ou seja, a erosão causada pelo vento, pontuando que o vento precisa ter força suficiente para mover partículas sólidas e, quando elas são muito pequenas, ele pode carregá-las por longas distâncias. No caso da praia de Genipabu, há uma parte na qual a água do oceano deixa a areia com umidade suficiente para não ser carregada para longas distâncias e outra parte onde as ondas não chegam e a areia se mantem quase plana. Depois da praia, aparece o cordão de dunas, que, por se constituírem a partir de sedimentos não consolidados (grãos de areia soltos) e pequenos, são carregadas pelo vento. Nesse momento a professora liga o ventilador em direção à areia do parque. Conforme sua velocidade aumenta, mais partículas se movimentam e se acumulam, como acontece quando elas encontram um obstáculo, no caso um pneu (usado para conter a areia, próximo ao escorregador). Esse exemplo foi o que a professora Marta usou para explicar o que estava ocorrendo na praia: lá não existia casas, então, o vento passava, levava as partículas para outros lugares. Agora, com as casas, que exercem o mesmo papel que o pneu, essa barreira antrópica permite o acúmulo de areia, que em determinado momento, soterra as casas. Como alguns alunos ainda estavam com dúvidas, ela pega a pá e faz dois montes de areia, um deles com água. Ao ligar o ventilador, somente o monte de areia seca se desfaz. Assim, ela argumenta que este segue o mesmo princípio das dunas, os grãos são soltos e se o vento tiver força para carregá-los, assim acontecerá. Já no monte de areia molhada, o deslocamento dos grãos de areia é menor. No meio natural, para que ela se mantenha é preciso a retenção da umidade ou da vegetação rasteira, que é típica desses tipos de ambientes. Tais condições são empecilhos para um rápido deslocamento e, quando há ampliação no número de veranistas, a degradação é maior, ou seja, nas áreas mais planas, há a construção de casas, a vegetação é removida para acesso à praia, surgem trilhas de passagem, enfim, todas essas ações de forma muito intensa provocam impactos ambientais e, neste caso, a construção de casas em lugares inadequados favoreceu o acúmulo de areia e o soterramento das residências.

Faça valer a pena

1. Leia atentamente ao excerto de texto seguinte:

Para melhor compreender a gênese e evolução _____ é necessário conhecer as paisagens, os componentes que nelas estão inseridos e os _____ que modelam um relevo peculiar conhecido como relevo _____.

Fonte: MOREIRA, 2016, p. 20.

Indique em qual alternativa é possível encontrar a ordem respectiva e correta das palavras para completar as lacunas do texto anterior:

a) das dolinas – erosivos – cárstico.
b) das cavernas – processos – cárstico.
c) dos lapiás – processos – erosivos.
d) dos endocársticos – erosivos – endocársticos.
e) das dolinas – processos – lapiásticos.

2. Leia atentamente o excerto de texto que segue:

> Os primeiros sedimentos a se depositarem são os seixos, os quais se acumulam no sopé das montanhas (conhecidos por depósitos
> de piemonte ou leques aluviais, em virtude do seu formato). São depósitos grosseiros, mal selecionados, com estratificação irregular. Os depósitos das planícies diferem dos primeiros por serem mais bem selecionados, com estratificação melhor. (POPP, 1998, p. 144)

Analise o fragmento de texto que aborda as características deposicionais de sedimentos e indique a alternativa correta:

a) O texto versa sobre os primeiros depósitos fluviais, onde o relevo, por ter maior declividade, contribui para que o rio tenha menor velocidade e, por consequência, carregue seixos e blocos de rochas maiores.
b) O desmatamento contribui para a diminuição dos depósitos aluvionares. Tal fenômeno é perceptível em vários rios do Brasil, exceto aqueles localizados em áreas de planaltos, com menos declividade.
c) Quanto mais próximo da foz do rio, maior é a inclinação do relevo. O fragmento de texto se refere às planícies, destacando tal fenômeno ao se referir à maior homogeneidade dos sedimentos.
d) Os leques aluviais são depósitos sedimentares marinhos, que provêm de enxurradas, onde a água transporta o material por suspensão. Quando menor a declividade do terreno maior será a velocidade das águas.
e) A erosão fluvial corresponde ao transporte de material por solução,

suspensão, rolamento, salto e arrasto. O tipo de transporte depende da velocidade e do volume de água, ou seja, quanto mais a montante menor o volume e maior a velocidade, devido à alta declividade.

3. As planícies costeiras são as superfícies planas, resultantes da deposição de sedimentos marinhos e fluviais, localizadas junto ao mar. Nas regiões Norte, Nordeste, Sudeste e parte do Sul do Brasil as planícies são geralmente estreitas, confinadas entre o oceano e as escarpas dos planaltos e serras. Marque a alternativa que corresponde a uma das características da geomorfologia costeira:

a)

Fonte: <https://goo.gl/oHnWBc>. Acesso em: 29 jun. 2017.

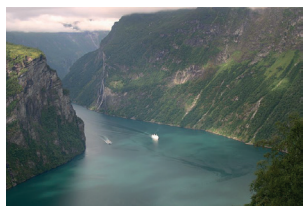
b)

Fonte: <https://goo.gl/sN8sBw>. Acesso em: 29 jun. 2017.

c)

Fonte: <https://goo.gl/KZLxBz>. Acesso em: 29 jun. 2017.

d)



Fonte: <https://goo.gl/Y767wZ>. Acesso em: 29 jun. 2017.

e)

Fonte: <https://goo.gl/nfNeA7>. Acesso em: 29 jun. 2017.

Referências

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. dos. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. Florianópolis: Editora UFSC, 1994. 425 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Editora da USP, 1974.

GUERRA, A. J. T. CUNHA, S. B. da (Orgs.). **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

IBGE. **Manual Técnico de Pedologia**. 2. ed., 2007, p. 50. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv37318.pdf>. Acesso em: 4 set 2017.

JATOBÁ, L.; LINS, R. C. **Introdução à geomorfologia**. 4. ed. Recife: Bagaço, 2003.

LEFF, E. **Epistemologia ambiental**. Tradução de Sandra Valenzuela. Revisão técnica: Paulo Freire Vieira. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

_____. **Epistemologia ambiental**. Tradução de Sandra Valenzuela. Revisão técnica: Paulo Freire Vieira. São Paulo: Cortez, 2001.

PETERSEN, J.; SACK, D.; GABLER, R. E. **Fundamentals of physical geography**. Cengage Learning, 2010.

POPP, J. H. **Geologia geral**. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora JC, 1998.

_____. **Geologia geral**. 6. ed. Rio de Janeiro: Editora JC, 1998.

RESENDE, M.; et al. **Pedologia**. Base para distinção de Ambientes. 5. ed. Lavras: Editora UFLA, 2007. 322 p.

SHEPARD, F. P. Revised classification of marine shorelines. **Journal of Geology**, n. 45, p. 602-624, 1937.

TOMINAGA, L. K., SANTORO, J., AMARAL, R. **Desastres Naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

TORRES, F. T. P.; MARQUES NETO, R.; MENEZES, S. de O. **Introdução à geomorfologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

TRICART, J. Os tipos de leitos fluviais. **Notícia Geomorfológico**, v. 14, n. 12, p. 3-14, 1966.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Educação. Escola de Aplicação. **Estudo do meio**. Disponível em: <http://www2.ea.fe.usp.br/estudo-do-meio>. Acesso em: 3 jul. 2017.

Climatologia

Convite ao estudo

A climatologia é um ramo da Geografia que nos ajuda a compreender a dinâmica e os processos atmosféricos. Sua nomenclatura é de origem grega (*atmos* = vapor e *sphaira* = esfera) e ela se constitui pela camada gasosa que envolve o planeta Terra. Além disso, o Sol é fornecedor de 99,97% da energia utilizada pelo sistema Terra e é, assim, o responsável por todas as formas de vida encontradas no planeta.

O enfoque principal desta unidade é contribuir e ampliar a concepção teórico-conceitual sobre climatologia. Abordaremos, na Seção 3.1, os elementos do clima, considerando os fenômenos que envolvem pressão atmosférica, temperatura e umidade do ar, radiação solar e circulação atmosférica. Na Seção 3.2, a temática será o ciclo hidrológico; na primeira parte, o destaque é a influência dos mares e oceanos no ciclo hidrológico, depois das águas continentais, tanto superficiais como subterrâneas e, por fim, balanço hídrico.

Na Seção 3.3, última parte da unidade, trabalharemos com assuntos relacionados à meteorologia e tempo atmosférico, com ênfase em temas que envolvem tempo atmosférico, previsão do tempo, instrumentalização de uma estação meteorológica e influências climáticas em regiões costeiras e no interior dos continentes.

Nesta unidade, acompanharemos os diferentes relatos, que um grupo de amigos (Mateus, Carlos, Artur e Elena) fizeram durante um "mochilão" pela América do Sul, cuja maioria versa sobre a percepção deles e a troca de informações com a população local, sobre questões climáticas, paisagísticas e culturais. As experiências foram variadas, desde a escalada na Cordilheira dos Andes até

o acompanhamento da primeira viajem por terra de Carlos (de Goiânia até Maceió), além de ouvirem relatos sobre as mudanças que ocorreram após a chegada da energia elétrica em áreas rurais.

É importante destacar que, sob cunho acadêmico, a abordagem teórica fenomenológica – percepção geográfica – foi introduzida no Brasil pela Prof.ª Dr.ª Lívia de Oliveira (UNESP – Rio Claro/SP) e, em relação aos estudos sobre percepção climática, a prof.ª Dr.ª Maria da Graça Barros Sartori (UFSM – Santa Maria/RS) foi a pioneira, a partir de sua tese de doutoramento.

O objetivo fundamental desta unidade é despertar em você, caro estudante, o interesse e a motivação para buscar novos e outros conhecimentos em climatologia, extrapolando os limites deste livro. Graças ao período informacional no qual vivemos, e pelo fato dos resultados de novas pesquisas em meteorologia e climatologia serem tão rápidos, nós o convidamos a consultar e estudar periódicos atuais, sobre os mais recentes avanços da ciência. Bons estudos!

Seção 3.1

Elementos de climatologia

Diálogo aberto

Um grupo de amigos (Mateus, Carlos, Artur e Elena) resolveu fazer um "mochilão" pela América do Sul. Quando foram conhecer a Cordilheira dos Andes, por ser um lugar inóspito e pelo desejo de fazer escalada, optaram pelo acompanhamento de um dos guias da região, Juan.

Durante toda a trilha, era necessário carregar os resíduos produzidos. Ao retornarem para a tenda principal, onde faziam alguns testes rápidos para saber como estavam de saúde e esperavam o transporte, que os levaria para a cidade mais próxima, Juan perguntou o que eles acharam do percurso. Elena argumentou sobre as belas paisagens observadas, a forma hospitaleira como foram tratados por todos e a gentileza do guia para com o grupo de amigos. Mateus comentou que gostou muito do caminho, porém, sentiu uma série de sintomas estranhos, como dores de cabeça e zumbido nos ouvidos, fenômeno que confirmado pelos demais integrantes do grupo.

Carlos, responsável por trazer parte dos resíduos produzidos pelo grupo, abriu a mochila para retirá-los e deixar no depósito para que a coleta levasse ao aterro sanitário ou ao centro de reciclagem. Então ele comentou: "Nossa, essa garrafa pet não estava amassada ao fechar, que estranho!", e a mesma estranheza percorreu os demais. Mateus também carregou resíduos, produzidos ao chegarem na tenda que se localiza na metade do percurso e, logo percebeu que a garrafa pet que havia guardado encontrava-se do mesmo jeito que a que Carlos carregava, porém, ao compará-las, estava um pouco menos amassada em relação a de Mateus.

Artur, que até o momento não havia se manifestado, questionou seus amigos, que não souberam responder. Então, ele volta-se a Juan e diz: "Ao iniciarmos a escalada estávamos todos bem, na medida em que percorremos a trilha, os fenômenos, principalmente, dor de cabeça, zumbido e falta de ar, nos acompanharam pelo restante do percurso. Por que isso ocorreu? E mais, se não mexemos nos

resíduos que Mateus e Carlos carregavam, porque as garrafas pet ficaram amassadas?". Nesse momento, Juan ficou pensativo, será que o guia encontrou alguma solução para explicar o que o grupo de amigos acabara de vivenciar?

Não pode faltar

Incidência de radiação solar

A Terra recebe, diariamente, no limite superior externo da atmosfera, 17 x 1013 kW de energia eletromagnética, que se desloca na velocidade da luz, porém, em comprimentos de ondas diferentes e provenientes do Sol. Outro elemento importante na dinâmica atmosférica e sobre a energia externa (obtida pelo Sol) é o fato das ondas serem curtas e absorvidas pelo ar, o que permite que ele seja transparente.

Diante disso, podemos dizer que, dos 100% da energia emitida pelo Sol que chega à Terra, parte é absorvida ou refletida, pelas nuvens e pela atmosfera, antes mesmo de chegar à superfície do solo. A energia que chega ao solo (aproximadamente 46%) é, em parte, absorvida em um processo que é mais eficiente em superfícies mais escuras, como solo exposto, asfalto e superfícies de água. Em contrapartida, a energia poderá ser refletida, principalmente, pelas nuvens e pelas geleiras (Figura 3.1).

Assimile

Segundo Tubelis e Nascimento (1984) e Torres e Machado (2011), há diferenças entre os conceitos de **radiação** solar e **insolação**:

Radiação solar diz respeito à energia que a Terra recebe na forma de ondas eletromagnéticas provenientes do sol.

Insolação refere-se ao período do dia que determinado lugar dispõe de luz solar ou a duração do brilho solar.

Portanto, a superfície sobre a qual incide a radiação interfere nos valores de energia refletida ou absorvida, envolvendo quatro principais processos:

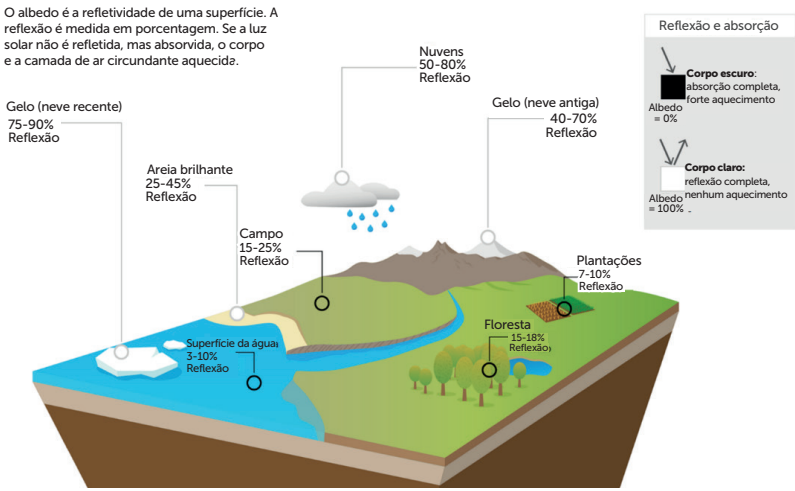
1. O albedo indica a capacidade de uma superfície refletir. Por exemplo: as nuvens apresentam albedo de 50-80% de reflexão.

2. A Absortividade ou absorção é fração de energia absorvida por uma superfície;

3. A Refletividade ou reflexão é a capacidade de uma superfície refletir a energia; e

4. A transmissividade em algumas superfícies, nas quais ocorre a incidência de energia, é possível a transmissão, por exemplo, a energia solar tem este princípio, a energia do sol chega à superfície das placas, é absorvida e transmitida para a conversão em energia elétrica (Figura 3.1).

Figura 3.1 | Representação, em esquema, de como as principais características da radiação solar, albedo, reflexão e absorção, ocorrem no sistema Terra



Fonte: <https://goo.gl/NMzCz5.>. Acesso em: 5 jul. 2017.

Sureda e Gil (1979, p. 22) explicam que, aproximadamente, 29% da energia solar não é devolvida ao espaço, ela fica retida e permite que o sol seja o fornecedor de energia "para alimentar o gigantesco 'motor' da máquina atmosférica". O sol contribui para a reposição de energia gasta pelo movimento e aquecimento do ar, aquecimento da terra, evaporação de água, derretimento de neve ou gelo, permite a ocorrência de potenciais elétricos que produzem os raios, temporais, ciclones, entre outros, ou seja, produz aquilo que designamos de clima e/ou tempo.

Se a chegada de energia é por ondas curtas, após refletidas elas passam a ser ondas longas ou infravermelhas. Como já aprendemos,

as ondas curtas são pouco absorvidas pelo ar, por ser este transparente; no entanto, esta condição inverte-se com as ondas longas, pois o ar consegue absorver a radiação do vapor de água, dióxido de carbono e outros gases-traço (metano, óxido nitroso e fluorocarbonos), tornando-o opaco, retendo a perda de calor e aumentando a umidade, este fenômeno descrito é conhecido como efeito estufa. A partir dessa condição atmosférica, a absorção da radiação permite que os gases-traço aumentem seus efeitos radioativos, corroborando, inclusive, para a ocorrência de chuva ácida.

Pressão do ar

A pressão do ar ou pressão atmosférica é um dos fatores do tempo atmosférico. Como já sabemos, a Terra é envolta por uma camada de ar, a atmosfera, e como toda matéria, o ar tem peso, exatamente 1,293 gramas/litro, ao nível do mar. Este peso é manifestado na forma de pressão, em todas as direções, espacialmente, em qualquer parte da superfície da Terra. Para as áreas de menor pressão, denomina-se de Baixa Pressão (BP) e nas áreas de maior pressão do ar, Alta Pressão (AP).

Para Ayoade (2003), a pressão atmosférica altera-se em virtude da temperatura, da latitude e da altitude. A temperatura consegue dilatar ou comprimir o ar. Nas regiões mais quentes, por exemplo, o calor dilata o ar e a pressão sobre a superfície é menor, ou seja, baixa pressão. Também pode ocorrer variação nas regiões subtropicais, em decorrência das estações do ano.

Quanto à latitude, na zona equatorial as altas temperaturas são determinantes para a ocorrência de baixa pressão; já nos polos, por ser bem mais frio, o ar se apresenta mais denso e pesado, é maior a incidência de alta pressão. Assim sendo, geralmente, a pressão atmosférica aumenta do Equador em direção aos polos, ou seja, a pressão aumenta concomitantemente ao aumento da latitude.

A influência da altitude sobre a pressão atmosférica ocorre de forma inversa, ou seja, quanto mais elevado for o local, menor a pressão (menor a camada de ar entre a superfície até o final da atmosfera). Tubelis e Nascimento (1984) afirmam que os fatores que influenciam na diminuição da pressão atmosférica com a altitude estão relacionados à diminuição de densidade do ar, da aceleração da gravidade e da temperatura do ar.

Segundo Torres e Machado (2011), as áreas de baixa pressão (BP) denominam-se ciclones ou áreas ciclonais e são receptoras de ventos. Já as áreas de alta pressão (AP) se denominam anticiclones ou área anticiclonais e são dispersoras de ventos, devido a mecanismos de divergência e convergência do ar. Outra característica refere-se à direção do movimento do ar. No hemisfério sul, nas áreas de BP o ar apresenta movimento para o interior e em sentido horário e as AP para fora, no sentido anti-horário. Este fenômeno ocorre de forma oposta no hemisfério norte.

Temperatura e umidade do ar

A temperatura sobre o globo está estreitamente ligada à quantidade de energia radiante que chega à superfície terrestre. É importante diferenciarmos temperatura e calor. O **calor** é uma forma de energia, já **temperatura** é quantidade de energia que um corpo possui sob forma de calor.

Segundo Ayoade (2003), a distribuição de temperatura numa área é demonstrada por meio de linhas isotérmicas, enquanto a variação de temperatura em escala temporal é demonstrada através de gráficos. Dentre os fatores que influenciam na variação espacial da temperatura na superfície terrestre, estão "a quantidade de insolação recebida, a natureza da superfície, a distância a partir dos corpos hídricos, o relevo, a natureza dos ventos predominantes e as correntes oceânicas (AYOADE, 2003, p. 52).

Ainda em conformidade com Ayoade (2003), são condicionantes de cada fator que influencia na temperatura:

- A **latitude** é o fator principal no controle de insolação recebida em determinada região.
- A **natureza da superfície** determina os valores do albedo e a variação do calor específico.
- A **distância dos corpos hídricos** influenciará na temperatura do ar, contribuindo para o efeito de continentalidade.
- O **relevo** tem ação atenuadora sobre a temperatura.
- Os **ventos** e as **correntes oceânicas**, porém, os dois últimos

podem transportar ou transmitir por advecção, calor ou frio de uma área para outra. Por exemplo, frentes frias.

Além da variação espacial, ocorrem também variação sazonal (volume de insolação recebida em qualquer parte do globo), variações diurnas (amplitude diminui da linha do Equador aos polos, devido ao ângulo de elevação do Sol) e temperatura fisiológica (temperatura de um organismo vivo, que depende, por sua vez, da temperatura do ar e da taxa de perda de calor).

A **umidade do ar** se origina a partir da superfície terrestre pela evaporação e transpiração, é entendida como a quantidade de vapor de água existente na atmosfera, não abrangendo água no estado líquido (gotículas de água) ou sólido (gelo).

Tabela 3.1 | Sistematização dos índices de umidade e suas respectivas unidades de medida

Índices de umidade	Unidade de medida dos índices
Umidade absoluta	Expressa em gramas por metro cúbico de ar e a massa total da água.
Umidade específica	Massa de vapor de água por quilograma de ar.
Índice de massa	Massa de vapor de água por quilograma de ar seco.
Umidade relativa	Razão entre conteúdo real de umidade e quantidade de umidade de mesmo volume de ar conservado na mesma temperatura e pressão quando saturados.
Temperatura do ponto e orvalho	Temperatura em que ocorrerá a saturação se o ar esfriar a uma pressão constante sem aumento ou diminuição do vapor de água.
Pressão vaporífica	Pressão exercida pelo vapor contido na atmosfera em milibares.

Fonte: Ayoade (2003, p. 143).

Exemplificando

A ocorrência da geada se diferencia do ponto de orvalho. O ponto de orvalho ocorre pela liquefação do vapor de água e se acumula na superfície, atingindo temperatura máxima de 0 °C. A partir do momento em que a temperatura passar para valores negativos, permite a solidificação da água e a formação de geada.

Circulação atmosférica

Podemos classificar a circulação atmosférica em: primária, secundária e terciária, em ordem decrescente de grandeza. A circulação primária ou geral tende a ocorrer ao longo das latitudes, ou seja, os climas do mundo se constituem em áreas de abrangência, condicionando a formação de ventos com direções distintas nas regiões tropicais, temperadas e polares.

A circulação terciária consiste em sistemas de ventos locais, como brisas terrestres e marítimas, as ondas de sotavento, os ventos catabáticos e anabáticos. Já a circulação secundária configura-se na evaporação, condensação e formação das massas de ar.

Vocabulário

Ventos anabáticos – ventos que ocorrem em lugares variados e ventos de vale.

Ventos catabáticos – ventos que ocorrem ao longo da costa, perto de grandes lagos ou de grandes massas aquosas e ventos de montanhas (AYOADE, 2003, p. 94).

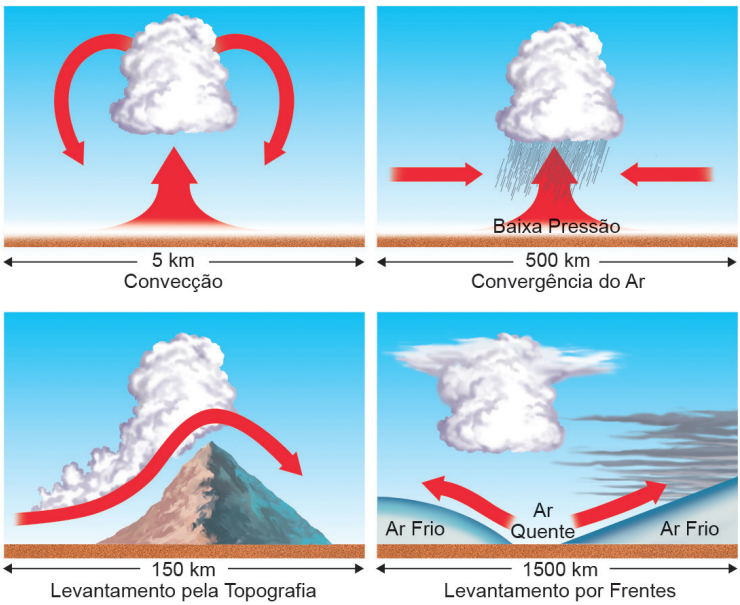
As **nuvens** podem ser definidas como o conjunto visível de partículas de água líquida e/ou gelo, em suspensão na atmosfera. O vapor de água (umidade do ar), quando saturado, pode passar para o estado líquido, como também pode ocorrer o processo inverso. Para a formação das nuvens é necessário a presença de instabilidade atmosférica e do movimento vertical (por exemplo, convergência nas zonas de BP), além de envolver processos de microescala (topografia) (Figura 3.2a).

As nuvens se dissipam quando o processo que lhe deu origem enfraquece, ou seja, quando ocorre um reaquecimento do ar. De acordo com a altitude podemos classificar as nuvens em quatro grupos: baixas e médias (stratus e cumulus), altas (cirrus) e de desenvolvimento vertical (cumulonimbus, nimbostratus) (Figura 3.2b).

A nuvens se organizam dentro de três grupos: cirrrus, stratus e cumulus. As nuvens do tipo cirrus (cirrus, cirrustratus e currocumulus) apresentam aparência fibrosa e esbranquiçadas, estão localizadas em grandes altitudes (acima de 5.000 m); as nuvens stratus (altostratus, stratocumulus, stratus, nimbostratus) estão entre média e baixas altitudes, as nuvens apresentam coloração cinzenta, azulada, podem

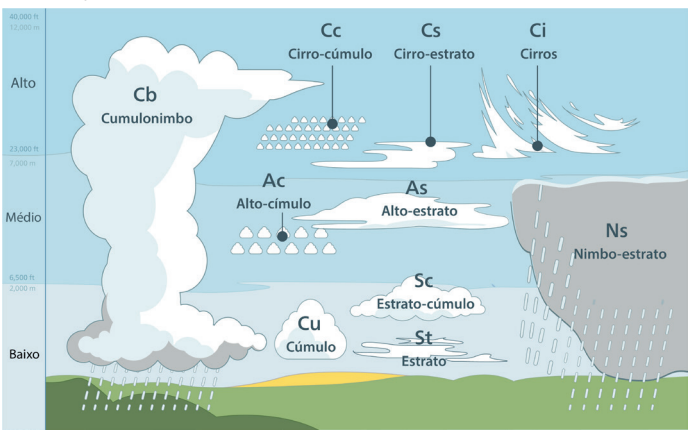
ocasionar pancadas de chuva, chuviscos e neve; e, as nuvens do tipo cumulus (altocumulus, cumulus e cumulonimbus) são nuvens isoladas de média a baixa altitude, assemelham-se a uma couve-flor, variam a coloração de branco ofuscado a escuras. Destacamos que as nuvens do tipo nimbostratus e cumulonimbus se desenvolvem verticalmente, porém, a cumulonimbus apresenta maior densidade e potência.

Figura 3.2a | Principais tipos de formação de nuvens



Fonte: <http://www.estacao.iag.usp.br/didatico/index.php>. Acesso em: 8 ago. 2017.

Figura 3.2b | Tipos de nuvens



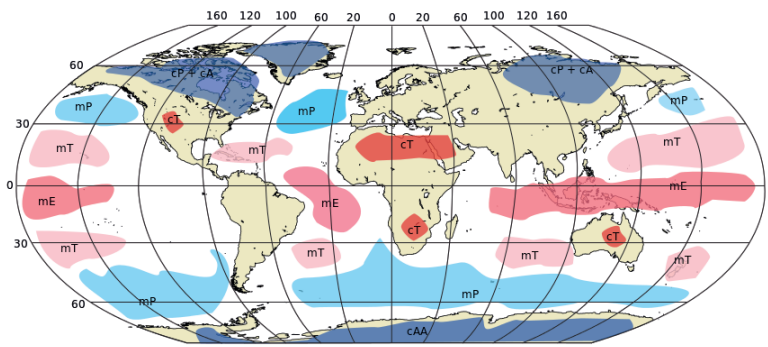
Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Nuvem#/media/File:Cloud_types_en.svg>. Acesso em: 5 jul. 2017.

A **nebulosidade** é definida como a fração do céu que se apresenta coberta por nuvens no momento da observação, sendo classificado de 0 a 10 décimos. Para céu limpo a cobertura de nuvens deve ser de 0 a 2 décimos, céu nublado, de 3 a 7 décimos e céu encoberto, de 8 a 10 décimos.

As **massas de ar**, segundo Ayoade (2003, p. 99), podem ser definidas como "um grande corpo de ar horizontal e homogêneo, deslocando-se como uma entidade reconhecível e tendo tanto origem tropical quanto polar".

Existem vários tipos de massas de ar, sua classificação ocorre de acordo com sua região de origem, considerando a temperatura e a umidade do ar. Para melhor compreensão, especialistas em Climatologia criaram nomenclaturas específicas e utilizadas em âmbito internacional (seguindo como exemplo, a nomenclatura científica internacional para classificar plantas). No caso das massas de ar, temos: polares (P), tropicais (T), equatoriais (E), antártica ou ártica (A). Contudo, as massas de ar podem se formar sobre continentes ou oceanos e são denominadas: continental (c) ou marítima (m).

Figura 3.3 | Distribuição das massas de ar na superfície terrestre



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Massa_de_ar#/media/File:Air_masses.svg>. Acesso em: 5 jul. 2017.

Reflita

Considerando que a superfície contribui para maior ou menor acúmulo de umidade por meio da evaporação e posterior formação das massas de ar e nuvens, podemos definir que as massas de ar continentais são secas e as marítimas são úmidas. A exceção está na massa de ar quente

e úmida que se origina na região amazônica, porém, se a Amazônia é uma área continental (massas de ar seca), o que condiciona a formação das massas de ar úmidas?

Pesquise mais

Pesquise em sites oficiais sobre as principais características das massas de ar atuantes na América do Sul, principalmente no Brasil. Por exemplo, o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 18 jul. 2017. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Disponível em: <http://www.inpe.br/>. Acesso em: 18 jul. 2017. Além de abordar assuntos relativos a pesquisas espaciais existem dois pontos interessantes no site, a página do Centro de Ciência do Sistema Terrestre, que tem como foco principal pesquisas sobre mudanças ambientais globais (Disponível em: <http://www.ccst.inpe.br>. Acesso em: 18 jul. 2017) e o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br>. Acesso em: 18 jul. 2017).

Sugere-se, também, dois pequenos vídeos produzidos pelo INPE que tratam de:

Movimentos na Atmosfera – aborda temas sobre ventos, pressão atmosférica, brisa marítima, circulação de ar em vale e montanha, isóbaras e cartas sinóticas. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=P5AOOO_6Iv4>. Acesso em: 18 jul. 2017.

Balanço de radiação – aborda temáticas sobre a radiação solar, processos de reflexão, absorção e transmissão de energia. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=clgqmbsFnZM>. Acesso em: 18 jul. 2017.

Sem medo de errar

Como sabemos, um grupo de amigos percorre a América do Sul ao estilo "mochilão", e Juan é o guia que os acompanha no trecho de escalada de uma das regiões da Cordilheira dos Andes. Durante esse percurso, eles sentiram uma série de fenômenos estranhos, como dores de cabeça e zumbido nos ouvidos. Além disso, notaram que as garrafas que Carlos e Mateus carregavam estavam amassadas.

Após manter-se pensativo por algum tempo, Juan pegou as duas garrafas pet e mais uma, cuja água o grupo acabara de consumir e colocou uma ao lado da outra.

Juan explica que o ponto mais alto da trilha foi de 4.300 metros de altitude em relação ao nível do mar e que a tenda estava a 2.700 metros. O guia solicitou que o grupo de amigos observasse as garrafas. Todos afirmaram que a garrafa da mochila de Carlos estava mais amassada do que a que estava com Mateus, como visualizamos no exemplo apresentado na Figura 3.4.

Figura 3.4 | Processo de atuação da pressão atmosférica em uma garrafa pet selada

Fonte: <https://goo.gl/1i6gKN.>. Acesso em: 5 jul. 2017.

Juan passou a explicar que a pressão atmosférica diminui conforme a altitude aumenta, ou seja, a camada de ar entre a superfície terrestre e o topo superior externo da atmosfera diminui, exercendo menor peso (medido em pressão) sobre a superfície.

Quando o percurso de retorno se inicia, o grupo estava a mais de quatro mil metros de altitude, ou seja, a pressão atmosférica era menor e o ar menos denso e mais rarefeito. Conforme descem em direção ao nível do mar, a pressão atmosférica aumenta, exercendo maior peso sobre os corpos. Em relação à garrafa, quando Carlos a fechou, o ar estava menos denso e, na medida em que descem (diminuição da altitude), a pressão atmosférica se torna mais pesada, resultando na garrafa amassada. E, como em altitude o ar é mais rarefeito, ou seja, as partículas estão mais distantes uma das outras, há possibilidade de compressão, quando é exercido força, e tal processo resulta na garrafa amassada.

Esta situação também acontece com nosso organismo, porém, de forma diferente, os sintomas podem variar muito, mas os

principais são: dor de cabeça, zumbido nos ouvidos, tonturas, falta de ar, entre outros.

O grupo de amigos conseguiu entender e ficou grato pelo esforço que Juan desempenhou para sanar as dúvidas sobre os diferentes fenômenos climáticos, cujas mudanças eles sofreram durante a escalada.

Faça valer a pena

1. Radiação solar diz respeito à energia que a Terra recebe na forma de ondas eletromagnéticas provenientes do sol e as características da superfície sobre a qual ela incide e interfere nos valores de energia refletida ou absorvida. A radiação solar envolve quatro principais processos: albedo, absorção, reflexão e transmissividade.
Marque a alternativa que corresponda às informações sobre radiação solar:
a) Absortividade ou absorção: fração de energia solar refletida pela superfície terrestre ou atmosférica.
b) Aproximadamente 45% da energia solar não é devolvida ao espaço, ela fica retida pelo sistema Terra.
c) Refletividade ou reflexão: capacidade de uma superfície absorver a energia da radiação solar.
d) A absorção da radiação por gases atmosféricos não permite a formação do efeito estufa nessa camada.
e) O albedo indica a capacidade de uma superfície refletir. Por exemplo, uma floresta apresenta albedo entre 15-18% de reflexão.

2. As nuvens são formadas a partir do conjunto visível de partículas de água líquida e/ou gelo em suspensão na atmosfera. Sabe-se também que as nuvens são classificadas em tipos, um deles se refere a nuvens isoladas com formato de filamentos brancos e delicados que estão em altitudes acima dos 5.000 metros.
A partir da leitura atenta do texto anterior, escolha a alternativa que aponta, corretamente, o tipo de nuvem referida.
a) Cirrus.
b) Cumulonimbus.
c) Cumulus.
d) Nimbostratus.
e) Altostratus.

3. A umidade do ar se origina a partir da superfície terrestre, por influência da evaporação e transpiração. Ela é entendida como a quantidade de vapor de água existente na atmosfera, não abrangendo água no estado líquido (gotículas de água) ou sólido (gelo).

Entre as alternativas, há um dos índices mais usados para medir a umidade do ar. Acerca desse tema, marque a resposta correspondente:

a) Termômetro.
b) Umidade relativa.
c) Barômetro.
d) Balanço de radiação.
e) Índice zonal.

Seção 3.2

Ciclo hidrológico

Diálogo aberto

Nesta unidade, acompanhamos a viagem estilo "mochilão" de um grupo de amigos, Mateus, Artur, Elena e Carlos. Eles se conheceram na faculdade, em São Paulo. Mateus e Elena sempre residiram na região metropolitana, já Carlos veio de Goiânia e Artur da região de Maringá, PR. Após a finalização do percurso planejado na Cordilheira do Andes e por países vizinhos ao Brasil, retornaram ao país na região do Pantanal, passaram pela Chapada dos Guimarães e seguiram cortando o cerrado em direção a Brasília. Ao entrar em contato com a família, Carlos soube que seus avós, residentes em Maceió, estavam a passeio e, assim, no mesmo instante, ele sugere aos amigos uma "esticada" até Goiânia, pois fazia mais de dois anos que ele não encontrava seus avós. Chegando lá, todos estavam em clima de festa e ansiosos, esperando Carlos e seus amigos com churrasco. O avô de Carlos, seu Chico, não perdeu tempo e logo começou a contar histórias e trapaças do neto. Em uma delas, os amigos descobriram de onde vem o gosto de Carlos por viagens.

Segundo a história de seu Chico, Carlos morava com os pais em Goiânia e toda festa de final de ano a família viajava para a casa de seus avós que moram em Maceió, Alagoas. As viagens sempre eram realizadas de avião, mas no último final de ano Carlos perguntou aos pais se o percurso poderia ser feito de ônibus ou carro (ele tinha, então, 12 anos e seu professor de Geografia comentou em sala de aula que viagens terrestres permitem visualizar as mudanças na paisagem). Seus pais aceitaram a maratona de mais de 2000 km (aproximadamente 2 dias de viagem). Durante o trajeto houve fatos inusitados, o principal deles foi quando atravessavam o estado da Bahia, cruzando a ponte sobre o Rio São Francisco, entre os municípios de Barra e Ibotirama, BA, e, na divisa de Propriá, SE e Porto Real do Colégio, AL, novamente uma ponte sobre o Rio São Francisco. Carlos não conseguia compreender como as pessoas colocavam o mesmo nome nos rios e então ele comenta com seu avô: "Vovô, na viagem passamos por dois rios São Francisco, e o segundo era muito maior que o primeiro. Por que as pessoas colocam o mesmo nome nos rios? "

Não pode faltar

Mar e oceanos

Os **mares** e **oceanos** são os grandes fornecedores de água às massas de ar úmido (por meio da evaporação) e responsáveis por grande parte das precipitações que ocorrem nos continentes. Também contribuem para a dinâmica e movimentação das águas no planeta, fenômeno denominado de ciclo hidrológico.

Assimile

A água que existe na Terra não é estática e se conecta por meio de um sistema denominado ciclo hidrológico ou ciclo das águas. O ciclo hidrológico é um fenômeno natural, sem começo ou fim, que envolve todos os processos e estados nos quais é possível encontrar tal recurso: evaporação, condensação, precipitação, detenção e escoamento superficial, infiltração, percolação da água no solo e nos aquíferos e escoamentos fluviais, ou seja, a interação desses processos proporciona o movimento das águas (RIGHETTO, 1998). Observe a Figura 3.5:

Figura 3.5 | Esquema simplificado do ciclo hidrológico ou ciclo das águas

Fonte: <https://goo.gl/RDgTuL>. Acesso em: 9 jul. 2017.

Os oceanos e mares, na totalidade dos casos, estão livremente conectados, de modo amplo, segundo Press et al. (2006, p. 421), assim, seria possível denominar um Oceano Global. As divisões entre os oceanos segue a lógica continental e são denominados

de: Oceano Pacífico, Oceano Atlântico, Oceano índico, Oceano Antártico ou Sul e Oceano Ártico. Dentre as divisões, o oceano que banha todo o litoral brasileiro é o Oceano Atlântico, além de separar o continente Americano do Europeu e do Africano.

Nas regiões e áreas mais restritas dos oceanos e próximas ao continente estão localizados os mares, golfos, baías, estreitos, entre outras feições litorâneas moldadas pelos oceanos. Por exemplo, os mares incluem os oceanos e corpos d'água menores que, em relação ao oceano global, apresenta alguma característica secundária, como o Mar Mediterrâneo e o Mar Vermelho.

Referente à composição geral química da água dos oceanos e mares é considerada constante de ano a ano e de lugar para lugar. O equilíbrio mantido pelos oceanos é determinado pela composição dos rios que os abastecem, pela composição sedimentar e pela formação de novos sedimentos no próprio oceano (PRESS et al., 2006).

Em relação à salinidade, há variação de um oceano para outro, a depender dos processos de evaporação e precipitação, além da turbulência do corpo d'água que permitirá a mistura entre suas camadas mais superficiais com as mais profundas. Porém, a quantidade de íons é constante, mesmo com alteração na concentração salina.

Águas superficiais

A água é vital para todos os seres vivos do planeta. Os seres humanos, por exemplo, sobrevivem poucos dias sem o consumo de água. As atividades que mais consomem água estão ligadas à indústria, agricultura e sistemas de abastecimento urbano, tendo como fonte de captação cursos de águas superficiais.

A partir da década de 1970, a ciência brasileira passa a utilizar a terminologia bacia hidrográfica. Este conceito começou a ser aceito na definição de um sistema ecológico e guiada pela hierarquia de organização espacial dos rios e de sua topografia. A linha que separa duas unidades hidrográficas, seguindo a sequência topográfica, chama-se divisor de águas ou divisor topográfico.

Outros autores, como Lima (1986) e Lima e Zakia (2000), consideram bacia hidrográfica como um aspecto geomorfológico aberto, com equilíbrio transicional e com contínua troca energética,

mesmo com presença de ações antrópicas. As composições de um conjunto de cursos de água organizadas pelas condições geomorfológicas definem uma bacia hidrográfica. Os elementos variáveis estão no tamanho da área e nos processos naturais atuantes (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Guerra (1978), Silva (1995) e Barrella et al. (2001) definem bacia hidrográfica como uma área drenada por um rio principal e seus afluentes, delimitadas pelos divisores topográficos. E, para o PNRH (Plano Nacional de Recursos Hídricos - Lei Nº 9433/1997), uma bacia hidrográfica é a unidade territorial de planejamento. Destaca-se também que a origem de um curso d'água dá-se pelo escoamento superficial das águas pluviais e ação do afloramento das águas subterrâneas; sua integração ocorre de acordo com a perda de altitude, formando o rio principal, que por sua vez continuará recebendo afluentes até a foz/exutório da bacia hidrográfica.

A delimitação tradicional de uma bacia hidrográfica é estabelecida com base em carta topográfica ou fotografia aérea. Atualmente, com o avanço tecnológico, passou a ser frequente o uso de imagens de satélite que, através de softwares especializados, geram modelos digitais de elevação, hidrograficamente consistente.

A partir do aprofundamento de estudos cartográficos sobre os cursos d'água que compõem uma bacia hidrográfica, foi possível a classificação de acordo com tipos de rios: endorreicas (o curso d'água tem sua foz para dentro do continente, por exemplo, num lago); exorreicas (o curso d'água tem sua foz para fora do continente, ou seja, tem sua foz nos mares ou oceanos) e arreicas (não há direção certa do curso d'água, ele desaparece por meio da evaporação ou infiltração, por exemplo, rios que somem no deserto) e criptoreicas (nesse tipo estão classificados os cursos d'água subterrâneos, típicos em regiões cársticas).

O relevo também contribui para a padronização dos rios, resultando nos tipos de drenagem: dendrítica (grande quantidade de afluentes e subafluentes), treliça (os rios correm paralelos, porém há mescla de rochas duras com brandas, provocando a formação de ângulos retos), radial (rios correm em direção oposta, por exemplo, cone vulcânico), anelar (os rios estão dispostos em anéis em torno do

ponto mais elevado) e retangular (ângulos de confluência retos devido a base rochosa ser muito dura), além do padrão mais comum, a do tipo de drenagem paralela (os afluentes correm em linhas paralelas e a confluência tem ângulo reduzido).

No Brasil, o território está subdividido em doze bacias hidrográficas, destas, quatro são compartilhadas com outros países da América do Sul. A Bacia Hidrográfica Amazônica, que contém o maior rio do mundo, além de vasta biodiversidade, e as bacias hidrográficas transfronteiriças: do Paraguai, Paraná e Uruguai que, em território argentino, unem-se e formam a bacia hidrográfica Platina (Mapa 3.1).

Mapa 3.1 | Grandes bacias hidrográficas localizadas em território brasileiro

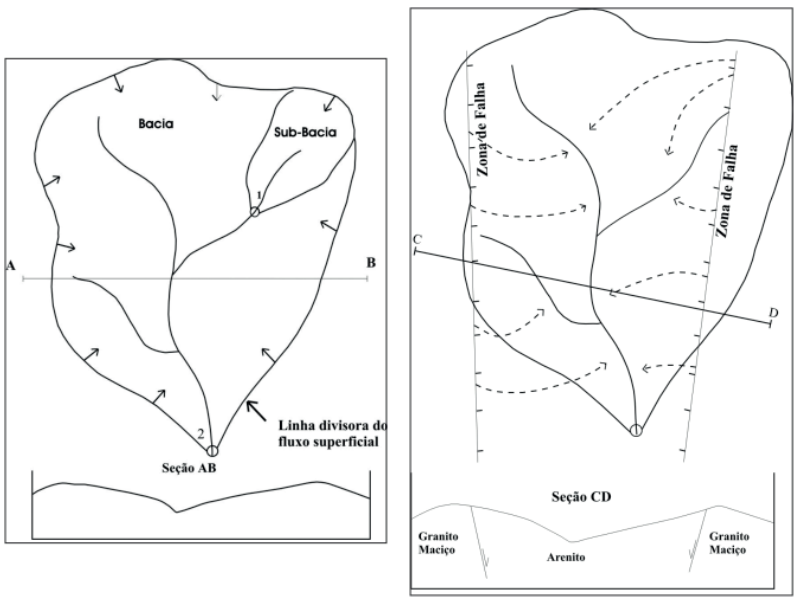
Fonte: <https://goo.gl/R8teoQ.>. Acesso em: 9 jul. 2017.

Águas subterrâneas

Diferentemente do que acostumamos observar em superfície, no que se refere à delimitação de uma bacia hidrográfica, está a delimitação de uma bacia hidrogeológica, que, por sua vez,

apresenta alta complexidade para estudo e compreensão de sua dinâmica. Na Figura 3.6 é possível verificar que a organização estrutural da bacia hidrogeológica segue as linhas de falha e não a delimitação da bacia hidrográfica.

Mapa 3.1 | Grandes bacias hidrográficas localizadas em território brasileiro

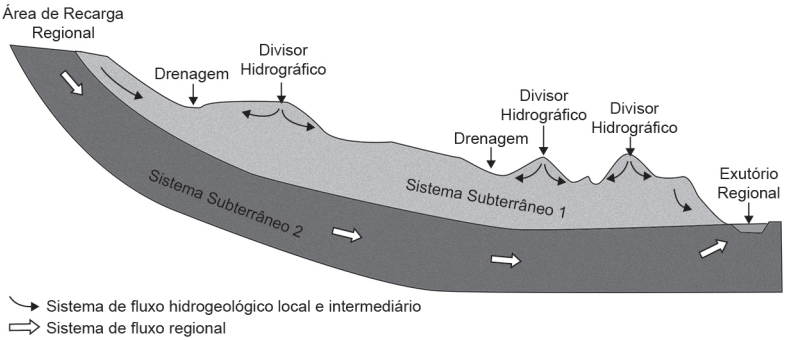


Fonte: Arraes e Campos (2007, p. 85-86).

Como podemos observar, há diferenças entre as áreas de abrangência das bacias, porém, Grabher et al. (2006) caracterizam os aquíferos com os mesmos critérios da bacia hidrográfica, ou seja, uma bacia hidrogeológica pode ser pensada como uma unidade geológica que contenha um ou mais aquíferos.

A delimitação hidrogeológica necessita de uma série de estudos e pode abranger mais que uma bacia hidrográfica. Tiedman et al. (1998) observam que os padrões de fluxo, infiltração e escoamento de base variam em relação ao escoamento superficial, devido ao padrão e densidade da drenagem, além das características de dissecação do relevo (Figura 3.7).

Figura 3.7 | Perfil vertical demonstrando a existência de duas bacias hidrogeológicas e três divisores hidrográficos



Fonte: Arraes e Campos (2007, p. 82).

Reflita

Observando as Figuras 3.7 e 3.8 é perceptível que uma bacia hidrogeológica não tem os mesmos limites e padrões que uma bacia hidrográfica; outra questão está na pressão: na superfície a pressão é menor que aquela exercida por uma camada rochosa. Esta característica permite que a água subterrânea tome direções diferentes, além de permitir o afloramento superficial (minas/nascentes/fontes etc.). Portanto, é possível afirmar que a água subterrânea/aquífero sobe morro?

Para muitos autores, há diferenciações entre água subterrânea e aquífero. A água subterrânea é toda água contida, na zona saturada, de solos ou em rochas. Já os aquíferos são considerados formações geológicas capazes de armazenar e fornecer água em quantidades expressivas, passíveis de exploração e economicamente viável, sendo as rochas sedimentares as principais formações capazes de armazenar água (GRABHER et al., 2006).

As condições físicas de um aquífero para outro podem ser muito diferentes. Os aquíferos com características livres ou não confinados apresentam superfície freática em equilíbrio com a pressão atmosférica. Para Oliveira e Souza (2008), esses são os aquíferos mais comuns, explorados pelas populações e, por apresentarem baixa profundidade, são os que mais apresentam problemas de contaminação.

Já os aquíferos confinados encontram-se isolados da atmosfera, devido à formação geológica impermeável que permite a condição

confinante. Geralmente estão submetidos a pressões maiores que a atmosférica. Porém, tanto em aquíferos livres como em confinados há presença de zona vadosa, zona saturada e franja capilar, no entanto, é no aquífero livre que as forças capilares são mais eminentes e definidas.

Vocabulário

Aquicludes: formação geológica que, até mesmo saturada de água, não permite circulação, tornando impossível sua exploração.

Aquifugos: formação geológica que não contém água (há pouquíssimo na composição dos minerais) e nem a pode transmitir.

Aquitardos: formação geológica que se encontra saturada de água, porém, com baixa transmissividade, impossibilitanto a sua exploração.

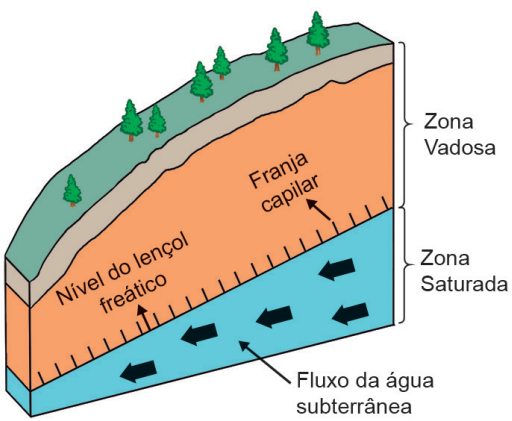
Franja capilar: zona imediatamente superior à superfície freática, composta por poros preenchidos por água e ar (transição entre a zona saturada e a zona vadosa); a presença de água se deve à capilaridade da água subterrânea, devido a tensão superficial (Figura 3.8).

Zona saturada: meio poroso natural, onde todos os poros estão preenchidos por água e a pressão é igual ou superior à atmosférica (Figura 3.8).

Zona vadosa: área compreendida entre a superfície até a zona saturada, a maior parte dos poros estão preenchidos por ar (Figura 3.8).

(Fonte: INSTITUTO DA ÁGUA. Centro de Geologia. **Glossário de termos hidrogeológicos**. Lisboa: CG, 2000.)

Figura 3.8 | Esquema do comportamento da água em subsuperfície



Fonte: <https://goo.gl/DfSPXY>. Acesso em: 15 jul. 2017.

Balanço hídrico

O **balanço hídrico** permite identificar a entrada e saída de água de um sistema, e pode ser definido em diferentes escalas: macro escala (ciclo hidrológico), escala intermediária (sub-bacias hidrográficas) e escala local (uma pequena área, não necessariamente uma bacia hidrográfica, muito utilizada em áreas de ocorrência de atividades agrícolas de alta precisão).

As principais variáveis a serem medidas no processo de entrada de água no sistema são: chuva, orvalho, escoamento superficial, escoamento subsuperficial e ascensão capilar. Já as medidas de saída voltam-se à evapotranspiração, ao escoamento superficial, ao escoamento subsuperficial e à drenagem profunda. Em suma, ao equacionar tais variáveis, é possível identificar a oscilação de armazenamento de água no solo/rocha, sendo que a chuva é a principal responsável pela entrada de água no sistema, e o orvalho terá grande importância nas regiões áridas e a principal saída é o escoamento.

Exemplificando

A disponibilidade de água é indispensável para a manutenção da vida. Uma das formas de saber se há água para todos os usos (consumo humano, agricultura, indústria etc.) é realizando cálculos de balanço hídrico. Por exemplo, quando comparamos, no Brasil, região Nordeste e região Norte, temos grande diferenças na disponibilidade hídrica, além da importância dos componentes, ou seja, na região Norte a precipitação e a evapotranspiração estão muito mais presentes do que no Nordeste.

A **amplitude térmica** expressa a diferença de temperatura máxima e mínima registrada em um determinado lugar e período (dia, mês, ano). Esta variação contribui nas oscilações de evapotranspiração, no cálculo de balanço hídrico de uma bacia hidrográfica, também influenciando na elevação ou diminuição da umidade do ar que, por sua vez, também influencia na amplitude térmica, ou seja, quanto maior a umidade do ar, menor a amplitude térmica. Esta situação é perceptível quando comparamos regiões litorâneas com regiões localizadas no interior do continente.

Pesquise mais

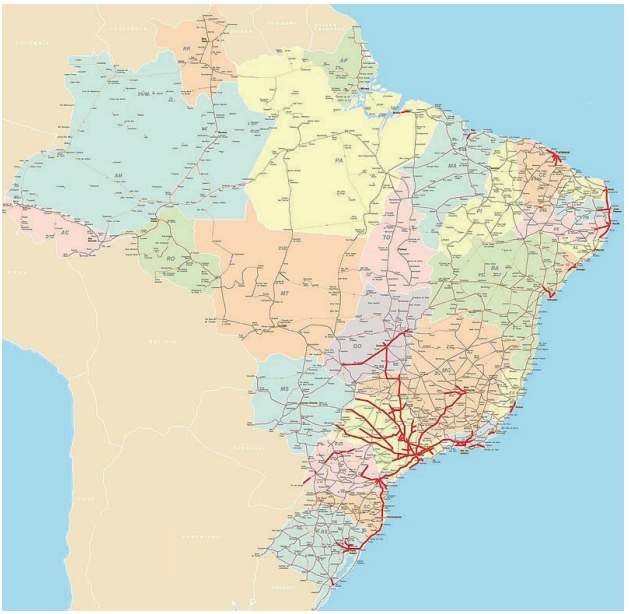
Para maior conhecimento sobre as políticas de gestão e planejamento, recomenda-se a visita ao site da Agência Nacional de Águas – ANA. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 9 jul. 2017.

As legislações que estão em vigor para a gestão dos recursos hídricos, além do auxílio no controle e fiscalização, estão disponíveis no Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/>. Acesso em: 14 ago. 2017.

Sem medo de errar

Carlos, quando criança, passava sempre as festas de final de ano na casa dos avós, em Maceió. Quando tinha 12 anos, seus pais concordaram em viajar de carro de Goiás até Alagoas, para que ele observasse as mudanças que ocorrem na paisagem desde Goiânia. Lembrando das aulas de Geografia, Carlos observou primeiro a vegetação típica do Cerrado, Mata Atlântica seca, Caatinga e, novamente, na Zona da Mata, a tradicional Mata Atlântica úmida, além da vegetação litorânea. Porém, a situação de passar sobre dois rios, de grande caldal e de mesmo nome, Rio São Francisco, o intrigava. Seu Chico contava a história entremeada a muitas piadas e gargalhadas e, assim, detalhou como foi que Carlos comentou e perguntou como isso era possível: seu Chico convidou-o para visitar a Biblioteca Pública Estadual Graciliano Ramos. Quando chegaram lá, dirigiram-se à divisão onde se localiza a mapoteca; seu Chico solicitou dois mapas: o primeiro com informações sobre a divisão político-administrativa e rodoviário (Mapa 3.2) e o segundo, com informações sobre as grandes bacias hidrográficas do Brasil (Mapa 3.1). Colocaram os dois mapas sobre uma das mesas e seu Chico começou a analisar com Carlos as informações que neles constavam.

Mapa 3.2 | Mapa rodoviário do Brasil, com destaque (em vermelho) das rodovias duplicadas



Fonte: <https://goo.gl/eTH5gf>. Acesso em: 20 jul. 2017.

Mapa 3.1 | Grandes bacias hidrográficas localizadas em território brasileiro

Fonte: <https://goo.gl/R8teoQ>. Acesso em: 9 jul. 2017.

O avô começou mostrando o percurso que Carlos fez, desde Goiânia até Maceió, considerando, por exemplo, os municípios mais importantes, a vegetação e o relevo. Em seguida analisaram o mapa das bacias hidrográficas e seu Chico explicou que os rios têm longos percursos e não seguem em linha reta, eles constroem seus trajetos a partir dos tipos de rochas e relevo. Logo, Carlos percebeu que não havia passado por dois rios, mas sim por um e, por conta se sua sinuosidade, passou pelo Rio São Francisco duas vezes (Mapa 3.3). Seu Chico foi além na explicação e demonstrou para Carlos que ele não atravessou apenas o rio, mas toda a sua bacia hidrográfica em dois pontos, no médio e no baixo São Francisco, sendo a estrutura do relevo a principal característica que os diferencia.

Mapa 3.3 | Localização dos pontos (destaques em vermelho) onde Carlos atravessou o Rio São Francisco

Fonte: <https://estagiogeografia.files.wordpress.com/2013/07/bacia.jpg>. Acesso em: 15 jul. 2017.

Ao finalizar a história, os amigos de Carlos estavam maravilhados e impressionados pela lembrança detalhada apresentada por seu Chico, mesmo com avançada idade. No final da tarde, o grupo de amigos seguiram viagem em direção a Brasília.

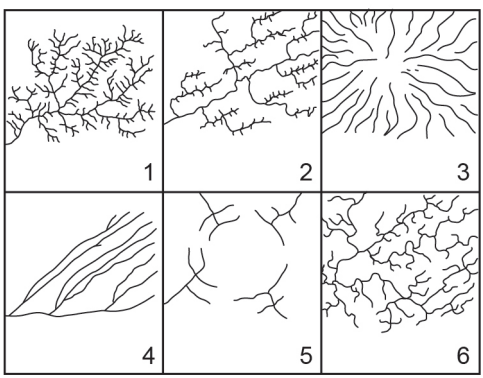
Faça valer a pena

1. A composição geral química da água dos oceanos e mares é considerada constante de ano a ano e de lugar para lugar. O equilíbrio mantido pelos oceanos é determinado pela composição dos rios que os abastecem, pela composição sedimentar e pela formação de novos sedimentos nos próprios oceanos.

Considerando o texto-base, qual característica é alterada na composição química de mares e oceanos devido a evaporação e a precipitação?

a) Átomos.
b) Cátions.
c) Evapotranspiração.
d) Profundidade.
e) Salinidade.

2. Com auxílio cartográfico e avanço tecnológico, ampliou-se as possibilidades de mapeamento e observação do comportamento dos rios e caracterização de bacias hidrográficas. A observação permitiu a identificação de alguns padrões das redes de drenagem, sendo estes classificados em seis tipos:

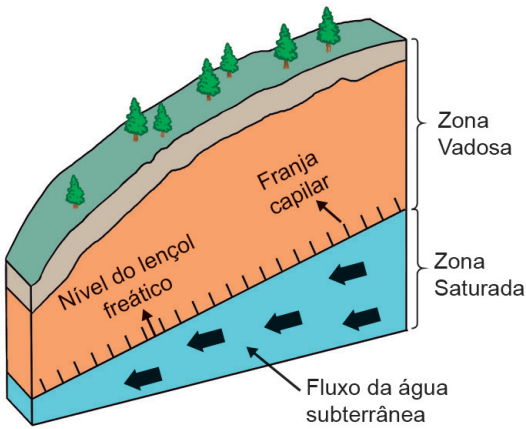


Fonte: adaptada de Parvis (1950, p. 387-408).

Leia o texto, analise a imagem e indique a alternativa que corresponda, respectivamente (1-2-3-4-5-6), aos seis tipos de drenagem:

a) Retangular, treliça, radial, paralela, anelar e dendrítica.
b) Dendrítica, radial, treliça, paralela, anelar e retangular.
c) Dendrítica, treliça, radial, paralela, anelar e retangular.
d) Dendrítica, treliça, anelar, paralela, radial e retangular.
e) Dendrítica, treliça, retangular, paralela, anelar e radial.

3. Leia atentamente ao fragmento de texto e analise a imagem que segue: Encontram-se isolados da atmosfera, devido à formação geológica impermeável que permite a condição confinante, geralmente, está submetida a pressões maiores que a atmosférica. Caracterizam-se pela presença de zona vadosa, zona saturada e franja capilar.



Fonte: <https://goo.gl/DfSPXY>. Acesso em: 15 jul. 2017.

Marque a alternativa que indica corretamente a qual tipo de aquífero se refere o texto-base:

a) Aquífero livre.
b) Aquífero confinado.
c) Aquífero semiconfinado.
d) Aquiclude.
e) Aquitardo.

Seção 3.3

Meteorologia e tempo atmosférico

Diálogo aberto

Continuando o "mochilão" realizado pelos amigos Carlos, Elena, Mateus e Artur, após visitarem Brasília, seguiram para a Amazônia brasileira. Depois de alguns dias de viagem de barco, partindo de Manaus, chegaram em Tefé. Além de conhecerem a vasta biodiversidade, ouviram e compartilharam muito conhecimento, principalmente em relação a trocas culturais. O que mais os impressionou foi a história da família de Rosa e Antônio.

Em muitos rincões/sertões/interiores do Brasil, devido às desigualdades sociais e regionais, a energia elétrica começou a chegar somente nos últimos 20 anos, e junto com ela, muitas mudanças aconteceram na paisagem e na vida das pessoas. A família de Antônio (sua esposa Rosa e seus quatro filhos – de 3 meses a 5 anos) vivia nessas condições e, quando a energia chegou, muita coisa mudou. Dentre as principais estão: a possibilidade de refrigerar e conservar alimentos por mais tempo; realizar tarefas à noite e o meio de comunicação, que agora não era somente o rádio a pilha, mas também a televisão. Nos primeiros dias que assistiram aos noticiários, perceberam que em algum momento o destaque é a previsão do tempo, Antônio e Rosa ficaram admirados e não entendiam como aquilo era possível. Aos domingos, toda a comunidade se reunia e, Antônio e Rosa notaram que outras pessoas tinham as mesmas dúvidas, como a maioria dos habitantes é analfabeta ou com baixa escolaridade, ninguém conseguia explicar como acontece a previsão do tempo. Em um dos noticiários, uma meteorologista foi entrevistada a respeito de um evento extremo, assim, todos da comunidade souberam que existe uma profissão para prever o tempo. Rosa comentou que se pudesse voltaria a estudar e assim ajudaria no desvendar desta e de outras questões. Antônio, já sabendo do desejo da esposa, a presenteou com aulas em um curso supletivo e conversou com a comunidade, afim de contar a novidade e também estimular outros no mesmo sentido. Ao retomar seus estudos, Rosa, e eventualmente outros moradores, além de compreender acerca do tempo atmosférico, terá diante de si uma possibilidade variada de oportunidades. Sabemos que os meios

técnicos (eletricidade, televisão, geladeira etc.) foram responsáveis por melhorias consideráveis na vida da população local. Em que medida o acesso a novos conhecimentos também promoveria tais mudanças e quiçá, outras ainda mais significativas?

Vamos acompanhar Rosa, sua família e sua comunidade nessa empreitada!

Não pode faltar

A definição de tempo atmosférico

Estudar o tempo e o clima nos permite analisar de modo sistêmico a organização e o comportamento dos elementos naturais que já foram identificados na Terra. Para melhor compreensão desse sistema, os estudos, na maioria das vezes, são reagrupados e, na ciência atmosférica não é diferente: as distinções estão entre clima e tempo, climatologia e meteorologia.

Assimile

Segundo Monteiro (1962), a climatologia está relacionada à meteorologia, e do ponto de vista teórico está vinculada a duas abordagens, a Climatologia separativa (cada elemento é analisado e usado separadamente) e a Climatologia sintética (analisa o complexo atmosférico).

Para Ayoade (2004, p. 2) o tempo é entendido como "o estado médio da atmosfera numa dada porção de tempo e em determinado lugar." Por sua vez, o clima "é a síntese do tempo num dado lugar durante um período aproximado de 30-35 anos", ou seja, "refere-se às características da atmosfera inferidas de observação contínua durante um longo período". O clima trabalha com generalizações e com maior banco de informações, por outro lado, o tempo se restringe a eventos específicos e localizados. Vianello e Alves (2000, p. 378) consideram, o tempo ser uma "experiência diária", o estado instantâneo da atmosfera.

Sabendo das interações e das relações entre clima e tempo, também é de concordância que a Meteorologia e a Climatologia apresentam certa proximidade, pois ambas, em algumas situações, interessam-se pelo mesmo objeto de estudo.

A climatologia é entendida como o estudo científico do clima, na qual sua caracterização adquire aspecto mais abstrato e se dedica a pesquisas relacionadas às aplicações práticas. Em muitas situações se utiliza dos mesmos dados que a meteorologia e seus resultados são largamente usados pelos próprios meteorologistas, por exemplo, na previsão de tempo, agricultura, medicina, entre outros. Segundo Vianello e Alves (2000, p. 379), a climatologia tem o intuito de "descobrir, explicar e explorar o comportamento normal dos fenômenos atmosféricos, visando ao benefício do homem, tendo em mente que as irregularidades dos fenômenos são as regras gerais e não as exceções".

Já a meteorologia é reconhecida como a ciência da atmosfera no seu sentido mais amplo, e se preocupa com seu estado físico, químico e a dinâmica da atmosfera, além das interações estabelecidas com a superfície terrestre (AYOADE, 2004). Seu objetivo principal é o entendimento dos fenômenos atmosféricos, previsões precisas e controle artificial.

A climatologia, portanto, é a interação entre meteorologia (aplicação de métodos) e Geografia (construção dos objetivos e análise dos resultados). Para Ayoade (2004, p. 3), a climatologia "engloba tanto tempo como clima, enquanto os elementos da meteorologia devem, necessariamente, estar incorporados à climatologia para torná-la significativa e científica". Ao analisarmos, sistemicamente, o tempo e o clima, podemos aferir que, juntos, demostram a interação e as consequências entre processos complexos na atmosfera, nos oceanos e na Terra.

Previsão do tempo

A necessidade e, principalmente, o desejo de predizer o tempo é muito antigo. Atualmente, a previsão do tempo é muito utilizada para diversas atividades humanas, destacando-se o uso agrícola, a pesca, a marinha, a aeronáutica e o turismo. Com o advento do computador ocorreu significativa evolução tecnológica para realizar a previsão do tempo, além de classificá-la em três tipos: *previsão de período curto*: para parte ou para a totalidade de um período de 24 horas; *previsão de amplitude média*: feitas para período de 2 a 5 dias; *previsões a longo prazo*: feitas para períodos mais longos que 5 dias (mês, estação).

A previsão do tempo é feita a partir de dados de observação de hora em hora, por estações meteorológicas, convencionais

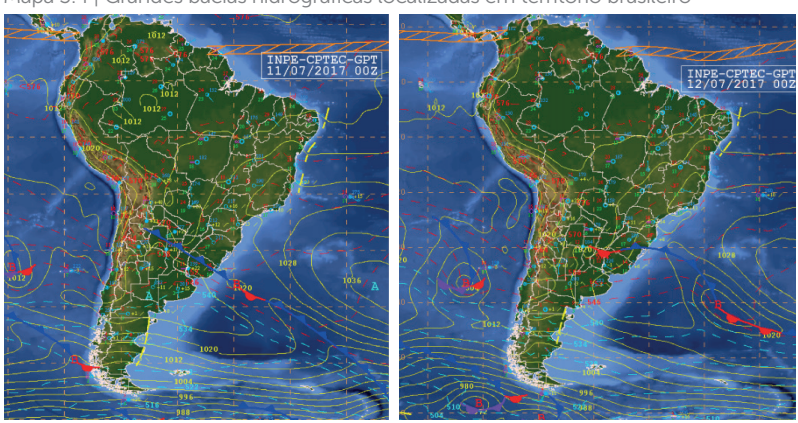
ou automáticas, localizadas em diferentes pontos do território. Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (2017), no caso do Brasil, as mais de 400 estações estão localizadas, em maior número, próximas ao litoral, além dos dez distritos meteorológicos regionais e uma central em Brasília, DF. Os principais dados medidos e submetidos a simulações, por meio de métodos numéricos, são: precipitação, umidade relativa do ar, pressão e ventos, entre outros.

Com os dados processados, as simulações ocorrem para as próximas 24, 48, 72 e 96 horas. Além destas informações, tem-se o auxílio de imagens de satélite, geradas a cada 30 minutos, de hora em hora ou a cada 3 horas e o radar meteorológico que fornece informações em períodos e áreas menores, por exemplo, o Radar Meteorológico da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), fornece informações para o estado de São Paulo.

Para demonstração da previsão do tempo, segundo Ayoade (2004), é necessário a aplicação de métodos, e o resultado é expresso por meio de três principais classificações: métodos sinóticos; métodos estatísticos e métodos físicos ou numéricos.

A previsão sinótica vincula a representação diagramática dos sistemas de tempo atmosférico através do tempo cronológico e sua extrapolação para o desenvolvimento do fenômeno para o futuro, as previsões são feitas com o auxílio de computadores, e o objetivo é demonstrar estimativa de desenvolvimento provável dos padrões de circulação atmosférica. O método sinótico permite previsão para longos períodos (Mapa 3.4).

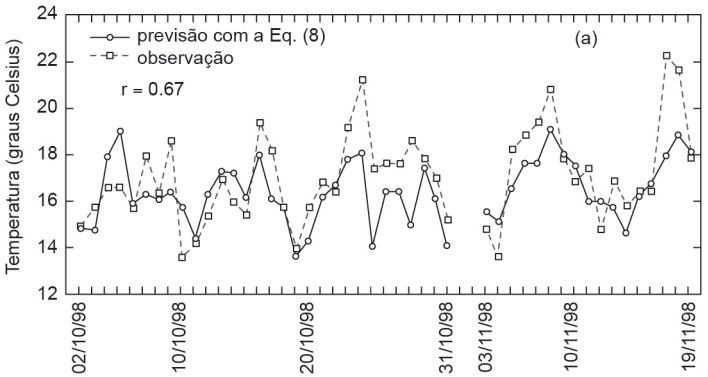
Mapa 3.4 | Grandes bacias hidrográficas localizadas em território brasileiro



Fonte: <http://www.cptec.inpe.br/noticias/noticia/129351>. Acesso em: 12 jul. 2017

Os métodos estatísticos também são usados para longos períodos, muito úteis para as previsões do clima, por exemplo, sobre a intensidade das chuvas de monções na Índia. A Figura 3.9 demonstra um gráfico com um dos resultados da aplicação de modelo estatístico, Model Output Statistics (MOS), considerando, no caso, a variação de temperatura, em período de 47 dias, na cidade de Bauru, SP.

Figura 3.9 | Gráfico com aplicação do modelo estatístico MOS



Fonte: Sugahara (2000, p. 9).

Lamb (1972) definiu as abordagens para os métodos estatísticos: compreensão da relação da condição física e da condição térmica, estudos específicos sobre o tempo das anomalias marítimas e glaciais; efeito das perturbações solares; efeito da poeira vulcânica e das camadas de poluição atmosférica; identificação das escalas de tempo cronológico e determinação de tendências estatísticas nos valores climatológicos; estabelecimentos de sucessões prováveis; identificação de situações passadas análogas e monitoramento para verificação das similaridades entre os casos.

Segundo Ayoade (2004), o modelo numérico se intensifica após o advento do computador, atualmente é feito nos centros meteorológicos nacionais, seguindo o princípio de que a circulação atmosférica pode ser tratada como um problema de mecânica dos fluidos e da termodinâmica. Para este tipo de previsão são necessárias algumas etapas: delimitação da área de interesse (considerando efeito de borda); construção de banco de dados; lançar a previsão do estado atual no modelo e, a partir de várias equações que descrevem as leis físicas, os estados futuros são computadorizados e apresentados em forma de mapas.

Reflita

Sabemos que a previsão do tempo é algo que a humanidade realiza há muitos séculos. Estudos aprofundados e avanços teóricos, metodológicos e técnicos em climatologia e meteorologia seguem o advento tecnológico. Isso tanto é fato que hoje acessamos as previsões de tempo com grande precisão. Se isso ocorre, por que ainda existem tantos erros nelas? Como dirimir tais erros?

Como funciona uma estação meteorológica?

Uma estação meteorológica (Figura 3.10) tem a função de realizar medições de todos os elementos atmosféricos, a partir da superfície da Terra, que em seu conjunto representa as condições meteorológicas, em determinado momento e lugar. Uma observação é composta de vários elementos, alguns são realizados por observação visual direta do fenômeno, outros são obtidos por meio de leitura e indicações realizadas por instrumentos especiais.

Figura 3.10 | Estação meteorológica do serviço meteorológico alemão, localizada em Weiden, Oberpfalz

Fonte: <https://goo.gl/yDS5Gb>. Acesso em: 21 jul. 2017.

Atualmente, o Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil (INMET) conta com equipamentos tecnológicos de última geração que coletam informações e alimentam as centrais de tratamento e fornecimento de dados para que a previsão de tempo chegue rapidamente aos usuários. Nas estações meteorológicas, os dados são enviados para as centrais regionais através de telefone ou fax e, nos últimos anos, algumas estações já estão equipadas com sistemas informacionais e computadores.

A central do INMET localiza-se em Brasília. Ela sistematiza dados do Brasil e da América do Sul (recebendo informações da Argentina e Venezuela). Feito isso, os dados são prontamente enviados ao Centro Meteorológico Mundial de Washington, EUA, que troca informações com outros dois pontos centrais de recebimento na Austrália e na Rússia.

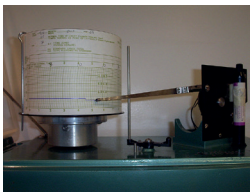
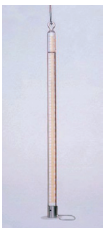
Segundo Torrres e Machado (2011), as estações meteorológicas são classificadas de acordo com sua finalidade. Assim, temos as Estações Sinóticas, que têm como objetivo a previsão do tempo, as variáveis medidas são: direção e velocidade do vento, umidade relativa do ar, temperatura do ar, chuva, pressão atmosférica, nuvens, geadas, com leituras feitas às 9, 15 e 21 horas.

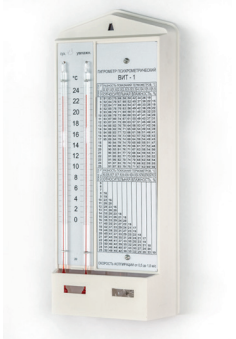
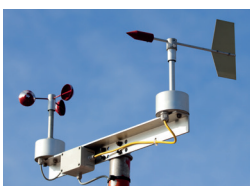
As estações climatológicas determinam o clima de uma região após histórico mínimo de 30 anos de observação e as variáveis medidas: direção e velocidade do vento, umidade relativa do ar, temperatura do ar, pressão atmosférica, chuva, nuvens, geadas, temperatura do solo, evapotranspiração, orvalho, evaporação e radiação solar, e as leituras também são realizada às 9, 15 e 21 horas. E, por fim, as Estações Agroclimatológicas, que estudam a influência do tempo (elementos meteorológicos) sobre as culturas, além de realizar observações que determinam o crescimento e desenvolvimento das culturas.

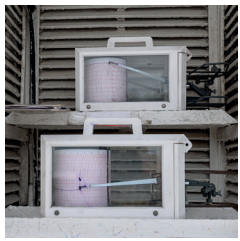
Os principais instrumentos utilizados para coleta de dados e informações atmosféricas estão apresentados no Quadro 3.1:

Quadro 3.1 | Principais instrumentos utilizados para coleta de dados e informações atmosféricas

Instrumento	Descrição	Imagem do instrumento
Heliógrafo de Campbel-Stokes	Mede a insolação em horas.	
Conjunto de geotermômetros	Determinam a temperatura do solo.	

Pluviógrafo	Registra a precipitação pluvial, medindo o total e a intensidade em mm/h.	
Pluviômetro	Mede a quantidade de chuva em mm.	
Evaporímetro de Pichè	Mede a evaporação em mililitros.	
Tanque de evaporação	Determina a capacidade evaporante da atmosfera.	
Abrigo meteorológico	Encontra-se a uma altura padrão de 1,5 metros, constituído por madeira branca, com ventilação natural, criando condições de sombra e alguns instrumentos ficam no seu interior.	
Termômetro de máxima e mínima	Registram as temperaturas máxima e mínima do dia.	

Termômetro	Indica a temperatura do ar.	
Psicrômetro	Mede a umidade relativa do ar, em porcentagem.	
Anemômetro e catavento	Mede a velocidade em m/s e a direção em graus do vento.	
Anemômetro	Registra a intensidade, direção e sentido do vento.	
Barômetro	Mede a pressão atmosférica em coluna de mercúrio – mmHg.	

Barógrafo	Registra a pressão atmosférica ao longo do dia.	
Termohigrógrafo	Registra continuamente a temperatura do ar e a umidade relativa do ar à sombra.	

Fontes: <goo.gl/jUQ821>; <goo.gl/q21cmq>; <goo.gl/Kh23zx>; <goo.gl/Sn72oa>; <goo.gl/czdj8f>; <goo.gl/yJR6i9>; <goo.gl/t4RmFD>; <goo.gl/5Pz8Ny>; <goo.gl/wpJsYA>; <goo.gl/EB9S1N>; <goo.gl/MGMZiW>; <goo.gl/CXNdKL>; <goo.gl/E4fNNG>; <goo.gl/mDjjpk>; <goo.gl/s8njfE>. Acesso em: 14 ago. 2017.

Influências climáticas

Altitude - Os elementos climáticos exercem uma relação com a variação altimétrica, como temperatura e pressão, sendo que se apresentam da seguinte forma: quanto maior a altitude, menor a pressão atmosférica e a temperatura. Segundo Troppmair (2004), a variação altimétrica da vegetação, em linhas gerais, se dá quase da mesma forma que a variação latitudinal.

Latitude - Há correlação entre latitude e a modificação geral dos valores da temperatura e da pressão atmosférica (formação dos ventos), essa variação também está relacionada à radiação solar, o que resulta em climas com valores térmicos inversos à latitude, ou seja, quanto maior a latitude, maior a pressão atmosférica e menor a temperatura. A precipitação é maior na zona equatorial e nas latitudes médias, coincidindo com as áreas de baixa pressão. Nas áreas localizadas em torno dos 30° e nos polos norte e sul (zonas de alta pressão) estão os mais baixos índices de precipitação.

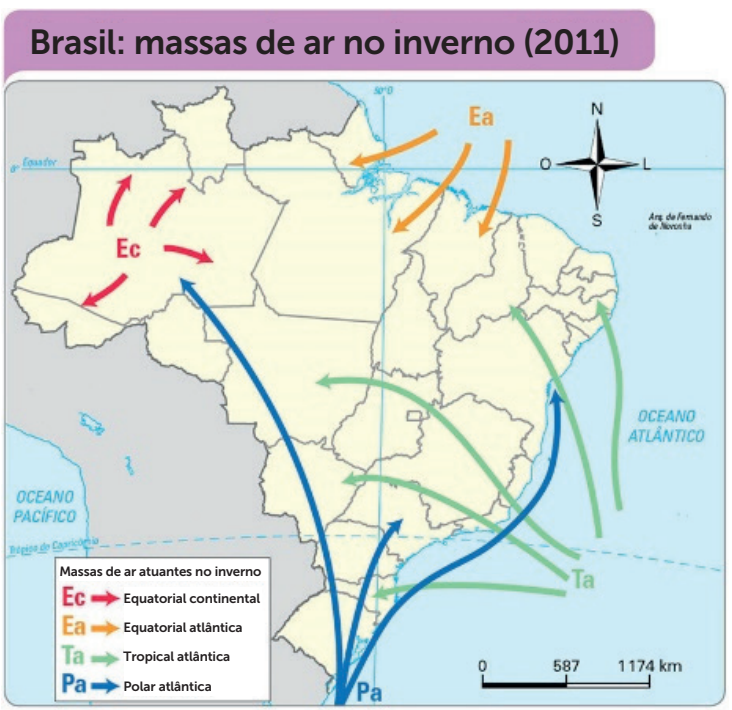
Massas de ar - as massas de ar que se formam próximas ao solo e à linha equatorial apresentam temperaturas mais elevadas e mais baixas nas zonas polares, sendo que ao se deslocarem de sua origem tendem a perder gradativamente suas características. Segundo o sistema de classificação, as mais usadas são: massa tropical (T), equatorial (E), polar (P), e menos frequente as massas

ártica ou antártica (A). As características de umidade são identificadas por continental (c) e marítima (m), e quanto à temperatura, frio (k) e quente (w). Na América do Sul, as massas predominantes são: Massa Equatorial Continental (Amazônia); Massa Equatorial Marítima (oceanos Atlântico e Pacífico); Massa Tropical Continental (Chaco); Massa Tropical Marítima (associada aos anticiclones dos oceanos Atlântico e Pacífico); Massa Polar Marítima (anticiclones migratórios da Antártica); Massa Antártica Continental (origina-se sobre o continente e áreas adjacentes).

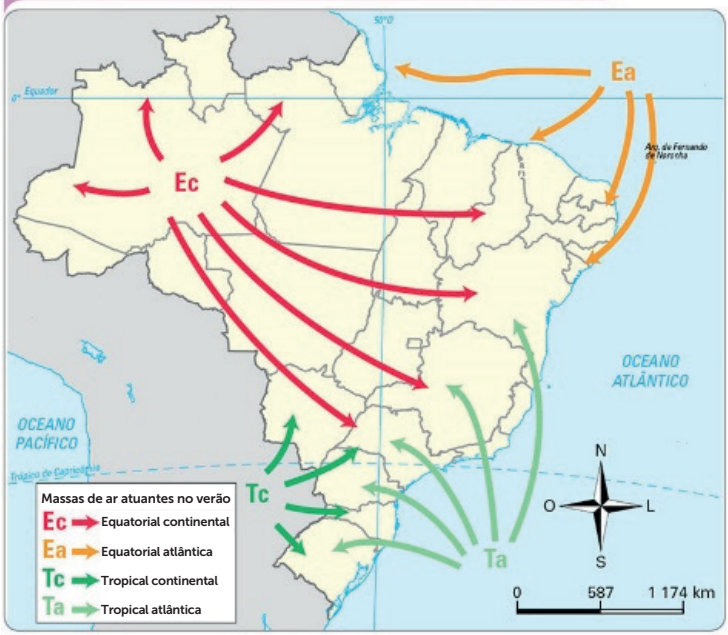
Exemplificando

Por exemplo, para a Massa Equatorial Continental, que é originária na Amazônia, vale a seguinte classificação: (E) equatorial, (c) continental, quente e úmida. Então, podemos dizer que a Massa Equatorial Continental pode ser expressa em: mEc quente e úmida (Figura 3.11).

Figura 3.11 | Comportamento das massas de ar no período de inverno e no verão



Brasil: massas de ar no verão (2011)

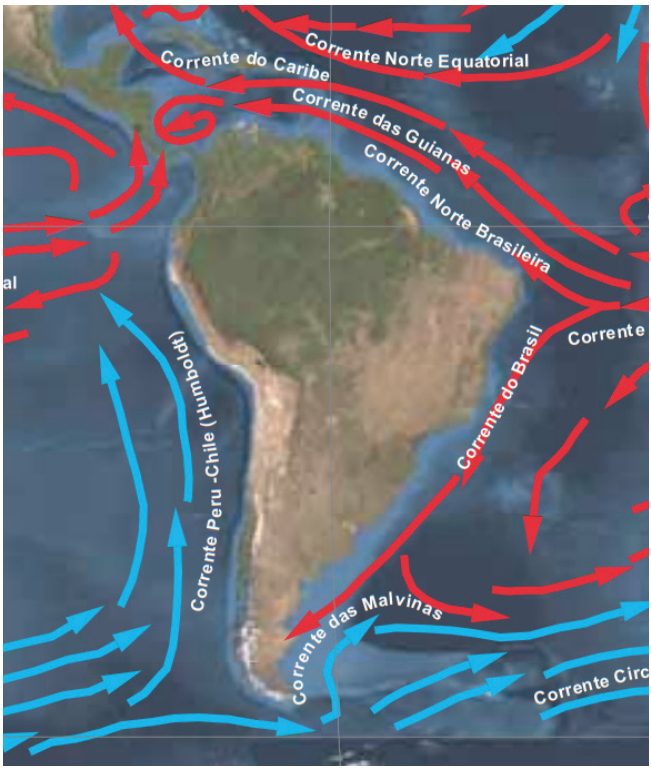


Fonte: Ferreira (2013, p. 122).

Correntes marítimas

Os aspectos climáticos para os quais não se aplicam aos contrastes terra/mar, geralmente, são devidos às correntes marítimas ou oceânicas. As correntes marítimas exercem influência tanto quanto o vento, pois têm a mesma capacidade de transmitir calor e frio. Segundo Leinz e Amaral (1970), as causas que formam as correntes marítimas são agrupadas sob duas formas, as intrínsecas (temperatura e salinidade) e as extrínsecas (flutuação da salinidade – vento e chuva). As correntes que atuam no litoral brasileiro são as correntes quentes da Guiana, do Brasil e a corrente fria das Malvinas (Figura 3.12).

Figura 3.12 | Percurso que as correntes marítimas superficiais fazem na costa da América do Sul



Fonte: IBGE (2011).

Pesquise mais

Pesquise mais sobre a *Corrente marítima de Gulfstream* que, em alguns trechos, movimenta mais água que todos os rios do mundo reunidos. Outro fato interessante é que, enquanto as outras correntes se movimentam a 5 m/h, a corrente de *Gulfstream* atinge velocidade a 5 km/h.

Maritimidade e continentalidade

Há diferenças de calor específico entre a superfície terrestre e as massas de água. No continente, a superfície se aquece e se resfria mais rapidamente que as massas aquáticas. Tais variações permitem o surgimento das brisas marítimas e terrestres.

O efeito de maritimidade atenua as diferenças térmicas, homogeneizando as temperaturas costeiras, já a continentalidade é inversa, as áreas mais interioranas, mais afastadas da costa, apresentam amplitudes térmicas diárias, sazonais e anuais maiores (TORRES; MACHADO, 2011).

Sem medo de errar

Retomando nossa problemática inicial, o grupo de amigos que faz "mochilão" pela América do Sul visita o município de Tefé, AM e lá eles conhecem a família de Antônio e Rosa, que, juntamente com seus quatro filhos, residem em uma comunidade interiorana, que recebeu energia elétrica há pouco tempo. Um dos equipamentos adquiridos pela família foi uma televisão e, durante o noticiário eles assistiram à previsão do tempo para os dias seguintes, porém, ninguém sabe explicar como esse processo é determinado.

Sabendo do interesse de Rosa em voltar a estudar, Antônio presenteou a esposa com aulas do curso supletivo. Em um breve período, Rosa terminou o Ensino Fundamental e deu início ao Ensino Médio, porém, ainda não tinha a resposta que tanto almejava.

Nesse mesmo período, outros equipamentos chegaram à comunidade: o celular, a internet e o computador. Na primeira possibilidade financeira, instalaram acesso à rede mundial de computadores em casa e, com acesso facilitado à internet, Rosa pesquisou, juntamente com Antônio e os filhos, como se realiza a previsão do tempo.

No material da disciplina de Geografia, Rosa teve acesso ao conteúdo de climatologia, que a auxiliou a entender e conhecer os instrumentos que coletam dados e informações atmosféricas, além do tratamento e a finalização do processo com a previsão do tempo. O que mais deixou Rosa e sua família impressionados é a possibilidade de realização de tais leituras a partir de instrumentos específicos para esse fim e que esse processo segue uma metodologia de instalação. Por exemplo, o pluviômetro é responsável por medir o volume de precipitação diária, que por sua vez deve ser instalado longe de árvores e construções.

Com as colocações de Rosa em uma reunião comunitária, tais conhecimentos despertam o interesse coletivo. Assim os demais moradores propõem a ela que lidere um projeto de construção de pluviômetros artesanais. Para tanto, ela convida seus filhos, Antônio e demais interessados para auxiliar na confecção dos instrumentos. Antônio ficou animado e menciona, em outra reunião, que a ideia é que todos possam ter um equipamento como esse em sua residência e, assim, comparar os dados obtidos com os oficiais, disponíveis na internet.

Ao finalizarem os pluviômetros, Rosa, muito orgulhosa, leva Artur, Mateus, Carlos e Elena para verem os instrumentos artesanais que ela, o marido e os filhos haviam ajudado a construir. Eles disseram que, através dele, com aprofundamento nos estudos e instalação de outros equipamentos, já tem noção mais precisa sobre o comportamento atmosférico na região onde vivem.

Em comunidades essencialmente rurais, como é o caso dessa, onde Rosa e sua família residem, acesso ao conhecimento, tanto do ponto de vista teórico quanto prático é responsável por profundas mudanças na vida dos moradores, sobretudo no que tange à melhoria de sua qualidade de vida.

Ela também relatou que, assim que o Instituto de Pesquisas da Amazônia (INPA) instalar equipamentos mais sofisticados, a comunidade auxiliará na composição do banco de dados, contribuindo com as pesquisas realizadas em Manaus.

Faça valer a pena

1. A previsão do tempo vincula a representação diagramática dos sistemas de tempo atmosférico através do tempo cronológico e sua extrapolação para o desenvolvimento do fenômeno para o futuro. Os dados processados e as simulações ocorrem para as próximas 24, 48, 72 e 96 horas. Além dessas informações, tem-se o auxílio de imagens de satélite, geradas a cada 30 minutos, de hora em hora ou a cada 3 horas, e o radar meteorológico que fornece informações em períodos e áreas menores.
Indique a alternativa que corresponda ao tipo de previsão do tempo a que se refere o texto.

a) Previsão sinótica.
b) Previsão do tempo.
c) Previsão do clima.
d) Previsão atmosférica.
e) Previsão numérica.

2. As estações meteorológicas são classificadas de acordo com sua finalidade, as mais usuais são as estações sinóticas, que objetivam a previsão do tempo. As estações climatológicas são voltadas para a determinação do clima de uma região e a estações agroclimatológicas, que estudam a influência do tempo direcionada aos investimentos agropecuários.
Marque a alternativa que corresponda corretamente a um dos instrumentos utilizados em uma estação meteorológica:
a) Anemógrafo.
b) Instermômetro.
c) Esmômetro.
d) Astemômetro.
e) Anemômetro.

3. O sistema atmosférico sofre influências diversas em conformidade com a sua localização. Dentre os elementos que o influenciam, a altitude e latitude apresentam efeitos muito parecidos em relação ao tipo de vegetação, conforme as localidades se distanciam da linha do Equador e a altitude aumenta, em relação ao nível do mar.
Leia o texto e marque a alternativa que corresponde a esses indicadores em relação à temperatura e pressão:
a) Quanto menor a altitude, menor a pressão atmosférica e a temperatura e, quanto maior a latitude, maior a pressão atmosférica e menor a temperatura.
b) Quanto maior a altitude, menor a pressão atmosférica e a temperatura e, quanto maior a latitude, maior a pressão atmosférica e menor a temperatura.
c) Quanto maior a latitude, menor a pressão atmosférica e a temperatura e, quanto maior a altitude, maior a pressão atmosférica e menor a temperatura.
d) Quanto maior a altitude, menor a pressão atmosférica e a temperatura e, quanto menor a latitude, maior a pressão atmosférica e menor a temperatura.
e) Quanto maior a altitude, maior a pressão atmosférica e a temperatura e, quanto maior a latitude, maior a pressão atmosférica e maior a temperatura.

Referências

ARRAES, T. M.; CAMPOS, J.E.G. Proposição de critérios para avaliação e delimitação de bacias hidrogeológicas. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 37, p. 81-89, 2007.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

BARRELLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In.: RODRIGUES, R.R; LEITÃO FILHO, H.F (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**, v. 2, p. 187-200, 2000.

BRASIL. **Lei nº 9433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=370>. Acesso em: 8 ago. 2017.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**: a análise de Bacias Hidrográficas. 2. ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1980.

FERREIRA, G. M. L. **Atlas geográfico**: espaço mundial. São Paulo: Moderna, 2013.

GRABHER, C.; et al. **Termos técnicos em gestão dos recursos hídricos**. Americana/SP: Consórcio Intermunicipal das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 2006.

GUERRA, A. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: IBGE. 6. ed. 1978.

IBGE, Diretoria de Geociências. **Atlas geográfico das zonas costeiras e oceânicas do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

LAMB, H. H. Problems and practice in longer-range weather and climate forecasting. In: TAYLOR, J. A. (Ed.). **Weather forecasting for agriculture and industry**. Edinburgh: David and Charles, 1972.

LEINZ, V.; AMARAL, S. E. **Geologia geral**. São Paulo: Editora Nacional, 1970.

LIMA, W.P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba; ESALQ/USP, 1986.

LIMA, W.P.; ZAKIA M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES; R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. **Matas ciliares**: conservação e recuperação. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000. p.33-43.

MONTEIRO, C. A. de F. Da necessidade de um caráter genético à classificação climática (algumas considerações metodológicas a propósito do estudo do Brasil Meridional). **Revista Geográfica**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 57, p. 29-44, 1962.

OLIVEIRA, E.; SOUZA, J. C. S. Águas Subterrâneas: conservação e gerenciamento. In: MACHADO, R. (Org.) **As Ciências da Terra e sua importância para a Humanidade**: a contribuição brasileira para o Ano Internacional do Planeta Terra – AIPT. 1 ed. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 2008.

PARVIS, M. Drainage pattern significance in airphoto identification of soils and bedrocks. Photogrammetric Engineering, v.16, p. 387-408, 1950.

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

RIGHETTO, A. M. **Hidrologia e recursos hídricos**. EESC/USP, 1998.

SILVA, A.M. **Princípios básicos de hidrologia**. Departamento de Engenharia. UFLA. Lavras - MG. 1995.

SUGAHARA, S. Uma experiência com modelo estatístico (MOS) para a previsão da temperatura mínima diária do ar. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 18, n. 1, p. 3-12, mar. 2000.

SUREDA, V.; GIL, J. A. S. **A atmosfera e a previsão do tempo**. Rio de Janeiro: Salvat, 1979.

TIEDMAN, R. C.; GOODE, D.J.; HSIEH, P. A. Characterizing a ground water basin in New England Mountain and valley terrain. **Ground water**, v. 36, n. 4, p. 611-621. 1998.

TORRES, F. T. P.; MACHADO, P. J. O. **Introdução à climatologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

TROPPMAIR, H. **Biogeografia e meio ambiente**. 6. ed. Rio Claro: Divisa, 2004.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. do. **Meteorologia descritiva:** fundamentos e aplicações brasileiras. São Paulo: Nobel, 1984.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: UFV, 2000.

Biogeografia

Convite ao estudo

A ciência geográfica, juntamente com as demais ciências, tem papel fundamental na compreensão do mundo, além de formadoras de opinião e de pensamento crítico sobre a sociedade. Esta unidade traz a preocupação com as questões da biodiversidade.

Aqui, o foco central será o suprimento das necessidades teóricas para a construção do pensamento em Biogeografia, pensando na evolução das espécies na distribuição da biodiversidade mundial por meio da análise dos biomas e do Brasil através dos domínios morfoclimáticos, bem como do estudo detalhado sobre a atuação dos ciclos biogeoquímicos e sua importância na dinâmica da paisagem e na manutenção da biodiversidade.

A Seção 4.1 detalha a distribuição e a formação dos biomas terrestres bem como a evolução das espécies, inclusive da espécie humana, e como a identificação e catalogação de fósseis contribui para construir cronologias evolutivas, identificar as características e as mudanças climáticas, assim como a extinção de espécies. Na Seção 4.2 seguiremos com um diálogo teórico-conceitual sobre os domínios morfoclimáticos no Brasil e no mundo, a partir do pensamento construído pelo prof. Dr. Aziz Nacib Ab'Saber (USP). E, na Seção 4.3, nossos estudos serão voltados aos processos biogeoquímicos mais atuantes na superfície terrestre, detalhando cada ciclo, no que se refere aos processos de formação, distribuição e função no sistema Terra.

Para esta unidade, acompanharemos Noemi, dedicada professora de Geografia em uma escola localizada na Região Metropolitana de São Paulo. Como professores de Geografia, em nossa carreira profissional, teremos muitos desafios, como trabalhar conceitos e temas complexos e abstratos, relacionando-os às análises que vivenciamos em nosso cotidiano. Nesta unidade,

estudos sobre Biogeografia nos acompanharão, conteúdo que é essencial para a concepção da Ciência Geográfica. Tal tema, na escola, é trabalhado normalmente de maneira diluída, por exemplo, estudos dos componentes da paisagem, os biomas, domínios morfoclimáticos, a evolução das espécies, entre outros.

Portanto, estudar Biogeografia é extremamente desafiador e o trabalho e a dedicação do professor fazem total diferença. Devemos sempre lembrar que somos formadores de opinião e contribuímos para a transformação cidadã, voltada para o uso consciente dos recursos naturais e que a dinâmica da paisagem e da biodiversidade tem influência direta em nossas vidas. Portanto, vamos mergulhar e contribuir em tal campo da ciência geográfica que ainda esconde muitos mistérios.

Seção 4.1

Os biomas terrestres

Diálogo aberto

Noemi é professora de Geografia e trabalha em uma escola na Região Metropolitana de São Paulo. Seu próximo desafio é ministrar aulas relativas a conteúdos de Biogeografia, sendo que o tema inicial versará sobre os períodos geológicos.

Para que o assunto não se torne muito abstrato, Noemi lembrou que, durante o curso de graduação, havia confeccionado uma régua geológica. Como tinha guardado tal material o levou à escola para uso como recurso didático, contribuindo para o dinamismo e clareza ao trabalhar todo o processo evolutivo do planeta, bem como os períodos de grandes mudanças que resultaram na extinção em massa de plantas e animais, como os dinossauros. Após esse momento da aula, sugeriu aos alunos a construção de suas próprias réguas geológicas.

Tudo corria muito bem, os alunos empolgados confeccionando o material, até que a aluna Emanuelle levantou um questionamento: "Professora, se sabemos que no último período glacial o Brasil apresentava áreas semiáridas muito maiores, que as florestas eram restritas a pequenas áreas (chamadas de refúgios florestais), o que mudou para que se formassem os Biomas presentes no Brasil de hoje?"

Noemi fica pensativa e diz que na próxima aula trará as respostas. Ao término da aula, ela vai conversar com Leonardo, professor de Artes, Noemi comenta sobre a indagação dos alunos e pergunta se o professor pode auxiliar na busca de ideias para elucidar as dúvidas de seus alunos, o que Leonardo imediatamente concorda em fazer. Como os professores Noemi e Leonardo solucionarão os questionamentos levantados pelos alunos por meio de Emanuelle?

Não pode faltar

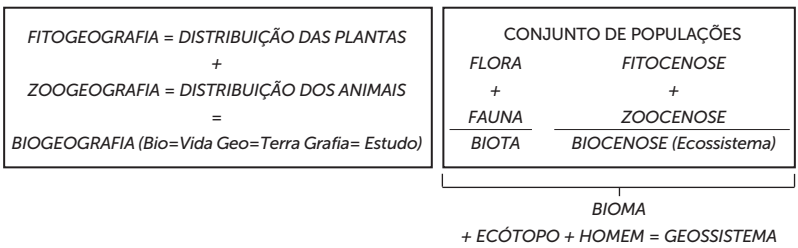
Formação dos biomas

A forma contemporânea das paisagens se deve à herança de uma longa e complexa história evolutiva, combinando não apenas a evolução dos seres vivos, mas de todo o sistema Terra (incluindo: clima, relevo, solo, hidrografia). Tais mudanças forçaram os organismos à adaptação (alimentar e de hábitat), os demais, pela força da natureza são extintos, como demonstram os registros fósseis.

Segundo Figueiró (2015, p. 16), "uma das grandes certezas no estudo atual da Biogeografia é que os elementos bióticos e abióticos coevoluem no tempo e no espaço, produzindo padrões de paisagem particulares", portanto, a biogeografia pode ser entendida como a ciência que estuda a distribuição e as relações espaciais dos seres vivos, considerando as dinâmicas na escala temporal e espacial no planeta Terra.

A Figura 4.1 demonstra um esquema genérico da distribuição conceitual de ecossistema, bioma e geossistema. É sabido que, dependendo do tamanho e da importância de um ecossistema, caracterizado por um tipo principal de vegetação ou outro aspecto evidenciado na paisagem, a maior área de um sistema biológico e que se aproxima da autossuficiência passa a ser denominado de bioma (ODUM, 1988).

Figura 4.1 | Esquema organizacional de compreensão e diferenciação conceitual



Fonte: elaborada pela autora.

Considerando todos os biomas do planeta, é estimado que existam, aproximadamente, 8,8 milhões de espécies de seres vivos, sendo que apenas 1,2 milhões foram catalogados. Segundo Figueiró (2015), devido ao processo de extinção natural, agravado pela degradação ambiental, a previsão mais otimista está na extinção de

mil espécies por ano, ou seja, todo dia, três espécies de seres vivos do planeta são extintas.

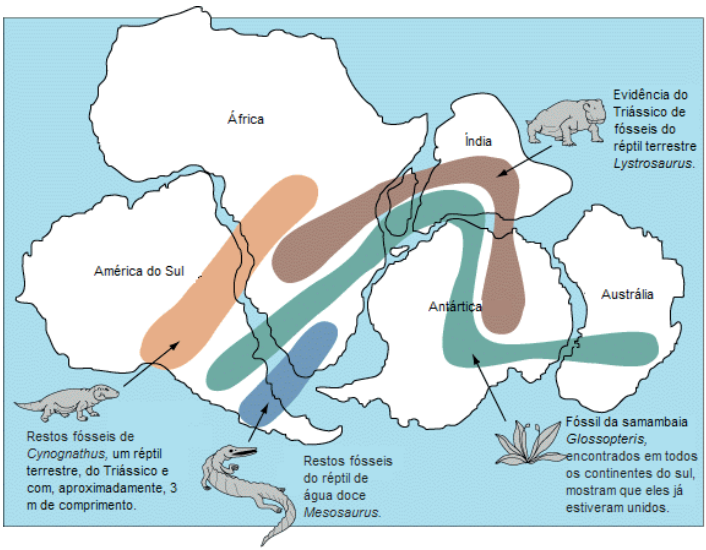
Segundo Figueiró (2015, p. 61), o conceito mais difundido de espécie

> **corresponde ao proposto por Mayr em 1963, como sendo um conjunto de indivíduos reprodutivamente isolados, ou seja, populações que, em razão de seu isolamento geográfico ou biológico, reagem a processos genéticos e às influências ambientais de modo a torná-los geneticamente incompatíveis com outras populações com as quais tenham contato.**

É sabido que as espécies estão em constante evolução genética, isso pode aprimorar uma determinada espécie como também originar uma nova; este fenômeno é conhecido como seleção natural, onde os seres ou se adaptam a novas dinâmicas no ambiente ou são extintos. Dois exemplos de grandes mudanças são as transformações climáticas (períodos glaciais e interglaciais) e a deriva continental.

Os períodos glaciais e interglaciais são responsáveis pela variação do avanço ou retração de áreas com florestas, áridas e geleiras, além de reorganizar a distribuição de espécies animais no planeta. Por exemplo, áreas consideradas refúgios foram identificadas do último período glacial que ocorreu no planeta. Já a deriva continental é o resultado da movimentação das placas tectônicas, condição que permite que áreas contínuas se separem e áreas separadas se unam, propiciando que espécies com um ancestral comum evoluam de formas diferentes (Figura 4.2).

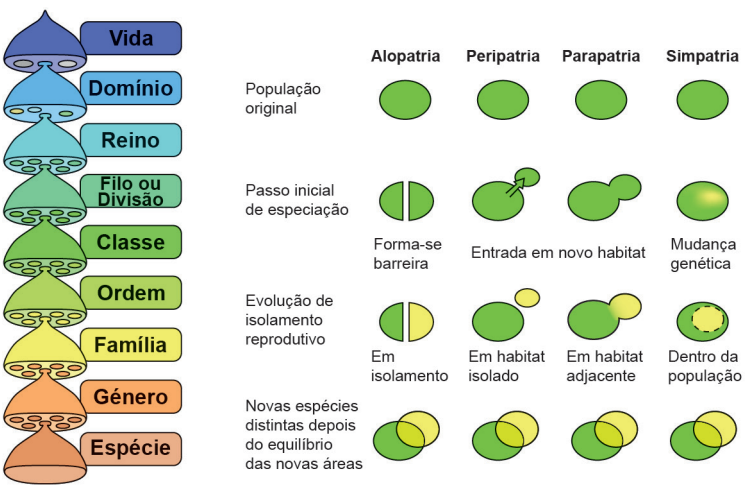
Figura 4.2 | Evidências paleontológicas de que essas grandes massas de terras formaram a Gondwana, antes do início da deriva continental



Fonte: adaptada de <goo.gl/ya8Gq>. Acesso em: 19 jul. 2017.

Na Figura 4.3 é possível verificar a estrutura hierárquica da classificação científica de um ser vivo e os diferentes processos de especiação (formação de nova espécie): alopatria, peripatria, parapatria e simpatria.

Figura 4.3 | Estrutura hierárquica e processos de especiação de espécies



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Esp%C3%A9cie>; <https://pt.wikipedia.org/wiki/Especia%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 19 jul. 2017.

Os autores Townsend, Begon e Harper (2006, p. 136) defendem o conceito de nicho ecológico, proposto por Evelyn Hutchinson em 1957, como sendo as "maneiras pelas quais tolerâncias e necessidades interagem na definição de condições e recursos necessários a um indivíduo (ou uma espécie) a fim de cumprir seu modo de vida", ou seja, um "nicho ecológico não é um lugar, mas uma ideia". Portanto, nicho é como um organismo vive, diferente do hábitat, que é onde um organismo vive.

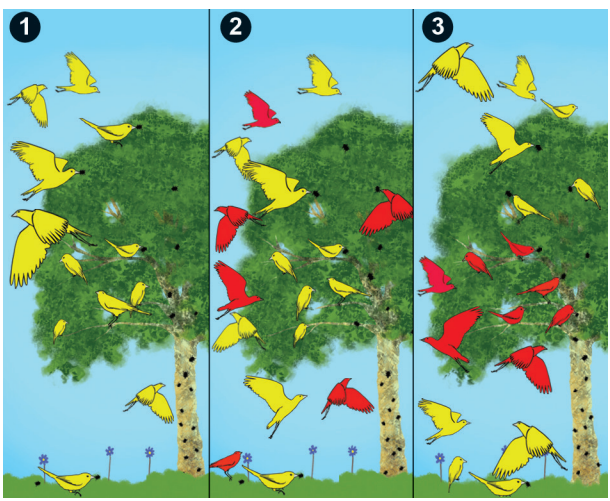
Assimile

Hábitat é onde um organismo vive, por exemplo, o Pau-brasil tem seu hábitat na Mata Atlântica. Cada hábitat pode proporcionar diferentes nichos, por exemplo, um peixe pode ter seu hábitat em um rio, porém, em um rio vivem outros seres vivos, com estilos de vida completamente diferentes ao do peixe (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2006, p. 136).

Exemplificando

A Figura 4.4 demonstra uma espécie de pássaro (amarelo), que originalmente procura por insetos em toda a árvore. Uma espécie invasora (vermelha), maior e mais forte, compete pelos recursos. A espécie amarela se adapta ao novo nicho e as duas aves prosperam sem concorrência.

Figura 4.4 | Nicho alimentar das aves amarelas e vermelhas



Fonte: <https://goo.gl/gpWqHB>. Acesso em: 19 jul. 2017.

A origem do homem

Os primeiros mamíferos surgiram há, aproximadamente, 200 milhões de anos e evoluíram "a partir dos répteis terapsídeos como pequenos organismos insetívoros e com maiores taxas metabólicas que seus ancestrais" (FIGUEIRÓ, 2015, p. 214), além de apresentar hábitos noturnos, o que lhes garantia ganhos nas capturas de alimentos e fuga de predadores. Os

> **terapsídeos foram uma família de répteis carnívoros que dominaram a Terra antes que os dinossauros, alguns traços que transferiram para os humanos foram: heterodontia (variações no formato dos dentes), homeotermia (mecanismos de regulação de temperatura) e presença de pelos. (FIGUEIRÓ, 2015, p. 214)**

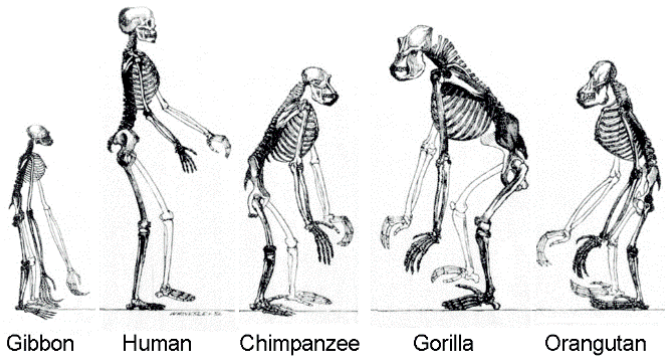
Há aproximadamente 65 milhões de anos, os dinossauros foram extintos e os mamíferos ganharam um importante salto evolutivo. Em algumas dezenas de milhões de anos todas as principais ordens já passaram a existir. Por exemplo, mamíferos monotremados (com glândulas mamárias, porém, põe ovos, exemplo: onitorrincos); marsupiais (presença de bolsa abdominal, exemplo: cangurus); placentários (desenvolvimento do feto dentro do útero, exemplo: o homem).

Durante esse processo, os ancentrais do qual o homem e macacos fazem parte, por volta de 45 milhões de anos, quase se extinguiram em competição com os mamíferos roedores, que apresentavam melhor eficiência na busca de alimentos. Esse fato se repete entre 10 a 15 milhões de anos, com a competição por alimentos entre o grupo de grandes primatas (ancestrais do homem) com os macacos, devido ao novo ciclo glacial que provocou estiagem nas florestas africanas, por milhões de anos (FIGUEIRÓ, 2015).

Como as florestas regrediram a pequenos refúgios, a vida nelas se tornou inviável e a competição extrema. Assim, o *Australopithecus* enfrenta as savanas e adquire duas características principais: o bipedalismo (deslocamento sobre dois pés) e o desenvolvimento de atividades com as mãos cada vez mais complexas, forçando o alinhamento dos olhos e visão tridimensional, substituindo gradativamente a capacidade olfativa, até então, primordial para estratégias de defesa e caça. O *Australopithecus* é o último gênero

hominídeo ancestral, dele originaram espécies distintas e os seres humanos passam a constituir o gênero *Homo* (Figura 4.5).

Figura 4.5 | Espécies que se originaram do ancestral comum *Australopithecus*



Fonte: <https://goo.gl/sukbMj.>. Acesso em: 19 jul. 2017.

Após 3 milhões de anos do início da grande estiagem na África, há o retorno do período interglacial, juntamente com as chuvas e expansão das florestas. Neste período, segundo Figueiró (2015), os primatas já estavam no estágio de *Homo erectus*, sendo inviável viver novamente em árvores. Devido ao aumento da temperatura, teorias mais recentes, como propostas por Weaver e Roseman (2008), afirmam que a chegada do homem à Europa e à Ásia datam de 2 milhões de anos.

Nesse período o *Homo erectus* desenvolve habilidades, como o domínio do fogo, manuseio de ferramentas e desenvolvimento da linguagem, sua alimentação era baseada em carne, raízes e frutas. Por volta de 250 e 300 mil anos, o *Homo erectus* evolui para o *Homo neanderthalensis*, muito similiar, porém, com caixa craniana maior, de estatura mais alta e mais musculosos. E, há cerca de 160 mil anos surge o *Homo sapiens*.

Uma erupção vulcânica, no lago Toba, em Sumatra, entre 70 a 75 mil anos, contudo, diminuiu a temperatura média global em 10 °C, o que resultou em uma grande extinção humana, criando um efeito gargalo, reduzindo em, aproximadamente, 10.000 indivíduos remanescentes. Portanto, após esse período ocorreu a evolução do *Homo sapiens* para o *Homo sapiens sapiens*, ou seja, a ancestralidade humana se estrutura enquanto espécie e se dispersa pelo mundo.

Esse processo resultou para os humanos, segundo Figueiró (2015, p. 222),

> **[...] as menores variações genéticas entre os animais, razão pelo qual a reprodução entre indivíduos aparentados é tão perigosa, pois mesmo dois humanos sem parentesco nenhum são mais similares, do ponto de vista genético, do que dois chimpanzés parentes.**

Reflita

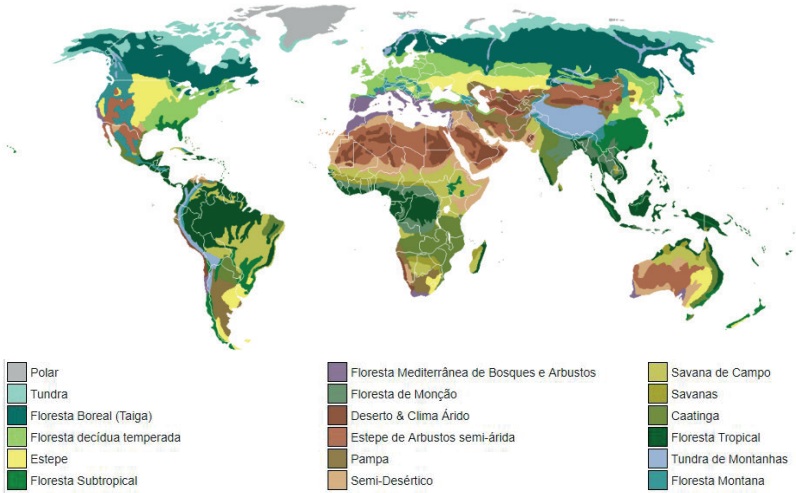
Sabe-se que foi nos últimos 70 mil anos que o *Homo sapiens* sapiens distribuiu-se pelo Planeta, sem nenhuma chance de especiação por isolamento. Biogeograficamente, pode-se afirmar que, evoluímos da mesma e única espécie, sem variações internas, ou seja, fenótipos brancos e negros não se traduzem em padrões genéticos diferenciados, desautorizando o uso de qualquer justificativa biológica para explicação da diversidade humana (CANTARINO, 2006; FIGUEIRÓ, 2015). Como se justifica, então, a existência do conceito de raças entre humanos?

Os biomas do mundo

O mapeamento dos biomas do mundo ainda não é unanimidade entre os cientistas, varia desde cinco até números maiores que vinte, porém, o que deve ficar claro é, que um mapa de biomas não representa a distribuição das espécies.

A Figura 4.6 demonstra a divisão mais aceita atualmente, ela resulta no agrupamento de 867 ecorregiões. As ecorregiões são unidades delimitadas, considerando fatores bióticos e abióticos que dinamizam as comunidades naturais de uma determinada ecorregião. "As ecorregiões refletem a distribuição de espécies e comunidades com mais eficiência do que as unidades baseadas em modelos globais e regionais derivados apenas dos dados biofísicos, tais como chuva e temperatura" (OLSON et al., 2001, p. 933).

Figura 4.6 | Distribuição dos biomas no Planeta



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Bioma.>. Acesso em: 19 jul. 2017.

As ecorregiões já estão sendo utilizadas como conceito e instrumento metodológico para o estabelecimento de políticas ambientais e gestão por unidades de paisagem. Segundo Figueiró (2015), no Brasil esses conceitos ainda estão sendo familiarizados, porém, é positiva sua análise para aplicação em estratégias de divulgação, monitoramento e elaboração de políticas de manejo mais eficazes, contribuindo com as particularidades da biodiversidade regional.

Registros fósseis e sua importância

Mesmo a Terra com, aproximadamente, 4,6 bilhões de anos, o aparecimento da vida é um fato recente. Estima-se que as primeiras bactérias surgiram há cerca de 3,5 a 3,8 bilhões de anos, porém faltava oxigênio na atmosfera; havia ventos com alta velocidade e a rotação era mais rápida (1 dia equivalia a 4 horas), não permitindo o surgimento de novas espécies. A velocidade de rotação diminuiu gradativamente com o surgimento da Lua, devido ao choque de um grande asteroide contra a Terra há 4 bilhões de anos.

Com o processo gradativo de atração gravitacional, já no Proterozoico, há 2 bilhões de anos, a duração de rotação já era de 14 horas e 50 minutos; no início do Cambriano, de 21 horas e 19 minutos. Atualmente, a rotação da Terra diminui, por ano, 2

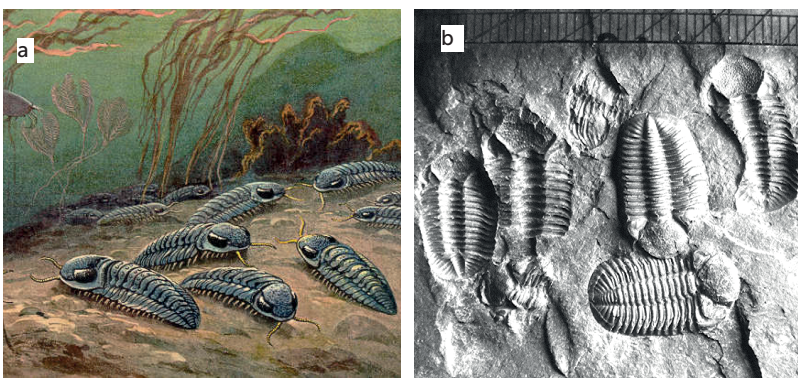
milésimos de segundos e a previsão é que daqui a alguns bilhões de anos a duração do dia seja 48 vezes maior, a temperatura elevaria aos 400 °C, semelhante ao que ocorre com Vênus (FIGUEIRÓ, 2015).

O aumento do oxigênio na atmosfera deve-se às algas primitivas, que surgiram há 2,8 bilhões de anos, permitindo que há 600 mil anos a atmosfera apresentasse 10% de O_2 (atualmente temos 21% de O_2, associados à redução da velocidade da rotação da Terra). Segundo Figueiró (2015, p. 79), com o aumento dos dias, houve

> **uma verdadeira explosão da vida nos oceanos. Apareceram aí as formas primitivas da vida moderna, os primeiros invertebrados com concha, incluindo as trilobitas (Figura 4.7a) e outros seres vivos, representados por mais de 10.000 espécies.**

É a partir do Cambriano que fósseis de animais passam a ser encontrados e identificados, pois é a partir de tal período que as formas de vida evoluem. Na Figura 4.7b visualizamos fósseis da trilobita, por ela ter carcaça de calcário, na verdade, o animal se decompôs e a carcaça de calcário se dissolveu, resultando apenas a marca, preservada em material sedimentar.

Figura 4.7 | a) possível forma das trilobitas; b) identificação de fósseis das trilobitas



Fonte: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/49/Trilobite_Heinrich_Harder.jpg>; <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/93/Phacops_2.gif>. Acesso em: 25 set. 2017.

Os fósseis são vestígios, restos ou formas de animais ou plantas, que de alguma forma sucumbiram e foram conservados ao longo do tempo. Sabe-se que, desde o período Pré-Cambriano, a evolução das espécies sofreu algumas extinções em massa, porém, nunca 100% dos seres vivos morreram, contribuindo para o surgimento de novas

espécies e repovoamentos. Esses fenômenos só foram possíveis de serem identificados a partir de fósseis preservados e encontrados por indivíduos da sociedade civil e, principalmente, por pesquisadores.

Pesquise mais

O filme *A Viagem Esquecida de Alfred Russel Wallace* (*The Forgotten Voyage*), da BBC, aborda a viagem de Wallace para o Sudeste da Ásia e sua contribuição para que Darwin concluísse seu estudo sobre a evolução da vida pela seleção natural, publicando, em 1859, a obra Origem das espécies. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=3PO7apegKEE>. Acesso em: 2 ago. 2017.

Sem medo de errar

Estamos acompanhando as atividades de Noemi, professora de Geografia, que, no momento trabalha com a Biogeografia. Durante a atividade proposta de confecção de uma régua geológica, a aluna Emanuelle questionou sobre as mudanças que ocorreram no último período glacial até os dias de hoje no Brasil, permitindo a atual configuração dos Biomas.

Diante desse questionamento, Noemi conversa com Leonardo, professor de Artes, para contribuir e pensar em alternativas pedagógicas para tornar a aprendizagem dos alunos um processo mais significativo. Os professores concluíram que uma aula prática seria a melhor forma de encaminhar o questionamento.

O professor Leonardo propõe aos alunos a construção de uma maquete, orientando a confecção de esculturas, de árvores, casas, cidades, animais domésticos (cavalos, vacas, galinhas), animais selvagens e também daqueles que existiram no último período glacial no Brasil, como os mamutes, tigres-dente-de-sabres, preguiças-gigantes, antas, o gliptodonte (uma espécie de tatu gigante) e assim por diante.

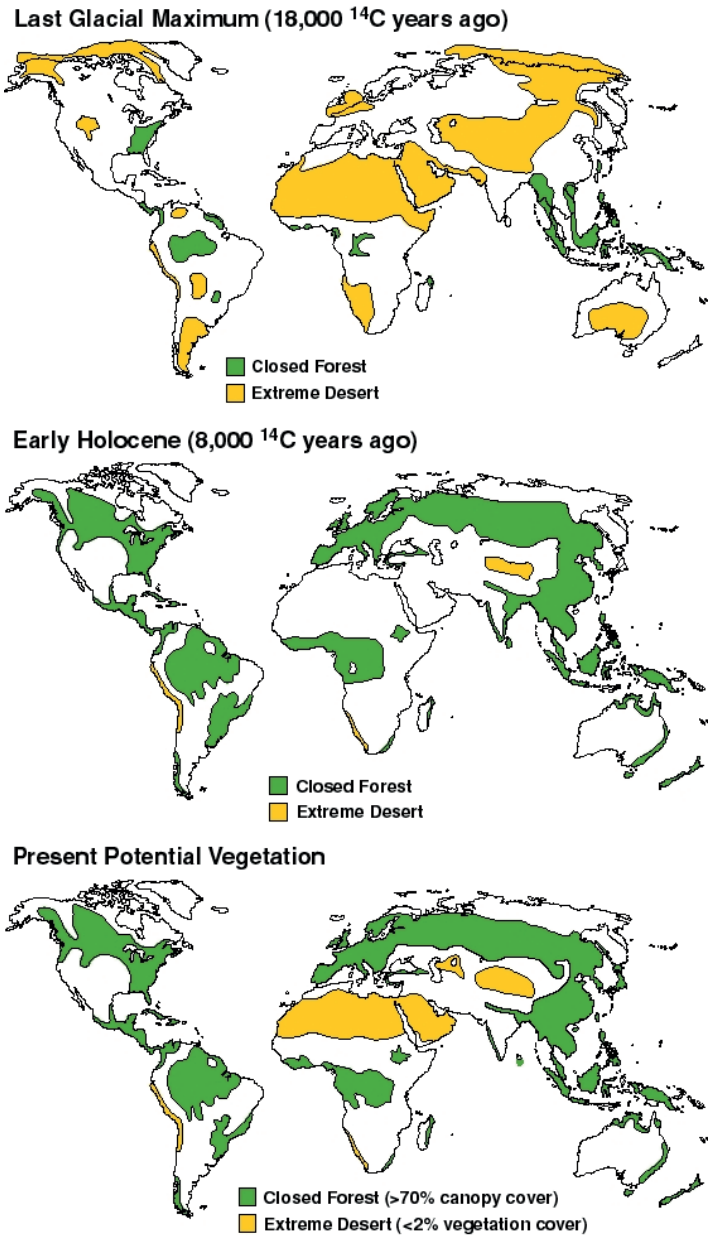
Nesse momento, Noemi explica que as esculturas que eles construíram são de animais e plantas mais característicos de cada Bioma, além de casas, cidades e animais domésticos que compõem a paisagem. Em relação aos animais, a professora Noemi coloca que nem todos sobreviveram e outros evoluíram, por isso, alguns

foram confeccionadas tanto na forma de fósseis bem como em suas possíveis fisionomias. Também aproveitou para explicar que os fósseis e as rochas são os principais meios de determinar os períodos geológicos, pois em subsuperfície o grau de conservação das formas, sem ação do intemperismo, é maior. Cabe a um profissional chamado paleobiogeógrafo localizar tais fósseis, e aos geólogos analisar as rochas e datá-las.

Durante a confecção das esculturas pelos alunos, a base da maquete é estabelecida com tábuas de madeira recicladas. Ao finalizar as esculturas, os estudantes começaram a alocá-las na maquete: em uma das extremidades posicionam as esculturas e organizam a paisagem glacial; na outra, a paisagem atual. Entre elas, havia uma transição entre os períodos.

Quando a maquete ficou pronta, Noemi devolve a pergunta aos alunos: "o que fez com que a paisagem mudasse tanto?" Vinícius arriscou falar que não sabia, mas se um lugar semiárido passa a ter vegetação, a primeira coisa necessária é a umidade. A professora concordou e complementou, a última glaciação ocorreu, aproximadamente, entre 110 a 10 mil anos, final do Pleistoceno. Durante tal período, as chuvas e a temperatura diminuem e as geleiras ampliam suas áreas de ocupação pelo planeta (Figura 4.8). Como as florestas necessitam de umidade e calor para seu desenvolvimento, elas se concentram nas regiões mais quentes e úmidas do planeta, ou seja, nas áreas tropicais. Outro elemento a ser considerado são as correntes marítimas e as massas de ar, ou seja, da última glaciação para a atualidade, ocorre uma mudança climática.

Figura 4.8 | Mapa demonstrando as áreas desérticas e de florestas da última glaciação até os dias atuais



Fonte: <https://geografiaegeopolitica.blogspot.com.br/p/geografia-ambiental.html>. Acesso em: 4 ago. 2017.

Faça valer a pena

1. Sabe-se que a chegada de ancestrais dos seres humanos evoluídos e denominados de *Homo erectus* na Europa e na Ásia remonta há aproximadamente 2 milhões de anos. Nesse período, já eram capazes de dominar o fogo, manusear ferramentas e desenvolviam as primeiras habilidades de linguagem.

Marque o fenômeno que ocorreu entre 70 e 75 mil anos, que quase provocou a extinção de nosso ancestral do planeta.

a) Impacto de um asteroide.
b) Impacto de um meteoro.
c) Erupção vulcânica.
d) Terremotos na Pangea.
e) Período glacial

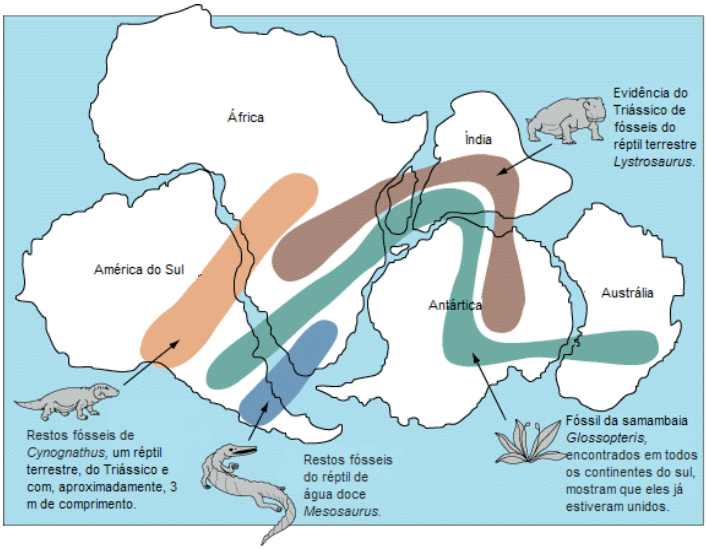
2. Leia atentamente o fragmento de texto que segue:

> **A variedade de influências sobre as condições climáticas na superfície do globo originou um mosaico de climas secos, úmidos, frios e quentes. Nas manchas desse mosaico foram formadas associações terrestres distintas entre plantas e animais. (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2006, p. 144)**

A partir de uma leitura analítica do texto, marque a alternativa que corresponda ao assunto nele tratado:

a) Ecossistemas.
b) Distribuição de espécies.
c) Geossistemas.
d) Biomas.
e) Ecorregiões.

3. A partir do Período Jurássico, a Pangea se separou e formou a Gondwana e a Laurásia, trazendo consequências para a dinâmica dos sistemas ecológicos do planeta. Um exemplo disso foram profundas mudanças climáticas, permitindo a formação de mares, além de criar e destruir barreiras, conectando e desconectando biotas.



Fonte: adaptada de <https://goo.gl/ya8Gqj>. Acesso em: 19 jul. 2017.

A partir da leitura do texto e a sua relação com a figura, marque a alternativa que corresponda ao processo de separação da Gondwana:

a) Placas tectônicas.
b) Deriva continental.
c) Formação continental.
d) Separação da Rondínea.
e) União continental.

Seção 4.2

Domínios morfoclimáticos

Diálogo aberto

Estamos acompanhando as aulas de Geografia de Noemi, e hoje ela apresentará um novo conceito aos alunos: o de Domínio Morfoclimático, proposto na década de 1960 por Aziz Nacib Ab'Saber. Para tanto, ela inicia a aula retomando o conceito de Bioma, mediante os trabalhos realizados em aulas anteriores. Nesse momento, ela aproveitou para pontuar outras denominações e diferenciações paisagísticas, mostrando que a divisão proposta por Ab'Saber, dos Domínios Morfoclimáticos é uma das mais conhecidas. Durante a aula, a professora Noemi lança um desafio para seus alunos: "sabendo que bioma e domínio morfoclimático são conceitos diferentes, porém, relacionados, como é feita a diferenciação entre eles?" E, com o objetivo de problematizar ainda mais o diálogo, ela dividiu a sala em dois grupos e entregou a eles, separadamente, as duas figuras a seguir:

Figura 4.9A

Fonte: adaptada de <https://goo.gl/M2Ny5.>. Acesso em: 25 jul. 2017.

Figura 4.9B

Fonte: adaptada de Ab'Saber (2003, p. 16a).

Sem mencionar qual das figuras representava os domínios morfoclimáticos brasileiros nem qual representava os biomas, Noemi solicitou aos grupos que assim o fizessem, porém, explicitando seus

argumentos. Como a professora deverá mediar esse diálogo a fim de conduzir um processo de construção de conceitos que possa direcionar a uma aprendizagem significativa? Vamos acompanhar a professora Noemi nessa jornada.

Não pode faltar

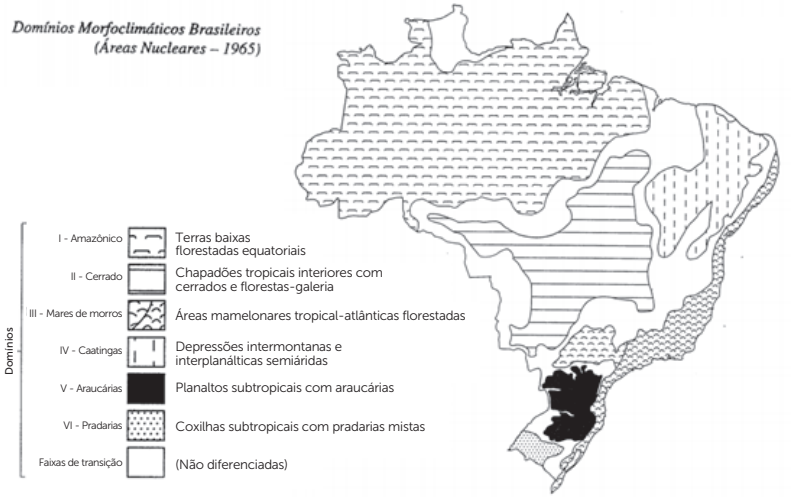
O conceito de domínio morfoclimático, segundo Aziz Nacib Ab'saber

Bioma, Domínio e Províncias não são sinônimos. Bioma é entendido com um complexo de fitofisionomias, ecologicamente relacionados, ou seja, uma unidade biológica (Figuras 4.10 e 4.11).

Figura 4.10 | Divisão dos biomas brasileiros

Fonte: <https://goo.gl/M2Ny5.>. Acesso em: 25 jul. 2017.

Figura 4.11 | Domínios morfoclimáticos brasileiros



Fonte: Ab'Saber (2003, p. 16a).

Segundo Ab'Saber (2003), o mosaico atual dos domínios é o resultado de uma série de flutuações climáticas e fitogeográficas do período Quaternário sul-americano. É necessário compreender tais processos de avanço e recuo da vegetação regional, pois é provável que em períodos que o antecediam, os processos erosivos eram mais intensos.

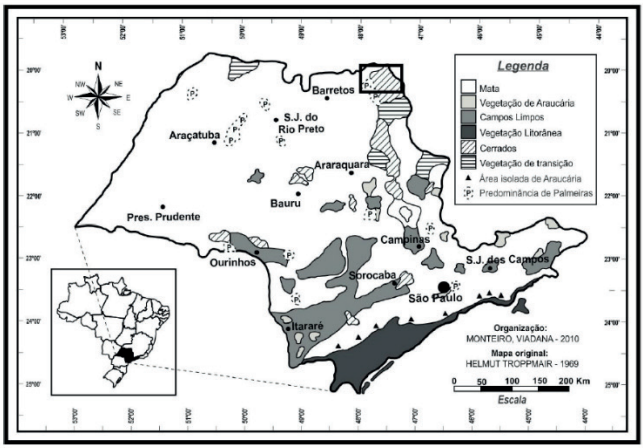
Já os Domínios e Províncias concentram-se no estudo da organização natural do espaço geográfico brasileiro. Para determinar um Domínio Morfoclimático consideram-se aspectos geológicos e geomorfológicos relacionados a características climáticas e a províncias fitogeográficas, preocupando-se com a análise do comportamento dos grandes mosaicos paisagísticos. A partir dessas duas definições, com o aprofundamento das investigações, foi possível sobrepor as informações e definir em apenas uma representação geográfica os Domínios Morfoclimáticos e fitogeográficos.

> [...] entendemos por domínio morfoclimático e fitogeográfico um conjunto espacial de certa ordem de grandeza territorial – de centenas de milhões de quilômetros quadrados de área – onde haja um esquema coerente de feições de relevo, tipos de solos, formas de vegetação e condições climático-hidrológicas. Tais domínios espaciais de feições paisagísticas e ecológicas integradas, ocorrem em uma espécie de área principal, de certa dimensão e arranjo, em que as condições fisiográficas e biogeográficas formam um complexo relativamente homogêneo e extensivo. A essa área mais típica e contínua – via de regra, de arranjo poligonal – aplicamos o nome de *área core*, logo traduzida por *área nuclear* [...]. (AB'SABER, 2003, p. 11-12, grifo nosso)

Ainda, segundo Ab'Saber (2003, p. 12), é importante destacar que entre as áreas núcleos existe um "interespaço de comunicação e contato", que afeta de forma sensível a vegetação, tipos de solos e até as feições do relevo regional, onde cada faixa de transição e contato apresenta uma combinação diferente de vegetação, solos e formas do relevo. Os interespaços transacionais, dotados de larguras variáveis, são sistemas anastomosados (bifurcados) de corredores, ou seja, entre o domínio A e o domínio B não necessariamente encontramos apenas combinações de A e B, é possível também combinações de outros domínios, por exemplo, A, B e C ou A, B e D. Além de paisagens-tampão (por exemplo, mata dos cocais), mais ou menos individualizadas e colocadas nas áreas centrais das faixas de transição.

Para compreensão de como ocorre o processo de detalhamento de uma área de estudo, considerando o ponto de partida a macropaisagem (domínios morfoclimáticos). Vamos analisar o trabalho de Viadana e Monteiro (2010). Inicialmente os autores definiram que a área de estudo se localiza no estado de São Paulo e está disposta dentro do Domínio Morfoclimático dos Mares de Morros e terá sua escala reduzida até unidades singulares, como a paisagem de veredas e buritizais. Quando reduzem a análise para o estado de São Paulo apresentam o mapa da vegetação original do estado, proposto por Troppmair (1969) (Figura 4.12).

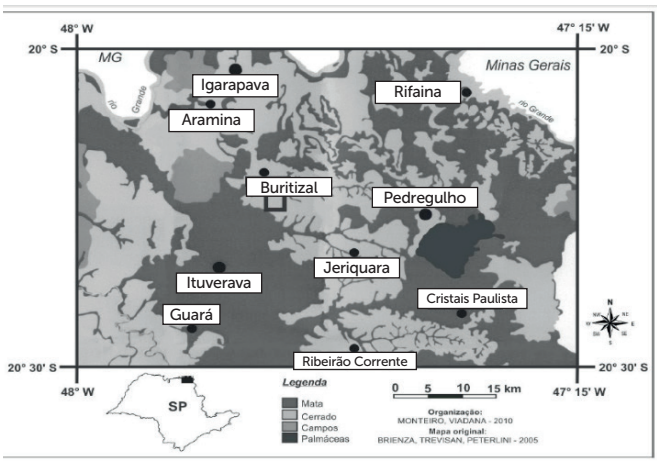
Figura 4.12 | Mapa da vegetação original do estado de São Paulo, segundo Troppmair (1969)



Fonte: Viadana e Monteiro (2010, p. 4.748).

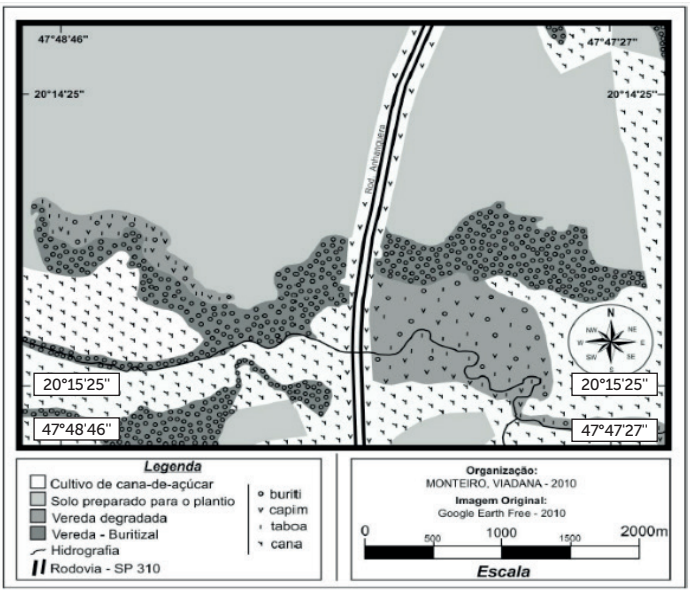
Quando reduzem a escala para 1:500.000, é possível identificar com maior detalhamento a paisagem composta por matas, cerrado, campos e palmáceas, porém, nessa escala, ainda não é possível identificar gênero e espécies, devido à diversidade existente, principalmente na mata e no cerrado, sendo possível a identificação de comunidades. Outros elementos que se destacam na Figura 4.13 são os corredores ecológicos, principalmente, próximos à rede de drenagem (VIADANA; MONTEIRO, 2010).

Figura 4.13 | Vegetação original do extremo nordeste do estado de São Paulo



Fonte: Viadana e Monteiro (2010, p. 4.749).

Figura 4.14 | Unidades fitofisionômicas no extremo nordeste paulista (espécies da flora e uso do solo)



Fonte: Viadana e Monteiro (2010, p. 4.750).

No detalhamento, devido à variação de escala, é possível uma melhor análise paisagística, que na escala dos domínios morfoclimáticos não seria possível. O destaque quadrangular na Figura 4.14 se refere à localização do recorte da Figura 4.13. Na Figura 4.14, Viadana e Monteiro (2010) destacam ser a escala de estudo preferida por pesquisadores fitogeográficos, pois é possível a verificação de identidades taxonômicas específicas. Por exemplo, consegue-se distinguir a fitofisionomia de veredas ou buritizais, ou seja, nessa escala é possível identificar gêneros e espécies, bem como os fatores abióticos que constituem a totalidade da paisagem local.

Vocabulário

Veredas – vegetação típica do Cerrado, desenvolve-se nas proximidades das nascentes, auxiliando na drenagem, regularidade e perenidade dos cursos d'água. É característico a presença da palmeira, o Buriti, e pelos solos hidromórficos. Além de contribuir para a sobrevivência de comunidades rurais tradicionais da região.

Buriti – seu nome científico é *Mauritia flexuosa*, uma palmeira muito alta, também encontrada na região da Amazônia e é considerada como bioindicador da existência de veredas.

Fonte: <http://static.panoramio.com/photos/large/40948504.jpg>. Acesso em: 26 set. 2017.

Além disso, é possível observar os níveis de degradação ambiental e a melhor forma de manejo, respeitando os componentes paisagísticos e as relações sociais. Portanto, a aplicação de Teorias Biogeográficas é muito importante para a conservação dos remanescentes da vegetação original do estado de São Paulo, sem deixar de garantir a reprodução sociocultural presente na área de estudo.

Assimile

Na Biogeografia existem teorias de conservação da biodiversidade: a Teoria da Biogeografia Insular ou de Ilhas e a Teoria das Metapopulações.

- A Teoria da Biogeografia Insular ou de Ilhas, inicialmente se refere às ilhas propriamente ditas. A partir da década de 1970, biogeógrafos observaram que um fragmento de mata cercado por lavouras, também está em condição de ilha. Os estudos têm por base o equilíbrio entre as taxas de imigração e extinção (MACARTHUR; WILSON, 1967).

- A Teoria das Metapopulações atualmente é a aquela que substitui, gradativamente, a Teoria da Biogeografia Insular. Ela se baseia na existência de corredores ecológicos que conectam fragmentos isolados, garantindo o fluxo migratório de espécies e, assim, as recolonizações (MORSELLO, 2001).

Principais características e configurações atuais dos domínios morfoclimáticos brasileiros

São seis os Domínios Morfoclimáticos definidos no Brasil, conforme observado na Figura 4.10. Estes, por sua vez, configuram-se em suas áreas núcleo, com características muito bem definidas, resultado da correlação entre as regiões climatobotânicas, áreas geopedológicas, províncias fitogeográficas e regiões hidrológicas. A configuração dos domínios morfoclimáticos e suas respectivas caracterizações, segundo Ab'Saber (2003) e Modenesi-Gauttieri et al. (2010), é:

1 – Domínio cerrado ou dos chapadões tropicais – apresentam-se recobertos por cerrados e florestas galerias. Planaltos de estruturas complexas, capeados ou não por lateritas de cimeira, planaltos sedimentares com vertentes em rampas suaves, ausência quase completa de mamelonização, drenagens esparsas e pouco ramificadas, cabeceiras em dales e calhas aluviais de tipos particularizados. Segundo Ab'Saber (2003), o domínio dos cerrados configura-se como um espaço territorial planáltico, em sua área núcleo, com presença de solos geralmente pobres, porém, as características climáticas e topográficas são favoráveis ao desenvolvimento da vegetação, portanto, é possível afirmar que as florestas (Mata Atlântica) que se desenvolvem nesse domínio devem-se à evolução integrada do clima e dos solos, pois a zona dos trópicos úmidos está sujeita a forte sazonalidade.

Abrange uma área de 1,9 milhão de quilômetros quadrados, assemelha-se com o vasto domínio das savanas africanas, porém, na África, Ab'Saber (2003) explica que os arranjos vegetacionais

apresentam características transacionais de modo gradual, que se iniciam nas bordas das grandes florestas da Guiné e gradativamente a vegetação se modifica até as estepes subdersérticas e desérticas, pré-saarianas e pré-kalaarianas. Já no Brasil, não existe essa característica gradual, os cerrados e os cerradões apresentam igual característica desde as suas áreas núcleo até suas bordas, iniciando as zonas de transição.

2 – Domínio dos mares de morros ou das regiões serranas, tropicais úmidas – configura-se com a presença extensiva de floresta tropical – Mata Atlântica dotada de diferentes biotas. Apresenta fortíssima decomposição das rochas, densas drenagens perenes, expressiva mamelonização, agrupamentos de eventuais "pães de açúcar", áreas mal diaclasadas, planície de inundação meândrica e solos superpostos. A área núcleo desse domínio, segundo Ab'Saber (2003, p. 57), encontra-se "sobretudo nas regiões serranas granítico-gnáissicas florestadas do Brasil, com tipicidade máxima nas zonas mamelonizadas extensivas da bacia do Rio Paraíba do Sul".

Os principais fatos fisiográficos que caracterizam as áreas mamelonares são: decomposição funda e universal das rochas cristalinas, com exceção dos pães de açúcar, mares de pedra e de espinhaços quartzíticos; presença de latossolos nas vertentes e interflúvios; sobreposição de solos devido às flutuações climáticas do Quaternário, característico pela presença das linhas de pedras (*stone lines*); mamelonização universal desde os níveis mais baixos até níveis altimétricos de 1.200 metros; presença de pães de açúcar; drenagens perenes e anastomosadas; disponibilidade de água subterrânea; cobertura florestal contínua que dificulta a incidência de raios solares sobre o solo; elevado índice de umidade do ar, plenitude da biostasia; calhas aluviais em bacias sedimentares ou adaptados a ângulos e falhas tectônicas.

Estende-se por toda a costa do Brasil Tropical Atlântico, de aproximadamente 650 mil quilômetros quadrados de área, desde o Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul, além de apresentar faixa hipsométrica cuja amplitude é superior a mil metros. Destaca-se que em seu interior ocorrem enclaves de bosques de Araucárias e Cerrados.

3 – Domínio da caatinga ou das depressões intermontanas semiáridas – caracteriza-se pela caatinga extensiva, presença de inselbergs, drenagens intermitentes e canais semianastomosados locais, fraca decomposição, afloramentos rochosos, chão pedregoso. Abrange, aproximadamente, 850 mil quilômetros quadrados e se localiza em região de depressão interplanáltica do Nordeste brasileiro.

Segundo Ab'Saber (2003, p. 85), a delimitação do Nordeste seco se constitui dos "extremos da própria vegetação da caatinga". As áreas núcleo são denominadas como "semiáridas rústicas ou semiáridas típicas", sendo que na terminologia popular é "sertão bravo", sendo a estrutura geológica-litológica responsável pela paisagem quase desértica.

Reflita

Sabe-se que a América do Sul compõe uma parte do Continente Americano dotado de grandes e contínuas extensões de terras úmidas, bastante chuvosas e ricas em recursos hídricos. Por que e quais fenômenos são responsáveis pela existência das três regiões semiáridas/áridas localizadas na América do Sul (Nordeste brasileiro, norte da Venezuela e Colômbia e na diagonal seca do Cone Sul)?

4 – Domínio das araucárias ou de planaltos subtropicais – configura-se pela presença de Araucárias e pradarias de altitude, decomposição de rochas em profundidade, solos superpostos descontínuos e tipos particulares de regiões subtropicais e coluviação descontínua, drenagens perenes e forte atenuação da mamelonização, abrangendo área de, aproximadamente, 400 mil quilômetros quadrados, variando entre 800 e 1.300 metros acima do nível do mar e coincide com o planalto basáltico sul-brasileiro, do Paraná ao Rio Grande do Sul.

Ab'Saber (2003, p. 101) descreve os bosques de Araucária que emergem acima do dossel de matinhas subtropicais, como

> **pinhais, esguios e imponentes – um tanto exóticos e homogêneos [...] de vez em quando, surgem pequenos mosaicos de campos entremeados por bosques de pinhais, que oferecem uma das mais lindas paisagens do território brasileiro.**

5 – Domínios das pradarias ou das coxilhas subtropicais uruguaio-sul-rio-grandense – também conhecida como Campanha Gaúcha, apresenta cobertura extensiva de pradarias mistas. Coxilhas extensivas, grandes matas subtropicais, fraca decomposição das rochas, grandes banhados, cabeceiras em dales, pouca mamelonização ou formas pseudomamelonares devido, sobretudo, à coluviação. Abrange 80 mil quilômetros quadrados, domínio de menor área, além de se localizar em apenas um estado, o Rio Grande do Sul. A paisagem é constituída por colinas que se desdobram em direção às fronteiras uruguaia e argentina e só é quebrada pela presença de alguns morros testemunhos, porém, próximo a Caçapava do Sul há presença de Araucárias, cactáceas e áreas de arenização, relicários de um paleoclima.

6 – Domínio amazônico ou das terras baixas equatoriais – configura-se com a presença extensiva de floresta equatorial – Floresta Amazônica. Presença de planície de inundação labirínticas e/ou meândricas, rios negros e drenagem perene, tabuleiros extensos com vertentes semimamelonizadas, morros baixos mamelonares nas áreas cristalinas adjacentes (Amapá, Gurupi, Tumucumaque) e terraços de cascalhos e/ou lateritas. Destaca-se pela maior bacia hidrográfica do mundo, que nasce na Cordilheira dos Andes e desagua no Oceano Atlântico, sendo as massas de ar úmida responsáveis pelo regime hídrico da região.

Esse domínio se destaca pela grande diversidade biológica do planeta e pela ordem de grandeza de sua principal rede hidrográfica, sua posição permite fortíssima entrada de radiação solar, abastecimento contínuo de massas de ar úmido, grande estoque de nebulosidade, baixa amplitude térmica e ausência de estações secas. Esse domínio não se restringe ao território brasileiro, como o domínio das pradarias. Ele ocupa grandes áreas de outros países da América do Sul, em sua área núcleo, as temperaturas médias ficam em torno de 24 °C a 27 °C, chuvas superiores a 1.700 milímetros alcançando índices de 3.500 milímetros e o clima regional pode ser considerado super úmido.

O domínio Amazônico, segundo Ab'Saber (2003, p. 80-81), pode ser dividido em quatro agrupamentos regionais: a calha norte do Amazonas (composta por áreas predominantemente florestadas, mas não totalmente, é possível identificar cerrados e campos); a calha sul

do Amazonas (terras originalmente florestadas); eixo oeste-leste da planície amazônica (envolve baixos platôs - tabuleiros); e, os setores sul, sudeste e leste do corpo territorial da Amazônia brasileira (áreas críticas de posse fundiária e predação de recursos naturais).

Inferências e interferências humanas

A falta de cuidado no manejo da vegetação nativa e solo provocou danos e irreversíveis prejuízos paisagísticos. Considerando aspectos descritos por Ab'Saber (2003), Modenesi-Gauttieri et al. (2010) e Figueiró (2015), o Quadro 4.1 apresenta os principais percalços cometidos pela ação antrópica.

Quadro 4.1 | Sistematização dos Domínios Morfoclimáticos no Brasil e suas respectivas inferências e interferências antrópicas

Domínio	Inferências e interferências antrópicas
Amazônico	- Avanço da fronteira pecuária e agrícola. - Investimentos em macroprojetos (usinas hidrelétricas e rodovias). - Conflitos desde o período extrativista, passando pelo ciclo da borracha (final do século XIX e início do século XX) e agora, com a mineração, biopirataria, tráfico (narcóticos, animais silvestres e humano) e demarcações de terras.
Cerrado	- Desenvolvimento de atividades de pecuária e agricultura (soja, café, trigo, algodão). - Erosão por manejo inadequado do solo. - O crescimento populacional se intensificou nas regiões de domínio do Cerrado, com os programas de colonização para o interior do território brasileiro.
Mares de morros	- A exploração se inicia com a chegada dos portugueses com a exploração o pau-brasil e posterior cultivo de cana-de-açúcar e café. Em algumas áreas o solo foi tão exaurido que mesmo sendo região úmida, não consegue reestabelecer a floresta. - Maior concentração de população, urbanização, parques industriais e transportes. - Região mais sujeita aos processos erosivos e movimentos de massas do Brasil.

Caatinga	- Projetos de irrigação inadequados à região geraram um vasto processo de degradação devido à salinização. - Desmatamentos sem o devido manejo aumentaram a degradação da vegetação e do solo, o que proporcionou, em algumas regiões, casos de desertificação antrópica. - É considerada a região semiárida mais povoada do mundo.
Araucárias	- Devido aos projetos de colonização, quase todo o domínio foi devastado, sobrando alguns remanescentes, nos quais as Araucárias são usadas como madeira. - Uso pecuário, com algumas áreas com produção agrícola. - Atualmente, recebe grandes estímulos econômicos para a silvicultura.
Pradarias	- Substituição das gramíneas para o cultivo da rizicultura. - Atualmente, há grande incentivo à silvicultura, responsável por destruir o restante das áreas que não são favoráveis ao cultivo de arroz. - Antes da expansão agrícola para o norte, houve a tentativa de produção de soja na Campanha Gaúcha, o que provocou danos irreparáveis a biodiversidade local.

Fonte: elaborado pela autora.

Exemplificando

A criação de Unidades de Conservação é indispensável para preservação de pequenas áreas dos Domínios Morfoclimáticos. Por exemplo, o Parque Nacional da Serra do Mar (Domínio de Mares de Morros, em São Paulo), Parque Estadual do Espinilho (Domínio das Pradarias, no Rio Grande do Sul).

Pesquise mais

A entrevista com o prof. Aziz Ab'Saber, intitulada *Aziz Ab'Saber - Geógrafo*, é a possibilidade de ouvirmos o próprio Ab'Saber contar sua escolha e seu percurso na Geografia.

Fonte: Aziz Ab'Saber – Geógrafo. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1TOjtmY6tpE>. Acesso em: 25 jul. 2017.

Sem medo de errar

Estamos acompanhando a professora Noemi em suas aulas de Geografia e, na última aula, ela trabalhava sobre domínios morfoclimáticos. Para tanto, dividiu a turma em duas equipes, entregando dois mapas, um que se refere aos biomas brasileiros e outro aos domínios morfoclimáticos propriamente ditos, porém, sem mencionar aos estudantes tal classificação. O desafio era justamente esse: cada grupo deveria estabelecer o que seu mapa representava, apresentando argumentos e depois socializando com os demais. A tarefa de Noemi, portanto, era a de mediar a construção conceitual e averiguar a concepção do conceito de domínio morfoclimático.

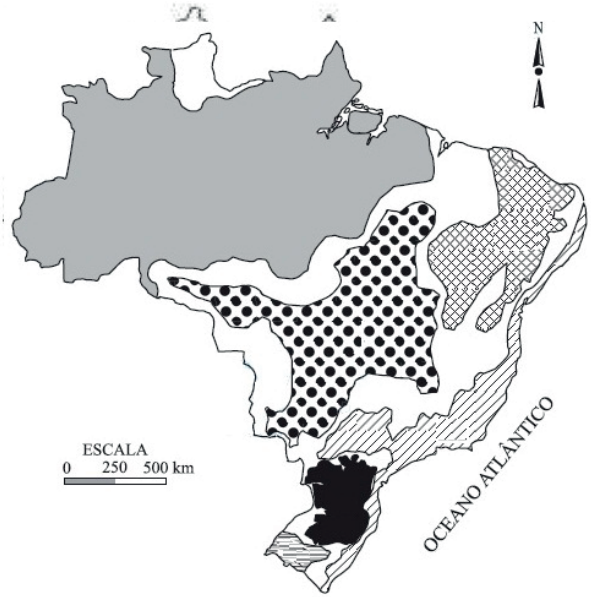
Para tanto, é essencial que os argumentos apresentados pelo grupo que ficou responsável pelo mapa dos Domínios Morfoclimáticos pontue um entendimento sistêmico da paisagem, bem como a complexidade que envolve a sua constituição, de forma que os estudantes sejam capazes de correlacionar as informações e entender que uma paisagem depende de muitos fatores para se constituir de tal forma, além da herança de períodos passados.

Já o grupo com o mapa de biomas precisa apresentar as características de formação de unidades biológicas, que não levam em consideração, por exemplo, eventos ocorridos em eras anteriores nem tampouco os movimentos de especiação.

Faça valer a pena

1. A estrutura das paisagens brasileiras comporta um esquema regional de grandes parcelas, relativamente homogêneas do ponto de vista fisiográfico e ecológico, o que permitiu a divisão do território brasileiro em seis domínios morfoclimáticos.

Figura 4.15 | Distribuição territorial dos Domínios Morfoclimáticos brasileiros



Fonte: <https://goo.gl/oaVc12>. Acesso em: 4 out. 2017.

Leia o texto, observe a figura e marque a alternativa que corresponde ao domínio morfoclimático destacado em coloração preta:
a) Domínio dos chapadões tropicais.
b) Domínio das regiões serranas.
c) Domínio da Caatinga.
d) Domínio das Terras Baixas Equatoriais.
e) Domínio de planaltos subtropicais.

2. Não se pode falar em potencialidades paisagísticas sem pensar no grande dilema dos tempos modernos: o economismo e o ecologismo. Para pesquisadores, não se deve pender para nenhum lado, o que devemos buscar é o planejamento e o manejo racional de nossos recursos.
Segundo o texto, existem responsáveis pelo grande dilema do clima em questão. Escolha a alternativa que apresenta corretamente que é apontado como esse responsável:
a) Refere-se à ação humana.
b) Refere-se às ações climáticas.
c) Refere-se às ações geológicas.
d) Refere-se às ações ecológicas.
e) Refere-se à ação de animais selvagens.

3. Leia atentamente o fragmento de texto que segue:

> O mundo das águas na Amazônia é o resultado direto da excepcional pluviosidade que atinge a gigantesca depressão topográfica regional. O grande rio nasce na Cordilheira dos Andes, onde existem precipitação de neve e degelo de primavera, a mais de quatro mil metros de altitude. (AB'SABER, 2003, p. 67)

Marque a alternativa que caracteriza corretamente o Domínio Morfoclimático Amazônico.

a) O corpo principal da bacia hidrográfica depende de um regime hidrológico parcialmente de geleiras.

b) O corpo principal da bacia hidrográfica depende de um regime hidrológico totalmente fluvial.

c) O corpo principal da bacia hidrográfica depende de um regime hidrológico parcialmente pluvial.

d) O corpo principal da bacia hidrográfica depende de um regime hidrológico totalmente pluvial.

e) O corpo principal da bacia hidrográfica depende de um regime hidrológico totalmente de geleiras.

Seção 4.3

Ciclos biogeoquímicos

Diálogo aberto

Estamos acompanhando as aulas de Noemi na disciplina de Geografia. Hoje a temática da aula versa sobre os fluxos de energia e a ciclagem dos nutrientes biogeoquímicos. Noemi enfatiza o papel da ação humana: em função do avanço tecnológico, a exploração dos componentes da natureza é tal que houve a necessidade de se lançar mão da própria tecnologia para o desenvolvimento, em laboratório, de elementos químicos que são mais utilizados ou que são escassos na biosfera. A professora coloca que as intervenções humanas, em alguns casos, podem ser tão drásticas a ponto de romper ciclos biogeoquímicos locais e globais.

Para iniciar a aula, Noemi leva a turma ao laboratório e solicita aos estudantes que observem o processo de decomposição de restos de alimentos, cascas e folhas em adubo. Para trabalhar os conceitos relacionados aos ciclos biogeoquímicos e seu papel no equilíbrio e na dinâmica dos diferentes ecossistemas, Noemi divide as bancadas do laboratório a fim de que nelas os estudantes encontrem caixas com elementos da biota, como aqueles anteriormente citados: folhas, cascas, restos de alimentos, porém ainda novos e que não haviam entrado em decomposição. Ela solicita aos alunos que coloquem uma parte desses elementos em recipientes de vidro e deixem a outra parte exposta ao ar livre. A ideia é que eles verifiquem como ocorrem os ciclos nas duas circunstâncias bem como as suas diferenças. Nesse momento, um dos estudantes questiona: "Se esses ciclos não ocorressem, quais seriam as consequências?", "Já que a demanda por recursos naturais é tão grande, se não houvesse a decomposição e os ciclos biogeoquímicos, isso não seria uma vantagem?" – Emenda outro estudante. Vamos verificar, ao longo desta seção, como se processam tais ciclos para responder a esse questionamento e constatar.

Não pode faltar

Ciclos de nutrientes biogeoquímicos

A Biosfera, esfera da vida ou ecosfera, segundo Figueiró (2015, p. 155), "corresponde àquela esfera da superfície terrestre em que os organismos vivos (fauna e flora) desenvolvem seu processo coevolutivo em interação com a base física da paisagem." Isso quer dizer que a Biosfera abrange todos os espaços e domínios habitáveis da Terra, com a inclusão dos seres humanos, que ocupam a superfície terrestre de forma contínua e dependem de uma fonte de energia fundamental, o Sol.

Assimile

A ciência que estuda os ciclos biogeoquímicos é denominada Biogeoquímica. Ela busca a compreensão dos processos químicos e dos fluxos de matéria entre os componentes vivos e não vivos da Biosfera. O termo Biogeoquímica advém do uso da abordagem holística e ecológica para o estudo da geoquímica, denominado por Fortescue (1980) como geoquímica da paisagem.

São os fluxos de energia que permitem o desenvolvimento da vida e que desencadeiam os ciclos de matéria/nutrientes que fazem parte da composição bioquímica dos ecossistemas. Esse processo corresponde à transferência de nutrientes do solo e da atmosfera para os seres vivos, os quais são devolvidos ao solo e à atmosfera após a morte do organismo vivo. Os ciclos de nutrientes são denominados de ciclos biogeoquímicos. Os mais importantes são: os ciclos do nitrogênio (N), do carbono (C) e do fósforo (P). Nesta seção, abordaremos também o ciclo do hidrogênio (H) e do oxigênio (O), em que:

> **[...] os componentes são absorvidos pelos vegetais autótrofos (primeiro nível trófico), a partir de sua fonte de origem (solo, água ou atmosfera), na forma de matéria bioquímica (açúcares, gorduras, aminoácidos) ou de íons orgânicos, sendo repassados aos demais seres vivos pelas cadeias tróficas e utilizados na construção das diferentes estruturas orgânicas. Após a morte destes seres vivos, os microrganismos decompositores se encarregam de mineralizar estes tecidos mortos, devolvendo os elementos ao ambiente, onde serão reabsorvidos por novos vegetais. (FIGUEIRÓ, 2015, p. 164)**

Portanto, o processo em que ocorre os ciclos biogeoquímicos permite à biosfera o poder de autorregeneração, ou seja, estabelece um equilíbrio dinâmico a partir da ciclagem dos nutrientes, que, por sua vez, é denominado de homeostase.

Ciclo do Nitrogênio

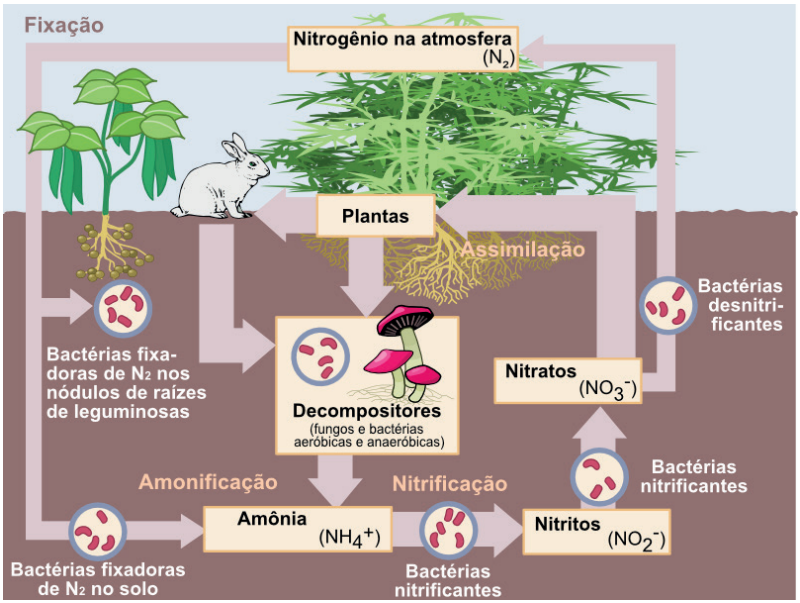
O nitrogênio (N2) é um dos elementos que mais influenciam no crescimento das plantas, auxiliando na formação dos tecidos dos vegetais, fornecendo material estrutural. Na natureza, podemos encontrá-lo na biosfera de forma natural (na atmosfera – forma gasosa ou imobilizado nos tecidos das plantas e animais) ou introduzido no solo para que fique disponível para as plantas (fixação biológica, liberação por decomposição da matéria orgânica (decomposição da serapilheira) ou de forma artificial – fixação industrial do nitrogênio – adubos nitrogenados (ureia)).

Exemplificando

O uso de nitrogênio e do fósforo, na forma artificial, é muito comum nas grandes propriedades rurais monocultoras, por exemplo, no cultivo de cana-de-açúcar, arroz e soja, onde são aplicadas doses altíssimas de adubos ou fertilizantes constituídos por NPK (nitrogênio, fósforo e potássio), para estimular o crescimento das plantas. Já, na agricultura orgânica ou agroecológica, o estímulo à produção destes nutrientes ocorre de forma natural, por meio de compostagem.

O nitrogênio tem sua maior concentração (78%) na atmosfera, porém na forma como se apresenta (N≡N), é pouco reativo e estável, dificultando sua absorção pelas plantas. Desse modo, para isso ocorrer é necessária uma transformação molecular, ou seja, quando as bactérias nitrificantes fixam nitrogênio do ar, iniciam o ciclo do nitrogênio que, por sua vez, apresenta-se em quatro fases principais: fixação, nitrosação, nitratação e desnitrificação (Figura 4.16).

Figura 4.16 | Exemplo do ciclo do nitrogênio na biosfera



Fonte: <https://goo.gl/Y22V4Z>. Acesso em: 29 jul. 2017.

Acompanhando o processo que ocorre na Figura 4.16, a primeira fase, a fixação, consiste na transformação do nitrogênio molecular (N2) em amônia (NH4+). A segunda fase, a nitrosação, é realizada pelas bactérias nitrosas que transformam a amônia em nitrito (NO2-), por meio da substituição dos três hidrogênios por dois oxigênios. A nitratação ocorre na terceira fase, que nada mais é que o processo de oxidação realizada pelas nitrobactérias, onde os nitritos (NO2) se transformam em nitratos (NO3-), adquirindo forma estável e passíveis de absorção pelos vegetais. E, por fim, a desnitrificação, processo pelo qual parte dos nitratos do solo e da água, sob ação das bactérias desnitrificantes, são liberados para atmosfera, transformando-se em nitrogênio molecular, finalizando e reiniciando o ciclo do nitrogênio.

Ciclo do Carbono

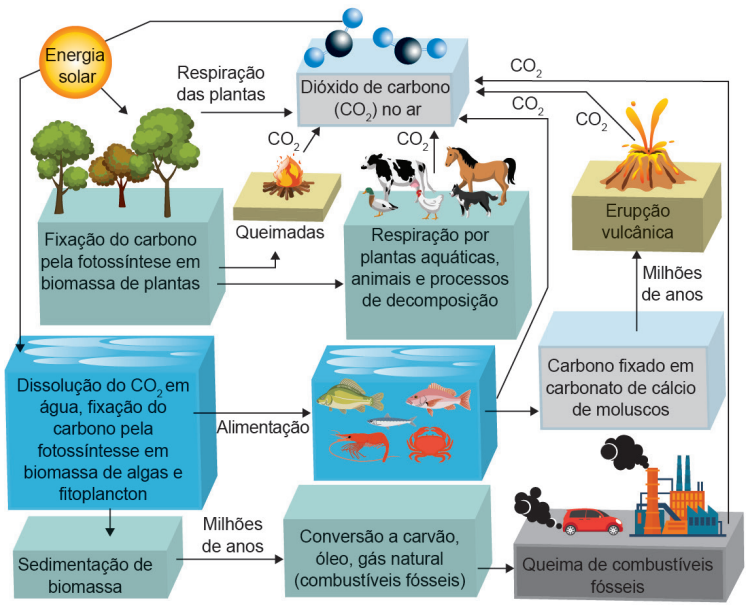
Existem, aproximadamente, 46 bilhões de toneladas (Gt – Giga tonelada) de carbono contidas no planeta Terra. Os principais lugares em que estão estocadas são: tecidos orgânicos vegetais e animais (560 Gt), solos e em minerais combustíveis, por exemplo, carvão

mineral (5.500 Gt), na atmosfera (720 Gt) e no fundo dos oceanos (39.000 Gt). Como a absorção do carbono ocorre na fotossíntese e a sua liberação na respiração, as duas forças opostas que dinamizam e equilibram as trocas de carbono na atmosfera são as forças principais do ciclo do carbono, movimentando, aproximadamente 120 Gt/ano.

A Figura 4.17 demonstra o ciclo do carbono. Nele, é importante destacar que, na maior parte do percurso, o carbono se apresenta em estado gasoso e o principal caminho passa pela atmosfera, hidrosfera e biota, porém, com a intervenção humana, os reservatórios de minerais combustíveis, até então dormentes, passaram a compor o ciclo de modo mais significativo.

Segundo Townsend, Begon e Harper (2006), a fotossíntese ocorre de forma diferente entre as plantas terrestres (dióxido de carbono atmosférico) e as plantas aquáticas (carbonatos dissolvidos ou carbono da hidrosfera), ligados pelas trocas estabelecidas entre a atmosfera e os oceanos. Além do intemperismo em rochas carbonáticas, cujo destino final dos seus sedimentos é o fundo dos oceanos.

Figura 4.17 | Ciclo do carbono na biosfera



Fonte: <https://goo.gl/jLfT2S>. Acesso em: 4 out. 2017.

Reflita

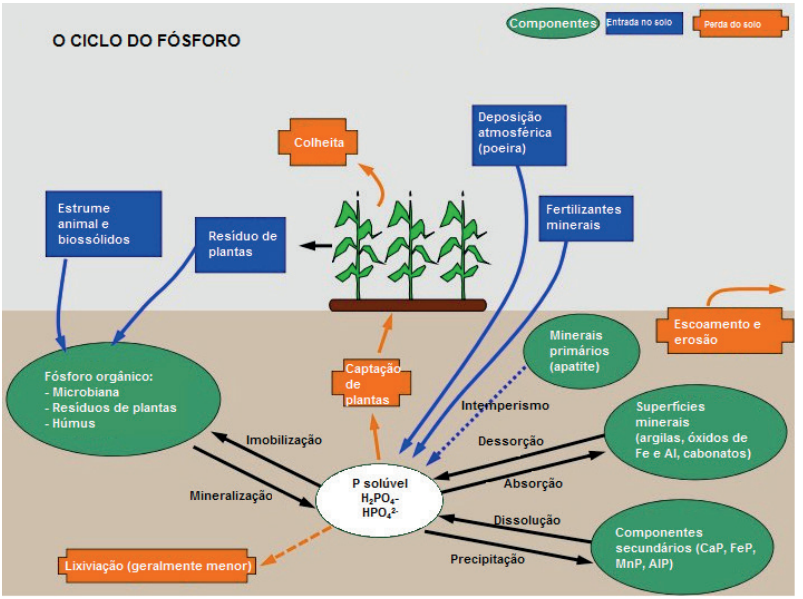
Autores como Shugart et al. (1986), Jamarillo e Cárdenas (2013) e Figueiró (2015) defendem que houve um aumento no lançamento de CO_2 devido a ações antrópicas, como o desmatamento e a queima de combustíveis fósseis. O aumento de CO_2 permite a diminuição de estômatos e uma consequente menor perda de água pelas plantas e melhor eficiência fotossintética, acelerando o crescimento das plantas, denominado de fertilização por CO_2, ou seja, os estudos apontam o aumento das áreas de florestas sobre as áreas campestres e arbustivas. Portanto, se o CO_2 contribui para o aumento das áreas de florestas, porque tanta preocupação científica e notoriedade midiática com seu aumento na atmosfera?

Ciclo do Fósforo

O fósforo tem seus principais estoques na água do solo, rios, lagos e oceanos, além das rochas, responsáveis pela maior concentração de fósforo, e os sedimentos oceânicos. Diferentemente do nitrogênio, do carbono e do oxigênio, que envolvem trocas gasosas em seus ciclos atmosféricos, o fósforo é um dos ciclos biogeoquímicos mais simples, envolvendo apenas características sedimentares.

O ciclo do fósforo acontece da seguinte forma: na primeira etapa, as rochas ricas nesse mineral passam pelo processo de intemperismo, transferindo fosfato (PO_4^{3-}) para o solo. Se minerais metálicos não imobilizarem o fosfato, eles passam a ser absorvidos pelas plantas. Nesse caso, o fosfato passa de sua forma inorgânica para orgânica, que, com a morte do ser que o absorveu, se decompõe, reiniciando o ciclo (Figura 4.18).

Figura 4.18 | Ciclo do fósforo na biosfera



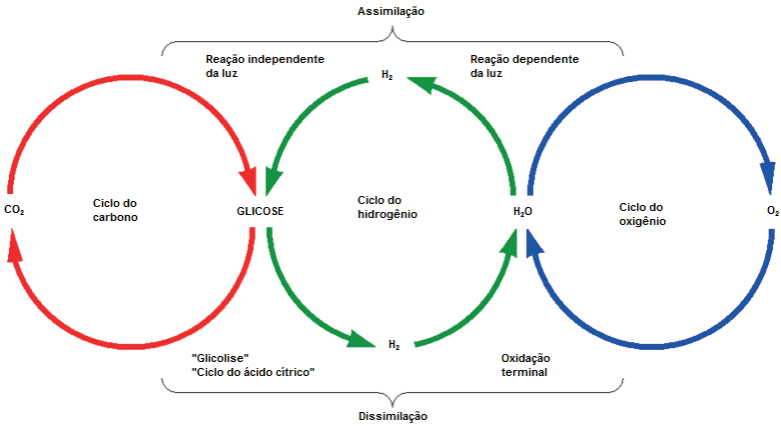
Fonte: <https://goo.gl/Ehbb5e>. Acesso em: 29 jul. 2017.

Uma característica importante na paisagem aquática, quando há grandes concentrações de fósforo (normalmente, associado a nitratos e sulfatos), está na eutrofização. A eutrofização de ambientes aquáticos aumentou consideravelmente após o advento da fertilização química artificial nas grandes monoculturas agrícolas. Destaca-se que a eutrofização nada mais é que o aumento de algas, processo este que prejudicará a biodiversidade aquática, pois afetará a zona trófica (penetração de luz solar).

Ciclo do Hidrogênio

A forma molecular do hidrogênio estável é H_2. Apesar de ser o elemento químico gasoso mais abundante na atmosfera (75%), não se encontra livre. O hidrogênio sempre está realizando ligação com outros elementos químicos. Na Figura 4.19, por exemplo, é possível observar a interconexão entre o ciclo do carbono, do hidrogênio e do oxigênio no metabolismo das plantas fotossintetizadoras.

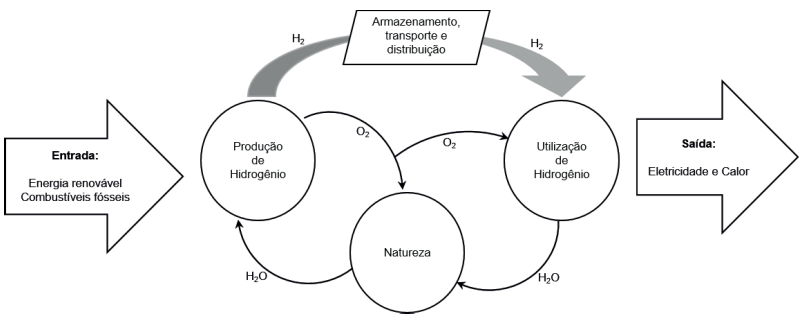
Figura 4.19 | Dinâmica das trocas e interconexão entre o ciclo do carbono, do hidrogênio e do oxigênio



Fonte: <https://goo.gl/nyBja8>. Acesso em: 29 jul. 2017.

A Figura 4.20 apresenta detalhadamente as fases do ciclo do hidrogênio na biosfera. Na primeira fase, a ocorrência de processos fotoquímicos na atmosfera permite a quebra de moléculas de hidrocarbonetos que, por ação microbiana, permite a produção de H_2. O hidrogênio tem características fisiológicas que permitem ser um combustível biológico, além dos processos biológicos garantirem sua predominância na atmosfera. No que tange a ação microbiana, a produção de hidrogênio, na maioria das vezes, é realizada a partir de processos celulares (absorção inter ou intracelular).

Figura 4.20 | Ciclo do hidrogênio na biosfera

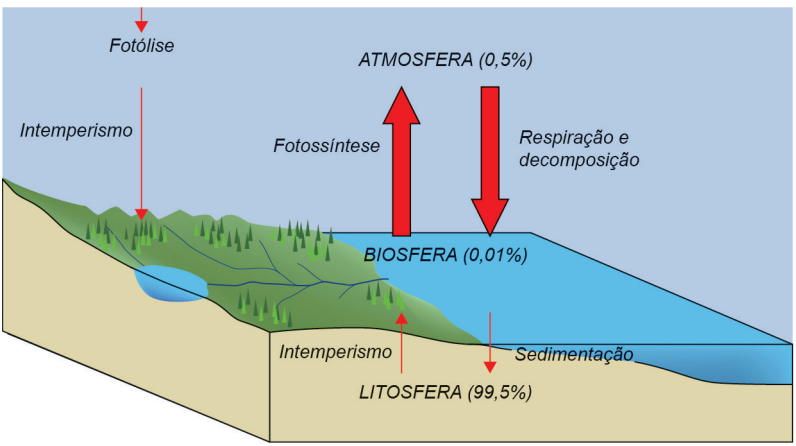


Fonte: adaptada de Odum (1988, p. 111).

Ciclo do Oxigênio

A maior concentração de O_2 está na litosfera (99,5%), que por sua vez faz parte dos três principais reservatórios de oxigênio do Planeta, juntamente com a biosfera e a atmosfera. Se o principal fator de emissão de oxigênio para a atmosfera é a fotossíntese, a respiração e a decomposição são os fatores de absorção de oxigênio da atmosfera (Figura 4.21).

Figura 4.21 | Ciclo do oxigênio na biosfera



Fonte: <https://goo.gl/VMYSyd>. Acesso em: 29 jul. 2017.

Os principais meios por onde o oxigênio circula e se transforma são: biológico, hidrológico, físico e geológico. Quando combinado com moléculas de carbono, forma o CO_2 e, com o hidrogênio, forma a H_2O, essenciais para os seres vivos, pois a partir de tais combinações é possível a fotossíntese.

Pesquise mais

Entrevista *Alteração do ciclo de nitrogênio gera poluição ambiental* realizada pela TVNBR, com a prof.ª Dr.ª Gabriela Bielefeld Nardoto – UNB, que comenta sobre o ciclo do nitrogênio, sua importância e seus impactos ao ambiente. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=6JWtuWqRkf8>. Acesso em: 20 ago. 2017.

Documentário *Carbono e vida*, publicado pelo INPE, que tem como objetivo demonstrar como o ciclo biogeoquímico do carbono se comporta no ambiente. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ZSiU6N8tBzI>. Acesso em: 20 ago. 2017.

Sem medo de errar

Vamos retomar a aula da professora Noemi, sobre os ciclos biogeoquímicos. Para estudá-los, ela levou seus estudantes ao laboratório e pediu que observassem o processo de decomposição de folhas, cascas, restos de alimentos e, em seguida, dividissem tais elementos em dois grupos: alguns deles seriam colocados em recipientes de vidro e outros seriam deixados expostos ao ar livre, para que os estudantes analisassem. Nesse ínterim, um aluno questiona Noemi, ponderando sobre o que ocorreria se a decomposição não existisse, haja vista que a demanda de recursos pela humanidade é tão grande que existe até mesmo a necessidade de produção sintética de tais recursos.

Para tanto, a professora Noemi disse que eles mesmos responderiam ao questionamento com o resultado das pesquisas, a ser apresentado após 15 dias. E quando os alunos o fizeram, notaram que os elementos que estavam ao ar livre se decompuseram mais rapidamente. Ao questionar o motivo, os estudantes disseram que isso se devia à ação de fungos e bactérias e que somente assim havia a reposição de nutrientes à biosfera. Então, se tais processos não ocorressem, isso seria inviável. Portanto, se a decomposição não existisse, ou se fosse mais lenta, como no caso dos elementos que estavam no recipiente, a reposição de elementos na biosfera seria igualmente mais lenta e, no pior dos cenários, inexistente.

Assim, os ciclos biogeoquímicos são vitais para a existência de todos os seres vivos da Terra, não somente do homem e como somos nós que estamos distribuídos por todos os biomas do Planeta, a nossa responsabilidade de conservação e preservação deve ser a maior de todas.

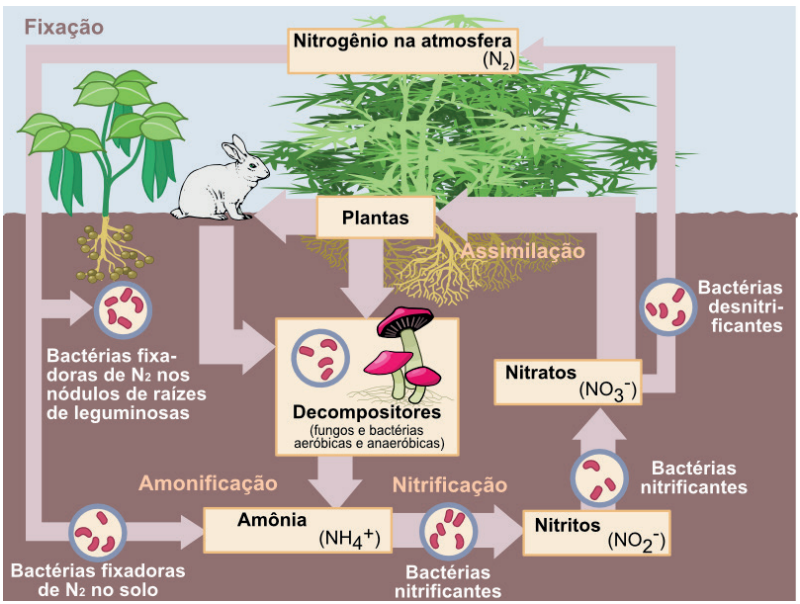
Faça valer a pena

1. Todos os seres vivos, desde escalas locais até globais, necessitam de matéria e energia para as suas atividades. Para tanto, a energia solar serve como combustível para a ocorrência dos ciclos biogeoquímicos. Sobre a ciclagem dos nutrientes, leia as assertivas que seguem:

( ) Os elementos químicos tendem a circular na biosfera, partindo do ambiente aos organismos e destes, novamente, ao ambiente.

( ) Todos os ciclos biogeoquímicos ocorrem em condições aeróbicas, ou seja, é necessária a presença de oxigênio.
( ) A reciclagem da água e dos nutrientes é um processo importante, porém, não vital aos ecossistemas e à humanidade.
( ) Os elementos químicos apresentam a necessidade de constarem a mesma quantidade disponível na biosfera.
A partir da leitura das assertivas anteriores, escolha a alternativa que apresenta a sequência correta de (V) verdadeiro e (F) falso:
a) V, F, V, V.
b) V, F, F, F.
c) F, F, V, F.
d) V, V, F, F.
e) F, F, V, V.

2. Durante o Ciclo do Nitrogênio na biosfera, o protoplasma é decomposto, passando de uma forma orgânica para uma forma inorgânica, pela ação de bactérias decompositoras, cada uma especializada em realizar uma parte do processo. Observe a figura que segue:



Fonte: <https://goo.gl/dmBVmg>. Acesso em: 29 jul. 2017.

Além da ação das bactérias que transformam a matéria orgânica em inorgânica, marque a função que as bactérias desnitrificantes desempenham:

a) Fixação de nitrogênio no solo.
b) Decomposição da matéria orgânica.
c) Transformação de nitritos em nitratos.
d) Fixação de nitrogênio nas plantas.
e) Formação de nitrogênio molecular.

3. Segundo Figueiró (2015), a ciclagem do fósforo é um dos principais ciclos biogeoquímicos da biosfera. O fósforo desempenha funções vitais aos seres vivos, que o incorporam em seu sistema por meio da cadeia alimentar. Por exemplo, as aves marinhas absorvem fósforo ao consumirem peixes marinhos que, ao excretarem suas fezes (guano), devolvem o fosfato ao meio terrestre.
A partir da leitura do texto, marque a alternativa que corresponde ao ciclo do fósforo:
a) O ciclo do fósforo tem característica combustiva.
b) O ciclo do fósforo tem característica amonificante.
c) O ciclo do fósforo tem característica sedimentar.
d) O ciclo do fósforo tem característica gasosa.
e) O ciclo do fósforo tem característica atmosférica.

Referências

AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

CANTARINO, C. Nova genética desestabiliza ideia de "raça" e coloca dilemas políticos. **Com Ciência**, 10 fev. 2006. Disponível em: <https://goo.gl/DoiiEX>. Acesso em: 2 ago. 2017.

FIGUEIRÓ, A. S. **Biogeografia**: dinâmicas e transformações da natureza. São Paulo: Oficinas de Textos, 2015.

FORTESCUE, J. A. C. **Environmental geochemistry**: a holistic approach. New York: Springer-Verlag, 1980.

JAMARILLO, C.; CÁRDENAS, A. Global warming and neotropical rainforests: a historical perspective. **Annual review of earth and planetary sciences**, v. 41, p. 741-766, 2013. Disponível em: <https://goo.gl/RrJSkb>. Acesso em: 29 ago. 2017.

MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. **The theory of island biogeography**. Princeton: Princenton University Press, 1967.

MODENESI-GAUTTIERI, M. C. et al. **A Obra de Aziz Nacib Ab'Sáber**. São Paulo: Beca BALL, 2010.

MORSELLO, C. **Áreas protegidas públicas e privadas**: seleção e manejo. São Paulo: FAPESP, 2001.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 1988.

OLSON, D. M. et al. Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth: A new global map of terrestrial ecoregions provides an innovative tool for conserving biodiversity. **BioScience**, v. 51, n. 11, p. 933-938, 2001. Disponível em: <https://goo.gl/D17Ja9>. Acesso em: 29 ago. 2017.

SHUGART, H. H. et al. CO2, climatic change and forest ecosystems. In: BOLIN, B.; DÖÖS, B. R. (Org.) **SCOPE 29**: the greenhouse effect, climate change, and ecosystems. Chichester: John Wiley & Sons, 1986.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

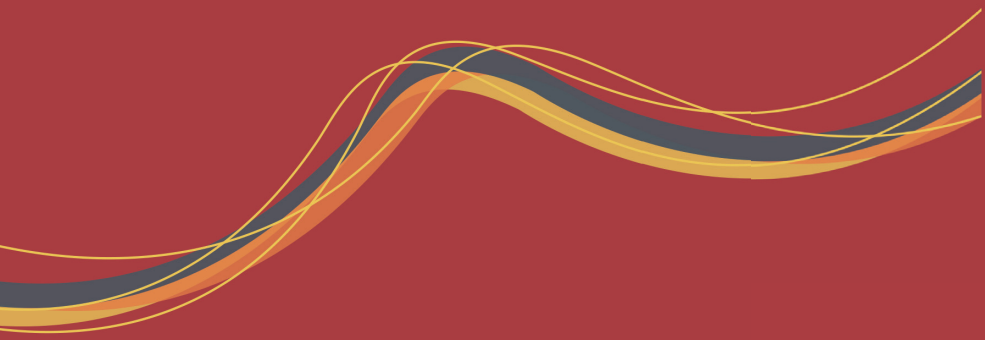
TROPPMAIR, H. **A Cobertura Vegetal Primitiva do Estado de São Paulo**: Biogeografia n. 1. São Paulo: IG/USP, 1969.

VIADANA, A. G.; MONTEIRO, A. B. O efeito da escala de abordagem na biogeografia fitofisionômica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO, SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA NA UNESP, 5., **Anais**... Unesp Rio Claro. Rio Claro: UNESP, 2010. p. 4743 – 4753. Disponível em: <https://goo.gl/yxNhWN>. Acesso em: 29 ago. 2017.

WEAVER, T. D.; ROSEMAN, C. C. New developments in the genetic evidence for modern human origins. **Evolutionary Anthropology**, n. 17, p. 69-80, 2008. Disponível em: <https://goo.gl/z3QeCA>. Acesso em: 29 ago. 2017.

Anotações

Anotações



ISBN 978-85-522-0258-5