

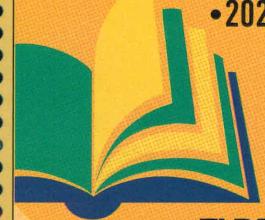
MANUAL DO  
PROFESSOR

LeYa

GEOGRAFIA

PNLD

• 2018  
• 2019  
• 2020



MINISTÉRIO DA  
EDUCAÇÃO

VENDA  
PROIBIDA

» ARNO ALOÍSIO GOETTEMES | » ANTONIO LUIS JOIA

# GEO GRA FIA

LEITURAS E INTERAÇÃO



# Características gerais da atmosfera

## PRIMEIRA LEITURA



**▲** Imagem de satélite obtida em 2002 mostra o planeta Terra visto do espaço. Em azul, foram representados os oceanos; em verde e ocre foram representadas porções de continente. As manchas brancas retratam as nuvens, presentes na atmosfera terrestre.

Quando, em uma noite estrelada ou em um dia ensolarado, se olha para o céu, o olhar atravessa diversas camadas, cada qual com características próprias não identificáveis a olho nu – trata-se das camadas atmosféricas. Apesar de aparentemente pouco perceptível, a atmosfera tem um papel primordial para a existência de todas as formas de vida, incluindo a humana, na Terra.

Conhecer a estrutura gasosa que envolve o planeta, em especial a camada mais próxima da superfície, a troposfera, é importante para entender sua dinâmica climática. São essas variações que influenciam inúmeras atividades humanas, desde atos corriqueiros como escolher uma roupa para vestir, adequada às condições do tempo, até o planejamento da produção agrícola.

No decorrer deste capítulo, serão analisados os principais conceitos e conteúdos aplicados ao estudo do clima, em especial os elementos (temperatura, umidade e pressão atmosférica) e os fatores climáticos (latitude, relevo, correntes marítimas, entre outros). Esses conceitos e conteúdos são essenciais para se compreender os tipos climáticos e problemas ambientais atmosféricos, temas que serão posteriormente abordados.

Para começar, pense nos fenômenos naturais e nas atividades do cotidiano diretamente associados à atmosfera terrestre.

## ATIVIDADE INICIAL

Veja mais orientações sobre esta atividade na Assessoria Pedagógica.

Leia as atividades do cotidiano e os fenômenos naturais relacionados no quadro ao lado. Em seguida, anote no caderno quais deles estão diretamente relacionados à atmosfera terrestre. Escreva uma breve justificativa para suas escolhas.

Atividades do cotidiano	Fenômenos naturais
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ouvir rádio</li> <li>• Assistir à TV</li> <li>• Ler um livro</li> <li>• Conversar ao telefone celular</li> <li>• Viajar de avião</li> <li>• Plantar milho e feijão</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terremoto</li> <li>• Erupção vulcânica</li> <li>• Ciclones</li> <li>• Estrelas cadentes</li> <li>• Geadas</li> <li>• Seca prolongada</li> </ul>

# side of life

Clouds, the sun, love, life, all of it. We did our best  
to make the best of it, to live it, to learn from it.  
To grow, to change, to move on. To let go of old ways,  
old fears, old habits. To embrace new ones, new  
opportunities, new challenges. To find joy in the small  
things, to appreciate the beauty in the world around us.  
To be grateful for what we have, to let go of what we don't.  
To live life to the fullest, to make the most of every day.  
To be kind, to be compassionate, to be thoughtful.  
To be present, to be grateful, to be happy.



# 1. A formação e a composição da atmosfera terrestre

Atmosfera terrestre: é o conjunto de gases que envolve a Terra.

A origem da atmosfera terrestre está diretamente associada à formação geológica do planeta Terra. Ao longo do Éon Arqueano, a superfície terrestre era instável por causa da elevada temperatura e do intenso vulcanismo. Esse vulcanismo expeliu, com a lava, diversos gases que se acumularam, por gravidade, em torno da Terra.

Aos poucos, formou-se um envoltório gasoso ou uma **atmosfera primitiva**, que foi fundamental para proteger o planeta do impacto de meteoros e asteroides, além de reter oxigênio, essencial para o desenvolvimento das primeiras formas de vida.

O resfriamento da superfície terrestre, associado a complexos processos físico-químicos, alterou lentamente a composição da atmosfera, que passou a se caracterizar pelo aumento gradual de vapor de água e gás oxigênio. Depois de cerca de um bilhão de anos, criaram-se as condições necessárias para a condensação da água e, por consequência, a formação das primeiras chuvas, que viriam a dar origem aos rios e oceanos, iniciando, portanto, o ciclo hidrológico. Esse ciclo foi importante para, gradativamente, dissolver o excesso de gás carbônico nas águas oceânicas, abundante na atmosfera primitiva e prejudicial à maior parte dos seres vivos.

Sabe-se, atualmente, que a atmosfera é composta de cinco camadas, diferenciadas pela composição físico-química, pela variação da temperatura e pelas cotas altimétricas em que se situam. Seus limites não correspondem a linhas ou a altitudes mensuráveis com exatidão e variam conforme a latitude, as estações do ano e as condições climáticas, no caso da troposfera. Veja a representação na imagem ao lado.

UNIVERSIDADE de São Paulo (USP). Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas. Disponível em: <[www.iag.usp.br/siae98/atmosfera/estrutura.htm](http://www.iag.usp.br/siae98/atmosfera/estrutura.htm)>. Acesso em: 7 out. 2015. RATIER, Rodrigo. Em quantas partes se divide a atmosfera? Quais as diferenças entre elas? *Nova Escola*. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/geografia/fundamentos/quantas-partes-divide-atmosfera-quais-diferencias-entre-elas-geografia-temperatura-517578.shtml>>. Acesso em: 7 out. 2015.

**Ionosfera:** o nome provém do processo de ionização que ocorre nessas camadas. Os raios ultravioleta e as partículas emitidas pelo Sol ou oriundas do espaço provocam a ionização de átomos e moléculas.



ANGELO SHUMAN

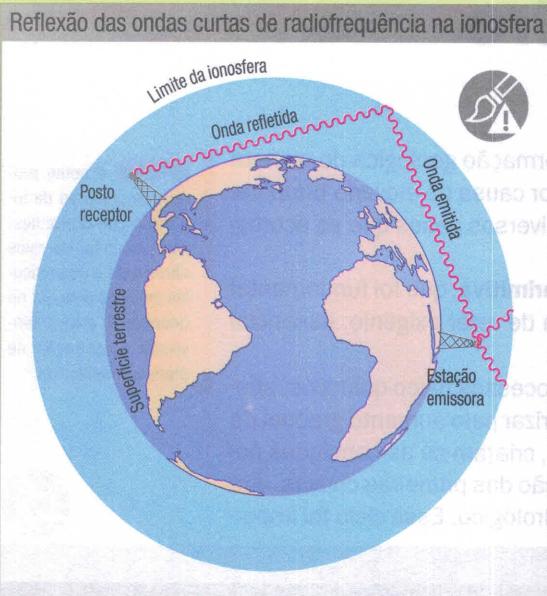


É possível trabalhar este conteúdo – formação da ionosfera – em conjunto com o(a) professor(a) da disciplina de Química. O processo de ionização na parte superior da atmosfera terrestre resulta da liberação de radicais e íons por perda de elétrons. Isso ocorre por causa da intensa exposição de átomos e moléculas dessa parte da atmosfera terrestre aos raios solares e à radiação cósmica.

► Infográfico das camadas da atmosfera terrestre.

## LEIA TAMBÉM

EDUARDO BORGES



TOLENTINO, Mário. *O azul do planeta: um retrato da atmosfera*. São Paulo: Moderna, 1995. p. 10 e 11.

O objetivo das atividades a seguir é aprofundar as noções sobre a estrutura da atmosfera terrestre estudadas neste primeiro item e desenvolver a percepção de escalas de grandeza. Além disso, os alunos devem compreender a importância das pesquisas científicas sobre a atmosfera, fundamentais para os estudos a serem desenvolvidos neste capítulo.

### ATIVIDADES

1. b) Resposta pessoal. Procure orientar os alunos para o fato de que o limite da exosfera não interfere diretamente na dinâmica climática da superfície terrestre, que está relacionada ao que ocorre na troposfera. Isso, no entanto, não diminui a importância dessa camada no conjunto da atmosfera.
1. Leia a notícia e observe a fotografia. Em seguida, responda às questões no caderno.



FOLHA Online. Foto mostra onde termina a atmosfera terrestre e começa o espaço, 31 maio 2011. [Na imagem, aparece parte da Estação Espacial Internacional e do ônibus espacial Endeavour.] Disponível em: <[www1.folha.uol.com.br/ciencia/2011/05/923202-foto-mostra-onde-termina-a-atmosfera-terrestre-e-comeca-o-espaco.shtml](http://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2011/05/923202-foto-mostra-onde-termina-a-atmosfera-terrestre-e-comeca-o-espaco.shtml)>. Acesso em: 16 nov. 2015.

▲ Foto de 2011 tirada por um tripulante do ônibus espacial Endeavour da Nasa, que mostra a linha onde termina a atmosfera terrestre e começa o espaço.

### A importância da ionosfera para a telecomunicação

Os meios de telecomunicação que se valem das ondas de radiofrequência têm interesse especial pela ionosfera. Por suas características de região ionizada, ela interage com as radiações eletromagnéticas emitidas pelas emissoras de radiotelevisão. Essas radiações, dependendo da sua frequência, podem ser absorvidas pela ionosfera, o que impede o escape para o espaço interplanetário. Mas, se estiverem numa frequência característica das chamadas "ondas curtas", serão refletidas pela ionosfera, retornando à superfície da Terra. Esse processo de reflexão das ondas curtas permite que programas de rádio emitidos por estações situadas em certo ponto do planeta sejam captados em regiões geograficamente antípodas.

**Antípoda:** significa "lugar oposto", considerando a curvatura da esfera terrestre. Por exemplo, Brasil e Japão são países antípodas.

■ Ilustração sem escala da reflexão das ondas curtas de radiofrequência na ionosfera.

### Foto mostra onde termina a atmosfera terrestre e começa o espaço

A Nasa (agência espacial americana) divulgou nesta terça-feira [31/5/2011] a foto tirada por astronautas da ISS (Estação Espacial Internacional, na sigla em inglês) que deixa claro onde termina a atmosfera do planeta Terra e começa o espaço.

A imagem foi tirada quando o ônibus espacial Endeavour ainda se encontrava acoplado à ISS.

1. a) Está entre 450 km e 900 km de distância, altitude que corresponde ao limite inferior da exosfera.

- a) Veja novamente a figura da página 147. A que distância da superfície terrestre está a área retratada na fotografia obtida pelos astronautas da ISS? Justifique a sua resposta.
- b) A área fotografada interfere no clima do lugar onde você vive?

2. Por que é importante conhecer as características da atmosfera terrestre?

## 2. Os elementos do clima

No próximo capítulo, serão estudados os diversos tipos de clima que existem no Brasil e no mundo e suas características. Esses diversos tipos de clima são identificados pelas características e dinâmicas que apresentam – quanto à temperatura, à umidade e à pressão atmosférica – ou seja, por seus **atributos** ou **elementos climáticos**. Veja como se caracterizam esses elementos para, em seguida, identificar os fatores que interferem em sua dinâmica.

### A temperatura

Quando uma pessoa usa expressões como “dia quente” ou “vento frio”, ela está se referindo à sensação de seu organismo em relação à temperatura, o que varia de um indivíduo para outro.

A temperatura corresponde ao grau de agitação das partículas de uma matéria qualquer, como os gases que compõem a atmosfera. A alteração dessa movimentação para mais ou para menos intensa resultará, respectivamente, em um aumento ou em uma diminuição da temperatura. Pode-se dizer, portanto, que a temperatura atmosférica corresponde ao grau de agitação das moléculas de ar em dado momento e em determinado ambiente e que pode ser medido pelo termômetro.

Há diferentes escalas para medir a temperatura, e a mais utilizada no mundo e também a mais conhecida no Brasil é a que mede, por meio do termômetro, a variação térmica em graus **Celsius** ( $^{\circ}\text{C}$ ) – assim chamada em homenagem ao seu criador, Anders Celsius (1701-1744). Nessa escala, o zero corresponde à temperatura em que a água congela e o número 100 equivale à temperatura em que ela entra em ebulição, em condições normais de pressão atmosférica.

É importante diferenciar temperatura de calor, termo que frequentemente é usado para designar as condições atmosféricas. O **calor** pode ser definido como a energia em trânsito, ou seja, transferência de energia térmica de um corpo ou ambiente para outro. Na natureza, essa transferência ocorre de maneira espontânea de um ambiente mais quente para outro mais frio.

Para os estudos em climatologia, é importante considerar também o chamado **calor específico**, que consiste na maneira como os materiais absorvem e liberam energia por unidade de massa. A água se diferencia da maioria dos materiais por ter melhor capacidade de armazenamento de energia. Em outras palavras, ela demora mais tempo para se aquecer, mas também demora mais para se resfriar, o que significa que seu calor específico é elevado. Esses princípios são fundamentais para compreender as variações de temperatura, a formação dos ventos, o deslocamento das massas de ar, entre outros fenômenos, que são responsáveis pela variedade de tipos de climas existentes.

A variação da temperatura medida na superfície terrestre está associada também aos diferentes tipos de cobertura que nela podem ser encontrados. Superfícies cobertas por água, vegetação, solo exposto, neve ou areia apresentam diferentes cores, entre outras características físicas associadas à absorção e à condução de energia. As cores mais claras refletem maior quantidade de luz solar, enquanto as cores mais escuras favorecem a absorção. A figura na próxima página apresenta alguns exemplos de índices de reflexão da luz solar, denominado **albedo**.

Escalas Fahrenheit e Celsius

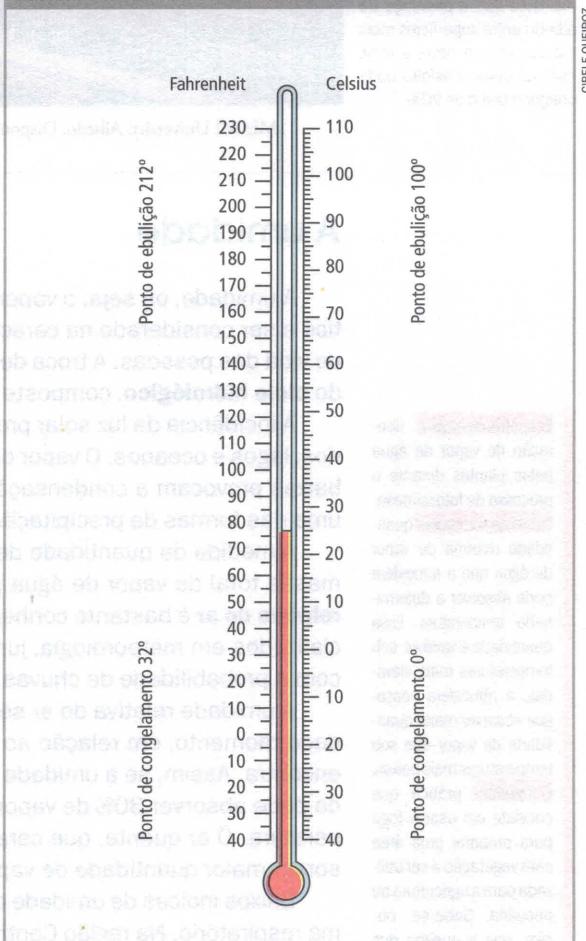


Ilustração que mostra as escalas Fahrenheit e Celsius. O funcionamento do termômetro baseia-se no princípio de dilatação dos materiais quando aquecidos. Em geral esse instrumento é feito de mercúrio – elemento químico metálico e líquido – ou de álcool colorido. Ao serem aquecidos, esses líquidos se dilatam e indicam, em uma escala numérica, a temperatura ambiente no local em que o termômetro está instalado.



## Reflexão da luz solar em diferentes superfícies

Valores de albedo (% refletida)

ANGELO SHUMAN

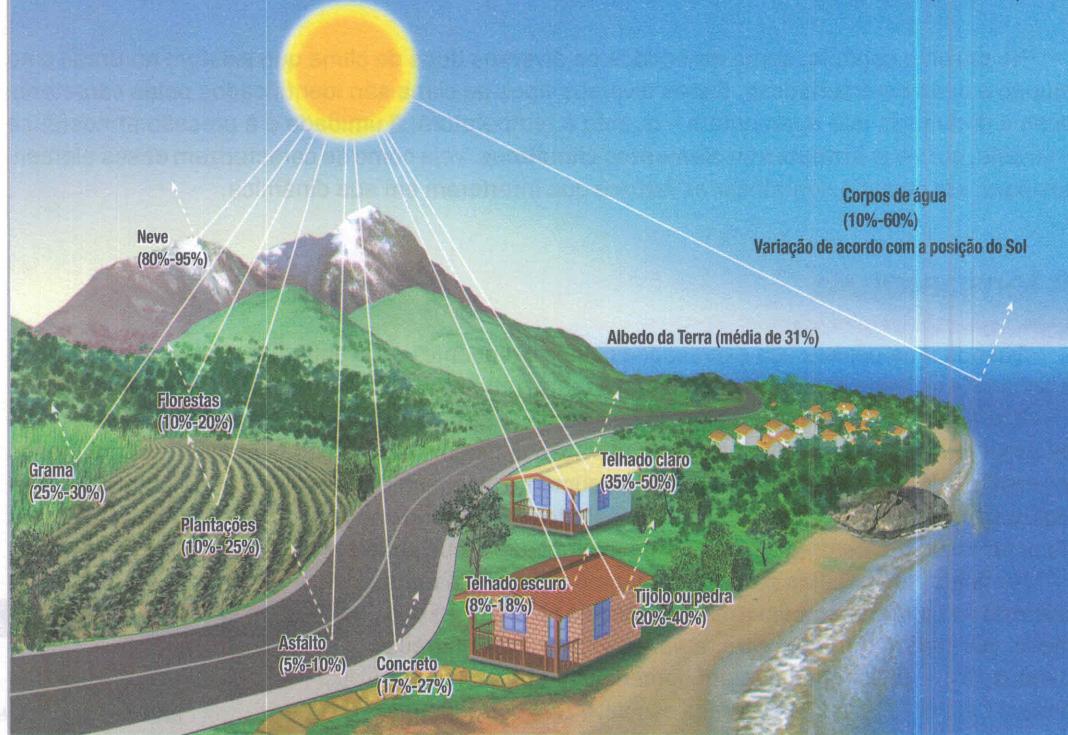


Ilustração esquemática mostrando os valores aproximados da reflexão da luz solar em diferentes superfícies. As variações se devem às diferentes tonalidades que podem ser encontradas na superfície terrestre e ao ângulo de incidência dos raios solares. Note que a diferença do albedo entre superfícies mais claras, como a neve, e mais escuras, como o asfalto, pode chegar a cerca de 90%.

MIAMI University. Albedo. Disponível em: <[http://marineecology.wcp.muohio.edu/climate\\_projects\\_04/snowball\\_earth/web/WebpageStuff/albedo.html](http://marineecology.wcp.muohio.edu/climate_projects_04/snowball_earth/web/WebpageStuff/albedo.html)>. Acesso em: 7 out. 2015.

BENÉFICOS DA Umidade

## A umidade

A umidade, ou seja, o vapor de água presente na atmosfera, é um importante elemento climático a ser considerado na caracterização dos tipos de climas e influencia diretamente a qualidade de vida das pessoas. A troca de umidade entre a superfície terrestre e a atmosfera ocorre por meio do **ciclo hidrológico**, composto de três fases: a evaporação, a condensação e a precipitação.

A incidência da luz solar provoca a **evapotranspiração** das plantas e a evaporação da água dos rios, lagos e oceanos. O vapor de água ascende para altitudes maiores, onde as temperaturas mais baixas provocam a condensação. Ao atingir o **ponto de saturação**, as nuvens formam as chuvas, uma das formas de precipitação.

A medida da quantidade de vapor de água presente na atmosfera pode ser absoluta, que é a massa total de vapor de água presente em certo volume de ar, ou relativa. O **índice de umidade relativa do ar** é bastante conhecido, por ser divulgado diariamente nos telejornais e em sites especializados em meteorologia, juntamente com a previsão das temperaturas máximas e mínimas e com a probabilidade de chuvas. Os dados atualizados de previsão do tempo para todas as regiões brasileiras podem ser pesquisados no site do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do Inpe: <[www.cptec.inpe.br/](http://www.cptec.inpe.br/)>.

A umidade relativa do ar se refere ao percentual de vapor de água presente na atmosfera, em dado momento, em relação ao total que essa camada pode absorver na temperatura em que se encontra. Assim, se a umidade relativa do ar está em 70% em determinado local, a atmosfera ainda pode absorver 30% de vapor de água para atingir a absorção máxima possível sob aquela temperatura. O ar quente, que caracteriza as regiões de clima equatorial, por exemplo, consegue absorver maior quantidade de vapor de água do que o ar frio, típico das regiões polares.

Baixos índices de umidade do ar podem ocasionar problemas de saúde, principalmente ao sistema respiratório. Na região Centro-Oeste e em grande parte do Sudeste do Brasil a baixa umidade do ar durante o período de inverno potencializa os incêndios florestais e a prática das **queimadas**, podendo atingir casas, povoados e cidades. Um dos instrumentos criados para monitorar e combater esse problema é o sistema de risco de queimadas, desenvolvido pelo governo federal para monitorar os locais que correm risco de serem queimados. De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), esse sistema integra informações meteorológicas e produtos obtidos de imagens de satélite.

**Evapotranspiração:** liberação de vapor de água pelas plantas durante o processo de fotossíntese.  
**Ponto de saturação:** quantidade máxima de vapor de água que a atmosfera pode absorver a uma determinada temperatura. Essa quantidade é variável; sob temperaturas mais elevadas, a atmosfera consegue absorver maior quantidade de vapor que sob temperaturas mais baixas.  
**Queimada:** prática que consiste em usar o fogo para preparar uma área com vegetação a ser utilizada para a agricultura ou pecuária. Sabe-se, porém, que a queima dos nutrientes presentes na matéria orgânica empobrece o solo e que a falta de manejo adequado pode propagar o fogo de maneira descontrolada.

## LEIA TAMBÉM

### Cuidados a serem tomados com a baixa umidade relativa do ar

#### Entre 20% e 30% – Estado de Atenção

- Evitar exercícios físicos ao ar livre entre 11 e 15 horas.
- Umidificar o ambiente através de vaporizadores, toalhas molhadas, recipientes com água, molhamento de jardins etc. [...]

#### Entre 12% e 20% – Estado de Alerta

- [...] Suprimir exercícios físicos e trabalhos ao ar livre entre 10 e 16 horas.
- Evitar aglomerações em ambientes fechados.
- Usar soro fisiológico para olhos e narinas.

#### Abaixo de 12% – Estado de emergência

- [...] Determinar a interrupção de qualquer atividade ao ar livre entre 10 e 16 horas como aulas de educação física, coleta de lixo, entrega de correspondência etc.
- Determinar a suspensão de atividades que exijam aglomerações de pessoas em recintos fechados como aulas, cinemas, entre 10 e 16 horas.
- Durante as tardes, manter com umidade os ambientes internos, principalmente quarto de crianças, hospitais etc.

UNIVERSIDADE Estadual de Campinas (Unicamp), Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. Escala psicrométrica Unicamp para indicação de níveis de umidade relativa do ar prejudiciais à saúde humana. Disponível em: <[www.cpa.unicamp.br/artigos-especiais/umidade-do-ar-saudeno-inverno.html](http://www.cpa.unicamp.br/artigos-especiais/umidade-do-ar-saudeno-inverno.html)>. Acesso em: 7 out. 2015.

Quanto mais próxima de 100% for a umidade relativa do ar, maior a probabilidade de chuva.

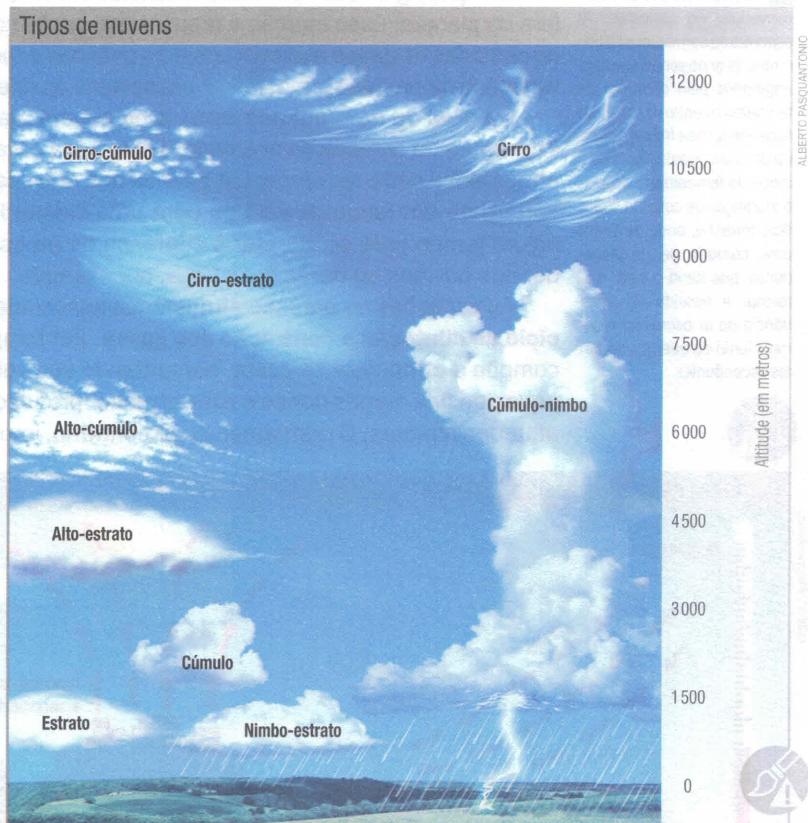
A forma de precipitação mais frequente nos tipos de clima predominantes no Brasil é a chuva ou **pluviosidade** – os tipos de chuva serão analisados no próximo tópico. O **granizo**, outra forma de precipitação, ocorre quando correntes de ar frio atingem as nuvens com alto grau de saturação acima do ponto de congelamento (veja a figura ao lado). Com isso, em vez de gotículas, formam-se cristais de gelo que caem na forma de blocos de tamanhos variáveis. A chuva de granizo pode causar danos na produção agrícola, em construções, na rede elétrica, em aviões e automóveis, entre outros.

A origem da **neve** também está associada às baixas temperaturas nas camadas mais altas de nuvens. As gotas de água se congelam depois de se precipitarem, transformando-se em flocos de neve. Esse fenômeno ocorre esporadicamente nas áreas serranas da região Sul do Brasil e é mais frequente em latitudes médias e elevadas (em áreas de climas temperado, frio e polar), bem como em elevadas altitudes, como nos dobramentos modernos.

A quantidade de chuvas que ocorrem ao longo de determinado período em um local é medida pelo **pluviômetro**, um reservatório instalado de acordo com determinadas condições técnicas. Essa quantidade é dada em milímetros (mm), que correspondem à espessura da camada de água que se formaria sobre o terreno caso não houvesse infiltração, evaporação ou escoamento da chuva.

Nas estações meteorológicas são utilizados os **pluviógrafos**, aparelhos mais sofisticados que, além da coleta, registram automaticamente outros dados referentes às chuvas.

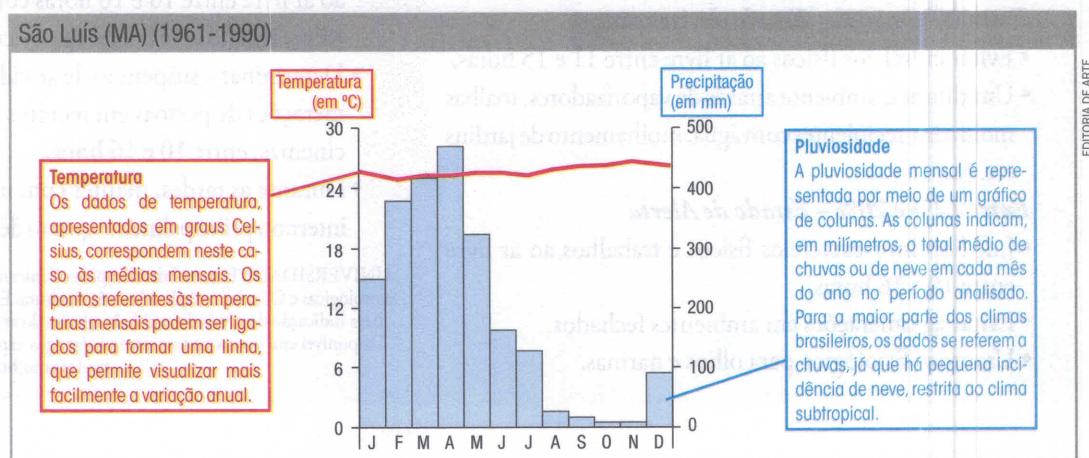
**Pluviosidade:** termo técnico usado para se referir à quantidade e à periodicidade das chuvas; provém do latim *pluvia* (chuva).



STEINKE, Ercília Torres. *Climatologia fácil*. São Paulo: Oficina de textos, 2012. p. 73.

Ilustração dos tipos de nuvens. O vapor de água e as gotículas resultantes da condensação dão origem às nuvens, que podem ter formas diversas. As nuvens são classificadas pelos meteorologistas de acordo com a sua aparência e a altitude em que estão. As nuvens do tipo cúmulo-nímbio, que podem ter mais de 5 km de altura da base ao topo, são responsáveis por grande parte das chuvas torrenciais em climas tropicais. Note que a base das nuvens é mais escura do que sua parte superior, o que se deve ao maior grau de saturação, ou seja, maior concentração de gotículas.

Os dados de pluviosidade e temperatura podem ser apresentados no formato de um gráfico específico, chamado **climograma**. Esse tipo de representação gráfica permite visualizar as características desses dois elementos climáticos ao longo de um ano e constitui uma ferramenta para o estudo e a classificação dos tipos de clima. Veja as informações que constam em um climograma.



Elaborado com base em:  
INSTITUTO Nacional de Meteorologia (Inmet). Gráficos Climatológicos. Disponível em: <[www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/graficosClimaticos](http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/graficosClimaticos)>. Acesso em: 7 out. 2015.

Climograma de São Luís, Maranhão, 1961-1990.

EDITORIA DE ARTE

## A pressão atmosférica

Ilustração de correntes de convecção na atmosfera. As correntes de convecção são correntes de ar no sentido vertical, originadas pela diferença de temperatura entre as camadas superiores, mais frias, e as inferiores, mais quentes. Essa diferença de temperatura deve-se à irradiação de calor da superfície terrestre, onde se forma uma camada de ar menos densa, que torna a subir e se resfriar. A descida ou subsidência do ar ocorre de modo mais lento do que nas correntes ascendentes.



Correntes de convecção na atmosfera



ALBERTO PASQUANTONIO  
MINAS GERAIS. Centro de referência virtual do professor. Disponível em: <[http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema\\_crv/images/md\\_cf\\_ci/2009-03-10\\_20/image023.jpg](http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/images/md_cf_ci/2009-03-10_20/image023.jpg)>. Acesso em: 7 out. 2015.

A força de gravidade da Terra possibilitou a retenção dos gases que inicialmente formaram a atmosfera do planeta. Essa atração é responsável, portanto, pela pressão que as centenas de quilômetros de camadas de gases exercem sobre as pessoas e toda a superfície terrestre. Há, no entanto, grandes variações na pressão atmosférica, associadas às diferenças de altitude e de temperatura.

No nível do mar (altitude zero), a pressão é maior do que em altitudes mais elevadas, pois a espessura da camada de ar é maior sobre essa área (veja a figura a seguir). A diferença de pressão atmosférica pode ser percebida quando nos deslocamos, em um veículo na rodovia, do alto de uma serra para um fundo de vale ou para uma cidade litorânea. Nesses casos, o organismo demora algum tempo para se adaptar à diferença de pressão entre as duas altitudes, podendo acarretar dor nos ouvidos ou dores de cabeça, por exemplo.

As variações de pressão atmosférica associadas a diferentes temperaturas se devem ao **princípio de dilatação e contração dos gases**. Em temperaturas mais elevadas, a massa gasosa que compõe a atmosfera se dilata, aumentando seu volume e diminuindo sua densidade – isto é, o ar aquecido fica menos denso e exerce menor pressão sobre a superfície terrestre, ascendendo para altitudes maiores. O resfriamento, ao contrário, implica a contração da massa gasosa e o aumento de sua densidade, que assim exerce maior pressão sobre as camadas inferiores da atmosfera e sobre a superfície terrestre.

As diferenças de pressão provocam o deslocamento do ar atmosférico das áreas de alta pressão para as de baixa pressão, ou seja, de áreas mais frias para outras mais quentes, tanto no sentido vertical como no horizontal. No sentido vertical, formam-se as **correntes de convecção** do ar, fundamentais para a realização do ciclo hidrológico.

Caso seja necessário, retome a influência da esfericidade e da posição da Terra em relação ao Sol, determinante para as diferenças de temperatura em diferentes latitudes, assunto tratado no capítulo 1 deste volume. Esse aspecto também será abordado no próximo tópico, no fator climático "latitude".

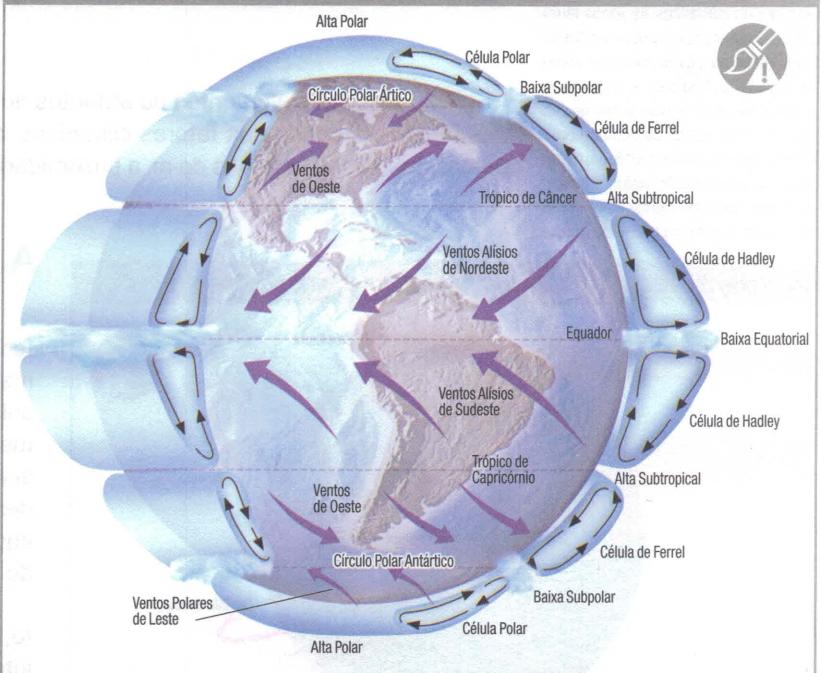
O deslocamento de ar no sentido horizontal, gerado pelas diferenças de pressão, dá origem à circulação dos ventos na superfície terrestre. De maneira geral, as zonas de baixa pressão ou **cyclonais** estão situadas nas regiões equatoriais, e as zonas de alta pressão, ou **anticyclonais**, nas regiões polares e nas latitudes médias (em torno de 30° S ou 30° N).

Essas diferenças de pressão dão origem aos fluxos de ar denominados **ventos alísios**, que se deslocam das latitudes médias em direção à região equatorial na baixa atmosfera. Devido à ação da **força de Coriolis**, os ventos alísios sofrem um desvio para oeste na região equatorial. Na alta atmosfera, formam-se fluxos no sentido contrário, ou seja, das regiões equatoriais para os trópicos.

A figura ao lado traz um modelo da circulação atmosférica global, que apresenta variações locais decorrentes de fatores como a disposição do relevo, a temperatura das águas oceânicas, entre outros. A dinâmica da circulação dos ventos e o deslocamento das massas de ar serão tratados mais adiante.

**Força de Coriolis:** descoberta pelo físico e matemático francês Gaspard Gustave de Coriolis (1792-1843), é uma força associada a corpos em movimento de rotação. Neste caso, a rotação da Terra de oeste para leste provoca desvios na trajetória dos ventos alísios, que se deslocam dos trópicos para a região equatorial, porém com desvios para a direção oeste.

Circulação global dos ventos na atmosfera terrestre



ARTHUR KENI

STEINKE, Ercília Torres. *Climatologia fácil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. p. 13.

Ilustração de circulação global dos ventos na atmosfera terrestre. Esse modelo representa a circulação dos ventos, em linhas gerais, ou seja, os fluxos de ar que se deslocam das zonas de alta pressão (áreas com temperaturas mais baixas) para as zonas de baixa pressão (áreas com temperaturas mais altas). O fluxo entre as regiões tropicais e equatoriais forma a chamada Célula de Hadley, e entre as regiões tropicais e polares, a Célula de Ferrel. O deslocamento dos ventos alísios para oeste na região equatorial se deve ao movimento de rotação do planeta (sentido oeste-leste), formando os "alísios de nordeste" no Hemisfério Norte e os "alísios de sudeste" no Hemisfério Sul.

## OUTRAS LEITURAS Matemática

### Construção de climograma

obtidas no Portal do Professor (disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=531>>. Acesso em: 7 out. 2015). Depois de os alunos construírem o climograma, interprete as informações com eles e procure descrever as variações de temperatura e precipitação. Veja a Assessoria Pedagógica como ficará o climograma a ser construído pelos alunos nesta atividade.

1. Com os dados da tabela, construa um climograma e, em seguida, responda às questões. Utilize o caderno.

	Brasília (DF)											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Precipitação (mm)	241	215	189	124	39	9	12	13	52	172	238	249
Temperatura (°C)	21,6	21,8	22,0	21,4	20,2	19,1	19,1	21,2	22,5	22,1	21,7	21,5

1. a) Janeiro, fevereiro, março, abril, outubro, novembro e dezembro.  
a) Quais foram os meses mais chuvosos?  
b) Quais foram os meses menos chuvosos? 1. b) Maio, junho, julho, agosto e setembro.  
c) Em que mês foi registrada a temperatura mais baixa? 1. c) Em junho e julho (19,1 °C).  
d) Em que mês foi registrada a temperatura mais alta? 1. d) Em setembro (22,5 °C).  
e) Esse climograma apresenta dados semelhantes aos da região onde você vive?
- A construção e a interpretação de gráficos são habilidades desenvolvidas em outras disciplinas, como a de Matemática. Os alunos podem recorrer ao(a) professor(a) dessa disciplina para a definição das escalas a serem utilizadas na representação dos dados de temperatura e pluviosidade nos eixos verticais, bem como na elaboração dos cálculos envolvidos na resolução dos exercícios propostos.
2. Com base nos dados apresentados na tabela, calcule:  
a) A precipitação média anual. b) A temperatura média anual. c) A amplitude térmica anual.
2. a) A precipitação média anual é obtida pela divisão do total anual (1553 mm) por 12 (número de meses do ano), que é igual a 129,4 mm. 2. b) A temperatura média anual é obtida somando-se as temperaturas mensais (235,1) e dividindo esse valor por 12 (número de meses do ano). O resultado é 19,59 °C de temperatura média anual. 2. c) A temperatura máxima foi registrada em setembro (22,5 °C) e a mínima, nos meses de junho e julho (19,1 °C). A amplitude térmica anual é, portanto,  $22,5 - 19,1 = 3,4$  °C.

**Amplitude térmica:** diferença entre as temperaturas máxima e mínima em um mesmo local durante determinado período (dia, semana, mês ou ano, por exemplo).

Ilustração da incidência dos raios solares na superfície terrestre e zonas térmicas ou climáticas. As zonas térmicas ou climáticas costumam ser delimitadas pelos principais paralelos (círculos polares e trópicos) e indicam as grandes faixas de temperaturas que variam, de modo geral, de acordo com a latitude: quanto maior a latitude, menores as temperaturas. No entanto, as temperaturas médias apresentam variações, como mostra o planisfério abaixo.

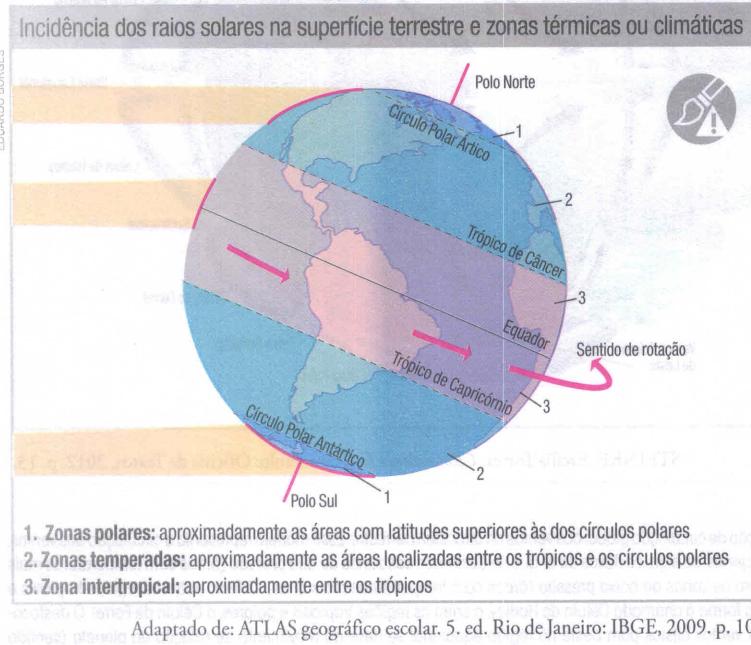
### 3. Os fatores climáticos

A dinâmica dos elementos ou atributos do clima – temperatura, umidade e pressão atmosférica – depende dos fatores climáticos, como a variação da latitude e da altitude, o deslocamento das massas de ar, a proximidade do oceano e a existência de vegetação.

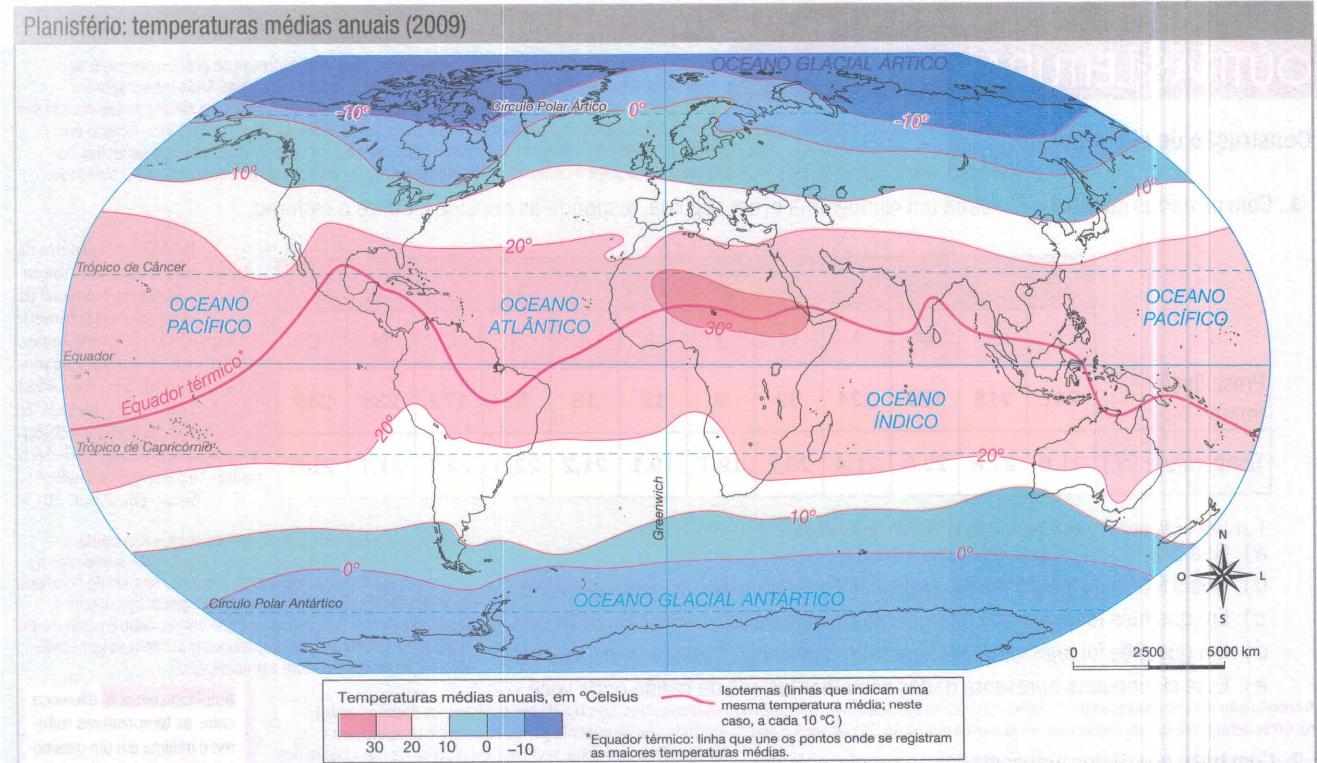
#### A latitude

As zonas térmicas resultam do efeito da esfericidade da Terra: quanto maior a latitude, mais oblíquo é o ângulo de incidência dos raios solares e, por consequência, menor o aquecimento da superfície e da baixa atmosfera. Ou seja, uma mesma quantidade de luz solar incidente nas regiões polares e na região equatorial aquecerá mais a superfície na região equatorial do que nos polos, pois atingirá uma área menor.

As diferenças latitudinais definem, portanto, as grandes zonas climáticas ou térmicas: a intertropical, as temperadas e as polares norte e sul. O mapa de temperaturas médias globais indica a variação latitudinal das temperaturas – mais elevadas na região equatorial e mais baixas à medida que se aproxima dos polos. Entretanto, há variações regionais e locais em virtude da influência dos demais fatores climáticos, que serão analisados na sequência.



Planisfério: temperaturas médias anuais (2009)



Planisfério de temperaturas médias anuais (2009).

GIRARDI, Gisele; ROSA, Jussara Vaz. *Novo atlas geográfico do estudante*. São Paulo: FTD, 2005. p. 123; CALDINI, Vera; ISOLA, Leda. *Atlas Geográfico Saraiva*. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2009. p. 171.

Muito interessante esse mapa! Ele mostra claramente como a temperatura varia com a latitude. As zonas polares são as mais frias, enquanto a zona intertropical é a mais quente. As temperaturas médias anuais são maiores nas regiões equatoriais e diminuem à medida que se move para os polos. No entanto, há variações regionais significativas devido a fatores como a proximidade do oceano e a altitude.

O mapa também mostra as zonas climáticas principais: a intertropical, as temperadas e as polares norte e sul. As zonas temperadas são as mais extensas e abrangem grande parte das Américas, Europa e Ásia. As zonas polares são as menores, mas muito importantes para o clima global.

## O relevo

As formas de relevo atuam diretamente de duas maneiras na dinâmica dos elementos climáticos: na variação da temperatura e na circulação dos ventos.

Em lugares com diferenças significativas de altitude, a temperatura também apresenta variações: em altitudes elevadas, as temperaturas são mais baixas, pois, nessas áreas, há menor irradiação de calor proveniente da superfície terrestre. Além disso, o ar rarefeito da parte superior da troposfera, por conter menor quantidade de vapor de água e gás oxigênio, absorve menor quantidade de calor. As diferenças nas médias térmicas anuais associadas a diferentes altitudes podem ser observadas na tabela abaixo.

Médias térmicas anuais associadas a diferentes altitudes em algumas localidades				
	São Paulo (SP)	Ubatuba (SP)	Macapá (AP)	Quito (Equador)
Temperatura média anual (°C)	19	21	26,5	15
Latitude	23°32'45" Sul	23°26'13" Sul	0°36'19" Norte	0°
Altitude (m)	750	8	16	2 850
Unidade de relevo	Planaltos e serras do leste-sudeste	Planície costeira	Planície Amazônica	Cordilheira dos Andes

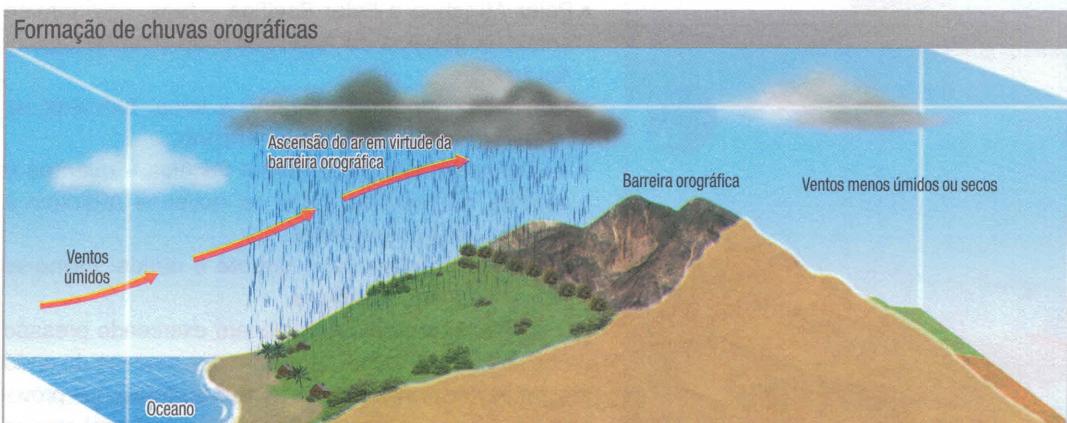
Elaborado pelos autores.

▲ Note que em cidades localizadas em latitudes semelhantes, como São Paulo e Ubatuba ou Macapá e Quito, é possível haver diferenças significativas nas temperaturas médias anuais por causa das altitudes.

O relevo também é capaz de facilitar ou dificultar a circulação dos ventos, o que interfere diretamente na concentração de vapor de água. A Serra do Mar, na região Sudeste, e o Planalto da Borborema, no Nordeste, são exemplos de barreiras naturais que impedem a passagem de ventos úmidos provenientes do Oceano Atlântico para o interior do Brasil. Em outros países ocorrem fenômenos semelhantes: as Montanhas Rochosas, na costa oeste dos Estados Unidos, e a Cordilheira dos Andes, na costa oeste sul-americana, ou ainda a Grande Cordilheira Australiana, na costa oeste da Austrália, atuam como barreiras e influenciam no regime dos ventos.

As chuvas que se formam nas vertentes voltadas para o lado de onde provêm os ventos úmidos são denominadas chuvas orográficas. As áreas localizadas no lado oposto recebem ventos menos úmidos, o que contribui para a formação de climas mais secos (áridos e semiáridos, por exemplo), como ocorre no Sertão nordestino, no Brasil, e no interior da Austrália.

Caso seja necessário, utilize um mapa físico para localizar as cidades mostradas na tabela. Os dados podem ser aproveitados para retomar o conceito de coordenadas geográficas e o conteúdo referente às estruturas e formas de relevo.



Elaborado pelos autores.

▲ Ilustração de formação de chuvas orográficas. A barreira orográfica força a subida dos ventos úmidos para altitudes maiores, onde as temperaturas mais baixas provocam a condensação e a saturação das nuvens. As precipitações são maiores, portanto, nas vertentes voltadas para os ventos úmidos.

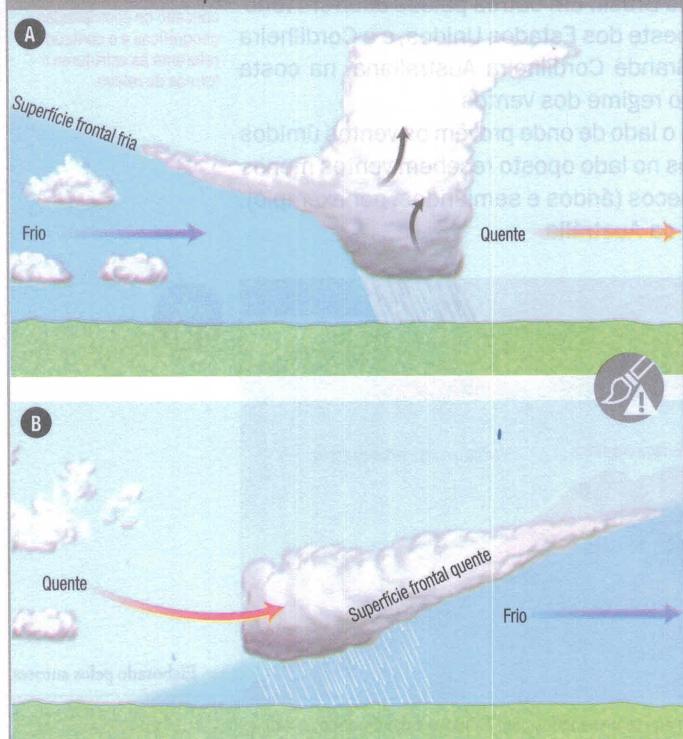
A facilidade de circulação dos ventos e das massas de ar pode ser observada, por exemplo, no “corredor” natural formado pela Planície Platina, na América do Sul, que se estende no sentido norte-sul, entre a Cordilheira dos Andes (oeste) e os Planaltos e Serras do Atlântico Leste-Sudeste (leste).



CALDINI, Vera; ÍSOLA, Leda. *Atlas geográfico Saraiva*. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2009. p. 167. / GIRARDI, Gisele; ROCHA, Jussara Vaz. *Novo Atlas geográfico do estudante*. São Paulo: FTD, 2005. p. 25.

Mapa das principais unidades de relevo da América do Sul.

#### Frente fria e frente quente



TOLENTINO, Mário. *O azul do planeta: um retrato da atmosfera*. São Paulo: Moderna, 1995. p. 89.

Ilustrações de frente fria e frente quente. Quando uma massa de ar frio desloca uma de ar quente, forma-se a frente fria (A). Quando uma massa de ar quente consegue deslocar o ar frio, ocorre a frente quente (B). Em ambas se formam as linhas de instabilidade, caracterizadas pelo aumento da nebulosidade e pela formação das chuvas frontais.

Essa disposição do relevo permite que os ventos frios associados às massas de ar provenientes da Antártida cheguem aos estados do Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, no Centro-Oeste, e também até Rondônia, na região Norte. A população dessas regiões denomina esse fenômeno de “friagem”, que ocorre sobre tudo nos meses de inverno (junho a setembro).

Na Europa, as terras baixas formadas pelas planícies do norte da França, da Alemanha e da Polônia, com os Pirineus e Alpes ao sul e os Alpes Escandinavos ao norte, formam um tipo de “corredor” para os ventos úmidos provenientes do oeste (Oceano Atlântico) possibilitando assim a entrada das massas oceânicas no interior do continente, formando o clima temperado oceânico. Esse tipo de clima é mais úmido que o temperado continental, aspecto que será abordado no próximo capítulo.

*Sé possível, mostre aos alunos um mapa físico da Europa para localizar as unidades de relevo dessa região.*

#### As massas de ar

A superfície terrestre não é homogênea. Existem grandes extensões cobertas por mares e oceanos, outras por florestas tropicais, outras ainda por desertos e calotas polares. O ar que se desloca sobre essas áreas adquire determinadas características de temperatura, umidade e pressão, formando as massas de ar. As massas de ar que se formam sobre regiões de florestas tropicais, por exemplo, são quentes e úmidas por causa das elevadas temperaturas e da grande evapotranspiração, enquanto as que se originam nas regiões polares são frias e secas, dadas as baixas temperaturas, que provocam a condensação e a fixação do vapor de água na neve e no gelo.

As massas de ar de maior extensão e influência nos diversos tipos de clima recebem nomes associados aos ambientes em que se formam. Na América do Sul, atuam as seguintes massas:

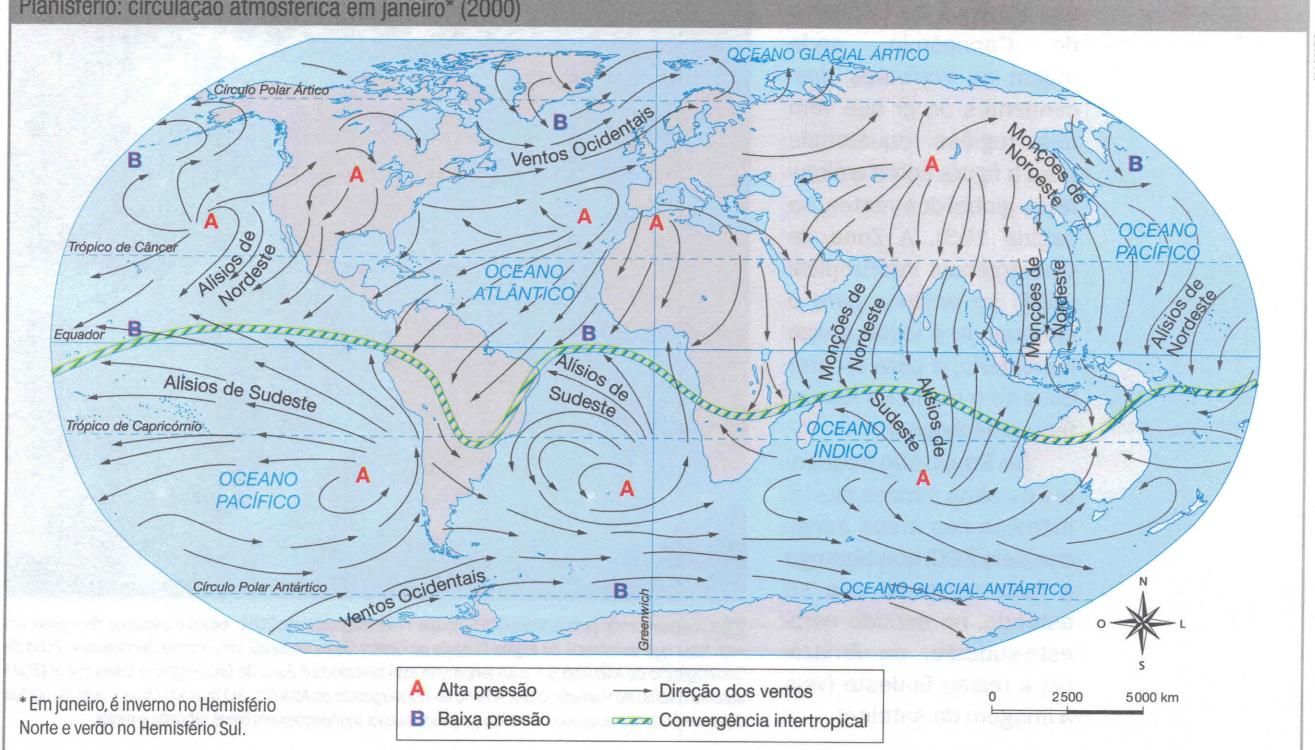
- Polar Atlântica e Polar Pacífica – frias, originam-se sobre as geleiras da Antártida e do Oceano Glacial Antártico.
- Tropical Continental – quente e seca, forma-se no interior do continente sul-americano.
- Tropical Atlântica e Equatorial Pacífica – quentes e úmidas, originam-se sobre os oceanos Atlântico e Pacífico, respectivamente.
- Equatorial Continental – quente e úmida, forma-se sobre a região Amazônica.

As massas de ar se deslocam exercendo pressão umas sobre as outras. O encontro das massas de ar dá origem às **frentes frias** ou às **frentes quentes**, que provocam mudanças no tempo atmosférico, em geral chuvas em grandes extensões, denominadas **chuvas frontais**.

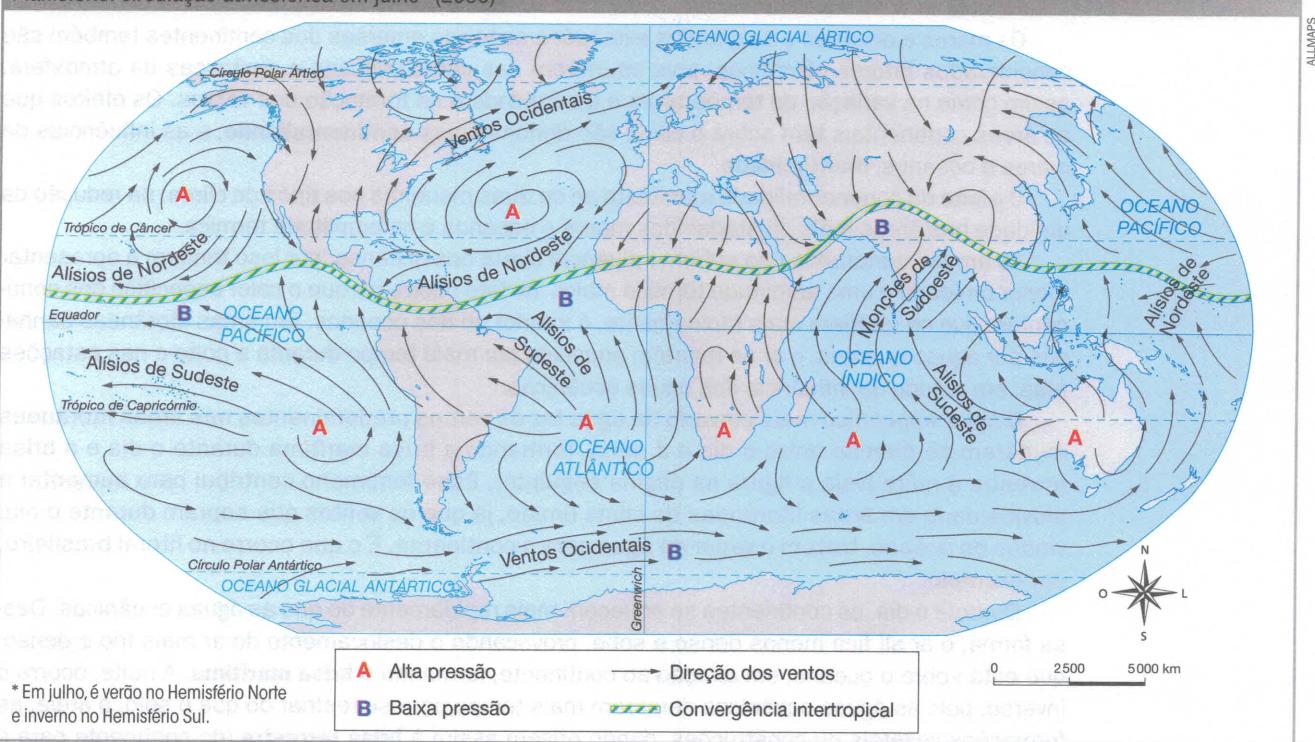
O encontro dos ventos alísios dos dois hemisférios dá origem à **Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)**, faixa onde predominam os centros de baixa pressão, com formação de nuvens e frequentes tempestades tropicais e fenômenos associados a fortes ventos, como os ciclones, tornados e furacões. No continente asiático, esses

ventos dão origem ao **clima de monções** e provocam fortes chuvas no sul e sudeste do continente durante o verão (veja o próximo capítulo). Os mapas a seguir representam os principais centros de alta e baixa pressão e os sentidos de deslocamento das massas de ar em dois períodos do ano.

Planisférico: circulação atmosférica em janeiro\* (2000)



Planisférico: circulação atmosférica em julho\* (2000)

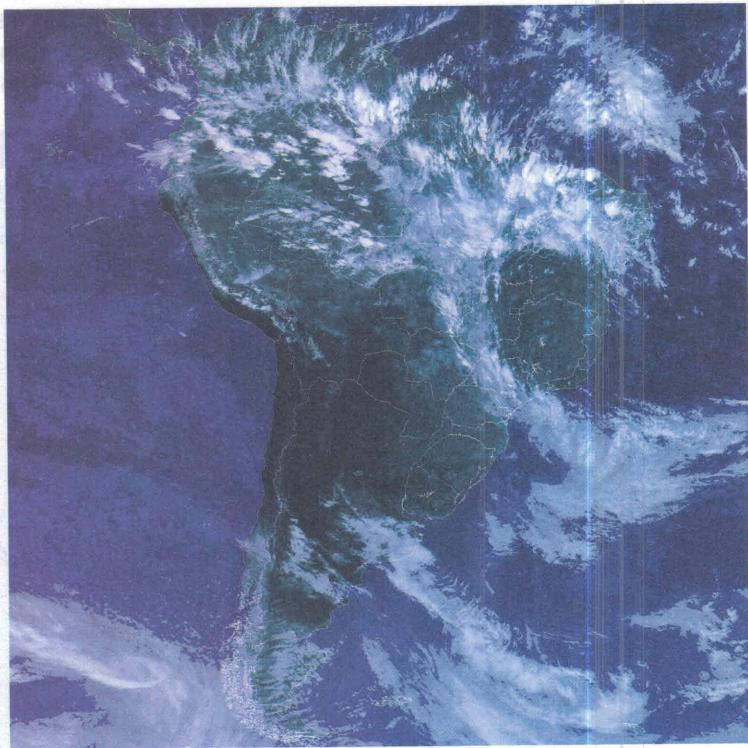


Fonte dos mapas: GIRARDI, Gisele; ROSA, Jussara Vaz. *Novo Atlas geográfico do estudante*. São Paulo: FTD, 2005. p. 123.

▲ Planisférios de circulação atmosférica em janeiro e em julho (2000).

Note, nos planisférios anteriores, que as zonas de alta pressão (A) se concentram nas proximidades dos trópicos de Câncer e de Capricórnio, onde atuam as correntes descendentes do ar que vêm das regiões equatoriais (veja a figura sobre a circulação global dos ventos, na página 153). A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) se desloca para o sul quando é verão nesse hemisfério, e para o norte durante o verão no hemisfério setentrional.

No Brasil, são frequentes os altos índices pluviométricos nas áreas atingidas pela ZCIT, que abrange a faixa territorial que se estende, no sentido noroeste-sudeste, da Amazônia à região Sudeste (veja a imagem de satélite).



INPE / CPTEC / DSA

A imagem obtida pelo satélite GOES, no dia 17 de dezembro de 2010, indica a presença de nuvens em uma faixa que se estende da região Sudeste ao Centro-Oeste do Brasil. Localmente denominado Zona de Convergência do Atlântico Sul, esse fenômeno está associado à Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) durante o verão no Hemisfério Sul. A Zona de Convergência do Atlântico Sul provoca chuvas nessas regiões durante vários dias seguidos no verão, podendo causar inundações em áreas urbanas e rurais.

## A continentalidade, a maritimidade e as correntes marítimas

Os mares e oceanos e as grandes extensões de terras emersas dos continentes também são considerados fatores climáticos, pois interferem nas características e dinâmicas da atmosfera, assim como na variação da temperatura e da umidade e na formação dos ventos. Os efeitos que as áreas continentais têm sobre o clima são denominados **continentalidade**, e as influências de mares e oceanos, **maritimidade**.

O efeito da continentalidade manifesta-se de duas maneiras nos tipos de clima: na redução da umidade nas áreas mais afastadas dos mares e oceanos e na amplitude térmica.

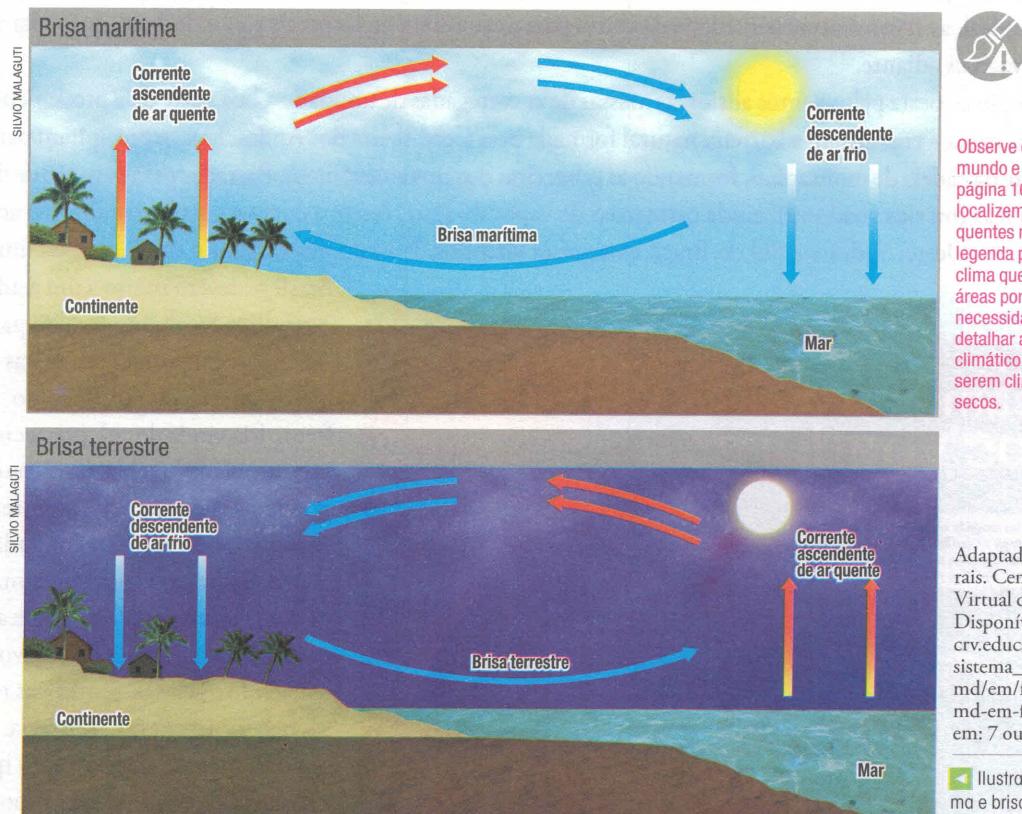
As áreas interioranas não sofrem influência direta dos oceanos, por isso tendem a apresentar menor umidade e uma amplitude térmica maior. Tal fato ocorre porque o calor específico dos continentes, que se resfriam mais rapidamente, é inferior ao dos oceanos. Em áreas litorâneas banhadas por águas quentes, o ar se mantém aquecido por mais tempo durante a noite e nas estações frias, em virtude da influência das águas oceânicas.

O calor específico mais elevado da água faz os ventos predominantes nas áreas litorâneas mudarem de direção entre o dia e a noite, formando a brisa marítima durante o dia e a brisa terrestre à noite (veja a figura na página seguinte). Esse fenômeno contribui para aumentar a pluviosidade em áreas litorâneas de clima úmido, já que os ventos que sopram durante o dia, vindos do oceano, trazem o vapor de água para o continente. É o que ocorre no litoral brasileiro, por exemplo.

Durante o dia, os continentes se aquecem mais rapidamente do que as águas oceânicas. Desse forma, o ar ali fica menos denso e sobe, provocando o deslocamento do ar mais frio e denso, que está sobre o oceano, em direção ao continente, formando a **brisa marítima**. À noite, ocorre o inverso, pois as águas oceânicas demoram mais tempo para se resfriar do que o solo, a areia, as formações vegetais ou construções, dando origem assim à **brisa terrestre** (do continente para o oceano). Essa dinâmica dos ventos costeiros é explorada por pescadores com embarcações a vela: os ventos da brisa continental facilitam a entrada no mar durante a madrugada e, depois de algumas horas, é possível retornar para o continente no fim da manhã, com o impulso da brisa marítima.

As correntes marítimas também influenciam na formação dos tipos de climas. Nas áreas atingidas por correntes oriundas de águas frias, predominam os climas mais secos (semiárido e desértico). É o que ocorre, por exemplo, na costa leste da América do Sul (onde atua a Corrente de Humboldt). Isso se deve a dois fatores: a menor evaporação das águas frias e a ocorrência de chuvas sobre o próprio oceano, já que os ventos que se formam sobre ele são mais frios e provocam a condensação do vapor de água, de modo que as nuvens atingem o ponto de saturação antes de chegar ao continente.

As correntes oriundas de águas quentes, ao contrário, contribuem para tornar o clima das áreas que atingem mais úmidos. Elas se originam nas regiões intertropicais, próximas à linha do Equador, e se deslocam para latitudes maiores. Como exemplo, podemos citar a Corrente do Brasil.



Observe o mapa dos tipos de clima do mundo e das correntes marítimas na página 166. Peça aos alunos que localizem as correntes de ar frias e quentes mencionadas e observem a legenda para identificar os tipos de clima que podem ser encontrados nas áreas por elas atingidas. Não há necessidade, neste momento, de detalhar as características de cada tipo climático; apenas destaque o fato de serem climas reconhecidamente mais secos.

Adaptado de: MINAS Gerais. Centro de Referência Virtual do Professor. Disponível em: <[http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema\\_crv/documents/md/em/fisica/2010-08/mar-em-fs-06.pdf](http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/documents/md/em/fisica/2010-08/mar-em-fs-06.pdf)>. Acesso em: 7 out. 2015.

Ilustrações de brisa marítima e brisa terrestre.

## A vegetação

As formações vegetais são consideradas fatores climáticos porque absorvem e irradiam parte da energia solar que incide sobre a superfície terrestre. O albedo será maior em áreas com vegetação esparsa ou desmatada e menor em áreas com coberturas vegetais mais densas, onde há maior absorção da quantidade de luz solar. Grandes áreas florestadas contribuem, portanto, para a redução das temperaturas médias globais.

Outra influência significativa da vegetação no clima ocorre em relação à umidade. As florestas tropicais e equatoriais constituem importantes fontes de vapor de água presente na atmosfera. A transferência de água do solo para a atmosfera por meio da evapotranspiração é significativa para a existência da elevada pluviosidade nas áreas de climas equatorial e tropical úmido.

Calcula-se que cerca de 50% das chuvas na região Amazônica provêm desse processo, que também contribui para regular a umidade da atmosfera nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do país (veja o boxe *Leia também* na próxima página). Isso comprova a importância da conservação das florestas tropicais e equatoriais, tema que será retomado na Unidade 4 deste volume.

As chuvas que se formam com a ascensão da umidade local – proveniente da evaporação de rios e lagos e da evapotranspiração – são denominadas **chuvas de convecção** ou **chuvas convectivas**.

As correntes de convecção da atmosfera levam o vapor de água da superfície para altitudes mais elevadas, onde a temperatura menor provoca a condensação e a formação de nuvens. Esse fenômeno causa, no verão, fortes chuvas, geralmente de curta duração.

## LEIA TAMBÉM

### Rios voadores

O termo “rio voador” descreve com um toque poético um fenômeno real que tem um impacto significante em nossas vidas. Rios voadores são cursos de água atmosféricos, invisíveis, que passam em cima das nossas cabeças transportando umidade e vapor de água da bacia Amazônica para outras regiões do Brasil.

A Floresta Amazônica funciona como uma bomba-d’água. Ela puxa para dentro do continente umidade evaporada do Oceano Atlântico que, ao seguir terra adentro, cai como chuva sobre a floresta. Pela ação da evapotranspiração da floresta esquentada pelo sol tropical, as árvores devolvem a água da chuva para a atmosfera na forma de vapor de água, que volta a cair novamente como chuva mais adiante.

Propelidas em direção ao oeste pelos ventos alísios, as massas de ar carregadas de umidade – boa parte dela proveniente da evapotranspiração da floresta – encontram a barreira natural formada pela Cordilheira dos Andes. Elas se precipitam parcialmente nas encostas leste da cadeia de montanhas, formando as cabeceiras dos rios amazônicos. Barradas pelo paredão de 4000 metros, as correntes aéreas (ou rios voadores), ainda carregadas de vapor de água, fazem a curva e partem em direção ao sul, para as regiões do Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil e os países vizinhos. É assim que o regime de chuva e o clima do

Brasil se devem muito a um acidente geográfico localizado fora do país.

Ao se encontrar com certas condições meteorológicas, como uma frente fria vindra do sul, por exemplo, essa umidade trazida da Amazônia pelos rios voadores (que a gente nem percebe) pode ser transformada em chuva. Chuva essa que é de suma importância para nossa vida e para a economia do país, irrigando as lavouras, enchendo os rios terrestres e as represas que fornecem nossa energia. [...]

Por incrível que pareça, a quantidade de vapor de água transportada pelos rios voadores pode ter a mesma ordem de grandeza, ou mais, que a vazão do rio Amazonas ( $200\text{ mil m}^3/\text{s}$ ) [...]. Estudos promovidos pelo Inpa [Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia] já mostraram que uma árvore com copa de 10 metros de diâmetro é capaz de bombear para a atmosfera mais de 300 litros de água, em forma de vapor, em um único dia [...] Estima-se que haja 600 bilhões de árvores na Amazônia: imagine então quanta água a floresta toda está bombeando a cada 24 horas!

[...]

EXPEDIÇÃO Rios Voadores. O fenômeno dos rios voadores. Disponível em: <[www.riosvoadores.com.br/o-projeto/rios-voadores](http://www.riosvoadores.com.br/o-projeto/rios-voadores)>. Acesso em: 7 out. 2015.

PROJETO RIOS VOAORES

### O caminho dos rios voadores



Infográfico explicativo dos caminhos percorridos pelas correntes aéreas feito pelo Projeto Rios Voadores (2011).

## ATIVIDADES

Leia o texto e, em seguida, responda à questão no seu caderno.

### Sudeste mais frio do que o Sul

Temperaturas muito baixas foram registradas ao amanhecer desta quarta-feira [30 de junho de 2010] em várias áreas da Região Sudeste, até menores do que no Sul do país, onde normalmente ocorrem as menores temperaturas.

O sul de Minas Gerais era a região mais fria do Brasil no início da manhã desta quarta-feira [30 de junho de 2010]. As medições automáticas feitas pelo Instituto Nacional de Meteorologia registraram 0,2 °C abaixo de zero em Monte Verde. O aeroporto de Poços de Caldas amanheceu com apenas 2 °C. Maria da Fé também amanheceu gelada e a temperatura mínima por lá foi de 3,8 °C. Em São Paulo, a geada voltou a se formar pelo terceiro dia consecutivo em Campos do Jordão, no alto da Serra da Mantiqueira. A temperatura por lá baixou para 3,7°C. [...] Em São Luís do Paraitinga, na parte paulista da Serra do Mar, a temperatura chegou aos 5,3 °C.

No Sul do Brasil, as menores temperaturas hoje variaram entre 6 °C e 10 °C. Em Irati, no Paraná, a mínima foi de 6,4 °C. A sempre gelada São Joaquim, no alto da serra catarinense, amanheceu até “quentinha” e registrou 11,8 °C, segundo o Instituto Nacional de Meteorologia. No Rio Grande do Sul, a menor temperatura registrada pelo instituto foi de 7,8 °C em Uruguaiana. O frio foi um pouco menor na serra gaúcha e uma das menores temperaturas da região foi de 9,9 °C e ocorreu em Vacaria. [...]

CLIMATEMPO. Sudeste mais frio do que o Sul, 30 jun. 2010. Disponível em: <[www.climateempo.com.br/noticias/4678/sudeste-mais-frio-do-que-o-sul/](http://www.climateempo.com.br/noticias/4678/sudeste-mais-frio-do-que-o-sul/)>. Acesso em: 14 out. 2015.

- Com base na análise das informações apresentadas no texto e na imagem, qual(is) fator(es) pode(m) ter ocasionado as temperaturas mais baixas na região Sudeste em comparação com as da região Sul?

O fator climático que melhor justifica as diferenças de temperatura entre as regiões é o deslocamento de massas de ar. Trata-se de uma situação frequente no inverno do Centro-Sul do Brasil, em que o deslocamento da massa de ar frio polar provoca a queda da temperatura inicialmente na região Sul e depois nas regiões Sudeste e Centro-Oeste (esta não foi citada no texto). A ausência de nuvens no sul de Minas Gerais, como se pode ver na imagem de satélite, também contribui para a queda da temperatura nessa região, pois as nuvens ajudam a reter, na baixa atmosfera, o calor irradiado da superfície.

## RELEITURA

Neste capítulo, iniciou-se o estudo sobre a atmosfera terrestre. Viu-se que a massa gasosa que envolve a Terra teve papel fundamental para a origem e a transformação de todas as formas de vida, tanto no passado geológico como no tempo presente. E também que as características e dinâmicas da atmosfera influenciam diretamente o cotidiano das pessoas de múltiplas formas. Entre as diversas camadas que compõem a atmosfera, destacou-se a troposfera, camada inferior onde se concentra a maior parte dos gases, em especial o oxigênio e o vapor de água.

Foram detalhados os elementos ou atributos climáticos – a temperatura, a umidade e a pressão atmosférica – que caracterizam os diferentes tipos climáticos do Brasil e do mundo.

Enfatizou-se também a maneira como diferentes fatores (variações de latitude e de altitude, relevo, oceanos, entre outros) interferem nas dinâmicas da baixa atmosfera e, por consequência, nos tipos de clima, tornando-os mais secos ou úmidos, ou ainda mais frios ou quentes, entre outras características.



A imagem de satélite mostra as manchas brancas que aparecem sobre as regiões serranas do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina indicando a nebulosidade. A cor preta no sul de Minas indica total ausência de nuvens. Esta imagem corresponde à situação das 8h45 da manhã de 30 de junho de 2010.

## ATIVIDADES DE ANÁLISE E COMPREENSÃO

1. A condutibilidade elétrica da ionosfera, mencionada no texto, é aplicada diretamente nas comunicações via rádio (ondas curtas), telefonia celular e transmissão e recebimento de sinais de televisão.

2. a) Massas de ar (massa de ar seco na região central do país); maritimidade (nuvens no litoral do Nordeste, formadas por ventos úmidos que vêm do oceano e que são barradas pelo Planalto da Borborema); relevo (atua como barreira aos ventos úmidos no Nordeste e também é responsável pela formação de uma área de baixa pressão em altitudes mais elevadas das regiões serranas de Santa Catarina e Rio Grande do Sul); e vegetação (em grande parte responsável pelas nuvens convectivas da região Norte).

2. b) As áreas com alguma probabilidade de chuva de acordo com a imagem são: extremo oeste da região Norte; extremo leste da região Nordeste; leste de Santa Catarina e Paraná; sudoeste do Rio Grande do Sul (aproximação de nebulosidade proveniente da Argentina, provavelmente associada ao deslocamento de uma massa de ar polar). Explique aos alunos que as áreas com probabilidade de chuva são aquelas que apresentam nebulosidade (indicada pelas manchas brancas).

3. A maior amplitude térmica diária (diferença entre a temperatura máxima e a mínima ao longo de um dia) ocorrerá no deserto. Isso se explica pela ausência ou baixa umidade relativa do ar que prevalece ali. Em regiões mais úmidas, como em uma cidade litorânea, a umidade presente na atmosfera, comprovada pela presença de nuvens, retém parte do calor irradiado da superfície terrestre, mantendo as temperaturas mais altas ao longo da noite. No deserto, ao contrário, durante a noite o calor se dissipa na atmosfera, e com isso a temperatura pode cair significativamente.

### 1. Leia o texto abaixo e responda à questão no caderno.

A ionosfera é a região da alta atmosfera compreendida entre 60 km e 300 km, onde a quantidade de elétrons livres é suficientemente alta para afetar a propagação de ondas eletromagnéticas na faixa de radiofrequência. As características da ionosfera são muito variáveis com o tempo e dependem também de diversos fatores, tais como das variações solares e da posição geográfica.

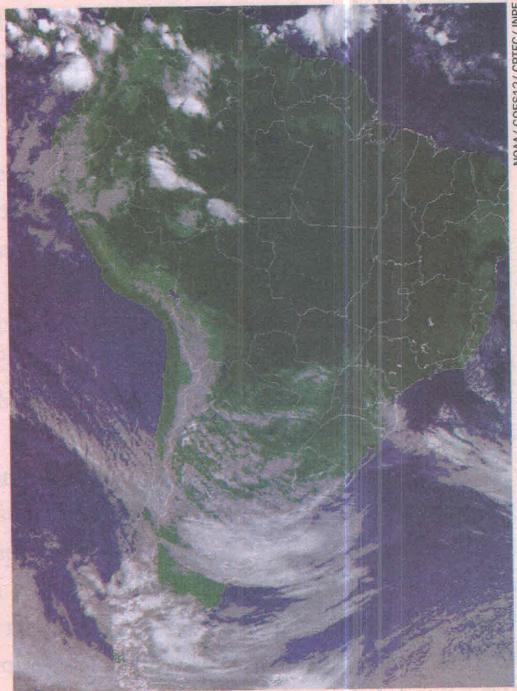
INSTITUTO Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). Disponível em: <[www.roen.inpe.br/frames/ionossonda.htm](http://www.roen.inpe.br/frames/ionossonda.htm)>. Acesso em: 30 ago. 2012.

- Cite duas situações práticas do cotidiano que se utilizam da ionosfera e tenham relação com o assunto tratado no texto.

### 2. Observe a imagem ao lado e leia a legenda.

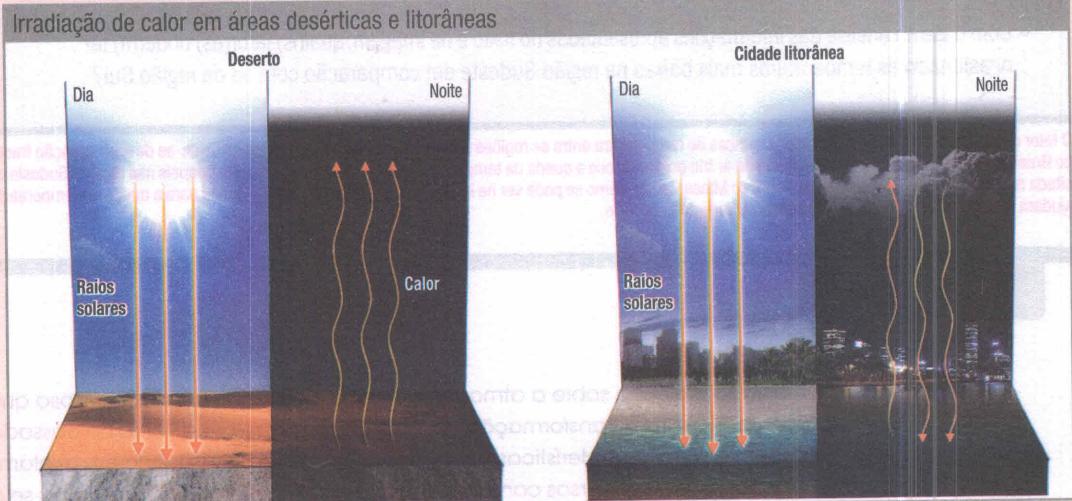
- Cite os fatores climáticos que interferem direta ou indiretamente nas características atmosféricas descritas na legenda e representadas na imagem de satélite.
- Identifique na imagem de satélite as áreas do território brasileiro onde, de acordo com as condições apresentadas, havia probabilidade de chuva.

Imagem de satélite da América do Sul, do dia 11 de julho de 2011, às 12 horas. Note que em grande parte do interior do Brasil há poucas nuvens, por causa da presença de uma massa de ar seco. Na faixa litorânea do Nordeste há nebulosidade em virtude dos ventos úmidos vindos do mar. Observam-se nuvens convectivas em parte da região Norte, associadas ao calor e à elevada umidade do ar, e a convergência de mais umidade para essas áreas. Já entre o leste do Rio Grande do Sul e Santa Catarina as nuvens ocorrem por causa de uma área de baixa pressão em altitude.



NOAA / GOES12 / CPTEC / INPE

### 3. Observe o infográfico a seguir.



LUCAS CORNETTA

NOVA Escola. Que fatores interferem na amplitude térmica? Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/geografia/fundamentos/o-correm-variacoes-bruscas-temperatura-ao-longo-dia-deserto-mesmo-nao-acontece-outros-locais-onde-faz-muito-584503.shtml>>. Acesso em: 7 out. 2015.

- Com base no que foi estudado neste capítulo, explique qual dos dois ambientes representados terá maior amplitude térmica diária. Registre sua resposta no caderno.

4. Espera-se dos alunos que mencionem que o agricultor deveria consultar os dados pluviométricos da região em que vive. Esses dados podem ser obtidos em alguma estação meteorológica próxima, se houver, ou na prefeitura municipal. Outra possibilidade seria construir e instalar um pluviômetro em sua propriedade (veja orientações na Assessoria Pedagógica). De posse dos dados pluviométricos, o agricultor saberia em quais meses se concentram as chuvas ou o período de estiagem, podendo assim planejar melhor o manejo das suas culturas.

**4. Considere a seguinte situação:**

Um pequeno agricultor busca melhorar a produtividade de sua lavoura. Além dos investimentos em novas técnicas de plantio, tem procurado escolher as melhores épocas para plantar e colher seus cultivos, pois muitas vezes faltam chuvas no período do plantio ou chove demais no momento da colheita.

- Que outras medidas esse agricultor poderia adotar para melhorar a produtividade da lavoura? Justifique sua resposta.

## QUESTÕES DE VESTIBULARES E DO ENEM

Nas questões de múltipla escolha, escreva no caderno um comentário para justificar a alternativa escolhida. As questões dissertativas também devem ser respondidas no caderno.

3. a) Nas áreas continentais, os máximos de evaporação ocorrem nas regiões equatoriais em consequência da alta radiação solar (áreas mais quentes), da importante cobertura de floresta e da grande disponibilidade de água.

**1. (UFMG) Leia este trecho:**

E as mariposas e os cupins de asas vinham voar ao redor da lamparina... Círculo rodeando a lua cheia, sem se encostar... E começaram os cantos. Primeiro, os sapos: — “Sapo na seca coaxando, chuva beirando”, mãe Quitéria!... — Apareceu uma jia na horta, e pererecas dentro de casa, pelas paredes... E os escorpiões e as minhocas pulavam no terreiro, perseguidos pela correição das lava-pés, em presitos atarefados e compridos... No céu sul, houve nuvens maiores, mais escuras. Aí, o peixe-frito pegou a cantar de noite. A casca da lua, de bico para baixo, “despejando”... Um vento frio, no fim do calor do dia... Na orilha do atoleiro, a saracura fêmea gritou, pedindo três potes, três potes, três potes para apanhar água... Choveu.

ROSA, João Guimarães. *Sagarana*. 27. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1983. p. 344.

A partir da leitura e interpretação desse trecho, é **incorreto** afirmar que:

- a) a chegada de ventos frios, em contraste com o calor do dia, é uma criação do autor, pois é impossível de ocorrer.
- b) o autor reuniu, de forma criativa, um grande número de crenças populares sobre a previsão de ocorrências meteorológicas.
- c) o comportamento dos animais, para os homens do campo, se altera com a aproximação da chuva.
- d) o sertanejo busca, na aparência do céu e dos astros, sinais de mudanças do tempo atmosférico.

2. (Unifesp) Clima corresponde à sequência cíclica das variações das condições atmosféricas, no decorrer do ano. É essa sequência que nos permite afirmar o tipo climático de alguma região. Por influência de alguns fatores, o clima não é o mesmo em todo o planeta.

2. a) Os elementos do clima são temperatura, umidade do ar e pressão atmosférica.

- a) Quais são os elementos que compõem o clima?
- b) Quais os principais fatores modificadores do clima?

2. b) Os principais fatores modificadores do clima são latitude, relevo, correntes marítimas, massas de ar, continentalidade, maritimidade e vegetação.

4. D. A seta indica um sistema onde se encontram os ventos alísios provenientes dos hemisférios Norte e Sul, dando origem à Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), onde predominam os centros de baixa pressão.

1. A. A alternativa está errada, pois são as diferenças de pressão que provocam o deslocamento do ar atmosférico das áreas de alta pressão para as de baixa pressão, ou seja, de áreas mais frias para outras mais quentes, tanto no sentido vertical como no horizontal. O deslocamento de ar no sentido horizontal dá origem à circulação dos ventos na superfície terrestre.

3. (Unicamp-SP) A evapotranspiração constitui a fonte de umidade atmosférica a partir da movimentação de água através do ciclo hidrológico. Nas áreas continentais os máximos de evaporação ocorrem nas regiões equatoriais.

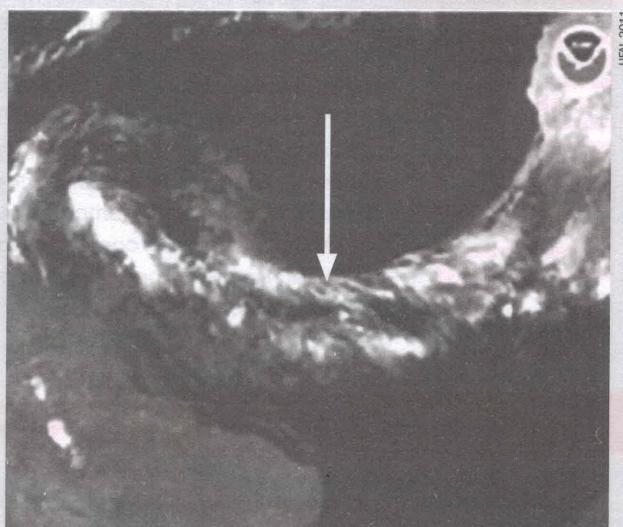
Adaptado de Kenitiro Suguió e João J. Bigarella. *Ambientes fluviais*. Florianópolis, Editora da UFSC, 1990, p.5.

- a) Quais fatores determinam a maior evapotranspiração nas regiões equatoriais do globo?

- b) Quais os processos que compõem a evapotranspiração?

3. b) Os processos associados à evapotranspiração são a perda de água do solo e de corpos hídricos por evaporação e a perda de água das plantas por transpiração.

4. (Ufal) O Nordeste brasileiro apresenta uma expressiva variedade de regimes pluviométricos. Esses regimes decorrem da ação de sistemas atmosféricos diversos que agem em épocas distintas. A propósito, observe a imagem de satélite a seguir e assinale o sistema atmosférico indicado pela seta que age na região mencionada.



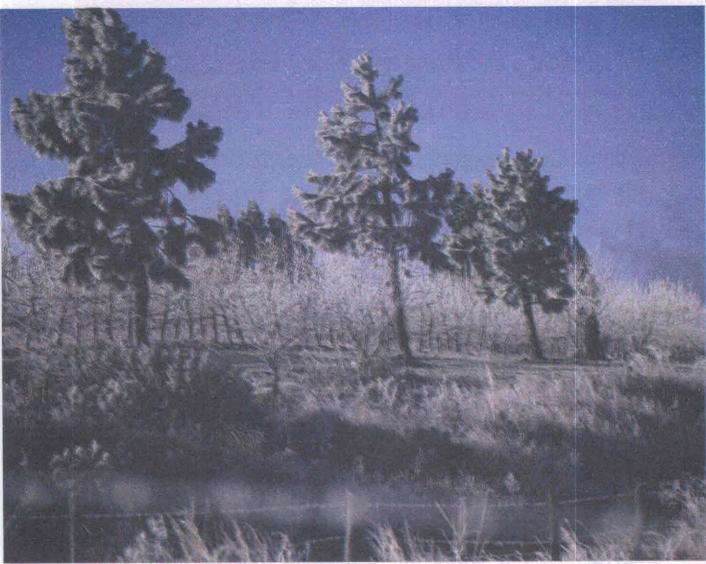
- a) Onda de Leste.
- b) Massa Equatorial Continental.
- c) Massa Tropical Continental.
- d) Zona de Convergência Intertropical.
- e) Zona de Divergência Atlântica.

# CAPÍTULO 8

## PRIMEIRA LEITURA

# Características dos tipos de clima

O objetivo deste capítulo é possibilitar aos alunos conhecer os diferentes tipos de clima, os processos das origens dos climas e suas classificações. Veja outras orientações na Assessoria Pedagógica.



NELSON ANTOINE / FOTOARENA

▲ Foto de campos cobertos de gelo às margens de rodovia próxima à São Joaquim, em Santa Catarina, 2010. São Joaquim está localizada em área de clima subtropical úmido, com verão ameno e inverno com baixas temperaturas.

O objetivo da Atividade Inicial é possibilitar aos alunos perceber as variações de tempo, motivando-os a participar no processo de construção do conhecimento. Após a atividade, eles poderão identificar os possíveis fatores climáticos responsáveis pelas condições observadas; isso contribuirá para desenvolverem a habilidade de observação do tempo.

durante um espaço de tempo menor, podendo ser até de apenas um dia, e também fazer previsões climáticas com até três meses de antecedência – isso é feito mediante o emprego de imagens da atmosfera obtidas por satélites e processadas em computadores, por exemplo. Trata-se de um importante avanço para o planejamento das atividades humanas.

Esses recursos tecnológicos estão presentes, direta ou indiretamente, de diversas formas no cotidiano. Quem vai viajar pode ter notícias sobre frentes frias e sobre mudanças climáticas em regiões do Brasil. Ou ainda, ao assistir a um programa de televisão, as pessoas são prevenidas sobre a ocorrência de chuvas, temporais ou mesmo mudanças rápidas de temperatura.

Além de conhecer como são classificados os climas e quais são suas características, este capítulo visa ampliar a percepção sobre o clima, além de desenvolver uma maior consciência da intervenção sobre o meio em que se vive.

## ATIVIDADE INICIAL

Veja orientações e possibilidades de respostas na Assessoria Pedagógica.

1. Descreva as características atmosféricas de um dia no local onde você vive. Observe e registre, desde o começo da manhã até o final da tarde, as variações das seguintes características:
  - Pluviosidade.
  - Nebulosidade.
  - Insolação.
  - Ventos.
2. Identifique e registre no caderno possíveis fatores climáticos responsáveis pelas características atmosféricas citadas na atividade anterior.