



Meteorologia Aplicada

Evaldo Vieira de Oliveira



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PERNAMBUCO

Recife - PE
2014

Presidência da República Federativa do Brasil
Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

© Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco
Este caderno foi elaborado em parceria entre o Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de Pernambuco e a Universidade Federal de Santa Maria para
a Rede e-Tec Brasil.

Equipe de Elaboração
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Pernambuco – IFPE

Reitor
Cláudia da Silva Santos/IFPE

Direção Geral
Fernanda Maria Dornellas Câmara/IFPE

Coordenação Institucional
Fabiola Nascimento dos Santos Paes/IFPE
Fernanda Maria Dornellas Câmara/IFPE

Coordenação de Curso
José Aurino de Oliveira/IFPE

Professor-autor
Evaldo Vieira de Oliveira/IFPE

Equipe de Acompanhamento e Validação
Colégio Técnico Industrial de Santa Maria – CTISM

Coordenação Institucional
Paulo Roberto Colusso/CTISM

Coordenação de Design
Erika Goellner/CTISM

Revisão Pedagógica
Elisiane Bortoluzzi Scrimini/CTISM
Jaqueline Müller/CTISM

Revisão Textual
Carlos Frederico Ruviaro/CTISM

Revisão Técnica
Everson Dal Piva/UFSM

Ilustração
Marcel Santos Jacques/CTISM
Rafael Cavalli Viapiana/CTISM
Ricardo Antunes Machado/CTISM

Diagramação
Cássio Fernandes Lemos/CTISM
Leandro Felipe Aguiar Freitas/CTISM

O48m OLIVEIRA, Evaldo Vieira de.
Meteorologia Aplicada / Evaldo Vieira de Oliveira. – Recife:
IFPE, 2014.
114 p. : il.
ISBN 978-85-9450-005-2

Inclui bibliografia
Rede e-Tec Brasil

1. Meteorologia. 2. Fenômenos atmosféricos. 3. Energias
renováveis. I. Título.

CDD: 551.2

Apresentação e-Tec Brasil

Prezado estudante,
Bem-vindo a Rede e-Tec Brasil!

Você faz parte de uma rede nacional de ensino, que por sua vez constitui uma das ações do Pronatec – Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego. O Pronatec, instituído pela Lei nº 12.513/2011, tem como objetivo principal expandir, interiorizar e democratizar a oferta de cursos de Educação Profissional e Tecnológica (EPT) para a população brasileira propiciando caminho de o acesso mais rápido ao emprego.

É neste âmbito que as ações da Rede e-Tec Brasil promovem a parceria entre a Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC) e as instâncias promotoras de ensino técnico como os Institutos Federais, as Secretarias de Educação dos Estados, as Universidades, as Escolas e Colégios Tecnológicos e o Sistema S.

A educação a distância no nosso país, de dimensões continentais e grande diversidade regional e cultural, longe de distanciar, aproxima as pessoas ao garantir acesso à educação de qualidade, e promover o fortalecimento da formação de jovens moradores de regiões distantes, geograficamente ou economicamente, dos grandes centros.

A Rede e-Tec Brasil leva diversos cursos técnicos a todas as regiões do país, incentivando os estudantes a concluir o ensino médio e realizar uma formação e atualização contínuas. Os cursos são ofertados pelas instituições de educação profissional e o atendimento ao estudante é realizado tanto nas sedes das instituições quanto em suas unidades remotas, os polos.

Os parceiros da Rede e-Tec Brasil acreditam em uma educação profissional qualificada – integradora do ensino médio e educação técnica, – é capaz de promover o cidadão com capacidades para produzir, mas também com autonomia diante das diferentes dimensões da realidade: cultural, social, familiar, esportiva, política e ética.

Nós acreditamos em você!
Desejamos sucesso na sua formação profissional!

Ministério da Educação
Janeiro de 2014

Nosso contato
etecbrasil@mec.gov.br



Indicação de ícones

Os ícones são elementos gráficos utilizados para ampliar as formas de linguagem e facilitar a organização e a leitura hipertextual.



Atenção: indica pontos de maior relevância no texto.



Saiba mais: oferece novas informações que enriquecem o assunto ou “curiosidades” e notícias recentes relacionadas ao tema estudado.



Glossário: indica a definição de um termo, palavra ou expressão utilizada no texto.



Mídias integradas: sempre que se desejar que os estudantes desenvolvam atividades empregando diferentes mídias: vídeos, filmes, jornais, ambiente AVEA e outras.



Atividades de aprendizagem: apresenta atividades em diferentes níveis de aprendizagem para que o estudante possa realizá-las e conferir o seu domínio do tema estudado.



Sumário

Palavra do professor-autor	9
Apresentação da disciplina	11
Projeto instrucional	13
Aula 1 – A Terra e seus movimentos	15
1.1 O planeta Terra.....	15
1.2 Incidência solar na superfície terrestre.....	16
1.3 O movimento de rotação da Terra.....	17
1.4 O movimento de translação da Terra.....	18
1.5 Estações do ano.....	19
Aula 2 – A atmosfera terrestre	25
2.1 A composição da atmosfera.....	25
2.2 As camadas da atmosfera.....	26
2.3 A importância da atmosfera para a vida no planeta.....	27
Aula 3 – Influência da latitude, altitude, continentalidade e maritimidade	35
3.1 A temperatura atmosférica.....	35
3.2 A influência da latitude.....	36
3.3 A influência da altitude.....	38
3.4 A influência da continentalidade e maritimidade.....	39
Aula 4 – Pressão e circulação geral da atmosfera	43
4.1 A pressão atmosférica.....	43
4.2 O vento e a circulação geral.....	44
4.3 A umidade do ar.....	48
4.4 As nuvens e precipitações.....	49
Aula 5 – As massas de ar	57
5.1 Classificação das massas de ar.....	57
5.2 Massas de ar que atuam no Brasil.....	58

Aula 6 – A importância do vento na geração de energia	65
6.1 A história da utilização da energia eólica.....	65
6.2 A energia do vento.....	66
6.3 A energia eólica no Brasil.....	68
Aula 7 – Radiação solar e sua importância na geração de energia	73
7.1 O Sol, fonte de energia inesgotável.....	73
7.2 O aproveitamento da energia solar.....	74
7.3 Vantagem do uso da energia solar.....	76
7.4 Perspectiva de energia solar no Brasil.....	76
Aula 8 – Fenômenos globais atmosféricos e sistemas regionais	79
8.1 El Niño e La Niña.....	79
8.2 Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).....	83
8.3 Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).....	84
8.4 Dipolo do Atlântico.....	85
8.5 Frentes frias.....	86
8.6 Brisas.....	87
Aula 9 – As previsões meteorológicas	89
9.1 Tempo e clima.....	89
9.2 Instrumentos meteorológicos.....	91
9.3 Breve histórico dos instrumentos meteorológicos.....	92
9.4 Radares meteorológicos.....	93
9.5 Satélites.....	95
9.6 Localização de raios.....	99
9.7 Balões meteorológicos e radiossondas.....	99
9.8 Boias meteorológicas.....	100
Aula 10 – A meteorologia e as novas tecnologias	105
10.1 A importância das previsões meteorológicas.....	105
10.2 As formas de realizar as previsões.....	107
10.3 Computadores e supercomputadores.....	107
10.4 A OMM e o Brasil.....	108
Referências	112
Currículo do professor-autor	114

Palavra do professor-autor

O componente curricular Meteorologia Aplicada, apresentado nesse texto, faz um relato essencial de conceitos relacionados com a problemática meteorológica.

Sem dúvidas, senhores alunos(as), o tempo e o clima representam hoje uma novidade, e, excelente ferramenta para o desenvolvimento sustentável do planeta, além da melhoria das questões socioeconômicas e ambientais, visando uma melhor qualidade de vida para todos.

Com o advento das novas tecnologias da informação e comunicação, se tornou mais acessível a busca do conhecimento e das características em todas as ciências. Assim, cada estudante é responsável pela sua aprendizagem.

É bom lembrar, que os textos didáticos, trazem mais um personagem em cena, o professor autor, enriquecendo o processo de ensino e aprendizagem do aluno, mas isto não é o bastante. Vocês, estudantes, devem interagir e introduzir outros materiais pedagógicos, e até mesmo materiais que não foram produzidos com essa finalidade, mas que podem trazer grandes contribuições, tais como: jornais, revistas, filmes, computador, rádio, internet, etc., com orientação do seu professor tutor ou orientador de aprendizagem em EaD.

É imperativo, prezados estudantes, que reflitam no seu cotidiano sobre a importância da Meteorologia, como também das energias solar e eólica, para as gerações futuras.

Bons estudos!
Evaldo Vieira de Oliveira



Apresentação da disciplina

O componente curricular, Meteorologia Aplicada, com 60 horas/aula, apresenta uma coletânea de conteúdos elaborados para atender o curso de Sistemas de Energia Renováveis – SER, na modalidade EaD. Os conteúdos trabalhados foram elaborados a partir do princípio norteador para o entendimento das dinâmicas da Terra e suas problemáticas meteorológicas e atmosféricas. Assim, esse material didático propõe a articulação de diversos conteúdos e temas interdisciplinares referente a outras disciplinas, que pertencem ao mesmo contexto de aprendizagem.

A disciplina divide-se em 10 aulas temáticas, a seguir:

Aula – 1 com 6 h/a, enfoca a forma e os movimentos da Terra.

Aula – 2 com 6 h/a, conheceremos a atmosfera terrestre.

Aula – 3 com 6 h/a, conheceremos a influência da latitude, altitude, continentalidade e maritimidade.

Aula – 4 com 6 h/a, pressão e circulação geral da atmosfera.

Aula – 5 com 6 h/a, veremos nessa aula as massas de ar.

Aula – 6 com 6 h/a, veremos a importância do vento na geração de energia.

Aula – 7 com 6 h/a, radiação solar e sua importância na geração de energia.

Aula – 8 com 6 h/a, fenômenos globais atmosféricos.

Aula – 9 com 6 h/a, as previsões meteorológicas e seus instrumentos.

Aula – 10 com 6 h/a, a meteorologia e as novas tecnologias aplicadas.

Dessa forma, o estudo da Meteorologia Aplicada surge como necessidade básica, possibilitando maior aproveitamento das discussões sobre tempo e clima e a disponibilidade, formas, características e viabilidade de aproveitamento das energias renováveis. Acredito que tais conteúdos servirão como instrumentos para que vocês, alunos, consigam decodificar e aplicar na realidade global dos dias de hoje, como também inferir nos rumos da sociedade.



Projeto instrucional

Disciplina: Meteorologia Aplicada (carga horária: 60h).

Ementa: Fundamentação da dinâmica do movimento da Terra. A distinção entre tempo e clima na análise de fenômenos meteorológicos. A descrição espacial e temporal de parâmetros meteorológicos e climáticos, temperatura, latitude, altitude, pressão, umidade e massa de ar. O vento e a radiação solar e sua importância no processamento de energia. Estudo da previsão do tempo e as novas tecnologias.

AULA	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	MATERIAIS	CARGA HORÁRIA (horas)
1. A Terra e seus movimentos	Apresentar o planeta Terra e seus movimentos. Definir as etapas e o deslocamento dos movimentos da Terra em sua trajetória. Conhecer a variação da incidência dos raios solares na superfície do planeta.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios, atividades, vídeo conferências, material de vídeo e áudio.	06
2. A atmosfera terrestre	Apresenta a estrutura da atmosfera terrestre e suas camadas. Entender a importância da atmosfera para a vida no planeta Terra. Compreender a função da camada de ozônio e o efeito estufa.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios, atividades, vídeo conferências, material de vídeo e áudio.	06
3. Influência da latitude, altitude, continentalidade e maritimidade	Apresentar a latitude e altitude e suas variações de temperatura sazonais. Entender a ação e os efeitos da continentalidade e maritimidade.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios, atividades, vídeo conferências, material de vídeo e áudio.	06
4. Pressão e circulação geral da atmosfera	Apresentar a pressão atmosférica e as variações de temperatura. Inferir sobre o que é clima e por que varia de um lugar para outro. Perceber e identificar tipos de nuvens e precipitações.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios, atividades, vídeo conferências, material de vídeo e áudio.	06

AULA	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	MATERIAIS	CARGA HORÁRIA (horas)
5. As massas de ar	Apresentar as massas de ar, suas origens e características. Conhecer as massas de ar que atuam no Brasil.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios, atividades, vídeo conferências, material de vídeo e áudio.	06
6. A importância do vento na geração de energia	Apresentar a importância do vento na geração de energia eólica. Conhecer as principais formas de utilização da energia eólica. Identificar os benefícios da utilização da energia eólica. Compreender áreas mais adequadas para o aproveitamento do vento na geração de energia eólica.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios, atividades, vídeo conferências, material de vídeo e áudio.	06
7. Radiação solar e sua importância na geração de energia	Apresentar a radiação solar e seu aproveitamento na geração de energia alternativa. Identificar as áreas mais adequadas para a geração de energia solar. Descrever o grande valor da previsão meteorológica para o desenvolvimento socioeconômico.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios, atividades, vídeo conferências, material de vídeo e áudio.	06
8. Fenômenos global atmosféricos	Apresentar os fenômenos globais atmosféricos e sistemas meteorológicos. Identificar os sistemas meteorológicos regionais e suas oscilações.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios, atividades, vídeo conferências, material de vídeo e áudio.	06
9. As previsões meteorológicas	Apresentar as previsões meteorológicas. Entender tempo e sua distinção do clima. Conhecer formas de realização de previsão meteorológica. Descrever o grande valor da previsão meteorológica para o desenvolvimento socioeconômico.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios, atividades, vídeo conferências, material de vídeo e áudio.	06
10. A meteorologia e as novas tecnologias	Apresentar histórico da meteorologia. Demonstrar instrumentos e materiais meteorológicos. Conhecer a tecnologia usada na meteorologia e as instituições nacionais e internacionais do ramo.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios, atividades, vídeo conferências, material de vídeo e áudio.	06

Aula 1 – A Terra e seus movimentos

Objetivos

Apresentar o planeta Terra e seus movimentos.

Definir as etapas e o deslocamento dos movimentos da Terra em sua trajetória.

Conhecer a variação da incidência dos raios solares na superfície do planeta.

1.1 O planeta Terra

Não se sabe exatamente quando o homem descobriu que a terra é redonda. Filósofos gregos chegaram a essa conclusão a partir de observações astronômicas.

A Terra tem uma superfície aproximadamente de 510 milhões de quilômetros quadrados, a sua forma não é de uma esfera perfeita, pois é um pouco achatado nos polos, por esse motivo recebe o nome de geoide. A linha do equador divide o planeta Terra em dois hemisférios: o norte e o sul. O seu diâmetro é de 12.756 km, chamado por alguns autores de diâmetro equatorial e é um pouco maior do diâmetro verificado entre os polos que mede 12.714 km.

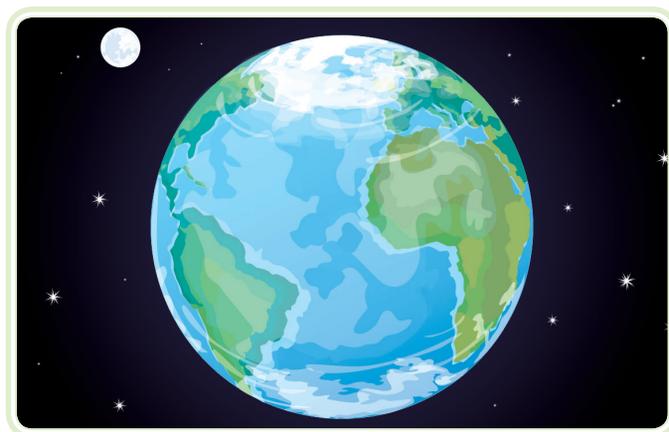


Figura 1.1: Geoide

Fonte: CTISM

O seu perímetro circunferencial na linha do Equador é de 40.075 km e o diâmetro passando pelos polos é de 39.949 km.

A-Z

esfericidade
É o estado daquilo que é esférico: a esfericidade da Terra não é absoluta.

Devido a Terra ter **esfericidade** e sua inclinação do eixo de rotação, o planeta é iluminado de maneira desigual, tendo resultado na existência de diferentes zonas térmicas ou climáticas. Observemos como e por quê ocorre esta incidência solar nos círculos paralelos à linha do Equador. Segundo uma lógica fácil de ser compreendida, quanto mais nos afastamos do Equador, maior a inclinação com que os raios solares incidem na superfície terrestre e maior, todavia, a área aquecida pela mesma quantidade de energia, o que torna as temperaturas mais baixas.

1.2 Incidência solar na superfície terrestre

Zonas características polares são áreas menos aquecidas da Terra, onde os raios solares incidem na superfície com grande inclinação. Zona tropical são áreas onde se localizam as mais altas temperaturas do planeta, onde os raios solares atingem a superfície quase que perpendicularmente. Zona temperada, são regiões onde os raios solares se apresentam à superfície com inclinação superior que a zona tropical.



A distribuição da radiação solar na superfície do planeta é desigual, o que determina a existência de zonas climáticas nos hemisférios norte e sul: intertropical, temperada e glacial.

A zona intertropical situa-se entre os Trópicos de Câncer, no hemisfério norte e de Capricórnio, no hemisfério sul. Cortada ao meio pelo Equador, é a zona mais quente do planeta, recebendo a luz solar de forma praticamente vertical em sua superfície, também denominada zona tórrida. À exceção da Europa e da Antártica, todos os continentes apresentam terras nessa zona térmica, em maior ou menor escala.

As zonas temperadas situam-se entre os trópicos e os círculos polares. A zona temperada do norte corresponde à faixa entre o Trópico de Câncer e o Círculo Polar Ártico, a do sul, à faixa entre o Trópico de Capricórnio e o Círculo Polar Antártico. Nessas zonas, as temperaturas são mais amenas, os raios solares incidem a superfície terrestre de forma relativamente inclinada em relação à zona intertropical, e as estações do ano são bem definidas. todos os continentes apresentam terras numa das zonas temperadas, ou até em duas – caso da África e da América.

As zonas com temperaturas mais frias do globo terrestre são: Círculo Polar Ártico localizado no hemisfério norte e Círculo Polar Antártico, no hemisfério sul. Isso decorre do fato de serem atingidas por raios solares de maneira bastante inclinada, apenas durante poucos meses por ano. Veja na Figura 1.2 as zonas climáticas ou térmicas.



Figura 1.2: As zonas térmicas da Terra
Fonte: CTISM

1.3 O movimento de rotação da Terra

No movimento de rotação, a Terra gira em torno de si mesma numa velocidade de 1.666 km/hora, no sentido oeste (W) para leste (E), completando seu movimento diário em 23 horas, 56 minutos e 4 segundos. O seu eixo de rotação é representado por uma linha reta imaginária que atravessa os polos, com uma inclinação de aproximadamente $23^{\circ}27'$, em relação ao, **plano da órbita**, conforme as Figuras 1.3 e 1.4.

Vale ressaltar que o movimento de rotação interfere na circulação atmosférica e na dinâmica das correntes marinhas, como também é responsável pelos dias e as noites, e de fundamental importância para a manutenção da vida na Terra.

A velocidade desse movimento de rotação causa impressão: cerca de 1.666 quilômetros por hora. Esse resultado é obtido por meio da divisão do perímetro do globo terrestre (aproximadamente 40.000 quilômetros) pelo tempo gasto nesse processo (cerca de 24 horas). Por conseguinte: $40.000 / 24 = 1.666$. Assista o vídeo indicado sobre os movimentos da Terra, e desenvolva atividades no AVEA.

A-Z

plano da órbita

O plano da eclíptica (também chamado de plano elíptico) é o plano da órbita da Terra ao redor do Sol. É o plano de referência primária ao descrever a posição de um corpo no sistema solar, com a latitude celeste sendo medida em relação ao plano elíptico. Durante um ano, o caminho aparente do Sol passa por este plano. Os corpos planetários do sistema solar tendem a ficar mais próximos deste plano, uma vez que eles foram formados a partir do giro solar, disco achatado, protoplanetário.



Assista a um vídeo sobre os movimentos da Terra em: <http://blogjackiegeo.blogspot.com.br/2014/02/movimentos-da-terra-rotacao-translacao.html>

1.4 O movimento de translação da Terra

Outro fator fundamental para a dinâmica das esferas terrestres, é o movimento de translação. Quando a Terra está mais próxima do Sol ($R = 147.100.000$ km), encontramos para a sua velocidade, devido ao movimento de translação $30,2$ km/s ($108.720,7$ km/h). Quando a Terra está mais distante do Sol ($R = 152.100.000$ km), a velocidade obtida é de aproximadamente 109.040 km/h, completando essa volta com uma distância percorrida em 365 dias e 6 horas, numa velocidade média de $29,9$ km/s. Veja na Figura 1.3.

A primeira consequência desse fato é a ocorrência das estações do ano. Por volta de 21 de dezembro, o hemisfério sul está recebendo os raios solares perpendicularmente ao Trópico de Capricórnio, que data o Solstício de verão no hemisfério sul, então o centro do hemisfério está voltado para o Sol, quando se inicia o verão. No hemisfério norte, porém, onde os raios estão incidindo com inclinação máxima, é inverno. Por volta de 21 de junho, após seis meses e metade do movimento de translação, as posições se invertem, já que é o Trópico de Câncer que recebe os raios solares perpendicularmente e se transforma no centro da face da Terra iluminada pelo Sol.


A inclinação do eixo mais o movimento de translação, responsáveis pela alternância das estações do ano, marcam os dias de mudança nas estações de solstícios e equinócios.

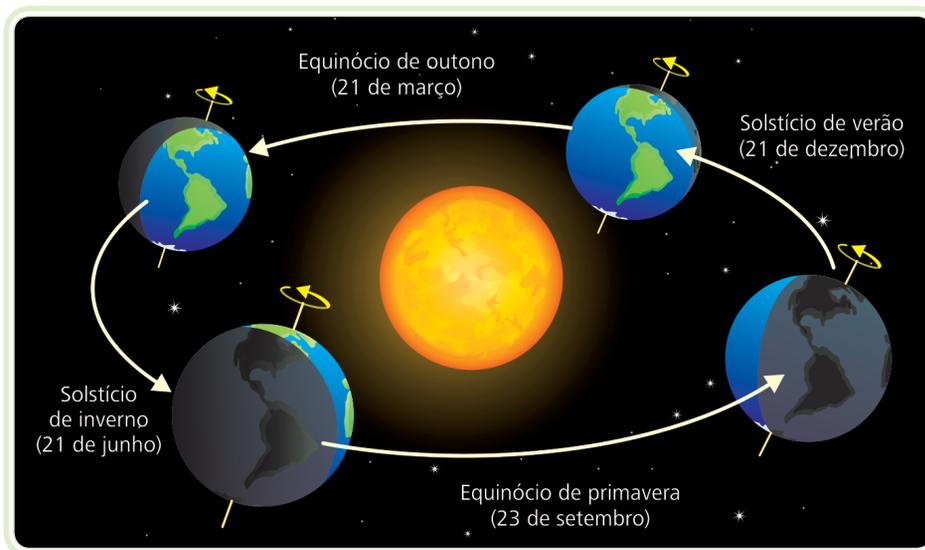


Figura 1.3: Consequências do movimento de translação da Terra

Fonte: CTISM

Acontecendo em dois dias, 20 e 23 de março e setembro, os raios solares incidem sobre a sua superfície perpendicularmente ao Equador. Dessa forma, no século XXI só houve dois anos em que o equinócio de março aconteceu no dia 21 (2003 e 2007); nos demais, o equinócio tem ocorrido comumente em 20 de março. Vale salientar que, o equinócio marca o início do outono se estivermos no hemisfério sul, no dia 20 de março e o início da primavera,

se estivermos no hemisfério sul no dia 23 de setembro. No hemisfério norte acontece situação inversa, em setembro inicia o outono e em março a primavera. Podemos concluir, pelas observações anteriores, que os raios solares só incidem perpendicularmente em pontos localizados na zona intertropical (entre os trópicos) do planeta (Figura 1.4).

A segunda consequência da inclinação do eixo da Terra é a diferença de duração do dia e da noite durante o ano. Em dias de Equinócio, quando o Equador se encontra no centro da face do planeta e iluminado pelo Sol, o dia e a noite têm 12 horas de duração em qualquer ponto da Terra. Em dias de Solstício de verão, temos o dia mais longo e a noite mais curta, e em Solstício de inverno, a noite mais longa e o dia mais curto. A diferença do **fotoperíodo** aumenta à medida que nos afastamos do Equador. A partir dos círculos polares, temos o dia e a noite polares, que duram meses. Considere o movimento de rotação do planeta e observe que ao norte do Círculo Polar Ártico, só irá raiar o dia à medida que o planeta for avançando em seu movimento de translação, enquanto ao sul do Círculo Polar Antártico, ocorrerá o anoitecer.

Observe na Figura 1.3 as diferentes inclinações do planeta e as várias incidências dos raios solares durante o movimento de translação e as variações das diferentes distâncias durante o ano. No Periélio, por exemplo, quando a Terra encontra-se mais próxima ao Sol, essa distância entre os dois é de aproximadamente 147.500.000 km; e no Afélio, é o período que a Terra fica mais afastada do Sol, a distância é de aproximadamente 152.500.000 km.

1.5 Estações do ano

As estações do ano resultam de dois fatores: o movimento de translação da Terra e a inclinação do seu eixo de rotação. Essa inclinação é sempre constante e mede $66^{\circ}33'$. Ao mesmo tempo, o Equador terrestre está aproximadamente $23^{\circ}27'$ inclinado ao plano da elíptica, conforme ilustra a Figura 1.4. Em determinados meses do ano um hemisfério recebe luz e calor com mais intensidade que o outro, dando origem a verões e invernos. Quando é verão no hemisfério sul é inverno no hemisfério norte e vice-versa. Já no outono e primavera, a quantidade de luz e calor se equivale.

A-Z

fotoperíodo

Intervalo de tempo decorrido entre o nascimento e o ocaso do Sol. Também chamado de duração efetiva do dia, o fotoperíodo depende da latitude local e da inclinação do Sol na data considerada.

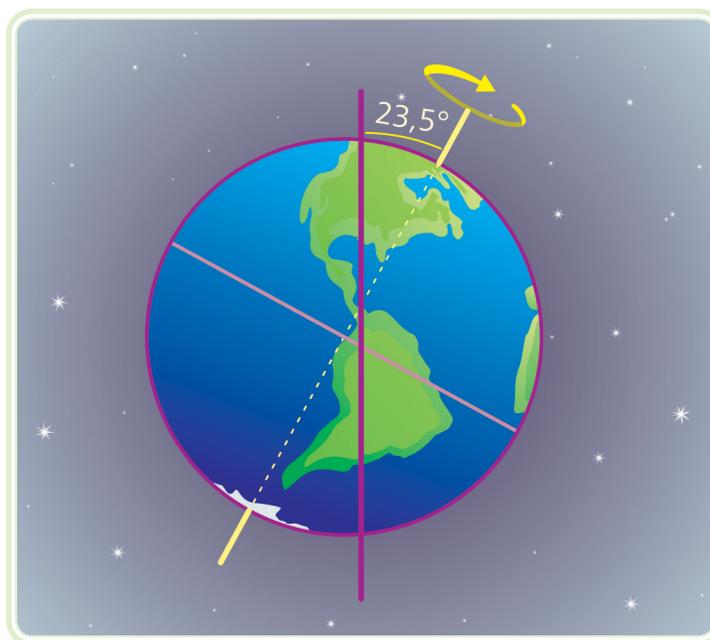


Figura 1.4: Mostra a inclinação do eixo terrestre em relação ao plano elíptica

Fonte: CTISM

O Quadro 1.1 ilustra as datas e as mudanças de estações durante o ano.

Quadro 1.1: Datas das mudanças das estações do ano	
Data	Ocorrência
21/12	Os raios solares perpendiculares passam a atingir o hemisfério sul com maior intensidade acontecendo o solstício. É o início do verão no hemisfério sul e do inverno no hemisfério norte.
21/03	A primavera começa no hemisfério norte e o outono no hemisfério sul. Os raios solares incidem perpendicularmente ao Equador: equinócio.
21/06	O hemisfério norte recebe os raios perpendicularmente ao Trópico de Câncer: solstício. No hemisfério sul é inverno e no hemisfério norte é verão.
23/09	Os raios solares incidem sobre a superfície da Terra perpendicularmente ao Equador: equinócio. Primavera no hemisfério sul e outono no hemisfério norte.

Fonte: Autor

Resumo

Nessa aula, vimos a dinâmica do planeta Terra e seu formato *achatado* nos polos. Podemos estudar seus movimentos principais, que proporcionam dias e noites, além da inclinação do eixo em relação à órbita terrestre que explica a sucessão das estações do ano. Vimos a força gravitacional enérgica que provoca o deslocamento de massas de ar, dizima correntes marinhas e interfere nas variações perpendiculares da irradiação solar em regiões distintas dos hemisférios, que, assim, acabam favorecendo o monitoramento meteorológico. Uma vez que o planeta está sendo arrastado pelo Sol, o mesmo é iluminado de maneira desigual e resulta na existência de diferentes zonas térmica.

Atividades de aprendizagem



1. A Terra possui um formato esférico com um leve achatamento nos polos. Devido a essa esfericidade e a inclinação do seu eixo de rotação, o planeta é iluminado de forma desigual nas distintas zonas:

- São áreas menos aquecidas da Terra, onde os raios solares atingem a superfície com acentuada inclinação.
- Regiões onde os raios solares chegam à superfície com inclinação maior que a zona tropical.
- O setor onde se localizam as mais altas temperaturas, nessa área os raios solares atingem a superfície quase que perpendicularmente.

De acordo com as proposições acima a sequência correta é:

- a) Temperada – tropical – polar.
- b) Tropical – temperada – polar.
- c) Polar – temperada – tropical.
- d) Temperada – polar – tropical.
- e) Tropical – polar – temperada.

2. Considere as seguintes afirmativas:

I - Podemos sentir o movimento de rotação da Terra, pelo fato do surgimento dos dias e das noites.

II - O eixo de rotação da Terra é representado por uma reta imaginária que atravessa os dois polos, apresentando uma inclinação em relação ao plano de órbita do planeta.

III - O movimento de rotação é aquele que a Terra realiza em torno do seu próprio eixo no sentido leste para oeste e que tem duração de um dia.

IV - As estações do ano ocorrem de maneira alternada entre os hemisférios norte e sul do planeta.

V - A linha do equador divide o planeta Terra em dois hemisférios o norte e o sul, o seu diâmetro é de 12.756 km.

Estão corretas apenas as afirmativas:

- a) II e III.
- b) I, III e V.
- c) II, IV e V.
- d) I, II, IV e V.
- e) Todas estão corretas.

3. Associe corretamente a primeira coluna aos seus respectivos fenômenos na segunda coluna.

- | | |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (A) Afélio | () Movimento em que a Terra em torno do Sol, a uma velocidade de 108.720,7 km/h, completando sua trajetória ao redor desse astro a cada 365 dias e 6 horas. |
| (B) Periélio | () Movimento em que a Terra em torno do Sol, a uma velocidade de 108.720,7 km/h, completando sua trajetória ao redor desse astro a cada 365 dias e 6 horas. |
| (C) Translação | () O planeta Terra no seu movimento de translação, encontra-se mais afastado do Sol. |
| (D) Rotação | () Ocasão em que os dois hemisférios são igualmente iluminados e recebem de maneira equivalente, a mesma insolação. |
| (E) Equinócios | () Ocorrência quando a Terra fica mais próxima ao Sol com uma distância cerca de 147,1 milhões de quilômetros. |
| | () Movimento que interfere na circulação atmosférica e na dinâmica das correntes marinhas, como também responsável pelos dias e as noites. |

A sequência verdadeira é:

- a) A – E – D – C – B
- b) C – A – B – E – D

c) C – A – E – B – D

d) D – C – A – B – E

e) E – B – D – A – C

4. Com um mapa geográfico do globo terrestre, realize as seguintes atividades: Consulte a Figura 1.2.

a) Escreva ou identifique os principais paralelos do planeta Terra.

b) Escreva ou identifique as zonas climáticas do planeta Terra.

Aula 2 – A atmosfera terrestre

Objetivos

Apresentar a estrutura da atmosfera terrestre e suas camadas.

Entender a importância da atmosfera para a vida no planeta Terra.

Compreender a função da camada de ozônio e o efeito estufa.

2.1 A composição da atmosfera

A partir do estudo da atmosfera terrestre, podemos compreender melhor o quanto essa camada gasosa é importante para a vida no nosso planeta. Dependemos muito do equilíbrio da atmosfera para a nossa sobrevivência. Já está mais do que na hora de pensarmos em formas de produção de energia que não agredam ao meio ambiente e, conseqüentemente, preserve a vida no planeta Terra.

A atmosfera terrestre é uma camada gasosa que envolve a Terra e tem aproximadamente 800 (oitocentos) quilômetros de espessura acima da superfície, conforme Ayoade (2004). Ela é composta por diversos gases, sendo o Nitrogênio (N_2) o de maior volume 78 %, outro importante gás é o Oxigênio (O_2) com um percentual de 21 %, entre outros gases raros e nobres com menor quantidade, mas de grande importância para a vida no Planeta, conforme segue: Argônio (Ar), Dióxido de Carbono (CO_2), Neônio (Ne), Hélio (He), Metano (CH_4), Criptônio (Kr), Hidrogênio (H_2), Óxido Nitroso (N_2O), Monóxido de Carbono (CO), Xenônio (Xe), Ozônio (O_3), Dióxido de Nitrogênio (NO_2), Iodo (I), Amônio (NH_3), vapor da Água (H_2O). Contém, ainda, materiais sólidos de tamanho pequeno, resultantes de queimadas, e aqueles que são lançados por erupções vulcânicas que desempenham importante papel no clima.

Quanto maior for a altitude, mais rarefeita será a atmosfera, isto significa que haverá uma sensação de falta de ar. Por ser um gás mais pesado, o oxigênio quase não é encontrado numa altitude superior a 80 km.

A concentração dos gases atmosféricos, entretanto, sofre alterações de acordo com a altitude, originando diferentes camadas na atmosfera terrestre. Veremos a seguir.



É importante frisar que os gases mais pesados estão concentrados na camada mais próxima da superfície da Terra, e os gases mais leves encontram-se mais afastados. A atmosfera pode ser dividida de acordo com suas características físicas e químicas. Para saber mais sobre este programa, consulte o site: <http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap1/cap1-2.html>

2.2 As camadas da atmosfera

A atmosfera terrestre apresenta uma complexa estrutura de diversos níveis e é composta de vários gases e, também, está dividida de forma alternada em três camadas relativamente quentes, separadas por duas relativamente frias. As três camadas quentes ocorrem nas proximidades da superfície do planeta, entre 50 km e 60 km, e acima de 120 km, enquanto que as camadas frias são encontradas entre 10 km e 30 km, e cerca de 80 km acima da superfície da Terra. Da parte mais externa da atmosfera até a superfície da Terra é possível dividir a atmosfera em cinco camadas: troposfera, estratosfera, mesosfera, ionosfera ou termosfera e exosfera. Observe a Figura 2.1.

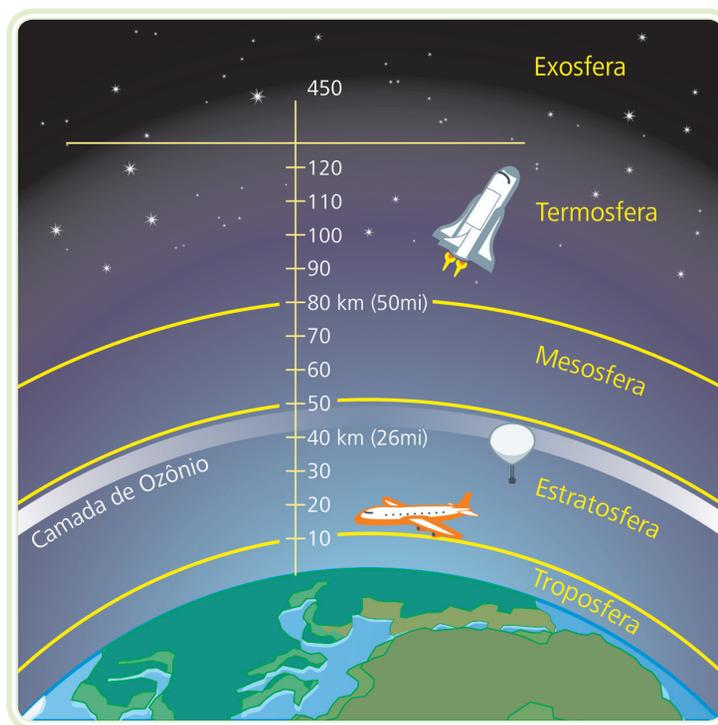


Figura 2.1: Camadas da atmosfera

Fonte: CTISM

- a) A troposfera é a camada inferior da atmosfera, atingindo cerca de 10 quilômetros de altitude, e aproximadamente 75 % da massa gasosa total da atmosfera e 80 % da umidade. A maioria dos fenômenos atmosféricos acontecem nessa camada. Por essa grande complexidade, a troposfera é a camada principal para o desenvolvimento dos estudos meteorológicos e climáticos. Existe uma faixa de transição entre a primeira camada (troposfera) e a segunda (estratosfera), é chamada de tropopausa. A principal característica da tropopausa é a isotermia, ou seja, seu gradiente térmico vertical é isotérmico, com a temperatura praticamente invariável na vertical, com cerca de $-56,5^{\circ}\text{C}$.

- b) A estratosfera vai da troposfera até cerca de 50 km de altitude. Nesta camada a temperatura tende a aumentar com a altitude. Não existe vapor da água e conseqüentemente, não há nuvens. Nela, a cerca de 22 km está presente a camada de ozônio, a qual é responsável pela filtração dos raios ultravioletas emitidos pelo Sol. Considerando que o ozônio possui a capacidade de absorver a radiação, como consequência ocorre o aquecimento da estratosfera.
- c) A mesosfera está distribuída entre 50 km e 80 km de distância da superfície. Ocorre ali o processo inverso da estratosfera, ou seja, há uma diminuição da temperatura com o aumento da altitude. Sua temperatura pode atingir até -90°C . Nessa faixa, ocorre uma zona de grande rarefação do ar, diminui consideravelmente a capacidade de seus gases reterem a energia solar, por este motivo há a queda de energia.
- d) A ionosfera (também designada por termosfera) é uma camada eletrizada, que vai de 70 km até cerca de 400 a 500 km de altitude. O ar nessa camada é bastante rarefeito e carregado de íons (partículas eletrizadas capazes de refletir as ondas de rádio), permitindo a captação de ondas de lugares distantes da Terra. Também é nessa camada que os meteoros se desintegram, e onde ocorre o fenômeno conhecido como Aurora Boreal (no hemisfério norte) ou Austral (no hemisfério sul).
- e) A exosfera é a camada mais externa da atmosfera, tem início a cerca de aproximadamente 600 km de altitude, e seu topo a aproximadamente 1.000 km de altitude, com a mudança da atmosfera terrestre para o espaço interplanetário. Quanto aos seus limites superiores, são muito imprecisos. Na exosfera, a inexistência de ar permite a ocorrência de temperaturas elevadíssimas, por consequência as naves espaciais devem ser construídas com material super-resistentes para trafegarem nessa camada da atmosfera.

2.3 A importância da atmosfera para a vida no planeta

Entre outras características, a atmosfera tem a função de proteger a superfície terrestre dos impactos diretos dos meteoros e evitar que o calor emitido pelo Sol retorne rapidamente para o espaço, impedindo variações bruscas de temperatura e proporcionando a vida no nosso planeta.



A emissão de dióxido de carbono na atmosfera é resultado, principalmente, da queima de combustíveis fósseis e das queimadas das florestas.

2.3.1 A camada de ozônio

O gás ozônio (O_3) com percentual de volume de 0,00006 %, presente na estratosfera, é produzido naturalmente pela ação da luz sobre o oxigênio. O ozônio filtra entre 70 % e 90 % dos raios ultravioletas emitidos pelo Sol.

Existe outro problema relacionado com a atmosfera, que muitos confundem com o efeito estufa. É o problema do buraco na camada de ozônio. O ozônio é um gás que fica lá acima na parte da estratosfera.

O ozônio capta os raios ultravioleta emitidos pelo Sol, e não deixa chegar diretamente a superfície terrestre. Por esse motivo é que ele nos protege dos raios ultravioleta, evitando que atinja a população do planeta. Imagine se não existisse esta camada e os raios solares incidissem integralmente na superfície da Terra? A temperatura iria aumentar tanto que não haveria qualquer tipo de vida no nosso planeta.

Além de aumentar a temperatura da Terra, a diminuição da camada de ozônio pode provocar prejuízos irreparáveis à vida do homem, tais como: câncer de pele, queimaduras, envelhecimento precoce, etc. Também pode afetar a fauna e a flora.

A partir da década de 1970, os estudos mostram que a camada de ozônio está sofrendo profunda destruição associada ao uso descontrolado de uma substância chamada CFC (clorofluorcarbono), que é um gás usado como carga em "sprays", utilizados principalmente nos sistemas de refrigeração, (geladeiras e ar condicionados) e na produção de aerossóis. Este gás, quando em contato com os raios ultravioleta, produz uma determinada substância que quebra as partículas de ozônio e diminui a quantidade dele, formando, então, o buraco nesta camada. Esta ação é muito prejudicial, porque diminui a proteção do ozônio, o que permite que raios ultravioleta cheguem à Terra com maior intensidade.

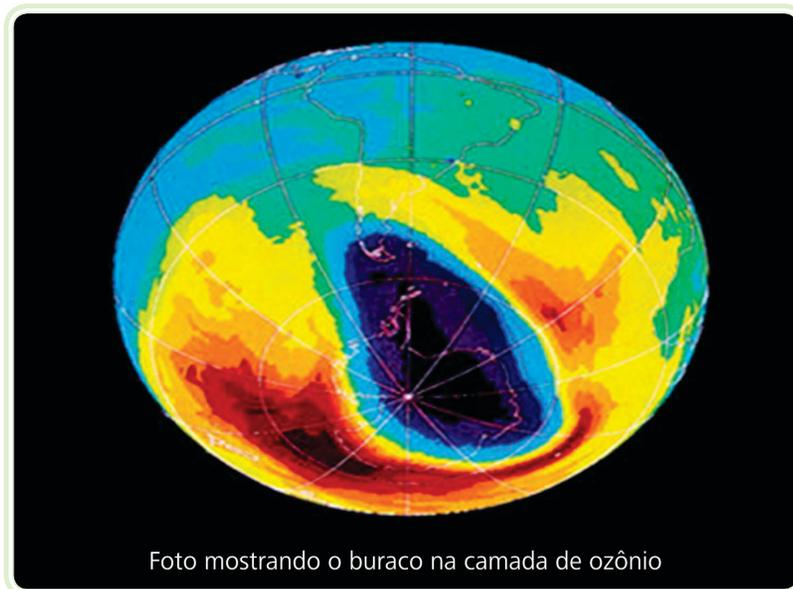


Foto mostrando o buraco na camada de ozônio

Figura 2.2: O principal responsável pela degradação da camada de ozônio são os CFCs

Fonte: http://eco.ib.usp.br/lepac/conservacao/ensino/imagens/foto_des_ozonio1.jpg

No Canadá, em 1970, 24 países desenvolvidos assinaram o Protocolo de Montreal, com o compromisso de reduzir a produção de CFCs, substituindo-os por gases menos nocivos à camada de ozônio e, conseqüentemente, favorecendo à melhoria da qualidade de vida da população mundial. Tão importante tais tratados, como este de Montreal, que se o uso desses gases nocivos à camada de ozônio for reduzido, o buraco na camada de ozônio pode diminuir ou até desaparecer.

Outras convenções mundiais ocorreram com a finalidade de combater a poluição atmosférica: Estocolmo, na Suécia 1972; Rio de Janeiro 1992; Kyoto no Japão em 1997, Rio+20 no Rio de Janeiro em 2012, entre outros encontros.

2.3.2 O efeito estufa

O aquecimento global decorre da intensificação do efeito estufa, fenômeno natural que impede o resfriamento excessivo da atmosfera. Grande parte da energia solar que atinge o globo terrestre é absorvida pela superfície, essa energia é transformada em calor, dessa forma aquece, consideravelmente, a atmosfera do nosso planeta. Parte deste calor é irradiado para o espaço sideral, o restante fica retido por uma camada de gases e vapor d'água que mantém a temperatura da atmosfera numa média essencial para a existência da vida na Terra, dando origem ao efeito estufa natural.

Pesquisas recentes indicaram que o século XX foi o mais quente dos últimos 500 anos. O lançamento de milhares de toneladas de poluentes na atmosfera, principalmente o gás carbônico, resultante da queima de combustíveis fósseis,



Um dos problemas mais graves nos dias atuais é o da emissão dos gases de efeito estufa, principalmente dióxido de carbono (CO₂), resultante da matriz energética fundada em hidrocarbonetos fósseis.

como o carvão, a gasolina e o óleo diesel, vem impedindo a fuga do calor em excesso para o espaço, de maneira que ele fique aprisionado na atmosfera, provocando o efeito estufa artificial ou antrópico.



Figura 2.3: Causadores do efeito estufa

Fonte: CTISM



Assista a um vídeo
sobre efeito estufa em:
[http://www.youtube.com/
watch?v=soicSlsjOk&fea
ture=related](http://www.youtube.com/watch?v=soicSlsjOk&feature=related)

Outros gases que contribuem para este processo são: gás metano, óxido nítrico e óxidos de nitrogênio. Esta camada de poluentes, tão visível nos grandes centros urbanos, funciona como um isolante térmico do planeta Terra. O calor fica retido nas camadas mais baixas da atmosfera trazendo graves problemas ao planeta.

É necessário que haja uma mudança radical no sistema de produção industrial e energética no mundo, utilizando-se fontes de energias não poluentes, renováveis e de menor impacto ambiental. No nosso trabalho, insistimos em afirmar que as energias adquiridas a partir dos ventos e da radiação solar são as melhores opções para viabilizar o desenvolvimento humano.

Pesquisadores do meio ambiente já estão prevendo os problemas futuros que poderão atingir nosso planeta caso esta situação continue. Muitos ecossistemas poderão ser atingidos e espécies vegetais e animais poderão ser extintas. Derretimento de geleiras e alagamento de ilhas e regiões litorâneas

e costeiras. Tufões, furacões, maremotos e enchentes poderão ocorrer com mais intensidade. Estas alterações climáticas poderão influenciar negativamente na produção agrícola de vários países, reduzindo a quantidade de alimentos em nosso planeta. A elevação da temperatura nos mares poderá ocasionar o desvio de curso de correntes marítimas, ocasionando a extinção de vários animais marinhos e diminuir a quantidade de peixes nos mares.



Para saber mais sobre o cenário ambiental, acesse: www.planetasustentavel.abril.com.br/noticia/desenvolvimento/conteudo_450504.shtml

Resumo

Nesta aula, vimos que a atmosfera é composta por diversos gases e que sem eles não seria possível à vida no planeta. Outra importante camada é a de ozônio, que funciona naturalmente como um escudo protetor dos raios solares nocivos à população global. Vimos, também, o processo do efeito estufa, que contribui para o aquecimento da terra, resultante da queima de combustíveis fósseis e do desmatamento desordenado pela ação do homem.

Atividades de aprendizagem



1. A atmosfera é uma camada de gases com espessura entre 750 a 1000 km que envolve a superfície terrestre, sendo mantida ao redor do planeta pela força gravitacional, que é exercida pela Terra. Associe as camadas da atmosfera às suas respectivas características.

- | | |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (A) Troposfera | () Apresenta as temperaturas mais baixas e estende-se da estratosfera até aproximadamente 80 km. |
| (B) Estratosfera | () Contém o ozônio, que filtra os raios ultravioleta emitidos pelo Sol. |
| (C) Mesosfera | () Concentra a maior ocorrência dos fenômenos meteorológicos. |
| (D) Ionosfera | () Apresenta o fenômeno da aurora boreal. |

A sequência correta é:

a) A – C – D – B

b) B – D – C – A

c) C – B – A – D

d) D – B – A – C

2. (UFC-CE) A atmosfera é composta de diversas camadas, variáveis em função do afastamento da superfície terrestre. Com relação a algumas de suas características, assinale a alternativa correta:

a) A atmosfera é formada por quatro camadas denominadas Litosfera, Troposfera, Hidrosfera e Mesosfera.

b) Na atmosfera, a temperatura sofre diminuição com o aumento da altitude, a exemplo do que ocorre em algumas serras altas.

c) A pressão da atmosfera sempre será maior quanto maior altitude e a temperatura.

d) Nas camadas atmosféricas mais baixas, o ar é mais rarefeito, condicionado pela baixa pressão atmosfera.

e) A circulação do ar na alta atmosfera é responsável pela estacionalidade e pela distribuição de chuvas nos continentes.

3. A partir da leitura sobre “A Camada de Ozônio e o Efeito Estufa”. Na(s) questão(ões) a seguir, escreva nos parênteses a letra (V), se for a afirmativa verdadeira ou (F), se for falsa.

() O buraco na camada de ozônio apareceu por causa da destruição de ozônio da alta atmosfera. Essa destruição se deve a certos compostos que o homem soltou na atmosfera.

() Se a Terra se aquecer, a água dos oceanos vai evaporar. Com isso, cidades a beira dos rios e regiões desmatadas poderão desaparecer.

() Gás carbônico é produzido em grande quantidades na respiração e na queima. O número de carros, caminhões e ônibus queimando gasolina, álcool e óleo diesel, está aumentando. Além disso, fábricas queimam outros combustíveis e também aumentam a quantidade de gás carbônico no ar. Com isso, o efeito estufa aumenta e a Terra se aquece mais.

- () Efeito estufa é o aquecimento da Terra devido ao aumento da concentração de gás carbônico e de vapor de água do ar.
- () Na alta atmosfera existe ozônio. Ozônio é um líquido que absorve parte da luz ultravioleta do Sol, provocando chuva ácida nos grandes centros urbanos.
- 4. (FGV-SP) “Fenômeno de origem complexa e ainda obscura. Suspeita-se de um componente antropogênico, quantificado pelo aumento da composição na atmosfera de gases, como CO₂, da queima de combustíveis fósseis além de emissão espontânea de metano no processo digestivo de vários mamíferos”.

O texto refere-se ao problema:

- a) Do aquecimento global.
 - b) Das chuvas ácidas.
 - c) Do buraco na camada de ozônio.
 - d) Das correntes marítimas.
 - e) Das ilhas de calor.
5. (UNICAMP-2003) Tuvalu [no Oceano Pacífico] é o primeiro país forçado a evacuar sua população devido à elevação do nível do mar, porém, certamente, não será o último. Eles estão procurando casa para 11.000 pessoas. Mas, o que dizer sobre as 311.000 pessoas que poderão deixar as Maldivas? Quem as aceitará? Ou os outros milhões que vivem em países baixos e que em breve poderão se juntar à fileira dos refugiados do clima? Será que as Nações Unidas serão forçadas a estabelecer um sistema de quotas para imigrantes climáticos, alocando os refugiados entre os países de acordo com o tamanho de sua população? Ou a alocação obedecerá a proporcionalidade da contribuição individuais de países à mudança climática que provocou a evacuação?
- a) Qual fenômeno tem sido apresentado como o responsável pela mudança do clima do planeta?

- b) Qual a principal atividade humana responsável pela geração deste fenômeno?
 - c) O texto diz que a mudança do clima está afetando o nível dos oceanos. De que modo isso ocorre?
6. Assista a um vídeo e aprofunde seus conhecimentos, desenvolva atividades no AVEA sobre o “buraco na camada de ozônio” disponível em: http://www.youtube.com/watch?v=Ck_mRXHdUw4.

Aula 3 – Influência da latitude, altitude, continentalidade e maritimidade

Objetivos

Apresentar a latitude e altitude e suas variações de temperatura sazonais.

Entender a ação e os efeitos da continentalidade e maritimidade.

3.1 A temperatura atmosférica

A temperatura atmosférica é um elemento bastante importante, pois corresponde ao estado térmico do ar atmosférico, isto é, de frio e de calor. Esses valores são influenciados por uma série de fatores e níveis da atmosfera, incluindo: radiação solar, umidade e altitude.

A temperatura do ar atmosférico pode ser medida através de termômetros, o qual expressa em graus esta temperatura, de acordo com o seu tipo e suas escalas. Existem dois tipos de termômetros: de máximas ou de mínimas, os quais funcionam respectivamente à base de mercúrio, que se dilata ao ser submetido a um aumento da temperatura e se contrai no momento que a temperatura diminui e a base de álcool que é responsável pelo registro da menor temperatura diária. A temperatura máxima e mínima, que corresponde ao maior e menor valor registrado em um intervalo de tempo, pode ser medida diariamente, semanalmente, mensalmente ou decenalmente. A diferença entre as temperaturas máximas e mínimas é o que chamamos de amplitude térmica.

Há três tipos de escalas de temperatura, conforme o Quadro 3.1:

Quadro 3.1: Escalas de temperatura

Escala	Característica
Celsius (C)	Criada por Anders Celsius, físico e astrônomo sueco, foi o inventor do termômetro centígrado, o qual toma por base o valor de 100°C para indicar o ponto de ebulição da água (água ferve) e 0°C para a temperatura de solidificação (água congela).
Kelvin (K)	Físico irlandês William Thomson (que recebeu o título de lorde Kelvin), estabeleceu uma escala absoluta, com uma temperatura de ebulição da água de 373 K e para o tempo de fusão a água é 273 Kelvin (K).
Fahrenheit (F)	Daniel Fahrenheit, físico alemão, dividiu o termômetro em 212°F o ponto de ebulição da água e 32°F o ponto de fusão, essa divisão é usada nos países de língua inglesa.

Fonte: Autor



O calor é a energia transferida de um corpo para outro, se no momento estiver com diferença de temperatura. No entanto, a temperatura é a medida de movimentação das moléculas. Por exemplo: ao colocarmos gelo no suco, as moléculas do suco encontram-se mais agitadas do que as do gelo. Por esse motivo é comum dizer que a temperatura do suco é maior que a temperatura do gelo ou que o suco é mais quente que o gelo. Assim, quando colocamos eles em contato ocasiona uma transferência de energia, então o gelo esquenta e o suco esfria.



Nas escalas Celsius e Fahrenheit as medidas, são feitas em graus (°C) e (°F), e na escala Kelvin repare que não utilizamos graus (°), pois esta é a escala absoluta e não uma comparação entre fenômenos como as outras escalas. Entre as três escalas de temperatura a mais utilizada é a Celsius.

O termômetro de máxima é responsável por registrar a maior temperatura diária, que ocorre normalmente a partir do meio-dia, através do registro em seu tubo de mercúrio. É colocado, normalmente, na parte superior do suporte termométrico, em posição quase horizontal. O termômetro de mínima difere basicamente do termômetro de máxima através de seu elemento sensível registrador, que ao invés de mercúrio, utiliza o álcool, que arrasta um índice imerso, responsável por registrar a menor temperatura diária. Normalmente ocorre a partir das 04:00 indo até 06:00.



Para saber mais sobre termômetro acesse: <http://www.if.ufrgs.br/~leila/termo.htm>

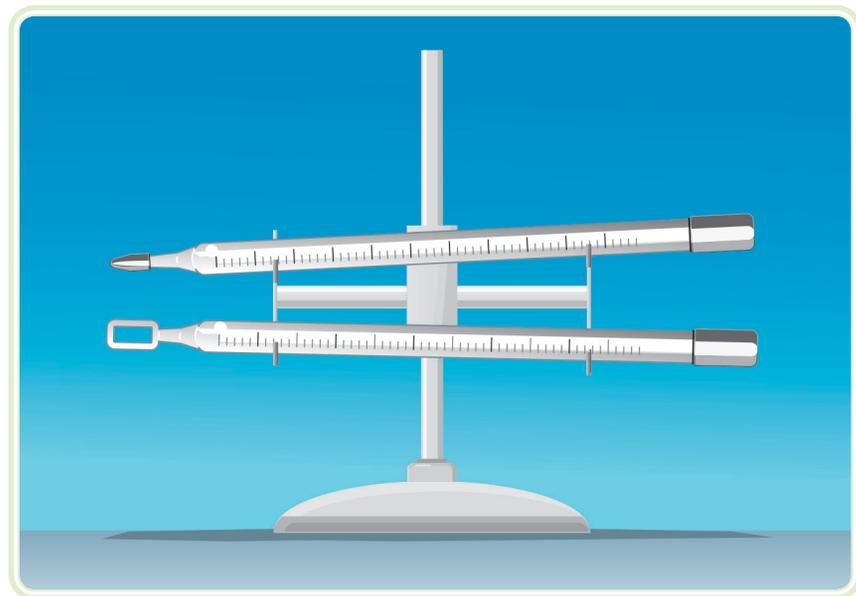


Figura 3.1: Termômetro de máxima e mínima
Fonte: CTISM

3.2 A influência da latitude

É importante saber que a temperatura varia de um lugar para outro e, também, pode variar no mesmo lugar em determinado período de tempo. Existem vários fatores que são responsáveis para a variação da temperatura de um lugar, entre eles pode-se destacar a latitude, onde variações sazonais da temperatura do ar aumentam com a latitude.

A latitude é um dos principais fatores que influem na temperatura de um lugar. A Terra, por ter uma forma geóide, recebe maior insolação na região equatorial, classificada como de baixas latitudes.

Latitude é a distância medida em graus de qualquer ponto da superfície terrestre até a linha do Equador. A latitude vai de 0° até 90°, sendo 0° na linha do Equador e 90° nos polos. Vale lembrar que, todo ponto localizado sobre a linha do Equador terá latitude igual a 0° e se o ponto não estiver sobre essa linha, deverá ter latitude norte ou sul. A latitude é inversamente proporcional à temperatura, então, quanto maior for a latitude mais baixa será a temperatura de uma região.

Portanto nas regiões de altas latitudes as temperaturas são mais baixas, isto é quanto maior for a latitude mais baixa será a temperatura. Isso ocorre porque a forma esférica do planeta Terra faz com que os raios do Sol incidam de maneira muito inclinada nas regiões polares.

Já nas regiões de baixas latitudes, localizadas em áreas próximas a linha do Equador, os raios solares incidem de forma perpendicular na atmosfera, resultando em temperaturas elevadas.

Em razão da inclinação do eixo terrestre e do movimento de translação em torno do Sol, o ângulo de incidência dos raios solares varia de acordo com a estação do ano.

3.2.1 Conceito de albedo

Em termos gerais, o albedo é a medida da quantidade de radiação solar refletida por um corpo ou uma superfície, sendo calculado como a razão entre a quantidade de radiação refletida e a quantidade de radiação recebida. O albedo representa a relação entre a quantidade de luz refletida pela superfície terrestre e a quantidade de luz recebida do Sol. Esta relação varia fortemente com o tipo de materiais existentes na superfície: por exemplo, em regiões cobertas por neve, o albedo ultrapassa os 80 %, enquanto num solo escuro, não vai além dos 10 %. O albedo médio da Terra é de cerca de 30 %. O albedo varia, também, com a inclinação (ou obliquidade) dos raios solares – quanto maior essa inclinação, maior será o albedo.



Para saber mais sobre as diferentes faixas climáticas nas altas, médias e baixas latitudes, acesse: <http://www.brasilecola.com/geografia/faixas-climaticas.htm>



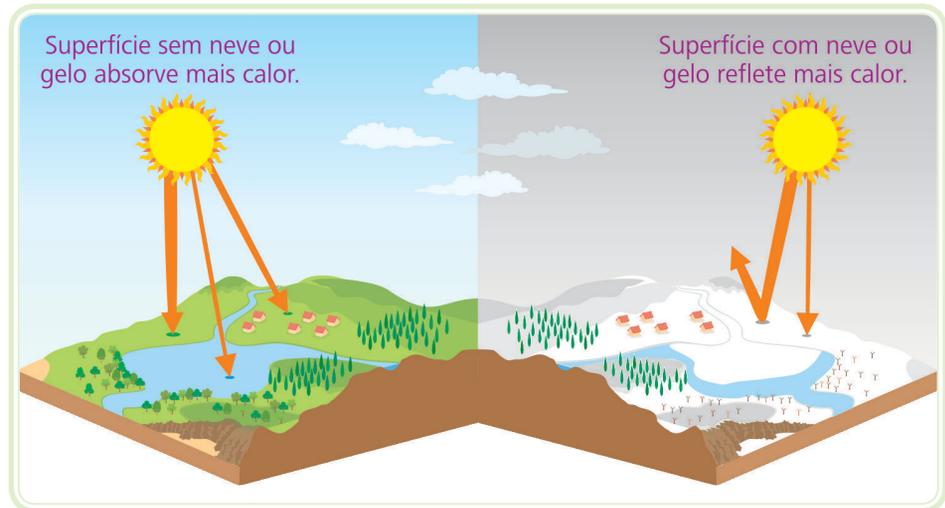


Figura 3.2: Albedo na superfície da Terra

Fonte: CTISM

3.3 A influência da altitude

Na troposfera, a temperatura diminui com o aumento da altitude. A influência da altitude sobre a temperatura está ligada ao fato de que o calor é irradiado da superfície terrestre para cima e a atmosfera aquece por radiação, assim o ar se torna mais rarefeito à medida que aumenta a altitude. Isso ocorre porque a retenção de calor é menor devido à menor densidade de moléculas e, conseqüentemente, ocorrem menores temperaturas.

A presença na superfície terrestre de serras, chapadas e planaltos tornam a temperatura mais amena inclusive nas regiões intertropicais. É o que ocorre, por exemplo, no Planalto da Borborema, situado no nordeste brasileiro. Sistemas meteorológicos como uma frente fria de grande escala, interage com a topografia local, é o caso da Serra do Mar e da Mantiqueira, localizadas no sul e no sudeste do Brasil. A capital mais fria do Brasil é Curitiba e não Porto Alegre pois, embora esta última esteja em uma latitude mais afastada do Equador, a primeira é mais alta de que a segunda.



A altitude é diretamente proporcional ao frio, logo, quanto maior for a altitude mais frio será o lugar. A temperatura cai cerca de 1°C a cada 200 metros de altitude.

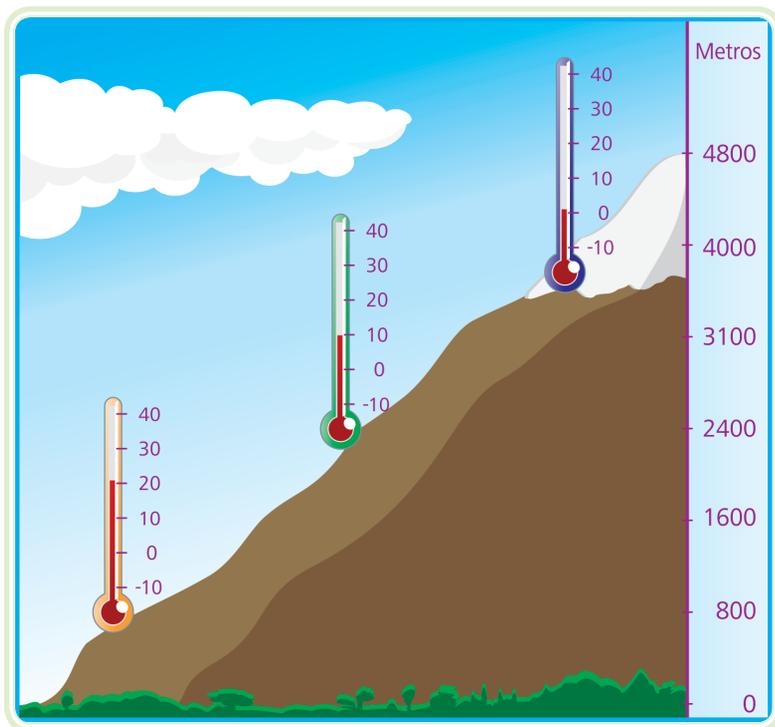


Figura 3.3: Mostra quanto maior a altitude, menor a temperatura

Fonte: CTISM

3.4 A influência da continentalidade e maritimidade

Continentalidade corresponde às áreas continentais influenciadas pelo aquecimento e resfriamento da superfície terrestre. Durante a noite todo o calor absorvido durante o dia é perdido muito rapidamente para a atmosfera. Desse modo, as temperaturas noturnas são mais baixas em relação ao dia, aumentando assim a amplitude térmica.

Essa influência ocorre quando um determinado lugar encontra-se muito afastado das grandes massas líquidas (**oceanos** e **marres**). Quanto mais afastado for o lugar das grandes massas líquidas, maior será a amplitude térmica daquele lugar, isto é, maior será a diferença entre as temperaturas mais baixas, e mais altas (mínima e máxima).

Essas altas amplitudes térmicas acontecem pelo fato de as rochas, que formam os continentes, serem compostas de substâncias, em geral, de um ótimo condutor de calor.

Durante o dia, devido à elevada irradiação, a temperatura tende a subir bastante. Ao cair da noite, as rochas se esfriam e a temperatura tende a cair

A-Z

oceanos e mares

Podemos afirmar que o oceano é um corpo de água profundo, de dimensões consideráveis e de livre circulação entre continentes. O mar seria a porção de água menor, com circulação restrita, mas sempre com ligação com o oceano. Ex.: Oceano Atlântico e o Mar Mediterrâneo.

consideravelmente. Esse fenômeno é muito comum em regiões continentais de clima seco, é o caso do semiárido da região Nordeste do Brasil e, também, das áreas desérticas, como o Saara, ao norte da África.



Para uma melhor compreensão do efeito da continentalidade, basta fazer uma experiência prática, ou seja, aqueça um tijolo e um recipiente com água, sob a mesma temperatura. Será possível observar que o material sólido vai aquecer mais rapidamente, porém após apagar o fogo, poderá se constatar que o material sólido, também, vai se resfriar mais rápido do que a água.

A maritimidade corresponde à influência da proximidade dos oceanos, mares e ou grandes superfícies líquidas no clima das regiões vizinhas. Como a água possui um calor específico elevado e, portanto, não é um bom condutor de calor, as áreas litorâneas tropicais, carregadas por elevada umidade (concentração de vapor d'água na atmosfera), apresentam pequena diferença entre a temperatura mínima e a máxima ao longo do dia ou até mesmo ao durante o ano.

Não obstante, durante o dia, faz calor por conta do aquecimento do continente, ao anoitecer as rochas que formam o continente esfriam, literalmente, e a água do oceano libera lentamente o calor absorvido durante o dia. Por esse motivo as temperaturas das áreas litorâneas e costeiras não caem muito no decorrer da noite, embora a areia da praia esfrie rapidamente, a água do mar permanece morna durante a noite.

Em vista do que foi comentado acima, sobre a maior capacidade de absorção de calor pelas rochas e menor capacidade de condução de calor pela água, a distribuição das terras e das águas na troposfera (superfície da Terra), também repercute nas circunstâncias climáticas na esfera terrestre.

Resumo

Nessa aula, foi comentada a importância da altitude e latitude na atmosfera terrestre, conceito de albedo. Tipos de escalas que foram criadas ao longo dos séculos e usadas para temperaturas máximas e mínimas. Vimos também, fenômenos muito importantes, trata-se da continentalidade e da maritimidade, que sem dúvida são presenciados nas diferentes regiões brasileiras e em outros continentes.

Atividades de aprendizagem



1. Entre as três escalas de temperatura, a mais utilizada é a Celsius. É importante saber que a temperatura varia de um lugar para outro lugar, mas também pode variar no mesmo lugar no decorrer do tempo. Existem vários fatores que são responsáveis pela variação da temperatura de lugar, entre eles:

I - A latitude e a altitude.

II - A irradiação e as regiões polares.

III - A distribuição dos continentes e oceanos na Terra e as formas de relevo.

Estão corretas:

a) I e II somente.

b) I e III somente.

c) II e III somente.

d) Todas alternativas estão corretas.

e) Todas alternativas estão erradas.

2. As temperaturas diminuem na medida em que nos aproximamos dos polos, isso ocorre devido ao efeito da _____

a) altitude.

b) latitude.

c) maritimidade.

d) continentalidade.

e) pressão atmosférica.

3. Sabemos que existem mares e oceanos. Podemos afirmar que o oceano é um corpo d'água profundo, de dimensões consideráveis e de livre circulação entre continentes. O mar seria uma porção d'água menor, com

circulação restrita, mas sempre com ligação com o oceano. Com referência a maritimidade seria **incorreto** afirmar:

- a) O calor específico da água é maior do que o da Terra.
- b) Os continentes aquecem-se mais rápido e resfriam-se, também, mais rápido e o contrário é válido para os oceanos.
- c) A proximidade em relação ao mar ameniza as tendências da temperatura.
- d) A distância em relação ao mar acentua o calor e o frio do ar, porque a água demora mais a aquecer do que as superfícies continentais.
- e) As águas oceânicas conservam o calor por um período menor que as áreas continentais, e não influencia diretamente no clima das regiões costeiras.

4. Relacione as colunas indicando os fenômenos descritos:

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| (A) Quanto mais distante da linha do Equador, mais inclinados são os raios solares. | () Altitude. |
| (B) O ar mais rarefeito, diminuição da temperatura do lugar. | () Continentalidade. |
| (C) A terra se resfria e se aquece mais rapidamente que a água. | () Latitude. |

A sequência correta é:

- a) A – B – C
- b) A – C – B
- c) B – C – A
- d) C – A – B
- e) C – B – A

Aula 4 – Pressão e circulação geral da atmosfera

Objetivos

Apresentar a pressão atmosférica e as variações de temperatura.

Inferir sobre o que é clima e por que varia de um lugar para outro.

Perceber e identificar tipos de nuvens e precipitações.

4.1 A pressão atmosférica

Caros alunos, o físico italiano Evangelista Torricelli (1608-1647) realizou uma famosa experiência e constatou que a atmosfera exerce pressão sobre os corpos, cuja força é equivalente ao peso de uma coluna de mercúrio de 1 centímetro de diâmetro e 76 centímetro de altura, em relação ao nível do mar. A medida que aumenta a altitude, a altura da coluna de mercúrio diminui. Significa afirmar que a pressão atmosférica diminui com o aumento da altitude.

A pressão atmosférica, também, varia de acordo com a temperatura, quando aumenta a temperatura o ar fica mais rarefeito, isto é, com menor pressão. Isso ocorre, tendo em vista a dilatação das moléculas.

Nas temperaturas mais baixas, o ar torna-se mais denso, com mais pressão, pois ocorre a compressão das moléculas.

Se nas temperaturas altas, o ar fica mais rarefeito e nas temperaturas baixas, fica mais denso, podemos concluir que as áreas mais frias (de alta pressão) são dispersoras de ar e as áreas mais quentes (de baixa pressão) são receptoras de ar.

4.1.1 Clima

Para entender os fenômenos atmosféricos e meteorológicos, é necessário entender o que é clima.

O clima é o estado médio do tempo num período de vários anos (a Organização Meteorológica Mundial – OMM, da ONU, considera um período mínimo de 30 anos). Um estudo detalhado do tempo e do clima de qualquer região deve



Assista a um vídeo sobre o filme "O que é atmosfera e pressão atmosférica?" em: <http://www.youtube.com/watch?v=Yw0zx8Zo5sQ>



considerar uma descrição espacial e temporal de parâmetros meteorológicos e climáticos como a temperatura, precipitação, evaporação e outras variáveis à superfície e em altitude, incluindo as variabilidades sazonais e interanuais desses parâmetros.

O conhecimento do clima de qualquer lugar da superfície terrestre depende de estudo, durante muitos anos seguidos, além da avaliação do comportamento dos elementos que formam o tempo. As variações atmosféricas são monitoradas e registradas diariamente nas estações meteorológicas e nas porções oceânicas da superfície terrestre. As alterações atmosféricas são acompanhadas por navios e boias meteorológicas oceânicas.



Para saber mais sobre a ação dos fatores sobre os elementos que origina os diferentes climas, acesse: <http://www.ciencia.iao.usp.br/dados/rec/osclimasdobrasilhelenami.arquivo.pdf>

No mundo atual, o estudo do clima está se tornando cada vez mais importante, pois através dele podemos obter melhores resultados nas atividades agrícolas e, assim, temos condições de elaborar políticas de preservação do meio ambiente. Portanto, podemos afirmar que é essencial o aprofundamento desse estudo para o desenvolvimento das atividades humanas.

Quadro 4.1: A ação dos fatores sobre os elementos que origina os diferentes climas

Fatores	Elementos
Latitude	Temperatura
Altitude	Pressão atmosférica
Correntes marinhas	Ventos
Continentalidade	Umidade do ar
Vegetação	Nuvens, precipitação

Fonte: Fundação Roberto Marinho, 2009

Os tipos de clima que atuam no Brasil proporcionam a existência de paisagens variadas em cada uma das regiões brasileiras. De forma geral, destacam-se no Brasil os climas quentes, uma característica que decorre do domínio de massas de ar equatoriais e tropicais e também da posição geográfica de seu território, localizado quase totalmente nas porções de baixas latitudes. Apenas na porção meridional do país há o domínio do clima subtropical, com temperaturas médias anuais mais baixas que em outras áreas do país, por causa da influência mais acentuada das frentes frias polares.

4.2 O vento e a circulação geral

O vento é o deslocamento do ar proveniente de regiões de alta pressão atmosférica para áreas de pressão inferior. Esse deslocamento, que ocorre principalmente na horizontal, é explicado a partir das diferenças de temperatura

e de pressão atmosférica. O deslocamento do ar atmosférico também pode ser no sentido vertical com relação à superfície e para cima.

A circulação geral da atmosfera ocorre a partir do conjunto de movimentos dos ventos, O deslocamento do ar quente para as zonas frias e o deslocamento do ar frio para as zonas mais quentes.

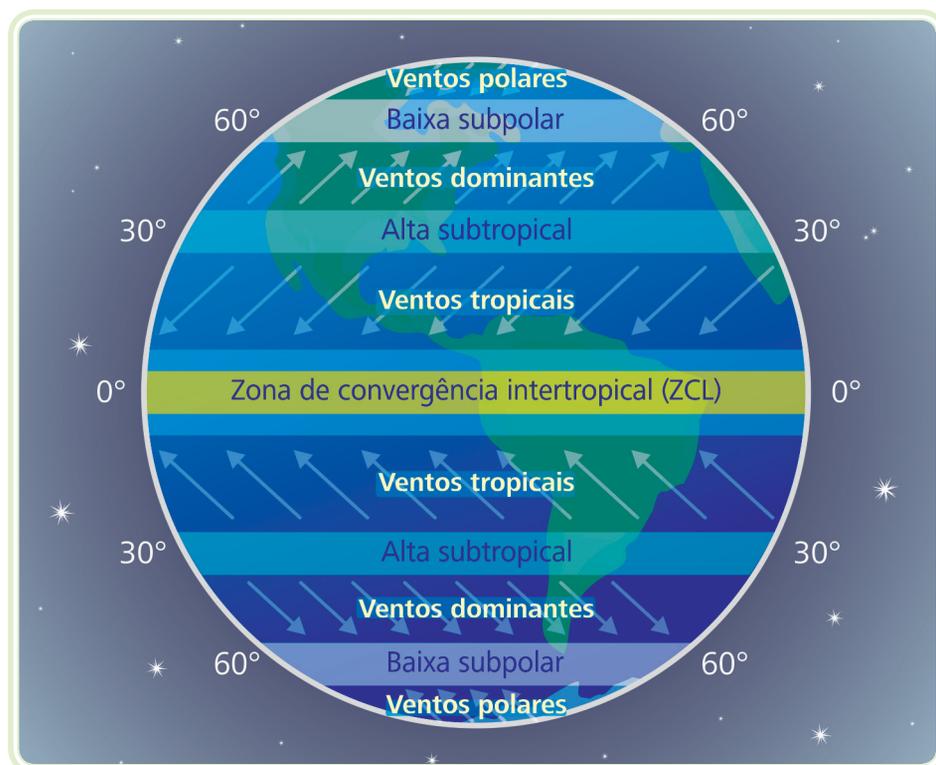


Figura 4.1: Diagrama da circulação geral da atmosfera
Fonte: CTISM

Outra particularidade dos ventos é que sempre se deslocam das áreas de alta pressão (anticlonais), para as áreas de baixa pressão (cilonais).

Os anticlones estão localizados nas zonas polares e subtropicais em torno de 30° de latitude, variando um pouco para norte ou para sul, conforme a estação do ano. Nesses centros de alta pressão (anticlone), o ar é mais pesado, exercendo maior pressão, originando então, os principais ventos da atmosfera.

Nas áreas intertropicais, próximo a linha do Equador, as temperaturas são mais elevadas e ali se formam os centros de baixa pressão (ciclones). Os ventos que chegam praticamente durante todo o ano nas áreas intertropicais, oriundos das áreas subtropicais de alta pressão, são chamados de **alísios**, marcam a zona intertropical. Os contra-alísios se formam quando o ar quente (mais leve) e



A velocidade do vento está relacionada com a diferença de pressão entre as regiões: quanto maior for a diferença de pressão entre as regiões, maior será a velocidade do vento. Os ventos mais violentos dos sistemas meteorológicos e atmosféricos terrestres são os furacões e os tornados. Os furacões se formam nos oceanos tropicais e recebem nomes diferentes de acordo com o local de origem: tufões (China), ciclone (oceano Índico) e willy-willy (Austrália). Os tornados são tempestades de ventos no formato espiral, considerados os fenômenos dos mais destrutivos da atmosfera. Os ventos de um tornado podem atingir a velocidade de 400 km/h.

Para saber mais sobre este assunto consulte o site: <http://g1.globo.com/mundo/noticia/2013/05/obama-coloca-todos-os-recursos-dos-eua-disposicao-de-oklahoma.html>

úmido sobe, e em elevada altitude o ar esfria e retorna aos trópicos. Enquanto os alísios sopram no sentido dos trópicos para o Equador, os contra-alísios sopram no sentido inverso, isto é, do Equador para os trópicos, nas altitudes elevadas. Essa circulação recebe o nome de célula de Hadley ou tropical, sendo fundamental na distribuição de calor e umidade entre as latitudes equatoriais e subtropicais.

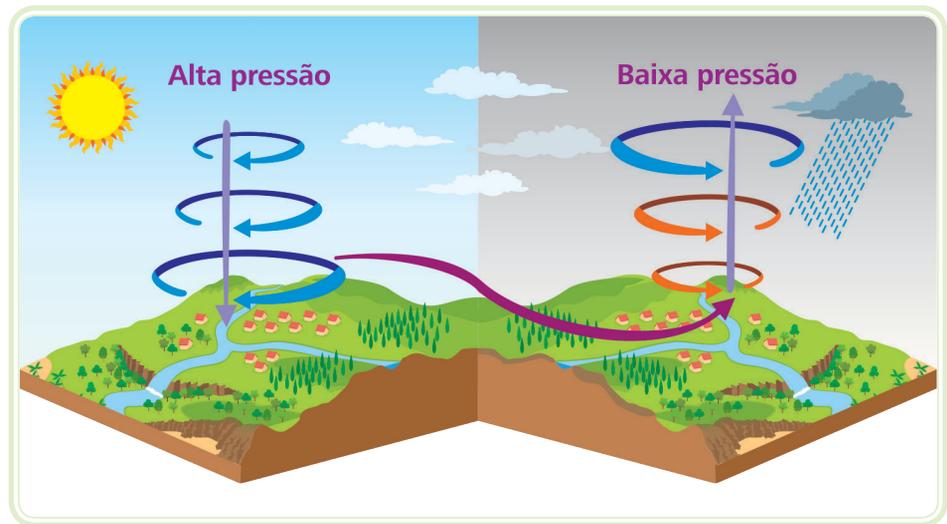


Figura 4.2: Esquema do sistema de alta e baixa pressão

Fonte: CTISM

As brisas são ventos diários que se formam através das diferenças de temperaturas e pressão entre as águas oceânicas e as áreas continentais das proximidades.

Durante o verão, as **monções** sopram do oceano para o continente asiático e levam nuvens e chuvas. Vamos entender como isso ocorre: as porções sul e sudeste do continente asiático, principalmente as áreas desérticas, apresentam temperaturas muito elevadas, dando origem a um ciclone (área receptora de ventos). No entanto, as águas do oceano Índico registram temperaturas mais baixas, dando origem a um anticiclone (área dispersora de ventos). Dessa forma, podemos observar que os ventos úmidos formados no oceano Índico se deslocam para o continente asiático.

Durante o inverno ocorre o inverso, isto é, os ventos se deslocam do continente asiático para o oceano Índico. O anticiclone, formado no continente, será constituído de ventos secos, sem umidade. Com isso, uma grande área da Ásia passa por uma temporada de estiagem, podendo ocorrer um período de seca.

Esse tipo de clima foi historicamente associado à Ásia, mas hoje já é associado a praticamente todos os continentes, ou seja, já se fala em uma monção global,

com três sistemas de monção bem definidos: I) América do Norte – América do Sul; II) África; e III) sudeste da Ásia – norte da Austrália.

A monção não ocorre somente na Ásia, mas também aqui no Brasil, mesmo que aqui não seja tão intensa e marcante quanto na Ásia e que nós nos referimos a ela como estação seca e estação chuvosa.

A Figura 4.3 mostra as duas fases extremas da monção asiática, ou seja, na época chuvosa: pressão baixa sobre o continente e escoamento em baixos níveis entrando no continente; e na época seca: pressão alta sobre o continente e escoamento em baixos níveis saindo do continente.

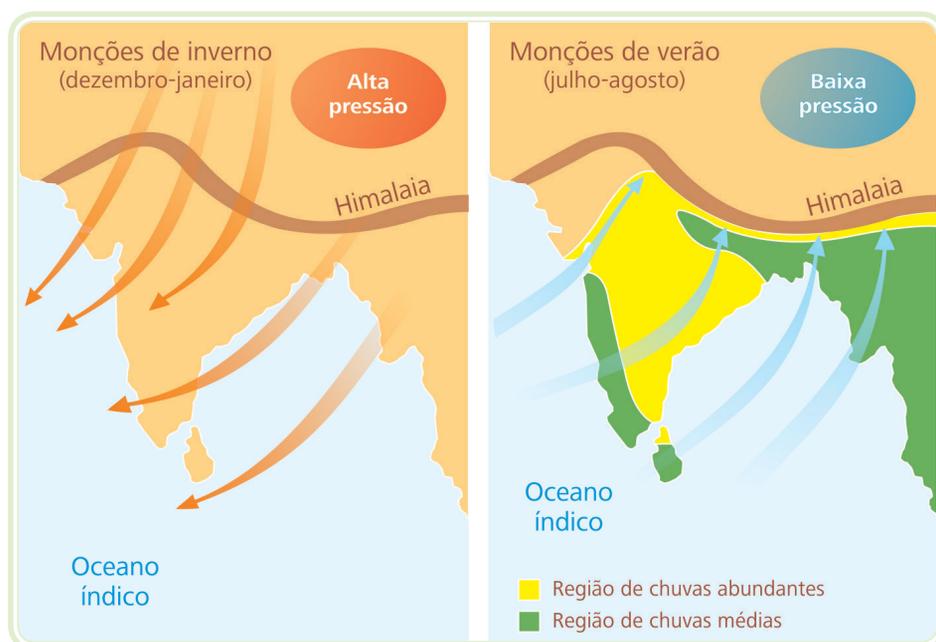


Figura 4.3: Esquema do sistema de monção asiática

Fonte: CTISM, adaptado de <http://4.bp.blogspot.com/-KGdzmkIP-ec/T-ulcM3eCvI/AAAAAAAAAaE/j06x9P3B6jg/s1600/moncoes.jpg>

Os ventos locais são aqueles que percorrem áreas específicas, dentre eles destacamos:

- O Mistral – vento frio que ocorre no vale do rio Ródano, sul da França.
- O Foehn – vento quente responsável pelo derretimento de neve de grandes cordilheiras como: Alpes suíços e grandes montanhas. Em outros lugares ele também ocorre, mas recebe outro nome é o caso do vento Zonda na Argentina.
- O Simum – vento quente que ocorre nos desertos da porção norte da África.

- O Minuano – vento frio de origem polar, sua ocorrência é nos Pampas Gaúcho – Rio Grande do Sul.

4.3 A umidade do ar

A água está presente na atmosfera sob a forma de vapor, líquida ou sólida, mas representa apenas 2 % da massa atmosférica. A condensação e as precipitações desprendem vapor de água que também funcionam como regulador térmico ao absorver as radiações do Sol.

A-Z

sensação térmica
É uma alteração da temperatura que o corpo humano sofre devido a influência de fatores meteorológicos como vento intenso, umidade do ar elevada ou muito baixa.

A umidade atmosférica interfere na **sensação térmica** e também na saúde do homem, pois, quando uma região apresenta umidade do ar muito baixa (região de desertos), a garganta fica seca e dolorida, podendo haver até sangramento no nariz e, quando uma região apresenta umidade de ar alta (floresta Amazônica), favorece a proliferação de fungos e bactérias, que podem prejudicar a saúde.

Já vimos, anteriormente, que é na troposfera que ocorrem quase todos os fenômenos atmosféricos. Portanto, nessa camada, a umidade, normalmente, diminui com o aumento da altitude e da latitude.



A umidade absoluta é a quantidade de vapor de água existente na atmosfera num certo momento. O ar tem capacidade de conter um volume limitado de vapor de água. Ele fica saturado quando esse limite é atingido (ponto de saturação ou ponto de orvalho), que varia conforme a temperatura.

Já a umidade relativa é a razão entre a umidade absoluta atual e a maior umidade absoluta possível (que depende da temperatura atual do ar).

O higrômetro é o aparelho utilizado nas estações meteorológicas, para medir a umidade do ar na atmosfera. Também utilizado em locais fechados onde a presença de umidade excessiva ou abaixo da normal poderia causar danos, por exemplo, em peças de museus, documentações e obras de biblioteca e objetos de laboratórios.

Quando os instrumentos indicam umidade relativa de 100 %, isso quer dizer que o ar está totalmente saturado com vapor d'água e não pode conter nem um pouco a mais de umidade, criando a possibilidade de chuva. Mas isso não significa que a umidade relativa deva ser de 100 % para que chova – basta que seja 100 % onde as nuvens estão se formando. Enquanto isso,

a umidade relativa próxima ao solo pode ser muito menor. O vapor da água sai da atmosfera sob a forma de neve, granizo e chuva.

4.4 As nuvens e precipitações

A nebulosidade atmosférica, formada basicamente por gotículas mais leve que o ar, provenientes da **condensação** do vapor de água, que ficam em suspensão na atmosfera, dá origem às nuvens.

As nuvens se formam pela condensação do vapor de água, a partir de gotículas de água em suspensão nas camadas mais elevadas da troposfera. Quando a condensação ocorre próximo à superfície, forma-se o nevoeiro ou neblina. O orvalho ocorre quando a condensação do vapor se dá por contato entre o ar quente e úmido e uma superfície fria. Esse fenômeno geralmente acontece ao amanhecer, quando o ar registra sua temperatura mínima, deixando as superfícies frias recobertas por uma película de gota de água. O resfriamento do ar, durante a noite com baixo e acentuado resfriamento da temperatura, faz com que o vapor de água irradiado do solo se condense na superfície.

A geada acontece quando a temperatura da superfície atinge 0°C ou menos e o orvalho se transforma numa fina camada de gelo, que se forma no solo e em objetos expostos, resfriando abaixo do ponto de orvalho.

Outro fenômeno conhecido é o nevoeiro, também conhecido como neblina e cerração, que são formados por gotícula de água em suspensão na atmosfera, próximo à superfície terrestre.

4.4.1 As Nuvens

As nuvens constituem agregados de gotículas de água ou cristais de gelo em suspensão no ar. Elas se formam por causa do movimento vertical de ar úmido, como na convecção, ou em ascensão, forçada sobre áreas elevadas, ou no movimento vertical em grande escala, associado a frentes e depressões (AYOADE, 2004).

A-Z

condensação

Processo através do qual uma substância passa do estado gasoso ao estado líquido. A condensação ocorre quando um gás atinge uma temperatura abaixo do seu ponto de ebulição. O vapor de água se transforma em gotículas de água quando sua temperatura cai abaixo de 100°C.

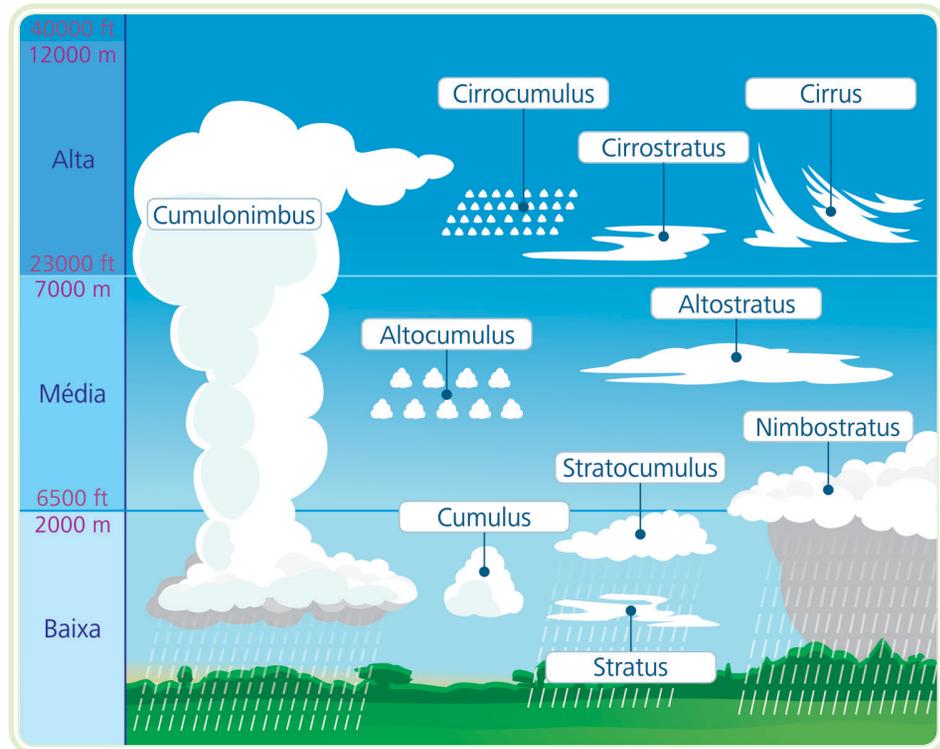


Figura 4.4: Gêneros básicos de nuvens

Fonte: CTISM, adaptado de http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/57/Cloud_types_en.svg/450px-Cloud_types_en.svg.png

- a) **Cirrus** (Ci) – situada a mais de 6 km da superfície terrestre, são constituídas por cristais de gelo, com temperaturas muito baixas. Esse tipo de nuvem tem aparência fibrosa e delgada, delineada pelos ventos fortes em grandes altitudes, com pouco vapor de água. Geralmente os tipos cirrus são visualizados antes da chegada de uma frente fria, conhecida também como “crista de galo”.
- b) **Cirrocúmulos** (Cc) – aparecem sob forma de bolinhas muito pequenas e brancas, ordenadas em bancos ou campos de nuvens. São também constituídas por cristais de gelo, mas aparecem raramente.
- c) **Cirrostratos** (Cs) – véu nebuloso transparente e esbranquiçado, de aspecto fibroso ou liso, mais espesso que os cirros, constituído predominantemente por cristais de gelo que cobre total ou parcialmente o céu. Pode produzir fenômenos de **halo**.
- d) **Altocúmulos** (Ac) – lençol ou camada de nuvens brancas ou cinzentas, geralmente com sombras próprias, constituídas por lâminas, massas globulares, habitualmente formadas por gotas de água líquida; às vezes parcialmente fibrosas ou difusas, ligadas ou não.



Para saber mais sobre Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, acesse: <http://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml#10>

Para saber mais sobre halo, acesse: <http://zerohora.clicrbs.com.br/rs/geral/planeta-ciencia/noticia/2013/12/entenda-como-surge-o-halo-solar-fenomeno-que-embelezou-o-ceu-do-rs-nesta-sexta-feira-4363791.html>

- e) **Altostratos** (As) – sua base encontra-se em média de 2 a 6 km de altura. Formada por nuvens com aspectos de lençol ou camada de nuvem de cor acinzentada ou branca azulada de aspecto estriado, fibroso ou uniforme, cobrindo parcialmente ou inteiramente o céu. Geralmente associado ao mau tempo, formando-se na frente de tempestades com chuvas ou neves contínuas.
- f) **Nimbostratos** (Ns) – camada nebulosa cinzenta, muitas vezes sombria. O aspecto torna-se difuso pela queda mais ou menos contínua de chuva ou neve. Os nimbostratos compõem-se, como regra geral, de gotas de água em temperaturas mais baixas que aquela em que ocorre a solidificação. É suficientemente espesso, em todos os pontos, para ocultar o Sol. Por baixo da camada existem frequentemente nuvens baixas esfarrapadas, ligadas ou não a ela.
- g) **Estratocúmulos** (Sc) – nuvens brancas ou cinzentas, de formas arredondadas, dispersas ou reunidas em bancos, mas sempre distribuídas por uma camada horizontal pouco espessa. No inverno podem cobrir o céu, a que dão um aspecto ondulado. Elas contêm partículas de gelo misturadas com as gotas líquidas.
- h) **Estratos** (St) – (vem de stratus, isto é, espalhado como um lençol) são nuvens típicas dos crepúsculos. São baixas, alongadas e horizontais. Aparecem em camadas uniformes, sem estrutura visível (aparentando nevoeiro bem alto). São constituídas por gotas de água ou, se a temperatura for muito baixa, por partículas de gelo; sua precipitação característica é o chuveiro.
- i) **Cúmulos** (Cu) – (vem de cumulus, que quer dizer, montão de nuvens) são nuvens arredondadas no topo, majestosas, com o aspecto de montanhas de algodão, de base plana e quase horizontal. Indicam bom tempo e distam 1 a 2 km da superfície do solo. Quando na parte superior dos cúmulos muito desenvolvidos se forma a bigorna, constituída por grânizo, neve ou gelo, obtém-se um novo tipo de nuvem, o cumulonimbo.
- j) **Cumulonimbo** (Cb) – nuvem densa e forte, de grande extensão vertical, em forma de montanha ou enormes torres. A região superior, pelo menos em parte é, em regra lisa, fibrosa ou estriada, e quase sempre achatada. Esta parte espraia-se frequentemente em forma de bigorna ou grande penacho.



Para saber mais sobre a classificação das nuvens e a etimologia dos nomes usados para a classificação das nuvens, e também a distribuição vertical das nuvens (páginas: 333 a 348) no link: http://www.agritempo.gov.br/publish/publicacoes/livros/METEOROLOGIA_E_CLIMATOLOGIA_VD2_Mar_2006.pdf

4.4.1.1 Classificação por alturas

Outro modo de classificar as nuvens prende-se ao parâmetro altura:

- a) **Nuvens altas** – Cirrus, Cirrostratus e Cirrocumulus.
- b) **Nuvens médias** – Altocumulus e Altostratus.
- c) **Nuvens baixas** – Cumulus, Cumulonimbus, Stratus, Stratocumulus e Nimbostratus.



Segundo Varejão (2001), dada a impossibilidade de classificar as nuvens levando em conta a infinidade de formas que assumem, procurou-se selecionar certas formas características isto é, aquelas que são observadas com maior frequência. Tal procedimento evitou que fossem levadas em conta todas as possíveis formas intermediárias que uma nuvem pode assumir no decurso de sua evolução.

O Atlas Internacional de Nuvens, preparado sob os auspícios da Organização Meteorológica Mundial, é adotado internacionalmente como referência para a classificação das nuvens. As nuvens estão classificadas em 10 formas características principais, mutuamente exclusivas, denominadas gêneros.

4.4.2 Precipitação

A neve, o granizo e a chuva são formas de precipitação atmosférica. Todas elas resultam inicialmente da condensação, fenômeno que ocorre na atmosfera e cai até a superfície da terra.

Existem três tipos de precipitação: neve, granizo e chuva.

- a) A **neve** é um tipo de ocorrência meteorológica que consiste no resultado de precipitação de flocos, decorrente do congelamento do vapor de água, que se encontra suspenso na atmosfera, tem a capacidade de refletir a luz, tornando-se translúcida e de coloração branca, ocorrendo nas áreas de médias e altas latitudes. As geleiras são o resultado do acúmulo de neve nas regiões mais frias, os polos e as altas montanhas.



Figura 4.5: Neve muda a paisagem em São José dos Ausentes, RS

Fonte: Caetano Freitas/G1

- b)** O **granizo** é a precipitação em forma de pedaços de gelo, ocorre a partir das fortes correntes convectivas (movimento vertical do ar), que fazem o transporte das gotas de água para as camadas mais elevadas e mais frias, onde se dá o congelamento. Esta formação ocorre com mais frequência no interior dos continentes, dentro de latitudes médias da Terra, confinando-se a altitudes mais elevadas dentro dos trópicos. O tamanho dos grãos de granizo indica a capacidade de transporte dos movimentos de turbulência que as sustentam, quanto maior, mais poderosos são os movimentos em seu interior.
- c)** A **chuva** é um fenômeno meteorológico, um tipo de precipitação que ocorre de nuvens nimbostratos e cumulonimbus. Muito favorável à vida na Terra, é uma precipitação de água no estado líquido.

Durante a formação da precipitação, gotas pequenas crescem por difusão de vapor de água. A seguir elas podem crescer por captura de gotas menores que se encontram em sua trajetória de queda ou por outros fenômenos. A aglutinação das partículas de água chama-se **coalescência** das nuvens.

As chuvas não são iguais como vimos acima, isso porque podem ter várias origens e características diferentes, sendo classificadas das seguintes formas:

A-Z

coalescência

É o processo em que duas ou mais partículas ou gotículas fundem-se, formando apenas uma única gotícula (ou bolha). Em meteorologia, é um dos processos principais na formação de chuvas. As pequenas gotículas são arrastadas pelos ventos ascendentes e descendentes no interior de uma nuvem, colidindo-se e coalescendo-se. Quando as gotículas tornam-se muito grandes para serem sustentados pelas correntes de ar, começam a cair em forma de chuva. Este processo também acontece com outros fenômenos atmosféricos precipitantes, tais como a neve e o granizo.

A-Z

barlavento e sota-vento

Uma montanha é uma barreira para o deslocamento das massas de ar que carregam a umidade. O ar que vai em direção à montanha (portanto a barlavento da mesma) é forçado a subir e condensa-se, devido à redução adiabática da temperatura, podendo causar chuva. Após passar as montanhas, já desprovido de umidade, o ar desce e aquece adiabaticamente. Portanto, costumamos encontrar florestas, corpos hídricos ou poças a barlavento e áreas mais áridas, até charcos ou desertos, a sotavento.

- **Frontais** – esse tipo de chuvas tem sua origem devido ao encontro de duas massas de ar, uma massa fria e outra massa quente. Esse tipo de chuva é comum ao longo da costa brasileira, ou seja, na faixa que vai do litoral oriental do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul, sobretudo no inverno, quando a massa polar fria, proveniente da Antártida avança na direção norte e se encontra com a massa tropical atlântica (quente), surgindo às típicas frentes frias, que são anunciadas pelos serviços meteorológicos. A área de abrangência (em quilômetros quadrados) e o volume de água precipitada estão relacionados com a intensidade das massas, variável no decorrer do ano.
- **Chuvas de origem convectiva** – também chamada de chuva de verão, o ar próximo à superfície, desenvolve no movimento vertical quando a temperatura está elevada. O movimento ascendente do vento carrega o vapor para as camadas superiores da atmosfera acarretando o resfriamento, esse vapor se condensa em gotículas tão pequenas que permanecem em suspensão, assim produzindo a precipitação, após essas gotículas crescerem. Esse tipo de chuva é considerada de grande turbulência e têm características de serem rápidas e de grandes volumes.
- **Orográficas** – ocorrência em que as massas de ar úmidas, sofrem impedimentos de seguir sua trajetória devido ao relevo (montanhas), atuando como uma barreira, então as nuvens vão se formando a medida que o ar sobe as montanhas devido ao resfriamento e a condensação do vapor d'água. Nesse caso, chove nas encostas localizadas a **balaventos**, ao passo que nas encostas a **sota-ventos** ficam secas. São as precipitações intermitentes e finas que ocorrem nas encostas úmidas dos brejos de altitudes do Planalto da Borborema, isso acontece em estados como Paraíba e Pernambuco (Nordeste) e, sobretudo na Serra do Mar, a exemplo da faixa litorânea do estado de São Paulo, (Sudeste) onde ocorre alto índice pluviométrico.

Resumo

Nesta aula, vimos que a atmosfera exerce uma pressão sobre os corpos. Também, que o clima de um lugar é a reunião de condições atmosféricas mais marcantes, estudada em vários anos.

Constatamos a importância da circulação da atmosfera, dos ventos, da umidade do ar no processo dos sistemas meteorológicos e climáticos. Por fim, vimos os tipos de nuvens e a formação de diferentes tipos de precipitações.

Atividades de aprendizagem



1. Considerando as proposições a seguir, classifique (V) para as verdadeiras e (F) para as falsas:

- () Clima é o estado médio do tempo em um período de vários anos. A OMM, considera um período de 30 anos.
- () Clima é a sucessão habitual de tipos semelhantes de tempo meteorológicos, que acabem por caracterizar os meses como mais frios ou mais quentes, mais secos ou mais chuvosos.
- () O clima de montanha geralmente é mais quente do que o encontrado nas áreas de planície devido ao efeito que a altitude exerce sobre a temperatura.
- () A pressão atmosférica, outrossim varia de acordo com a temperatura, quando diminui a temperatura o ar fica menos rarefeito, isto é maior pressão devido a dilatação das moléculas.
- () O clima de um lugar é a reunião das condições atmosféricas (temperatura, umidade e pressão do ar) mais marcantes em cada época do ano.

A sequência correta é:

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

2. Pesquise as ocorrências de precipitação e temperatura nas regiões do Brasil ao longo das estações do ano, no site: <http://clima1.cptec.inpe.br/estacoes/#>. Relate as suas conclusões da pesquisa no AVEA.

3. “O conhecimento da dinâmica atmosférica é fundamental para a melhor empregabilidade de diferentes fontes de energia renovável”. Justifique

essa afirmativa e desenvolva uma resenha descritiva sobre o assunto. Armazene esse arquivo no AVEA.

4. Sobre os climas, assinale "V" para verdadeiro ou "F" para falso, nas questões abaixo:

() Para determinar um clima, os meteorologistas analisam os elementos locais por cerca de trinta anos.

() Os elementos analisados para determinar tempo e clima são diferentes.

() Toda energia emitida pelo sol é absorvida pela Terra.

() O clima de qualquer lugar é determinado pela latitude.

A sequência correta é:

a) V – V – V – F

b) V – V – F – F

c) V – F – F – F

d) F – F – V – V

e) F – F – F – V

Aula 5 – As massas de ar

Objetivos

Apresentar as massas de ar, suas origens e características.

Conhecer as massas de ar que atuam no Brasil.

5.1 Classificação das massas de ar

Percebemos que nenhum fenômeno meteorológico e climático pode ser estudado isoladamente, uma vez que é o conjunto de condições gerais circundantes que vai explicar os fenômenos naturais. Não seria possível, por exemplo, compreender a vegetação de um determinado lugar, sem considerar o clima predominante naquele ambiente, visto que, a vegetação é o espelho do clima. Logo, ao observar a vegetação, podemos identificar se o clima que predomina é seco ou úmido. Com as massas de ar ocorreria o mesmo, se fossem estudadas isoladamente, pois não seria possível entender a sua dinâmica, ignorando o conjunto dos fenômenos meteorológicos.

As massas de ar são grandes porções de ar atmosférico, que se originam em áreas extensas e homogêneas (planícies, oceanos e desertos). Quando se formam, elas adquirem as características próprias da área da qual se originaram, tais como umidade e temperatura.

Ao se deslocarem, as massas de ar influenciam as regiões por onde passam. Como é o caso de uma massa de ar fria e úmida que se desloca sobre uma área elevada, podendo ocasionar chuvas. Porém, se o ambiente é mais frio que a massa de ar, essa esfriará por baixo e deixará o tempo estável. Encontraremos três tipos diferentes de massas de ar, que são: as polares, as tropicais e as equatoriais.

5.1.1 Massas polares (P)

São massas de ar frias originárias das regiões polares sul e norte do planeta, de baixas temperaturas e altas pressões, com cobertura de centenas e milhares de quilômetros quadrados, podendo ser seca ou úmida, de acordo com sua origem.

Quando essas massas se originam sobre áreas continentais, são chamadas de polares continentais (Pc), com características (fria, seca e estável).



As massas de ar se classificam de acordo com a latitude. As massas de ar podem ser classificadas segundo sua temperatura e conteúdo de umidade e que tais características são decorrentes de seu local de origem.

Quando se formam sobre áreas oceânicas, são chamadas de polares marítimas (Pm) com características (fria, úmida e instável).

5.1.2 Massas tropicais (T)

São massas de ar que se originam nas proximidades dos trópicos. Dividem-se em tropical marítima e tropical continental.

A tropical marítima (Tm) tem origem nos oceanos, é uma massa quente e úmida.

A tropical continental (Tc) tem origem nos desertos tropicais, é uma massa quente e seca.

5.1.3 Massas equatoriais (E)

As massas de ar equatoriais têm origem nas proximidades da linha do Equador. Quando se originam nos continentes, recebem a denominação de equatorial continental (Ec), e quando têm origem nos oceanos, recebe o nome de equatorial marítima (Em).

5.2 Massas de ar que atuam no Brasil

O Brasil não se apresenta como um território homogêneo, apesar de ser predominantemente quente e úmido. Existem áreas mais quentes, mais úmidas, menos quentes, semiúmidas e quentes secas que formam diferentes domínios climáticos.

É considerado um grande país de dimensões continentais e tropical pelo predomínio de climas quentes (médias térmicas superiores a 20°C, anuais) e úmidos (médias pluviométricas acima de 1.000 mm anuais).

O comportamento médio da atmosfera brasileira é consequência dos avanços e recuos de cinco massas de ar.

- Massa Equatorial Atlântica (mEa).
- Massa Equatorial Continental (mEc).
- Massa Tropical Atlântica (mTa).
- Massa Tropical Continental (mTc).
- Massa Polar Atlântica (mPa) ou Polar Antártica.

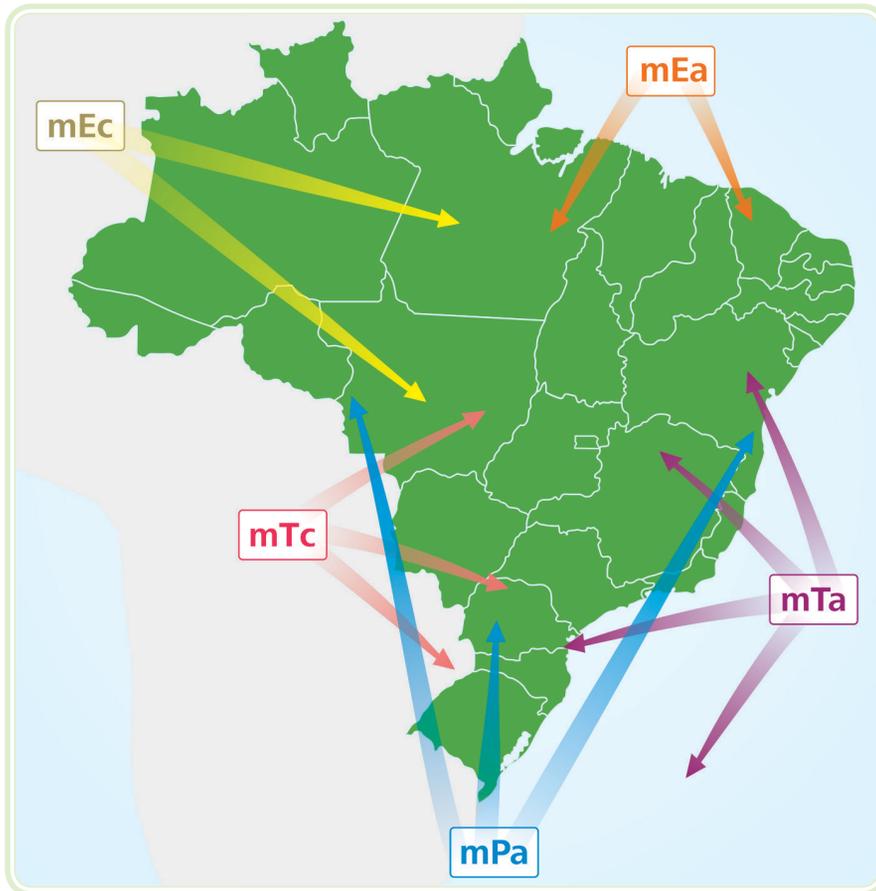


Figura 5.1: Esquema das massas de ar que atuam no Brasil

Fonte: CTISM

5.2.1 Origem e propriedades das massas de ar que atuam no Brasil

- a) **Massa de ar Equatorial Atlântica (mEa)** – tem origem no Atlântico Norte, próximo do arquipélago dos Açores, na África. Formadora de ventos alísios de nordeste. É a massa de ar quente e úmida que atua na porção setentrional (norte) do Brasil e exerce grande influência no regime de precipitações do Nordeste (NE) brasileiro, no período de primavera e verão. Chega ao litoral nordestino com pouca incidência de chuvas na porção norte, devido a essa massa de ar perder umidade.
- b) **Massa de ar Equatorial Continental (mEc)** – tem origem na Amazônia, em áreas de baixa latitude, sendo importante no transporte da umidade produzida pela evapotranspiração local, devido aos inúmeros rios. Esse domínio se dá na maior parte do ano e é menos acentuado no inverno austral. É uma massa de ar quente, úmido e instável que atua na região Norte, em grande parte do Centro-Oeste e parte da região Nordeste, ou seja, com grande influência no Brasil, durante o verão no hemisfério sul, provocando chuvas.



Na Amazônia, as altas temperaturas e elevadas taxas de umidade, decorrentes da atuação dessa massa de ar (mEc), são responsáveis pelos elevados índices pluviométricos da região. No inverno, a massa Equatorial Continental (mEc), recua e sua dinâmica fica restrita à porção ocidental da Amazônia.

c) **A massa de ar Tropical Atlântica (mTa)** – quente e úmida, originária do oceano Atlântico nas imediações do Trópico de Capricórnio (que passa pela cidade de São Paulo), tem uma enorme influência sobre a parte litorânea do Brasil (do nordeste até o sul).

d) **A massa de ar Tropical Continental (mTc)** – originário na depressão do Chaco (parte da Argentina e do Paraguai) abrange uma área de atuação muito limitada. Ela é quente e seca, tem grande influência no Brasil central e parte da região Sudeste, principalmente no inverno.

e) **A massa de ar Polar Atlântica (mPa)** – tem suas origens nas porções do oceano Atlântico próximas a Patagônia (sul da Argentina). É uma massa de ar fria e úmida. Ela atua mais no inverno, quando penetra no Brasil sob a forma de frente fria, provocando chuvas e declínio da temperatura.

Durante o inverno austral, a Amazônia é atingida por esse avanço da massa de ar Polar Atlântica, ocasionando o fenômeno conhecido como “friagem”, que ocorre no sul do Amazonas e no norte do Mato Grosso. Vale ressaltar que no Brasil a massa de ar Polar Continental não atua, já que sofre transformações, ou seja, umedecimento, durante seu movimento do continente Antártico até a América do Sul.

Resumo

Nessa aula, vimos que as massas de ar são as grandes modeladoras do clima e do tempo meteorológico da Terra. Estudamos as principais massas de ar que atuam no Brasil, suas origens, propriedades e classificação.

A sucessão habitual das massas de ar define o clima de uma região. O comportamento das massas de ar é muito importante na previsão do tempo e na definição do clima de um lugar.



Atividades de aprendizagem

1. Cresce a cada dia a diversidade de serviços oferecidos pelas empresas que trabalham com a previsão do tempo e aumenta progressivamente o número de clientes a procura dessas informações. Responda:
 - a) Como esse tipo de serviço pode contribuir para o planejamento das atividades econômicas? Dê alguns exemplos.



Assista a um vídeo sobre Novo Telecurso - E. Fundamental - Geografia - Aula 14 (1 de 2) em: www.youtube.com/watch?v=mXmVHOjsLdl

b) De que maneira você espera que esses serviços possam contribuir no desempenho dos profissionais do curso de SER, em suas funções? Exemplifique.

2. O comportamento médio da atmosfera brasileira é consequência dos avanços e recuos de cinco massas de ar. Associe corretamente.

(A) Massa Equatorial Atlântica (mEa).

(B) Massa Equatorial Continental (mEc).

(C) Massa Tropical Atlântica (mTa).

(D) Massa Tropical Continental (mTc).

(E) Massa Polar Atlântica (mPa).

() Tem origem na região paraguaia, próximo ao pantanal. É massa de ar quente e seca, tem grande influência no Brasil Central e parte da região Sudeste, principalmente no inverno.

() Tem origem no Atlântico Norte. É uma massa de ar quente e úmida que atua na porção setentrional (norte) do Brasil e exerce grande influência no regime de chuvas do Nordeste brasileiro.

() Também denominada Polar Antártica, tem origem na região polar de superfície gelada, formada pelo continente antártico. É a massa de ar frio que determina, durante o inverno, o estado do tempo ou comportamento atmosférico na região Sul do Brasil.

() Tem origem na Amazônia, sendo importante no transporte da unidade produzida pela evapotranspiração local. É uma massa de ar quente e úmida, que atua na Região Norte, grande parte do Centro-Oeste e parte do Nordeste.

() Tem origem no Atlântico Sul. É massa de ar quente e úmida que avança pelo território brasileiro, exerce influência de maneira dominante no comportamento atmosférico das regiões Sudeste e Sul do Brasil. Ela provoca chuvas no período de verão nas áreas mais elevadas das regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil.

A sequência correta é:

a) B – C – A – E – D

b) C – A – D – E – B

c) D – A – E – B – C

d) D – A – E – C – B

e) D – E – A – B – C

3. Com base no conhecimento sobre as massas de ar que atuam no Brasil, a alternativa que melhor definem as massas de ar consideradas responsáveis pelo tempo e clima da região Sul do Brasil são as:

(A) Equatorial Atlântica.

(B) Tropical Atlântica.

(C) Polar Atlântica.

(D) Tropical Continental.

(E) Equatorial Continental.

A resposta correta é:

a) A, B e C.

b) A, B e D.

c) B, C e D.

d) B, C e E.

e) C, D e E.

4. (UFU-MG) Considerando que as massas de ar se constituem em um importante fator no condicionamento climático do Brasil, examine a descrição abaixo:

“[...] essa massa se forma sobre o continente aquecido onde dominam os ventos fracos do regime depressionário, sobretudo no verão. Nesta época, o continente é um centro quente para o qual afluem do norte e leste os ventos oceânicos [...] por se tratar de massa constituída de ventos oceânicos e sujeita a frequente condensação, a umidade relativa é elevada, sendo característica à formação de cumulonimbus precipitação abundante” (NIMER, 1989, p. 10).

Assinale a alternativa que identifica a massa de ar descrita no texto acima.

- a) Massa Polar Atlântica.
 - b) Massa Tropical Continental.
 - c) Massa Equatorial Continental.
 - d) Massa Tropical Atlântica.
5. Aprofunde seus conhecimentos: veja o *link* a seguir e assista o vídeo. Você verá que o movimento das massas de ar é previsível e permite indicar, com antecedência, uma mudança no tempo e na definição do clima de um lugar. (<http://www.youtube.com/watch?v=mXmVHOjsLdl>).

Responda a questão, desenvolvendo uma redação sobre o assunto, armazene esse arquivo no AVEA.

6. (UFMS) “Uma das possíveis causas para o desaparecimento do Airbus A330 da Air France, que saiu do Rio de Janeiro com destino a Paris, é a condição climática da região onde o avião teria desaparecido. Trata-se da zona de convergência intertropical (ZCIT), onde há formação de muitas áreas de instabilidade, com raios e tempestades”.

Fonte: O Estado de São Paulo, 01/06/2009

Sobre as condições climáticas que envolveram esse acidente aéreo, é correto afirmar:

- a) As tempestades foram provocadas por chuvas frontais, decorrentes do choque de uma massa de ar polar de alta intensidade com uma massa de

ar equatorial, sob alta pressão atmosférica na zona intertropical e baixa temperatura do mar, o que permitiu um acúmulo de umidade nas mais altas altitudes.

- b)** As condições climáticas adversas foram ocasionadas pelo efeito estufa, que provocou o aquecimento rápido das águas do oceano, associado à convergência dos ventos alísios que formaram nuvens carregadas na altura do Equador dissipando-se na altitude do voo do avião.
- c)** As tempestades formadas foram provocadas por chuvas convectivas, decorrentes da ascensão vertical da massa de ar carregada de umidade que, ao atingirem as mais altas altitudes, se resfriaram, condensaram e precipitaram, sob forte instabilidade, e foi justamente na altitude de 11.000 m em que o avião estava, que ele cruzou com essas tempestades.
- d)** A convergência dos ventos alísios, que diminuíram a pressão do ar na região do acidente, favoreceu a formação de nuvens carregadas na direção do Equador, comparando-se a um ciclone com fortes ventos circulares que se formaram sobre as águas quentes do oceano Atlântico.
- e)** As tempestades intertropicais foram formadas pelas nuvens cúmulos nimbo; quanto mais altas são essas nuvens, mais forte é a tempestade (tempestade elétrica), e os ventos podem chegar a até 200 km/h.

Aula 6 – A importância do vento na geração de energia

Objetivos

Apresentar a importância do vento na geração de energia eólica.

Conhecer as principais formas de utilização da energia eólica.

Identificar os benefícios da utilização da energia eólica.

Compreender áreas mais adequadas para o aproveitamento do vento na geração de energia eólica.

6.1 A história da utilização da energia eólica

A utilização da energia eólica no Brasil teve impulso a partir do programa do Governo Federal o PROINFA, com a instalação de novas usinas, justamente no litoral Sul e Nordeste brasileiros, entre outras localidades.

A vantagem da utilização da energia do vento é muito grande, ela é captada pelos cata-ventos, instalados em diversas localidades brasileiras, pois eles são responsáveis pelo bombeamento da água do poço para a caixa d'água, sem a necessidade da utilização da energia elétrica.

A partir da Revolução Industrial, iniciada na segunda metade do século XVIII, o homem entra na era do avanço tecnológico que leva à multiplicação acelerada de mercadorias e serviços.

Assim, surgia a necessidade de consumo, e conseqüentemente o aumento também da necessidade de energia, pois os novos produtos e redução dos custos de produção, daqueles já existentes, ampliavam o mercado consumidor e contribuíam para o crescimento industrial. No entanto, esse crescimento industrial avançou pouco no sentido de resolver problemas básicos da humanidade e desenvolver formas de utilização menos agressivas à natureza. A energia eólica é aquela gerada a partir do vento. É uma energia considerada limpa por não emitir resíduos, como gás carbono, na atmosfera terrestre.



Para saber mais sobre o crescimento do número de países que usam energia eólica no mundo, acesse: <http://www.oeco.com.br/noticias/25201-cresce-o-numero-de-paises-que-usam-energia-eolica-no-mundo>



Assista a um vídeo sobre energia eólica em: <http://www.youtube.com/watch?v=4gQ-eRFYtZE>

O desenvolvimento humano está associado a um processo de descobertas e utilização de várias formas de energia. A energia eólica já era bastante utilizada pelos povos antigos nas embarcações à vela. Os fenícios ficaram conhecidos por serem povos navegadores o que contribuiu bastante para o desenvolvimento do comércio e possibilitou a interação deles com outros povos. Alguns historiadores entendem que, muito antes dos fenícios, já havia embarcações à vela, constituídas de peles, esteiras de palha ou de tecido, pois foram eles que contribuíram para a expansão marítima portuguesa e consequentemente para o desenvolvimento do Brasil.



Para saber mais sobre os 10 melhores países em energia eólica, acesse: <http://www.youtube.com/watch?v=UzE60xsEgq>

Outra forma de utilização da energia eólica, são os moinhos de vento, que começaram a ser utilizados a partir da necessidade do homem de desenvolver o seu trabalho para elevação de água e moagem de cereais, durante a Idade Média.

Atualmente, países como Estados Unidos (EUA), China, Alemanha, Espanha, Índia, Itália, França, Reino Unido, Portugal e Dinamarca, desenvolvem projetos de planejamento e utilização da energia dos ventos com custos competitivos em relação à energia convencional. A energia eólica se apresenta como uma fonte de energia que não polui o ar e é ilimitada nos lugares em que as condições são favoráveis.

6.2 A energia do vento

Já vimos que a utilização do vento para a geração de energia é bastante antiga. O vento continua sendo usado, tanto nas formas convencionais, quanto nas mais sofisticadas tecnologias.

Um sistema eólico é constituído por vários componentes que devem trabalhar em harmonia de forma a propiciar uma maior potência gerada final.

O parque eólico Vale dos Ventos, localizado em Mataraca – PB é formado por 73 (setenta e três) aerogeradores, com capacidade de 53 MW (cinquenta e três megawatts).

O Parque Eólico de Osório é uma usina de produção de energia eólica na cidade de Osório, no Rio Grande do Sul, com 75 aerogeradores de 2 MW. A capacidade total instalada é, portanto, 150 MW.

Para efeito de estudo global da conversão eólica, devem ser considerados os seguintes componentes, veja Quadro 6.1 e a Figura 6.1.



Para saber mais sobre capacidade instalada, acesse: <http://www.youtube.com/watch?v=GRWfE7YTXTO>

<http://g1.globo.com/jornal-da-globo/noticia/2012/05/brasil-ocupa-21-posicao-no-ranking-dos-produtores-de-energia-eolica.html>

<http://g1.globo.com/natureza/noticia/2012/10/expansao-da-energia-eolica-no-brasil-desafia-o-setor-eletrico-diz-moodys.html>

<http://www.ventosdosulenergia.com.br/lowres.php>

http://www.youtube.com/watch?v=jl_hByka00E

Quadro 6.1: Aerogerador

Componentes	Função
Vento	Variável meteorológica que determina a quantidade de energia cinética disponível em uma região.
Rotor	Tem a função de transformar a energia cinética do vento em energia mecânica de rotação.
Transmissão e caixa multiplicadora	Responsável por transmitir a energia mecânica entregue pelo eixo do rotor até a carga. Alguns geradores não utilizam tal componente, neste caso o eixo do rotor é acoplado diretamente à carga.
Gerador elétrico	Responsável pela conversão da energia mecânica em energia elétrica.
Mecanismo de controle	Responsável pela orientação do rotor, controle de velocidade, controle da carga, etc.
Torre	Responsável por sustentar e posicionar o rotor na altura conveniente.
Sistema de armazenamento	Responsável por armazenar a energia para produção de energia firme a partir de uma fonte intermitente.
Transformador	Responsável pelo acoplamento elétrico entre o aerogerador e a rede elétrica de transmissão.

Fonte: Autor



Figura 6.1: Partes que compõem uma turbina eólica

Fonte: CTISM, adaptado de <http://www.dforcesolar.com/pt/as-pecas-de-uma-turbina-eolica/>

A energia dos ventos é uma abundante fonte de energia renovável, limpa e disponível em todas as regiões. O uso do vento como fonte energética para a geração de eletricidade vem aumentando a cada dia. Na primeira metade da década de 70, a crise mundial do petróleo forçou os países europeus e

A-Z

energia firme

De acordo com a Aneel, energia firme corresponde à máxima produção contínua de energia que pode ser obtida supondo a ocorrência da sequência mais seca registrada no histórico de vazões do rio onde está localizada.

Nos sistemas de apoio híbridos, em que uma turbina eólica opera em paralelo com uma fonte de energia firme (na maioria grupo-geradores diesel), tendo como objetivo principal economizar combustível. Também são utilizados em conjunto com módulos fotovoltaicos. Os sistemas híbridos normalmente são empregados em sistemas de pequeno e médio porte destinado a atender um maior número de usuários.



Para saber mais sobre PROINFA e energia elétrica, acesse: <http://www.mme.gov.br/programas/proinfa/>; <http://www.abeeolica.org.br/>

http://www.fiec.org.br/portalv2/sites/revista/home.php?st=interna3&conteudo_id=35404&start_date=2010-03-28

os Estados Unidos a se interessarem pelo investimento em equipamentos de produção de energia que ajudassem a diminuir a dependência do petróleo e carvão. Através de conhecimentos da indústria aeronáutica, os equipamentos para a geração eólica evoluíram rapidamente.

6.2.1 A energia do vento não é contínua

Também, as embarcações movidas à vela dependem bastante da intensidade dos ventos para desenvolver mais velocidade. Temos como exemplo, o fato histórico ocorrido no século XV, quando as caravelas de Pedro Álvares Cabral partiram de Portugal com destino às Índias, mas sofreram um grande desvio na sua rota à procura de bons ventos, resultando no descobrimento do Brasil. O iatismo é um dos esportes que utilizam a força dos ventos. Nele, o atleta conduz o barco à vela, que é impulsionado pelo deslocamento do ar. Assim, os brasileiros Torben Grael e Marcelo Ferreira, podem ser considerados “atleta do vento”. Esses iatistas são grandes campeões em competições realizadas no mundo todo e em diferentes categorias dessas modalidades esportivas.

A intensidade do vento não é constante. Ela pode variar durante o tempo, aumentar ou diminuir, e até mesmo parar completamente, ficando dependente do acaso. Isso pode contrariar muito o objetivo do homem de usar a energia, no momento que ele desejar.

6.3 A energia eólica no Brasil

No Brasil, a energia eólica é usada tanto no bombeamento de água para irrigação, quanto nas usinas eólicas produtoras de energia elétrica. Quase todo o território brasileiro possui boas condições de vento para a produção de energia eólica. Uma grande vantagem competitiva no setor, são as áreas litorâneas ou costeiras da regiões Sul e Nordeste, geralmente em lugares distantes dos sistemas geradores hidroelétricos do país.

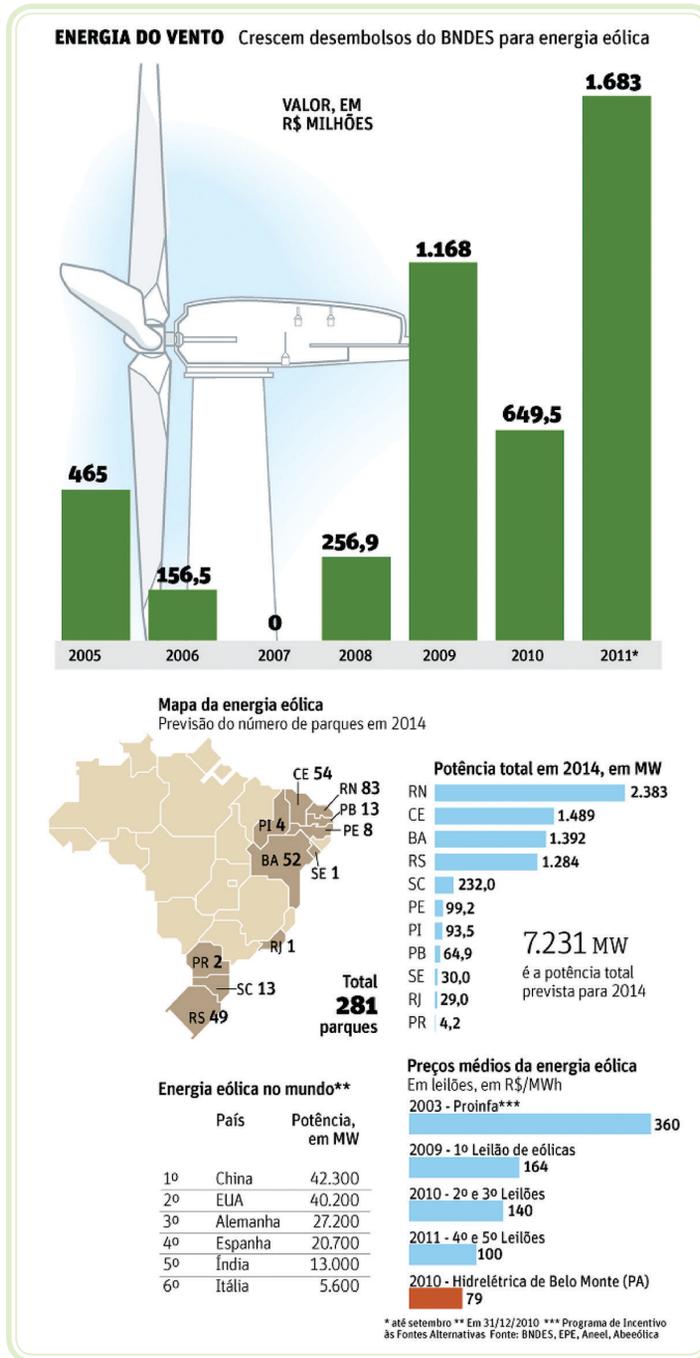
No mundo, a geração de energia eólica expandiu-se de maneira acelerada na última década, atingindo a escala de **gigawatts**. Um dos fatores limitantes para os empreendimentos eólicos tem sido a falta de dados consistentes e confiáveis. Uma parte expressiva dos registros anemométricos disponíveis pode ser mascarada por influências aerodinâmicas de obstáculos, relevo e rugosidade, e também de dados meteorológicos. A disponibilidade de dados representativos é importante, no caso brasileiro que ainda não explorou esse recurso abundante e renovável de forma significativa.

A-Z

gigawatts

Cujo símbolo é GW, consiste numa unidade da grandeza física potência. É um múltiplo do watt. No sistema internacional de unidades (SI), a potência vem expressa em watts.

Para converter gigawatts em watts é necessário reduzir gigawatts a watts, isto é,
 $1 \text{ GW} = 10^9 \text{ W}$.



Para saber mais sobre energia eólica no Brasil, acesse:
http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-energia_eolica%283%29.pdf

Figura 6.2: A energia do vento e o desembolso do BNDES

Fonte: <http://f.i.uol.com.br/folha/cotidiano/images/112937.gif>

A Figura 6.3, apresenta o fluxo de potência eólica anual e velocidade média do vento a 50 m de altura, mostrando praticamente que toda a costa do território nacional apresenta ótimas condições de vento, como valioso instrumento na identificação dessas áreas para o aproveitamento da geração de energia eólica.

Para saber mais sobre energia eólica, acesse: <http://coral.ufsm.br/desp/geomar/dau3051/Fontesdeenergia.pdf>



Figura 6.3: Atlas do potencial eólico brasileiro

Fonte: http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/mapas_1a.pdf

Resumo

Nessa aula, esperamos que o aluno tenha conhecido um breve histórico do surgimento da energia eólica e a importância do vento na geração de energia. Utilizada há muito tempo pelo ser humano, tem sido aproveitada para gerar eletricidade através da tecnologia.

Esperamos que o aluno tenha compreendido, também, as formas de utilização e os benefícios, assim como as áreas propícias para o aproveitamento do vento para a energia eólica.

Atividades de aprendizagem



1. Observe a Figura 6.4 e depois responda.



Figura 6.4: Aerogerador no município de Olinda-PE, 2013

Fonte: Autor

- a) Que fonte de energia é empregada nesse aerogerador para produzir energia elétrica?
 - b) Essa fonte de energia é renovável, não renovável ou inesgotável? Explique.
 - c) Por que o uso dessa fonte de energia é vantajoso para o meio ambiente?
 - d) Comente sobre a importância do vento na geração de energia.
 - e) Para você, o que falta no Brasil para que haja expansão do aproveitamento da energia eólica?
 - f) Na cidade ou região onde você mora é utilizada alguma fonte de energia alternativa? Qual?
2. Acesse o endereço: <http://www.youtube.com/watch?v=4gQ-eRFYtZE>. Observe as vantagens desse tipo de energia e desenvolva um resumo do assunto estudado no AVEA.

Aula 7 – Radiação solar e sua importância na geração de energia

Objetivos

Apresentar a radiação solar e seu aproveitamento na geração de energia alternativa.

Identificar as áreas mais adequadas para a geração de energia solar.

Descrever o grande valor da previsão meteorológica para o desenvolvimento socioeconômico.

7.1 O Sol, fonte de energia inesgotável

A sociedade moderna depende muito dos combustíveis poluentes para o seu desenvolvimento, porém essa situação está mudando graças a utilização de fontes de energia alternativas. O esgotamento das fontes de energias fósseis tem ocorrido rapidamente por causa do crescimento do consumo de combustíveis, acarretando o aumento da poluição do meio ambiente. Nessa aula, vamos estudar a importância do Sol na geração de energia. Devemos entender que, assim como o vento, o Sol proporciona a geração de um tipo de energia que é muito importante para a preservação do meio ambiente, pois é renovável, não é poluente e não influi no efeito estufa.

O Sol é uma fonte de vida e de energia, indispensável para a existência da vida na Terra. Sem o calor e a luz do Sol não haveria nenhuma forma de vida no planeta, é uma energia que controla a circulação da atmosfera, emitindo energia em forma de **radiação eletromagnética de onda curta**, da qual uma parte é interrompida no seu curso pelo sistema atmosférico da Terra e convertida em outro tipo de energia, ou seja, calor e energia cinética da circulação atmosférica. Ayoade (2004), discorre que balanço de radiação significa a diferença entre a quantidade de radiação que é absorvida e emitida por um dado corpo ou superfície. Em geral, o balanço de radiação na superfície terrestre é positivo de dia e negativo à noite. Também no decorrer do ano como um todo, o balanço de radiação na superfície da Terra é positivo, enquanto o da atmosfera é negativo. Para o sistema Terra-atmosfera como um todo, o balanço é positivo entre as latitudes de 30°S e 40°N, e negativo no restante.



Para saber mais sobre o assunto, leia o Jornal Diário da Manhã e o Jornal do Brasil:
<http://www.diariodamanha.com/noticias.asp?id=35164>

<http://www.jb.com.br/economia/noticias/2013/01/17/no-brasil-de-muito-sol-a-energia-solar-ainda-e-inviavel-pelo-alto-custo/>

Esses padrões de balanço de radiação têm implicações na circulação geral da atmosfera. O balanço da energia radiante no Planeta é complicado, fração da radiação solar é refletida pela atmosfera e pelas nuvens, em torno de 30%. Conforme vimos na Aula 3, nas áreas tropicais, os raios solares chegam à superfície perpendicular, enquanto nas regiões polares apresentam-se inclinados em relação a superfície terrestre. Dessa forma, a radiação solar é mais intensa nas regiões próxima ao Equador e nas regiões polares, o aquecimento resultante é escasso ou nulo.

O Sol fornece a energia necessária para os seres vivos: animais, vegetais e seres microscópios. De modo que a energia que vem do sol também é responsável pela formação dos ventos, pelo ciclo da água, pelas variações de temperatura do ar e pelos demais fenômenos que ocorrem na superfície terrestre. O homem está procurando outras fontes de energia. A utilização de energia solar representa uma opção bastante viável e capaz de fornecer energia limpa e renovável.



Assista a um vídeo sobre energia solar diferente (método inovador econômico) em: <http://www.youtube.com/watch?v=rar8FqMa38U>

7.2 O aproveitamento da energia solar

O calor do Sol é empregado diretamente nas atividades domésticas, como na secagem de roupas num varal, ou nas salinas, onde ocorre a secagem do sal a partir da água do mar. A energia solar fotovoltaica ainda pode se tornar útil no aquecimento da água em residências, embora já existam painéis que permitam carregar baterias que possibilitem o funcionamento de telefones e aparelhos eletrônicos, utilizados por famílias e pequenos produtores que vivem em áreas urbanas e regiões isoladas. A energia solar também é utilizada em dessalinizadores, que permitem o aproveitamento de água salgada para consumo humano em regiões semiáridas, como o sertão do Nordeste brasileiro.

Além da energia proveniente dos sistemas convencionais, podemos ainda adquirir energia através dos painéis fotovoltaicos. A energia contida na luz do Sol é convertida através de dispositivos denominados células solares (painéis solares), em energia elétrica, que assim obtida, é armazenada em baterias (acumuladores), vejam a Figura 7.1.

Para captar a energia solar precisamos usar painéis especiais que absorvam os raios do Sol. As regiões tropicais são mais favorecidas, pois são mais ensolaradas.

Sendo assim, a energia produzida a partir desses painéis atende tanto a usuários domésticos, quanto empresariais e governamentais.

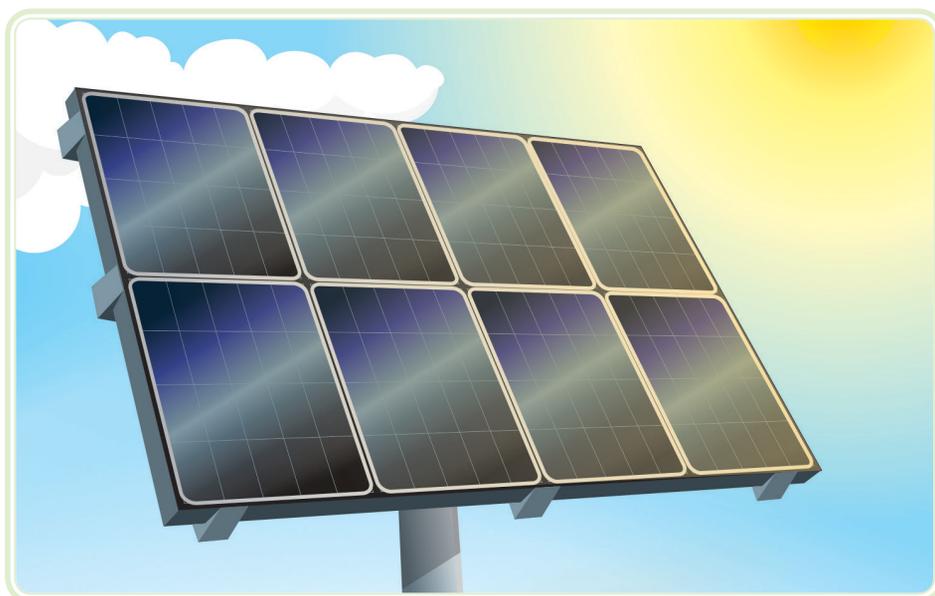


Figura 7.1: Pannel de captação de luz solar

Fonte: CTISM

Dependendo da distância, instalar um pannel solar fotovoltaico autossuficiente, em cada telhado das localidades afastadas dos grandes centros urbanos, é mais econômico do que montar redes elétricas na região. Veja Figura 7.2.

A energia solar fotovoltaica também pode ser usada para alimentar uma bomba e daí bombear água. A energia solar fotovoltaica ainda pode se tornar útil no aquecimento de água.

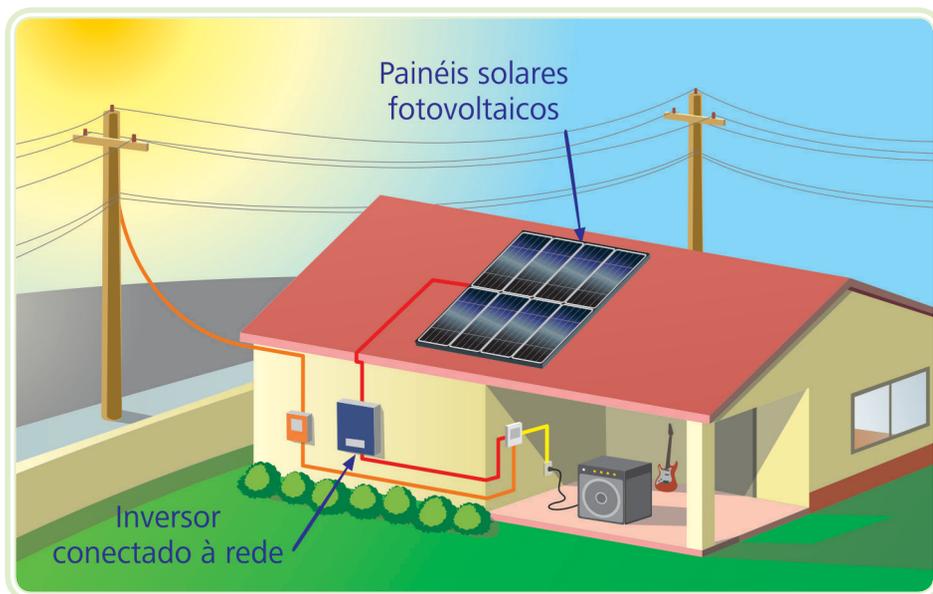


Figura 7.2: Esquema mostra residência com abastecimento de energia fotovoltaica

Fonte: CTISM



Para saber mais sobre “Energia Fotovoltaica” resultado da conversão direta da luz solar em energia elétrica, na página 25, do site: <http://coral.ufsm.br/desp/geomar/dau3051/Fontesdeenergia.pdf>



Para saber mais sobre energia, acesse:
<http://www.mma.gov.br/clima/energia>

7.3 Vantagem do uso da energia solar

O Brasil possui a maior parte de seu território localizado na região tropical, ou seja, de baixa latitude, onde existe a maior incidência de radiações solares do globo terrestre. Situação muito privilegiada para um país que quer aproveitar a energia proporcionada pela irradiação solar.

Ressaltamos que a região tropical recebe mais intensamente as radiações solares do que as demais regiões, como as dos países de clima temperado. Nas regiões de clima temperado, a inclinação dos raios solares é muito forte, incidindo, obliquamente no solo e fazendo com que o aquecimento seja menor do que nas regiões tropicais, próximo à linha do Equador.

Outras vantagens e opções mais seguras são a diversificação da matriz energética. Existem inúmeros processos para geração de energia elétrica, todos baseados no princípio da conversão de formas de energia. Pode ser feita a partir da transformação de energia cinética em elétrica, utilizando água (hidrelétrica) ou vento (eólica). Ou pode-se transformar energia térmica em elétrica, utilizando combustíveis fósseis (carvão mineral ou derivados do petróleo como óleo ou gás natural), elementos radioativos (urânio, tório, plutônio) e biomassa (madeira, bagaço de cana de açúcar e outros).

7.4 Perspectiva de energia solar no Brasil

A energia é fundamental para todos os processos vitais do planeta. O ciclo da água é mantido pela energia do Sol, como vimos anteriormente. Os movimentos atmosféricos, tanto das massas de ar como dos ventos e dos oceanos, além das correntes marítimas, também se realizam através da energia solar. Nós, também, dependemos dessa energia para viver.

Vimos que o Brasil está localizado numa região bastante privilegiada por receber grande quantidade de radiação solar, mas o aproveitamento desse recurso natural é muito discreto em nosso país.

Dependendo ainda de grande investimento de capital para que possamos desenvolver a tecnologia do aproveitamento do uso da energia solar. Os custos para tal investimento são muito elevados. No entanto, não restam dúvidas de que esse é um caminho para que possamos resolver inúmeros problemas da degradação do meio ambiente no mundo.

O Quadro 7.1, mostra *links* para consultas e pesquisas.



Para saber mais sobre as atuais perspectivas para a energia solar no Brasil, consulte os *links*:

<http://www.gasnet.com.br/conteudo/15775>

<http://noticias.terra.com.br/ciencia/brasil-tem-boas-perspectivas-no-mercado-de-energia-solar,56d836661fcea310VgnCLD200000bbcceb0aRCRD.html>

http://ambientes.ambientebrasil.com.br/energia/energia_solar/energia_solar_-_perspectivas_futuras.html

Quadro 7.1: Links para pesquisa

Instituição	Endereço
ANEEL	http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar%283%29.pdf http://www.aneel.gov.br/
Yahoo notícias – Carro familiar movido a energia solar (Holanda)	http://br.noticias.yahoo.com/fotos/carro-familiar-movido-%C3%A0-energia-solar-photo-1378752991833.html
UFMS	http://coral.ufsm.br/desp/geomar/dau3051/Fontesdeenergia.pdf

Fonte: Autor

Resumo

A radiação solar é a denominação dada à energia radiante emitida pelo Sol, sob a forma de luz e calor, é a principal fonte de energia e a base da vida no globo terrestre e o principal fator responsável pela dinâmica da atmosfera e pelas características climáticas da Terra.

Vimos também o aproveitamento, vantagens e perspectivas desse potencial solar, para utilização de energia limpa, porém com custos elevados.

Atividades de aprendizagem



1. (CEFET-PR) Em função das constantes discussões envolvendo as modificações climáticas e o aumento dos problemas ambientais, observa-se no contexto mundial o crescente uso de fontes consideradas alternativas de energia. Dentre as alternativas abaixo, assinale a única que contém somente fontes de energia alternativas.
 - a) Energia geotérmica, energia solar, energia eólica.
 - b) Energia solar, energia eólica, carvão mineral.
 - c) Energia nuclear, petróleo, álcool combustível.
 - d) Bagaço de cana, lenha, gás natural.
 - e) Carvão mineral, energia hidráulica e lenha.
2. Pesquise sobre alguma alternativa de consumo de energia limpa e renovável, que atenda ao desenvolvimento sustentável, na sua cidade ou região, desenvolva essa atividade no AVEA.
Exemplo em <http://www.youtube.com/watch?v=rar8FqMa38U>.

Aula 8 – Fenômenos globais atmosféricos e sistemas regionais

Objetivos

Apresentar os fenômenos globais atmosféricos e sistemas meteorológicos.

Identificar os sistemas meteorológicos regionais e suas oscilações.

8.1 El Niño e La Niña

O El Niño (EN) é o aquecimento da água do mar no Pacífico Equatorial da costa do Peru ao Equador até o oeste do Pacífico. O nome El Niño se refere ao Menino Jesus, pois desde o século XVI os pescadores do Peru e do Equador denominaram o aquecimento das águas do mar com esse nome, já que o aquecimento acontece próximo do natal em praticamente todos os anos. O contrário anti-El Niño ou La Niña (LN) é o oposto, ou seja, o resfriamento da água do mar no Pacífico Tropical desde a costa da América do Sul até o oeste do Pacífico.

A Oscilação do Sul (OS) é a variação anômala da pressão atmosférica tropical, sendo uma resposta aérea ao El Niño ou La Niña, associada a mudanças na circulação geral da atmosfera.

Uma das primeiras tentativas para descrever a natureza global da circulação atmosférica e das **teleconexões** foi realizada por Gilbert Walker (1923, 1924, 1928), ele introduziu o termo “Oscilação do Sul” no sentido de descrever variações interanuais de longo período em variáveis meteorológicas na superfície, como a pressão ao nível do mar, temperatura do ar e precipitação na região dos oceanos Índico e Pacífico. A Oscilação do Sul foi vista por Walker como uma gangorra no campo da pressão atmosférica sobre a região tropical do sul. Essa palavra foi, também, usada para diferenciar a OS das oscilações confinadas exclusivamente no hemisfério norte, como por exemplo uma outra oscilação na pressão atmosférica encontrada por Walker, a Oscilação do Atlântico Norte.

A-Z

teleconexões

Trata-se das alterações climáticas simultâneas em regiões distantes produzidas por trocas de circulação atmosférica, sua identificação e análise da sua influência na estrutura horizontal da circulação atmosférica pode ser útil para a compreensão da ocorrência de eventos anômalos em diversas região do globo.



Para saber mais sobre teleconexões, acesse: climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/esteleg.html

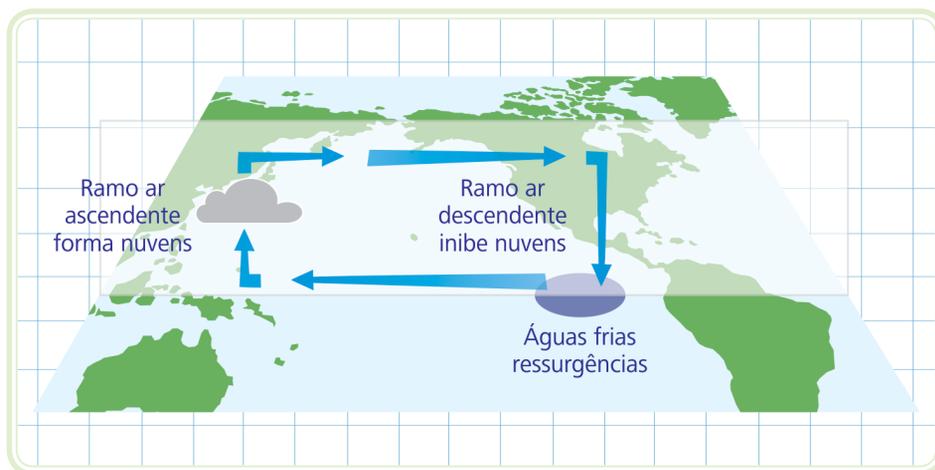


Figura 8.1: Padrão de circulação em todo o Pacífico Equatorial em anos normais

Fonte: CTISM, adaptado de http://www.funceme.br/produtos/script/chuvas/Grafico_chuvas_postos_pluviometricos/total-chuvas/el_nino/infotec/imagens/cwalker.jpg



Para saber mais sobre a Circulação de Walker, acesse: enos.cptec.inpe.br/animas/normal.html
enos.cptec.inpe.br/animas/el_nino.swf

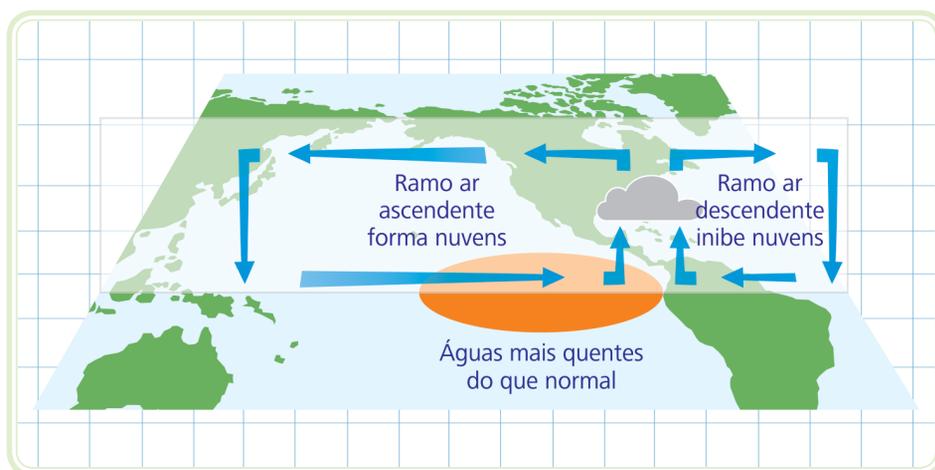


Figura 8.2: Esquema da atmosfera com El Niño

Fonte: CTISM, adaptado de http://www.funceme.br/produtos/script/chuvas/Grafico_chuvas_postos_pluviometricos/total-chuvas/el_nino/infotec/imagens/nino.jpg

Nos anos de El Niño, a pressão atmosférica tende a valores mais baixos no Pacífico Tropical Central e aumenta no restante da região tropical. Nesta região do Pacífico, os valores baixos da pressão, o aumento da evaporação e a mudança dos ventos alísios aumentam os movimentos ascendentes, formam mais nuvens e produzem mais chuvas. Os movimentos ascendentes acelerados e o calor latente de condensação, liberado no processo de formação das nuvens, modificam a circulação de Walker, provocando movimentos descendentes anômalos em outras partes da atmosfera tropical, principalmente no sentido zonal. Esses movimentos descendentes inibem a formação de nuvens e reduzem a precipitação, com secas em eventos moderados a fortes, como no caso da porção norte do Nordeste do Brasil e da Indonésia. Nas regiões extratropicais, a circulação da atmosfera e a corrente de jato também são alteradas, causando

o fenômeno de **bloqueio** e mudando a trajetória e intensidade dos sistemas frontais, aumentando as chuvas e naturalmente causando enchentes nos episódios moderados e fortes em regiões da América do Norte e América do Sul, como por exemplo no caso do sul do Brasil, Uruguai e norte da Argentina.

A-Z

bloqueio

É uma anomalia de alta pressão persistente em altos níveis em latitudes mais elevadas que o normal (que seria o cinturão de anticlones em torno de 30° de latitude). A presença deste anticiclone faz com que o escoamento zonal de oeste de altas latitudes desvie do sistema de alta pressão gerando uma circulação na direção meridional sentido pólo (tipo ômega invertido no hemisfério sul), ou ainda gerando no lado equatorial da alta um sistema de baixa pressão formando um padrão do tipo dipolo.

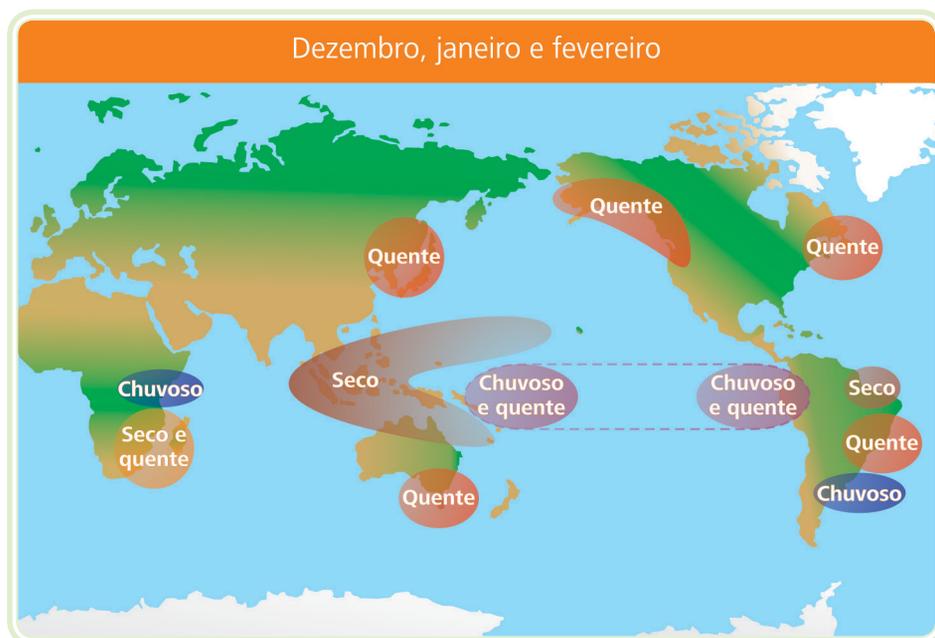


Figura 8.3: Efeitos globais do El Niño (dezembro, janeiro e fevereiro)

Fonte: CTISM, adaptado de http://enos.cptec.inpe.br/img/DJF_el.jpg

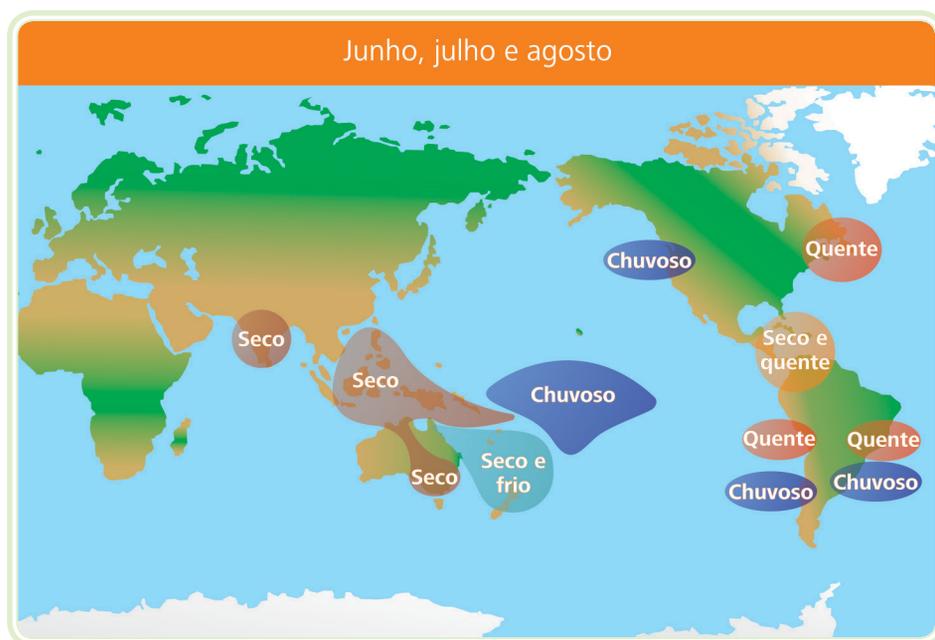


Figura 8.4: Efeitos globais do El Niño (junho, julho e agosto)

Fonte: CTISM, adaptado de http://enos.cptec.inpe.br/img/JJA_el.jpg

Nos anos de La Niña, conhecido também como anti-El Niño/Oscilação do Sul (anti-ENOS), a TSM (Temperatura da Superfície do Mar) no Pacífico Equatorial é resfriada e diminui no restante da região tropical. Os valores altos de pressão estão relacionados com a forte subsidência, o que inibe a formação de nuvens e reduz a precipitação. Essa subsidência no Pacífico Tropical está ligada à circulação de Walker, produzindo, também, movimentos ascendentes acelerados sobre o Nordeste do Brasil e sobre a Indonésia com chuvas em excesso. Nas regiões extratropicais, o comportamento da atmosfera é oposto aos ENOS.



Para saber mais sobre Oscilação 30-60, acesse:
<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/7.html>
<http://www.master.iag.usp.br/clima/intrasaz/wavelets.html>

Os episódios ENOS podem ser considerados muito fracos, fracos, moderados e fortes dependendo do valor máximo alcançado pelas anomalias de TSM, da área coberta no Pacífico e da sua duração.

Portanto, resumindo o ENOS, eles são um fenômeno global do oceano e da atmosfera. As anomalias climáticas relacionadas são persistentes e duram por vários meses, principalmente na atmosfera tropical (ARAGÃO, 1986). Os fatos são as secas na Indonésia, Austrália e do Nordeste do Brasil. Chuvas acima do normal ocorrem no Peru, Equador e Ilhas do Pacífico Central e Leste. Acontecem também anomalias em latitudes extratropicais, como as temperaturas acima do normal no Alasca, sudeste da Ásia, sul e sudeste do Brasil e chuvas acima do normal no sudeste e sul do Brasil, Uruguai e norte da Argentina.

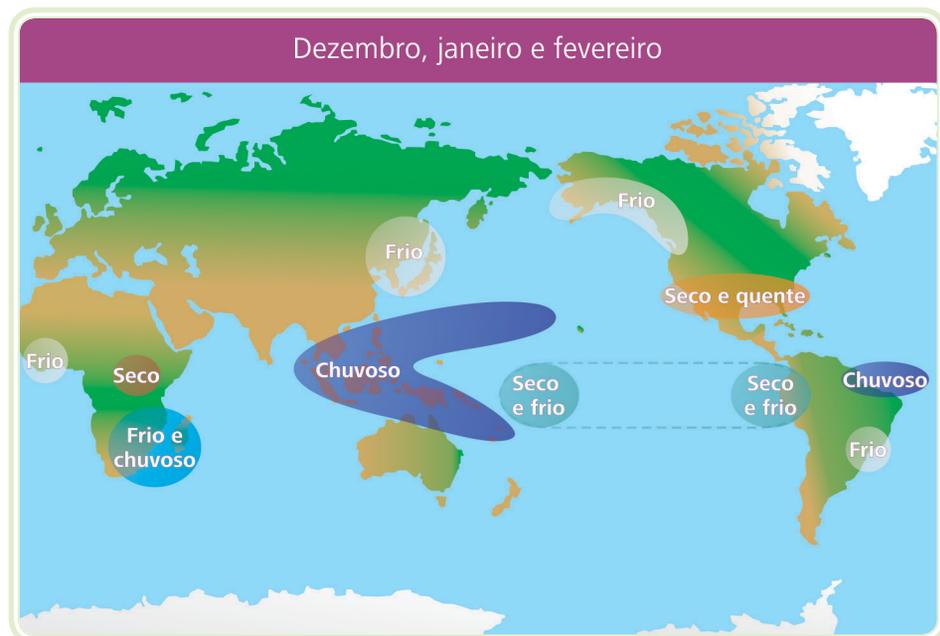


Figura 8.5: Efeitos globais da La Niña (dezembro, janeiro e fevereiro)

Fonte: CTISM, adaptado de http://enos.cptec.inpe.br/img/DJF_la.jpg

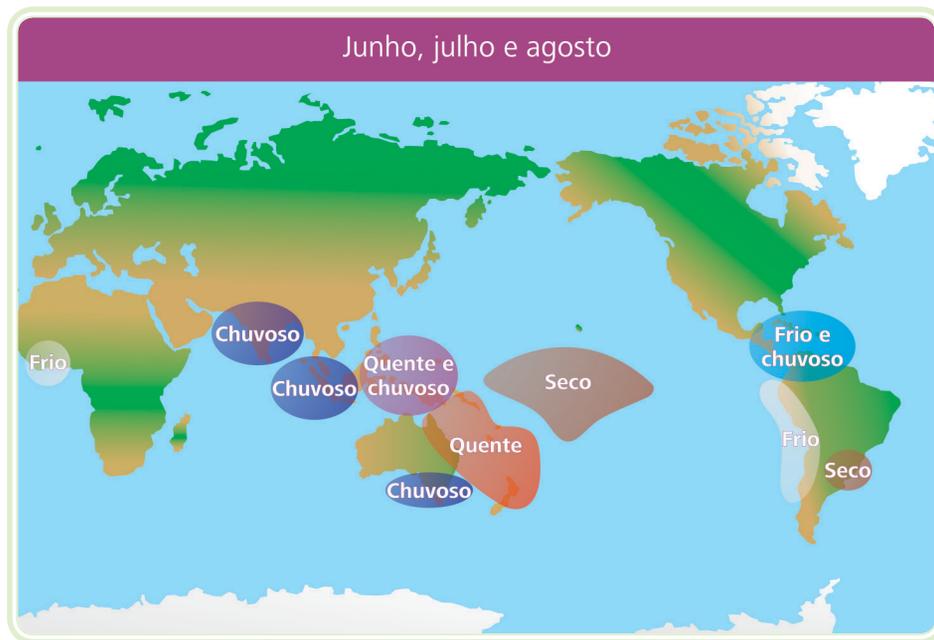


Figura 8.6: Efeitos globais da La Niña (junho, julho e agosto)

Fonte: CTISM, adaptado de http://enos.cptec.inpe.br/img/JJA_la.jpg

8.2 Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) pode ser identificada, na imagens (Figura 8.7), como uma banda de nebulosidade que se estende desde o sul da região Amazônica até a região Central do Atlântico Sul, ou ainda em padrões de distribuição de radiação de onda longa que está deixando a atmosfera que é usada para localizar a nebulosidade associada a ZCAS.

Os mecanismos que originam e mantêm a ZCAS não estão ainda totalmente definidos, porém, estudos indicam que esse sistema sofre influências de fatores remotos e locais. Aparentemente as influências remotas modulam o início, duração e localização da ZCAS, enquanto os fatores locais são determinantes para a ocorrência desse.

Este sistema meteorológico da ZCAS é responsável pela grande quantidade de chuva de verão entre as regiões Centro-Oeste, Sudeste, partes do Norte e do Nordeste. Essas nuvens estão associadas com chuvas ora fortes, ora moderadas, ora intermitentes, que persistem por no mínimo quatro dias e podem causar grandes transtornos, tais como alagamentos, inundações, desabamentos e transbordamentos. A ausência desse sistema causa forte redução nas chuvas nessas regiões, prejuízo financeiro com perdas na produção agrícola considerável, e alto risco de racionamento de água e de energia.

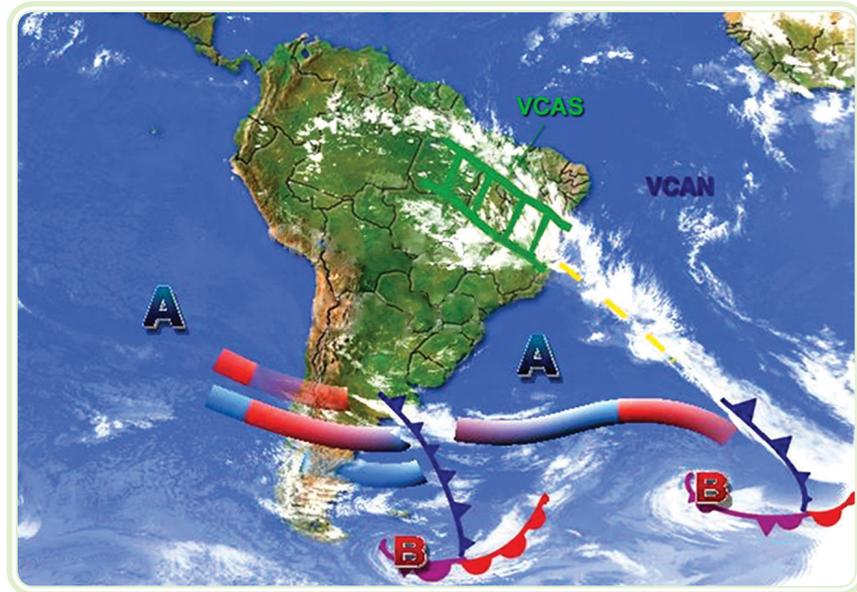


Figura 8.7: Imagem da ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul)

Fonte: CTISM, adaptado de <http://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml>

8.3 Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

A confluência dos ventos alísios do hemisfério norte (alísios de nordeste) e os do hemisfério sul (alísios de sudeste) é quem forma a ZCIT. O resultado dessa confluência ocasiona movimentos ascendentes do ar com elevado teor de vapor de água. Ao subir na atmosfera o vapor da água condensa dando origem ao aparecimento de nuvens numa faixa que é conhecida como tendo alta taxa de precipitação do globo terrestre. A ZCIT é facilmente reconhecida em imagens de satélites pela presença quase constante de nebulosidade próximo ao equador sobre os oceanos.

A ZCIT é o principal sistema de produção de chuvas na porção norte do Nordeste brasileiro, exceto no sul do estado da Bahia. Sua atuação no Nordeste se dá, principalmente, nos meses de março e abril, e, em muitos anos está presente nos meses de fevereiro e maio. Por outro lado, em anos nos quais a ZCIT não se apresenta sobre a região, nos meses de março ou abril, todos os estados sofrem com a redução de chuvas, principalmente o semiárido do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco.

Este sistema atmosférico, em geral, atua sobre uma região qualquer por um período de tempo superior a dois meses, ou seja, é um fenômeno tipicamente climático, com uma escala de tempo sazonal.

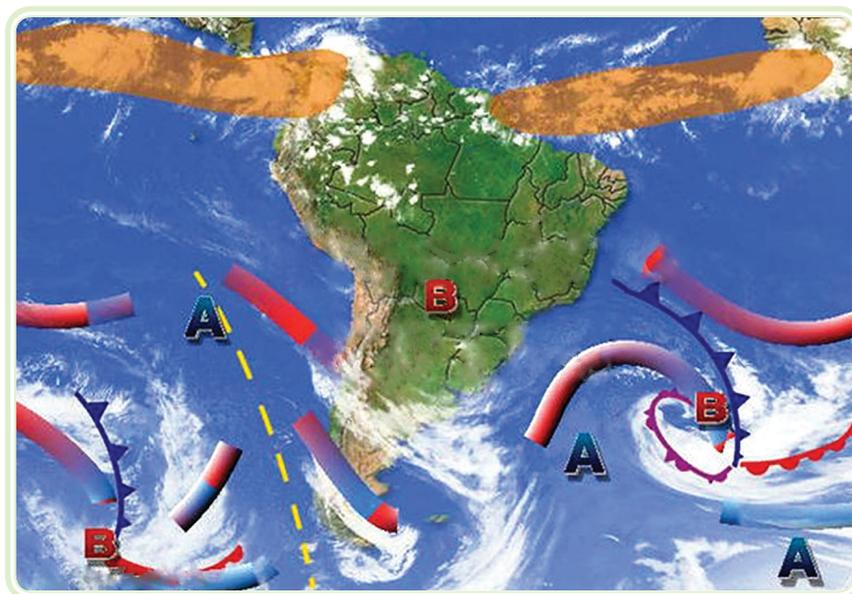


Figura 8.8: Imagem de satélite da ZCIT (Zona de Convergência Intertropical)

Fonte: CTISM, adaptado de <http://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml>

8.4 Dipolo do Atlântico

Em 1981, Moura e Shukla mostraram que existe um outro fenômeno oceânico atmosférico, conhecido como Dipolo do Atlântico, que causa variação de precipitação nas regiões Norte e Nordeste brasileiro e na África. O Dipolo do Atlântico é a mudança diferencial anômala das águas do Atlântico Tropical Norte e Atlântico Tropical e Equatorial Sul, mostrando um padrão de anomalias da TSM, causando precipitação sobre as regiões acima citadas. Esse fenômeno muda a circulação meridional da atmosfera e inibe ou aumenta a formação de nuvens, diminuindo ou aumentando a chuva. Quando as águas do Atlântico Tropical Norte estão mais quentes e as águas do Atlântico Equatorial e Tropical Sul estão mais frias, ocorrem movimentos descendentes anômalos sobre o leste do Amazonas, Nordeste brasileiro, oceano adjacente e alguns países da África Ocidental, inibindo a formação de nuvens e diminuindo a precipitação, podendo causar secas (Dipolo Positivo). Por outro lado, quando as águas do Atlântico Tropical Norte estão mais frias e as águas do Atlântico Tropical Sul estão mais quentes, existe aumento nos movimentos ascendentes anômalos sobre a porção leste da Amazônia, parte do Nordeste brasileiro, oceano adjacente e países da África Ocidental, intensificando a formação de nuvens e aumentando o índice pluviométrico (Dipolo Negativo).



Para saber mais sobre Dipolo do Atlântico, acesse:
<http://www1.cptec.inpe.br/buscasite.shtml#dipolo%20do%20atlantico%20mapa>

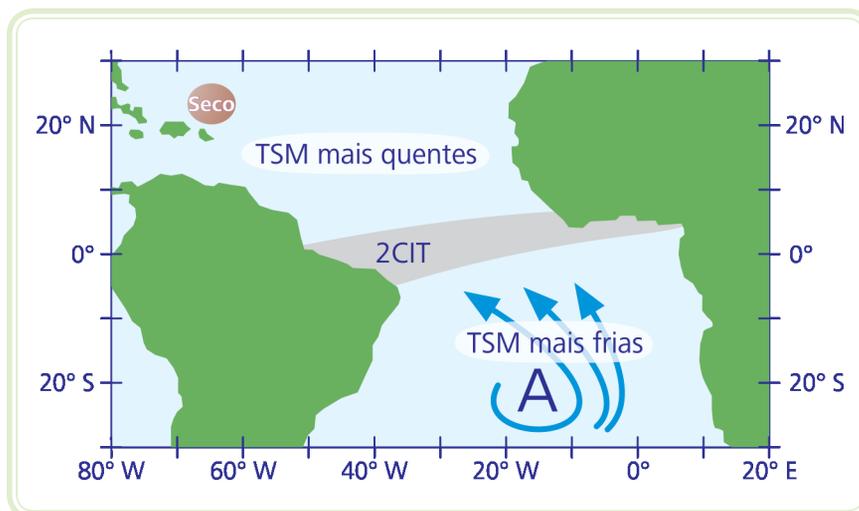


Figura 8.9: Dipolo Positivo

Fonte: CTISM, adaptado de <http://www.master.iag.usp.br/ensino/sinotica/aula01/DIPOLO2.gif>

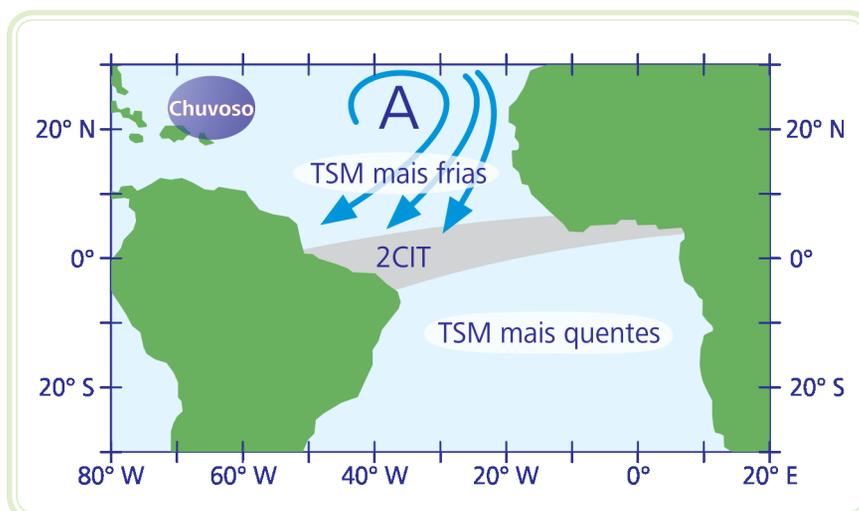


Figura 8.10: Dipolo Negativo

Fonte: CTISM, adaptado de <http://www.master.iag.usp.br/ensino/sinotica/aula01/DIPOLO1.gif>

8.5 Frentes frias

Adentrando no Brasil, as frentes frias provenientes de regiões subantárticas ou instabilidades causadas pelo avanço desses sistemas, representa o quarto principal mecanismo da produção de precipitação no Nordeste brasileiro e o principal para o sul e sudeste do Brasil e sul da Bahia. A frequência desses sistemas é de aproximadamente um a cada cinco dias no sul e sudeste brasileiro. Todavia, apenas alguns desses sistemas ou parte deles chegam mais ao norte. Dessa maneira, são escassos os sistemas que exercem influência no Nordeste brasileiro, produzindo chuvas na parte central, norte e leste da região, durante todo o ano, sendo que eles não possuem o gradiente térmico característico da região Sul e Sudeste do Brasil.



Para saber mais sobre frentes frias, acesse: <http://www1.cptec.inpe.br/buscasite.shtml#frentes%20frias>

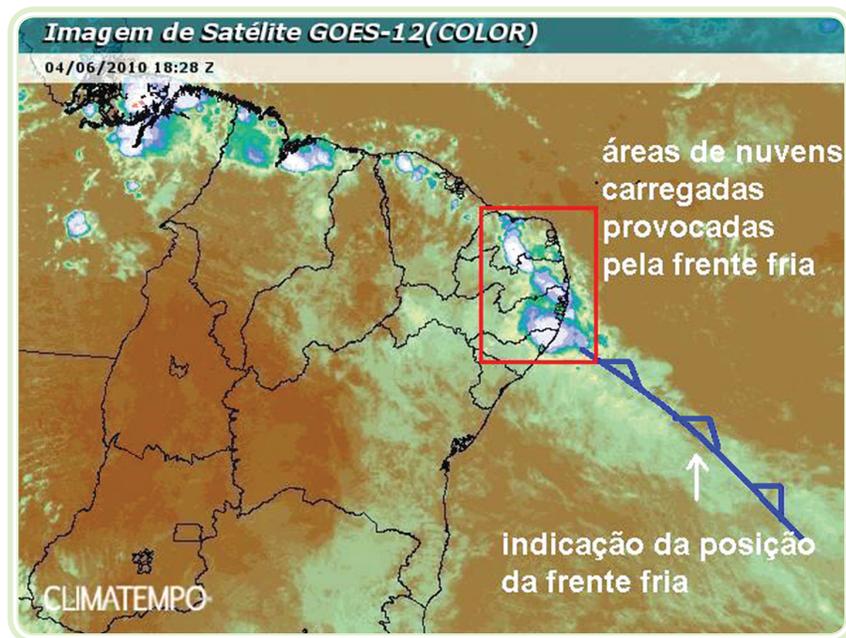


Figura 8.11: Frente fria atuando na região Nordeste do Brasil

Fonte: http://www.climatempo.com.br/destaques/wp-content/uploads/2010/06/nordeste_3.jpg

8.6 Brisas

As brisas são parte superficial de uma circulação térmica motivada pelo aquecimento diferencial dos oceanos e da superfície sólida da Terra, com áreas de movimentos ascendentes e descendentes e com movimentos horizontais contrários em baixos e altos níveis. Dando continuidade, o vento superficial sopra das áreas mais frias, onde a pressão atmosférica é maior, para as mais quentes, pressão menor, completando a circulação. A brisa é chamada terrestre quando o vento superficial (associado) sopra da terra para o mar, e marítima quando ocorre do mar para a terra. A brisa terrestre acontece de noite, pois a terra se esfria mais rápido que a água e marítima, ocorre durante o dia, devido ao aquecimento solar ser maior da terra com relação à água. Um fator importante na modulação das brisas na região tropical é a atuação dos ventos alísios que sopram, preferencialmente, no quadrante nordeste-sudeste.

Os sistemas de brisas são observados no litoral e Zona da Mata do Nordeste Brasileiro (NEB), durante todo o ano. Entretanto, são observadas com maior definição nos meses de outono e inverno, principalmente quando da atuação de sistemas meteorológicos que ocorrem nesta época do ano.

À noite, ocorre um processo inverso ao que se verifica durante o dia (Figura 8.12).



Para saber mais sobre brisas, acesse: <http://penta3.ufrgs.br/CESTA/fisica/calor/brisa.html>



Figura 8.12: Brisa marítima e terrestre

Fonte: CTISM

Resumo

Nessa aula, vimos os fenômenos climáticos globais do oceano e circulação atmosférica. A mudança diferencial anômala das águas do Atlântico Tropical Norte, Atlântico Tropical e Equatorial Sul, nas suas fases positivas e negativas do Dipolo, proporcionando consequências meteorológicas globais e regionais.



Atividades de aprendizagem

1. O conhecimento das características de todos os sistemas atmosféricos e as fontes de variabilidade de muitos deles é necessário para que os meteorologistas e pesquisadores possam fazer as previsões do tempo e também a descrição e previsões do clima. Sendo assim, caro aluno, faça uma pesquisa no *link* (http://www.funceme.br/produtos/script/chuvas/Grafico_chuvas_postos_pluviometricos/entender/entender2.htm) e comente sobre os sistemas meteorológicos que atuam no Nordeste Brasileiro (NEB).

Aula 9 – As previsões meteorológicas

Objetivos

Apresentar as previsões meteorológicas.

Entender tempo e sua distinção do clima.

Conhecer formas de realização de previsão meteorológica.

Descrever o grande valor da previsão meteorológica para o desenvolvimento socioeconômico.

9.1 Tempo e clima

Para entender os fenômenos meteorológicos e climáticos de determinadas regiões, é necessário que se tenha em mãos, não apenas os dados meteorológicos da região estudada, porém, também, os dados de pontos distantes do globo terrestre. Contudo é indispensável fazer uma distinção entre tempo e clima.

Quadro 9.1: Distinção entre tempo e clima

Termo	Definição
Tempo	O tempo é definido como um conjunto do estado das condições atmosféricas ou meteorológicas, ocorrido numa escala de tempo cronológico de poucas horas e alguns dias.
Clima	É definido a partir das médias observadas do tempo num longo período. A Organização Meteorológica Mundial – OMM da ONU, considera um período mínimo de 30 anos.

Fonte: Autor

Num mesmo dia, o tempo pode variar num determinado lugar, isto é, chove pela manhã, faz muito calor no período da tarde e a noite esfriar. Todos esses aspectos mudam todos os dias. Às vezes, ao longo de um mesmo dia ocorrem variações e esses aspectos se referem ao tempo atmosférico.

Entre os aspectos que nos permitem perceber o tempo atmosférico, podemos mencionar a temperatura do ar, se está mais frio ou mais quente e a umidade do ar, se está mais úmido ou mais seco, chovendo, se há nuvens ou o céu está claro.

O conhecimento do clima de qualquer região da superfície terrestre depende do estudo, durante anos seguidos, do comportamento dos elementos que formam o tempo. As variações atmosféricas são registradas diariamente, nas estações meteorológicas, diferentemente da previsão do tempo, pois só é válida para uma grande região.

Devemos saber que para fazer previsão do tempo, é necessário observar e registrar os fenômenos meteorológicos. Para isso, devemos ter o maior número possível de estações meteorológicas. O número dessas estações vem crescendo consideravelmente, no globo terrestre, o que possibilita uma melhor previsão dos fenômenos meteorológicos. Elas utilizam instrumentos cada vez mais sofisticados para que as previsões sejam mais precisas.

Então, as imagens dos satélites são captadas por antenas de recepção de dados atmosféricos, esses dados são analisados pelos meteorologistas que, além de fazer a previsão do tempo, estudam fenômenos, como por exemplos, a frequência e a duração de uma seca ou uma tempestade tropical, numa determinada região.

O Quadro 9.2 apresenta alguns ícones de previsão de tempo, porém, tais ícones não são padrões, ou seja, cada órgão ou centro de previsão usa o seu próprio conjunto de ícones.

Quadro 9.2: Mostra alguns ícones de previsão de tempo		
Ícone	Descrição	Texto
	Instável	Nebulosidade variável com chuva a qualquer hora do dia.
	Parcialmente nublado	Sol entre poucas nuvens.
	Chuvoso	Nublado com chuvas contínuas ao longo do dia.
	Predomínio de sol	Sol na maior parte do período.
	Encoberto	Céu totalmente encoberto, sem aberturas de sol.

Ícone	Descrição	Texto
	Nublado	Muitas nuvens com curtos períodos de sol.
	Céu claro	Sol durante todo o período. Ausência de nuvens.
	Nevoeiro	Gotículas de água em suspensão que reduzem a visibilidade.
	Neve	Vapor de água congelado na nuvem, que cai em forma de cristais e flocos.
	Nublado com pancadas à noite	Muitas nuvens com curtos períodos de sol e pancadas de chuva com trovoadas à noite.

Fonte: <http://tempo.cptec.inpe.br/~rtempo/legenda.shtml>

9.2 Instrumentos meteorológicos

A busca de conhecimentos concernentes ao tempo é um objetivo da especialização da ciência chamada meteorologia. Os fenômenos meteorológicos são estudados a partir das observações, experiências e métodos científicos de análise. Essa observação meteorológica é uma avaliação ou uma medida de um ou diversos parâmetros meteorológicos. As observações são sensoriais quando são adquiridas por um observador sem ajuda de instrumentos de medição, e instrumentais, em geral denominadas medições meteorológicas, quando são realizadas com instrumentos meteorológicos.

Assim, os instrumentos meteorológicos são utilizados para adquirir dados meteorológicos (termômetro/temperatura do ar, pressão atmosférica/barômetro, higrômetro/umidade relativa do ar, etc.).

A junção desses instrumentos em um determinado local é chamada estação meteorológica. E o conjunto dessas estações distribuídas por uma região, é denominado, rede de estações meteorológicas.



Para saber mais sobre o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, acesse: <http://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml#6>

Para saber mais sobre como é feita a previsão do tempo em uma estação, acesse: http://www.youtube.com/watch?v=FGFxUC_IM04

Quadro 9.3: Instrumentos meteorológicos

Instrumento	Finalidade
Anemógrafo	Registra continuamente a direção em (graus) e a velocidade do vento em (m/s), a distância total em (km) percorrido pelo vento com relação ao instrumento e as rajadas em (m/s).
Anemômetro	Mede a velocidade do vento em (m/s) e, em alguns tipos, também a direção do vento em (graus).
Barógrafo	Registra continuamente a pressão atmosférica em milímetros de mercúrio (mm Hg) ou milibares (mb).
Barômetro de mercúrio	Mede a pressão atmosférica em coluna de milímetros de mercúrio (mm Hg) e em hectopascal (hPa).
Evaporímetro de piche	Mede a evaporação, em mililitro (ml) ou em milímetros de água evaporada, a partir de uma superfície porosa mantida continuamente umedecida por água.
Heliógrafo	Registra a insolação ou a duração do brilho solar, em horas e décimos.
Higrógrafo	Registra a umidade do ar, em valores relativos, expressos em porcentagem (%).
Microbarógrafo	Registra permanentemente a pressão atmosférica, em milímetros de mercúrio (mm Hg) ou em hectopascal (hPa), numa escala maior que a do barógrafo, registrando as menores variações de pressão o que lhe confere maior precisão.
Piranógrafo	Registra continuamente as variações da intensidade da radiação solar global, em $\text{cal.cm}^2.\text{mm}^{-1}$
Piramômetro	Mede a radiação solar global ou difusa, em $\text{cal.cm}^2.\text{mm}^{-1}$.
Pluviógrafo	Registra a quantidade de precipitação pluvial, em milímetros (mm).
Pluviômetro	Mede a quantidade de precipitação pluvial, em milímetros (mm).
Psicrômetro	Mede a umidade relativa do ar, de modo indireto, em porcentagem (%). Compõe-se de dois termômetros iguais, um denominado termômetro de bulbo seco, e outro com bulbo envolvido em gazes ou cadarço de algodão mantido constantemente molhado, chamado termômetro de bulbo úmido.
Tanque evaporimétrico classe A	Mede a evaporação, em milímetros (mm), numa superfície livre de água.
Termógrafo	Registra a temperatura do ar, em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$).
Termohigrógrafo	Registra simultaneamente, a temperatura, e a umidade do ar, respectivamente em ($^{\circ}\text{C}$) e (%).
Termômetros de máxima e mínima	Indicam as temperaturas máxima e mínima do ar ($^{\circ}\text{C}$), ocorridas no dia.
Termômetros de solo	Indicam as temperaturas do solo, a diversas profundidades, em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

Fonte: http://www.inmet.gov.br/html/informacoes/sobre_meteorologia/instrumentos/index.html

9.3 Breve histórico dos instrumentos meteorológicos

Fatos históricos registram que os chineses produziram maneiras práticas para estudar e prever o clima. Eles pesavam um carvão seco e então o deixavam ao ar livre, após uma segunda pesagem, se o carvão estivesse mais pesado, era porque ele teria absorvido umidade e, então, havia possibilidade de chuva.

Séculos antes de Cristo, os gregos registraram o emprego dos primeiros pluviômetros, vasilhames para medir a quantidade de chuva por um determinado período de tempo.

Com o decorrer do tempo, novos aparelhos foram criados e desenvolvidos. O anemômetro, para medir a velocidade do vento, data do século XV. O barômetro, usado para medir a pressão atmosférica, é do século XVII. O século XVIII registra o invento do higrômetro, aparelho usado para medir a umidade do ar. O termômetro, por sua vez, é uma evolução de vários estudos e pesquisas durante esse período.

No mundo contemporâneo a tecnologia é amplamente utilizada na previsão do tempo. Só para citar alguns exemplos, aparatos tecnológicos utilizados compreendem sensores, radares, balões com instrumentos e satélites. Estação de superfície.

A localização deve permitir que os dados meteorológicos registrados sejam representativos da área em que se encontram instalados os instrumentos de medida. Deve estar afastada da influência de árvores e de edifícios. O funcionamento da estação deve ser contínuo (pelo menos dez anos).

A coleta de dados meteorológicos é automática e os instrumentos de medida registram dados em tempo real e ao longo do dia. Os sensores instalados permitem medir parâmetros meteorológicos que condicionam o estado do tempo meteorológico: pressão atmosférica; temperatura do ar; umidade relativa do ar; velocidade e sentido do vento; precipitação; radiação solar.

Estes sensores medem propriedades do ar que rodeia a superfície terrestre numa camada da atmosfera chamada troposfera que é a camada mais conhecida e mais importante para os meteorologistas, por condicionar o estado do tempo na Terra. Inicialmente, a transmissão das informações era feita via satélite. Atualmente é realizada, através da banda de celular. Logo, o avanço da tecnologia celular contribuiu para o progresso da previsão meteorológica. Via satélite, os dados eram transmitidos de três em três horas (era o tempo para a abertura de um canal público); via celular, as atualizações são feitas de 15 em 15 minutos. Algumas estações meteorológicas são alimentadas por painéis de energia solar.

9.4 Radares meteorológicos

Os NEXRAD são utilizados para detectar tempestades e tornados. Nem todos os radares são Doppler, existem radares com bandas diferentes, tais como X, C e S. São capazes de analisar nuvens e deslocamentos delas, portanto ajudam aeroportos a definir melhores rotas.



Para saber mais sobre estações meteorológicas, acesse:
http://www.inmet.gov.br/html/rede_obs.php

O radar Doppler de banda S é capaz de apontar a quantidade de gotas de chuva dentro de uma nuvem que está potencialmente em movimentação, prevendo e monitorando chuvas em detalhes. As medições envolvem uma área de até 480 km de raio. Os dados são obtidos a cada 7,5 minutos, praticamente em tempo real, e o radar é interligado ao sistema de estações em superfície.

Outros produtos que os radares fornecem são a projeção num plano horizontal dos dados de refletividade e a taxa de precipitação proveniente das menores altitudes de ocorrência do fenômeno. Também, a velocidade radial média ou largura espectral, obtida através de uma varredura em elevação em coordenadas polares, para um ângulo de azimute determinado.

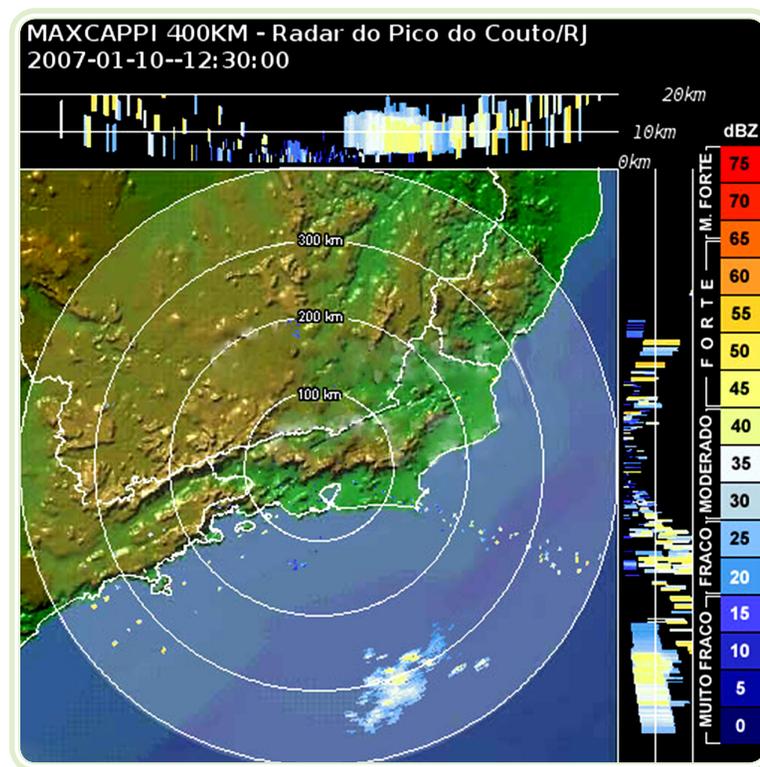


Figura 9.1: Radar do Pico do Couto/RJ

Fonte: http://www.cptec.inpe.br/~rwww1/glossario/img_glo/079.jpg

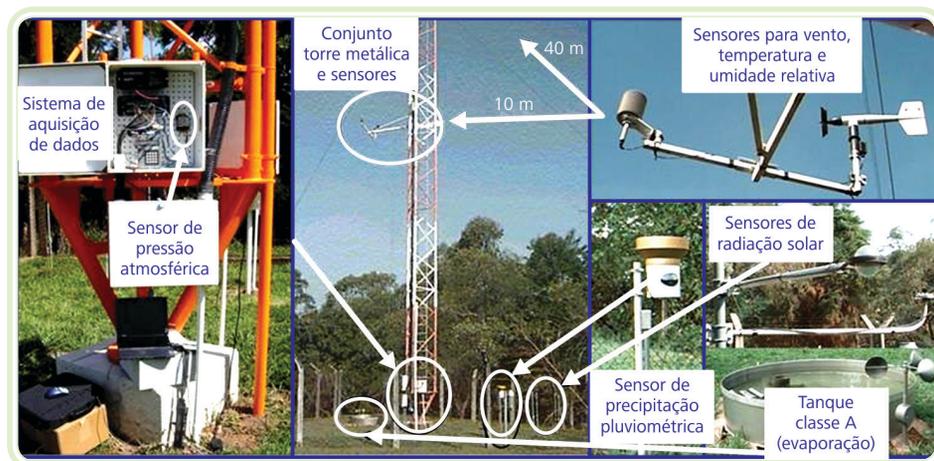


Figura 9.2: Instrumentação meteorológica e sistema de aquisição de dados

Fonte: CTISM, adaptado de http://www.cdtm.br/linhas_de_atuacao/Laboratorios/estacao-meteorologica.jpg

9.5 Satélites

As imagens de satélite são produzidas através de sensores que absorvem a energia emitida pelos corpos. Essas imagens podem ser mapeadas e as diferentes frequências captadas e retransmitidas pelo satélite que são visualizadas com cores diferenciadas, às quais, por sua vez, são relacionadas aos diversos tipos de situação, como a quantidade de chuva, o tipo de nuvens, a temperatura e concentração de umidade.

Um bom exemplo de método para realizar as previsões meteorológicas, são as novas tecnologias usadas nos satélites artificiais. Enquanto eles circundam ao redor da Terra, seus sensores monitoram continuamente, o que ocorre abaixo deles. Portanto, visualizando sempre a mesma área da Terra.

Há satélites geoestacionários e de órbita polar cobrindo altitude abaixo de 2.000 km. Os geoestacionários estão a mais de 30 mil quilômetros de altura e orbitam na mesma velocidade da Terra. Os de órbita polar estão posicionados mais próximos da Terra, portanto obtêm imagens mais aproximadas.

Satélites são capazes de mostrar a movimentação de nuvens, além da temperatura, vapor d'água e umidade.

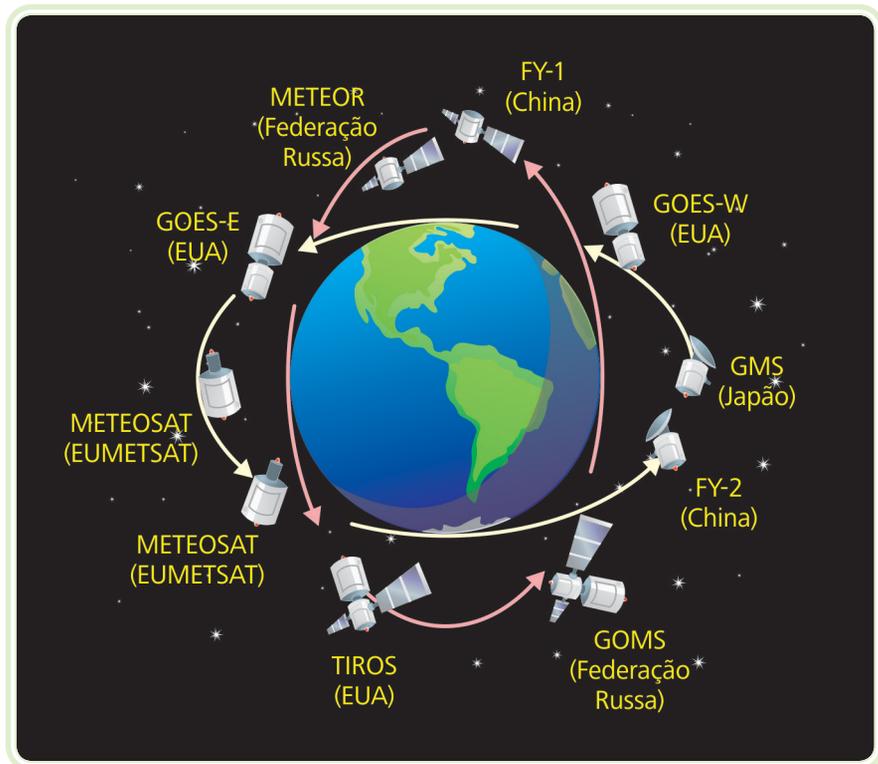


Figura 9.3 Vários satélite meteorológicos em operação

Fonte: CTISM, adaptado de http://1.bp.blogspot.com/_Qj6AII69Xg/TBlq5JtIRI/AAAAAAAAABE/FB_nOcuqyo/s1600/Satellites%25202%2520constellations.jpg

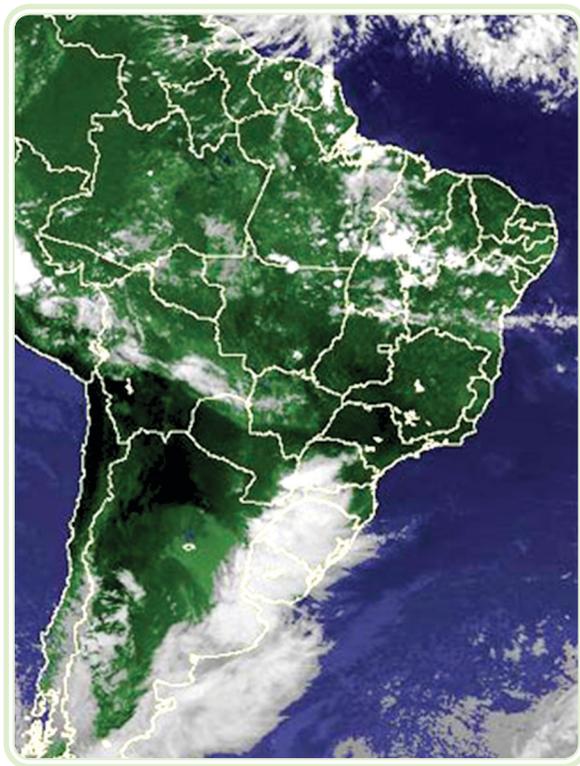


Figura 9.4: Imagem mostra temporal no sul da América do Sul

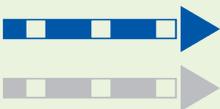
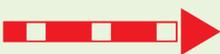
Fonte: <http://s.glbimg.com/jo/g1/f/original/2010/10/29/satelite291010.jpg>



Veja mais imagens no site:
<http://www.simepar.br/site/internas/conteudo/monitoramento/satelite/index.shtml>

Quadro 9.4: Legenda das imagens sinóticas

Imagem	Nome	Descrição
	Baixa pressão	Uma área de mínimo relativo de pressão que tem ventos convergentes (sopram em direção ao centro) e com rotação no mesmo sentido da rotação da Terra (horário no hemisfério sul). Também chamado de ciclone. É o oposto do anticiclone.
	Alta pressão	Uma área de máximo relativo de pressão que tem ventos divergentes (sopram do centro pra fora) e com rotação oposta à rotação da Terra (anti-horário no hemisfério sul). Também chamado de anticiclone.
	Vórtice ciclônico – VCAN	Vórtice ciclônico em altos níveis. Sistema de baixa pressão, de escala sinótica, que se forma na média e alta troposfera (entre 5 e 13 km de altitude).
	Vórtice ciclônico – VC	Vórtice ciclônico. Sistema de baixa pressão, de escala sinótica, que se forma na troposfera média (entre 3 e 5 km de altitude).
	Crista	Uma área alongada de pressão atmosférica elevada que está associada com uma área de máxima circulação anticiclônica. Oposto de cavado. Geralmente associado a melhoria nas condições do tempo com poucas nuvens e temperaturas relativamente mais elevadas.
	Cavado	Uma área alongada de baixa pressão atmosférica que está associada a uma área de circulação anticiclônica mínima. Oposto de crista. Geralmente está associado a mudanças no tempo com formação de nebulosidade e precipitação.
	Frente fria	A borda dianteira de uma massa de ar frio que está avançando em direção a uma massa de ar quente, deslocando a mesma. Com a passagem de uma frente fria a temperatura e a umidade caem, a pressão aumenta e o vento muda de direção. A precipitação está geralmente atrás da frente fria, podendo também formar-se áreas de instabilidade na linha ou na dianteira da frente fria.
	Frente quente	A borda dianteira de uma massa de ar quente que está avançando sobre uma massa de ar frio. Com a passagem de uma frente quente a temperatura e a umidade aumentam, a pressão aumenta e o vento muda de direção, porém não tanto como no caso da frente fria. A precipitação está geralmente, na dianteira da frente quente, onde também formam-se nevoeiros.
	Frente estacionária	Uma frente que está quase estacionária ou com muito pouco deslocamento. Também chamada de frente quase estacionária.
	Frente oclusa	Também conhecida como oclusão, é uma frente complexa formada quando uma frente fria alcança uma frente quente. Ela se forma quando três massas de ar termicamente diferentes se encontram. As características dessa frente oclusa vão depender da maneira como essas três massas de ar se encontrarem.

Imagem	Nome	Descrição
	Linha de instabilidade	As Linhas de Instabilidade (LI) são bandas de nuvens causadoras de chuva, normalmente do tipo cumulus e/ou cumulonimbus, organizadas em forma de linha. Geralmente associadas às ondulações frontais, formam-se pequenas depressões barométricas, ao longo das quais formações cumuliformes se desenvolvem e se deslocam, podendo resultar em chuvaradas intensas e localizadas.
	Frontogênese	Processo de formação de frente ou intensificação de uma frente existente. Isto acontece quando duas massas de ar adjacentes que exibem densidades e temperaturas diferentes se encontram pela ação dos ventos, criando uma frente. Poderia acontecer quando qualquer uma das massas de ar, ou ambas se movem sobre uma superfície que fortalece suas propriedades originais. Oposto de frontólise.
	Frontólise	É o processo de término ou "morte" de uma frente, quando a zona de transição está perdendo suas propriedades contrastantes. Oposto de gênese das frentes (frontogênese).
	Jato de baixos níveis	Sistema de vento com altas velocidades (acima de 10 ms ⁻¹), localizado entre um ou dois quilômetros acima da superfície, possuindo uma extensão horizontal de aproximadamente 500 km, dimensão esta, comum de escalas subsinóticas e mesoescala. O JBN corresponde a um processo eficiente de transporte de calor e de umidade das regiões tropicais para as latitudes médias, tendo como consequência a formação, ou intensificação, de tempestades severas (MARENGO; SOARES, 2002).
	Jato polar	Corrente de ventos fortes (com o mínimo de 150 km/h podendo atingir os 300 km/h) entre os 8 e 10 km de altitude, e nas latitudes entre 30°S e 70°S. JPN = Jato Polar Norte JPS = Jato Polar Sul
	Jato subtropical	Corrente de ventos fortes (com mínimo de 150 km/h podendo atingir os 300 km/h) acima dos 13 km de altitude, e nas latitudes de 20°S a 40°S.
	Alta da Bolívia	Sistema de alta pressão que se forma na alta troposfera (entre 10 e 13 km de altitude) no verão, sobre a América do Sul.
	ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul. Uma região de convergência de umidade em baixos e médios níveis que ocorre em uma faixa orientada de noroeste para sudeste atravessando o Brasil. Geralmente esta região está associada com abundante nebulosidade e precipitação que persiste no mínimo 3 dias e ocorre entre os meses de outubro e abril.
	ZCOU	Zona de Convergência. Uma região de convergência de umidade em baixos e médios níveis que ocorre em uma faixa orientada de noroeste para sudeste atravessando o Brasil. Geralmente esta região está associada com abundante nebulosidade e precipitação que atua no máximo 2 dias e ocorre entre os meses de outubro e abril.

Fonte: http://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=318&Itemid=426

9.6 Localização de raios

Este processamento se realiza por meio de um conjunto de antenas espalhadas em uma determinada área que detectam raios, também denominadas de estações remotas de recepção, sincronizadas por GPS.

Através da tecnologia, ou seja, sistema de rastreamento e posicionamento de raios, os meteorologistas recebem, em questão de nanossegundos, onde um raio caiu (em latitude e longitude), a corrente da nuvem até o solo e a claridade. A margem de erro é de apenas 500 metros segundo especialistas.

Um raio, relâmpago ou corisco é talvez a mais violenta manifestação da natureza. Numa fração de segundo, um raio pode produzir uma carga de energia cujos parâmetros chegam a atingir valores tão altos quanto: 125 milhões de volts/200 mil ampères/25 mil graus centígrados.

Embora nem sempre sejam alcançados tais valores, mesmo um raio menos potente ainda tem energia suficiente para matar, ferir, incendiar, quebrar estruturas, derrubar árvores e abrir buracos ou valas no chão.

Ao redor da Terra caem cerca de 100 raios por segundo. No Brasil, nas regiões Sudeste e Sul, a incidência é de 25 milhões de raios anualmente, sendo a maior quantidade no período de dezembro a março, que corresponde à época das chuvas de verão.



9.7 Balões meteorológicos e radiossondas

Estes instrumentos são largamente utilizados pela indústria aeronáutica. Eles são inflados com gás e usados para se estimar a direção e a velocidade dos ventos à medida que se eleva na atmosfera. Podem ser adicionados a eles instrumentos sensíveis à variação da pressão como o barômetro e à temperatura como o termômetro, além de um transmissor. Assim, este balão passa a ser chamado de radiossonda. Eles podem chegar a 30 mil metros de altura. São instrumentos cruciais para a aeronáutica, portanto aeroportos e órgãos relacionados os lançam com frequência em diversos lugares do mundo.



Para saber mais sobre balões meteorológicos, acesse:
http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=2587

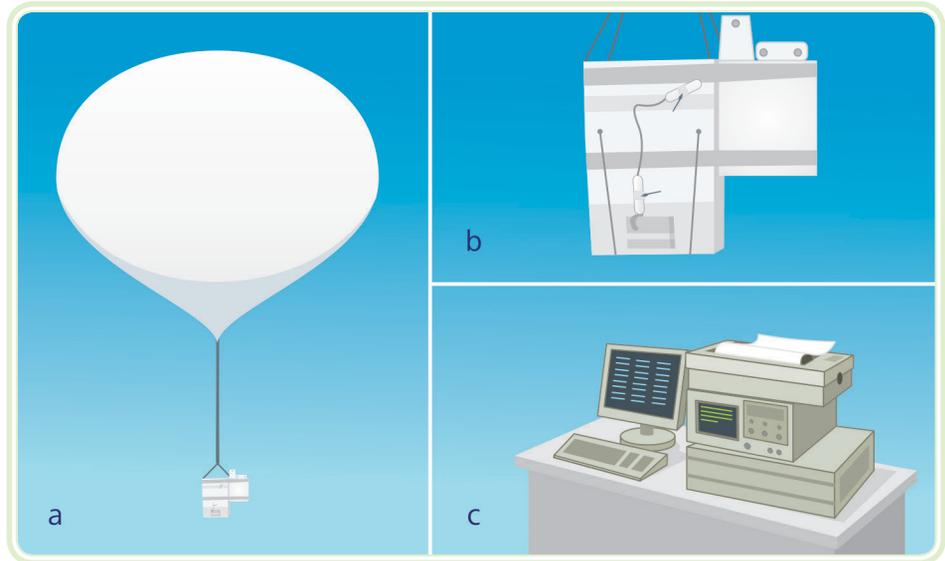


Figura 9.5: Sistema de radiossonda em Maxaranguape-RN
Fonte: CTISM

9.8 Boias meteorológicas

Cerca de mil boias estão espalhadas pela superfície dos oceanos. Em conjunto com navios, elas captam os dados a respeito de chuvas e ventos. As boias são essenciais no conhecimento da temperatura da superfície do mar, sendo esta uma informação fundamental para o monitoramento e a previsão do fenômeno El Niño – La Niña e para o clima de uma forma geral.

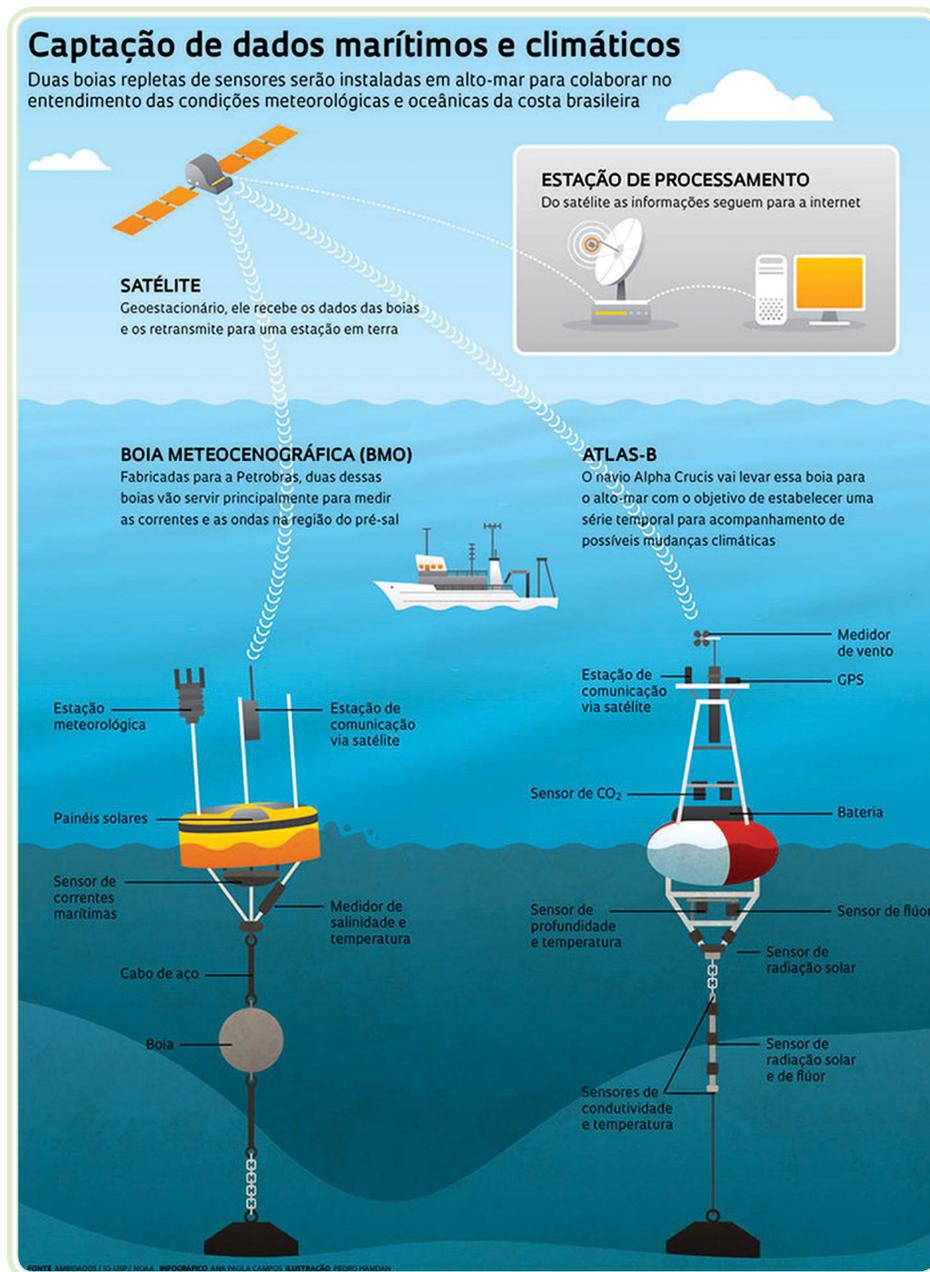


Figura 9.6: Boias fixa para monitorar fenômenos atmosféricos

Fonte: http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2012/08/17_boias_198.pdf

Resumo

Estudamos, nessa aula, a distinção entre tempo e clima, como fator fundamental para entender fenômenos meteorológicos e climáticos. Também, foram apresentados os ícones de previsão de tempo, descrição e o significado.

Vimos materiais e instrumentos utilizados na meteorologia, e a importância da previsão do tempo, proporcionando condições essenciais para auxiliar o desenvolvimento socioeconômico e ambiental.



Atividades de aprendizagem

1. Observe o mapa de previsão do tempo nas capitais do Brasil, publicado no jornal Folha de São Paulo, no dia 06 de agosto de 2010.

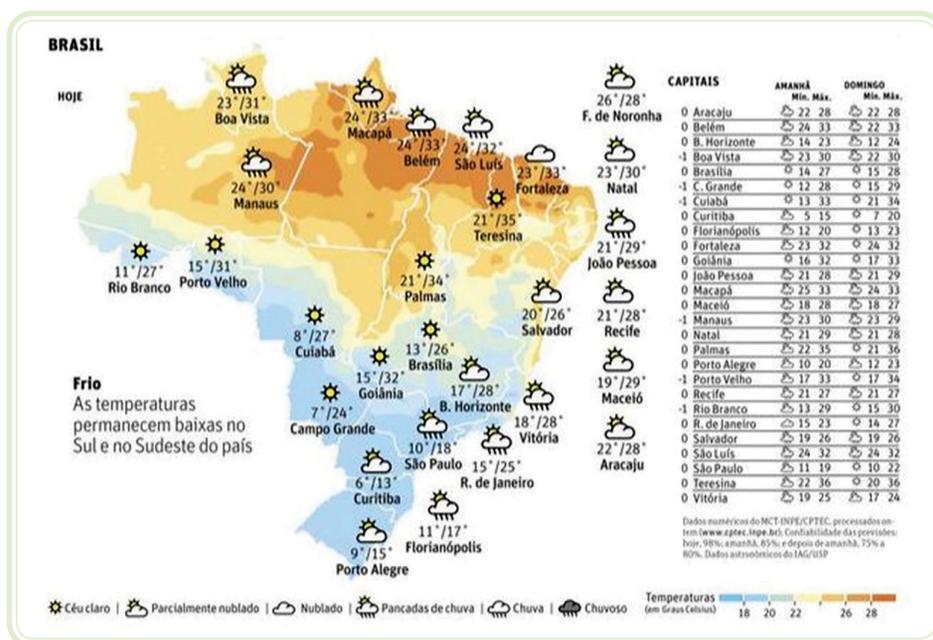


Figura 9.7: Previsão do tempo nas capitais do Brasil

Fonte: <http://acervo.folha.com.br/fsp/2010/08/06/15>

Realize as atividades solicitadas:

- a) Localize, no mapa, as legendas e diga o que elas indicam.
 - b) Que tempo estava previsto para a capital do seu estado neste dia?
 - c) Para quais capitais estava previsto céu claro?
 - d) Para quais capitais estava previsto o tempo parcialmente nublado?
 - e) Para quais capitais o tempo estaria nublado neste dia?
 - f) Para quais capitais foi previsto o tempo com chuva ou chuvoso?
 - g) Quantas ou quais capitais teriam pancadas de chuva?
2. Para entendermos os fenômenos meteorológicos e climáticos de uma região, é necessário os dados meteorológicos da região estudada, como também de pontos distantes do globo terrestre. Caro aluno, aqui, então, é muito importante fazer uma distinção entre **tempo** e **clima**:

3. (UFMG) Leia o texto:

O tempo é uma combinação efêmera (um instante ou alguns dias), porém concreta. É uma realidade na escala da vida humana e a observação direta permite apreendê-la rapidamente. O clima, pelo contrário, só é percebido após um estudo paciente e metódico de um longo período de tempo que, segundo a Organização Meteorológica Mundial – OMM, para o clima atual, deve compreender 30 anos. O clima, como o tempo, resulta de uma combinação de elementos atmosféricos, mas é a combinação de tendência dominante e permanente (vale dizer, de elementos generalizáveis) da atmosfera de um lugar. Assim, pode-se dizer que o tempo deste inverno foi relativamente quente, menos seco, em Belo Horizonte (combinação acidental), mas que o clima nessa cidade se caracteriza por invernos frescos, secos, ensolarados (combinação habitual durante vários séculos e que resulta da repetição de influências dominantes que determinam o tempo nesta cidade) (PEDELABORDE, 1970, p. 19) (Texto traduzido e adaptado).

Com base na leitura desse trecho, todas as seguintes conclusões estão corretas, **exceto**:

- a) A confusão entre tempo e clima é comum e, frequentemente, usa-se o termo clima para denominar estados atmosféricos de curta duração.
- b) O autor defende a ideia de que a compreensão do clima, por se constituir ele uma generalização, é mais difícil que a do tempo.
- c) O clima de um lugar é o resultado de fatos atmosféricos, desde que eles se repitam, habitualmente, durante anos.
- d) O tempo meteorológico e o clima resultam de combinações de elementos atmosféricos específicos, diferenciados em sua origem.

4. Assista o vídeo “Como é feita a previsão do tempo” em:

<http://www.youtube.com/watch?v=9zh9kolfrE8> e responda no AVEA:

- a) Com base no vídeo, explique qual o papel dos avanços da ciência e da tecnologia no alerta de episódios meteorológicos e na melhoria da qualidade de vida das pessoas.
- b) O que as novas tecnologias representam para o mundo atual, e a sua importância na previsão do tempo.

Aula 10 – A meteorologia e as novas tecnologias

Objetivos

Apresentar histórico da meteorologia.

Demonstrar instrumentos e materiais meteorológicos.

Conhecer a tecnologia usada na meteorologia e as instituições nacionais e internacionais do ramo.

10.1 A importância das previsões meteorológicas

O foco de estudo da meteorologia é a investigação dos fenômenos observáveis relacionados com a atmosfera. Os eventos atmosféricos que são observáveis somente em um amplo período de tempo são o foco de estudo da climatologia. Os fenômenos meteorológicos estão relacionados com variáveis que existem na atmosfera, que são principalmente a temperatura, a pressão atmosférica e a umidade do ar, suas relações e as suas variações com o passar do tempo. A maior parte dos eventos meteorológicos ocorre na troposfera, a camada mais baixa da atmosfera terrestre, e podem afetar o planeta Terra como um todo ou afetar apenas uma pequena região, e, para isso, a meteorologia foi subdividida para melhor estudar os eventos meteorológicos em escala global, ou eventos estritamente locais.

A meteorologia faz parte de um conjunto de ciências atmosféricas. Faz parte deste conjunto a climatologia, a física atmosférica, que visa às aplicações da física na atmosfera e a química atmosférica, que estuda os efeitos das reações químicas decorrentes na atmosfera. A própria meteorologia pode se tornar uma ciência interdisciplinar quando se funde, por exemplo, com a hidrologia, tornando-se a hidrometeorologia, que estuda o comportamento das chuvas numa determinada região, ou pode se fundir com a oceanografia, tornando-se a meteorologia marítima, que visa ao estudo da relação dos oceanos com a atmosfera.

As aplicações da meteorologia são bastante amplas, podendo ser bem planejadas nos sistemas de energia renováveis em geral. Na agricultura, que é



Para saber mais sobre previsão numérica, acesse: <http://previsaonumerica.cptec.inpe.br/golMapWeb/DadosPages?id=Eta15>

dependente da meteorologia, na política energética hidroelétrica de uma determinada região, que depende de sua bacia hidrográfica e que é importante a previsão do tempo para monitorar sua vazão. Estratégias militares e a construção civil, também, dependem da meteorologia, ou seja, a previsão do tempo influencia o cotidiano de toda a sociedade.

As previsões do tempo e das variações climáticas desempenham uma nova prática e excepcional ferramenta para o desenvolvimento sustentável, à medida que surgirão melhorias significativas no manejo dos recursos naturais e de energia renovável, e naturalmente na qualidade de vida para população em geral.

A partir das previsões meteorológicas, a sociedade humana pode ter um pouco de mais de segurança quanto à ocorrência de fenômenos atmosféricos que acarretam desastres naturais, tais como: alagamentos, deslizamentos de morros ou até mesmo de seca prolongada. A previsão do tempo também é muito importante para a logística em geral, principalmente para os transportes, tendo em vista que abrange todo o planeta, em diferentes latitudes.

Os organismos estaduais, nacionais e mundiais que tratam de meteorologia, tem tido resultados consideráveis nas previsões dos ciclos dos diversos fenômenos globais, por meios de simulações e de evolução dos fenômenos físicos da relação oceano-atmosfera. Dessa forma, vários modelos de previsão de tempo e previsão climática para o Brasil e suas regiões, já estão em operação.

A-Z

sinóptica

Do grego *synoptikos*, que significa elaborar uma visão geral de um todo. Padronização de horários para as observações e junção das informações coletadas (inicialmente via telégrafo) – posterior confecção de mapas sinóticos ou cartas sinóticas, limitação na escala horizontal mínima dos fenômenos dada pela distância entre as estações de superfície (normalmente em aeroportos). Para a meteorologia, este termo é utilizado em termos do contexto de dimensões horizontais e tempos de duração de fenômenos atmosféricos como ciclones e anticiclones extratropicais, cavados e cristas no escoamento baroclínico de oeste, zonas frontais e jatos.

No Brasil, o Centro de Previsão e Estudos Climáticos (CPTEC), pertencente ao Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), vem trabalhando nesse sentido, com modelos de **previsão numérica** de tempo, de curto e médio prazo, em escala global e também regional, pelos quais necessitam de aferição e aprimoramento por meio de “*feed back*” observacional em tempo real.

Os referidos modelos são utilizados para as previsões do tempo e climáticas e permitem previsões com acertos de cerca de 80 % nos últimos três dias, pois acima de três dias de previsões o acerto cai rapidamente e para a previsão climática a forma de avaliar o índice de acerto é diferente e bem abaixo do nível de acerto da previsão do tempo, mediante interpretação dos resultados por meteorologistas especializados em **sinóptica** dinâmica e utilizando-se os dados históricos das evoluções dos diversos eventos atmosféricos.

O Instituto Nacional de Meteorologia, também, operacionaliza no Brasil o modelo de previsão numérica de tempo.

10.2 As formas de realizar as previsões

As previsões de tempo e de variações climáticas representam uma moderna e importante ferramenta para o desenvolvimento sustentável, socioambiental e econômico, à medida que ensejarão melhorias substanciais no manejo dos recursos naturais de utilização nos sistemas de energias renováveis para a melhoria da qualidade de vida das populações, principalmente nas regiões mais vulneráveis aos impactos das variabilidades climáticas globais.

No caso do Brasil, um país tão imenso e carente de planejamento, o conhecimento futuro das condições de tempo e clima trará grandes benefícios a áreas como a da defesa civil, a do setor energético, do gerenciamento dos recursos hídricos, dos transportes em geral, do abastecimento e logística geral, do turismo, do lazer, e tantas outras áreas do conhecimento, como a mobilidade urbana. A melhoria da qualidade de vida do brasileiro, o ordenamento da sociedade e o crescimento da economia dependem da meteorologia.

Quadro 10.1: Links para pesquisas

Instituição	Endereço
Sistema de Meteorologia do Estado do Rio de Janeiro	http://www.simerj.rj.gov.br
REDEMET – Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica	http://www.redemet.aer.mil.br
UNESP/IPMET	http://www.ipmet.unesp.br
FUNCEME	http://www.funceme.br

Fonte: Autor

10.3 Computadores e supercomputadores

Computadores de alto nível de desempenho são utilizados para reunir e interpretar dados e imagens que chegam, tanto de estações quanto de satélites e outros aparelhos. Os computadores, também, processam e modelam a atmosfera e sistemas meteorológicos a fim de fazer previsões e mapas tridimensionais.

As previsões são feitas a partir de equações físico-matemáticas que tentam representar a física da atmosfera terrestre. No caso de modelos de escala global, a previsão é de até quinze dias, separados em intervalos de seis em seis horas. A previsão é considerada boa para até três dias. Trata-se de um modelo, então, onde vale muito o conhecimento do meteorologista, que vai interpretar o modelo.

Os computadores de alto desempenho são adequados à realidade de um centro regional qualquer. São capazes de armazenar dados de descargas atmosféricas, estações meteorológicas, estações hidrológicas, radares e de processar simulações numéricas e também previsões numéricas de previsão do tempo.

Órgãos de maior relevância necessitam de supercomputadores, uma vez que reúnem informações de centenas de centrais e processam modelos de escala global. Como também, elaboram cenários climáticos para anos à frente, o que exige processamento extraordinário.



Figura 10.1: Supercomputador do CPTEC busca dar mais precisão a meteorologia

Fonte: http://agencia.fapesp.br/superprevisao_do_tempo__pergunte_ao_tupa/13249/

10.4 A OMM e o Brasil

A Organização Mundial de Meteorologia (OMM) tem o intuito de organizar as inúmeras pesquisas meteorológicas, interligando os dados obtidos por quase 200 membros. É o organismo das Nações Unidas voltado para o clima e assuntos correlatos.

O Brasil é membro da OMM e, assim como outros membros, disponibiliza seus dados na rede. Assim, os dados obtidos tornam-se visíveis aos países parceiros.

No Brasil, diversos órgãos públicos e privados fazem a previsão do tempo. Nacionalmente, os principais são o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) – a que tem o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, CPTEC –, e o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

O INMET tem sede em Brasília e administra mais de 400 estações pelo país. Dez distritos regionais recebem, processam e enviam dados para a Sede, que os reenvia por satélite para todo o mundo. Além dos órgãos nacionais, há também os centros e institutos estaduais.

A estrutura de centros meteorológicos atuais já é pensada para que alertas sejam emitidos o mais rapidamente possível. Em várias cidades brasileiras, por exemplo, há serviços para que as pessoas recebam alerta sobre inundações em rios, por exemplo.

Apesar do avanço, há que se considerar que a previsão do tempo é um esforço coletivo, um trabalho de alcance a nível global. Cada parte desse todo conta (ou deveria contar) com a tecnologia necessária para um objetivo localizado, a tecnologia é importante e necessária, mas não há uma ligação direta em se ter tecnologia de ponta e resultados excelentes. No final, o ser humano é que faz a diferença no resultado de uma previsão de tempo ou alerta meteorológico.

Os Quadros 10.2 e 10.3 mostram *links* para pesquisas complementares.

Quadro 10.2: Links governamental e intergovernamental	
Instituição	Endereço eletrônico
OMM	http://www.wmo.ch/
IPCC	http://www.ipcc.ch/
INPE	http://www.inpe.br/ http://satelite.cptec.inpe.br/home/
INMET	http://www.inmet.gov.br/
CPTEC	http://www.cptec.inpe.br/
CEPAGRI-UNICAMP	http://orion.cpa.unicamp.br/
MCTI	http://www.mct.gov.br/

Fonte: Autor

Quadro 10.3: Links indicados para pesquisas	
Instituição	Endereço eletrônico
INPE	http://www.ccst.inpe.br/ http://www.crn2.inpe.br/ http://www.dgi.inpe.br/ http://satelite.cptec.inpe.br/home/ http://www.obt.inpe.br/
Órgãos e instituições nacionais	http://www.aneel.gov.br/ http://www.climerh.rct-sc.br/ http://www.decea.gov.br/ http://www.funceme.br/ http://www.itep.br/meteorologia/index.html http://www.nemrh.uema.br/ http://www.redemet.aer.mil.br/ http://www.simepar.br/ http://www.simerj.rj.gov.br/
Universidades	UFAL – http://www.ccen.ufal.br/met/ UFPA – http://www.ufpa.br/ UFPEL – http://www.ufpel.tche.br/ UNESP/IPMET – http://www.ipmet.unesp.br/ USP/IAG – http://www.iag.usp.br/iag.html UFSM – http://www.ufsm.br/meteorologia

Fonte: Autor

Resumo

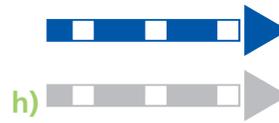
Nessa aula vimos: um breve histórico sobre a previsão do clima e tempo. Estações meteorológicas e seus equipamentos, boias, satélites e computadores que monitora a previsão do tempo recebendo e transmitindo informações a nível global.

Conhecemos, também, instituições nacionais e internacionais que transmitem dados meteorológicos para redes de todas as partes do globo.



Atividades de aprendizagem

1. Identifique os símbolos sinóticos a seguir:



k) VCAN



2. Analise as Figuras 8.7 (ZCAS) e 8.8 (ZCIT) da Aula 8 e responda:
- a) Observe as imagens e faça uma descrição das ocorrências analisadas nos episódios sinóticos encontrados.
 - b) Ao observar as imagens, o que mais chamou a sua atenção?

Referências

ARAGÃO, J. O. R. A influência dos oceanos Pacífico e Atlântico na dinâmica do tempo e do clima do nordeste do Brasil. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; NEUMANN-LEITÃO; COSTA, M. F. da (Org.). **Oceanografia um cenário tropical**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2004. cap. X.

_____. O impacto do ENOS e do Dipolo do Atlântico no nordeste do Brasil. **Bull. Inst. Études Andines**, v. 2, n. 3, p. 839-844, 1998.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Tradução Maria Juraci Zani dos Santos. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Energia solar**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/energia/energias-renovaveis/energia-solar>>.

CERQUEIRA, W. de. Energia Solar. **Brasil Escola**. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/energia-solar.htm>>.

_____. Fontes de Energia. **Brasil Escola**. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/fontes-energia.htm>>.

CPTec. Centro de Previsão de Tempo e Estudo Climáticos. **Satélites**. Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml#25>>.

FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO. **Novo Telecurso Ensino Fundamental – Geografia**. 1. ed. São Paulo: Editora Gol, 2009.

IMPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação. **Balões meteorológicos farão medidas no interior da Amazônia pelo projeto chuva**. 22 jun. 2011. Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=2587>.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Rede de estações**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/rede_obs.php>.

KAYANO, M. T. Oscilações de Madden & Julian – Oscilações intrasazonais ou oscilações de 30-60 dias. **Climanálise** – Boletim de monitoramento e análise climática. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/7.html>>.

MARENGO, J. A.; SOARES, W. R. Episódio de jatos de baixos níveis ao leste dos Andes durante 13-19 de abril de 1999. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 35-52, jan. 2002. Disponível em: <http://www.rbmet.org.br/port/revista/revista_edicao.php?id_edicao=59>.

MARTINS, G. M. **Introdução às instalações e infraestrutura**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, jun. 2013. Material didático. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/desp/geomar/dau3051/Fontesdeenergia.pdf>>.

MASTER. Meteorologia Aplicada a Sistemas de Tempos Regionais – IAG/USP. **Variabilidade intrasazonal**. Disponível em: <<http://www.master.iag.usp.br/clima/intrasaz/wavelets.html>>.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 17, n. 1, p. 1-10, jun. 2002.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

PEDELABORDE, P. **Introduction a l'étude scientifique du climat**. Paris: SEDES, 1970.

SILVEIRA, E. da. Boias ao mar. **Pesquisa FAPESP**, n. 198, ago. 2012. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2012/08/10/boias-ao-mar/>>.

SIMEPAR. Tecnologia e Informações Ambientais. **Satélite – GOES**. Disponível em: <<http://www.simepar.br/site/internas/conteudo/monitoramento/satelite/index.shtml>>.

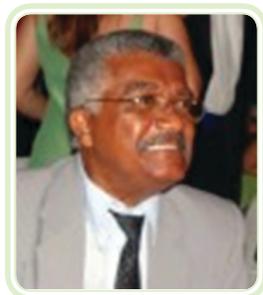
TERRA, L.; COELHO, M. A. **Geografia geral: o espaço natural e socioeconômico**. São Paulo: Moderna, 2005.

TULLOCH, J. **Os dez melhores países que utilizam energia eólica, de acordo com a capacidade instalada em 2009**. Allianz. Disponível em: <<http://sustentabilidade.allianz.com.br/energia/?747/Os-dez-melhores-paises-em-energia-eolica>>.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e climatologia**. 2. ed. Brasília: INMET, 2001.

VISENTINI, J. W.; VLACH, V. **Geografia crítica: o espaço natural e a ação humana**. São Paulo: Ática, 2002.

Currículo do professor-autor



Evaldo Vieira de Oliveira é formado em Licenciatura Plena em Geografia, na Fundação de Ensino Superior de Olinda (1993), pós-graduado no curso de Especialista em Educação Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco (2000), Extensão Universitária: Tutoria *on-line* EaD – SENAC/PE. Ecologia de Ambiente Costeiro e Ecossistemas Marinhos – UFPE. Educação Fiscal – ESAF. Direitos Humanos e Mediação de Conflitos – SDH/PR. Eco Pedagogia – ITEP/SUAPE. Pedagogia Ambiental – ITEP/SUAPE, Formação de Educadores Pró-jovem Urbano – FADURPE. Qualificação profissional: atua nos campos de ensino das Ciências Humanas, orientador de aprendizagem em projetos e programas federal e estadual para inclusão de jovens e adultos no processo interdisciplinar, conteudista, formador em tutoria, planejamento pedagógico e metodologia de plano de ação escolar, coletânea e consolidação de planilhas de acompanhamento e monitoramento de programas de gestão e técnico educacional. Estruturação de trabalho administrativo com planejamento e acompanhamento de processos contratuais com clientes internos e externos, fornecedores, compras, recebimento, expedição, transporte, estoque e armazenamento de material (logística). Facilitador de grupo de qualidade total 8S e abertura de processo contínuo de desenvolvimento humano. Endereço para acessar o CV na plataforma Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0678481268942397>.