



Geografia

Climatologia

Érika Gomes Brito
Marcus Vinicius Chagas da Silva
Andrea Bezerra Crispim



Geografia



História



Educação Física



Química



Ciências Biológicas



Artes Plásticas



Computação



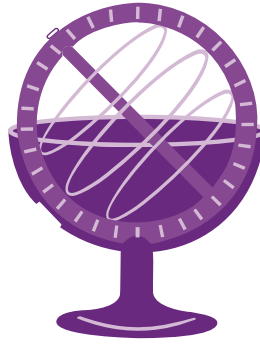
Física



Matemática



Pedagogia



Geografia

Climatologia

Érika Gomes Brito
Marcus Vinicius Chagas da Silva
Andrea Bezerra Crispim

Fortaleza - Ceará

1ª Edição



2019



Geografia



História



Educação
Física



Química



Ciências
Biológicas



Artes
Visuais



Computação



Física



Matemática



Pedagogia

Copyright © 2019. Todos os direitos reservados desta edição à UAB/UECE. Nenhuma parte deste material poderá ser reproduzida, transmitida e gravada, por qualquer meio eletrônico, por fotocópia e outros, sem a prévia autorização, por escrito, dos autores.

Editora Filiada à



Presidente da República

Jair Messias Bolsonaro

Ministro da Educação

Abraham Bragança de Vasconcelos Weintraub

Presidente da CAPES

Abílio Baeta Neves

Diretor de Educação a Distância da CAPES

Carlos Cezar Modernel Lenuzza

Governador do Estado do Ceará

Camilo Sobreira de Santana

Reitor da Universidade Estadual do Ceará

José Jackson Coelho Sampaio

Vice-Reitor

Hidelbrando dos Santos Soares

Pró-Reitora de Graduação

Marcília Chagas Barreto

Coordenador da SATE e UAB/UECE

Francisco Fábio Castelo Branco

Coordenadora Adjunta UAB/UECE

Eloísa Maia Vidal

Diretor do CED/UECE

José Albio Moreira de Sales

Coordenador da Licenciatura em Geografia

Edilson Alves Pereira Jr.

Coordenadora de Tutoria e Docência em Geografia

Denise Cristina Bomtempo

Editor da EdUECE

Erasmus Miessa Ruiz

Coordenadora Editorial

Rocylânia Isidio de Oliveira

Projeto Gráfico e Capa

Roberto Santos

Diagramador

Francisco OLiveira

Revisora Ortográfica

Fernanda Ribeiro

Conselho Editorial

Antônio Luciano Pontes

Eduardo Diatahy Bezerra de Menezes

Emanuel Ângelo da Rocha Fragoso

Francisco Horácio da Silva Frota

Francisco Josénio Camelo Parente

Gisafran Nazareno Mota Jucá

José Ferreira Nunes

Liduína Farias Almeida da Costa

Lucili Grangeiro Cortez

Luiz Cruz Lima

Manfredo Ramos

Marcelo Gurgel Carlos da Silva

Marcony Silva Cunha

Maria do Socorro Ferreira Osterne

Maria Salette Bessa Jorge

Silvia Maria Nóbrega-Therrien

Conselho Consultivo

Antônio Torres Montenegro (UFPE)

Eliane P. Zamith Brito (FGV)

Homero Santiago (USP)

Ieda Maria Alves (USP)

Manuel Domingos Neto (UFF)

Maria do Socorro Silva Aragão (UFC)

Maria Lírída Callou de Araújo e Mendonça (UNIFOR)

Pierre Salama (Universidade de Paris VIII)

Romeu Gomes (FIOCRUZ)

Túlio Batista Franco (UFF)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema de Bibliotecas

Biblioteca Central Prof. Antônio Martins Filho

Lúcia Oliveira – CRB-3 / 304

Bibliotecário

B862c Brito, Érika Gomes

Climatologia / Érika Gomes Brito, Marcus Vinícius Chagas da Silva, Andrea Bezerra Crispim. - Fortaleza : EdUECE, 2015.
106 p. : il. ; 20,0cm x 25,5cm. (Geografia)

Inclui bibliografia.

ISBN: 978-85-7826-468-0

1. Clima. 2. Meteorologia. 3. Clima - Características. I. Silva, Marcus Vinicius Chagas da. II. Crispim, Andrea Bezerra. III. Título. IV. Série.

CDD 551.6

Editora da Universidade Estadual do Ceará – EdUECE
Av. Dr. Silas Munguba, 1700 – Campus do Itaperi – Reitoria – Fortaleza – Ceará
CEP: 60714-903 – Fone: (85) 3101-9893
Internet: www.uece.br – E-mail: eduece@uece.br
Secretaria de Apoio às Tecnologias Educacionais
Fone: (85) 3101-9962

Sumário

Apresentação	5
Capítulo 1 – Clima e meteorologia: conceitos e abordagens	7
1. Clima e meteorologia	7
1.1 Estações do ano	8
2. Escalas em climatologia	8
2.1 Escalas espaciais do clima	9
2.2 Escalas temporais do clima.....	9
Capítulo 2 – Composição e estrutura da atmosfera	13
1. A atmosfera	13
2. Composição da atmosfera	13
3. Estrutura da atmosfera.....	15
Capítulo 3 – Radiação atmosférica e previsão do tempo atmosférico	21
1. Distribuição de fluxos de energia e matéria entre a atmosfera e a terra	21
1.1. Radiação.....	21
1.2. O balanço da radiação	22
1.3. Interação atmosfera-superfície terrestre: outros processos envolvidos ..	23
2. Interação fatores geográficos e elementos climáticos	26
2.1. Fatores geográficos	27
3. Elementos climáticos	28
3.1. Temperatura.....	28
3.2. Variação temporal da temperatura.....	28
3.3. Variação espacial da temperatura	28
3.4. Variação vertical da temperatura	29
3.5. Pressão	29
3.6. Água na atmosfera e umidade	30
4. Previsão, análise e tempo atmosférico.....	33
4.1. Observações Instrumentais do tempo.....	34
4.2. Análise e previsão do tempo meteorológico.....	36
4.3. Previsão do tempo meteorológico	37
4.4. Métodos de previsão (Ayoade, 2006).....	38
Capítulo 4 – Circulação atmosférica: padrões e dinâmica.....	41
1. Introdução	41
2. Movimento horizontal do ar	41
2.1 Força do gradiente de pressão	42
2.2 Força de Coriolis	42
2.3 Aceleração centrípeta	42
2.4 Força de Fricção	42
3. Movimento vertical do ar.....	43

3.1 Ascendência	44
3.2 Subsidiência	44
3.3 Outros processos envolvidos	44
4. Modelos de circulação atmosférica	46
4.1 Circulação geral atmosférica	46
4.2 Circulação secundária	48
4.3. Dinâmica das massas de ar	50
4.4 Frentes	51
Capítulo 5 – Classificações climáticas mundiais	53
1. A dinâmica climática a partir de uma visão global	53
2. Classificações climáticas	57
2.1 Classificação climática de Köppen	57
2.2 Classificação climática de strahler	60
Capítulo 6 – Clima urbano	63
1. A relação cidade e clima urbano	63
2. Os mecanismos do clima nas cidades	64
3. Problemáticas associadas ao clima urbano	66
3.1. Ilhas de calor	66
3.2. Inversão térmica	68
3.3. Chuvas ácidas	70
4. Sistema Clima Urbano (S.C.U.) para o estudo do clima nas cidades	71
Capítulo 7 – Interações do clima com a paisagem	77
1. Clima, paisagem e homem	77
2. As mudanças climáticas e sua interferência sob as paisagens	78
3. Problemáticas relacionadas à interface clima e sociedade	80
3.1. Desertificação	81
3.2. Secas	83
3.3. Enchentes urbanas	85
Capítulo 8 – Clima do Estado do Ceará	91
1. Considerações iniciais: as características climáticas do estado do Ceará	91
2. Tipos climáticos do estado do Ceará	93
2.1. Clima tropical quente semiárido	94
2.2. Clima tropical quente semiárido brando	94
2.3. Clima tropical quente subúmido	94
2.4. Clima tropical quente e úmido	95
2.5. Clima tropical subquente subúmido	96
Capítulo 9 – Desastres naturais, aquecimento global, El Nino e La Nina	99
1. Considerações gerais: definições de desastres naturais	99
2. Desastres naturais no Brasil	102
3. Aquecimento global, El nino e La nina	103
Sobre os autores	106

Apresentação

Bem-vindos a disciplina de Climatologia, do curso de Geografia da Universidade Aberta do Brasil!

Nas análises geográficas, o estudo do clima assume importância pelas influências que exerce sobre a dinâmica das paisagens naturais e urbanas, as atividades desenvolvidas pelo Homem, em sociedade e seus efeitos sobre o cotidiano.

Nas duas primeiras décadas do século XXI, a variabilidade climática que se apresenta nas mais diversas regiões do Globo terrestre tem sido marcada por alterações no padrão dinâmico dos elementos do clima tais como Temperatura, Precipitação e Umidade. Como causa dessa variabilidade, as relações natureza e sociedade em desequilíbrio têm sido apontadas no contexto atual do sistema de produção. Nesse contexto, o estudo Clima e dinâmica são temáticas das discussões políticas internacionais sobre o Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Nesta publicação, o Clima, suas características, dinâmica e efeitos sobre as atividades humanas serão abordados em 10 capítulos. No capítulo 1, os conceitos básicos e abordagens em Climatologia e Meteorologia serão discutidos com objetivo de proporcionar ao aluno o entendimento dos estudos em Climatologia e suas escalas de análise espaço-temporal.

No capítulo 2, a Composição e Estrutura da Atmosfera será enfocada com objetivo de proporcionar o entendimento da sua formação e importância para os processos de fluxos de matéria e energia entre a atmosfera e a superfície terrestre. De maneira sequencial, no capítulo 3, as interações entre a atmosfera e a superfície terrestre serão aprofundadas a partir da compreensão do balanço de radiação solar, elementos e fatores climáticos, e ainda será feita uma discussão sobre Previsão do Tempo Atmosférico.

No capítulo 4, o aluno compreenderá como funciona a circulação geral da atmosfera e envolvimento de fatores e leis gerais de movimentação de fluidos e termodinâmica. Será proporcionado o entendimento da dinâmica climática a partir do entendimento dos centros de ação, da geração e dinâmica das massas de ar e frentes.

Em continuidade à discussão, no capítulo 5 serão apresentados as Classificações Climáticas Mundiais, com o objetivo do aluno compreender os fatores que condicionam o clima e sua caracterização na escala do globo,

enquanto que, os Climas do Brasil serão discutidos no capítulo 6. No capítulo 7, o aluno compreenderá a classificação e as condições climáticas do Estado do Ceará sob uma perspectiva geográfica.

Por fim, nos capítulos 8, 9 e 10 as temáticas terão como enfoque as interações do Clima com a paisagem, o clima urbano, os desastres naturais e efeitos associados ao Aquecimento Global, El Niño e La Nina..

Esperamos proporcionar uma visão integradora dos fatores e processos que condicionam e controlam o Clima por meio de suas características e dinâmica, bem como despertá-los, para a importância de seu papel de cidadão em uma população afetada pelos problemas ambientais climáticos.

Os Autores

Clima e meteorologia: conceitos e abordagens

Objetivos

Ao final desta aula o aluno compreenderá:

- Os processos dinâmicos da climatológica geográfica e da meteorologia
- Os diferentes campos de estudo da climatologia geográfica e sua importância para o entendimento da dinâmica atmosférica.

1. Clima e meteorologia

Desde muito tempo o homem busca compreender o que acontece com o clima da Terra. As perturbações climáticas como trovões, raios, chuvas eram atribuídas pela sociedade ocidental a deuses para a explicação do **fato**¹.

Entende-se que o clima caracteriza-se como uma sucessão de estágios médios do tempo em um determinado local por um período de 30 - 35 anos. Esse estágio médio é reflexo das condições físicas da atmosfera como temperatura, nebulosidade, precipitação, umidade, ventos e massas de ar. A meteorologia estuda estas condições físicas da atmosfera, ou seja, como se comporta as variáveis climatológicas. Por sua vez, a climatologia é uma área da meteorologia que trabalha com as médias históricas e a influência do clima para a vida na Terra e por consequência, as atividades do homem. O clima não é estático, e ao longo da evolução da Terra ele se alterou bastante configurando os **paleoclimas**². Para a Geografia, o estudo do clima se faz importante com vistas à entender como, ao longo do tempo, as alterações climáticas deixaram marcas que configuram o relevo, a vegetação, o solo, bem como são responsáveis por delinear as atividades desenvolvidas pelo homem. Em síntese, o estudo do clima é fundamental para o entendimento da evolução dos diferentes domínios de paisagem que compõem o planeta Terra.

¹Os povos indígenas também remetiam aos deuses as perturbações do clima.

²Trata-se de um clima que ocorreu na Terra e que não ocorre mais hoje, pelo menos no mesmo local onde ocorreu na época mais antiga. Este clima deixa marca na paisagem. Por exemplo, os cambissolos da chapada do Apodi – CE precisam de muito mais água do que o que existe atualmente, para serem formados. Ou seja, foi formado em época climática mais úmida do que a atual (VANZOLINI, 1992).

³ Equinócio é o momento em que o sol incide com maior intensidade. É quando os raios solares atingem perpendicularmente a linha do equador iluminando por igual os dois hemisférios.

⁴ Solstício ao contrário do equinócio é quando o sol atinge a maior inclinação em relação a linha do Equador.

⁵ A Terra gira em torno do seu próprio eixo, que produz a alternância entre os dias e as noites. Cada giro se completa em um período de aproximadamente 24 horas e se realiza no sentido anti-horário, de oeste para leste (SILVA, et al., 2013, p. 135).

⁶ Produz as diferentes estações do ano, causadas pela modificação ininterrupta do ângulo de incidência dos raios solares em casa ponto da Terra. Esse movimento se completa em, aproximadamente, 365 dias e é realizado com uma inclinação de 23° 27' em relação ao eixo do planeta, durante o período de dezembro a março; a radiação solar incide mais diretamente sobre o hemisfério sul da Terra (SILVA, et al., 2013, p. 135).

1.1 Estações do ano

Na medida em que se observava o clima, o homem passou a coletar dados e fazer agrupamentos. Época em que chovia muito, época em que chovia pouco, épocas mais úmidas ou mais ensolaradas. Esse agrupamento de dados foi o que gerou as estações do ano. Claro que com a evolução da ciência, atualmente, associa-se as estações do ano ao movimento da Terra e à distância ao sol, por exemplo.

Primavera, verão, outono e inverno acontecem em todos os locais da Terra. O dia de transição entre uma estação e outra é chamado de **equinócio**³ ou **solstício**⁴. Regularmente, no equinócio, em março se inicia o outono no hemisfério sul e a primavera no hemisfério norte do planeta. No solstício de junho começa o inverno no hemisfério sul e o verão no hemisfério norte. O equinócio de setembro inicia a primavera no sul e o outono no norte. Finalmente, no solstício de dezembro começa o verão no sul e o inverno no norte.

As datas e as horas do início de cada estação variam ano a ano. Isso se deve ao fato de que o movimento de **rotação**⁵ e **translação**⁶ da Terra ao redor do sol não são uniforme. As reduzidas variações nesses movimentos, alteram os dias de solstício e equinócio.

2. Escalas em climatologia

A coleta dos dados em climatologia, na qual foi abordada na primeira parte deste capítulo, pode ser tratada de duas formas, a saber: espaciais ou temporais. É o que denominamos de escala de abrangência climática.

Toda escala para ser definida, remete-se a algum tipo de dimensão. Na ciência geográfica, a escala é definida como um dimensão espaço-tempo materializada na paisagem. Como o clima é o fator mais importante na formação de uma paisagem, ele é compreendido tanto por uma dimensão espacial como por uma dimensão temporal. Assim, “escala climática diz respeito à dimensão, ordem ou grandeza, espacial (abrangência) e temporal (duração), segundo a qual os fenômenos climáticos são estudados” (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 22).

As escalas espaciais mais utilizadas são: a macroclimática, a mesoclimática e a microclimática. As escalas temporais podem ser analisadas a partir do entendimento e da dinâmica observada no tempo geológico, histórico ou contemporâneo. As escalas espaciais, historicamente, ganharam mais importância do que as escalas temporais. Isso se deve pelo fato da coleta de dados ser mais facilitada.

2.1 Escalas espaciais do clima

De acordo com Mendonça e Danni-Oliveira (2007) as escalas espaciais de estudo climático são compartimentadas em macroclima, mesoclima e microclima, sendo esta compartimentação muito usada nas pesquisas.

- **Macroclima:** é a maior das unidades climáticas. Compartimenta o globo, segundo o clima. Trabalha com áreas extensas superior a 2.000 km de abrangência. A definição do clima nesta escala é subordinada aos parâmetros de circulação geral da atmosfera, fatores astronômicos e fatores geográficos maiores, tais como a divisão entre oceano e continente.
- **Mesoclima:** unidade intermediária entre as grandezas superior e inferior do clima (macroclima e microclima). Espacialmente reflete o clima de um continente, grandes áreas florestadas, desertos por exemplo. Trabalha intimamente ligada com algum outro elemento de destaque na paisagem como a vegetação ou o relevo. A dimensão espacial do microclima pode variar de dezenas de km² até centenas de km². O que condiciona esta dimensão espacial é a dinâmica dos sistemas atmosféricos regionais ou secundários.
- **Microclima:** é a menor e mais imprecisa escala de trabalho. Varia de local para local. Os fatores que definem esta escala estão condicionados ao movimento do ar na superfície, tipos de uso do solo e obstáculos urbanos.

2.2 Escalas temporais do clima

Ainda referenciados em Mendonça e Danni-Oliveira (2007), as escalas temporais para estudo climático são subdivididas em escala geológica, escala histórica e escala contemporânea.

Escala geológica: são estudados neste nível a variação dos fenômenos climáticos que ocorreram no planeta desde a sua formação. É nessa escala que se desenvolvem os estudos da paleoclimatologia. São investigados indicadores geológicos, biológicos e morfológicos que guardam por grandes lapsos temporais as marcas do clima. Além disso, é a partir desta escala que se estuda as mudanças do clima em milhões de anos passados.

Escala histórica: referencia um tempo passado, desde a era registrada pelo homem. Para tanto, são analisados relatos de viagem, desenhos rupestres, ferramentas antigas até os primeiros registros meteorológicos executados. A partir da coleta de informações, o pesquisador começa a montar qual era o tipo climático reinante.

Escala contemporânea: é nesta escala em que se encontra a maioria dos trabalhos feitos na atualidade. São coletados dados a partir de uma série temporal de aproximadamente 30 - 35 anos. Desde 1950, com a criação da Or-

ganização Meteorológica Mundial (OMM) ocorre a produção sistemática de dados meteorológicos, diferenciada de acordo com o desenvolvimento em pesquisa tecnologia em nosso país, a partir do melhoramento na infraestrutura de órgãos públicos e de agências de pesquisas.

No intuito de realizar um paralelo entre as escalas, o Quadro 1 evidencia o tipo de escala, a área de abrangência tanto vertical como horizontal, a temporalidade e também um exemplo.

Quadro 1

PARALELO ENTRE AS ESCALAS TEMPORAL E ESPACIAL DO CLIMA					
Grandeza	Subdivisões	Escala Horizontal	Escala Vertical	Temporalidade	Exemplo Espacial
Macroclima	Clima zonal Clima Regional	> 2.000 km Até 2.000km	3 a 12km 3 a 12km	De semanas a décadas	Um hemisfério, um continente, um oceano
Mesoclima	Clima regional Clima local Topoclima	Até 2.000km Até 10km De 10km a m ²	12km a 100m 12km a 100m	De horas a semanas	Maciços residuais pré-litorâneos (Baturité)
Microclima	Não há	De centenas a m ² .	Abaixo de 100m	De segundos a horas	Uma rua, um parque, beira-rio.

Fonte: Adaptado de Mendonça e Danni-Oliveira (2007).

Saiba mais



Entende-se por clima uma sucessão de estágios médios do tempo em um determinado local por um período de 30 - 35 anos.

A meteorologia estuda estas condições físicas da atmosfera.

A climatologia é uma área da meteorologia que trabalha com as médias históricas e a influência do clima para a vida na Terra e as atividades do homem.

É fundamental para entender a evolução da paisagem, entender da evolução climática.

Primavera, verão, outono e inverno acontecem em todos os locais da Terra. O dia de transição entre uma estação e outra é chamado de equinócio ou solstício.

Como o clima é o fator mais importante na formação de uma paisagem, ele é compreendido tanto por uma dimensão espacial como por uma dimensão temporal.

As escalas espaciais mais utilizadas para o estudo do clima são respectivamente: a macroclimática, a mesoclimática e a microclimática. As escalas temporais que podem ser empregadas são aquelas vinculadas ao tempo geológico, histórico ou contemporâneo.

Leituras, filmes e sites



Sites interessantes para pesquisa

Instituto Nacional de meteorologia: <http://www.inmet.gov.br/portal/>

Centro de previsão do tempo e estudos climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas espaciais – INPE: <http://www.cptec.inpe.br/>

Leitura

Leia o artigo “Objeto e método da climatologia” de Max Sorre, e produza um resumo enfatizando as questões teóricas levantadas pelo autor.

O artigo está disponível no seguinte link: <http://citrus.uspnet.usp.br/rdg/ojs/index.php/rdg/article/view/72/61>

Referências



MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia:** noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

VANZOLINI, P. E.. Paleoclimas e Especiação em Animais da América do Sul Tropical. **Estudos Avançados.** São Paulo, 1992.

SILVA, A. C. de. et al. **Geografia:** contextos e redes. 1ª ed. São Paulo: Moderna, 2013.

Composição e estrutura da atmosfera

Objetivos

Ao final desta aula o aluno compreenderá:

- O processo de composição e estrutura da atmosfera.
- A importância dos estudos e análises sobre a dinâmica atmosfera para climatologia geográfica.

1. A atmosfera

A atmosfera do planeta Terra é uma mistura de gases. Tais gases foram formados junto com o planeta e somando a eles estão aqueles oriundos das atividades orgânicas, do choque de outros astros com a superfície da Terra e recentemente os gases advindos das atividades do homem com o processo de industrialização. Todos estes elementos compõem a atmosfera, portanto ela não é homogênea.

As propriedades físico-química destes gases e a forma de como se dispõem, permitiram o surgimento e a manutenção da vida no planeta. Assim, a atmosfera da Terra é mantida por causa da gravidade, que fica mais densa quanto mais próxima da superfície. Os primeiros 29 km, concentra 98% da sua massa (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). A principal função da atmosfera é proteger e manter as formas de vida das radiações cósmicas.

2. Composição da atmosfera

Ao representar 0,0001% de toda a massa do planeta e ser responsável pela manutenção da vida, a atmosfera é composta por gases do tipo nitrogênio (N_2) com 78%, oxigênio (O_2) com 21% e argônio (Ar) com 0,0934%. Para completar 100%, o restante é composto por dióxido de carbono com 0,033% e outros gases discriminados melhor no Quadro 2.

Composição da atmosfera	
Componentes	Fração Molar
N ₂	0,7808
O ₂	0,2095
Ar	0,00934
CO ₂	0,00314
Ne	1,82 x 10 ⁻⁵
He	5,24 x 10 ⁻⁶
SO ₂	< 1,0 x 10 ⁻⁶
NH ₃	< 1,0 x 10 ⁻⁸
CO	< 1,0 x 10 ⁻⁸
CH ₄	1,5 x 10 ⁻⁶
Kr	1,14 x 10 ⁻⁶
H ₂	5,0 x 10 ⁻⁷
NO	3,0 x 10 ⁻⁷
Xe	8,7 x 10 ⁻⁸
O ₃	1,5 x 10 ⁻⁶

Fonte: http://www.uenf.br/uenf/centros/cct/qambiental/ar_estrutcomp.html acesso em 07/07/2014.

Vale ressaltar que o vapor d'água, o material particulado e o ozônio possuem particularidades na composição da atmosfera, não em relação a quantidade, mas sim sobre a sua importância. Assim:

- O vapor d'água se condensa rapidamente sob as temperaturas predominantes no planeta, de modo que sua concentração no ar depende da temperatura do local e da proximidade de grandes massas líquidas, como os oceanos. Assim sendo, o vapor d'água é fundamental para os processos climáticos como a precipitação, nevoeiros, geadas, granizo entre outros.
- O material particulado pode ser natural ou produzido pelo homem. O material de origem natural é derivado das cinzas vulcânicas, das atividades metabólicas e do sal em suspensão. O material de origem humana é derivado, sobretudo, da queima de combustíveis fósseis. Este material apesar da pequena quantidade exerce influência sobre a dinâmica da atmosfera (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).
- O ozônio situa-se entre 20 e 35 km sendo fundamental para interceptar a radiação ultravioleta do sol.

As atividades fundamentais para a manutenção da vida são exercidas por causa dos gases que compõem a atmosfera.

1. O₂ → Metabolismo (respiração).
2. CO₂ → Fotossíntese.
3. N₂ → Nutrientes para plantas.
4. H₂O (vapor) → Controle do clima (circulação da água).

Saiba mais

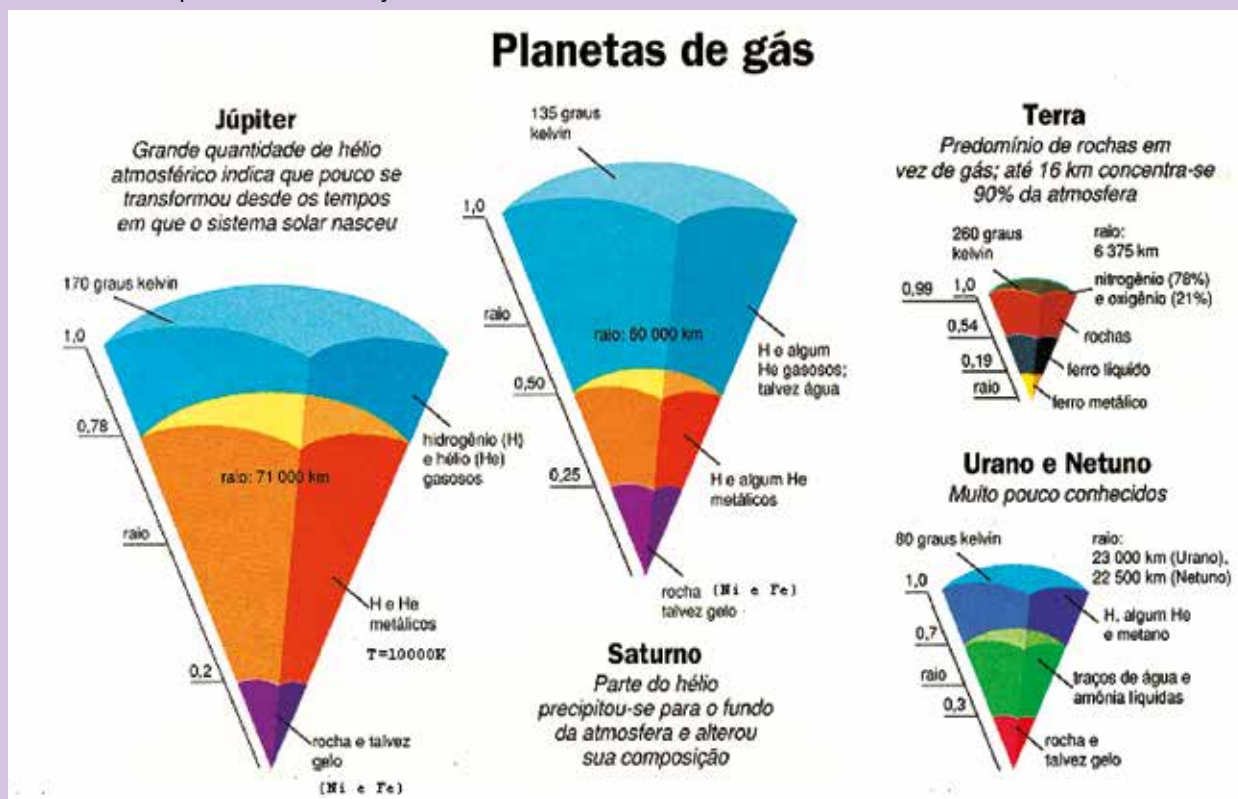


Atmosferas planetárias

A composição da atmosfera dos planetas pode ser conhecida pela análise espectral da luz solar que eles refletem. Como essa luz solar refletida atravessou parte da atmosfera do planeta, e as moléculas do gás na atmosfera absorvem certos comprimentos de onda, o espectro apresenta certas linhas escuras que não aparecem no espectro solar. A identificação dessas linhas escuras permite conhecer os gases que as produziram, assim como a pressão e temperatura da atmosfera.

Os gases presentes na atmosfera de um planeta dependem dos constituintes químicos de que o planeta se formou, e da massa do planeta. Os planetas terrestres se formaram sem atmosferas extensas, e sua atmosfera atual não é primitiva, mas sim foi formada ao longo do tempo geológico a partir de gases escapados de seu interior. O impacto com cometas também contribuiu com alguns componentes dessa atmosfera secundária.

Já os planetas massivos, têm um tipo de atmosfera totalmente diferente, dominada pelos gases mais leves e mais comuns, especialmente hidrogênio e hélio. Evidentemente esses planetas foram capazes de reter o gás presente no sistema solar na época de sua formação.



Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/planetas/planetas.htm>

3. Estrutura da atmosfera

Os critérios atmosféricos para decomposição da sua estrutura variam de acordo com a composição propriamente dita, com a temperatura na coluna gasosa e com a função para os seres vivos. Assim sendo, tem-se três tipos diferentes de estrutura para a atmosfera terrestre. O Quadro 3 ilustra tais critérios.

CRITÉRIOS ATMOSFÉRICOS		
Composição	Temperatura	Função
Heterosfera	Termosfera	Ionosfera
	Mesosfera	
Homosfera	Estratosfera	Ozonosfera
	Troposfera	

Fonte: adaptado de Christopherson (2012).

Ainda sobre o assunto concernente às camadas da atmosfera, na Figura 1, podemos observar quais são as camadas e suas funções. Assim, é possível perceber o paralelismo que existe entre elas. Estas camadas não se excluem, mas variam de acordo com a abordagem que é feita da atmosfera.

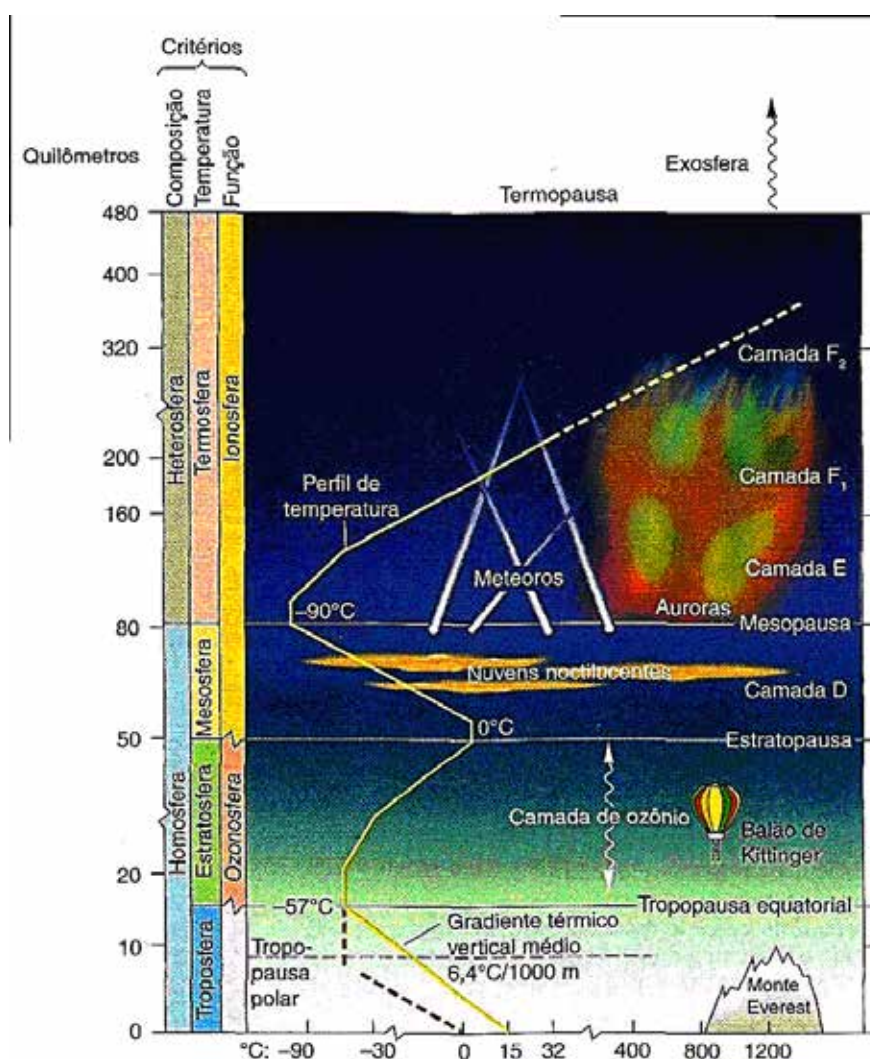


Figura 1 – Estruturação da atmosfera.

Fonte: Christopherson (2012, p. 47).

A descrição das camadas atmosféricas está fortemente baseada em Robert W. Christopherson na sua publicação *Geossistemas uma introdução à geografia física*, publicada no Brasil em 2012. Tendo a composição química como critério, a atmosfera é dividida em duas partes a heterosfera e a homosfera.

A **homosfera** é a parte em contato com o solo e vai até 80 km de altitude. A densidade nesta camada muda drasticamente por causa do efeito da gravidade. A exceção está na camada de ozônio em torno de 25 km de altitude média e as variações do vapor d'água.

O ar na homosfera é composto grande parte de nitrogênio que se encontra praticamente inalterado desde a formação da primeira atmosfera do planeta. O oxigênio que é derivado da fotossíntese é essencial para a manutenção da vida. O oxigênio reage facilmente com muitos elementos formando várias tipos de compostos. Dióxido de carbono e o monóxido de enxofre estão entre os mais comuns. E por último o argônio, na qual representa menos de 1% da homosfera. Ele completamente inerte, mas muito importante para a manutenção da temperatura global.

A **heterosfera** inicia a cerca de 80 km e se estende até a exosfera, ou seja, o limite com o espaço sideral. Ela é composta de cerca de 0,001% da massa da atmosfera. Como esta camada é muito rarefeita, os gases que nela ocorrem não se misturam, mas ficam separados pelo seu peso atômico. Hidrogênio e hélio ficam na camada superior por serem mais leves, e oxigênio e nitrogênio permanecem na camada inferior por serem mais pesados.

Tendo a temperatura como critério de composição da atmosfera, existem quatro zonas termais bem segmentadas. São elas: troposfera, estratosfera, mesosfera e termosfera.

A **troposfera** é a camada inicial, em contato com a superfície do planeta até a altitude de 18 km. É onde ocorre a interação com a biosfera, a hidrosfera e a litosfera. É a principal região de atividades meteorológicas, onde atuam os processos climáticos de interesse da Geografia. É composta de 90% da massa total da atmosfera e a maior parte do vapor d'água, nuvens, poluição, material particulado estão presentes aqui. A temperatura média diminui até a marca de -57°C com a chegada da tropopausa, camada de transição com a estratosfera.

A **estratosfera** que vai de 18 km até 50 km de altitude. Nesta camada, a temperatura aumenta de -57°C até 0°C . No limite superior tem-se o que é denominado de estratopausa. Após, tem-se a mesosfera.

A **mesosfera** fica entre 50 e 80 km de altitude e ainda está inserida dentro da homosfera. Nesta faixa, tem-se pressões e temperaturas baixas que podem marcar -90°C .

¹ Note que a o nome da camada de transição é sempre o nome da camada inferior seguido de “pausa”. Da troposfera para estratosfera o nome da camada de transição é tropopausa, assim sucessivamente.

A **termosfera** vai e 80 km até o limite com o espaço (cerca de 480 km). O limite superior é a **termopausa**¹, onde a temperatura pode chegar a 1.200° C. Vale ressaltar que temperatura e calor são conceitos diferentes. Temperatura é a energia produzida pela vibração das moléculas, e o calor é o fluxo de energia de um corpo para o outro. Assim, como o ar nesta camada possui menos de 1% da sua massa total espalhados em mais de 400 km, o ar é muito rarefeito, desse modo, não se transmite calor de um corpo para o outro.

Tendo como último critério a ser analisado a função, a atmosfera é compartimentada em duas camadas: ozonosfera e a ionosfera. Estas camadas removem a maioria dos comprimentos de onda nocivos da radiação solar e das partículas carregadas.

A **ozonosfera** é a parte da estratosfera em que tem o nível de ozônio aumentado. O ozônio absorve determinados comprimentos de onda da radiação ultravioleta (Quadro 4). Presume-se que a camada de ozônio foi estável desde a última mudança climática, contudo na segunda metade do século XX entrou em mudança contínua. Para mudar esse quadro, foram assinados tratados internacionais de emissão de gases para conter o aumento a degradação do ozônio.

Quadro 4

Retenção de radiação executada pela ozonosfera		
Tipo de Radiação	Comprimento de Onda	Retenção
UVC	100 - 290nm	100%
UVB	290 - 320nm	90%
UVA	320 - 400nm	2%

Fonte: adaptado de Christopherson (2012, p.56).

A **ionosfera** absorve os raios cósmicos, raios gama, raios X, bem como os comprimentos de onda mais curtos. Assim, muda os átomos para íons carregados positivamente, por isso o nome da camada. A Figura 2 ilustra os raios ultravioletas e o local de absorção de cada um na atmosfera.

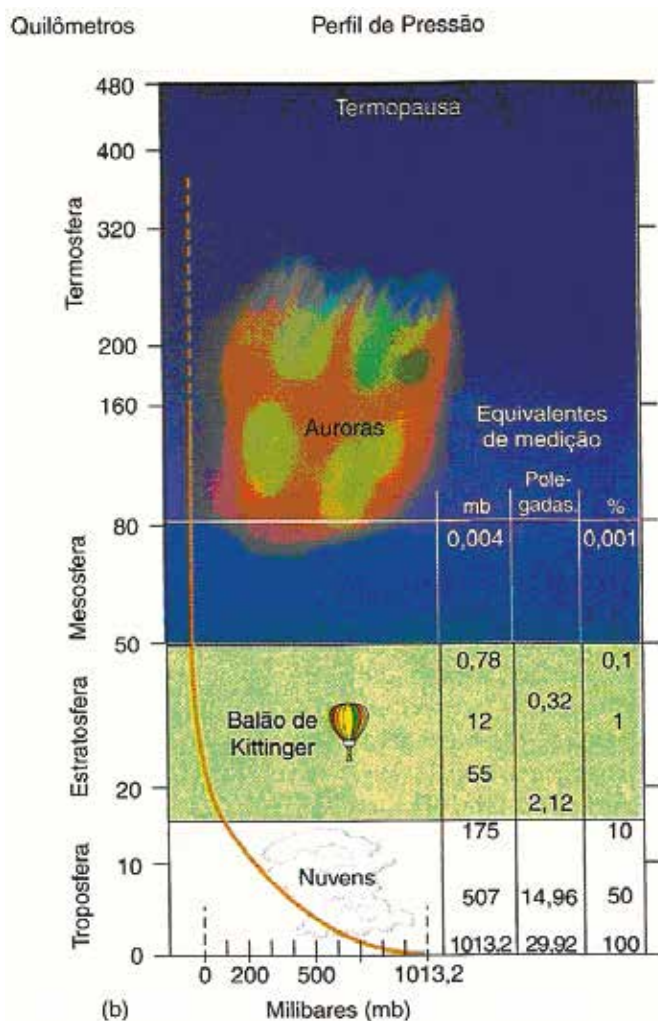


Figura 2 – Absorção dos raios solares

Fonte: Christopherson (2012, p.58).

Saiba mais



- A atmosfera do nosso planeta é uma mistura de gases;
- As propriedades físico-química destes gases e a forma de como se dispõem permitem o surgimento e a manutenção da vida no planeta;
- Representando 0,0001% de toda a massa do planeta e responsável pela manutenção da vida, a atmosfera é composta de: nitrogênio (N_2) com 78%, oxigênio (O_2) com 21% e argônio (Ar) com 0,0934%;
- Os critérios atmosféricos para decomposição da sua estrutura variam de acordo com a composição propriamente dita (homosfera e heterosfera), com a temperatura na coluna gasosa (troposfera, estratosfera, mesosfera e termosfera) e com a função para os seres vivos (ozonosfera e ionosfera).

Leituras, filmes e sites



Sites interessantes para pesquisa

- Universidade Federal do Paraná: <http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap1/cap1-2.html>
- Universidade estadual do Rio de Janeiro: <http://www.fat.uerj.br/intranet/disciplinas/Quimica%20II/Apostilas/Polui%E7%E3o%20Atmosf%E9rica.pdf>
- Universidade de São Paulo: http://www.geografia.fflch.usp.br/graduacao/apoio/Apoio/Apoio_Emerson/flg0253/2014/Aula_2_Atmosfera_Terrestre.pdf

Atividades de avaliação



1. Qual a principal função da atmosfera?
2. Como é a composição da atmosfera?
3. Quais os critérios atmosféricos para descrever a estrutura da atmosfera?
4. Descreva as camadas da atmosfera de acordo com os critérios atmosféricos.
5. Leia o artigo “Química Atmosférica: a química sobre nossas cabeças”, e depois produza um fichamento do texto.

Artigo disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/cadernos/01/atmosfera.pdf>

Referências



MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

CHRISTOPHERSON, Robert W. **Geossistemas: uma introdução à geografia física**. Tradução: Francisco Eliseu Aquino et. al. 7ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2012. 728p. il. color.

Radiação atmosférica e previsão do tempo atmosférico

Objetivos

Ao final da aula o aluno será capaz de:

- Compreender como funcionam os processos de troca e interação entre fluxos de matéria e energia entre os Sistemas Terra e Atmosfera.
- Entender o Clima a partir das relações entre elementos climáticos e fatores geográficos.
- Conhecer como são feitas as observações do tempo meteorológico.

1. Distribuição de fluxos de energia-matéria entre a atmosfera e a terra

Graças a sua composição e estrutura, a atmosfera é responsável pelas relações e processos interativos envolvidos com os fluxos de energia e matéria e entre os sistemas Sol – Atmosfera – Superfície Terrestre.

“Os fenômenos climáticos produzidos na Troposfera resultam dos processos de transferência, transformação e armazenamento de energia e matéria que ocorrem no ambiente formado pela interface superfície e atmosfera” (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Segundo Drew (1998), o determinante fundamental do clima é a entrada de radiação solar que impulsiona os mecanismos da atmosfera. Por meio das correntes oceânicas também é feita a distribuição de energia da radiação solar para as diversas partes do planeta Terra.

1.1. Radiação

“A radiação é o modo de propagação de energia no SSA, uma vez que é por meio da radiação que a energia do sol chega a terra. Corresponde à emissão

de energia sob a forma de ondas eletromagnéticas que se propagam a velocidade da luz” (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

A propagação da radiação solar por meio de movimento oscilatório e ondulatório é chamada de espectro eletromagnético (Figura 3).

“O espectro eletromagnético é composto por um feixe de raios diferenciados pela magnitude de seus comprimentos de onda, pela frequência com que essas ondas se manifestam, e ainda pela distância das próprias ondas entre si” (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

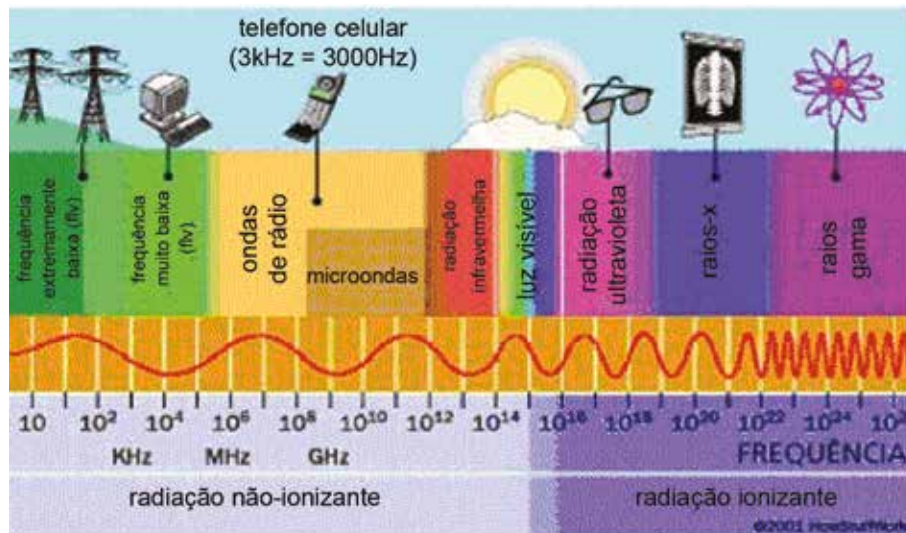


Figura 3 – Espectro eletromagnético.

Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=28159>

1.2. O balanço da radiação

O Sol, que possui uma temperatura de 6.000 K irradia preferencialmente na faixa do ultravioleta ao infravermelho próximo e a Terra, com temperatura de 288 K irradia preferencialmente no infravermelho distante. Uma vez emitida por um corpo, a radiação pode ser refletida, absorvida ou transmitida por outro corpo qualquer, de acordo com suas propriedades físicas (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007), expressa pelo albedo.

O albedo corresponde à capacidade que os corpos apresentam de refletirem a radiação solar. É medido em porcentagem, variando de acordo com a cor e constituição que o corpo apresenta. O albedo será máximo nos corpos brancos e mínimo nos corpos pretos (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, op.cit).

Segundo os autores supracitados, pode-se afirmar que a quantidade de energia fornecida pelo Sol é de quase 100%, equivalendo a $1,94 \text{ cal/cm}^2/\text{min}$. Pode-se resumir que o balanço da radiação está diretamente ligado aos processos de emissão, reflexão, transmissão e absorção de energia, que

por sua vez são responsáveis pelos fluxos que se efetuam entre superfície terrestre e a atmosfera, aquecendo-a. A quantidade de energia da radiação solar que atravessa a atmosfera tem seus valores alterados, conforme suas propriedades físico-químicas, atribuindo-lhe a qualidade de semitransparente à radiação. A atmosfera interage com 50% da energia que entra no Sistema Superfície Atmosfera.

Desse modo, pode-se dizer que, desses 50% de energia, metade é interceptada pelas nuvens, que pelos valores de albedo, forçam 19% a serem perdidos para o espaço por reflexão, absorvendo somente 5%. 20% da energia restante é retido pelos demais componentes da atmosfera, de modo que apenas 6% de energia é refletido por eles para fora do Sistema. Dos 50% restantes que conseguem atingir a superfície do Planeta, somente 3% é refletido para o espaço, evidenciando capacidade de absorção de 47% (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007). A figura 4 expressa em linhas mais gerais, o balanço da radiação solar.

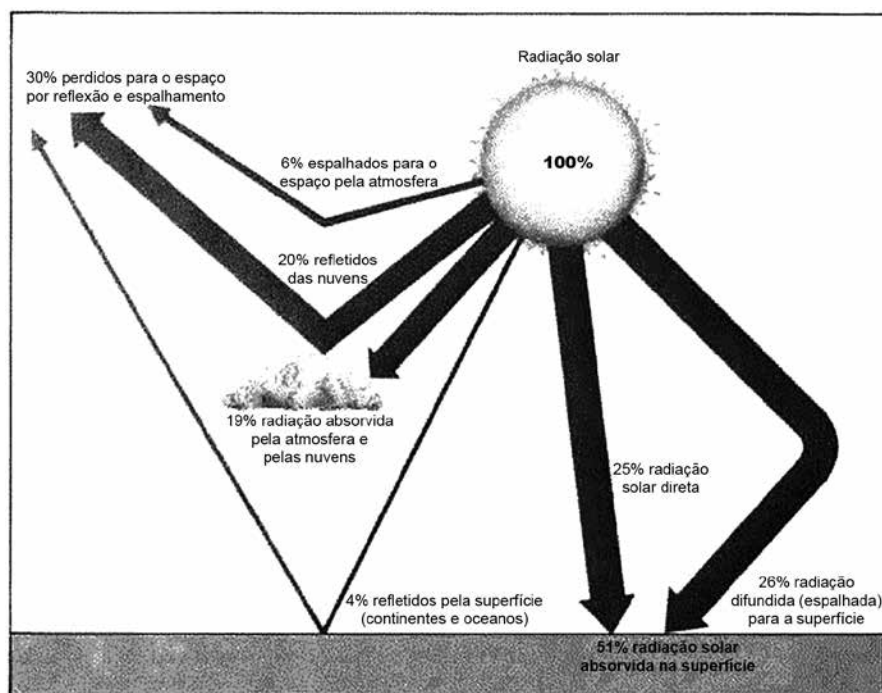


Figura 4 – Balanço da radiação solar em interação com a superfície terrestre

Fonte: <http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap2/cap2-7.html>

1.3. Interação atmosfera-superfície terrestre: outros processos envolvidos

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), os processos de condução, convecção, advecção e condensação e radiação são responsáveis pelo aqueci-

mento do ar na camada Troposfera. Esses processos também influenciam as condições de temperatura e umidade na formação de massas de ar e frentes, as quais expressam a dinâmica da atmosfera.

a) Condução

Consiste na transferência de calor por contato entre dois corpos com distintas temperaturas, de modo que o corpo mais quente cede calor para o mais frio. Um dado volume de ar irá se aquecer se estiver em contato com uma superfície mais quente do que ele, e irá se resfriar pelo mesmo processo caso a superfície esteja mais fria (Figura 5).

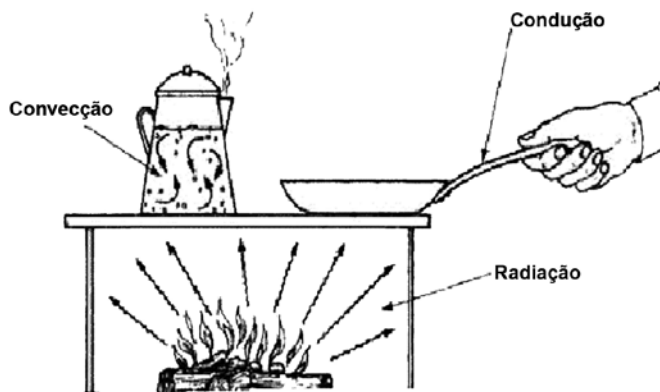


Figura 5 – Condução e outros processos de transferência de calor.

Fonte: <http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap2/cap2-9.html>

b) Convecção

A transferência de calor ocorre por meio do deslocamento vertical das correntes aéreas. Uma superfície quente ao transferir calor por contato e/ou irradiação para os níveis inferiores do ar que a sobrepõe promove o aumento dos movimentos cinéticos de suas moléculas que, expandindo-se tornam o ar menos denso do que o ar frio de entorno. Pode-se exemplificar com o processo de convecção do ar na própria formação de massas de ar e precipitação por convecção (Figura 6).

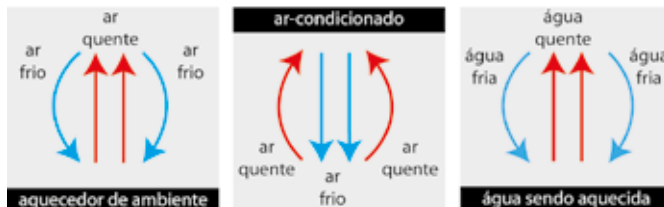


Figura 6 – Comparativo do processo de convecção em ambiente, ar condicionado e água em aquecimento.

Fonte: http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2013/04/cursos-do-blog-termologia-optica-e-ondas_30.html

Em suma, o volume de ar aquecido torna-se mais leve e ascende em compensação da descendência do ar mais frio e denso formando uma célula de convecção.

c) Advecção

Ocorre quando um volume de ar é forçado a deslocar-se horizontalmente, como consequência da instalação de um gradiente de pressão entre áreas contíguas. As massas de ar levam consigo as características térmicas e higrométricas da superfície a qual repousava.

d) Condensação

O processo de condensação transfere para o ar quantidades considerável de energia que foram consumidas do ambiente durante a evaporação da água da superfície. Envolve a transformação do calor latente mantido pela molécula de vapor em calor sensível, conhecida como liberação do calor latente.

Saiba mais



Calor latente é a quantidade de calor necessária para se variar o estado físico da matéria sem variar a temperatura. Acontece, por exemplo, no derretimento do gelo, onde podemos analisar a água no estado líquido e no estado sólido à mesma temperatura.

Calor sensível é a quantidade de calor necessária para variar a temperatura de um corpo sem que haja variação do estado físico da matéria.

Fonte: <http://horafisica.blogspot.com.br/2012/03/o-que-e-calor.html>

Segundo Massamboni e Carvalho (1994), as correntes oceânicas são responsáveis pelo transporte de 25% de calor sensível do equador para os polos (Figura 7), enquanto as circulações atmosféricas são responsáveis por 60% do total dos fluxos de energia. As circulações atmosféricas transferem calor sensível do equador para os polos, ao exemplo dos oceanos, diferindo-se pela maior eficiência em intensidade e extensão dos fluxos. O fluxo de calor latente corresponde ao total de 15%, apresentando-se mais complexo em sua compreensão.

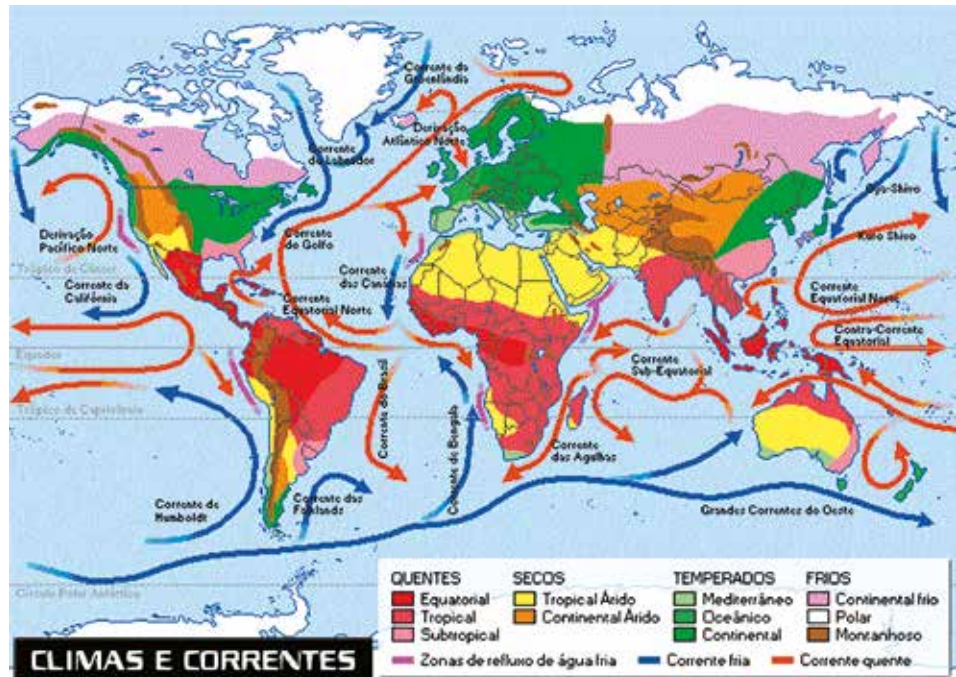


Figura 7 – Correntes Oceânicas

Fonte: <http://mundoeclima.blogspot.com/2009/09/tipos-de-clima.html>.

2. Interação fatores geográficos e elementos climáticos

Para entendimento do clima e seu dinamismo é necessária a compreensão das relações de interação entre elementos climáticos e fatores geográficos (Figura 8). Deve-se a esta interação mais variados tipos de tempos e climas distribuídos por diferentes lugares da Terra.

Os elementos climáticos são definidos pelos atributos físicos que representam as propriedades da atmosfera geográfica de um dado local. Os fatores (geográficos) do clima referem-se às características geográficas estáticas diversificadoras da paisagem (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

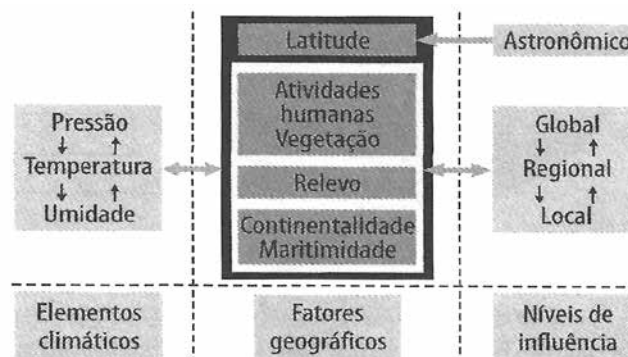


Figura 8 – Os elementos climáticos e seus fatores geográficos.

Fonte: Mendonça e Danni-Oliveira (2007).

2.1. Fatores geográficos

a) Latitude

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a latitude é um importante fator climático, pois retrata a ação de alguns condicionantes astronômicos na quantidade de energia que entra no sistema Superfície–Atmosfera, como:

- a) rotação da terra,
- b) inclinação desse eixo sobre o plano da eclíptica: faz com que a energia que atinge o eixo do planeta, se distribua de modo diferenciado nos hemisférios, o que define a existência das estações do ano. Maior inclinação, maior a distinção entre as estações (MASSAMBONI e CARVALHO, 1994).
- c) Movimento de translação e
- d) Forma esférica aparente da terra.

b) Relevo

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), o relevo apresenta três atributos importantes na definição dos climas:

- **Posição:** favorece ou dificulta os fluxos de calor e umidade entre áreas contíguas.
- **Orientação de suas vertentes:** Zonas mais carentes de energia solar (latitudes extra-tropicais), irar definir as vertentes mais aquecidas e mais secas, e aquelas mais frias e mais úmidas.
- **Declividade:** Regiões que possuem sua superfície ondulada terão o fator-declividade, modificando a relação superfície/radiação incidente.

c) Vegetação e atividades humanas

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a vegetação desempenha um papel de regulador de umidade e temperatura, podendo ser observado quando se compara áreas florestadas e áreas sem vegetação. O manto de matéria orgânica formado por folhas, frutos e galhos mortos sob as árvores, aliados à ação das raízes no solo, bem como a diminuição do impacto das gotas de chuva permitem que os processos de infiltração d'água no solo sejam mais eficientes. Há aumento da disposição de água para evaporação e evapotranspiração, como também altera o microclima, especialmente reduzindo o aquecimento do ar e do solo.

Com a ótica de geração de microclimas, nos espaços intra-urbanos ocorrem processos com intensidades distintas de aquecimento da camada de ar em que se inserem, contribuindo para a geração das ilhas de calor, devido a liberação de calor sensível para advindo das atividades de produção, transporte, lazer e demais atividades do cotidiano das populações das cidades.

d) Continentalidade e maritimidade

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), os mares e oceanos (maritimidade) são fundamentais na ação reguladora da temperatura e da umidade dos climas. Além de fornecedores de água para a Troposfera, controlam a distribuição de energia entre oceanos e continentes por meio das correntes oceânicas, que interagem com a dinâmica das massas de ar, definindo áreas secas e áreas chuvosas.

Da mesma forma que os mares e oceanos, o efeito da continentalidade sobre os climas se manifesta na temperatura e da umidade relativa. A continentalidade de um lugar é dada pelo distanciamento dos oceanos e mares, que deixam de exercer suas ações diretas.

3. Elementos climáticos

3.1. Temperatura

A temperatura do ar é a medida do calor sensível nele armazenado, sendo comumente dada em graus Celsius, ou Fahrenheit e medida por termômetros. A amplitude térmica é a diferença entre a temperatura máxima e mínima. Os valores normais de temperatura do ar de determinado lugar refere-se às médias de 30 anos (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

3.2. Variação temporal da temperatura

Acompanha as trajetórias diária e anual aparente do sol que definem a quantidade de energia do Sistema Superfície – Atmosfera. Resulta das variações interanuais de temperatura, expressa pelos parâmetros de tendência e de oscilações térmicas (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007). Correspondem aos valores máximos, médios e mínimos diários, mensal e média anual.

3.3. Variação espacial da temperatura

Refere-se ao aquecimento/resfriamento diferenciado de áreas continentais e oceânicas durante o dia e a noite, originando as brisas continentais e marítimas. Verifica-se também uma distribuição espacial das temperaturas em padrões distintos nos hemisférios, perceptíveis nos meses de verão e inverno, pela incidência e inclinação da radiação solar (Figura 9).

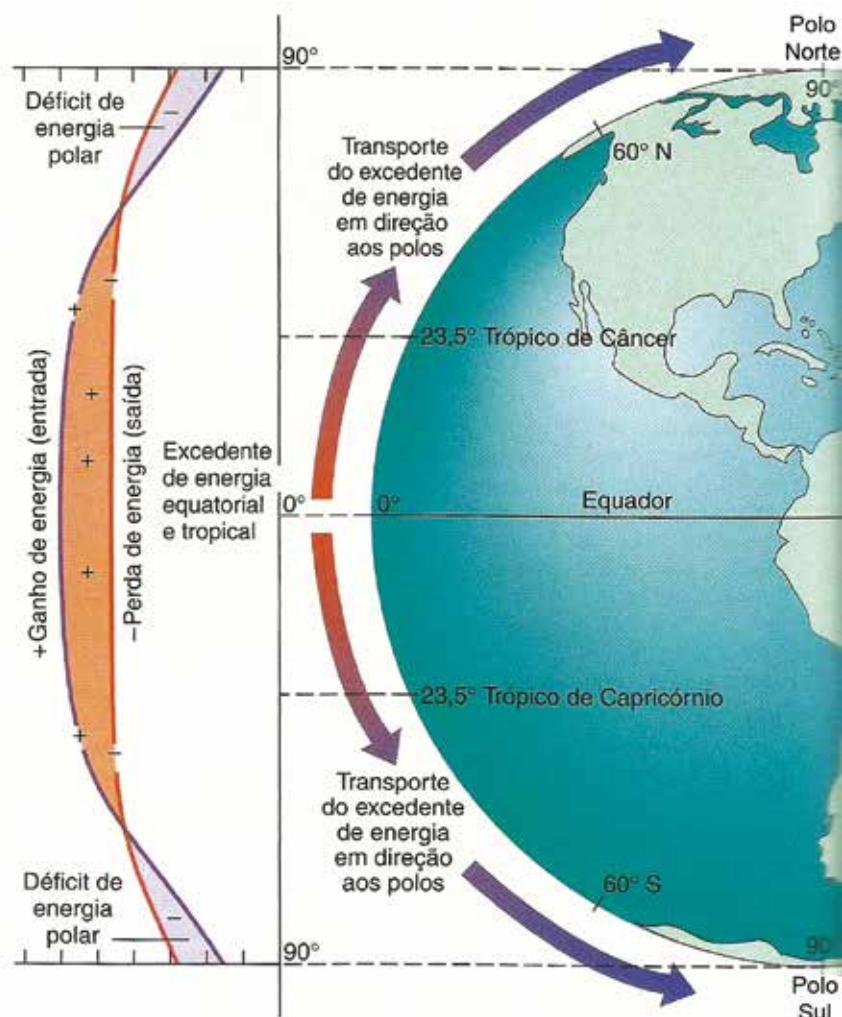


Figura 9 – Balanço de Energia da Radiação, segundo sua distribuição por Hemisférios.
Fonte: Christopherson (2013).

3.4. Variação vertical da temperatura

Corresponde a ocorrência de inversões térmicas, isto é, ao resfriar-se com a altitude, o ar passa a se aquecer, invertendo o perfil da temperatura. O ar na Troposfera resfria-se na ordem de $0,6^{\circ}\text{C}$ a cada 100 m de elevação.

3.5. Pressão

A força da gravidade é também responsável pelo “peso” da coluna de ar, ou seja, pela “pressão” que exerce sobre a superfície da Terra. A pressão varia de um ponto para outro e em cada momento, dependendo de inúmeras circunstâncias (CONTI e FURLAN, 2008), como a latitude.

“Todos os elementos do clima – temperatura e padrões de pressão, o vento e a precipitação pluviométrica - são efeitos secundários da diferença de aquecimento da atmosfera e da superfície da Terra” (DREW, 1998).

3.6. Água na atmosfera e umidade

Corresponde à circulação de água entre o sistema Superfície – Atmosfera por meio do ciclo hidrológico. Uma massa líquida quando aquecida pela radiação solar, sofrerá elevação de temperatura, podendo ocorrer evaporação. “O vapor de água permanece em suspensão na atmosfera (nuvens e massas de ar) até retornar ao estado líquido (condensação) para a superfície, precipitando-se na forma de chuva, granizo, neve etc., completando o ciclo”(CONTI e FURLAN, 2008). A chuva corresponde a um dos mais importantes parâmetros para qualificação dos climas na Terra.

Umidade é o termo usado para descrever a quantidade de vapor d’água contido na atmosfera. Ele não abrange as outras formas nas quais a água pode estar presente na atmosfera, como na forma líquida (gotículas d’água) e na forma sólida (gelo). O vapor d’água atmosférico se origina a partir da superfície terrestre pela evaporação e transpiração (AYOADE, 2006).

A condensação é o processo pelo qual o vapor de água é transformado em água líquida. Ocorre sob condições variáveis, associadas a mudanças em um ou mais dos seguintes fatores: volume do ar, temperatura, pressão ou umidade (AYOADE, 2006).

Segundo Ayoade (op cit.), na atmosfera a condensação geralmente ocorre quando o ar se resfria além do seu ponto de orvalho. Ponto de orvalho é a capacidade do ar de reter umidade em forma de vapor, que diminui com a queda de temperatura.

O resfriamento por contato causará orvalho, a névoa ou a geada quando o vapor d’água se condensar. É normalmente produzido no ar úmido e quente, quando este passa sobre uma superfície terrestre fria, ou mesmo sobre uma superfície aquática fria (AYOADE, 2006).

Segundo o autor supracitado, o resfriamento do ar além do seu ponto de orvalho não é suficiente para provocar a condensação na atmosfera. É preciso condições adequadas para a condensação. O ar límpido não é condição favorável. Na atmosfera livre, a condensação do ar começa em torno de núcleos higroscópicos, ou seja, partículas microscópicas de substâncias como fumaça, poeira, dióxido de enxofre ou sais, que tem propriedade de umectabilidade. Graças à dinâmica de resfriamento do ar temos a formação de nuvens e precipitação.

As Nuvens são agregadas de gotículas de água muitíssimo pequenas

de cristais de gelo, ou uma mistura de ambos, com suas bases bem acima da superfície terrestre. São formadas principalmente por meio do movimento vertical do ar úmido, como na convecção, ou em ascensão forçada sobre áreas elevadas, ou no movimento vertical em larga escala, associado a frentes e depressões. Ver Figura 10 e 11 com os tipos de nuvens e sua classificação quanto à altitude em que se encontram na atmosfera.

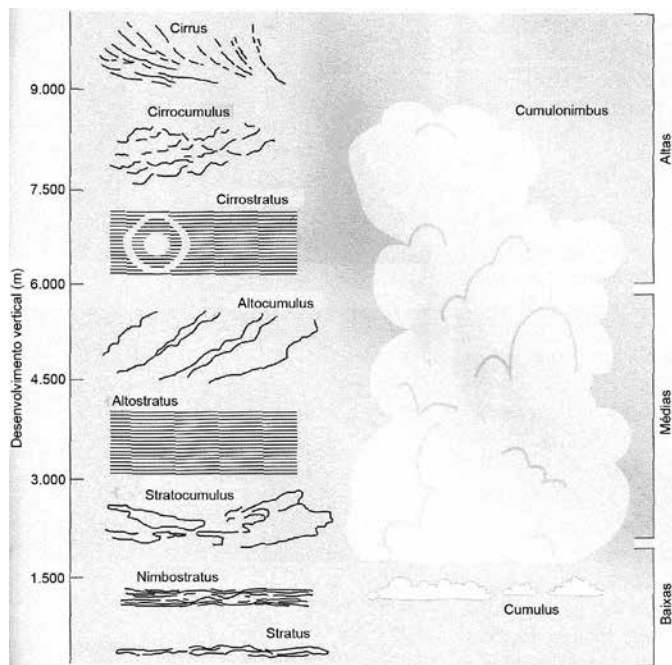


Figura 10 – Principais Tipos de Nuvens

Fonte: Vide (1991), adaptado por Mendonça e Danni-Oliveira (2007).

Grupo	Níveis médios superior e inferior (em metros)	Tipos de nuvens
Nuvens altas	6.000–12.000	Cirrus (Ci) Cirrocumulus (Cc) Cirrostratus (Cs)
Nuvens médias	2.000–6.000	Altostratus (As) Altostratus (As)
Nuvens baixas	nível do solo–2.000	Stratocumulus (Sc) Stratus (S) Nimbostratus (Ns) Cumulus (Cu)* Cumulonimbus (Cb)*

* Estas nuvens podem estender-se a partir da superfície terrestre até uma altura de 6.000 metros. Os cumulus e cumulonimbus são geralmente conhecidos como nuvens de desenvolvimento vertical.

Figura 11 – Classificação das Nuvens.

Fonte: Ayoade (2006).

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a formação de nuvens não é suficiente para que ocorra a precipitação. Para que ocorra a precipitação sob a forma de chuva é necessário que haja antes a formação de gotas d'água, cristais de gelo e gotas de chuva.

De acordo com Carvalho e Silva (2006), são necessárias as seguintes condições para que ocorra precipitação:

1. Umidade atmosférica;
2. Mecanismo de resfriamento do ar;
3. Presença de núcleos higroscópios;
4. Mecanismo de crescimento das gotas: coalescência e/ou difusão de vapor.

Na figura 12 pode-se observar que as chuvas são classificadas de acordo com sua gênese, que é resultante do tipo de processo que controla os movimentos ascensionais geradores das nuvens das quais se precipitam (Mendonça e Danni-Oliveira, 2007). São outras formas de precipitação: flocos de neve, granizo, neblina, neve, orvalho ou geadas.

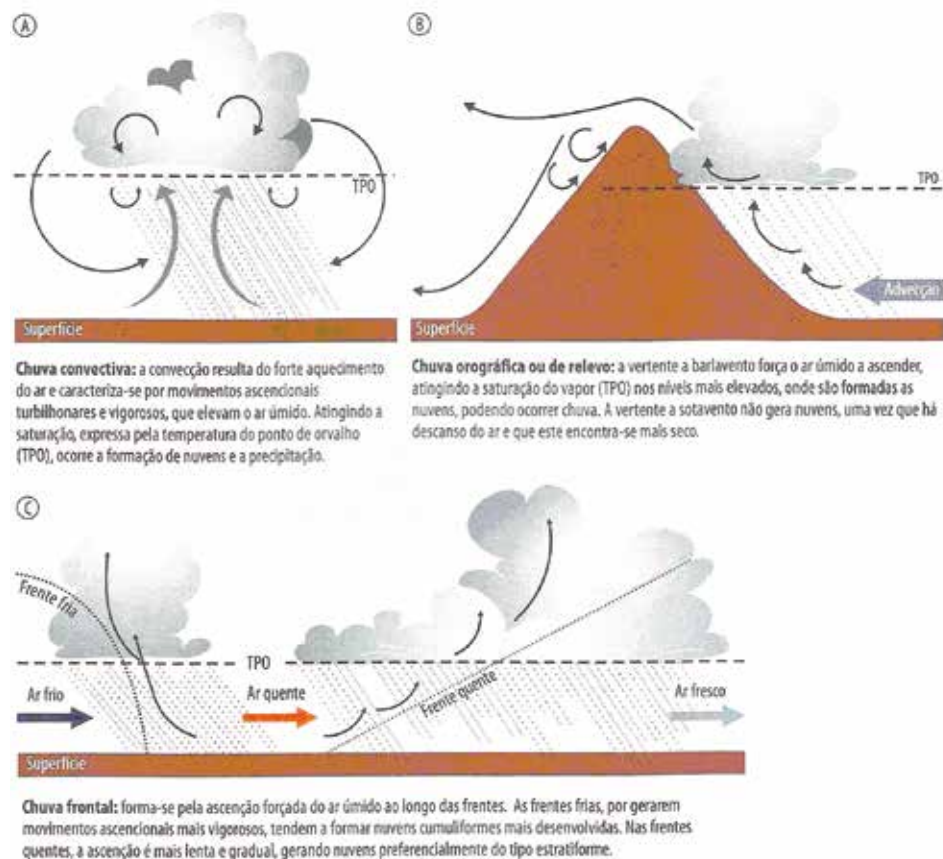


Figura 12 – Principais processos de geração de chuvas.

Fonte: Mendonça e Danni-Oliveira (2007).

Saiba mais



Os fenômenos climáticos são resultados dos processos de transferência, transformação e armazenamento de energia e matéria, impulsionados pela radiação solar. Para entender os tipos de tempos e climas distribuídos nos diferentes lugares da Terra é necessária a interação de elementos climáticos e fatores geográficos.

4. Previsão, análise e tempo atmosférico

Segundo Ayoade (2006), as medições dos elementos meteorológicos, ou observações meteorológicas são realizadas em locais conhecidos como postos ou estações meteorológicas. Há quatro tipos de estações:

1. **Sinóticas:** estações controladas por observadores profissionais em tempo integral e que mantêm uma observação meteorológica contínua, fazendo observações instrumentais horárias dos elementos do tempo.
2. **Agrícolas:** estações controladas por observadores em tempo parcial, fazendo pelo menos duas observações instrumentais diárias dos principais elementos do tempo, como evaporação, temperatura e radiação solar com sua importância para a agricultura.
3. **Climatológicas:** são controladas por observadores em tempo parcial, realizando apenas uma ou duas observações instrumentais diárias da temperatura, umidade, precipitação e vento;
4. **Estações (ou postos) pluviométricas:** são postos controlados por observadores em tempo parcial, que fazem leituras diárias apenas da precipitação.

A observação da superfície consiste de procedimentos sistemáticos e padronizados, visando à obtenção de informações qualitativas e quantitativas referentes aos parâmetros meteorológicos, capazes de caracterizar plenamente o estado instantâneo da atmosfera. A padronização foi determinada pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), incluindo tipos de equipamentos usados, técnicas de calibração, aferição, ajuste, manuseio e procedimentos observacionais. Além disso, os horários das observações, o tratamento dos dados observados, as correções efetuadas indiretas de outros parâmetros derivados, a transmissão e o uso operacional são igualmente realizados segundo padrões rígidos. (http://www.wviuma.org.br/efeito_estufa_2_onu.htm).

Nas estações sinóticas, as observações são feitas em horários fixos. As principais horas sinóticas internacionalmente realizadas são: 00:00 (meia-noite), 06:00 (seis da manhã - a.m), 12:00 (meio-dia) e 18:00 (seis da noite - p.m), Tempo Médio Greenwich (AYOADE, 2006). Observações adicionais são feitas em outras ocasiões entre os quatro horários principais, frequentemente horárias ou com intervalos de três horas.

As observações meteorológicas correspondem aos seguintes elementos:

1. Tempo atmosférico atual e passado
2. Direção e velocidade do vento
3. Volume e forma da nuvem
4. Altitude da Nuvem
5. Visibilidade
6. Temperatura do ar
7. Umidade do ar
8. Pressão barométrica (atmosférica)
9. Precipitação
10. Duração da luz solar



Saiba mais

As observações meteorológicas nacionais são oficializadas pelos seguintes órgãos: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET ;Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CTPEC/INPE).

As observações meteorológicas para o Estado do Ceará são monitoradas pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME).

Segundo Ayoade (2006), as observações meteorológicas podem ser feitas com a utilização de várias plataformas, que tanto exploram a atmosfera superior quanto fornecem dados e informações a respeito das variações dos elementos atmosféricos.

As observações meteorológicas podem ser de superfície e da camada superior da atmosfera. Essas observações podem ser feitas a partir dos postos meteorológicos convencionais no continente e em alguns navios meteorológicos com posições fixas nos oceanos Atlântico e Pacífico, por meio radiossonda, radar e aparelhos detectores de tempestades. Os navios comerciais também ajudam nas observações transmitindo por rádio.

Nesse sentido, as observações do tempo podem ser de dois tipos:

- 1. Instrumentais:** podem ser transportadas por foguetes, helicópteros, aeronaves e balões.
- 2. Não instrumentais:** dependem da capacidade, treinamento e julgamento do observador, sendo feitas visualmente. Ex. tipo de nuvem, volume da nuvem, visibilidade.

4.1. Observações Instrumentais do Tempo

As observações meteorológicas podem conter duas classes de instrumentos:

- **Instrumentos Não Registradores:** têm que ser lidos em momentos pre-determinados.
- **Instrumentos Registradores:** contêm dispositivos auto registradores que fornecem valores contínuos sob a forma de gráficos. Variam quanto ao grau de complexidade e sofisticação.

Há postos de observação com instrumentos totalmente automáticos, que podem funcionar por um período de até três meses.

Os Quadros 5 e 6 apresentam a relação de instrumentos encontrados nas principais estações meteorológicas e o conceito de alguns instrumentos mais específicos.

Quadro 5

Instrumentos nas principais estações meteorológicas	
Estações	Instrumentos utilizados
Estações sinóticas	Psicrômetro ventilado
	Termoigrógrafo
	Termômetro de máxima
	Termômetro de mínima
	Pluviômetro
	Pluviógrafo
	Anemógrafo universal
	Barômetro
	Barógrafo ou Microbarógrafo
	Visibilímetro
	Nefoscópio
Estações climatológicas	Psicrômetro ventilado
	Termoigrógrafo
	Termômetro de máxima
	Termômetro de mínima
	Termômetro de relva
	Termômetro de imersão
	Geotermômetro
	Pluviômetro
	Pluviógrafo
	Anemógrafo universal
	Anemômetro
	Barômetro
	Barógrafo ou Microbarógrafo
	Evaporímetro
	Orvalhógrafo
Actinógrafo	

Estações agrometeorológicas	Psicógrafo ventilado elétrico
	Psicrômetro ventilado
	Termoigrógrafo
	Termômetro de máxima
	Termômetro de mínima
	Termômetro de relva
	Termômetro de imersão
	Geotermômetro
	Geotermógrafo
	Pluviômetro
	Pluviógrafo
	Anemógrafo universal
	Anemômetro
	Evaporímetro
	Evapotranspirômetro
	Orvalhógrafo
Heliógrafo	
Actinógrafo	
Radiômetro	

Fonte: http://www.wiiuma.org.br/efeito_estufa_2_onu.htm

Quadro 6

Conceito de alguns instrumentos meteorológicos mais específicos	
Instrumentos	Conceito
Psicrômetro	mede contínua e automaticamente as variações da umidade
Geotermômetro	mede a temperatura subterrânea
Geotermógrafo	mede contínua e automaticamente as variações da temperatura subterrânea
Pluviômetro	mede a quantidade de chuva
Anemógrafo universal	direção e força dos ventos contínua e automaticamente
Anemômetro	direção e força dos ventos
Barômetro	mede a pressão da atmosfera
Barógrafo	registra contínua e automaticamente as variações da pressão atmosférica
Evaporímetro	registra a evaporação
Evapotranspirômetro	registra a evapotranspiração
Actinógrafo	raios luminosos
Heliógrafo	instrumento de sinalização militar; utilizado no sec. XIX

Fonte: http://www.wiiuma.org.br/efeito_estufa_2_onu.htm

4.2. Análise e previsão do tempo meteorológico

Segundo Ayoade (2006), a análise do tempo atmosférico é feita com base em alguns princípios. São eles:

1. O tempo atmosférico deve ser primeiro observado antes de ser analisado;
2. Os dados precisam estar montados de maneira adequada para sua análise;
3. A codificação dos dados e informações segue padrão internacional da OMM;
4. As informações são traduzidas em código numérico e transmitidas para os vários centros meteorológicos nacionais por teletipo, cujos sinais são transmitidos por rádio.
5. Por fim, é feita a construção de quadro tridimensional adequado da atmosfera tanto na vertical quanto na horizontal, a intervalos frequentes e regulares.
6. Os produtos finais são as cartas de tempo e diagramas construídos a partir de procedimentos reconhecidos e estabelecidos pela OMM.

A figura 13 representa o modelo padrão de representação gráfica das observações de superfície e da camada superior da atmosfera para um posto meteorológico.

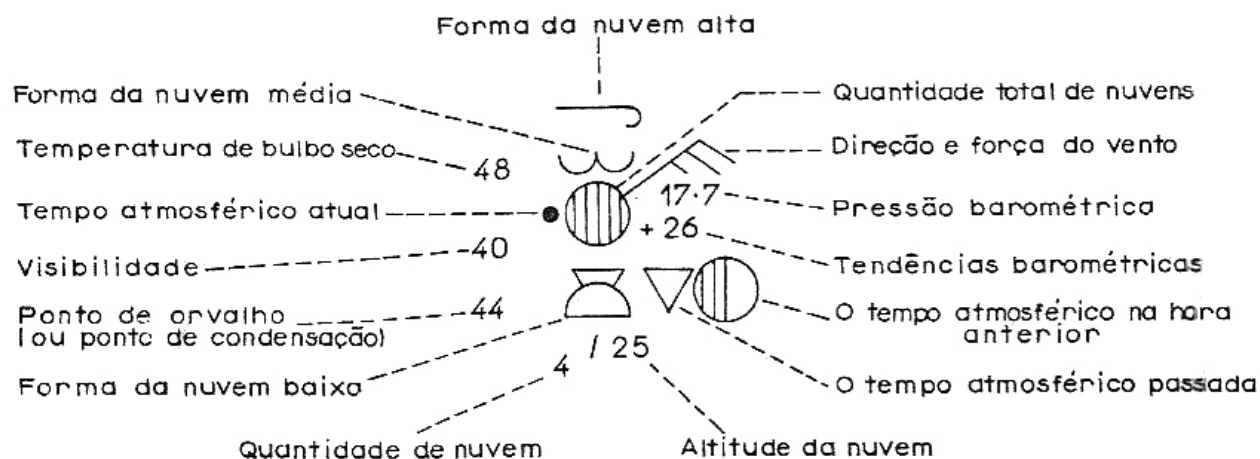


Figura 13 - Modelo padrão de representação gráfica.

Fonte: Ayoade (2006)

4.3. Previsão do tempo meteorológico

Segundo Ayoade (2006), a previsão do tempo meteorológico pode ser de 3 (três) tipos:

1. Previsões de período curto para parte ou totalidade de um período de 24 horas, com um adicional para as 24 horas seguintes;
2. Previsões de amplitude média para período de 2 a 5 dias à frente;
3. Previsões de longo prazo para mais de 5 dias à frente. Ex. um mês ou uma estação.

4.4. Métodos de previsão (Ayoade, 2006)

1. **Sinóticos:** previsão do desenvolvimento de padrões de circulação;
2. **Estatísticas:** previsões de longo prazo e previsão de clima;
3. **Físicos ou numéricos:** previsão quantitativa do estado inicial da atmosfera, com aplicação de leis da física que controlam mudanças do estado atual para estados futuros. Entende o princípio de circulação atmosférica como problema da mecânica de fluidos e da termodinâmica.

Saiba mais



A observação da superfície consiste de procedimentos sistemáticos e padronizados, visando à obtenção de informações qualitativas e quantitativas referentes aos parâmetros meteorológicos, capazes de caracterizar plenamente o estado instantâneo da atmosfera. As observações meteorológicas podem ser de superfície e da camada superior da atmosfera, podendo ser de dois tipos: instrumentais e não instrumentais. As medições dos elementos meteorológicos, ou observações meteorológicas são realizadas em locais conhecidos como postos ou estações meteorológicas.

Leituras, filmes e sites



Sites interessantes

<http://videoseducacionais.cptec.inpe.br/>
<http://www.estacao.iag.usp.br/didatico/index.php>
<http://horafisica.blogspot.com.br/2012/03/o-que-e-calor.html>
<http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap2/cap2-9.html>
<http://www.estacao.iag.usp.br/didatico/index.php>
<http://www.cptec.inpe.br>
<http://www.inmet.gov.br/portal>
<http://www.funceme.br>
http://www.wiiuma.org.br/efeito_estufa_2_onu.htm

Atividades de avaliação



1. O que é radiação?
2. O que é o espectro eletromagnético?
3. O que é albedo?
4. Que outros processos estão envolvidos na interação atmosfera-superfície terrestre?
5. Que relações podem ser tratadas entre elementos climáticos e fatores geográficos?
6. Quais são fatores geográficos que influenciam o clima? Quais são as suas principais contribuições?
7. Como podemos estudar a temperatura como elemento climático?
8. Como podemos estudar a água como elemento climático?
9. Quais são os tipos de estações meteorológicas para observação da superfície e da atmosfera?
10. Como podem ser feitas as observações do tempo?

Referências



- AYOADE, J. O. **Introdução a Climatologia para os Trópicos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.
- CONTI, José Bueno; FURLAN, S. O clima: a atmosfera e a vida terrestre. In: ROSS, Jurandir Luciano Sanches(Org). **Geografia do Brasil**. 5.ed. São Paulo: Edusp, 2008. p.69-110.
- DREW, David. **Processos interativos Homem-Meio Ambiente**. Tradução de José Alves dos Santos. Revisão Suely Bastos; Coord. Editorial de Antônio Christofoletti. 4ª.edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.
- MASSAMBONI, O.; CARVALHO, L.M.V. de. Clima e o Meio Ambiente. In: MAGALHÃES, L.E.de. (coord.). **A questão ambiental**. 1a.ed. São Paulo: Terra-graph, 1994.
- MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia: Noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. **Hidrologia. Cap. 4 Precipitação**. [online]. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap4-PPT.pdf>

Circulação atmosférica: padrões e dinâmica

Observações

Ao final da aula o aluno será capaz de:

- Compreender como funciona a circulação geral da atmosfera por meio de leis gerais de movimentação de fluidos e centros de ação.
- Entender o estudo do Clima a partir da geração e dinâmica das massas de ar e frentes.

1. Introdução

A Atmosfera está em constante movimento. O movimento atmosférico é a soma de dois principais componentes – movimento em relação à superfície da Terra (isto é, o vento) e movimento em conjunto com a Terra, ao girar em torno de seu eixo. Este segundo movimento exerce importantes efeitos sobre a direção dos ventos em relação à Terra (ATINKSON, 1972 apud AYOADE, 2006).

Há duas dimensões para o movimento da atmosfera: horizontal e vertical. A causa básica do movimento é o desequilíbrio na radiação líquida, na umidade e no momentum atmosférico entre as baixas e altas latitudes e entre a própria superfície da Terra e a atmosfera (AYOADE, 2006).

2. Movimento horizontal do ar

Segundo Ayoade (2006), há quatro fatores principais que controlam o movimento horizontal do ar próximo à superfície terrestre: força de gradiente de pressão, força de Coriolis, aceleração centrípeta, e a força de fricção. As quatro forças descritas a seguir atuam em equilíbrio para controlar a direção e a velocidade do vento, como também derivam padrões de fluxo do ar em sistemas de baixa e alta pressão.

2.1 Força do gradiente de pressão

A causa primordial do movimento do ar é o desenvolvimento e a manutenção de um gradiente de pressão horizontal, que funciona como a força motivadora para o ar se movimentar de áreas de alta pressão para áreas de menor pressão. Diferenças horizontais na pressão são criadas por fatores térmicos e/ou mecânicos, embora estes nem sempre sejam distinguíveis.

2.2 Força de Coriolis

Desde que o ar seja obrigado a se mover pela força do gradiente de pressão, ele é imediatamente afetado pela força de Coriolis, ou força defletora, que se deve a rotação da Terra. Por causa da rotação da Terra, há um aparente desvio dos objetos que se movem, inclusive do ar, para a direita de sua trajetória de movimentação, no hemisfério Norte, e para esquerda, no hemisfério Sul, se olhado por qualquer observador sobre a superfície da Terra. Para uma dada velocidade, o efeito de Coriolis é máximo nos polos e diminui nas baixas latitudes, tornando-se zero no Equador.

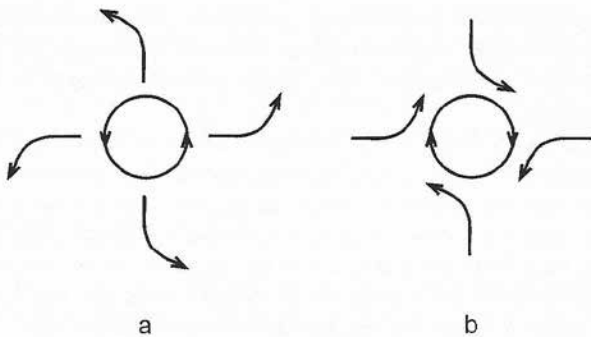


Figura 14 – Deslocamento do ar por efeito de Coriolis.

Fonte: Schmiegelow (2004).

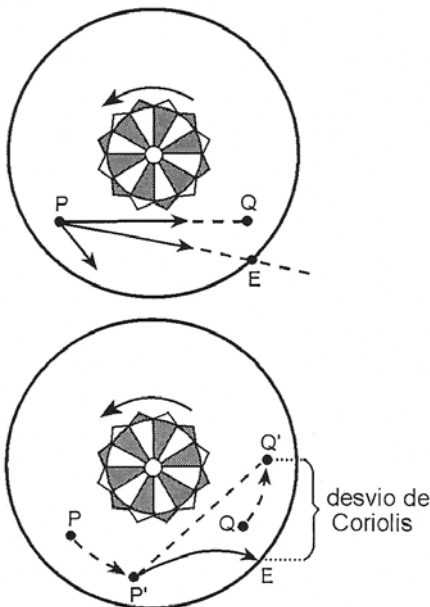


Figura 15 – Desvio do ar por efeito de Coriolis.

Fonte: Schmiegelow (2004).

2.3 Aceleração centrípeta

Se um corpo, durante o movimento, segue uma trajetória curva, deve haver uma aceleração em direção ao centro da rotação. A aceleração centrípeta pode também ser considerada como uma força centrífuga, que opera radialmente para fora (AYOADE, 2006).

2.4 Força de Fricção

Ajuda a controlar a velocidade e a direção do movimento aéreo horizontal. A força de fricção se deve aos obstáculos que a superfície da Terra oferece ao movimento do ar. A força de fricção atua contra o vento e reduz sua velocidade. Isto também causa diminuição na força de Coriolis que é em parte dependente da velocidade.

a) Vento Geostrófico

O vento sopra paralelo às isóbaras, ou melhor, mais ou menos formando ângulos retos com o gradiente de pressão. Isto ocorre porque a força do gradiente de pressão é equilibrada exatamente pela força de Coriolis, que à mesma intensidade atua em direção oposta. Tal vento é co-

hecido como o Vento Geostrófico, e pode ser observado na atmosfera livre, onde não exista o atrito.

b) Vento de Gradiente

Num sistema de baixa pressão, o fluxo equilibrado é mantido numa trajetória curva pela força excessiva do gradiente de pressão sobre a força de Coriolis, dando a aceleração centrípeta líquida. Esse vento gerado é conhecido como vento de gradiente. Num sistema de alta pressão, a aceleração para o centro de rotação ocorre devido ao excesso de força de Coriolis sobre a força do gradiente de pressão.

3. Movimento vertical do ar

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), para o entendimento dos movimentos verticais do ar atmosférico deve-se considerar a variação de pressão e a umidade do ar como fatores relevantes para definição dos padrões verticais de fluxos do ar.

a) Áreas de Baixa Pressão

A variação de pressão do ar em superfície se dá em decorrência da distribuição de energia e umidade no globo, bem como da dinâmica de seus movimentos. O ar quando aquecido conduz ao aumento da agitação entre suas moléculas, que ao se chocarem umas com as outras, distanciam entre si, ocasionando a expansão do ar. Consequentemente, ocorre uma diminuição na pressão exercida pelo ar, caracterizando áreas de baixa pressão (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

b) Áreas de Alta Pressão

Quando o ar se resfria, as moléculas têm seus movimentos cinéticos reduzidos, diminuindo as possibilidades de choques entre elas. Em consequência, a densidade do ar eleva-se, caracterizando uma área de alta pressão (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

A repartição espacial da pressão pode ser compreendida a partir da distribuição de energia no globo, representada pelas zonas climáticas. Nas faixas de baixa latitude, maior concentração de energia solar o forte aquecimento conduz à expansão do ar, caracterizando zonas de baixa pressão. Nas zonas frias, o déficit de energia possibilita a geração das zonas de alta pressão.

Considerando a umidade do ar com fator de interação com a variação espacial de pressão, tomam-se dois volumes iguais de ar, um seco e outro úmido. O volume mais leve será este último, em decorrência da água apresentar menor densidade que o ar seco para volumes iguais.

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), dessas noções que aqui

foram apresentadas, os movimentos verticais de ascendência e subsidência do ar são fundamentais para a compreensão dos campos de pressão em superfície e da dinâmica da atmosfera, mais precisamente na Troposfera, no que se refere à individualização de climas secos e úmidos.

3.1 Ascendência

Ocorre nas áreas de baixa de pressão geradas pelo aquecimento do ar, que ao se expandir, torna-se mais leve que o ambiente ao redor, ascendendo. Esse movimento é favorecido nos ambientes de ar úmido. No seu deslocamento vertical para níveis mais elevados da Troposfera, o ar resfria-se rapidamente contribuindo para a condensação e a formação de nuvens para caracterização de climas chuvosos.

3.2 Subsidência

Ocorre pelo adensamento do ar por resfriamento. O ar torna-se mais pesado que o ar circundante, passando a desenvolver movimento de descenso, ou seja, por ação da gravidade o ar é trazido dos níveis mais elevados da Troposfera para a superfície.

3.3 Outros processos envolvidos

a) Convergência e Divergência do ar

Em decorrência da força de gradiente de pressão, o ar converge nas áreas de baixa pressão e diverge nas áreas de alta pressão. Quando o ar chega por ascensão e sai por subsidência, estabelece-se um gradiente de pressão contrário ao de superfície completando o circuito de circulação (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

b) Advecção e Geração dos ventos

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), Advecção corresponde ao processo de deslocamento do ar de uma área de alta pressão para outra de baixa pressão, tendo como resultado a geração de vento.

A velocidade do vento é controlada pelo gradiente de pressão estabelecido por duas superfícies contíguas. Quanto maior for o gradiente, maior será a velocidade do vento. A velocidade do vento sofrerá alterações por efeito da rugosidade da superfície, seja ela (oceânica ou continental) e pelos efeitos do movimento de rotação da Terra. Os ventos trazem consigo as características de temperatura e umidade das áreas de origem, aonde foram geradas, recebendo o nome da direção do local de onde procedem, como pode ser visto na figura 16.

0	Calm	<0,3	<1	<1	Espelhado	Fumaça sobe na vertical
1	Aragem	0,3 a 1,5	1 a 5	1 a 3	Pequenas rugas na superfície do mar	Fumaça indica direcção do vento
2	Brisa leve	1,6 a 3,3	6 a 11	4 a 6	Ligeira ondulação sem rebentação	As folhas das árvores movem; os moínhos começam a trabalhar
3	Brisa fraca	3,4 a 5,4	12 a 19	7 a 10	Ondulação até 60 cm, com alguns carneiros	As folhas agitam-se e as bandeiras desfaldam ao vento
4	Brisa moderada	5,5 a 7,9	20 a 28	11 a 16	Ondulação até 1 m, carneiros frequentes	Poeira e pequenos papéis levantados; movem-se os galhos das árvores
5	Brisa forte	8 a 10,7	29 a 38	17 a 21	Ondulação até 2,5 m, com cristas e muitos carneiros	Movimentação de grandes galhos e árvores pequenas
6	Vento fresco	10,8 a 13,8	39 a 49	22 a 27	Ondas grandes até 3,5 m, borrifos	Movem-se os ramos das árvores; dificuldade em manter um guarda chuva aberto; assobio em fios de postes
7	Vento forte	13,9 a 17,1	50 a 61	28 a 33	Mar revolto até 4,5 m com espuma e borrifos	Movem-se as árvores grandes; dificuldade em andar contra o vento
8	Ventania	17,2 a 20,7	62 a 74	34 a 40	Mar revolto até 5 m com rebentação e faixas de espuma	Quebram-se galhos de árvores; dificuldade em andar contra o vento; barcos permanecem nos portos
9	Ventania forte	20,8 a 24,4	75 a 88	41 a 47	Mar revolto até 7 m; visibilidade precária	Danos em árvores e pequenas construções; impossível andar contra o vento
10	Tempestade	24,5 a 28,4	89 a 102	48 a 55	Mar revolto até 9 m; superfície do mar branca	Árvores arrancadas; danos estruturais em construções
11	Tempestade violenta	28,5 a 32,6	103 a 117	56 a 63	Mar revolto até 11 m; pequenos navios sobem nas vagas	Estragos generalizados em construções
12	Furacão	>32,7	>118	>64	Mar todo de espuma, com até 14 m; visibilidade nula	Estragos graves e generalizados em construções

Figura 16 – Classificação do vento, segundo a Tabela de Beaufort.

Fonte: <https://portogente.com.br/portopedia/escala-de-beaufort-76453>.

c) Ventos Sazonais e Locais

Considerando a extensão das regiões tropicais do globo terrestre e os contrastes de temperatura e pressão sobre continentes e oceânicas, as monções de verão e de inverno asiáticas são os ventos sazonais de maior expressão. As brisas marítimas e oceânicas, brisas terrestres e continentais, brisas de vale e montanha são ventos locais originados pela diferença de aquecimento da superfície com a alternância do dia e da noite.

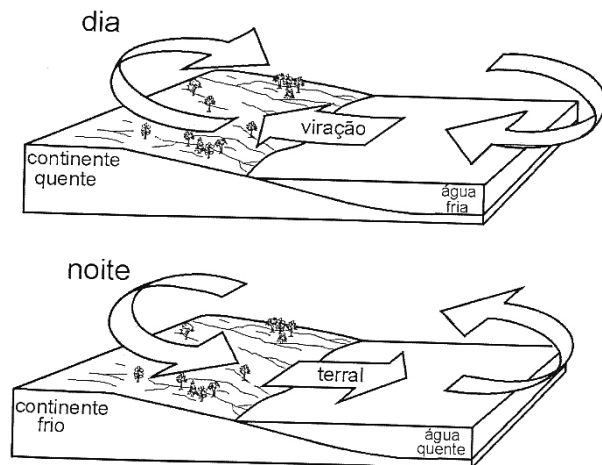


Figura 17 – Modelo de geração das brisas marítimas e continentais com alternância do dia e da noite.

Fonte: Schmiegelow (2004).

4. Modelos de circulação atmosférica

Segundo Ayoade (2006), a classificação do movimento atmosférico ou de circulação pode ser decorrente da abordagem de escala tempo-espacial e em ordem de grandeza decrescente. Pode-se classificar a circulação do ar atmosférico em circulações primárias, secundárias e terciárias.

A circulação primária é circulação geral da atmosfera descrita por Barry e Chorley (1976). Os padrões de circulação de vento e pressão são entendidos em larga escala, ou proporções globais e determinam o padrão de climas do mundo.

Com duração relativamente breve e de movimentos muito rápidos, as circulações secundárias estão inseridas dentro da circulação geral, correspondendo às depressões (ou ciclônicas), anticiclones das latitudes médias e as perturbações tropicais como Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

As circulações terciárias consistem principalmente em sistemas de ventos locais como as brisas marítimas e terrestres. São sistemas muito localizados, controlados por fatores locais, com período de existência mais curto do que a ocorrência dos sistemas circulatórios secundários.

4.1 Circulação geral atmosférica

Considerando a atmosfera composta por gases que se mantêm presos à Terra por ação gravitacional, o movimento do ar obedece às leis de mecânica de fluidos e termodinâmica. A movimentação do ar se deve a distribuição desigual da radiação solar, influenciada pelo movimento de rotação da Terra em torno do seu eixo (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Os padrões de circulação de vento e pressão entendidos em escala planetária e determinam o padrão de climas do mundo e tipos de tempos compostos a circulação geral da atmosfera.

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a circulação geral atmosférica pode ser observada em três grandes zonas:

- Latitudes baixas ou Zona intertropical
- Latitudes médias ou Zona temperada
- Latitudes altas ou Zona polar

Considerando a distribuição diferencial de fontes de energia, associada aos movimentos verticais e horizontais da alta e baixa atmosfera, um modelo de circulação atmosférica pode ser estabelecido a partir de células específicas de movimentação do ar Mendonça e Danni-Oliveira (2007).

- **Célula de Hadley:** movimentação Norte-Sul, originada nas baixas latitudes. Individualizam-se em cada hemisfério na altura da ZCIT.

- **Célula de Ferrel e jatos polares:** originada nas latitudes médias. São associadas às frentes polares, tornando-se mais evidentes no inverno em cada hemisfério, devido à maior variação térmica latitudinal.
- **Ventos de leste-oeste (Alíseos)**
- **Jatos polares:** trocas horizontais dominantes nas zonas polares;
- **Célula de Walker (célula do Pacífico):** circulação zonal na região equatorial. Está relacionada à variação de pressão atmosférica entre as porções leste e oeste do oceano pacífico.

As Figuras 18 e 19 apresentam modelo tricelular de circulação atmosférica composto pelas células de Hadley, as altas subtropicais, as frentes polares, as células de baixa pressão subpolar e as localizações aproximadas das correntes de jato subtropical e polar.

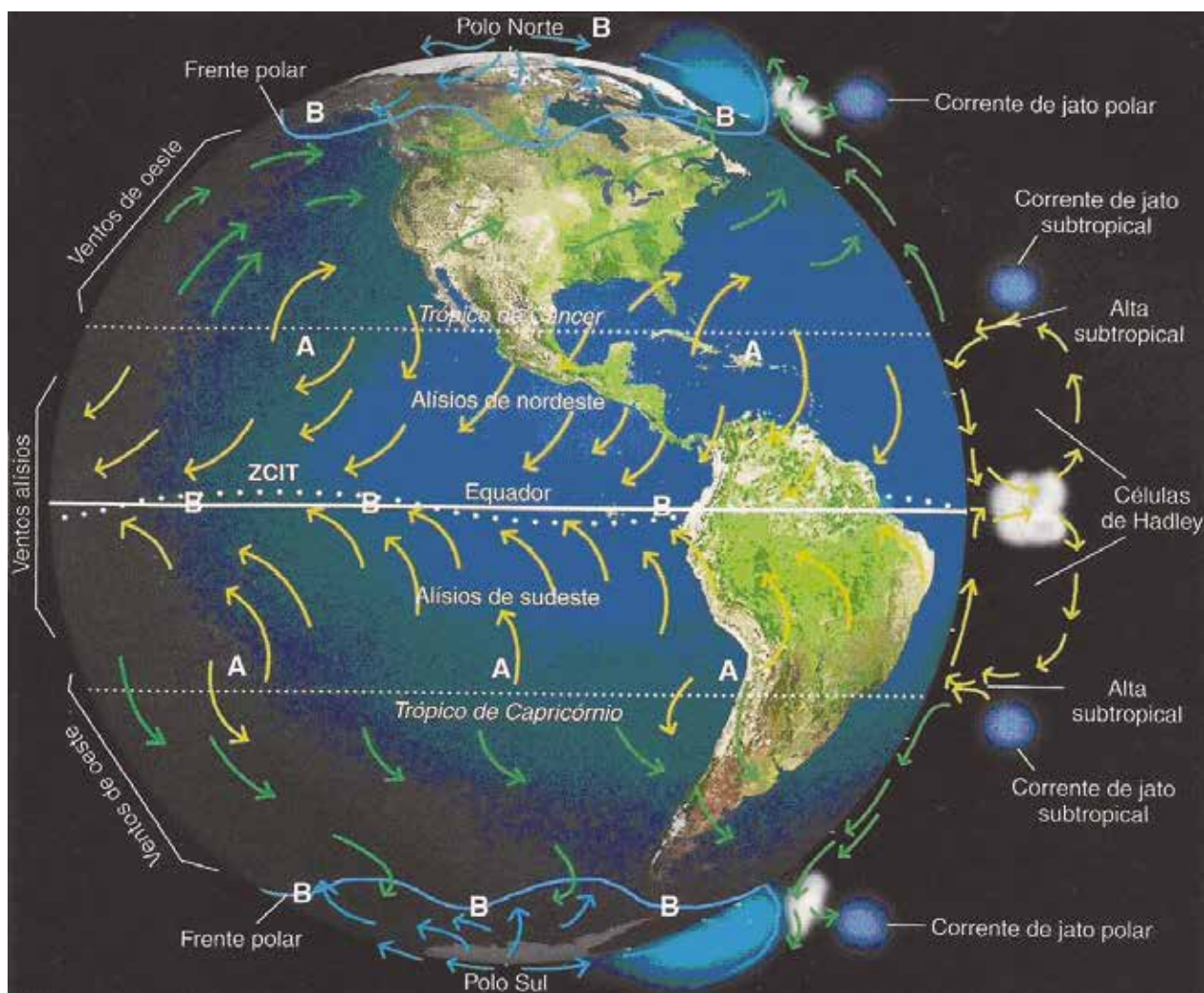


Figura 18 – Esquema simplificado da circulação geral atmosférica.

Fonte: CHRISTOPHERSON (2012).

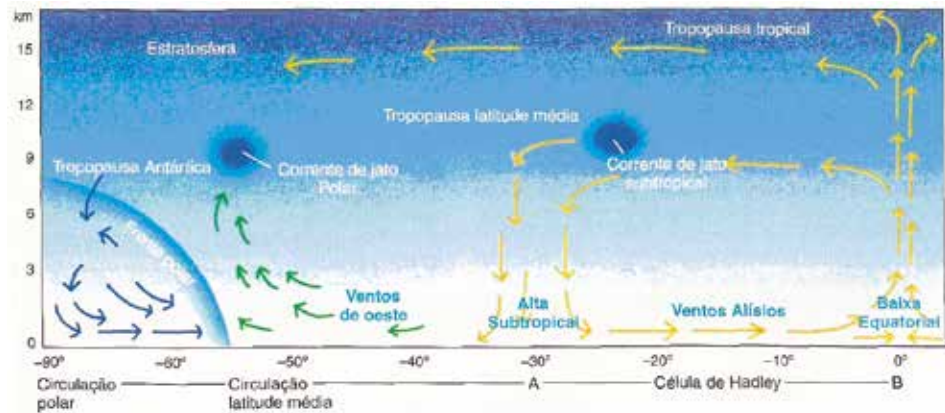


Figura 19 – Perfil da circulação celular atmosférica do equador ao polo do Hemisfério Sul. Fonte: CHRISTOPHERSON (2012).

4.2 Circulação secundária

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a atmosfera encontra-se em permanente circulação, demonstrando a complexidade de sua dinâmica. A representação da circulação atmosférica é feita por meio da cartografia dos campos de médios de pressão atmosférica, próximos à superfície e em altitude. Esses campos de pressão também são chamados de centros de ação da atmosfera.

Os centros de ação da atmosfera se classificam em centros de alta pressão (anticlonais), ou de baixa pressão (ciclônicas ou depressões), e os ventos dominantes na superfície estão organizados segundo as faixas zonais, delimitadas pelas latitudes paralelas à linha do Equador.

Mendonça e Danni-Oliveira (2007), ressaltam que, embora haja uma circulação padrão regular, ocorrem irregularidades dada influência do relevo e distribuição de terras e mares, e mudanças inesperadas muito rápidas na direção dos ventos acima de uma superfície. Desse modo podemos vislumbrar o dinamismo do ar do seguinte modo:

- **Hemisfério Sul:** anticlones e as depressões permanentes ou semipermanentes recuam em direção ao Sul durante a primavera e o verão.
- **Hemisfério Norte:** anticlones e as depressões permanentes ou semipermanentes avançam em direção ao Norte durante a primavera e o verão.

Os centros de ação da atmosfera também podem ser classificados em: positivos e negativos (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

a) Centros de ação positivos

Correspondem aos anticlones, possuem pressão mais elevada que o seu entorno. São áreas que em superfície ocorre a divergência do ar a partir de seu núcleo (fluxo de saída do ar). O ar é subsidente, não ocorre a formação de

nuvens. No centro dos anticiclones, o tipo de tempo é bom, seja quente ou frio, e a circulação do ar ao seu redor se efetua para a esquerda no hemisfério Sul e para a direita no hemisfério Norte, em função defletora da força de Coriolis.

b) Centros de ação negativos

Correspondem às depressões barométricas, ciclônicas constituindo áreas de baixa pressão circundadas por áreas de alta pressão, que atraem o ar das baixas pressões (figura 20). A circulação do ar se efetua para direita no hemisfério Sul, e para a esquerda no hemisfério Norte. São áreas que em superfície ocorre a convergência do ar e a ascensão das massas de ar, onde ocorre a condensação do vapor de água e a formação de nuvens, favorecendo as precipitações.

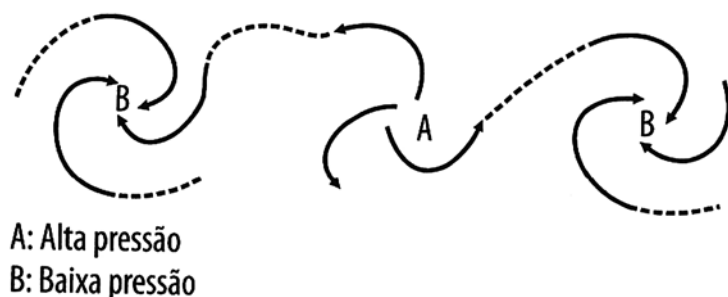


Figura 20 – Deslocamento do ar das áreas de alta pressão para as áreas de baixa pressão.

Fonte: Mendonça e Danni-Oliveira (2007).

Saiba mais



A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é um dos melhores exemplos de depressão de origem termodinâmica. Forma-se em baixas latitudes, onde o encontro dos ventos alísios provenientes de sudeste com aqueles provenientes de nordeste cria uma ascensão de massas de ar, que são normalmente úmidas (Mendonça e Danni-Oliveira, 2007).

c) Massas de ar

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), massa de ar é uma unidade aerológica, ou seja, uma porção da atmosfera, de extensão considerável, que possui características térmicas e higrométricas homogêneas. Sua dimensão horizontal ou vertical pode variar de centenas a milhares de quilômetros.

Para a sua formação, a massa de ar requer três condições básicas: superfície com considerável planura e extensão, baixa altitude, homogeneidade quanto às características superficiais. Formam-se sobre os oceanos, os mares e as planícies continentais.

4.3. Dinâmica das massas de ar

Ao se deslocarem de suas regiões de origem, das quais adquirem as características termoisométricas principais, as massas de ar influenciam as regiões por onde passam, trazendo para essas áreas novas condições de temperatura e umidade e sendo, ao mesmo tempo, por elas influenciadas (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Mendonça e Danni-Oliveira (2007) concluem que a movimentação de uma massa de ar é marcada por uma alteração permanente de suas características, o que ressalta o dinamismo da atmosfera na sua interação com a superfície a partir da movimentação do ar. Os movimentos verticais do ar atmosférico deve-se considerar a variação de pressão e a umidade do ar como fatores relevantes para definição dos padrões de fluxos do ar.

a) Classificação das massas de ar

A temperatura e a umidade são duas principais características de uma massa de ar. A posição zonal da área de origem de uma massa de ar define sua condição térmica (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Quanto à temperatura, as massas de ar podem ser:

- **Quentes:** nas baixas latitudes
- **Frias:** nas latitudes médias
- **Glaciais:** nas altas latitudes

Quanto à umidade das massas de ar, que depende da natureza da superfície de origem podem ser:

- **Úmidas:** formadas sobre regiões marítimas e oceânicas;
- **Secas:** formadas sobre regiões continentais.

Há quatro tipos básicos de massas de ar, a partir da combinação de temperatura e umidade:

- **Quente e úmida:** formada nas baixas latitudes (zona equatorial-tropical), sobre os oceanos, ou exceção sobre a Amazônia.
- **Quente e seca:** formada nas baixas latitudes (zona equatorial-tropical), sobre os continentes.
- **Fria e úmida:** formada nas latitudes médias (zona temperada), sobre os oceanos;
- **Fria e seca:** formada sobre os continentes nas latitudes médias (zona temperada) e nas altas latitudes (zona polar).

4.4 Frentes

O encontro de duas massas de ar com características diferentes produz uma zona ou superfície de descontinuidades atmosféricas, ou frentes. Denomina-se Frontogênese o processo de origem de frentes.

Saiba mais



Há duas dimensões para o movimento da atmosfera: horizontal e vertical. O movimento horizontal do ar próximo à superfície terrestre é controlado por forças tais como forças de gradiente de pressão, força de Coriolis, aceleração centrípeta, e a força de fricção. Já o movimento vertical do ar tem a variação de pressão e a umidade do ar como fatores relevantes para definição dos padrões de fluxos do ar. Pode-se classificar a circulação do ar atmosférico em circulações primárias, secundárias e terciárias, onde a circulação primária é circulação geral da atmosfera.

Leituras, filmes e sites



Sites interessantes

http://videoseducacionais.cptec.inpe.br/swf/mov_atm/2/

<http://eaulas.usp.br/portal/video.action?idItem=287>

<http://www.master.iag.usp.br/ensino/Sinotica/AULA17/AULA17.HTML>

<http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap7/cap7-7.html>

Atividades de avaliação



1. Que forças atuam na movimentação horizontal do ar atmosférico?
2. Que movimentos estão envolvidos na movimentação horizontal do ar atmosférico?
3. Como pode ser descrita a circulação geral da atmosfera?
4. Caracterize a circulação de convergência e divergência do ar?
5. O que são centros de ação? Como se classificam?
6. Diferencie Massas de ar e Frentes.

Referências



AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os trópicos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006, cap.5, 6, e 7.

MASSAMBONI, O.; CARVALHO, L.M.V. de. Clima e o Meio Ambiente. In: MAGALHÃES, L.E.de. (coord.). **A questão ambiental**. 1a.ed. São Paulo: Terragraph, 1994.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: Noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

SCHMIEGELOW, J.M.M. **O Planeta Azul**: uma introdução às ciências marinhas. Rio de Janeiro: Editora Interciência, Cap.11, p. 85-88, 2004.

Classificações climáticas mundiais

Objetivos

Ao final desta aula o aluno compreenderá:

- Quais são os fatores que condicionam o clima.
- Quais são os climas predominantes no mundo.

1. A dinâmica climática a partir de uma visão global

Ao relembrar os conteúdos trabalhados nos capítulos anteriores, pode-se afirmar que , uma sucessão de tempos meteorológicos define um clima. O planeta Terra possui grandes climas predominantes e é o clima o fator decisivo que interfere na dinâmica de qualquer paisagem do globo.

Assim, as condições meteorológicas reinantes determinam as regiões climáticas, que condicionam, por exemplo, a presença de água, de vida, desgaste das rochas e de perfil do solo. As regiões climáticas se sobrepõem aos grandes ecossistemas do mundo fazendo uma interface atmosfera-biosfera. A hidrologia superficial é influenciada pelos padrões meteorológicos e pela litosfera, fazendo assim a interface hidrosfera-litosfera-atmosfera. Como a biota está inserida neste meio, completa-se a interface atmosfera-litosfera-hidrosfera-biosfera. Todas estas esferas estão condicionadas à atmosfera.

Na Figura 21, é possível notar abaixo como se estrutura o sistema climático terrestre. Ainda, é passível de verificação as interfaces e, principalmente, todas as esferas condicionadas às variações climáticas.

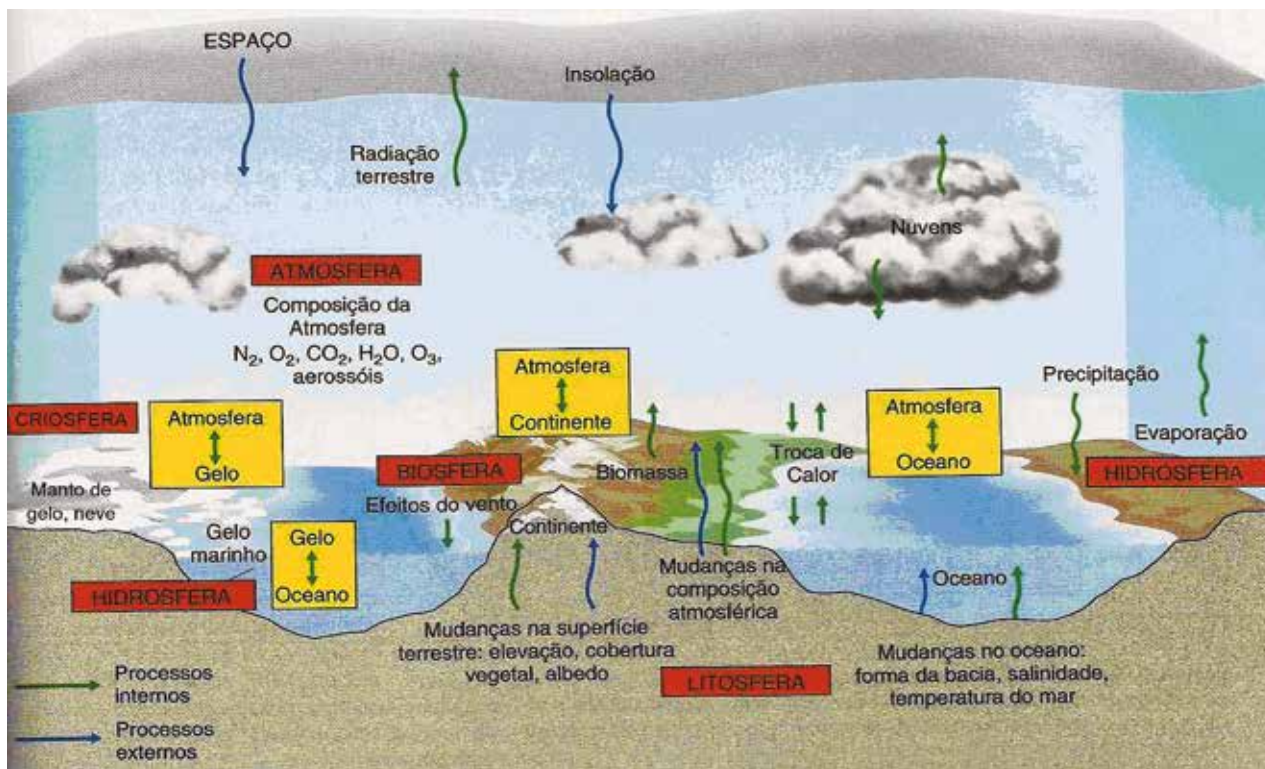


Figura 21 – Sistema Climático.

Fonte: Christopherson (2012, p. 84)

De acordo com Christopherson (2012) os principais elementos do clima são insolação, temperatura, pressão, massas de ar e precipitação. É a combinação de sucessivos estágios meteorológicos desses elementos que vão originar as regiões climáticas. Por sua vez, as regiões climáticas vão originar os grandes climas da Terra.

A insolação é a principal porta de entrada de energia no sistema climático. Varia conforme a inclinação do eixo da Terra em relação ao sol e de acordo com a latitude. A temperatura tem como fatores controlantes principais a latitude, altitude, diferença de aquecimento entre terra e água e a cobertura das nuvens (CHRISTOPHERSON, 2012). A Figura 22, apresentada na sequência deste texto, mostra as temperaturas médias do mundo entre 2003 e 2009. Ainda, é possível notar as máximas destacadas dentro do mapa.

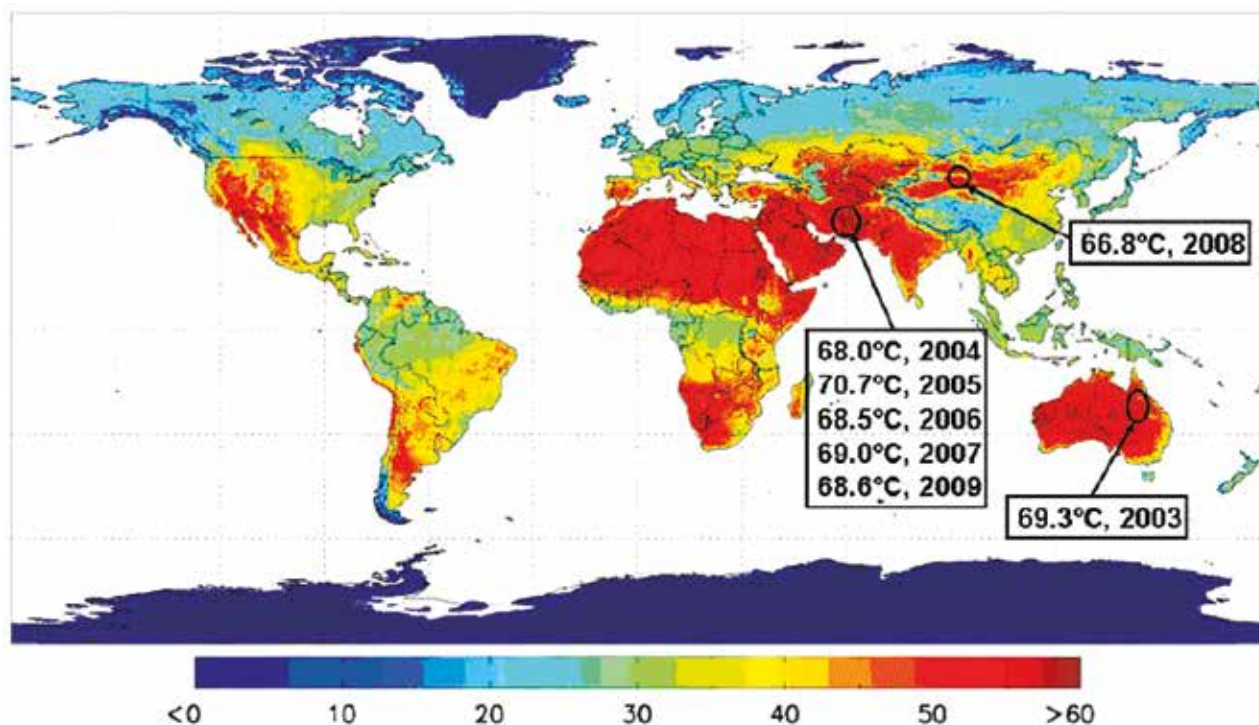


Figura 22 – Temperaturas do mundo entre 2003 e 2009.

Fonte: <http://www.tiempo.com/ram/16245/la-temperatura-mas-alta-de-la-%E2%80%9Cpiel%E2%80%9D-de-la-tierra-periodo-2003-2009/> acesso em 09/07/2014.

A presença hídrica da precipitação ou da umidade varia conforme a insolação, bem como a temperatura e as características das massas de ar predominante. A Figura 23 mostra a distribuição da precipitação pelo mundo. Sem dúvida, se for relacionado apenas precipitação e temperatura você já conseguirá compreender os principais tipos climáticos da Terra⁷ (CHRISTOPHERSON, 2012).

⁷Quando se sobrepõem os mapas de temperatura e precipitação, é notório que as temperaturas são mais elevadas onde se chove menos. No Brasil, identificamos uma linha mais “quente” partindo do planalto central, passando pelo norte de Minas Gerais e cortando todo o Nordeste. Ao analisar um mapa de precipitação, verificamos que é nesta mesma linha que se chove menos no país.

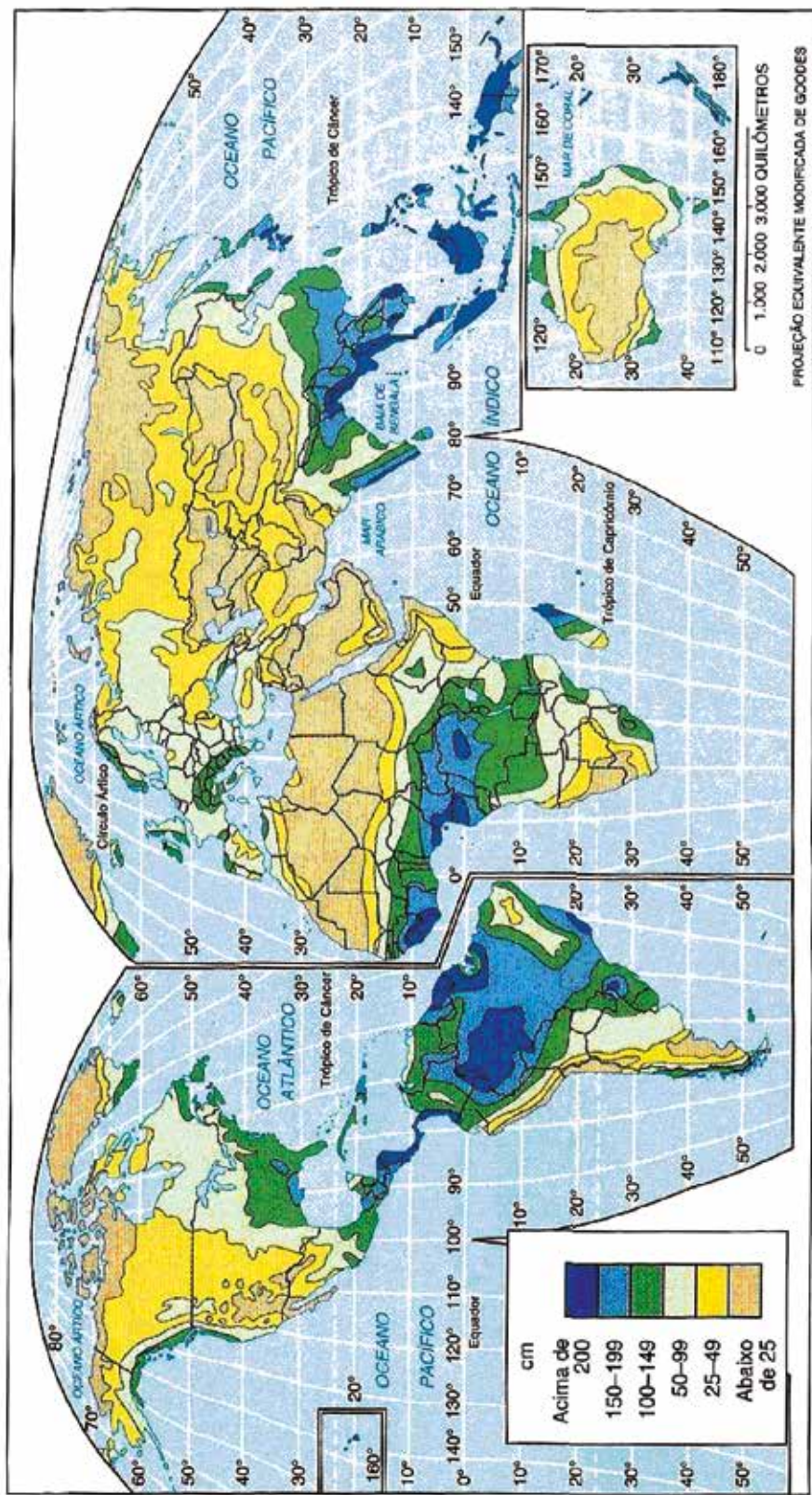


Figura 23 – Precipitação média do mundo.

Fonte: Christopherson (2012, p. 89)

2. Classificações climáticas

Os climas do mundo variam conforme os fatores expostos anteriormente. Contudo, existem classificações distintas onde um elemento sobressai em relação aos demais. Deve-se levar em consideração o fator escala para a determinação dos climas do mundo. Quanto maior a área mais abrangente será a análise dos elementos atmosféricos e dos elementos que interferem na atmosfera regional como os grandes relevos e a circulação oceânica. Desta forma, as classificações se tornam mais generalistas.

As classificações mundiais mais disseminadas e conhecidas no Brasil foram as realizadas por Köppen, a de Arthur Newell Strahler. Existe também outra importante classificação que é a de Thornthwaite utilizada mais em pesquisas científicas. Cada uma destas classificações possui um elemento condicionante para a delimitação e diferenciação dos tipos climáticos principais.

2.1 Classificação climática de Köppen

Wladimir Peter Köppen para realizar a definição dos tipos climáticos mundiais partiu do pressuposto que a vegetação espelha fielmente as características do clima. Assim sendo, os aspectos fisionômicos da vegetação serviu de base para a compartimentação dos climas da Terra. Associado a este fator, foram utilizados também a temperatura e a precipitação em macroescala.

Para a visualização dos grandes climas do mundo Köppen utilizou letras maiúsculas. Por sua vez, as letras minúsculas são utilizadas para todas as variações dos grandes climas. Estruturalmente, a compartimentação é executada por grande grupo (letra maiúscula), tipo (letra maiúscula ou minúscula) e subtipo (letra minúscula). Na sequência, no Quadro 7 é possível reconhecer os grandes grupos climáticos e suas características.

Quadro 7

Grandes grupos climáticos de Köppen.		
Código	Tipo	Descrição
A	Clima tropical	Climas megatérmicos
		Temperatura média do mês mais frio do ano > 18 °C
		Estação invernal ausente
		Forte precipitação anual (superior à evapotranspiração potencial anual)
B	Clima árido	Climas secos (precipitação anual inferior a 500 mm)
		Evapotranspiração potencial anual superior à precipitação anual
		Não existem cursos de água permanentes
C	Clima temperado ou Clima temperado quente	Climas mesotérmicos
		Temperatura média do ar dos 3 meses mais frios compreendidas entre -3 °C e 18 °C
		Temperatura média do mês mais quente > 10 °C
		Estações de Verão e Inverno bem definidas

D	Clima continental ou Clima temperado frio	Climas microtêrmicos Temperatura média do ar no mês mais frios < -3 °C Temperatura média do ar no mês mais quente > 10 °C Estações de Verão e Inverno bem definidas
E	Clima glacial	Climas polares e de alta montanha Temperatura média do ar no mês mais quente < 10 °C Estação do Verão pouco definida ou inexistente

Fonte: https://portais.ufg.br/up/68/o/Classifica___o_Clim__tica_Koppen.pdf

Ao continuar a explicação da classificação mundial executada por Köppen, é possível afirmar que existem as variações dentro dos grandes grupos climáticos. Estas variações são comandadas pela precipitação e temperatura. Destas alterações da precipitação e temperatura, derivaram os tipos e os subtipos climáticos. Os Quadros 8 e 9 evidenciam isto.

Quadro 8

Exemplificação dos tipos		
Código	Descrição	Aplica-se ao grupo
S	Clima das estepes Precipitação anual total média compreendida entre 380 e 760 mm	B
W	Clima desértico Precipitação anual total média < 250 mm	B
f	Clima úmido Ocorrência de precipitação em todos os meses do ano Inexistência de estação seca definida	A-C-D
w	Chuvas de Verão	A-C-D
s	Chuvas de Inverno	A-C-D
w'	Chuvas de Verão-outono	A-C-D
s'	Chuvas de Inverno-outono	A-C-D
m	Clima de monção: Precipitação total anual média > 1500 mm Precipitação do mês mais seco < 60 mm	A
T	Temperatura média do ar no mês mais quente compreendida entre 0 e 10 °C	E
F	Temperatura média do mês mais quente < 0 °C	E
M	Precipitação abundante Inverno pouco rigoroso	E

Fonte: https://portais.ufg.br/up/68/o/Classifica___o_Clim__tica_Koppen.pdf

Quadro 9

Exemplificação dos subtipos climáticos		
Código	Descrição	Aplica-se aos grupos
a: Verão quente	Temperatura média do ar no mês mais quente ≥ 22 °C	C-D
b: Verão temperado	Temperatura média do ar no mês mais quente < 22 °C Temperaturas médias do ar nos 4 meses mais quentes > 10 °C	C-D

c: Verão curto e fresco	Temperatura média do ar no mês mais quente < 22 °C Temperaturas médias do ar > 10 °C durante menos de 4 meses Temperatura média do ar no mês mais frio > -38 °C	C-D
d: Inverno muito frio	Temperatura média do ar no mês mais frio < -38 °C	D
h: seco e quente	Temperatura média anual do ar > 18 °C Deserto ou semi-deserto quente (temperatura anual média do ar igual ou superior a 18 °C)	B
k: seco e frio	Temperatura média anual do ar < 18 °C Deserto ou semi-deserto frio (temperatura anual média do ar inferior a 18 °C)	B

Fonte: https://portais.ufg.br/up/68/o/Classifica___o_Clim__tica_Koppen.pdf

Na Figura 24 é possível constatar os tipos climáticos mundiais de acordo com a classificação de Köppen, todavia atualizado com os dados das estações climatológicas em funcionamento. Os autores Peel, Finlayson McMahon (2007) explicam como foram coletados e tratados os dados de precipitação e temperatura. Vale a pena consultar!!!

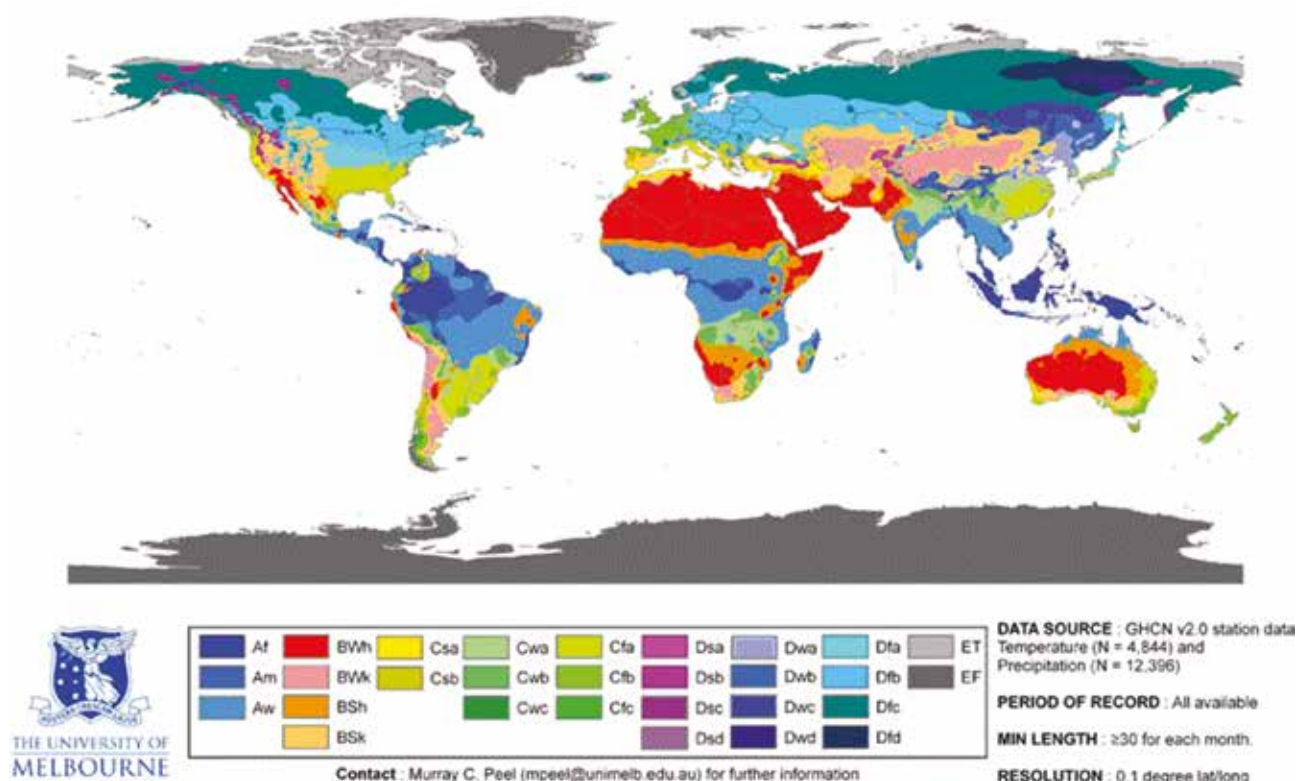


Figura 24 – Tipos climáticos globais na classificação de Köppen.

Fonte: https://portais.ufg.br/up/68/o/Classifica___o_Clim__tica_Koppen.pdf

2.2 Classificação climática de strahler

A classificação climática de Strahler está baseada fortemente na atuação das massas de ar sobre a superfície terrestre. Para tanto, utiliza-se também a temperatura para a primeira grande compartimentação do globo em climas quentes, climas frios, climas temperados e climas de altitude.

A sub-compartimentação destes quatro grandes climas são, sobretudo, pela maior atuação da massa de ar reinante na região. Desta forma, origina 13 tipos climáticos no mundo. Na Figura 25, é possível notar a coincidência da atuação da massa de ar Equatorial Continental com o clima equatorial sobre a região amazônica brasileira.

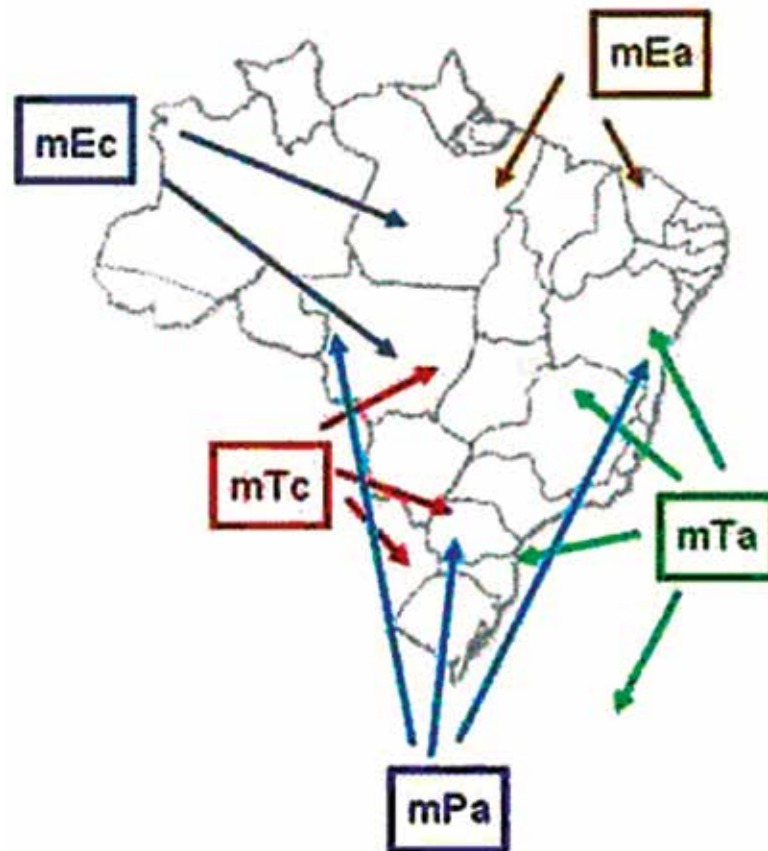


Figura 25 – Massas de ar atuantes no Brasil.

Fonte: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/climas-do-brasil/climas-do-brasil.php>. Acesso em 14/08/2014.

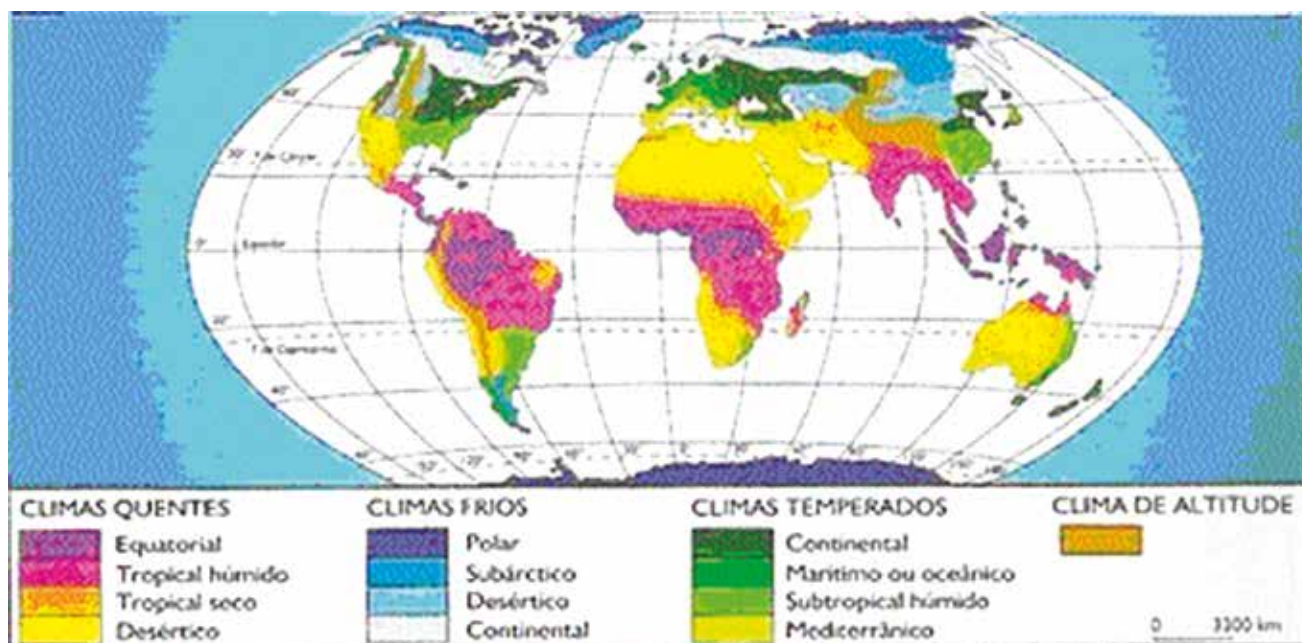


Figura 26 – Climas do mundo segundo Strahler.

Fonte: <http://www.klimanaturali.org/2010/04/classificacoes-climaticas.html>. Acesso em 14/08/2014.

Saiba mais



A classificação climática de Charles Warren Thornthwaite, muito utilizada em pesquisas científicas, baseia-se no balanço hídrico, que é a diferença entre a evapotranspiração potencial e a precipitação. A partir disso, calcula-se outros índices, tais como: o índice de umidade, com intuito de determinar a classificação do clima.

- Uma sucessão de tempos meteorológicos define um clima.
- As regiões climáticas se sobrepõem aos grandes ecossistemas do mundo.
- Os principais elementos do clima são: insolação, temperatura, pressão, massas de ar e precipitação.
- As classificações mundiais mais disseminadas e conhecidas no Brasil foram a de Köppen e a de Strahler. Existe também outra importante classificação que é a de Thornthwaite utilizada mais em pesquisas científicas.

Leituras, filmes e sites



Sites interessantes

A temperatura e os fatores determinantes do clima de forma dinâmica, podem ser consultador em: http://www.aularagon.org/files/espaa/atlas/factores_temperatura.htm

É possível aprofundar os conhecimentos gerais sobre a natureza em: <http://www.portalsaofrancisco.com.br>

Atividades de avaliação



1. Leia o artigo “Um pensamento crítico sobre classificações climáticas: de Köppen até Strahler”, e produza uma resenha discutindo as questões levantadas no texto.

Artigo disponível em: <http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/viewFile/89/81>

Referências



MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

CHRISTOPHERSON, Robert W. **Geossistemas: uma introdução à geografia física**. Tradução: Francisco Eliseu Aquino et. al. 7ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2012. 728p. il. color.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. (2007). "Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification". **Hydrol. Earth Syst. Sci.**'11: 1633–1644. ISSN1027-5606.

Clima urbano

Ao final da aula o aluno será capaz de:

- Compreender as bases introdutórias sobre clima urbano.
- Trabalhar a relação entre clima e cidade na perspectiva do uso do solo.

1. A relação cidade e clima urbano

Compreende-se, a partir de Mendonça (2003), que a cidade é a materialização do processo de urbanização e cuja concepção pode ser expressa, de forma genérica, pela aglomeração de pessoas com suas construções e atividades em um determinado espaço, sendo também uma produção humana bastante antiga. Já para Carlos (2008) a cidade atualmente, é a expressão mais incisiva do processo de produção da humanidade sob a égide das relações desencadeadas pela formação econômica e social capitalista, observando que na cidade, a disjunção homem-natureza, a atomização das relações e as desigualdades sociais se mostram de forma intensa.

Nessa perspectiva, a paisagem urbana é a expressão da “ordem” e do “caos”, sendo manifestação formal do processo de produção do espaço urbano, colocando-se no nível aparente e do imediato. Entendendo isso, nota-se que a cidade enquanto construção humana, produto social do trabalho materializado, evidencia-se enquanto formas de ocupações, sejam essas resultantes na necessidade do desenvolvimento de determinadas ações, como a de produzir, consumir, habitar ou viver (CARLOS, 2008).

Após fazer uma vasta revisão bibliográfica sobre as questões ambientais e socioeconômicas que atingem as cidades, Andrade (2005) destaca que elas são sistemas complexos, abertos a fluxos de energia e massa, caracterizados por um contínuo processo de mudança. Nesse aspecto, o ambiente urbano engloba componentes naturais, construídas, econômicas e sociais, podendo ser abordado segundo pontos de vistas diversos.

Cabe salientar que o papel das cidades na modernidade registra tanto a intensificação da degradação da natureza quanto o despertar da consciência para a intervenção racional ou planejada na alteração/construção do ambiente urbano. Nesse sentido, a urbanização da humanidade, o planejamento

ou ordenamento do desenvolvimento dos espaços urbanos, surge como uma necessidade de primeira ordem, sendo todos os elementos componentes do meio biótico, abiótico e social, devendo ser levados em consideração. Entretanto, após cerca de dois séculos de urbanização associada à industrialização, evidencia-se que em algumas localidades diversos elementos de ordem natural como social, tem sido observado no processo de planejamento do espaço urbano, o que na grande maioria das vezes a abordagem volta-se, particularmente, para os interesses econômicos (MENDONÇA, 2003).

Isto gerou uma preocupação com as questões ambientais e socioeconômicas desenvolvidas no espaço urbano. Entre os diferentes contextos e cenários vislumbrados no espaço citadino analisado a partir da relação sociedade-natureza e seus efeitos sobre os diferentes ambientes, nota-se que nos espaços citadinos os impactos daquela relação são notados especificamente, devido a ação do fator antrópico ser mais intenso nas cidades causando alterações sob o clima local.

Afirma-se isso, pois o homem tem exercido uma influência sob o clima urbano, notado: a) pela alteração da composição química da atmosfera; b) as propriedades térmicas e hidrológicas da superfície terrestre, assim como seus parâmetros aerodinâmicos modificados pela urbanização e industrialização; c) superfícies naturais substituídas por superfícies pavimentadas, ruas, telhados e prédios; d) temperaturas elevadas, mesmo quando diminuí a duração da insolação; e) umidade reduzida, porém há um certo aumento na precipitação e também na quantidade de nebulosidade; f) os ventos fortes são desacelerados e os ventos fracos são acelerados à medida que se movimentam nas áreas urbanas (AYOADE, 2011).

2. Os mecanismos do clima nas cidades

O mecanismo do clima urbano pode ser entendido segundo Conti (1998), se a cidade for considerada um sistema aberto em que circulam os fluxos de energia, sofrendo processos de absorção, difusão e reflexão. Ainda para o autor, a incidência da radiação solar é modificada pela concentração de poluentes e micropartículas em suspensão, produzindo a radiação difusa, que caracteriza a atmosfera das cidades.

Nesse mecanismo, o processo de urbanização, a supressão da cobertura vegetal e sua substituição por áreas artificializadas, acabam elevando o índice de albedo e, por consequência, a superfície do solo diminui a capacidade de reter a energia, aumentando o índice de refletância. Sabe-se nesse sentido, que quanto maior é volume de energia armazenada, maior é o equilíbrio térmico, o que não se verifica nas cidades, caracterizadas pela desorganização do mecanismo climático (CONTI, op. cit.).

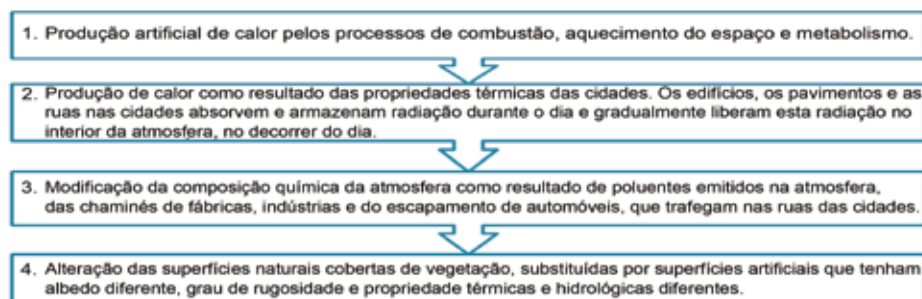
Tratando-se disso, observa-se que as mudanças climáticas observadas e produzidas pelas cidades podem ser explicadas como referência aos seguintes aspectos, no Quadro 10.

Quadro 10

Mudanças Climáticas Produzidas pela Cidade		
Fatores	Elementos	Comparação com a Zona Rural
Poluente	- Partículas sólidas - Bióxido de enxofre - Bióxido de carbono - Monóxido de carbono	10 vezes mais 5 vezes mais 10 vezes mais 25 vezes mais
Radiação	- Total sobre a superfície horizontal - Ultravioleta, no inverno - Ultravioleta, no verão - Duração da radiação	15 a 20% menos 30% menos 5% menos 5 a 15% menos
Nebulosidade	- Cobertura de nuvens - Nevoeiro, no inverno - Nevoeiro, no verão	5 a 10% mais 100% a mais 30% a mais
Precipitação	- Quantidade total - Dias de chuva com 5mm - Queda de neve - Dias com neve	5 a 10% a mais 10% a mais 5% menos 14% menos
Temperatura	- Média anual - Mínimas de inverno - Aquecimento de graus-dia	0,5 a 1,0°C a mais 1,0 a 2,0°C a mais 10% menos
Umidade Relativa	- Média anual - Inverno - verão	6% menos 2% menos 8% menos
Velocidade do Vento	- Média anual - Movimentos extremos - Calmarias	20 a 30% menos 10 a 20% menos 5 a 20% a mais

Fonte: Ayoade (2011, p.78).

Para Ayoade (2011), essas mudanças climáticas nas cidades também podem ser explicadas pelos seguintes fatores:

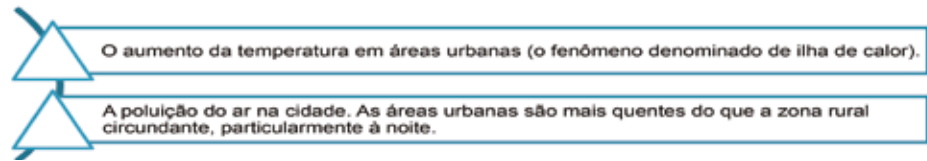


Esquema 1 – fatores que explicam as mudanças climáticas observadas nas cidades.

Fonte: Ayoade (2011, p.133).

Série “Vozes do Clima”, exibida pelo programa Fantástico, da Rede Globo. O vídeo trata-se do episódio 01, que discute as mudanças climáticas nas cidades brasileiras. Acesse o link: https://www.youtube.com/watch?v=UkNbE_3GaYk

Observa-se também que dois fatores do clima urbano podem ser destacados, devido as suas implicações mais abrangentes. São eles:



Esquema 2 – Fatores mais abrangentes sob o clima das cidades.

Fonte: Ayoade (2011.p. 134).

3. Problemáticas associadas ao clima urbano

3.1. Ilhas de calor

As áreas urbanas e suburbanas há tempos apresentam ilhas de calor, que se caracteriza como um “oásis inverso”, onde o ar e as temperaturas da superfície são mais quentes do que em áreas rurais circundantes. As ilhas de calor são formadas em áreas urbanas e suburbanas, devido a muitos materiais de construção comuns absorverem e reterem mais calor do sol do que materiais naturais em áreas rurais menos urbanizadas (GARTLAND, 2010). Para a autora, existem duas razões principais para esse aquecimento:

- I. A maior parte dos materiais de construção é impermeável e estanque, e por essa razão não há umidade disponível para dissipar o calor do emitido pelo sol;
- II. A combinação de materiais escuros de edifícios e pavimentos com configuração de cânion absorve e armazena mais energia solar.

Nota-se que a temperatura de superfície escuras e secas pode chegar a 88°C durante o dia, ao contrário de superfícies que apresentam vegetação e solo úmido com as mesmas condições pode chegar a atingir temperaturas de 18°C. A ação antropogênica, a partir do calor produzido pelo homem, a partir de menores velocidades do vento e a poluição do ar em áreas urbanas, também colaboram para o surgimento das ilhas de calor (GARTLAND, op. cit.).

Saiba mais



Por que devemos nos preocupar com as ilhas de calor?

Porque seus impactos negativos afetam muitas pessoas de várias maneiras. Ilhas de calor não causam apenas pequenos desconfortos adicionais; suas temperaturas mais elevadas, a falta de sombra e seu papel no aumento da poluição do ar têm sérios efeitos sobre a mortalidade e saúde da população. Elas desperdiçam dinheiro ao aumentar a demanda de energia, ao despender maiores esforços para construção e manutenção de infraestruturas, para gerenciar enchentes e para a disposição de resíduos. Além disso, as técnicas construtivas insustentáveis que promovem as ilhas de calor tendem a não ser atraentes, chamativas ou saudáveis para a flora e fauna urbanas (GARTLAND, 2010).

Segundo Gartland (2010), as ilhas de calor apresentam cinco características comuns, que podem ser vislumbradas no Quadro 11.

Quadro 11

Características das Ilhas de Calor
1 - Em comparação com áreas rurais não urbanizadas, a ilha de calor é mais quente geralmente, com padrões de comportamento diferentes. Ilhas de calor são normalmente mais quentes após o pôr do sol, quando comparadas às áreas rurais e mais frescas após o amanhecer. O ar no “dossel urbano”, abaixo das copas das árvores e edifícios, pode evidenciar até 6°C mais quente do que o ar em áreas rurais.
2 - As temperaturas do ar são maiores em decorrência do aquecimento das superfícies urbanas, uma vez que superfícies artificiais absorvem mais calor do sol que a vegetação natural.
3 - Essas diferenças nas temperaturas do ar e na superfície são destacadas quando o dia está calmo e claro.
4 - Espaços com menor vegetação e mais desenvolvidos tendem a ser mais quentes, e ilhas de calor tendem a ser mais intensas conforme a ampliação das cidades.
5 - Ilhas de calor também exibem ar mais quente na “camada limite”, que se caracteriza por ser uma camada de ar de até 2.000 m de altura. Elas comumente criam colunas de ar mais quentes sobre as cidades, e inversões de temperatura (ar mais quente sobre o ar mais frio) causadas por elas não são incomuns.

Fonte: Gartland (2010, p. 99).

Sabe-se que não existe uma única causa para o fenômeno das ilhas de calor nas cidades, pelo contrário, podem-se mencionar diversos fatores que favorecem para o aquecimento de diversas cidades e subúrbios. Entre as principais características urbanas que favorecem a formação das ilhas de calor, observa-se no Quadro 12.

Quadro 12

Características Urbanas Favoráveis para a Formação de Ilhas de Calor	
Características Urbanas Favoráveis	Efeitos sobre o Balanço de Energia
Falta de vegetação	Reduz evaporação
Utilização difundida de superfícies impermeáveis	Reduz evaporação
Maior difusividade térmica dos materiais urbanos	Aumenta do armazenamento de calor
Baixa refletância solar dos materiais urbanos	Aumenta saldo de radiação
Geometrias urbanas que aprisionam o calor	Aumenta saldo de radiação
Geometrias urbanas que diminuem as velocidades dos ventos	Reduz convecção
Aumento dos níveis de poluição	Aumenta saldo de radiação
Aumento da utilização de energia	Aumenta o calor antropogênico

Fonte: Adaptado de Gartland (2010, p. 102).

Por que ocorre o efeito ilha urbana de calor

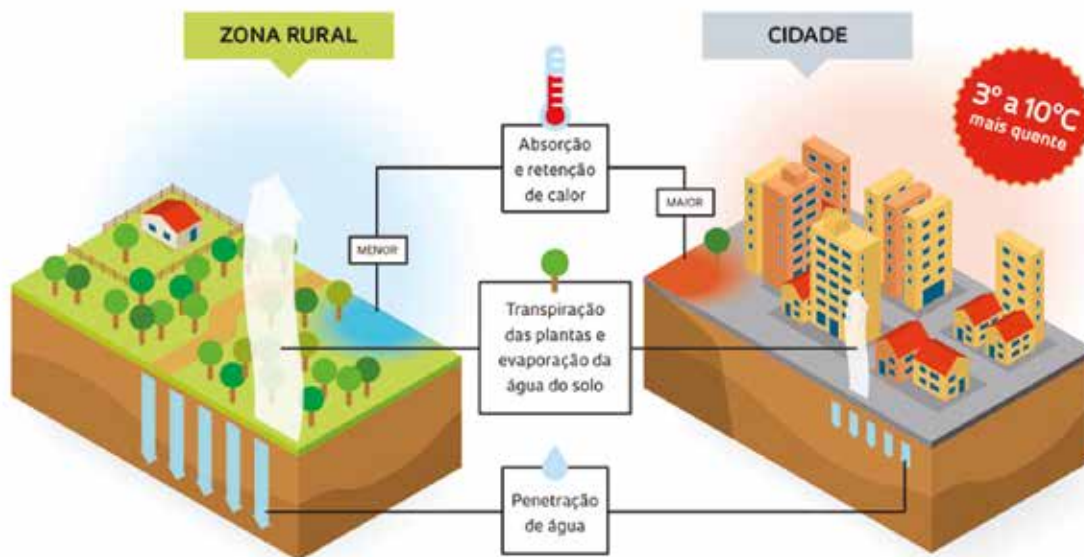


Figura 27 – Formação da Ilha de Calor.

Fonte: <http://revistapesquisa.fapesp.br>

3.2. Inversão térmica

Outro aspecto do clima urbano que vem frequentemente sendo discutido e estudado é o da poluição da atmosfera urbana, ocasionada pelos processos de urbanização e industrialização. Entre os principais fenômenos climáticos que contribuem para essa questão nas cidades, destaca-se a Inversão Térmica.

Compreende-se que em condições normais em camadas inferiores da troposfera, o ar resfria de baixo para cima à razão de $0,6^{\circ}\text{C}$ a cada 100 m. Para essas condições, dá-se o nome de gradiente térmico vertical. Entende-se que esse resfriamento pode variar para mais ou para menos, dependendo do teor de umidade relativa do ar. Porém, em certas condições observa-se uma situação contrária, em que a camada de ar mais fria está situada sob a mais quente, ou seja, é a mais próxima do solo, produzindo o que se denomina de Inversão Térmica (CONTI, 1998).

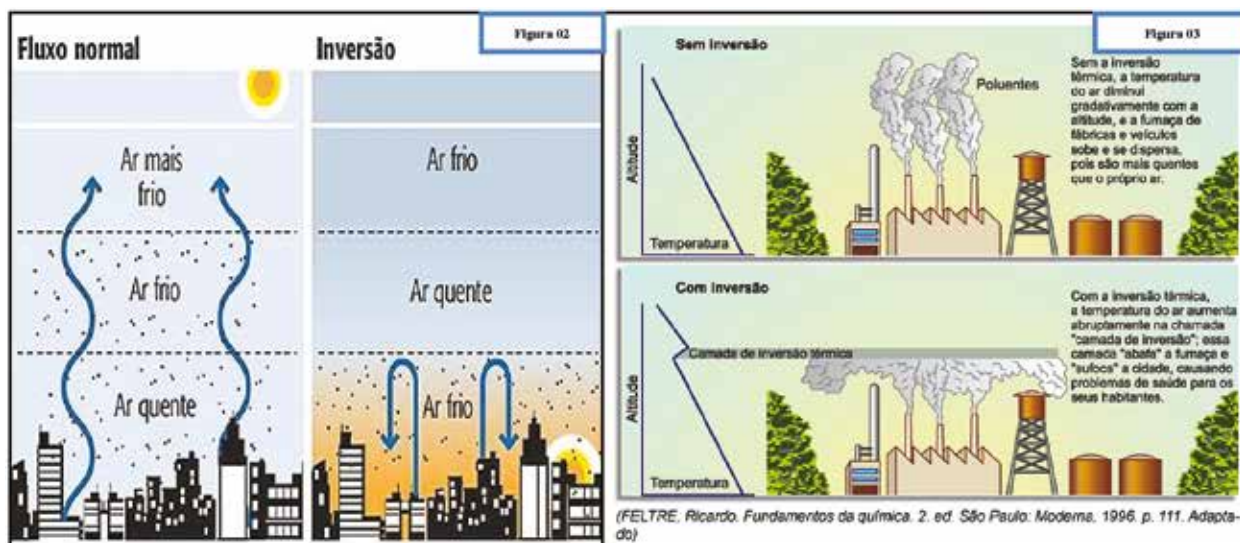


Figura 28 – Cenário para que ocorra a inversão térmica. Figura 29 – Influência da inversão térmica sob a temperatura.

Fonte (Figura 28): <http://ambiente.hsw.uol.com.br/inversao-termica.htm>

Fonte (Figura 29): <http://geoconceicao.blogspot.com.br/2012/03/inversao-termica-inversao-termica-e-uma.html>

Para Conti (1998), entre os principais fatores responsáveis pelo surgimento do fenômeno da inversão térmica nas cidades, destacam-se:

- super-resfriamento de superfície (inversão por radiação);
- núcleo de anti-ciclone (inversão por corrente descendente);
- entrada de um frente fria (inversão frontal);
- características do sítio urbano.

Com a inversão térmica, nota-se que a camada de ar fria junto à superfície, favorece a concentração de poluentes atmosféricos, devido a camada de inversão interromper as correntes ascendentes de ar, barrando assim a dispersão das partículas de poluentes. Observa-se que as inversões térmicas são mais comuns no inverno e normalmente são responsáveis pelos cenários mais críticos de poluição nas cidades.

Entre os principais poluentes acumulados na atmosfera estão os hidrocarbonetos, oxidantes, óxidos sulfúricos e nitrosos, monóxido de carbono e partículas em suspensão, que são gerados em sua maioria pela exaustão dos motores de veículos e por indústrias poluentes. Esse fenômeno gera sérios problemas de saúde pública, aumentando a incidência de doenças respiratórias (que já são mais altas devido a temperatura mais baixa do ar) e a mortalidade, principalmente de crianças e idosos (SABBATINI, 1996).

Vários acidentes desastrosos de inversão térmica ocorreram no passado, comprovando esta relação, tais como: a) o do Vale do Mosa, na Bélgica, em 1930; b) de Donora, Pensilvânia, em 1948; c) em Londres, em dezembro

de 1952, um dos piores eventos registrados, que durou quatro dias, causando a morte de cerca 3 mil a 4 mil pessoas, em consequência da poluição. Entre as doenças mortais estavam: bronquite, asma alérgica, as infecções respiratórias, o agravamento de enfisemas, etc. (SABBATINI, op. cit.).

3.3. Chuvas ácidas

A poluição do ar afeta o clima das áreas urbanas de diversos modos. Essa problemática desempenha uma importante função no equilíbrio energético das áreas urbanas, onde os poluentes refletem, dispersam e absorvem a radiação solar. Nota-se que nas áreas urbanas existe uma tendência da precipitação aumentar, devido aos poluentes que possibilitam um maior número de núcleo de condensação. Observa-se também que fatores como: a) o acréscimo de vapor d'água devido aos vários processos de combustão; b) a convecção térmica sobre as ilhas de calor urbano; e c) a truçulência mecânica criada pelo efeito de fricção da estruturas da cidade sobre os fluxos de ar, proporcionam a maior incidência de precipitação (AYOADE, 2011).

Ao analisar tal fenômeno, aponta-se a relação entre poluição nas cidades e precipitação que ocasiona as Chuvas Ácidas. Para Jesus (1996) as chuvas ácidas podem ser definidas como uma devolução da poluição que o homem criou sobre a superfície terrestre. Entre as principais questões relacionadas às chuvas ácidas, destacam-se:

- a) constituem um importante indicador das condições de degradação do meio ambiente;
- b) está ligada à qualidade do ar sobre as áreas fortemente urbanizadas;
- c) do ponto de vista químico, a chuva ácida corresponde àquela em que o pH se apresenta inferior a 5,65, sendo a acidez relacionada a poluição;
- d) as gotas de água da chuva apresentam substância como: água oxigenada e ácidos sulfúricos, nítricos, acético e fórmico, além de sulfato e nitrato de amônia;
- e) é resultante da emissão de gases como: dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio, lançados na atmosfera pelas atividades antrópicas;
- f) as chuvas ácidas afetam monumentos públicos, destroem metais, mata plantas e também afeta a saúde da população (JESUS, 1996).

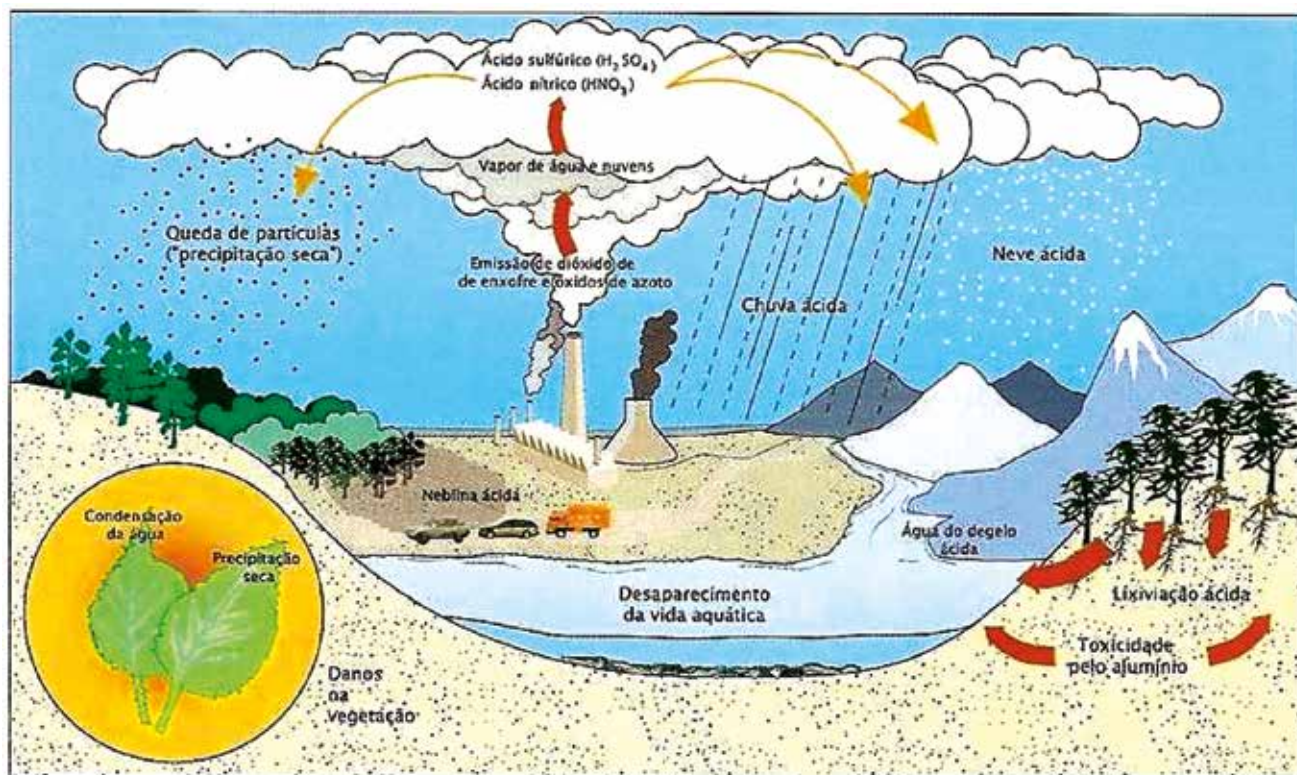


Figura 30 – Ilustração evidenciando o fenômeno das chuvas ácidas e seus efeitos.

Fonte: <http://biotransition.files.wordpress.com/2009/02/chuvas-acidas.jpg>

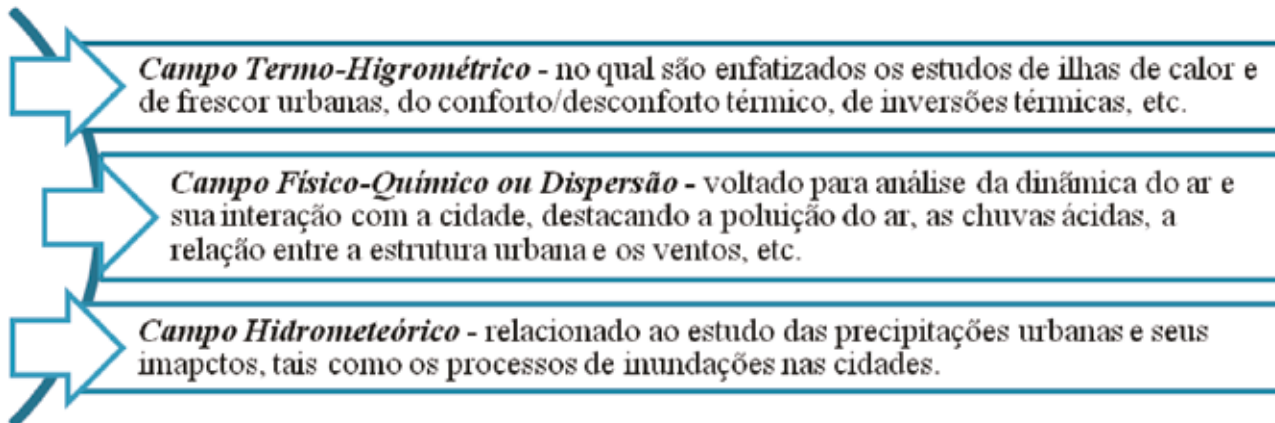
Nas cidades brasileiras, esse problema ocorre em nossas maiores metrópoles. Entre as principais áreas em nosso país, em que ocorre o fenômeno das chuvas ácidas, destacam-se: a) a região carbonífera de Santa Catarina; b) nos arredores do polo industrial de Paulínia, em São Paulo; c) na área industrial de Ipatinga, em Minas Gerais; e d) na região do polo petroquímico de Camaçari, na Bahia (JESUS, op. cit.).

4. Sistema Clima Urbano (S.C.U.) para o estudo do clima nas cidades

Para Mendonça (2003), foi a partir do emprego da teoria dos sistemas, da noção de dinâmica da atmosfera e das preocupações de alguns climatólogos com a interação estabelecida entre a atmosfera, o sítio urbano e o fato urbano, caracterizado pela materialidade humana, que o clima da cidade passou a ser focalizado de um ponto de vista mais holístico e numa dimensão evolutiva, dando origem aos estudos de climas urbanos como se pode analisar atualmente.

Dessa forma, para Mendonça (2003), a intensificação das preocupações com o ambiente urbano, especificamente, com a degradação do mes-

mo, ocorre, entre outros motivos, devido ao desenvolvimento das cidades, no que se refere ao seu crescimento e complexidade, realidade ligada ao agravamento da baixa qualidade de vida urbana, sendo mais evidente nas cidades de grande porte e áreas metropolitanas. Observando isso os climatólogos urbanos aprimoraram suas pesquisas e elevaram a climatologia a um intercâmbio direto com urbanistas, associando o clima do planejamento urbano por meio de um enfoque do mesmo segundo três campos diferentes e intrinsecamente associados uns com os outros, sendo eles:



Esquema 3 – Campos de análise do clima urbano.

Fonte: Mendonça (2003, p. 63)

Esses campos de análise surgem, conforme Moura (2008), a partir da busca do Professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, em elaborar um programa de pesquisa para o estado de São Paulo em 1976. Monteiro diversifica a verificação dos fatos (do ritmo) climáticos com outros fatores importantes do complexo geográfico e projeta o ritmo climático para a compressão dos problemas urbanos. Nesse sentido, Monteiro nessa busca de compreender o clima das cidades, elucida a Teoria Clima Urbano.

Monteiro (2003) ao formular a Teoria Clima Urbano, o autor toma como referência teórica para o estudo do clima urbano – a utilização da *Teoria dos Sistemas* de Bertalanffy (1950), sendo esta uma preferência paradigmática, imaginando-a capaz de revelar a essência de um fenômeno de complexidade. Nessa perspectiva, a Teoria Clima Urbano é composta por critérios e enunciados básicos, questões de consistência, além da constituição dos níveis do sistema. Os critérios estabelecidos se referem ao emprego de dinamismo, pragmatismo, empirismo e modelismo, já os enunciados, apresentam-se em dez, apontados a seguir no Quadro 13.

Quadro 13

Enunciados Básicos do Sistema Clima Urbano (S.C.U.)	
1	O clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização.
2	O espaço Urbanizado, que se identifica a partir do sítio, constitui o núcleo do sistema que mantém relações íntimas com o ambiente regional imediato em que se insere.
3	O S. C. U. importa energia através do seu ambiente, é sede de uma sucessão de eventos que articulam diferenças entre os estados, mudanças e transformações internas, a ponto de gerar produtos que se incorporam ao núcleo e/ou são exportados para o ambiente, configurando-se como um todo de organização complexa que se pode enquadrar na categoria de sistemas abertos.
4	As entradas de energia no S. C. U. são de natureza térmica (oriundas da fonte primária de energia de toda a Terra - o sol), implicando componentes dinâmicas inequívocas determinadas pela circulação atmosférica, e decisivas para a componente hídrica englobada nesse conjunto.
5	A avaliação dessa entrada de energia no S. C. U. deve ser observada tanto em termos quantitativos como, especialmente, em relação ao seu modo de transmissão.
6	A estrutura interna do S. C. U. não pode ser definida pela simples superposição ou adição de suas partes (compartimentação ecológica, morfológica ou funcional urbana), mas somente por meio da íntima conexão entre elas.
7	O conjunto-produto do S. C. U. pressupõe vários elementos que caracterizam a participação urbana no desempenho do sistema. Sendo variada e heterogênea essa produção, faz-se mister uma simplificação, classificatória, que deve ser constituída através de canais de percepção humana.
8	A natureza urbana do S. C. U. implica em condições especiais de dinamismo interno consoante o processo evolutivo do crescimento e desenvolvimento urbano, uma vez que várias tendências ou expressões formais de estrutura se sucedem ao longo do processo de urbanização.
9	O S. C. U. é admitido como passível de auto-regulação, função essa conferida ao elemento homem urbano que, na em que o conhece e é capaz de detectar suas disfunções, pode, através de seu poder de decisão, intervir e adaptar o funcionamento do mesmo, recorrendo a dispositivos de reciclagem e/ou circuitos de retroalimentação capazes de conduzir o seu desenvolvimento e crescimento seguindo metas preestabelecidas.
10	Pela possibilidade de interferência auto-reguladora, acrescentam-se ao S. C. U., como sistema aberto, aquelas propriedades de entropia negativas pela sua própria capacidade de especialização dentro do crescimento através de processos adaptativos, podendo ser qualificado, assim, como um sistema morfogenético.

Fonte: Monteiro (2003).

Moura (2008) observa que a estrutura geral do sistema compõe hierarquias intercaladas horizontalmente e verticalmente, formando um nível de resolução geral que é o próprio clima da cidade, que admite também níveis intermediários (os grandes conjuntos de fenômenos do universo climático). Para o autor, os níveis que formam a estrutura do Sistema Clima Urbano, podem ser representados por três canais de percepção humana: Canal I – Conforto Térmico; Canal II – Qualidade do Ar; e Canal III – Impacto Meteorológico. Tais canais se associam com seguintes níveis de resolução do sistema termodinâmico, físico-químico e hidrometeorológico

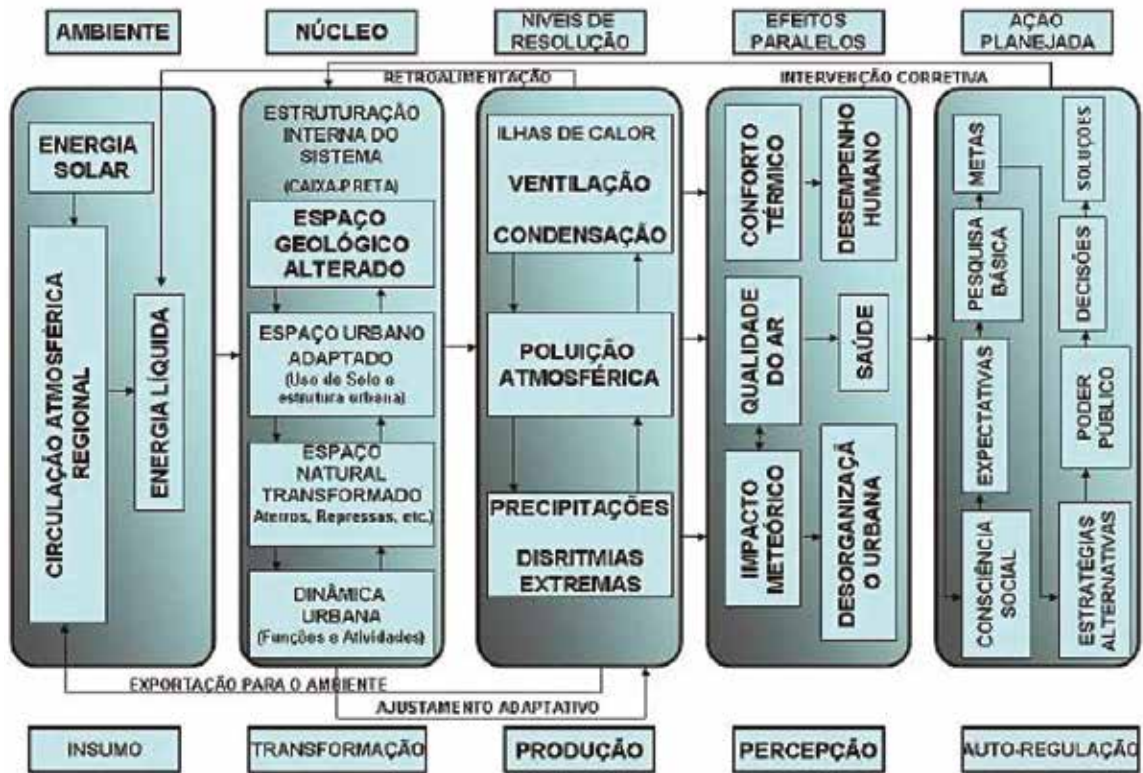


Figura 31 – Sistema Clima Urbano (S.C.U.).

Fonte: Moura (2008) e Monteiro (2003).

Leituras, filmes e sites



Sites relacionados

<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/77650.html>

<http://www.onu.org.br/>

Atividades de avaliação



1. A partir da leitura do artigo “O Clima das Cidades”, produza um fichamento de conteúdo, com a seguinte estrutura: cabeçalho indicando o assunto e a referência da obra, isto é, a autoria, o título, o local de publicação e o ano da publicação. Para encontrar o artigo, basta acessar o link: <http://citrus.uspnet.usp.br/rdg/ojs/index.php/rdg/article/viewFile/73/62>.

Obs: o fichamento deve ser entregue digitado em formato de trabalho acadêmico.

2. Produza um resumo do artigo “Aquecimento global e saúde: uma perspectiva geográfica – notas introdutórias”, elaborado pelo Prof.^o Dr.^o Francisco Mendonça. Para encontrar o artigo, basta acessar o link: <http://www.unit.br/mestrado/saudeambiente/leitura/Aquecimento%20global%20e%20saude%20.....pdf>

Obs: o trabalho deve ser entregue digitado e em formato acadêmico.

Referências



ANDRADE, Henrique. O clima urbano: natureza, escalas de análises e aplicabilidade. **Finisterra**, p. 67-91, 2005.

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os Trópicos**. 15^o ed. São Paulo: Bertrand Brasil, 2011.

CARLOS, A. F. A. **A cidade**. 8^a ed. São Paulo: Contexto, 2008.

CONTI, José Bueno. **Clima e Meio Ambiente**. 6^a ed. São Paulo: Atual, 1998.

GARTLAND, Lisa. **Ilhas de Calor**: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

JESUS, E. F. R. de. A importância do estudo das chuvas ácidas no contexto da abordagem climatológica. **Sitientibus**, Feira de Santana, n. 14, p. 143-153, 1996.

MONTEIRO, C.A. F.; MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.

MOURA, M. O. **O clima urbano da cidade de Fortaleza sob o nível do campo térmico**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

SABBATINI, R. M. E. Poluição, Inverno e Saúde. **Correio Popular**. Campinas. 23/05/1996.

Interações do clima com a paisagem

Objetivos

Ao final da aula o aluno será capaz de:

- Compreender a relação entre as mudanças climáticas e as interferências na paisagem.
- Estudar alguns problemas ambientais advindos da relação sociedade-natureza.

1. Clima, paisagem e homem

Para Keltling (2009) a paisagem constitui a consolidação dos sistemas ambientais que são concebidos e percebidos por nós, tendo sua origem no passado climático e tectônico do planeta e nos processos que agem constantemente e designam, e ao mesmo tempo recriam novos contornos na natureza.

Para Beltrame (1994), o clima pode ser entendido como um fator natural, que de maneira direta ou indireta influencia na degradação dos recursos naturais renováveis, o que para Araujo et al. (2010) está associado às condições atmosféricas adversas que vem sendo induzidas pelo homem, provocando a mudança do clima global.

Nesse sentido, compreende-se que a influência do clima sob a paisagem pode determinar os tipos de usos e ocupações de uma dada região, como também as potencialidades socioeconômicas. Concorde-se com Ayoade (2011), quando o autor observa que o clima se destaca como um dos mais importantes componentes do ambiente natural, já que ele afeta os processos geomorfológicos, os da formação dos solos e o crescimento das plantas.

Salienta-se que o clima influencia a distribuição das atividades antrópicas, como também o homem influencia o clima por meio de suas várias atividades. Assim, essa relação impulsiona alterações nos diferentes complexos paisagísticos.

2. As mudanças climáticas e sua interferência sob as paisagens

O aumento da emissão de gases produtores do efeito estufa está transformando a amplitude das trocas de energia entre a superfície terrestre, a atmosfera e o espaço sideral. Isso exigirá um reajuste das demais variáveis climáticas, dos elementos e atributos de outros sistemas com os quais o clima mantém interação, sejam eles naturais ou socioeconômicos. Alguns, mais sensíveis, responderão imediatamente às alterações, enquanto os outros ficarão, num primeiro momento, aparentemente imunes (TAVARES, 2012).

Algumas consequências notáveis do aquecimento da Terra já podem ser observadas. Os modelos globais de clima do Quarto Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima (IPCC) – Avaliação das Mudanças Climáticas do planeta, chamado de IPCC-AR4, projetam para o futuro, ainda com algum grau de incerteza, possíveis mudanças em extremos climáticos, tais como: a) as ondas de calor; b) ondas de frio; c) chuvas intensas e enchentes; d) secas; e) e mais frequentes ou intensos furacões e ciclones tropicais e extratropicais (AVILA, 2007) (MARENGO, 2009).

Ainda, o documento “Quarto Relatório Científico do IPCC-AR4”, apresenta evidências de mudanças do clima, particularmente, nos extremos climáticos, que podem afetar significativamente o planeta, especialmente, os países menos desenvolvidos da região tropical. As principais conclusões desse relatório observam com mais de 90% de confiabilidade, que o aquecimento da terra nos últimos 50 anos é causado pelas atividades humanas (MARENGO, op. cit.).

Essa perspectiva pode ser compreendida a partir das avaliações observacionais e as projeções climáticas para o futuro e o passado mostram novas evidências de tendências e processos, que podem ser listados no Quadro 14.

Quadro 14

Avaliações, Projeções e Novas Tendências Climáticas	
1	O aquecimento global foi agravado pela poluição humana, numa escala sem precedentes, pelo menos nos últimos 20 mil anos.
2	Há evidências de que o clima da Terra está sofrendo uma transformação dramática em razão das atividades humanas.
3	As temperaturas médias globais neste século subirão 2° C e 4,5° C, como resultado da duplicação das concentrações de dióxido de carbono na atmosfera, em relação aos níveis pré-industriais, pelas emissões provocadas por atividades humanas (como a queima de petróleo e carvão e o desmatamento das florestas tropicais, como a Amazônia).
4	A isso se pode acrescentar mais de 1,5° C como decorrência dos processos de realimentação positivos no clima, resultantes do derretimento do gelo marinho, do permafrost (solo e subsolo permanentemente congelados) e da acidificação dos oceanos.)
5	Existem amplas evidências do aquecimento antropogênico do sistema climático no aquecimento global observado nos últimos 50 anos.
6	A mudança climática deve continuar por décadas e talvez séculos, mesmo se as emissões de gases-estufa forem cortadas.

Fonte: Marengo (2009).

De acordo com Marengo (op. cit.) o Brasil é um país vulnerável às mudanças climáticas atuais e, mais ainda, às que se projetam para o futuro, particularmente, quanto aos extremos climáticos. O autor ainda observa que as áreas mais vulneráveis compreendem a Amazônia e o Nordeste do país.

Ao analisar as projeções de clima até o final do século XXI, sobre os cenários climáticos gerados pelos modelos globais, vislumbram-se os possíveis impactos da mudança climática no Brasil, no que se refere aos seguintes aspectos que podem ser constatados no Quadro 15.

Quadro 15

Possíveis Impactos da Mudança Climática no Brasil	
1	Com o aquecimento global, algumas regiões do Brasil e da América do Sul terão seus índices de temperatura e chuva aumentados, em outras, diminuídos. Com a mudança ou não dos padrões anuais de chuva, mesmo onde não houver aumento ou diminuição do total anual de chuvas, as chuvas isoladas serão mais violentas e os temporais, mais frequentes. O consenso é maior em relação a extremos de temperatura, onde há tendência de aumento nas temperaturas diurnas e noturnas, mais intensamente no inverno.
2	A população como menos recursos e menos capacidade de se adaptar são os mais vulneráveis. O estudo realizado pelo Núcleo de Assuntos Estratégicos da República em 2005 aponta a região Nordeste como o mais vulnerável às mudanças climáticas. O semiárido nordestino poderá se tornar em um futuro, mais quente e se transformar em uma região árida, afetando a agricultura de subsistência regional, a disponibilidade de água e a saúde da população, fazendo com que esta migre, gerando ondas de “refugiados do clima” para as grandes cidades das regiões, intensificando os problemas sociais nestas.
3	As mudanças climáticas também podem alterar a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas, com a consequente perda da biodiversidade e de recursos naturais, como também a alteração da cobertura vegetal atrelada ao desmatamento; alterações das rotas migratórias e dos padrões reprodutivos. A diminuição da capacidade das florestas tropicais em recicladoras de carbono e passem a ser fonte de emissão desse gás. A Amazônia pode virar cerrado até o final do século XXI, em consequência do aumento da concentração dos gases do efeito estufa.
4	Os recifes de corais são especialmente vulneráveis às mudanças de temperatura da água. Calcula-se que um aumento de 3 e 4 graus causaria sua morte.
5	O aumento do número de doenças como: malária, dengue, febre amarela e encefalite, que teriam maior facilidade de se expandirem em um planeta de temperatura mais quente. Além de outras doenças como salmonelose, cólera e outras transmitidas por meio da água.
6	Doenças respiratórias seriam mais comuns, em consequência de um possível aumento na incidência de queimadas em áreas de florestas e vegetação da Amazônia e do cerrado, pela redução de chuva numa atmosfera mais quente e mais seca.
7	Mortalidade de pessoas devido as ondas de calor, especialmente, de crianças e idosos. Também a diminuição da produtividade agrária acentuará os quadros de desnutrição.
8	As grandes cidades enfrentaram o aumento da problemática relacionada às ilhas de calor.
9	Aumento da dificuldade de acesso à água, devido à combinação das alterações do clima, na forma de falta de chuva ou pouca precipitação associada às altas temperaturas e altas taxas de evaporação.
10	Milhões de pessoas podem sofrer de fome, de falta de água e de inundações costeiras à medida que o planeta se torna mais quente.

Fonte: Marengo (2009).

Observa-se também conforme Veríssimo (2003) que apesar da maioria dos estudiosos concordarem com a tendência de um aumento global da temperatura, existem outra corrente científica que diverge da teoria do aquecimento global. Para os cientistas representantes desta corrente, o planeta inclusive estaria caminhando para uma nova era glacial, pois se prevê um encerrando de um ciclo de maior aquecimento iniciado no fim da última glaciação, há cerca de 10 mil anos. Esta hipótese se baseia nas atividades cíclicas do sol e nos movimentos cíclicos da Terra, quando ocorrem alterações nos índices de radiação solar recebidos no planeta.

3. Problemáticas relacionadas à interface clima e sociedade

Tavares (2012) ao analisar Christofolletti (1993), avalia que as mudanças climáticas globais envolvendo os diversos geossistemas terrestres, que representam a organização espacial resultante da interação dos elementos físicos e biológicos da natureza (clima, topografia, rochas, água, vegetação, animais, solos.) e adquirem expressão areal por meio do ajuste de seus elementos aos fluxos de matéria e energia, vem sofrendo com as influencias das variações do clima.

Compreende-se que os geossistemas trocam energia e matéria com outros sistemas participantes de um universo interativo. Mudanças nos geossistemas podem motivar transformações nos sistemas socioeconômicos e vice-versa. Como, por exemplo, a formatação dos espaços urbanos e rurais vinculada aos interesses financeiros, tem prevalecido e proporcionado alterações rápidas nos fluxos de matéria e energia no âmbito dos sistemas socioeconômicos, com repercussões sob os geossistemas (TAVARES, 2012).

Nesse sentido, o clima e as variações climáticas exercem grande influência sobre as diferentes unidades de paisagem ou geossistemas, como também sob a sociedade. Ayoade (2011) ressalta que o impacto do clima e das variações climáticas sobre a sociedade pode ser positivo (benéfico ou desejável) ou negativo (maléfico ou indesejável). Entende-se que a sociedade é vulnerável às variações climáticas, e essa vulnerabilidade ocorre devido à medida pela qual uma sociedade é susceptível a sofrer por causas climáticas. Tal situação por ser motivada por:

- a) quanto mais sua atividade econômica depender dos fatores de produção sensíveis ao clima;
- b) quanto maior for a variabilidade e a não-dependência de certas variáveis climáticas essenciais, como a precipitação e a temperatura;
- c) quanto mais baixo for o nível de reserva alimentícia e outros materiais;
- d) quanto mais for a deficiência de transportes de suprimentos de um lugar que tenha excedentes para regiões de déficits.
- e) quanto menos preparada for uma determinada sociedade para lidar com impactos climáticos adversos (AYOADE, op. cit.).

Avalia-se, dessa maneira, que as sociedades humanas estão sujeitas às interferências motivadas pela ação do clima sob as diferentes paisagens. A seguir, discutir-se-á sobre algumas das principais interações entre clima e paisagem existentes no território brasileiro, e seus efeitos sobre as sociedades.

3.1. Desertificação

A incessante exploração dos recursos naturais pela sociedade está causando diversas alterações sobre o meio ambiente. A relação sociedade-natureza nas últimas décadas, tem ocorrido de forma insustentável que, por sua vez, associa-se a intensa pressão sobre as áreas consideradas frágeis ou vulneráveis ambientalmente. Isso tem promovido o desencadeamento de problemáticas que assumem proporções exorbitantes quando interferem na variante da qualidade socioambiental.

Nessa perspectiva, uma das regiões brasileiras que elucida esse cenário de crise ambiental e pela degradação evidente dos recursos naturais é o semiárido, o que para Melo (2009), “[...] ocasiona processos de desertificação cada vez mais significativos, trazendo como consequências imediatas, dentre algumas; a perda da fertilidade do solo e da biodiversidade, a destruição de habitats e o êxodo rural” (p. 133).

Segundo Suertegaray (2009), a discussão sobre o processo de desertificação tem sua primeira manifestação internacional relativa ao seu combate, a partir da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente em Estocolmo no ano de 1972, e em 1977 com a realização de uma conferência em Nairóbi no Quênia, pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).

Nesse sentido, a desertificação tem sido um grande problema que atinge repercussões em escala global. Podemos entender por desertificação, o processo de degradação nas terras áridas, semiáridas e subúmidas secas do planeta, resultante da atuação humana sobre o ambiente e fenômenos naturais como a variação do clima (BRASIL, 2004).

Oliveira (2006) ao discutir sobre o significado do termo desertificação, nos expõe que na realidade o termo desertificação abrange um conjunto complexo de fatores inter-relacionados que se manifesta em distintos níveis de resolução tanto espaciais como temporais. De modo comum, expressa o efeito da combinação de condições naturais, climáticas e socioeconômicas, e das formas de utilização dos recursos naturais, sobretudo para a produção agrícola e para o desenvolvimento rural.

O Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN/Brasil), implementado no ano de 2004, vem desenvolvendo importantes diálogos nos 11 estados que estão inseridos o pla-

no de ação, dentre tais podemos mencionar: o Ceará, o Rio Grande do Norte e o Pernambuco. Além do programa nacional, temos também a criação dos planos estaduais para o enfrentamento desse problema. No estado do Ceará, o Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAE/CE) compreende 14 municípios que são considerados Áreas Susceptíveis à Desertificação com nível muito grave/ grave, localizados nos sertões dos Inhamuns, de Irauçuba e do Médio Jaguaribe.



Figura 32 – Núcleos de desertificação no Ceará.

Fonte: <http://visaonorte.blogspot.com.br/2010/06/processo-de-desertificacao-avanca-no.html>

Observado isso, pode-se considerar que o fenômeno da desertificação caracteriza-se a partir dos seguintes aspectos: i) aumento de paisagens desérticas em áreas fora dos desertos; ii) manifestação imprevista nos ecossistemas semiáridos e subúmidos secos de processos físicos de degradação das terras que são específicos das regiões áridas, tais como: a erosão eólica e ações aceleradas de escoamento superficial; iii) decadência da produtividade biológica das terras com degradação dos solos e da cobertura vegetal; iv) salinização dos solos; v) desestruturação dos sistemas socioeconômicos a partir da degradação ambiental; vi) disparidade entre a capacidade produtiva dos recursos naturais e sua capacidade de resiliência; vii) expansão muito significativa dos chãos pedregosos e dos afloramentos rochosos; viii) incompatibilidade de atividades com a capacidade de suporte do ambiente, são exemplos dessa realidade: sobrepastoreio, agricultura rudimentar, extrativismo vegetal insustentável, dentre outras (CEARÁ, 2010).

3.2. Secas

O contexto ambiental da região semiárida nordestina e, em particular, cearense é marcado pelo constante fenômeno das secas e dos processos de degradação da vegetação Caatinga (desmatamento ou pelas práticas rudimentares agrícolas como as queimadas). Os problemas ambientais observados nessa região são resultantes de um processo histórico-geográfico de ocupações e modificações produzidas no território cearense, que por sua vez, estão inter-relacionadas com as condições naturais; as formas de uso e ocupação do solo e o manejo indiscriminado dos recursos naturais (SILVA e PEREIRA, 2007).

Ao observar o histórico das secas no nordeste, Oliveira (2009) expõe que o histórico da seca do semiárido nordestino, incluído o do Ceará, passou a ser documentado efetivamente no século XVIII. Particularmente sobre as secas no estado do Ceará, Joaquim Alves em Figueiredo (2003) afirma que os primeiros registros de secas na região do semiárido cearense são datados a partir do século XVII: 1603, 1606, 1614, 1645, 1652 e 1692; no século XVIII, o autor registra as secas de 1771, 1721-1725, 1736-1737, 1745-1746, 1754, 1760, 1766, 1772, 1777-1778, 1784 e 1791-1793, a última grande seca do século. O mesmo autor registra ainda as seguintes secas no século XIX: 1804, 1809, 1810, 1814, 1816-1817, 1825, 1845-1846, 1864, 1877-1879.

As secas nesses períodos promoveram um debate em toda sociedade existente na época. O que mais se discutia eram os problemas naturais e sociais que esse fenômeno climático promovia. Mas afinal, o que é seca? Segundo Figueiredo (2003) a seca é, a princípio, resultante da distribuição irregular de chuvas no tempo e no espaço, acrescidas, no caso do nosso semiárido, da alta evapotranspiração.

Nessa perspectiva, pode-se mencionar que as secas não se resumem apenas a problemas naturais, mas também geram problemáticas de ordem social. Para Sampaio (2007), “As secas sociais continuam produzindo pobreza, miséria e fome, acarretando ocupações de cidades e terras, transformando o Ceará em território cujo quadrado empírico confirma a existência de uma civilização da seca” (p. 475).

Conforme Ceará (2010) pode-se destacar três tipos de seca: climatológica, edáfica e hidrológica. A seca climatológica consiste na ocorrência em um dado espaço e tempo, de uma decadência no total de chuvas em relação aos padrões normais que determinaram as necessidades. A seca climatológica tem suas causas naturais na circulação global da atmosfera e pode resultar em redução na produção agrícola e no abastecimento de água para cidades e outros usos.

A seca edáfica tem como causas básicas a insuficiência ou distribuição irregular das chuvas, e pode ser reconhecida como uma deficiência da umidade do solo (edáfico), em termos do sistema radicular das plantas, que resulta

em considerável redução da produção agrícola. A seca edáfica, associada à agricultura de sequeiro, é a que maiores impactos causam no Nordeste semiárido. Os efeitos são devastadores, promovendo perdas econômicas e grandes transtornos sociais como: fome, migração, desagregação das famílias etc.

E por último, a seca hidrológica é aquela que consiste no suprimento de águas. Pode ser entendida como a insuficiência de águas nos rios ou reservatórios para atendimento das demandas de águas já estabelecidas em uma dada região (CEARÁ, 2010).



Figura 33 – Cenário no período seco na região semiárida.

Fonte: <http://www.uirauna.net/meteorologia-previsao-aponta-para-mais-um-ano-de-seca-no-nordeste/>

Existem alternativas para conviver com o fenômeno das secas e tirar proveito do clima. Observe a seguir algumas alternativas para reduzir os efeitos da estiagem prolongada: a) cisterna doméstica; b) cisterna calçadão c) barreiro trincheira; d) barragem subterrânea; e e) manejo florestal da caatinga.

Sugestão de vídeo: série “Vozes do Clima”, ainda, sobre a relação entre as mudanças climáticas e seus impactos no semiárido brasileiro, basta acessar os links⁸ abaixo:

⁸Acesse o link e se informe mais sobre a maior seca dos últimos 50 anos do Nordeste brasileiro. <http://noticias.terra.com.br/infograficos/seca-no-nordeste/>

Parte 01 - <http://www.youtube.com/watch?v=icBBKE9SKgo>;

Parte 02 - <http://www.youtube.com/watch?v=dr3UfPR5w2c>;

Parte 03 - <http://www.youtube.com/watch?v=81f1SZ68PBo>;

3.3. Enchentes urbanas

De acordo com Brito e Silva (2012) o crescimento urbano das cidades ocorre sem um planejamento adequado, e isso ocasiona sérios problemas para a população. Segundo as autoras, a ocupação próxima às margens de rios por populações fazem parte do processo de formação das cidades brasileiras, não sendo levado em consideração pela sociedade a dinâmica natural dos rios.

As implicações dessas ocupações são muitas vezes desastrosas, incidindo episódios de enchentes e inundações, devido aos índices pluviométricos que proporcionam um aumento no volume de água dos rios, como também pela estrutura do sítio urbano das cidades.

Para Bandeira (2010), os fenômenos naturais que se observa, particularmente, nas cidades devido aos impactos que provocam, estão associados aos episódios pluviométricos de grande magnitude, também considerados em alguns casos como eventos extremos e, na maioria das vezes, enquadrados na categoria de desastres naturais, dependendo de sua amplitude e extensão espacial.

Tominaga (2011) aponta que os fenômenos naturais quando atingem grandes dimensões em áreas habitadas por sociedades causando-lhes prejuízos, passam a ser denominados de desastres naturais. Tais desastres naturais podem ser gerados por diversos fenômenos, tais como: a) inundações; b) escorregamentos; c) erosão; d) terremotos; e) tornados; f) furacões; tempestades; g) estiagem etc..

Para Tucci (1995) as enchentes em áreas urbanas são consequência de dois processos, que acontecem isoladamente ou de forma integrada:

a) Enchentes em áreas ribeirinhas: são as enchentes naturais que atingem a população que ocupa os leitos de rios por falta de planejamento do uso do solo;

b) Urbanização: são as enchentes provocadas pela urbanização. Com o desenvolvimento urbano, ocorre a impermeabilização do solo através de telhados, ruas calçadas e pátios.

Com a urbanização ocorre o aumento do escoamento superficial e o volume que escoava lentamente pela superfície do solo e ficava retido pelas plantas, passa a escoar no canal do rio, exigindo maior capacidade de escoamento das seções. Nota-se também, que as enchentes ampliadas pela urbanização, em geral, ocorrem em bacias de pequeno porte, de alguns quilômetros quadrados (TUCCI, 1995).



Figura 34 – Inundação urbana em Fortaleza.

Fonte: wordpress.com/2013/09/alagamento.jpg

O Quadro 16 traz os principais fatores e impactos da urbanização sobre as cheias dos rios urbanos.

Quadro 16

Principais Fatores e Impactos da Urbanização sobre as Cheias dos Rios Urbanos	
Fatores Causadores	Impactos
Impermeabilização	- Maiores picos de cheia e vazões em rios;
Rede de drenagem	- Maiores picos de cheia a jusante;
Lixo	- Degradação da qualidade da água; - Entupimento de bueiros e galerias pluviais;
Rede de esgotos sanitários deficientes	- Degradação da qualidade da água; - Doenças de veiculação hídrica;
Desmatamento e desenvolvimento indisciplinado	- Maiores picos de cheia e volumes escoados; - Maior erosão; - Assoreamento em canais e galerias;
Ocupação de várzeas	- Maiores prejuízos ao patrimônio por enchentes; - Maiores picos de cheias; - Maiores custos de utilidades públicas;

Fonte: BOLLMANN (2004).

Santos (2012) discutindo sobre o apontamento realizado por Tucci (1999), analisa que o aumento da temperatura no ambiente urbano também favorece condições de movimento de ar ascendente que pode propiciar aspectos favoráveis para o aumento da precipitação. Já que na área urbana as precipitações críticas são mais intensas e de baixa duração, essas condições contribuem para agravar as enchentes urbanas. Associado a isso, aponta-se as condições do sítio urbano, que afeta também o microclima, colaborando para o surgimento de episódios de inundações.

Leituras, filmes e sites



Sites relacionados

http://www.geografia.ufc.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=158&Itemid=62

<https://www.embrapa.br/>

Atividades de avaliação



1. Leia o artigo “O conceito de desertificação”, produzido pelo Prof.º Dr.º José Bueno Conti, e elabore um fichamento para ser entregue digitado no formato de trabalho acadêmico. Para ter acesso ao artigo online basta acessar o link: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/view/2091/2203>
2. Assista ao documentário “Uma verdade inconveniente”, e a entrevista do Prof.º Ricardo Felício sobre a “A farsa do aquecimento global” cedida ao programa do Jô Soares. Após assistir os dois vídeos, produza um artigo de opinião e apresente o seu ponto de vista sobre a questão do aquecimento global.

Para assistir os dois vídeos, basta acessar os links a seguir:

- “Uma Verdade Inconveniente” - <http://vimeo.com/24857305>
- “A Farsa do Aquecimento Global” - http://www.youtube.com/watch?v=3_GPLIJv6x0

Referências



ARAÚJO, G. H. de S; ALMEIDA, J. R. de; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro/RJ: Bertrand, 2010.

AVILA, A. M. H. de.. Uma Síntese do Quarto Relatório do IPCC. **Revista Multiciência** Campinas. 8ª ed. 2007. VERÍSSIMO, M. E. Z. Algumas considerações sobre o aquecimento global e suas repercussões. **Terra Livre**. São Paulo. Ano 19 - vol. I - n. 20. p.137-143. jan/jul. 2003.

AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os Trópicos**. 15º ed. São Paulo: Bertrand Brasil, 2011.

BANDEIRA, L. L., LOURENÇO, R. M. **Estudo Dos Impactos Pluviométricos E Os Desastres Naturais No Município De Canindé – CE.** IX Simposio Brasileiro De Climatologia Geográfica: Climatologia E Gestão Do Território, De 26 A 30 De Setembro De 2010, Em Fortaleza.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do Meio Físico de Bacias Hidrográficas: modelo e aplicação.** Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994.

BOLLMANN, H.A. **Relação da densidade populacional sobre variáveis de qualidade físico-química das águas superficiais em microbacias hidrográficas urbanas sem cobertura sanitária em Porto Alegre – RS.** Porto Alegre, 2004. 156p. Tese (Doutorado -Instituto de Pesquisas Hidráulicas). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, PortoAlegre. 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - Secretaria de Recursos Hídricos. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca.** Brasília, DF, 2004.

BRITO, D. da. S.; SILVA, J. M. O. Estudo dos impactos pluviométricos e os eventos extremos no município de Crato – CE. **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, V.1, N.5, p.964 – 976, 2012. CEARÁ, Secretaria dos Recursos Hídricos. **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAE-CE.** Fortaleza: Ministério do Meio Ambiente / Secretaria dos Recursos Hídricas, 2010. 372p.

CHASSOT, Attico (Org). **Ciências da Terra e meio ambiente.** São Leopoldo: Ed. Unisinos,

CHRISTOFOLETTI, A. L. H. Implicações geográficas relacionadas com as mudanças climáticas globais. *Boletim de Geografia Teorética*, v. 23, pp. 18-31, 1993.

FIGUEIREDO, João Batista de Albuquerque. **Educação ambiental dialógica e representações sociais da água em cultura sertaneja nordestina: uma contribuição à consciência ambiental em Irauçuba – CE (Brasil).** 2003. 347p. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2003.

KELTING, f. M. S..O clima e a paisagem da bacia hidrográfica do litoral - Estado do Ceará. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 29, n. 2, p. 83-99, jul./dez, 2009

MARENGO, J. A. Mudanças climáticas: detecção e cenários futuros para o Brasil até o final do século XXI. In: CAVALCANTE, I. F de A., et al. (Orgs.). **Tempo e Clima no Brasil.** São Paulo: Oficinas de Textos, 2009.

MELO, Ewerton Torres. A Microbacia Hidrográfica como unidade de planejamento ambiental: uma proposta para o semiárido do Brasil. In: SAMPAIO, Levi Furtado et. al. (Orgs.). **Diálogos sobre Sociedade, Natureza e Desenvolvimento.** Fortaleza: Edições UFC, 2009. p. 133-144.

OLIVEIRA, Vlândia Pinto Vidal de. A problemática da degradação dos recursos naturais no domínio dos sertões secos do estado do Ceará-Brasil. In: SILVA, José Borzacchiello da. Et al. (Orgs.). **Litoral e Sertão, natureza sociedade no Nordeste brasileiro**. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006. p. 209-222.

OLIVEIRA, Zacharias Bezerra de. Degradação no semiárido, políticas públicas, literatura e mídia. In: SAMPAIO, Levi Furtado et. al. (Orgs.). **Diálogos sobre Sociedade, Natureza e Desenvolvimento**. Fortaleza: Edições UFC, 2009. p. 77-98.

SAMPAIO, J. L. F.. As águas, a seca e o estado. In: SILVA, José Borzacchiello da. et al. (Orgs.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. p. 211-229.

SANTOS, k. R. dos. Inundações urbanas: um passeio pela literatura. *Élisée*, Rev. Geo. UEG - Goiânia, v.1, n.1, p.177-190, jan./jun. 2012.

SILVA, E. V. da.; PEREIRA, R. C. M.. Problemas Ambientais e Unidades de Conservação no Ceará. In: SILVA, José Borzacchielloda. et al. (Orgs.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. p. 211-229.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. Desertificação: Recuperação e Desenvolvimento Sustentável. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. (Org.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 7ª Ed, 2009, p.249-289.

TAVARES, A. C. Mudanças Climáticas. In: VITTE, Antonio Carlos; GUERRA, Antonio José Teixeira. (Orgs.). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

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

TUCCI, C. E. M. **Drenagem Urbana**. 1ª ed. Porto Alegre: Editora da Universidade (UFRGS) - ABRH Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1995, v. 1, p. 15-36.

TUCCI, C. E. M. Drenagem Urbana e Controle de Inundações. In: CAMPOS, Heraldo& CHASSOT, Attico (Org). **Ciências da Terra e meio ambiente**. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 1999.

Clima do Estado do Ceará

Objetivos

Ao final da aula o aluno será capaz de:

- Compreender a classificação climática do Estado do Ceará.
- Analisar as condições climáticas do Ceará sob uma perspectiva geográfica.

1. Considerações iniciais: as características climáticas do estado do Ceará

A classificação climática do Estado do Ceará expõe em suas características fatores ambientais específicos para cada área do Estado. De acordo com Zanella (2005), as características climáticas são representadas pela sazonalidade das precipitações e mantêm uma relação direta com os outros componentes ambientais. Isso interfere em mecanismos de atuações que ocorrem no tempo e no espaço.

As condições climáticas do Estado do Ceará são muito variáveis e complexas. Elas estão relacionadas à interação de diferentes centros de ação e sistemas atmosféricos que atuam na região com os fatores geográficos locais e regionais. A localização do Estado, próximo à linha do Equador, favorece uma intensa insolação durante todo o ano e, dessa forma, muito calor, caracterizando como uma área típica de climas quentes (ZANELLA, 2005, p.170)

Cada ambiente climático do Ceará compõe um conjunto de características ambientais específicas. Devido sua localização geográfica, o Estado do Ceará se apresenta como um ambiente de baixa latitude, estando também condicionado aos sistemas atmosféricos, sendo a Zona de Convergência Intertropical um desses principais fatores.

As variações temporais e espaciais dos elementos climáticos nada mais são que uma resposta dos processos físicos interativos dessa atmosfera superior os quais determinam o comportamento da atmosfera em nível de grandeza inferior e que de modo associativo com os

controles ou fatores climáticos da região (latitude, maritimidade/ continentalidade, relevo, vegetação) estabelecem os padrões climáticos regionais e locais (SILVA, 2011, p.100).

Ao que se refere aos níveis de temperatura, o Estado apresenta ambientes com temperaturas bastante elevadas, estando condicionados às características físicas da área, como a própria compartimentação topográfica. Nas áreas serranas, onde o ambiente possui níveis altimétricos em torno de 900 metros, as temperaturas ficam em torno de 22° C. Já nas áreas mais rebaixadas, como no sertão central do Estado e nas áreas litorâneas, a temperatura fica em torno dos 26°C a 27°C. Outro fator importante condiz às médias pluviométricas. O Estado possui índices pluviométricos que chegam 1600 mm anuais, como já verificados nos ambientes serranos, a exemplo da serra de Baturité.

Já em outras áreas como o litoral (área litorânea), há índices pluviométricos anuais que ficam em torno de 1000 mm. A Figura 35 traz as medias pluviométricas por municípios cearenses referente ao ano de 2012. Importante fazer uma análise das medias levando em consideração fatores como as condições topográficas, localização da área e proximidade dos oceanos. Importante destacar que os ambientes litorâneos possuem precipitações elevadas, devido, principalmente, a proximidade dos oceanos favorecendo uma maior umidade nas áreas litorâneas.

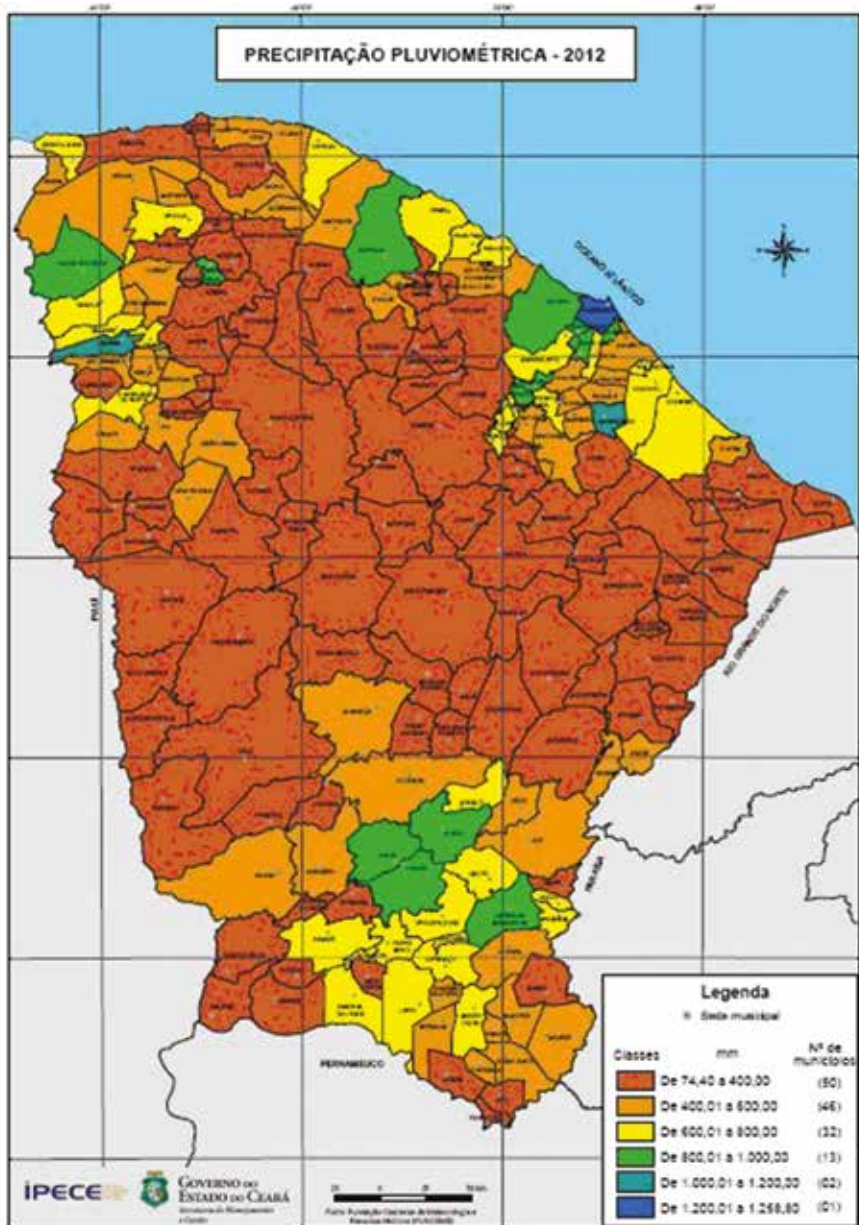


Figura 35 – Precipitação Pluviométrica do Estado do Ceará, referente ao ano de 2012.

Fonte: IPECE (2014).

2. Tipos climáticos do estado do Ceará

De acordo com o IPECE (2010), o Estado do Ceará possui 5 (cinco) tipos climáticos⁹ que são apresentados a seguir (Figura 36).

⁹Para saber mais sobre mudanças climáticas, acesse o site: <http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/> e <http://www.cptec.inpe.br/noticias/noticia/125902>

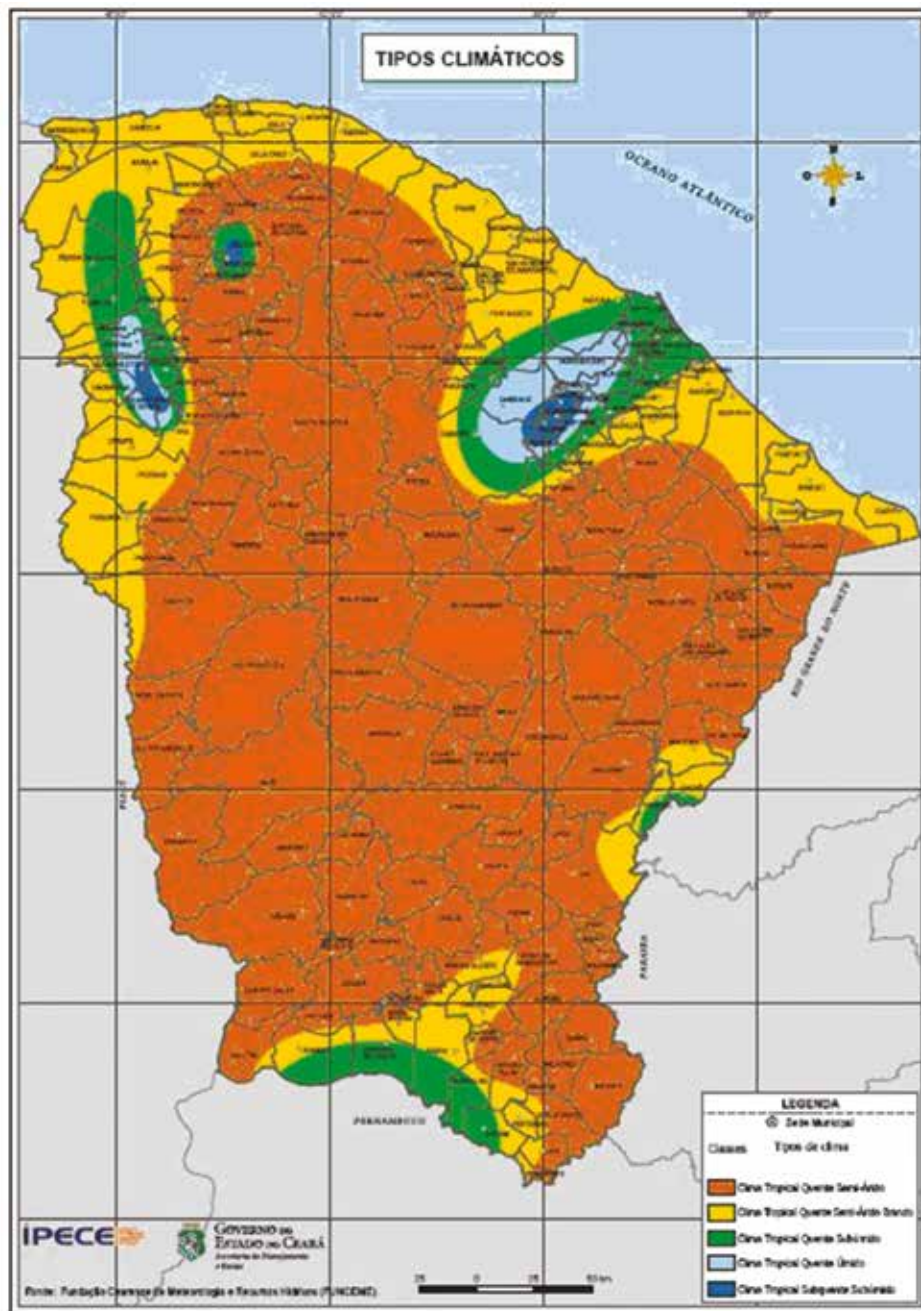


Figura 36 – Classificação climática do Estado do Ceará.

Fonte: IPECE (2010).

2.1. Clima tropical quente semiárido

Esta tipologia climática está atribuída à boa parte do território cearense. O clima semiárido tem como principais características temperaturas elevadas que variam entre 25° C e 29° C e médias pluviométricas anuais abaixo de 800 mm, com exceção de anos extremos, em que há uma maior proximidade da Zona de Convergência Intertropical, principal sistema atmosférico responsável pelas chuvas na região. A Figura 37 ilustra uma paisagem típica do clima semiárido, localizada no sertão central do Estado do Ceará.



Figura 37 – Ambiente de clima semiárido localizado no município de Quixadá/CE.
Fonte: Crispim (2013).

2.2. Clima tropical quente semiárido brando

Este clima corresponde aos ambientes litorâneos, áreas próximas às bacias sedimentares e ambientes rebaixados próximos a serra de Baturité. Possuem médias pluviométricas anuais nos sertões secos podem variar entre 268 mm a 800 mm (AB'SABER, 2003, p.84) e temperaturas entre 24° C e 26° C.

2.3. Clima tropical quente subúmido

Apresenta precipitações médias anuais ficam entre 1000 mm e 1400 mm temperaturas médias em superiores a 24° C. No Estado do Ceará, essas condições climáticas estão distribuídas em trechos da Região Metropolitana de Fortaleza (ambientes próximos aos oceanos), como áreas da região da Ibiapaba, onde estão localizados parte dos municípios de Viçosa do Ceará, Tianguá e

Mucambo. Nesse ambiente, a altitude se torna um fator primordial para esta característica climática. Na Figura 38 é possível constatar um tipo de paisagem vinculada ao ambiente litorâneo da cidade de Fortaleza, destacando o conjunto paisagístico da área.



Figura 38 – Ambiente litorâneo de Fortaleza, ilustrando um ambiente típico do clima tropical quente subúmido.

Fonte: <http://silvanabertolucci.com.br/fortaleza-ceara/>

2.4. Clima tropical quente e úmido

Essa tipologia climática é predominante nos ambientes mais elevados do território cearense, onde as condições topográficas são predominantes para a formação do conjunto paisagístico da área. Possuem médias pluviométricas entre 1000 e 1300 mm anuais.

De acordo com Crispim (2011), a tipologia climática vinculada ao clima tropical quente e úmido, faz-se predominante nos ambientes mais elevados do território cearense, onde as condições topográficas são predominantes para a formação do conjunto paisagístico da área. Possuem médias pluviométricas entre 1000 e 1300 mm anuais. As temperaturas médias anuais permanecem entre 25° C e 28° C. Em municípios como Guaiúba, localizado na região metropolitana de Fortaleza, a precipitação média fica em torno de 1111.8 mm anuais.

A Figura 39 seguir mostra a precipitação pluviométrica do município de Guaiuba, localizado na região metropolitana de Fortaleza, dos anos 1983 (considerado seco), 2000 (ano considerado chuvoso) e 2007 (ano considerado habitual). O município tem boa parte de sua área geográfica submetida ao Clima Tropical Quente e Úmido, destacando as temperaturas médias em

decorrência de sua precipitação.

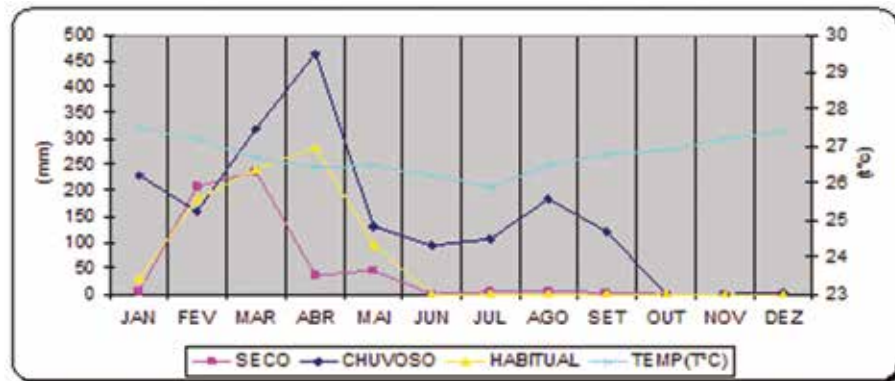


Figura 39 – Distribuição pluviométrica dos anos de 1983, 2000 2007 do município de Guaiúba.

Fonte: Crispim (2011:81).

2.5. Clima tropical subquente subúmido

No Estado do Ceará, o clima tropical é típico de ambientes com altitudes que chegam a aproximadamente 800 metros, como encontrado nos enclaves úmidos, a exemplo da serra de Baturité. Apresenta precipitações anuais acima de 1350 mm anuais e temperaturas médias entre 20° C e 22° C.

Devido principalmente aos fatores topográficos as áreas inseridas nesta tipologia climática, apresenta uma vegetação de porte arbóreo em decorrência da umidade, como ilustrado na Figura 40.



Figura 40 – Paisagem típica do clima tropical subquente úmido, em Baturité.

Fonte: Crispim (2010:59)

Necessário enfatizar que as condições climáticas mesmo que em períodos considerados secos, como especificados no ano de 1983, os níveis de temperatura continuam estáveis. A Figura 41 ilustra também a distribuição pluviométrica do município de Pacoti (inserido dentro do clima tropical sub-quento úmido), referente aos anos de 1983 (considerado seco), 2000 (ano considerado chuvoso) e 2007 (ano considerado habitual)

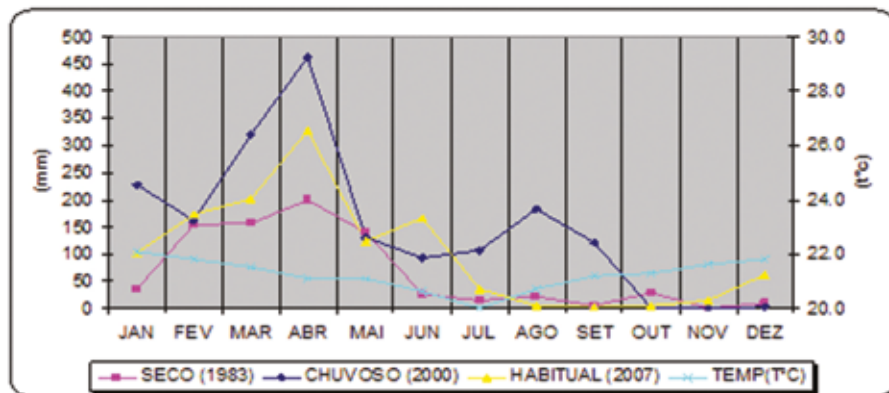


Figura 41 – Distribuição pluviométrica dos anos de 1983, 2000 2007 do município de Guaiúba.

Fonte: Crispim (2011:82).

Este ambiente, devido às suas especificidade climáticas em relação ao semiárido do Estado do Ceará, constitui um ambiente de exceção no território cearense, se destacando principalmente no que condiz a atividades relacionadas ao turismo e lazer.

Leituras, filmes e sites



Links relacionados

<http://www.inpe.br/>

<http://www.funceme.br/>

Atividades de avaliação



1. Explique qual a relação entre temperatura e as condições topográficas do relevo?
2. Identifique o clima da sua região e destaque as potencialidades naturais em decorrência das condições climáticas.

Referências



AB'SABER, A.N. **Os Domínios de Natureza no Brasil**: Potencialidades Paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

CRISPIM, A. B.. **Sistemas ambientais e vulnerabilidades ao uso da terra no vale do rio Pacoti - Ce: subsídios ao Ordenamento territorial**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2011.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Ceará em Mapas** Governo do Estado do Ceará. Secretaria do Planejamento e Coordenação, 2010

SILVA, J.M.O. **Análise Integrada na Bacia Hidrográfica do rio Pirangi – CE: Subsídios para o Planejamento Ambiental**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, 2012.

ZANELLA. M.E. **AS Características climáticas e os recursos hídricos do Estado do Ceará**. IN: Ceará: Um novo olhar Geográfico. José Borzacchiello da Silva et.al. Fortaleza: Edições Demócrito rocha, 2005.

Desastres naturais, aquecimento global, El Nino e La Nina

Objetivos

Ao final da aula o aluno será capaz de:

- Compreender a definição de desastre natural.
- Discutir os desastres naturais partindo dos fenômenos climáticos.

1. Considerações gerais: definições de desastres naturais

A temática relacionada aos desastres naturais é uma discussão bastante recorrente na sociedade contemporânea. Associa-se a necessidade de discussão conceitual e metodológica para outros assuntos correlacionados como risco ambiental e vulnerabilidade social.

Segundo Barcellos e Oliveira (2008), a ocorrência de um desastre ou acidente ambiental pode ser entendida, então, como o resultado de um ou mais eventos adversos sobre um espaço com certa vulnerabilidade. Os autores afirmam a busca da definição dos processos que constituem os espaços de risco ambiental, apontando para a necessidade de articulação entre as diferentes escalas de ocorrência desses processos.

De acordo com a Política Nacional da Defesa Civil (2007), o desastre passa a ser definido como:

- Resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais e ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais.
- A intensidade de um desastre depende da interação entre a magnitude do evento adverso e a vulnerabilidade do sistema, além disso, é quantificada em função de danos e prejuízos.

Corroborar-se com Barcellos e Oliveira (2008) que, apontam para a ne-

cessidade de se considerar as implicações econômicas e o crescente número de vítimas dos desastres ambientais:

“Observa-se ainda a necessidade de se considerar as implicações econômicas dos desastres, constituindo-se em prejuízos diretos (como a perda de patrimônio e a infra-estrutura destruída), em prejuízos indiretos (como a queda de produção, perda de empregos, gastos para fazer frente às emergências) e em prejuízos secundários (os que se refletem na macroeconomia após o desastre). Além disso, os desastres ambientais têm feito um número crescente de vítimas, cujas mortes, na maioria das vezes, poderiam ter sido evitadas a partir da identificação prévia das vulnerabilidades e a consequente atuação do poder público” [BARCELLOS e OLIVEIRA, 2008 p. 07].

Os desastres naturais podem ocorrer em qualquer área do mundo visto que o desencadeiam, como as tempestades, terremotos e vulcões, existem em diversas partes do globo. Entretanto, alguns ambientes são mais afetados em função da magnitude e frequência dos fenômenos da vulnerabilidade do sistema social (MARCELINO, 2007). A Figura 42 ilustra os desastres naturais ocorridos a nível mundial.



Figura 42 – Mapa dos desastres naturais a nível mundial.

Fonte: Annual Disaster Statistical Review (2012:05) e Conclima (2012:05).

Ao analisar a Figura 41 acima, percebe-se que na América do Sul, incluindo o território brasileiro, os desastres naturais estão intrinsecamente ligados aos fatores climáticos específicos. Esses fatores muitas vezes estão relacionados às secas extremas como ocorrido na região Nordeste, como também deslizamentos e inundações como ocorre na região Sudeste e Norte. Portanto, percebe-se que estes eventos tornam-se mais expressivos em áreas onde não há políticas de prevenção a desastres naturais.

Saiba mais



Prejuízos por desastres naturais somam 2,5 trilhões de dólares só neste século, calcula ONU

A ONU alertou nesta quarta-feira (15) que as perdas econômicas causadas por desastres estão “fora de controle”, chamando a comunidade global de negócios a incorporar a gestão de risco de desastres em suas estratégias de investimento, de modo a evitar novas perdas.

Intitulado “Criação de Valor Compartilhado: o Caso de Negócio para a Redução do Risco de Desastres”, o relatório de avaliação global (GAR13) – elaborado pela Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres (UN/ISDR) – realizou revisões de perdas de desastres em 56 países, constatando que as perdas diretas de inundações, terremotos e secas têm sido subestimadas em pelo menos 50%.

Somente neste século, as perdas de desastres somam 2,5 trilhões de dólares.

“Não vamos fugir do significado desses números: as perdas econômicas causadas por desastres estão fora de controle”, disse o secretário-geral da ONU, Ban Ki-moon. “Eles só podem ser reduzidos em parceria com o setor privado, incluindo os bancos de investimento e companhias de seguros.”

Das 1.300 pequenas e médias empresas em seis cidades propensas a catástrofes nas Américas pesquisadas pelo relatório, três quartos sofreram interrupções nos negócios devido aos danos ou à destruição dos serviços públicos de energia, telecomunicações e água. No entanto, apenas uma minoria delas – 14,2% no caso das empresas com menos de 100 funcionários – tinha uma abordagem básica para a gestão de crises.

O relatório ressaltou que os modelos de negócio vigentes no desenvolvimento urbano, agronegócio e turismo costeiro – três setores-chave de investimento – continuam a impulsionar o risco de desastres, pedindo que as parcerias entre o setor privado e o governo coloquem em prática e melhorem as estratégias de gestão de crises.

Margareta Wahlström, representante especial do secretário-geral da ONU para o tema, disse que um foco importante da “Plataforma Global para a Redução de Risco de Desastres”, que será realizada em Genebra na semana que vem, será “a mudança de atitude no setor privado, no desenvolvimento de uma abordagem mais sistemática na gestão de risco de desastres com o setor público, para tornar o mundo um lugar mais seguro”.



Em Bangladesh, uma medida inovadora ‘à prova de desastres’ foi construída em Shymnagar para uma aldeia costeira, destruída após o ciclone Aila.

Foto: PNUD Bangladesh/Nasif Ahmed

Fonte: <http://www.onu.org.br/prejuizos-por-desastres-naturais-somam-25-trilhoes-de-dolares-so-neste-seculo-calcula-onu/>. Acesso em: 01/07/2014.

2. Desastres naturais no Brasil

Mesmo sendo um país que não possui furacões, terremotos, dentre outros, o Brasil tem sido palco de desastres relacionados a deslizamentos de terras e inundação. Estes fatores, na maioria das vezes, sempre estão ligados a questões socioeconômicas, como falta de políticas habitacionais.

No Brasil os desastres naturais estão associados principalmente a eventos climáticos. A Figura 43 destaca os desastres naturais ocorridos no Brasil, quantificando os desastres mais recorrentes por região brasileira.

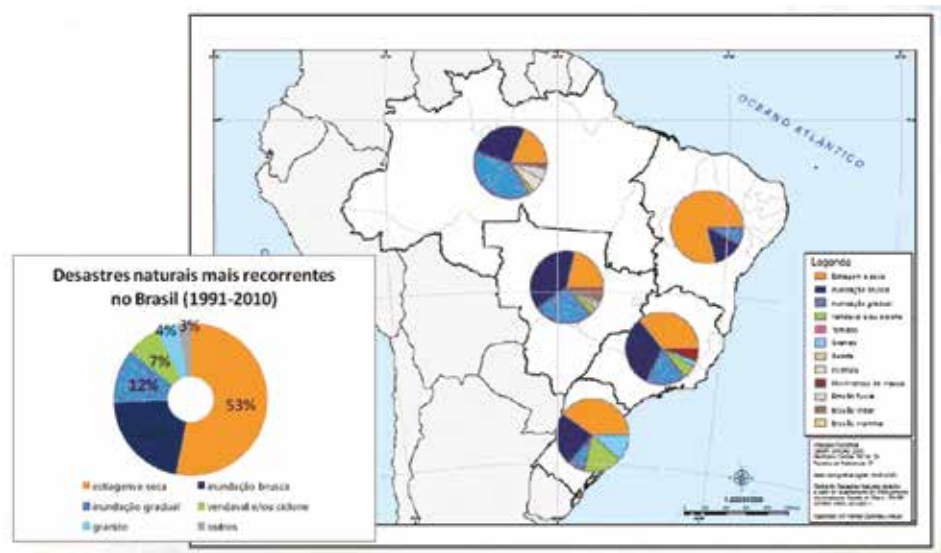


Figura 43 – Mapa dos desastres naturais do território brasileiro.

Fonte: Annual Disaster Statistical Review (2012:10) e Conclima (2012:10).

Na região Nordeste, cerca de 53% dos eventos ocorridos pela estiagem e a seca, ocasionam, por vezes perdas extremas aos/as pequenos agricultores/as. Desse modo, faz-se necessário destacar que, apesar da fragilidade climática presente nesta região, um dos fatores problemas na área tem sido a ausência de uma política descentralizada em torno do redimensionamento de políticas voltadas a convivência com o semiárido. Os eventos naturais perpassam então por questões socioeconômicas. As outras regiões como inundação gradual e inundação brusca ocorrem, em sua maioria, nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil.

Acessem os links para mais informações sobre desastres naturais no Brasil:

<http://www.onu.org.br/desastres-naturais-no-brasil-causaram-perdas-de-15-bilhoes-de-reais-diz-banco-mundial/>

http://www.dn.pt/inicio/globo/interior.aspx?content_id=1756973&seccao=cplp

<http://www.inpe.br/crs/geodesastres/desastresnaturais.php>

3. Aquecimento global, El nino e La nina

A variabilidade climática ocorrida no mundo nos últimos anos tem se colocado como um desafio para a sociedade como um todo. Os impactos ambientais decorrentes dos eventos extremos ocorridos em países como o Brasil, conforme especificado na Figura 42, tem despertado a necessidade de implementação de políticas de prevenção a eventos como a escassez climática e a ocorrência de inundação em muitos trechos do país.

Uma das questões levantadas em torno desses problemas está associada intrinsecamente à estrutura socioeconômica e a forma de como a sociedade tem utilizado seus recursos naturais, principalmente com o início da revolução industrial, processo em que os recursos naturais passam a ser utilizados como fatores de produção. De acordo com o MARENGO (2009)

A variabilidade climática já põe um desafio importante à sociedade, e futuras mudanças no clima são agora inevitáveis ainda assumindo uma rápida e eficaz implementação de políticas de mitigação. Isto faz o desenvolvimento estratégias de adaptação imperativas, e suplicam a atenção à questões da ética e justiça: as pessoas que mais provavelmente vão sofrer a força da mudança climática global são aquelas que contribuíram e que contribuirão menos com ela (p.3)

Um dos fatores colocados diante desses questionamentos tem sido o aquecimento global.

Entende-se por aquecimento global, o aumento da temperatura do planeta, gerando vários impactos ambientais, modificando tanto a dinâmica ambiental, como as mais diversas atividades humanas. Alguns desses impactos apresentam – se como problemas de grandes magnitudes, como o aumento no processo de degelo nos grande pólos, e mudanças no nível do mar.

Por El nino e La nina, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais define:

Quadro 17

Definição de El nino e La nina

El nino

El Niño é um fenômeno atmosférico-oceânico caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no oceano Pacífico Tropical, e que pode afetar o clima regional e global, mudando os padrões de vento a nível mundial, e afetando assim, os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias.

La nina

La Niña representa um fenômeno oceânico-atmosférico com características opostas ao EL Niño, e que caracteriza-se por um esfriamento anormal nas águas superficiais do Oceano Pacífico Tropical. Alguns dos impactos de La Niña tendem a ser opostos aos de El Niño, mas nem sempre uma região afetada pelo El Niño apresenta impactos significativos no tempo e clima devido à La Niña.

Fonte: <http://enos.cptec.inpe.br/>



Saiba mais

O que é a Temperatura da Superfície do Mar (TSM)

A TSM (Temperatura da Superfície do Mar) é a medida da quantidade de calor produzido pela agitação das partículas da água do mar. A elevação ou redução da TSM, em torno da média histórica, provoca uma série de eventos atmosféricos capazes de alterar o clima em todo o globo, a exemplo dos fenômenos climáticos El Niño e La Niña. Assim, o monitoramento contínuo da TSM dos oceanos Atlântico e Pacífico é de fundamental importância na definição das condições do tempo e do clima, principalmente no Nordeste brasileiro. Saiba mais sobre os fenômenos El Niño e La Niña

Fonte: <http://www.inema.ba.gov.br/monitoramento/el-nino-e-la-nina/>



Leituras, filmes e sites

Acessem os links para mais informações sobre os sistemas atmosféricos:

<http://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml>

<http://enos.cptec.inpe.br/>

<http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/infor/relampagos.e.efeitos/aquecimento.global.php>



Atividades de avaliação

1. Pesquise em sites de pesquisas quais os impactos ambientais ocorridos no Brasil no período de El nino e La nina.
2. Como o aquecimento global tem sido um fator de preocupação para sociedade no que condiz as atividades socioeconômicas?
3. Leia e a reportagem a seguir, e responda:

“A forte estiagem que castiga o Semiárido nordestino e os vales do Jequitinhonha, em Minas Gerais, e do Mucuri, no Espírito Santo, tende a se agravar, por causa da instabilidade climática no Oceano Pacífico, que sugere possível manifestação do fenômeno El Niño. Isso pode reduzir as probabilidades de chuva no Nordeste nos próximos três meses. A notícia foi dada ontem pelo climatologista do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), Lincoln Muniz Alves, durante audiência pública na Comissão de Agricultura da Câmara dos Deputados, em Brasília.

A audiência foi para discutir as consequências da seca na situação socioeconômica dos 1.315 municípios da região. Desses, 1.275 foram afetados significativamente, de acordo com mapa do Banco do Nordeste (BNB). O superintendente de Políticas de Desenvolvimento do BNB, José Rubens Dutra Mota, disse que a situação “é de desolação” em quase todo o Nordeste, onde a produção agrícola caiu 22% em relação ao ano passado e o nível dos reservatórios de água estão abaixo de 38%, além das perdas relevantes de animais. Panorama que, segundo ele, afeta diretamente em torno de 10 milhões de pessoas.

Para aliviar esses efeitos, Mota disse que o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE) criou linha de crédito emergencial no valor de R\$ 1,5 bilhão,

com foco principalmente nos pequenos produtores rurais. Do total, foram contratados R\$ 1,189 bilhão até a semana passada. Contudo, há demanda maior que a verba prevista, com base nas propostas em carteira, principalmente da agricultura familiar.

O representante do Ministério da Integração Nacional, Miguel Ivan Lacerda, da Secretaria de Programas Regionais, disse que “nunca se construiu tanta cisterna como neste ano no Semiárido nordestino”, onde foram instalados 25.852 reservatórios para consumo familiar. Como todos que participaram da audiência, ele reconhece que “a seca mexe com a vida das pessoas”, mas ressaltou que “a pobreza tem diminuído” na região. O secretário de Políticas Agrícolas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Marcelo Guimarães, destacou a necessidade investimentos em logística de abastecimento, ações nos três níveis de governo, distribuição de sementes e mais investimentos em irrigação.

Fonte: <http://www.opovo.com.br/app/opovo/brasil/2012/11/07/noticiasjornalbrasil,2949762/fenomeno-la-nina-pode-reduzir-chuva-no-nordeste.shtml>Acesso em: 02 de julho de 2014.

Responda:

- Qual a relação entre o El Niño e a intensificação da escassez hídrica nessas regiões?
- Cite uma política de convivência com o semiárido e discuta em sala de aula qual a relação entre a seca e estas políticas.
- Discuta em sala de aula a definição de desastres naturais, levando em consideração a importância de análise das atividades socioeconômicas como fator primordial das mudanças ambientais.

Referências



BARCELLOS, F.C.; OLIVEIRA, S.M.M.C. de. **Novas Fontes de Dados sobre Risco Ambiental e Vulnerabilidade Social**. In IV ENANPPAS – Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Ambiente e Sociedade – “Mudanças Ambientais Globais”: A contribuição da ANPPAS ao debate. Brasília, 4 a 6 de junho de 2008.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Mudanças Climáticas, Extremos e Desastres Naturais**. Conferência Nacional de Mudanças Climáticas, 2012.

MIN, Ministério da Integração Nacional. **Plano Nacional da Defesa Civil**. Brasília, 2007.

MARENCO, J. A. **Impactos de extremos relacionados com o tempo e o clima – Impactos sociais e econômicos**. Boletim do Grupo de Pesquisa em Mudanças Climáticas –GPMC. São Paulo, 2009.

MARCELINO, E. V. **Desastres naturais e geotecnologias: Conceitos Básicos**. INPE. Santa Maria, 2007.

Sites relacionados:

<http://www.mma.gov.br/>

<http://www.ibama.gov.br/>

<http://www.radarciencia.org/desastres-naturais/>

Sobre os autores

Érika Gomes Brito: é Geógrafa com mestrado em Geografia, pela Universidade Estadual do Ceará. É professora assistente da Universidade Estadual do Ceará, lotada no campus da FAFIDAM, onde ministra disciplinas no setor de estudo de Geografia Física. Atualmente, é aluna do curso de doutorado em Geografia pela Universidade Federal do Ceará, onde tem experiência em áreas degradadas nas regiões semiáridas.

Marcus Vinicius Chagas da Silva: é Geógrafo pela Universidade Federal do Ceará e mestre em Geografia Física pela Universidade Estadual do Ceará. Professor da Universidade Federal do Ceará (UFC), lotado no Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) e aluno regularmente matriculado do curso de doutorado em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará. Trabalha com análise ambiental e geoprocessamento.

Andrea Bezerra Crispim: é Geógrafa pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Foi professora substituta dos cursos de graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará (UECE) no período de 2011 - 2013. Atualmente é aluna regular do curso de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará. Tem experiência na área de Geografia Física, atuando nos seguintes temas: Fragilidade Ambiental e Políticas Públicas nas regiões semiáridas.



Geografia

Fiel a sua missão de interiorizar o ensino superior no estado Ceará, a UECE, como uma instituição que participa do Sistema Universidade Aberta do Brasil, vem ampliando a oferta de cursos de graduação e pós-graduação na modalidade de educação a distância, e gerando experiências e possibilidades inovadoras com uso das novas plataformas tecnológicas decorrentes da popularização da internet, funcionamento do cinturão digital e massificação dos computadores pessoais.

Comprometida com a formação de professores em todos os níveis e a qualificação dos servidores públicos para bem servir ao Estado, os cursos da UAB/UECE atendem aos padrões de qualidade estabelecidos pelos normativos legais do Governo Federal e se articulam com as demandas de desenvolvimento das regiões do Ceará.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ

