

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
 CAMPUS DE JI-PARANÁ
 DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL
 CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

UNIR

DEA
 Departamento de Engenharia Ambiental

Climatologia

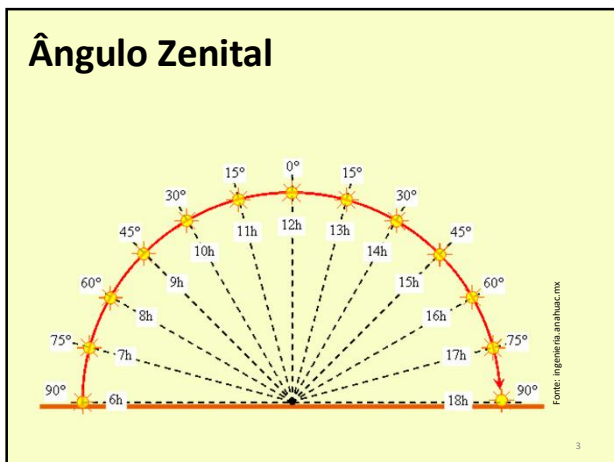
Prof.^a Renata Gonçalves Aguiar

1

Ângulo Zenital

É o ângulo (Z) formado entre a vertical do local e os raios solares. $\left\{ \begin{array}{l} \text{Varia de } 0 \text{ a } 90^\circ. \end{array} \right.$

2



3

Ângulo Zenital

O que interfere na variação do ângulo zenital?

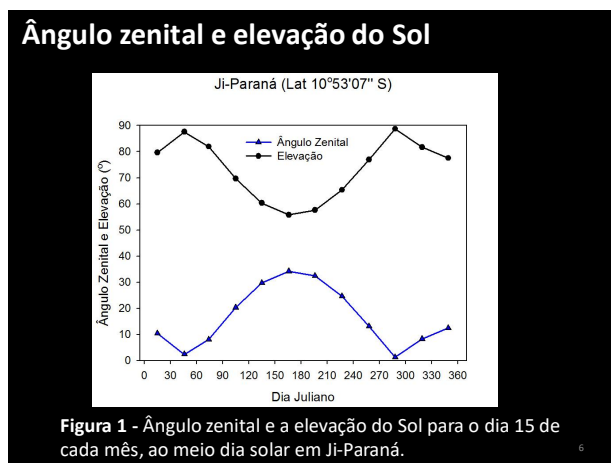
- ϕ → latitude
- δ → declinação solar
- h → hora do dia

4


Ângulo de elevação

É o ângulo (e) formado entre o Plano Horizontal Local (PHL) e os raios solares. $\left\{ \begin{array}{l} \text{Varia de } 0 \text{ a } 90^\circ. \end{array} \right.$

5

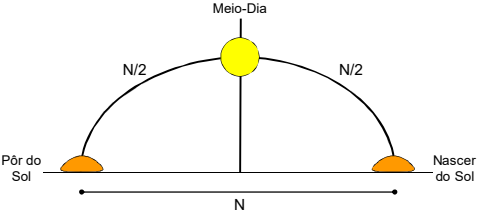


6



Fotoperíodo

O fotoperíodo (N) é a duração do dia desde o nascer até o pôr do Sol.



7

7

Fotoperíodo

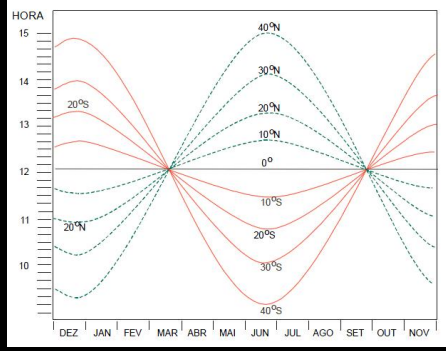


Figura 2 - Variação anual do fotoperíodo com a latitude.

8

8

1.2 – Atmosfera Terrestre



Fonte: Wrochaplanski

9

9



Atmosfera


Camada gasosa de espessura muito fina que envolve a Terra, sendo fundamental para a manutenção da vida na superfície terrestre.



Fonte: meioambiente.culturamix

10

10



Atmosfera

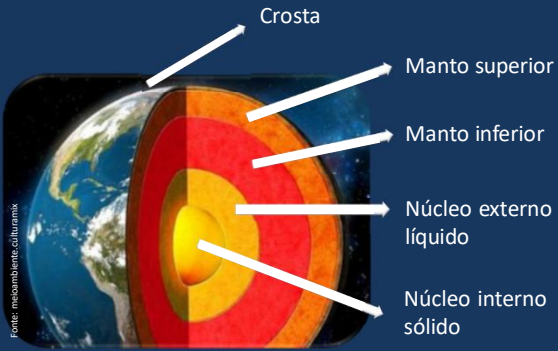
Das camadas da Terra, a atmosfera é a mais tênue.

Massa 1.000.000 de vezes menor que a massa da parte sólida da Terra.

11

11

Camadas da Terra




Fonte: meioambiente.culturamix

Figura 3 - Camadas da Terra.

12

12



Atmosfera

Não existe um limite superior para a atmosfera, no sentido físico, verificando-se apenas uma progressiva rarefação do ar com a altitude.



Fonte: cursosidadae.bahanga

13

13

Atmosfera

No âmbito da Meteorologia, geralmente se considera que a atmosfera terrestre possui cerca de 80 a 100 km de espessura.




Fonte: cursosidadae.bahanga

14

Atmosfera

A porção mais importante da atmosfera, sob o ponto de vista meteorológico, porém, não atinge 20 km de altitude, o que representa apenas 0,3% do raio do planeta.



Preocupação em preservá-la.

Fonte: cursosidadae.bahanga

15

Composição da Atmosfera

Gases não-variáveis

Tabela 1 - Gases não variáveis (% em volume de ar seco)

Constituinte	Porcentagem	Partes por Milhão (ppm)
Nitrogênio	78,084	780.000,00
Oxigênio	20,948	209.460,00
Argônio	0,934	9.340,00
Neônio	0,0018	18,00
Hélio	0,00052	5,20
Kriptônio	0,00010	1,00
Hidrogênio	0,00005	0,07
Xenônio	0,000009	0,09

A composição média do ar seco é praticamente constante até cerca de 25 km de altitude.

16

16

Composição da Atmosfera

Gases não-variáveis

Fundamentais para manutenção da vida.

Tabela 2 - Gases não variáveis em alguns planetas

Planeta	CO ₂	N ₂	O ₂
Vênus	96,5	3,5	–
Terra	0,03	78,1	20,9
Marte	95,3	2,7	0,13

17



Composição da Atmosfera

Os gases atmosféricos naturais fazem parte de ciclos geológicos.

Sempre com tendência ao equilíbrio dinâmico.

Reservatórios

}

Oceanos

Florestas

18

18

UNIR

Composição da Atmosfera

Climatologia

Em função do equilíbrio dinâmico, só se pode falar de uma composição atmosférica média, que varia no tempo e no espaço.

19

Composição da Atmosfera

Gases variáveis

Tabela 3 - Gases variáveis

Constituinte	Porcentagem
Vapor d'água	0 a 7
Dióxido de Carbono (CO ₂)	0,033
Ozônio (O ₃)	0 a 0,01
Dióxido de enxofre (SO ₂)	0 a 0,0001
Dióxido de nitrogênio (NO ₂)	0 a 0,000002

20

19

20

UNIR

Composição da Atmosfera

Climatologia

Que fator (não antropogênico) injeta grande quantidade de gases e partículas na atmosfera, em um intervalo de tempo reduzido?

Erupção vulcânica



Fonte: youtube.com

21

UNIR

Composição da Atmosfera

Climatologia

Tais gases são muito quentes formando correntes verticais ascendentes intensas, que atingem altitudes elevadas, onde os ventos fluem a grande velocidade.



Fonte: youtube.com

22

21

22

UNIR

Composição da Atmosfera

Climatologia

Isso resulta em dispersão dos gases e partículas vulcânicas na escala global, afetando o ciclo natural dos gases atmosféricos não apenas no local de emissão.



Fonte: youtube.com

23

Composição da Atmosfera

Gases variáveis

Importância Física - No balanço de radiação da Terra, retendo parte das ondas de calor emitidas pela superfície e na atenuação da radiação proveniente do Sol.

24

23

24

Composição da Atmosfera

Gases variáveis

Importância Biológica - Suprir matéria prima para o processo da fotossíntese (CO_2) e regular o processo de transpiração das plantas.

25

Composição da Atmosfera

Nitrogênio

Embora seja o constituinte mais abundante na atmosfera não tem papel relevante na superfície terrestre.



Vegetais



Algumas algas (rizobactérias) e microorganismos do solo têm a capacidade de fixar esse elemento da atmosfera.

26

25

26



Composição da Atmosfera

Nitrogênio



Na alta atmosfera esse gás absorve um pouco de energia solar de pequeno comprimento de onda (no domínio do ultravioleta).

Climatologia

27

27



Composição da Atmosfera

Oxigênio

Torna possível a vida aeróbia na Terra.

Possibilita a formação de ozônio na atmosfera.

Climatologia

28

28



Composição da Atmosfera

Ozônio

É encontrado desde níveis próximos da superfície terrestre até cerca de 100 km de altitude.

A camada compreendida entre 10 e 70 km, por ser a mais rica em ozônio, é conhecida como ozonfera.

Climatologia

29

29



Composição da Atmosfera

Ozônio

Qual a sua importância?

Sabe-se que o excesso de radiação solar ultravioleta, causaria grandes queimaduras na epiderme dos seres vivos, aumentando drasticamente a incidência de câncer de pele.

Climatologia

30

30

UNIR

Composição da Atmosfera

Ozônio

Por outro lado, se a concentração de ozônio aumentasse a ponto de absorver totalmente a radiação ultravioleta oriunda do Sol, não haveria formação de vitamina D, o que afetaria a fixação do cálcio e do fósforo, indispensáveis à formação do tecido ósseo.

31

31

UNIR

Composição da Atmosfera

Ozônio

Protocolo de Montreal em 1987

Acordo internacional para redução de poluentes com a participação de 180 países.

32

32

UNIR

Composição da Atmosfera

Ozônio

Mais de 100 cientistas e 10 países trabalharam por 16 meses e concluíram que os CFCs são os maiores responsáveis pela destruição da camada de ozônio.

33

33

UNIR

Composição da Atmosfera

Ozônio

Quando uma molécula de clorofluorcarboneto (CFC) é atingida por radiação ultravioleta (UV), a molécula se dissocia liberando cloro (Cl).

34

34

UNIR

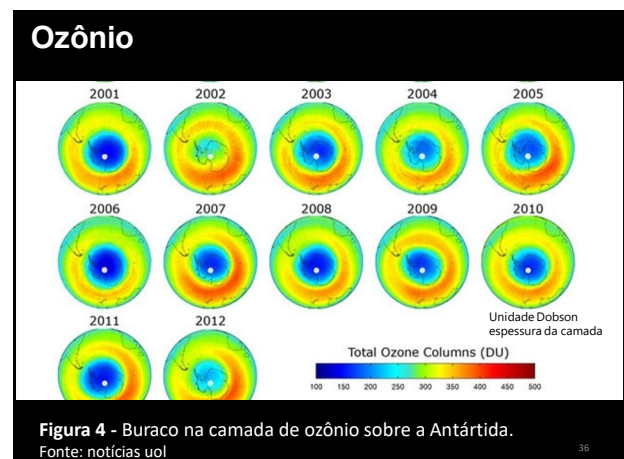
Composição da Atmosfera

Ozônio

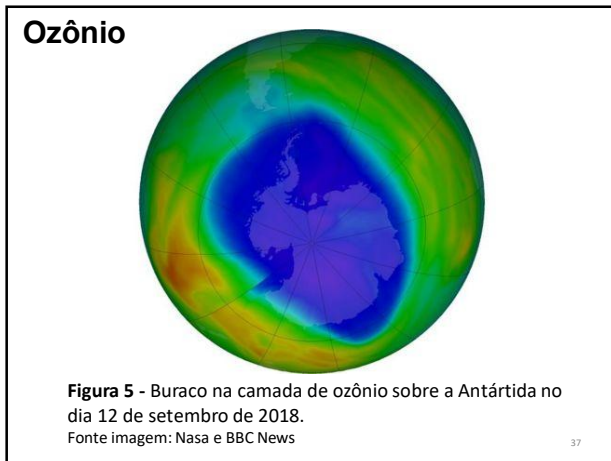
Estima-se que um átomo de cloro é capaz de destruir dezenas de milhares de moléculas de ozônio.

35

35



36



37

Despertando o(a) Engenheiro(a) Ambiental e Sanitária

38

Despertando

O que comemoramos esta semana além do Dia Mundial da Água (22.03)?

39

Despertando

Dia Internacional das Florestas (21.03)
Dia Mundial da Meteorologia (23.03)

40

Comunicado do DEA

Coordenadoria de Serviços Gerais – CSG pediu para os(as) discentes não ficarem nas salas se os professores não estiverem.
Estudar na biblioteca.

41

Artigo para a aula do dia 02.04

Revista Brasileira de Meteorologia, v.24, n.3, 346-355, 2009

PARTIÇÃO DO SALDO DE RADIAÇÃO EM ÁREAS DE FLORESTA AMAZÔNICA E FLORESTA DE TRANSIÇÃO AMAZÔNIA-CERRADO

NARA LUISA REIS DE ANDRADE¹, RENATA GONCALVES AGUIAR², LUCIANA SANCHES³, EDINA CRISTINA RODRIGUES DE FREITAS ALVES⁴, JOSÉ DE SOUZA NOGUEIRA¹

42



Planejamento - Mudança

Climatologia

Aula no Laboratório

43

43

Aula Prática

Aula no Lab. 1 de Estatística no dia 09.04.2019.

Trazer *notebook* e baixar o arquivo na página pessoal – publicarei até o dia 08.04.2019.

Ativar a análise de dados do programa de planilha eletrônica.

44

44




Planejamento - Mudança

Climatologia

Prova 1 dia 16.04.2019

45

45



Artigos - Mudanças


Climatologia

Em virtude de minha ausência na aula do dia 26.03.2019 solicito que o grupo de radiação se prepare para apresentar também no dia 09.04. Pretendo até lá repor nossa aula.

Mudei a data do grupo umidade do ar e chuva.

46

46



Artigos - Mudanças

Climatologia

Publiquei todos os artigos. Apenas o de chuva não foi atual, pois por se tratar de um artigo de revisão, se torna a meu ver uma leitura mais valiosa.

47

47



Artigos - Mudanças

Climatologia

Lembrem-se que vocês podem mudar o artigo, desde que disponibilizem para todos os colegas e para mim com antecedência de uma semana o novo artigo.

48

48

Ordem de Apresentação - Mudanças
Quadro 1 - Sorteio dos grupos e temas

Data	Tema	Grupo Apresentar	Grupo Perguntar
09.04.2019	Radiação	Caio, José, Rodrigo, Wellington	Lindolaine, Maylla, Nayara, Nelma
09.04.2019	Temperatura do ar e do solo	David, Guilherme, Wagsson	Dayane, Graciele, Leidilene
14.05.2019	Umidade do ar e chuva	Dayane, Graciele, Leidilene	David, Guilherme, Wagsson
14.05.2019	Evapotranspiração	Caroline, Daise, Dara, Rafaela	Caio, José, Rodrigo, Wellington
21.05.2019	O aquecimento global não oriunda das ações antrópicas	Lindolaine, Maylla, Nayara, Nelma	Caroline, Daise, Dara, Rafaela

O discente que ficou sem grupo deve entrar em um dos que têm três componentes.

49

Aula no Campo

Reserva Biológica do Jarú



Fonte: arquivo pessoal

50

50

Aula no Campo

Definir critérios discentes outras turmas

Cozinheiras

Seguro confirmado o recebimento

51

51

Composição da Atmosfera

Vapor d'água

Responsável pela formação das nuvens e fenômenos atmosféricos importantes (chuva, neve, orvalho).

Transporte de calor na atmosfera, conduzindo-o sob a forma latente.

52

52

Vapor d'água

Atua como agente termorregulador, evitando flutuações muito intensas da temperatura do ambiente.

53

53

Vapor d'água

Sua proporção na atmosfera determina o nível de **conforto ambiental**.

54

54

UNIR

Composição da Atmosfera

Vapor d'água

De acordo com Organização Mundial de Saúde (OMS) o ideal é que ocorra uma variação entre 50 e 80%.

Climatologia

55

55


UNIR

Composição da Atmosfera

Dióxido de Carbono

Fotossíntese

Agente termorregulador ao absorver a radiação infravermelha.



Fonte: Brasil Escola

Figura 6 - Fotossíntese.

Climatologia

56

56

UNIR

Composição da Atmosfera

Dióxido de Carbono

Excesso de dióxido de carbono.

Os reservatórios naturais de carbono e os sumidouros também estão sendo afetados por ações antrópicas.

Climatologia

57

57

UNIR

Composição da Atmosfera

Dióxido de Carbono

Após a revolução industrial, as atividades antropogênicas resultaram em microerupções urbanas responsáveis pela injeção contínua de uma quantidade cada vez maior de gases e partículas.

Climatologia

58

58

UNIR

Composição da Atmosfera

Dióxido de Carbono

Devido o solo possuir um estoque 2 a 3 vezes maior que o da atmosfera, **mudanças no uso da terra** podem ser importantes fontes de carbono para a atmosfera.

Climatologia

59

59

UNIR

Composição da Atmosfera

Dióxido de Carbono

O monitoramento contínuo da concentração de CO₂ tem sido feito no Observatório de Mauna Loa, Havaí (no meio do oceano Pacífico), uma área isolada das grandes fontes industriais. Portanto, a concentração ali encontrada é representativa da tendência global.

Climatologia

60

60

UNIR

Composição da Atmosfera

Dióxido de Carbono

Resultados do Observatório de Mauna Loa Revelaram na década de 50 (início 1958), que a concentração atmosférica de CO₂ estava aumentando.

Climatologia

61

UNIR

Composição da Atmosfera

Dióxido de Carbono

Estudos revelam que desde 150 mil anos atrás, os níveis de CO₂ mantiveram-se em cerca de 275 parte por milhão (ppm).

Climatologia

62

UNIR

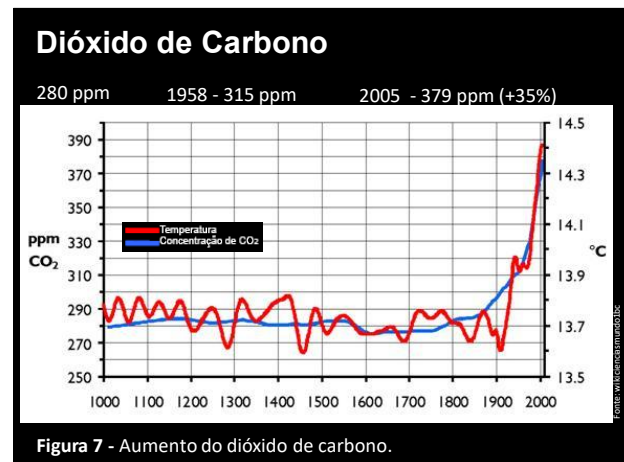
Composição da Atmosfera

Dióxido de Carbono

No final do século XX foram lançados anualmente para a atmosfera cerca de 7 bilhões de toneladas de CO₂.

Climatologia

63



63

64

UNIR

Composição da Atmosfera

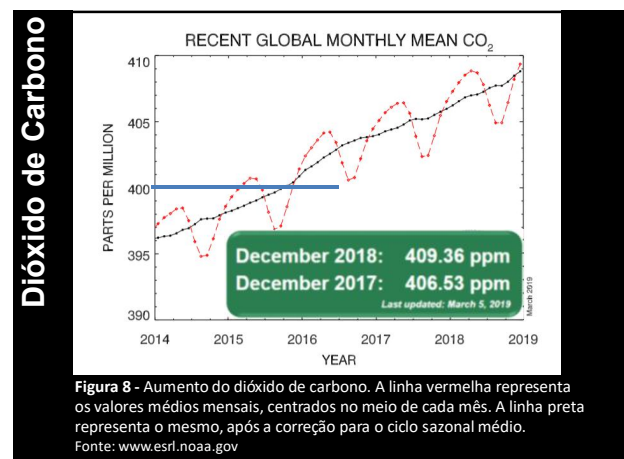
Dióxido de Carbono

De quanto é a concentração hoje na atmosfera?

Em abril de 2014, as concentrações mensais de CO₂ ultrapassaram 400 ppm, apenas no Hemisfério Norte, atingindo o nível mais alto dos últimos 800.000 anos (NOAA).

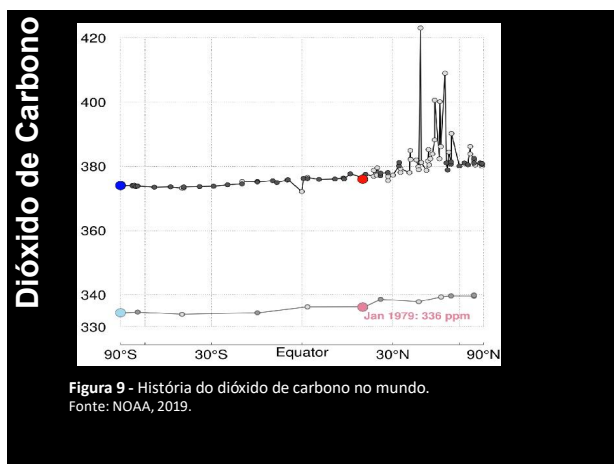
Climatologia

65



65

66



67

UNIR

Composição da Atmosfera

Dióxido de Carbono

Se o CO₂ faz parte do metabolismo das plantas e animais, qual é então a preocupação com o aumento em sua concentração?

Absorção de radiação de ondas longas

68

UNIR

Efeito Estufa

É um fenômeno atmosférico natural, em que alguns gases que compõem a atmosfera funcionam como o vidro de uma estufa deixando passar a luz solar para o interior, porém, aprisionando o calor gerado dentro da estufa.

69

69

UNIR

Efeito Estufa

Mantém a temperatura do planeta nos limites adequados para a vida. Sem essa "manta" que retém o calor, a temperatura seria cerca de 18 °C mais fria.

70

70

UNIR

Efeito Estufa

Qual o principal gás estufa?

O vapor d'água é o principal "gás estufa", cuja quantidade contida no ar varia muito, no tempo e no espaço.

O segundo em importância é o CO₂. Além desses existem o metano (CH₄), ozônio (O₃), e o óxido nítrico (N₂O).

71

71

Efeito estufa

A - A radiação solar atravessa a atmosfera. A maior parte da radiação é absorvida pela superfície terrestre e aquece-a.

B - Alguma da radiação solar é refletida pela Terra e atmosfera, de volta ao espaço.

C - Parte da radiação infravermelha (calor) é refletida pela superfície da terra, mas não regressa ao espaço, pois é refletida de novo e absorvida pela camada de gases de estufa que envolve o planeta. O efeito é o aquecimento da superfície terrestre e da atmosfera.

Gases atmosféricos	Porcentagem (%)
Dióxido de carbono (CO ₂)	55
Clorofluorcarbono (CFC's)	20
Metano (CH ₄)	15
Óxido nítrico (N ₂ O) e outros gases	10
Total	100

Fonte: prinicipiosdaastronomia

72

72

Efeito Estufa

Gases de Efeito Estufa – fontes, concentração, tempo de residência e poder de aquecimento em relação ao CO₂

GÁS	FONTES DE EMISSÃO		CONCENTRAÇÃO		TEMPO DE RESIDÊNCIA NA ATMOSFERA	PODER DE AQUECIM.
	naturais	antropogênicas	1750	atual		
CO ₂	→Respiração → Decomposição de material orgânico	→queima combustíveis fósseis →mudanças na vegetação → queima de biomassa → fabricação de cimento	280 ppmv	370 ppmv	50 - 200 anos	1
CH ₄	→mat. orgânica em decomposição (plantas, lagos e oceanos)	→combustíveis fósseis →fermentação entérica →arrozes inundados →dejetos animais →esgotos	700 ppbv	1800 ppb	12 - 17 anos	21
N ₂ O	→oceanos , solos tropicais e temperados (bactérias)	→fertilizantes →indústria nylon, ac.nítrico →queima de biomassa e de combustíveis fósseis →modificação do uso do solo →conversão catalítica (carros)	275 ppbv	310 ppbv	120 anos	310
CFCs		→propelentes, solventes, refrigeração, espumas	0	ordem de pptv	13 - 102 anos	acima de 10.000

73



74



75

Atividade 4

Sobre a estrutura vertical da atmosfera.

UNIR

Climatologia

76

Estrutura Vertical da Atmosfera

UNIR

É extremamente variável devido à inúmeros aspectos:

- Composição
- Temperatura
- Umidade
- Pressão

Climatologia

77

Troposfera

Primeira camada que cerca a Terra.

Onde ocorrem os fenômenos meteorológicos.

Nela encontramos 80% da massa atmosférica.

A medida que ganhamos altitude diminui a temperatura (0,65 °C/100m).

78

Estratosfera

Local onde encontramos a camada de ozônio.

A medida que ganhamos altitude a temperatura aumenta.

Formação do ozônio libera energia

Fonte: Jovennastromano

79

Mesofera

Esta camada é aquecida por baixo (pela camada de ozônio).

A temperatura decresce a uma taxa de 3,5°C/km.

Fonte: Jovennastromano

80

Termosfera

A partir de 85 km de altura, estende-se por centenas de quilômetros em direção ao espaço.

A noção de temperatura é imprecisa, devido à rarefação das moléculas, mas, estima-se que varia de 226 a 1.727 °C.

Fonte: Jovennastromano

81

Ionosfera

Localizada entre as altitude de 80 km a 900 km (na Termosfera).

Possui uma concentração relativamente alta de íons que têm grande importância na transmissão de ondas de rádio.

Fonte: Jovennastromano

82

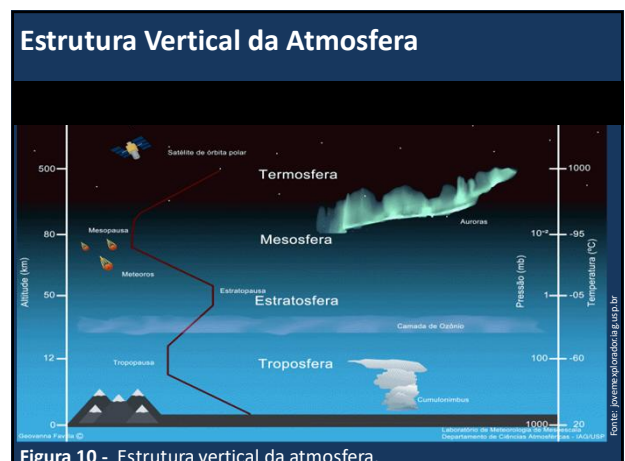
Ionosfera

Região em que orbitam os satélites artificiais.

Topo da atmosfera 1.000 km

Fonte: Jovennastromano

83



84



85

Referências

ANDRADE, N. L. R.; AGUIAR, R. G.; SANCHES, L.; ALVES, E. C. R. F.; NOGUEIRA, J. S. Partição do Saldo de Radiação em Áreas de Floresta Amazônica e Floresta de Transição Amazônia-Cerrado. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 24, p. 346-355, 2009.

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 2003.

FISCHER, G. R. **Notas de aula de Climatologia**, 2011.

86

Referências

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

NATIONAL OCEANIC & ATMOSPHERIC ADMINISTRATION – NOAA. **History of atmospheric carbon dioxide from 800,000 years ago until January, 2016**. Disponível em: <<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/history.html>>. Acesso em: 19 mar. 2019.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981.

87

Referências

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações**. Guaíba: Agropecuária, 2002.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Versão digital 2. Recife, 2006.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia Básica e Aplicações**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2012.

88