

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
 CAMPUS DE JI-PARANÁ
 DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL


UNIR

DEA
 Departamento de Engenharia Ambiental

climatologia

Profa. Renata Gonçalves Aguiar

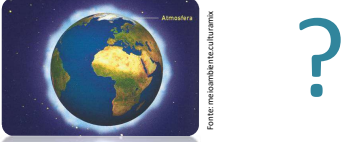
1.2 – Atmosfera Terrestre



Fonte: Wroclaw.pl

Atmosfera

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

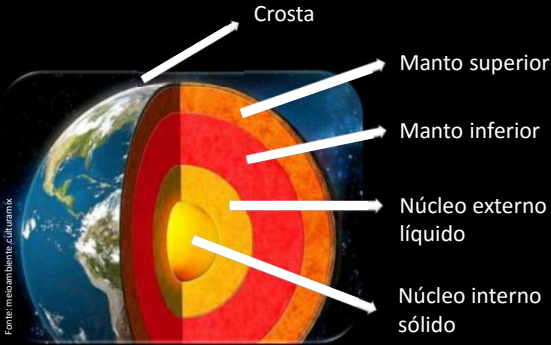


Fonte: mecabiente.culturamix

Atmosfera

Das camadas da Terra, a atmosfera é a mais tênue, sendo sua massa 1.000.000 de vezes menor que a massa da parte sólida da Terra.

Camadas da Terra




Crosta
 Manto superior
 Manto inferior
 Núcleo externo líquido
 Núcleo interno sólido

Fonte: mecabiente.culturamix

Figura 4 – Camadas da Terra.

Atmosfera

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



Fonte: curiozidades.itaranga

Atmosfera

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




Fonte: courtoisdelabrange

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: courtoisdelabrange

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.

9

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

Composição da Atmosfera

Os gases atmosféricos naturais fazem parte de ciclos geológicos, sempre com tendência ao equilíbrio dinâmico.

Reservatórios

- Oceanos
- Florestas

11

Composição da Atmosfera

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

12

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

13

Composição da Atmosfera

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

Erupção vulcânica



Fonte: youtube.com

14

Composição da Atmosfera

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



Fonte: youtube.com

15

Composição da Atmosfera

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

16

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.

17

Composição da Atmosfera

Gases variáveis

Importância Biológica - Suprir matéria prima para o processo da fotossíntese (CO₂) e regular o processo de transpiração das plantas.

18

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.

19

Composição da Atmosfera

Nitrogênio



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

20

Composição da Atmosfera

Oxigênio

Torna possível a vida aeróbia na Terra.

Possibilita a formação de ozônio na atmosfera.

21

Composição da Atmosfera

Oxigênio

Na alta atmosfera o oxigênio molecular (O_2) se dissocia quando absorve energia **ultravioleta** proveniente do Sol.

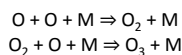


22

Composição da Atmosfera

Oxigênio

Os átomos de oxigênio, assim formados, podem se combinar entre si ou com moléculas ou átomos de outros constituintes atmosféricos.



23

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 ozonoesfera.

24

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.

25

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.

26

Composição da Atmosfera

Ozônio

Protocolo de Montreal em 1987

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

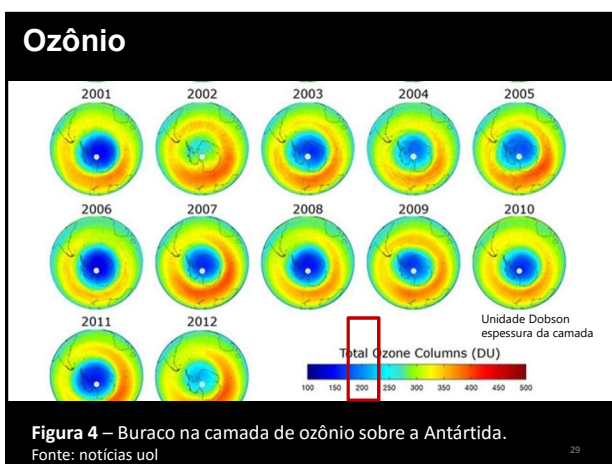
27

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.

28



Composição da Atmosfera

Ozônio

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

30

Composição da Atmosfera

Ozônio

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

31

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.

32

Vapor d'água

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

Fonte: planetapostentiva.com

Vapor d'água

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

Fonte: planetapostentiva.com

Composição da Atmosfera

Dióxido de Carbono

Fotossíntese

Agente termorregulador ao absorver a radiação infravermelha.



Fonte: Brasil Escola

Figura 5 – Fotossíntese.

35

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.

36

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.

37

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.

38

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.

39

Composição da Atmosfera

Dióxido de Carbono

Resultados do Observatório de Mauna Loa revelaram, ainda na década de 50, que a concentração atmosférica de CO₂ estava aumentando.

40

Dióxido de Carbono

280 ppm 1958 - 315 ppm 2005 - 379 ppm (35% maior)

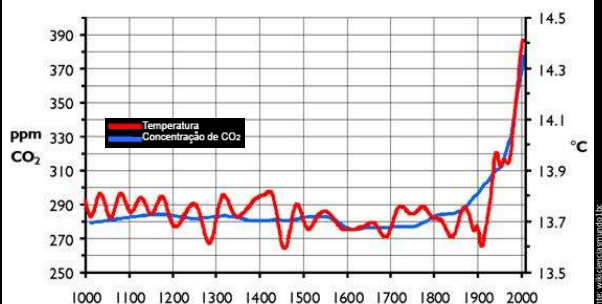


Figura 6 – Aumento do dióxido de carbono.

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).

42

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.

43

Composição da Atmosfera

Dióxido de Carbono

Em abril de 2014, as concentrações mensais de CO₂ na atmosfera ultrapassaram 400 partes por milhão (ppm) apenas no Hemisfério Norte, atingindo o nível mais alto dos últimos 800.000 anos, ressaltou a Administração Oceânica e Atmosférica Nacional (NOAA).

44

Composição da Atmosfera

Dióxido de Carbono

Cientistas do governo dos Estados Unidos indicaram que as concentrações globais de dióxido de carbono (CO₂) atingiram um recorde de média global de 400 ppm no mês de março de 2015.

45

Composição da Atmosfera

Dióxido de Carbono

Mas 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

46

Artigo para a aula de hoje

Oecologia Brasiliensis
13(4) | 609-618, Dezembro 2009
doi:10.4257/oeco.2009.1304.05

A VULNERABILIDADE DA FLORESTA AMAZÔNICA PERANTE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Philip M. Fearnside
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), C.P. 478, Manaus, Amazonas, Brasil. CEP: 69.011-970.
E-mail: pmfearn@inpa.gov.br

47

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.

48

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 -20 °C.

49

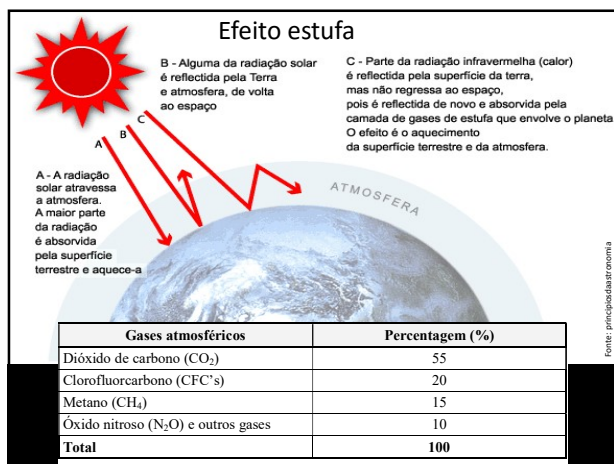
Efeito Estufa

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 nitroso (N₂O).

50



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 (pântanos, lagos e oceanos)	→combustíveis fósseis →fermentação entérica →arrozais 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

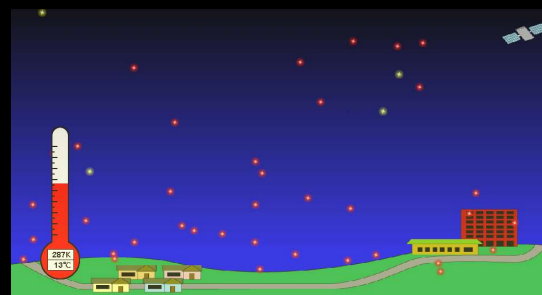
Efeito Estufa



Fonte: youtube.com/watch?v=soicSlswjOk

53

Efeito Estufa



Fonte: phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/greenhouse

54

Mudanças nas datas

Quadro 1 – Sorteio das duplas ou grupos.

Datas	Temas	Discentes
19.04.2017	Radiação	Janderson, Francisco, Nicole
26.04.2017	Temperatura do ar e do solo	Jamily, Amanda
26.04.2017	Umidade do ar e precipitação	Thiago, Luiza, Larissa
03.05.2017	Evapotranspiração	José, David
14.06.2017	O aquecimento global não oriunda das ações antrópicas	Niely, Yago

Despertando o Pesquisador



Cumabaguá - UNIC

56

Despertando o Pesquisador

Tecnologias do Inpe contribuíram para queda do desmatamento da Amazônia desde 2004



Fonte: tremorboatero

Fonte: Jornal da Ciência (2016).

57

Inversão Térmica

DIAS NORMAIS



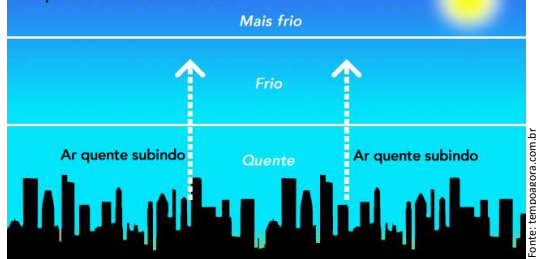
Fonte: geografiaapimativa.com.br

Figura 7 - Dia normal.

58

Inversão Térmica

Dia sem inversão térmica: Temperatura cai com a altitude



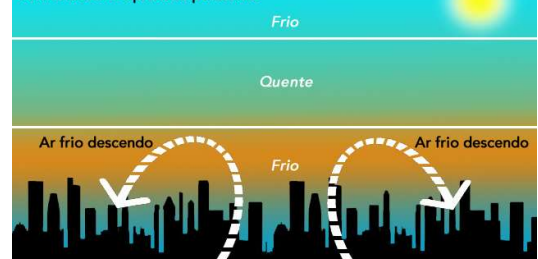
Fonte: tempoagora.com.br

Figura 8 - Dia sem inversão térmica.

59

Inversão Térmica

Dia com inversão térmica: Ar frio desce e aprisiona poluentes



Fonte: tempoagora.com.br

Figura 9 - Dia com inversão térmica.

60

Inversão Térmica

A inversão térmica ocorre quando há uma mudança abrupta de temperatura devido à inversão das camadas de ar frias e quentes.

Esse fenômeno ocorre principalmente nos grandes centros urbanos, regiões onde o nível de poluição é muito elevado.

61

Inversão Térmica

A camada de ar fria, por ser mais pesada, fica numa região próxima a superfície terrestre, retendo os poluentes. O ar quente, por ser mais leve, fica numa camada superior, impedindo a dispersão dos poluentes.



62

Inversão Térmica

Ocorre em qualquer dia do ano, porém é no **inverno** que ele é mais comum.



Por quê?

63

Inversão Térmica

Por causa da perda de calor o ar próximo à superfície fica mais frio.



Nesta época as chuvas são raras, dificultando ainda mais a dispersão dos poluentes.

64

Inversão Térmica

É importante ressaltar que a inversão térmica é um fenômeno natural, sendo registrada em áreas rurais e com baixo grau de industrialização.

Os efeitos nocivos se devem ao lançamento de poluentes na atmosfera, o que é muito comum nas grandes cidades.

65

Inversão Térmica

Quais são as consequências ?

Doenças respiratórias, irritação nos olhos e intoxicações são algumas das consequências da concentração de poluentes na camada de ar próxima ao solo.

66

Inversão Térmica

Elenque soluções para diminuir a retenção de poluentes pela atmosfera

67

Inversão Térmica

Adoção de políticas ambientais eficientes que visem diminuir o nível de **poluição do ar** nos grandes centros urbanos.

A substituição de combustíveis fósseis por **biocombustíveis** ou **energia elétrica** poderia reduzir esse problema.

68

Estrutura Vertical da Atmosfera

Fonte: Joviana S. L. Fontana

Estrutura Vertical da Atmosfera

É extremamente variável devido à inúmeros aspectos:

- Composição
- Temperatura
- Umidade
- Pressão

70

Troposfera

Primeira camada que cerca a Terra.

Altitude aproximada de 15 km.

Nela encontramos 80% da massa atmosférica.

Onde ocorrem os fenômenos meteorológicos.

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

Fonte: Joviana S. L. Fontana

Estratosfera

Local onde encontramos a camada de ozônio.

Altitude aproximada de 50 km.

A medida que ganhamos altitude a temperatura aumenta, atingindo, no topo, valores máximos próximos de -3 °C.

Formação do ozônio libera energia

Fonte: Joviana S. L. Fontana

Mesofera

Esta camada é aquecida por baixo (pela camada de ozônio). Neste caso, a temperatura decrescerá a uma taxa de 3,5°C/km atingindo, no topo da camada - 85 km de altitude, o valor mais baixo de toda a atmosfera, -93 °C.



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.



Ionosfera

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

Possui uma concentração relativamente alta de íons, esses íons tem grande importância na transmissão de ondas de rádio.



Ionosfera

Região em que orbitam os satélites artificiais.



Estrutura Vertical da Atmosfera

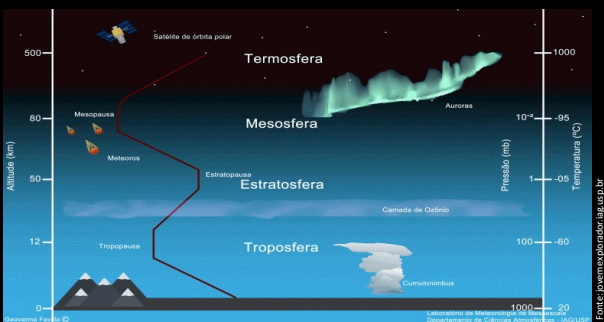


Figura 10 - Estrutura vertical da atmosfera.

Sinais Vitais da Humanosfera

Fernando Reinach. Estadão - SP, 14.02.2015 (Science)

Qual o intervalo no qual precisamos nos preocupar em tentar “curar” o planeta e qual o valor a partir do qual a vida na Terra fica impossível?



Sinais Vitais da Humanosfera

Mudanças climáticas
 Integridade da biosfera
 Composição da estratosfera
 Acidificação dos oceanos
 Fluxos biogeoquímicos
 Cobertura dos solos
 Uso de água doce
 Quantidade de aerossóis na atmosfera

79

Sinais Vitais da Humanosfera

Os cientistas definiram valor normal (predominou nos últimos 11.700 anos) e o atual.

Mudanças climáticas

CO₂ Normal – 350 ppm
 Atenção – 350 a 450 ppm
 Atual (2015) – 398,5 ppm



Fonte: mundeducacao.com

80

Sinais Vitais da Humanosfera

Integridade da biosfera

Diversidade genética –
 extinção de espécies
 Normal – 10 espécies
 extintas por milhão de
 espécies por ano.
 Atenção – 10 e 100.
 Atual – 100 e 1.000.



81

Fonte: infocada.com

Sinais Vitais da Humanosfera

Uso de água doce

Normal – 4.000 km³ por ano
 Atual – 2.600 km³ por ano



Fonte: G. Aguiar

Referências

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.

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

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

83

Climatologia - UNILIR

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.

84

Climatologia - UNILIR