



INTRODUÇÃO AOS CONCEITOS DE TEMPO E CLIMA

Glauber Lopes Mariano

Faculdade de Meteorologia Universidade Federal de Pelotas
E-mail: glauber.mariano@ufpel.edu.br

Meteorologia

Ciência que estuda os fenômenos físicos e dinâmicos da atmosfera



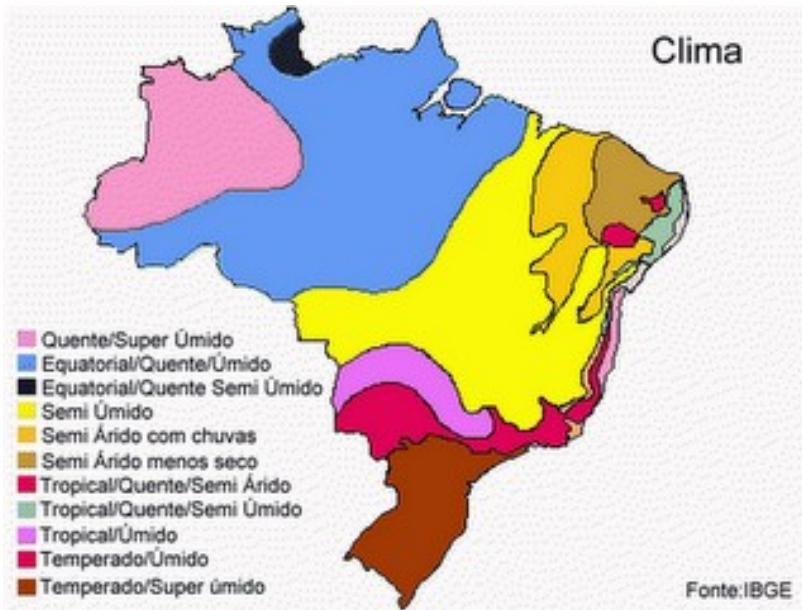
X



Meteorologia

Áreas da Meteorologia / Aplicações

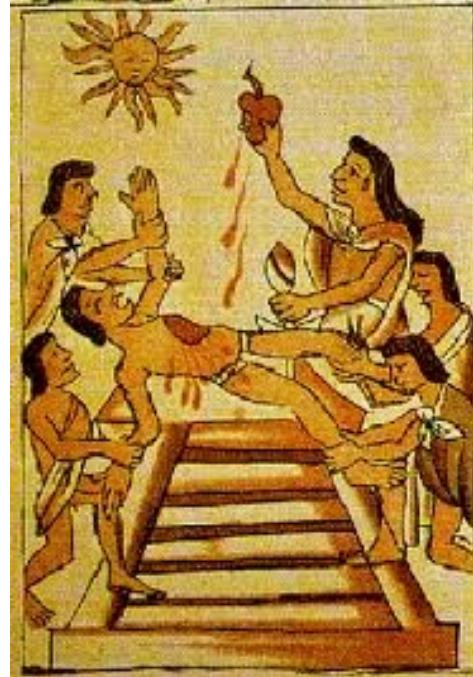
- Climatologia – estuda os fenômenos atmosféricos do ponto de vista de suas propriedades estatísticas para caracterizar o clima em função da localização geográfica, estação do ano, etc..



Meteorologia no Brasil e no mundo

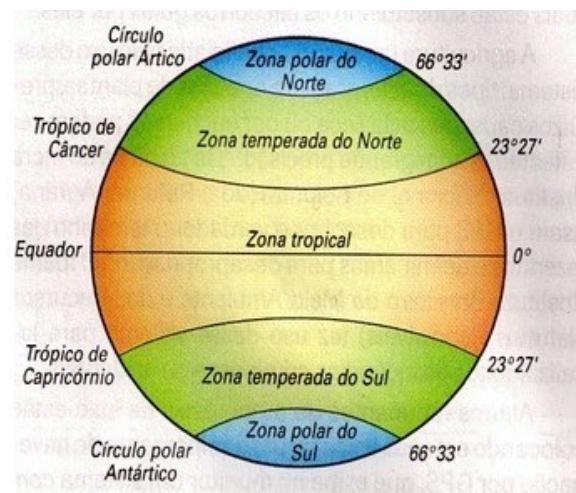
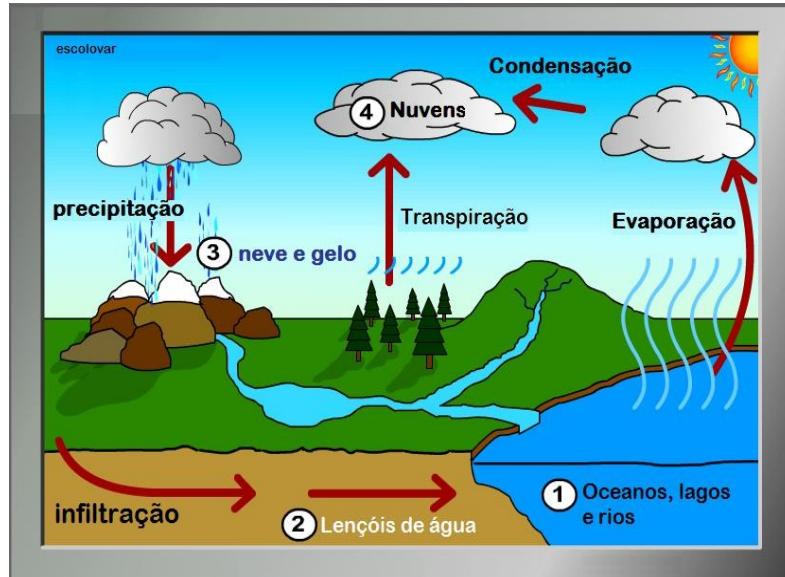
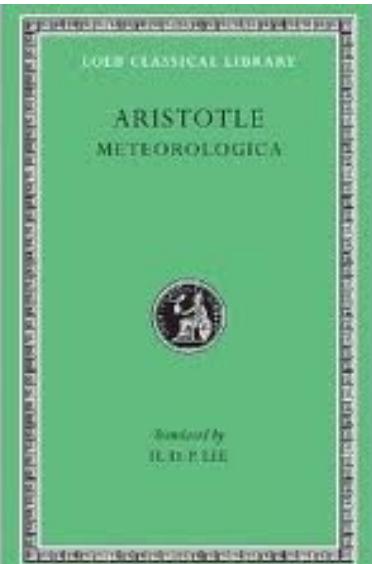
Egito - “Previa” chuvas no Rio Nilo e se as estações seriam mais ou menos chuvosas conforme movimento do sol, estrelas e planetas.

Império romano - oferendas



Meteorologia no Brasil e no mundo

Aristóteles - “Pai” da meteorologia. Meteorologica (350 a.C). Ciclo da água, esboçou zonas climáticas do planeta. Hadley (1735)



Meteorologia

Tempo x Clima

Tempo – estado médio da atmosfera, em um dado intervalo de tempo e em um dado lugar.

Ex.: No dia do jogo o céu estava claro e fazia muito calor

Clima – característica da atmosfera inferidas de observações contínuas durante um longo período de tempo (30 anos). Analisa médias, frequencia, desvio padrão, etc..

Ex.: Temperatura média do mês de maio em Pelotas foi de 18°C.

Noções Básicas

Tempo

Estado momentâneo da atmosfera em um dado instante e local

Como caracterizar? - Variáveis / elementos meteorológicos:

- Radiação solar / insolação
- Temperatura
- Umidade do ar (relativa / específica) / razão de mistura ...
- Pressão atmosférica / velocidade do vento

Clima

Conjunto de fenômenos meteorológicos que caracterizam a condição média da atmosfera sobre um local (Ham, XIX)

Síntese do tempo num determinado lugar durante um período de 30 – 35 anos (Ayoade, 1980)

Clima

“Condições média” / “síntese” → como caracterizar?

Ferramentas estatísticas:

- Médias, variâncias, mediana, moda, percentil, quantil, desvio padrão, amplitude, probabilidade, frequência, análise de agrupamento, análise de componentes principais, etc....

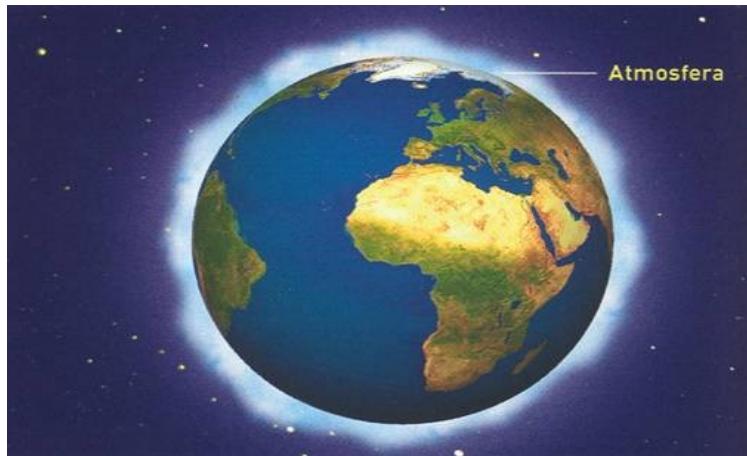
Climatologia

Conceito dinâmico (abordagem “moderna”) x Conceito estático (abordagem “clássica”)

Atmosfera

Conceito

Conjunto de gases, vapor d'água e partículas (aerossóis) constituindo o chamado “ar” que envolve a superfície da Terra devido a ação da força da gravidade



Raio da atmosfera x raio da terra = 1,6%

Atmosfera

“Ar” mistura de gases principais que compõe a atmosfera. Homogênea aproximadamente até 25km de altura.

Component	Volume Percent
Nitrogen (N ₂)	78.084
Oxygen (O ₂)	20.946
Argon (Ar)	0.934
Carbon dioxide (CO ₂)	0.037
Neon (Ne)	0.001818
Helium (He)	0.000524
Methane (CH ₄)	0.0002
Krypton (Kr)	0.000114
Hydrogen (H ₂)	0.00005
Dinitrogen monoxide (N ₂ O)	0.00005
Xenon (Xe)	0.000009

Atmosfera

Vapor d'água – muito variável – entre 1-4% (latitude, proximidade de corpos d'água, vegetação)



Podemos considerar a atmosfera da Terra como:

$$\mathbf{AR} = \mathbf{Ar\ Seco} + \mathbf{Vapor\ d'água}$$

Atmosfera

Podemos considerar a atmosfera da Terra como:

$$\mathbf{AR} = \mathbf{Ar\ Seco} + \mathbf{Vapor\ d'água}$$

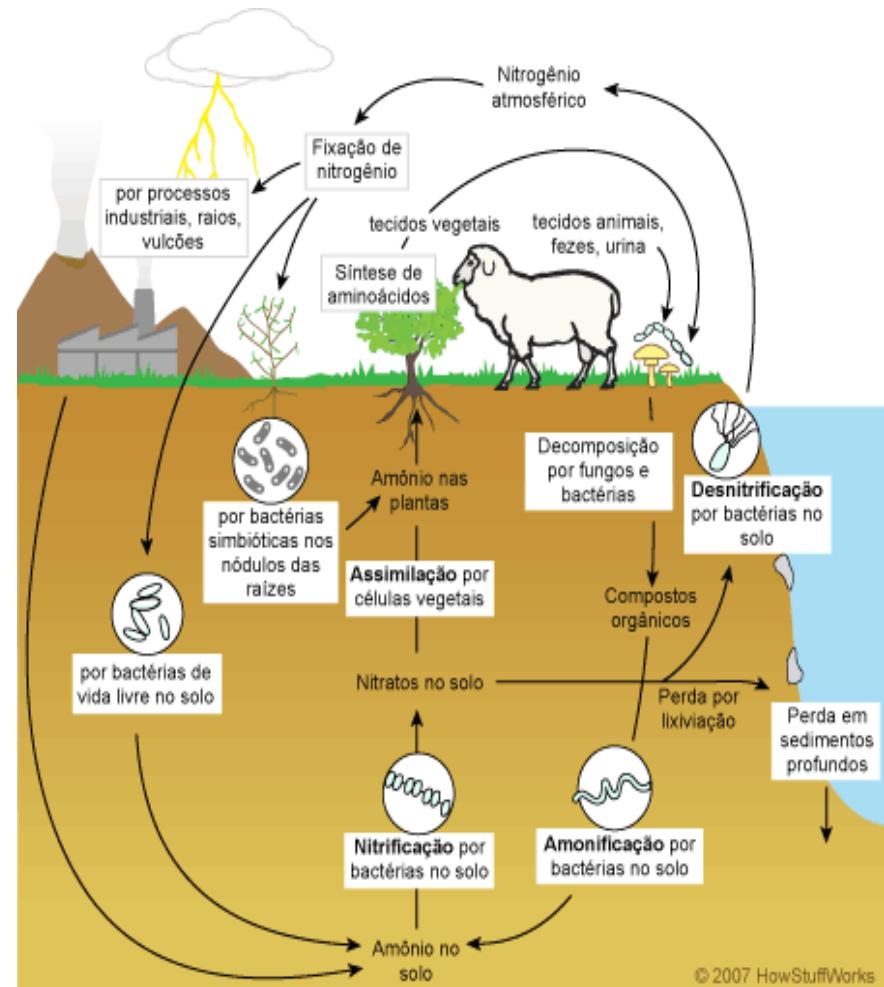
Importância dos principais gases da atmosfera

- Nitrogênio (N₂)
- Oxigênio (O₂) e Ozônio (O₃)
- Gás Carbônico (CO₂)
- Vapor d'água (H₂O)

Nitrogênio (N₂)

Atmosfera

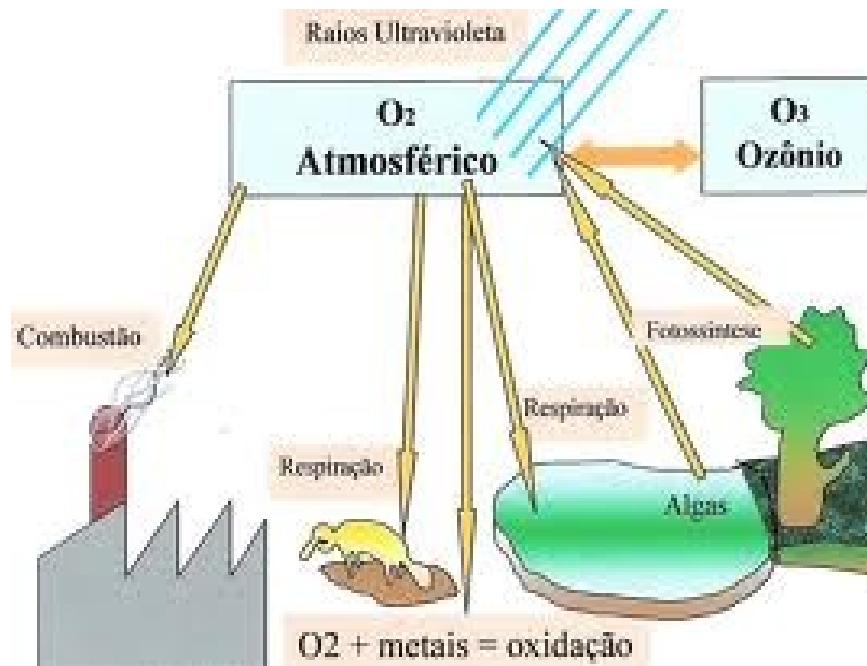
- Gás mais abundante na atmosfera (78%)
- Não desempenha nenhum papel relevante na química ou na física da atmosfera próxima à superfície terrestre.
- Na alta atmosfera absorve energia/radiação solar e passa a forma atômica (N)
- Papel importante para agricultura



Atmosfera

Oxigênio (O₂) e Ozônio (O₃)

- Desempenha papel fundamental à vida na Terra, além de possibilitar a formação de Ozônio

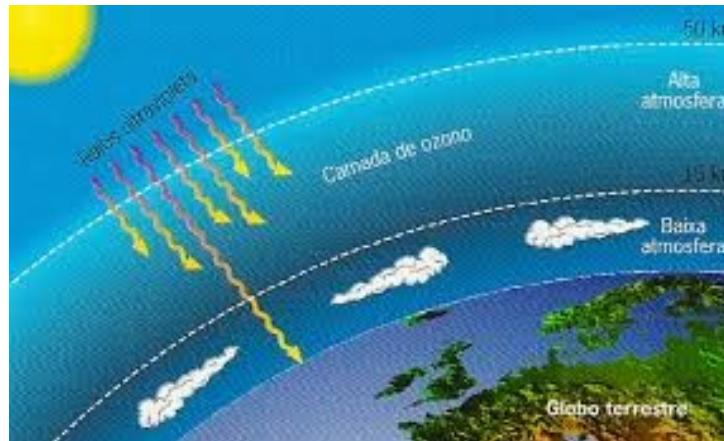


Atmosfera

Oxigênio (O₂) e Ozônio (O₃)



A presença de uma molécula (M) de um gás qualquer é importante para absorver a energia liberada durante combinação. Sem ela o produto final será instável,



Atmosfera

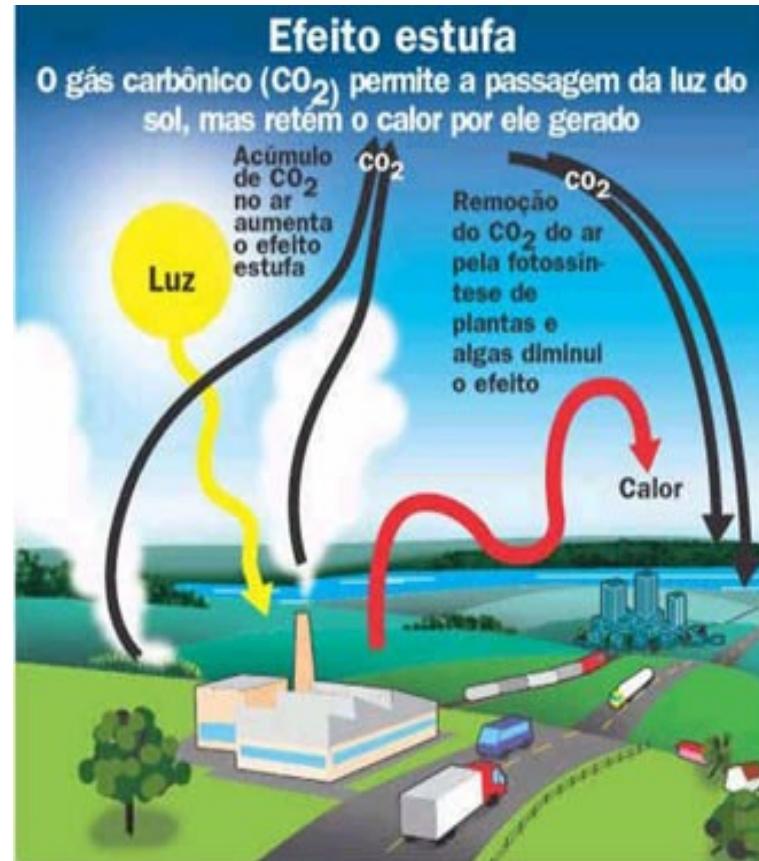
Oxigênio (O₂) e Ozônio (O₃)

- Formação de O₃ por relâmpagos (pouca quantidade)
- Ozônio é fundamental à vida por absorver radiação ultravioleta.
- Todo o Ozônio da atmosfera concentrado junto à superfície sobre pressão e temperatura normais teria uma camada de 3mm de espessura.

Atmosfera

Gás Carbônico (CO₂) / Dióxido de Carbono

- Cerca de 98% existente se encontra dissolvido nos oceanos, sendo que quase todo o resto está na atmosfera
→ Aumenta com a proximidade de cidades, indústrias,..
- Desempenha papel importante pois absorve energia solar e terrestre (alguns comprimentos de onda) e emite energia em direção à superfície da Terra.



Atmosfera

Vapor d'água

- Bastante variável na atmosfera (entre 1% e 4%) porém o mais importante para a Meteorologia sendo responsável pela origem das nuvens e de diversos fenômenos atmosféricos.

- Interfere na Temperatura (pela absorção e liberação de energia) e é o único constituinte atmosférico que muda de estado físico em condições normais



Atmosfera

Não existe um limite superior bem definido para a atmosfera. O que existe é uma progressiva rarefação (diminuição da densidade) do ar com a altitude.

Na meteorologia, define-se o topo da atmosfera entre 80-100km. Porém, toda essa região é importante para a meteorologia??

ORIGEM / FORMAÇÃO DA ATMOSFERA TERRESTRE

Será que a atmosfera terrestre sempre teve essa composição?

Como sabemos a composição atmosférica antes da presença da humanidade?

Podemos dividir o clima passado entre antes e depois da história registrada

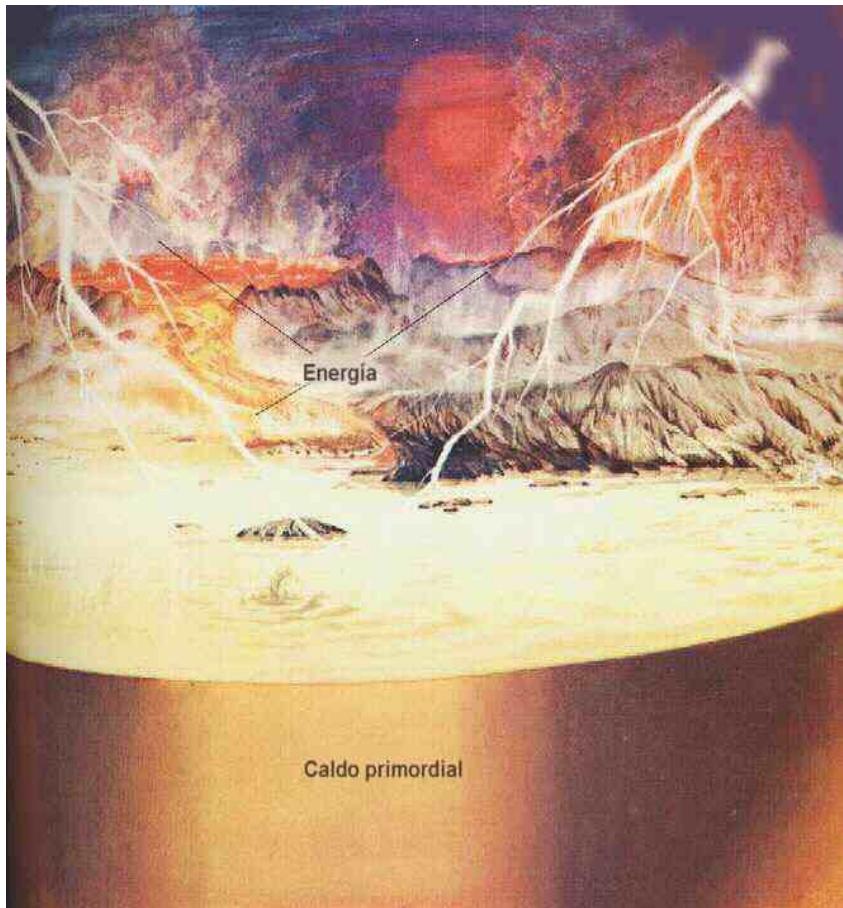
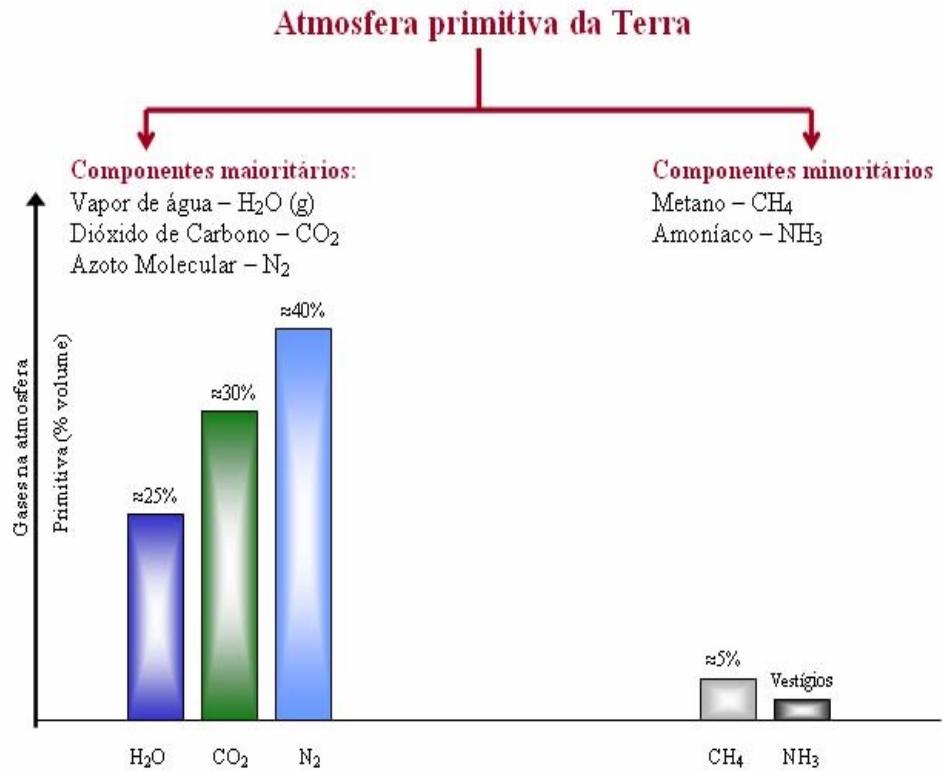
Atmosfera

Paleoclimatología



Atmosfera

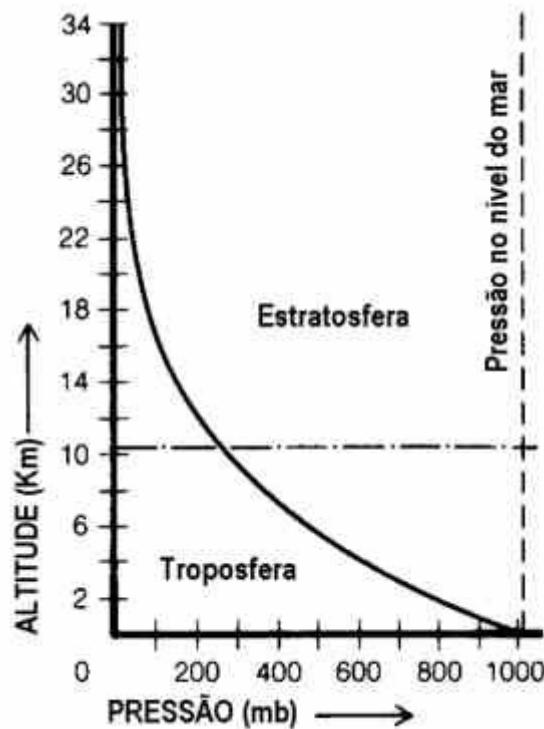
Atmosfera primitiva



Estrutura Vertical da Atmosfera

Variação vertical das propriedades atmosféricas

Massa da atmosfera → 50% se encontra até 5km de altitude. (75% até 10km e 95% até 20km - troposfera)



Rarefação do ar com altitude → limite da atmosfera

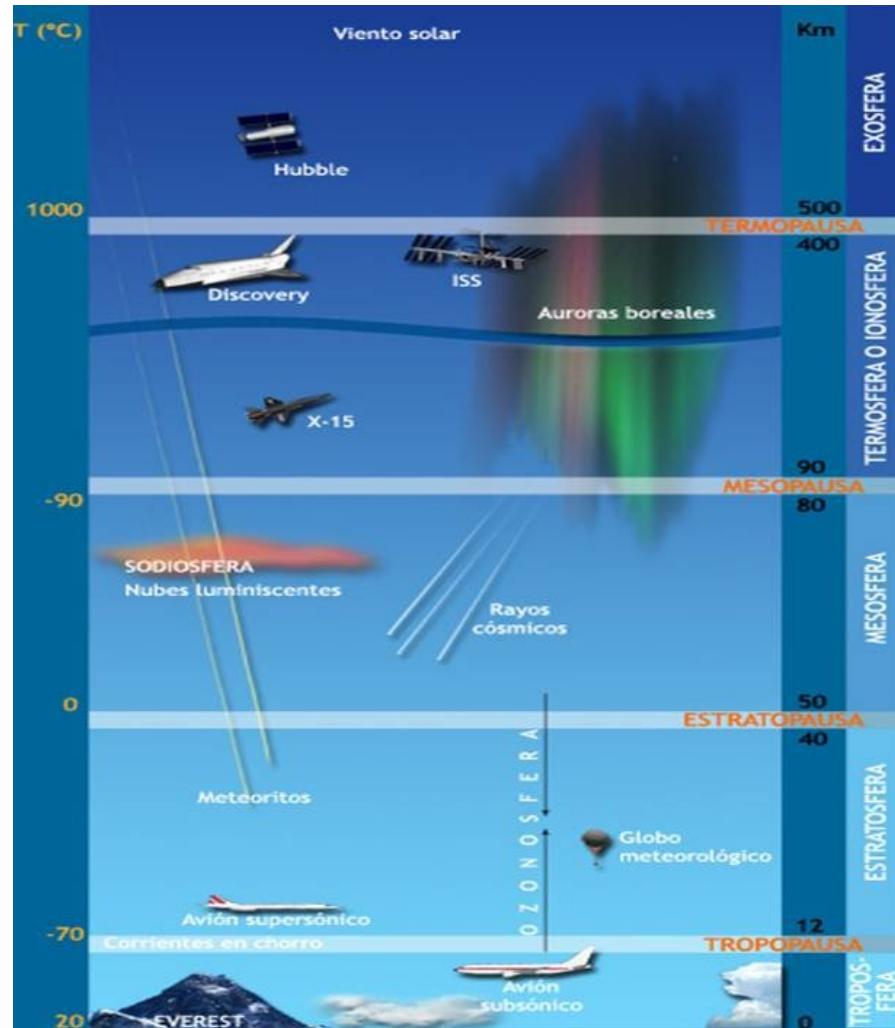
120km de altitude → espaço entre as moléculas é de 3m

Estrutura Vertical da Atmosfera

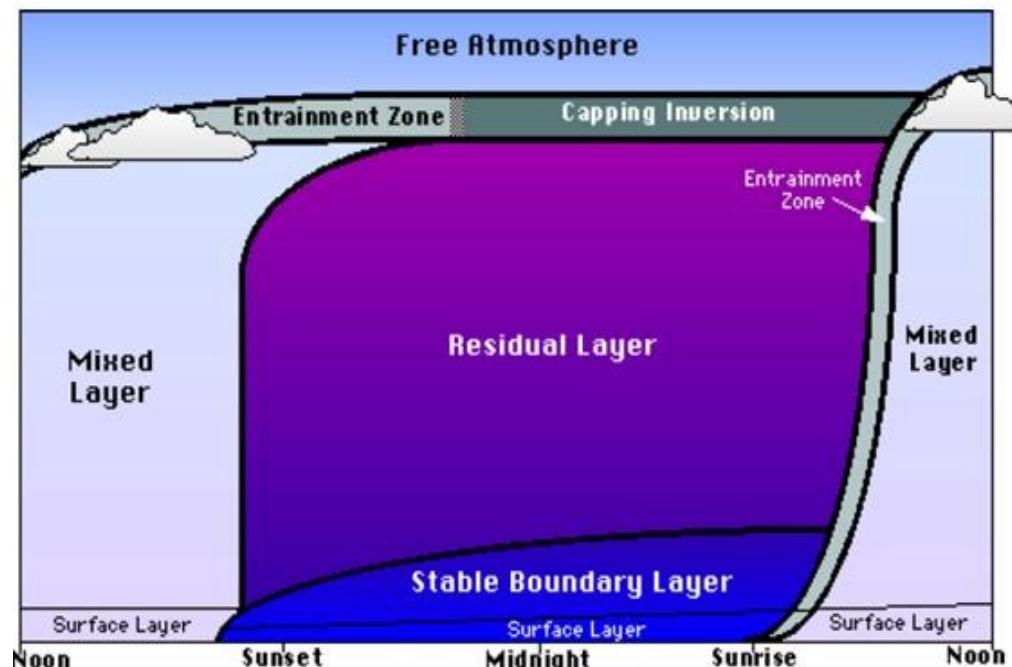
Variação vertical das propriedades atmosféricas

Diferentes formas de dividirmos a atmosfera:

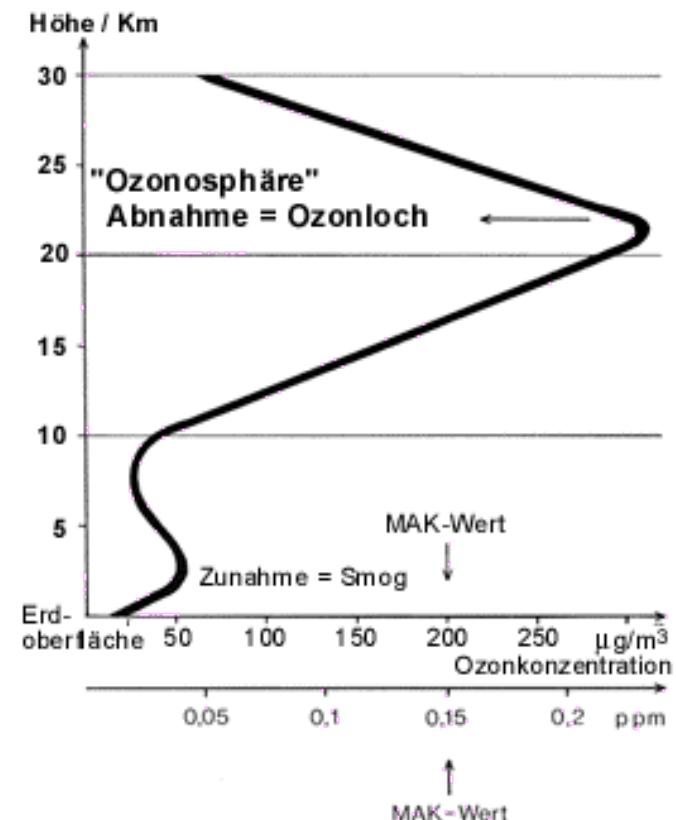
- temperatura
- densidade
- CLP/Atmosfera Livre
- Composição de um gás específico



Variação CLP/Atmosfera livre



Variação da concentração de Ozônio



LAPSE RATE (Γ) → Taxa de decaimento com altura da temperatura do ar

Lapse rate troposférico = 6,5 K/km

$$\Gamma = - \Delta T / \Delta Z$$

Onde:

ΔT – variação da temperatura

ΔZ – variação da altura

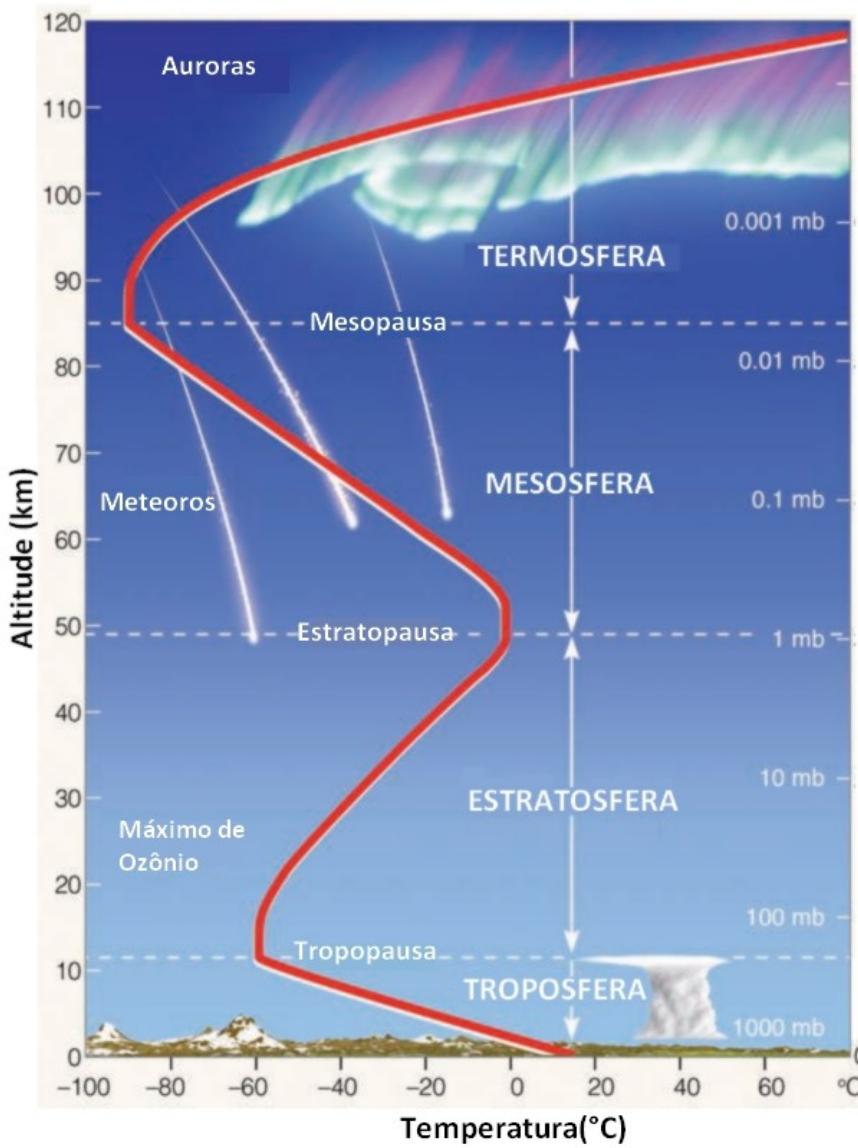
Ex.:

$$Z_1 = 0\text{m} \quad Z_2 = 1\text{km}$$

$$T_1 = 20^\circ\text{C} \quad T_2 = 12^\circ\text{C}$$

$$\Gamma = - (12-20) / (1-0)$$

Variação com a temperatura do ar → Atmosfera dividida em camadas aproximadamente homogêneas



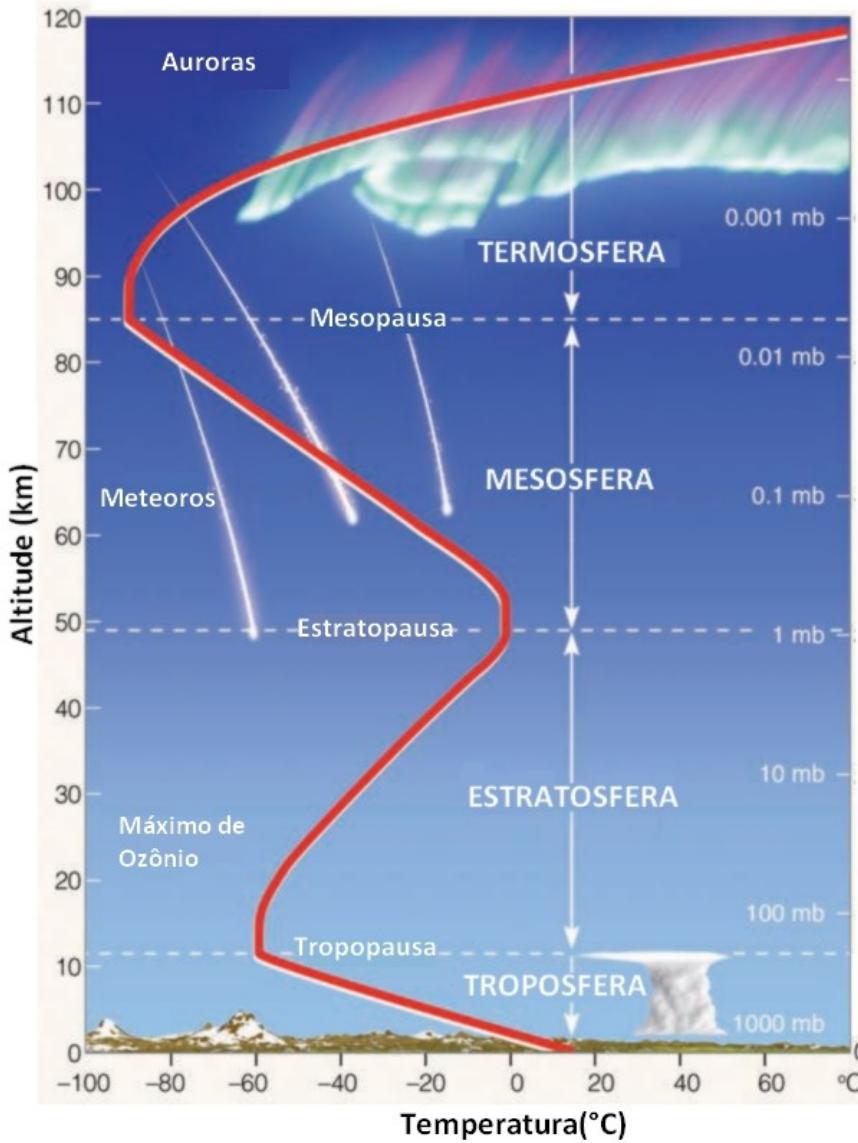
Zonas de transição:

Tropopausa
Estratopausa
Mesopausa

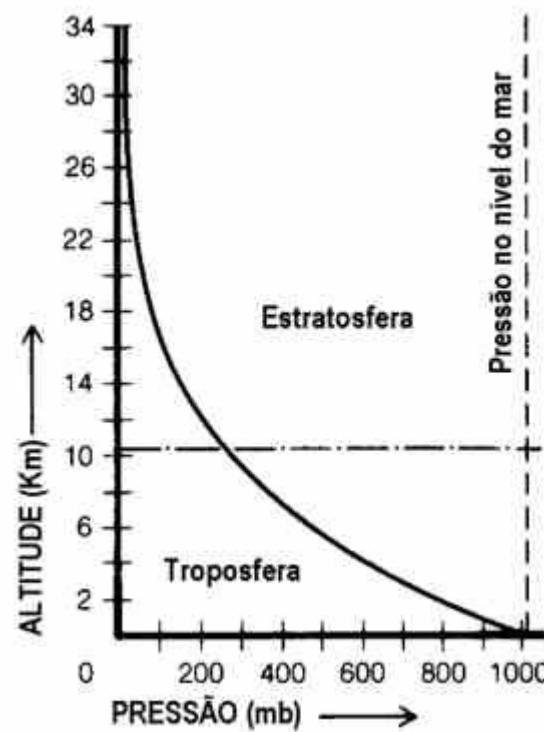
Lapse Rate por camada?

Positivo
Negativo
Outro valor?

TROPOSFERA



- Camada mais importante para a meteorologia
- Concentra $\frac{3}{4}$ da massa total da atmosfera e quase todo o vapor d'água.



TROPOSFERA

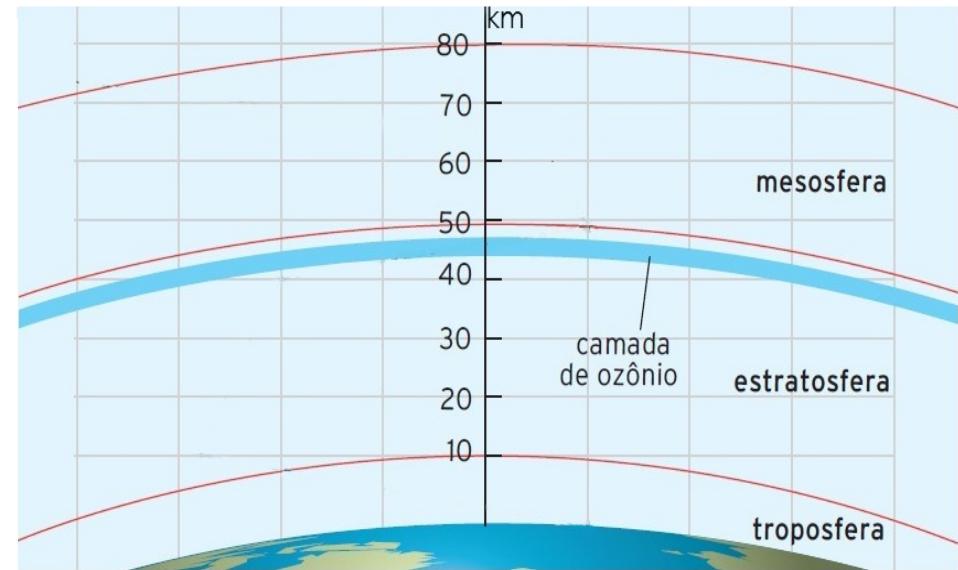
- Atmosfera (troposfera) é aquecida por baixo → Sol aquece a superfície terrestre que aquece a atmosfera
- Lapse Rate = 6,5 K/km (valor médio para todo o planeta)

Altura da troposfera:

-	INVERNO	VERÃO
Pólos	6 km	10 km
Trópicos	15 km	18 km

ESTRATOSFERA

- Estende-se aproximadamente até 50 km de altura tendo seu limite superior a base da estratopausa e inferior o topo da tropopausa.
- Nos primeiros 20 km zona aproximadamente isoterma a partir desse ponto tem sua temperatura aumentando com altura (lapse rate < 0) \rightarrow liberação de energia na formação do Ozônio

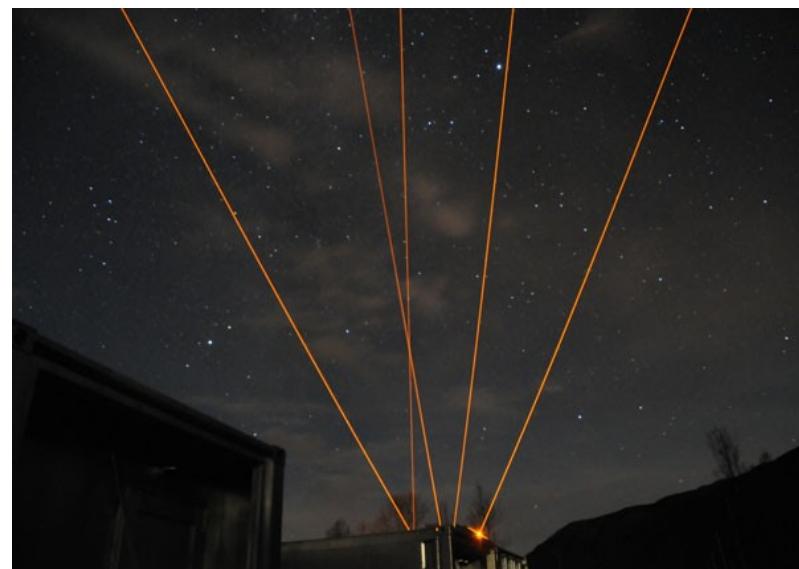


Mapa representativo das camadas de ar sobre a terra



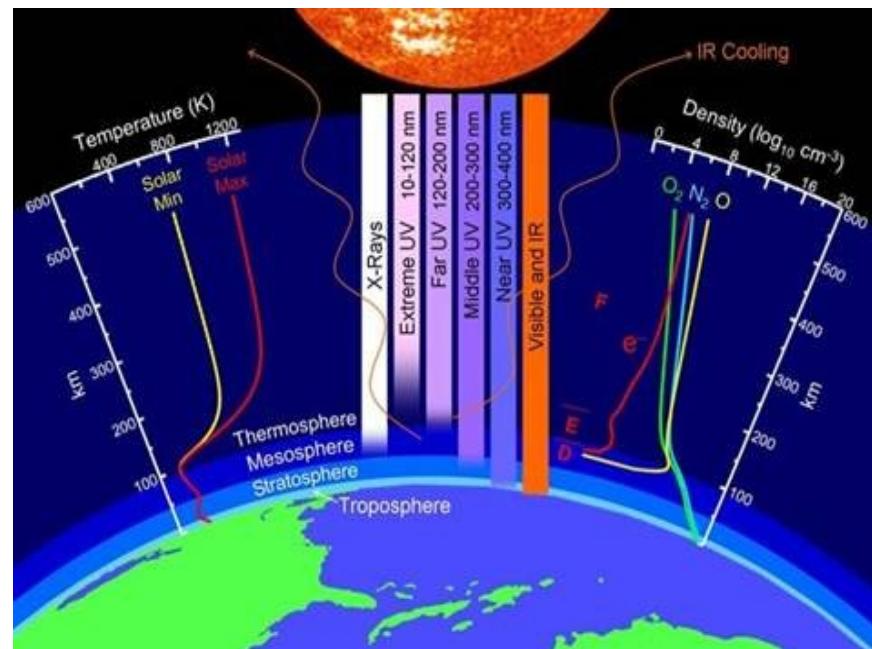
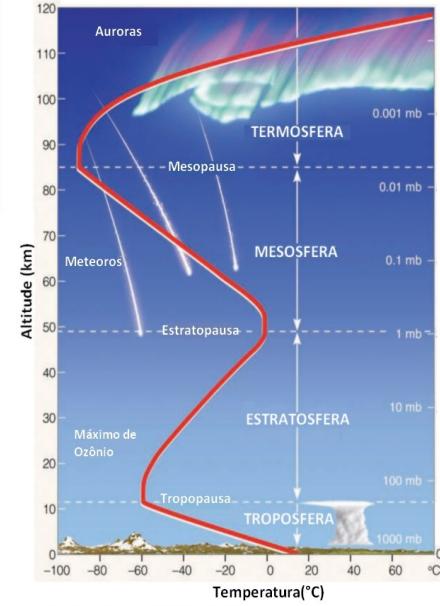
MESOSFERA

- Estende-se aproximadamente entre 50-80 km apresentando variação média de temperatura > 0 (temperatura volta a diminuir com a altura)
- Topo da mesosfera \rightarrow Temperatura aproximadamente -95°C
- Quase não existe mais vapor d'água, ou seja, sem gases e H_2Ov para absorver radiação \rightarrow Temperatura diminui
- Apesar de ser bastante rarefeita (densidade baixa) \rightarrow meteoritos se tornam incandescentes \rightarrow Sódio e metais (partículas finas)

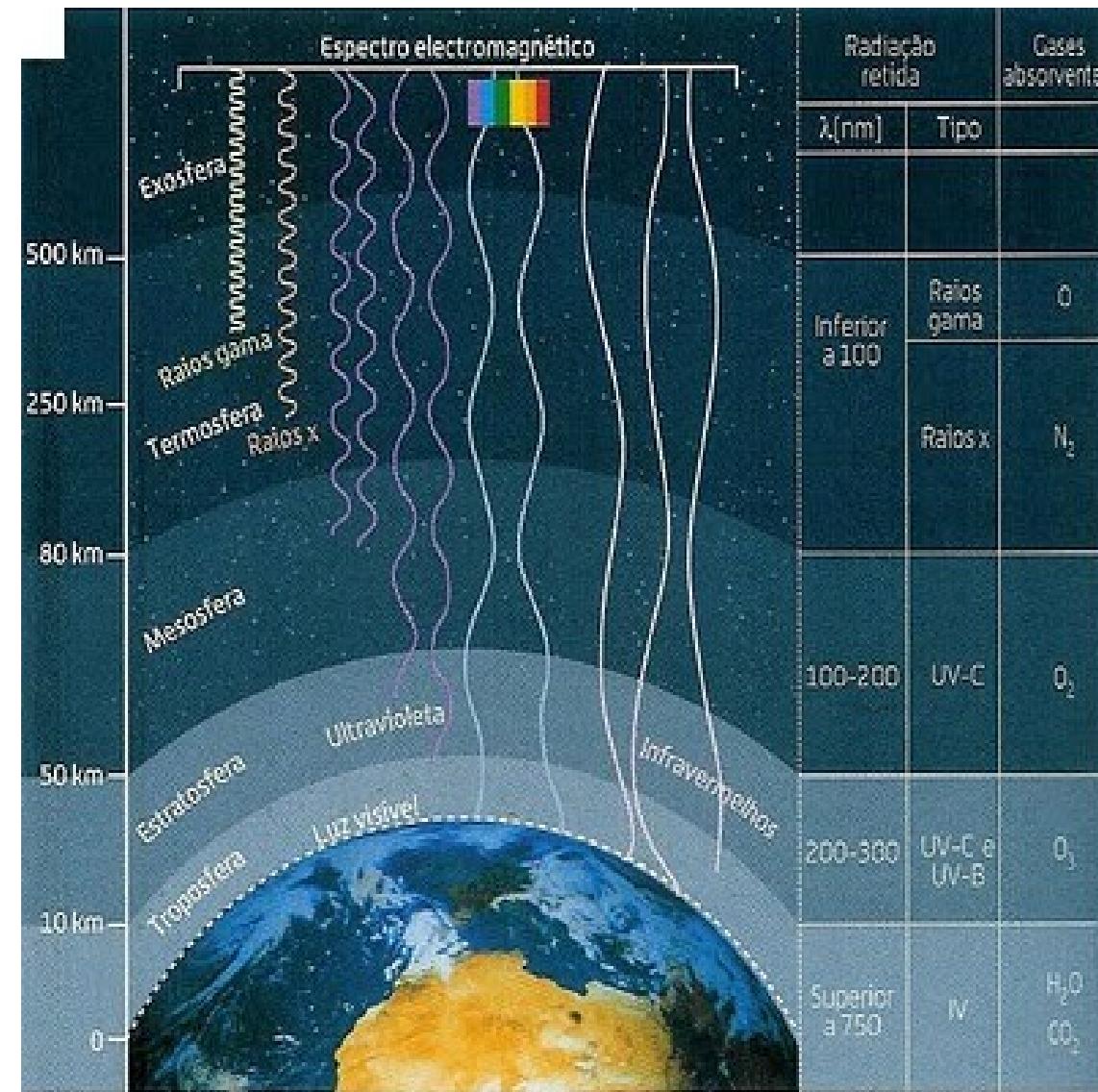


TERMOSFERA

- Aproximadamente a partir de 90 km de altura e é caracterizada por um aumento de Temperatura média do ar com altitude.
- Valores de temperatura “altos”??? → Radiação solar interage com poucas moléculas!!! Densidade pequena!
- Temperatura do ar varia centenas de graus entre dia e noite



Absorção da radiação por camadas



Troposfera → Muito variável, IV

Estratosfera → UVA e UVB

Mesosfera → Pouca absorção

Termosfera → Raios X e gama

Elementos e Fatores Climáticos

ELEMENTOS → Grandezas meteorológicas que comunicam ao meio atmosférico suas propriedades e características variando no tempo e espaço.

FATORES → Fatores capazes de modificar o clima influenciando nos elementos climáticos.

Os elementos climáticos interagem entre si formando os diferentes climas na Terra. Esses elementos variam espacialmente e temporalmente devido à influencia dos fatores climáticos.

Elementos e Fatores Climáticos

ELEMENTOS → Grandezas meteorológicas que comunicam ao meio atmosférico suas propriedades e características variando no tempo e espaço.

Ex.:

- Temperatura do ar
- Pressão atmosférica
- Umidade do ar
- Nuvens
- Precipitação
- Visibilidade
- Vento

FATORES → Fatores capazes de modificar o clima influenciando nos elementos climáticos.

Elementos e Fatores Climáticos

FATORES → Fatores capazes de modificar o clima influenciando nos elementos climáticos.

Ex.:

- Radiação Solar
- Latitude
- Altitude
- Maritimidade / continentalidade
- Vegetação
- Atividades humanas

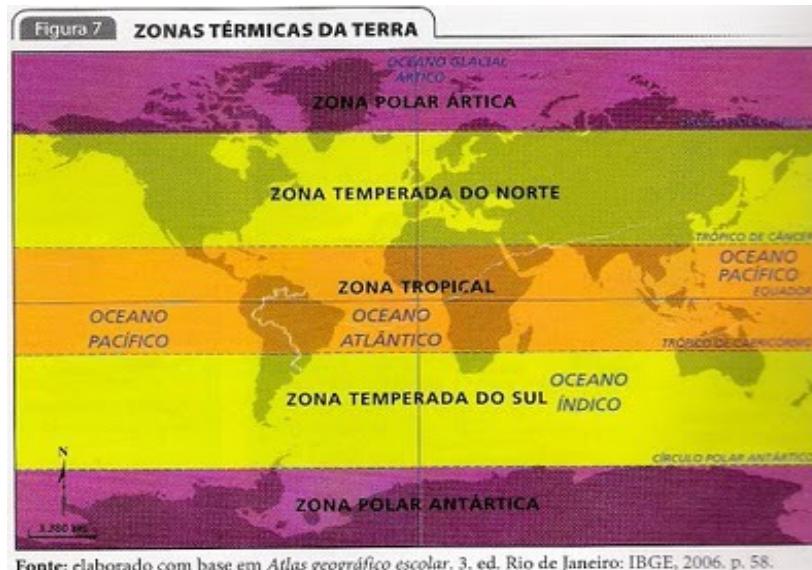
ELEMENTOS → Grandezas meteorológicas que comunicam ao meio atmosférico suas propriedades e características variando no tempo e espaço.

Elementos e Fatores Climáticos

FATORES

Latitude

- Fator astronômico → Define o ângulo que os raios do Sol irão atingir a superfície da Terra → energia para os fenômenos atmosféricos
- Definem as zonas climáticas

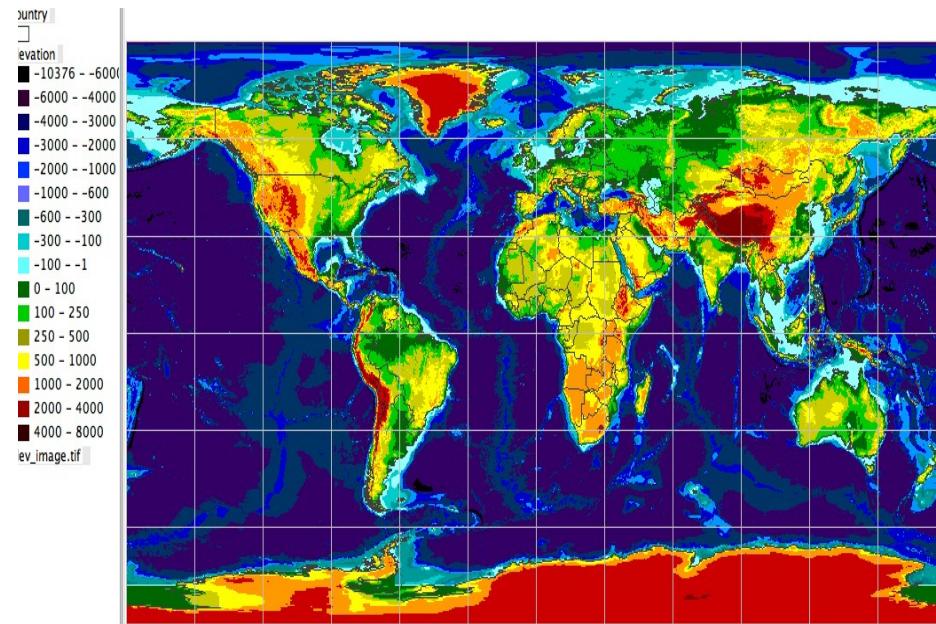


Elementos e Fatores Climáticos

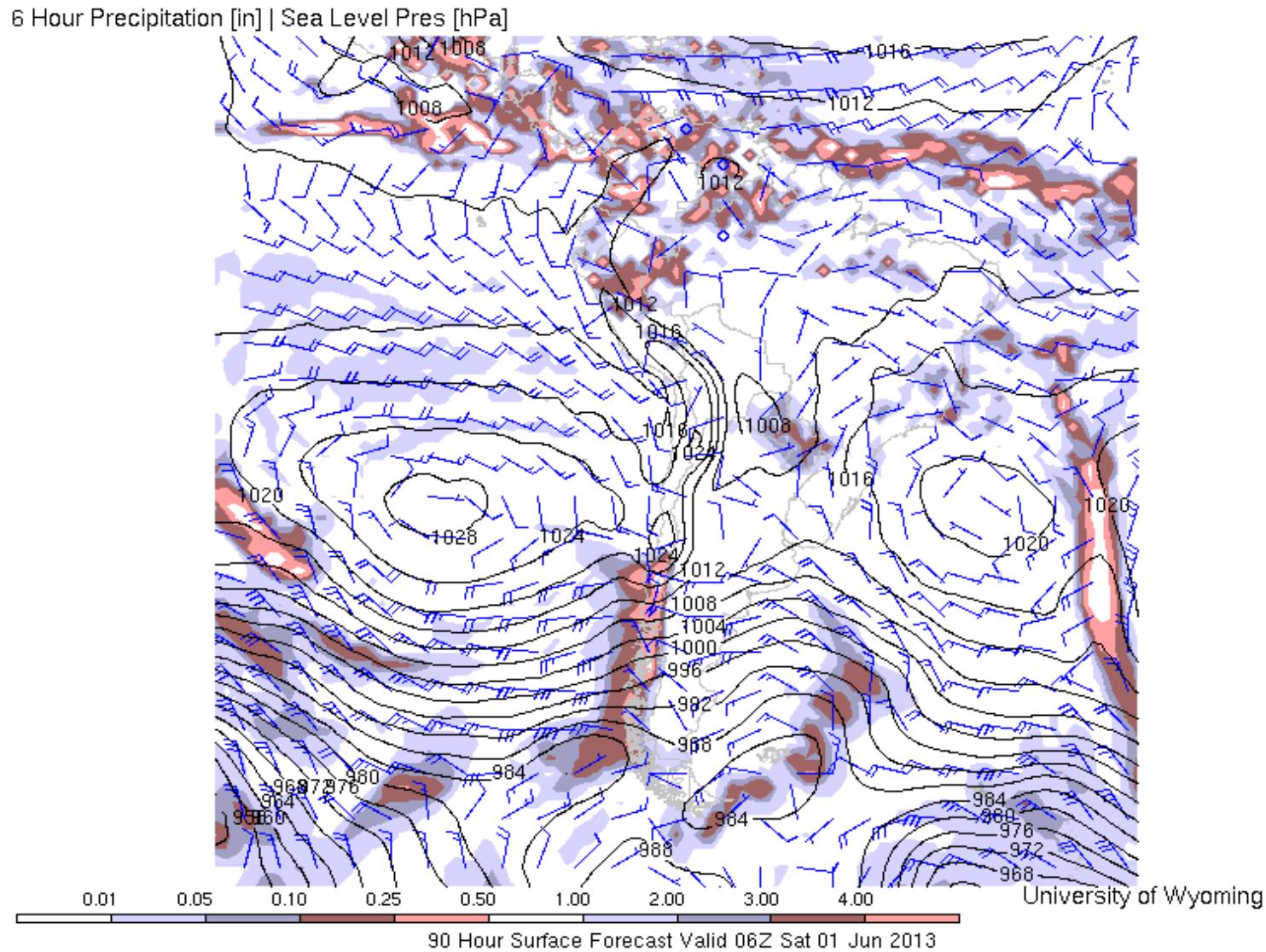
FATORES

Relevo

- Afeta devido as variações de altitude, forma e orientação.
Ex.: Jato de baixos níveis / chuvas orográficas



Elementos e Fatores Climáticos



Elementos e Fatores Climáticos

FATORES

Vegetação

- papel regulador de umidade e temperatura
- área vegetada mais amena que campos
→ calor latente



Fonte:IBGE

Elementos e Fatores Climáticos

FATORES

Maritimidade/Continentalidade

- Controla a distribuição de energia
- 70% dos continentes (massa) estão no H.N. → amplitudes térmicas

