

Aula 04 - Climatologia

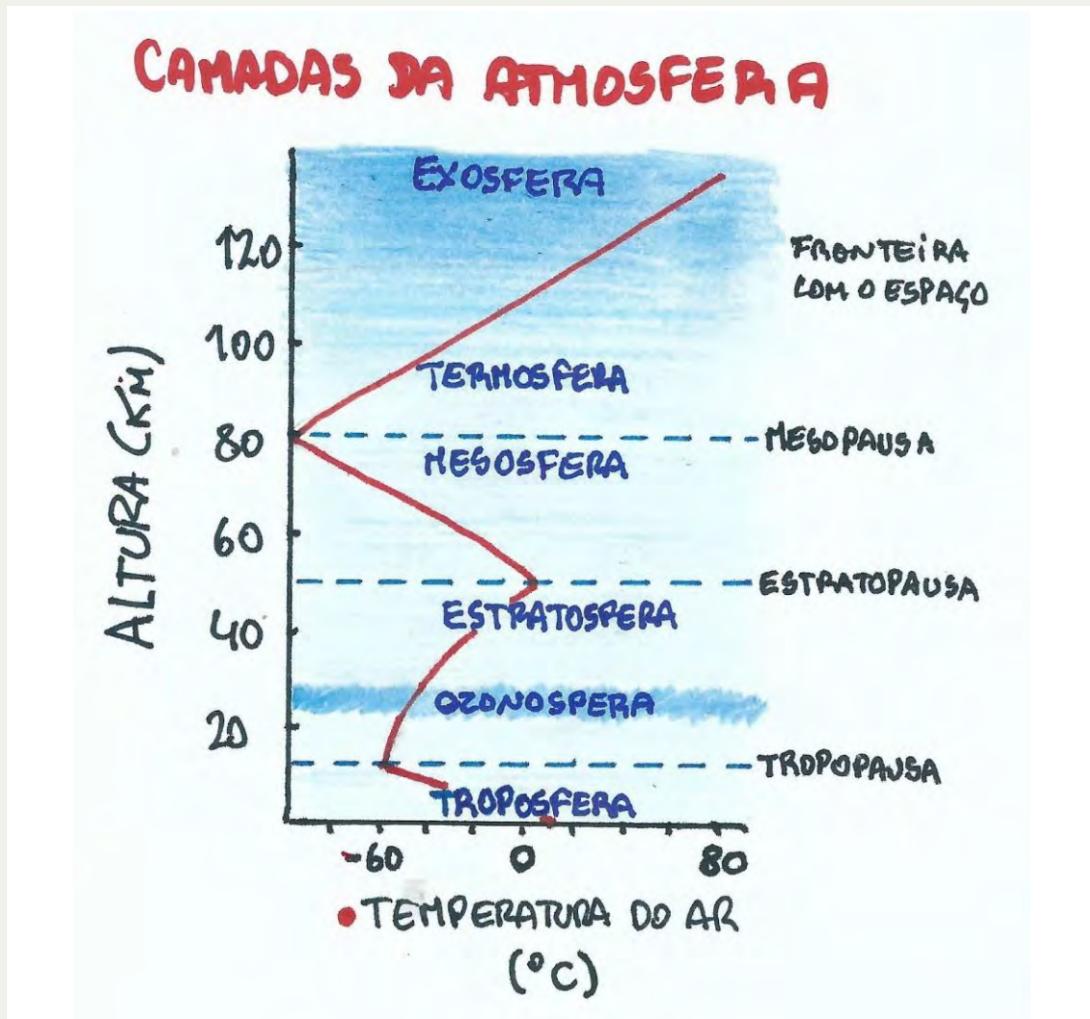
Alexandre Tomy

17/12/2020

Climatologia

A Atmosfera

Camada gasosa que envolve o planeta, composta de N₂ (78%), O₂ (21%) e outros gases (1%)



Speaker notes

É dividida em diferentes regiões, de acordo com o comportamento da temperatura

- Troposfera: camada mais baixa onde a temperatura diminui com a altitude. 75% do volume dos gases e 80% da umidade estão aqui. É onde ocorrem os movimentos verticais do ar e fenômenos climatológicos
- Estratosfera: a temperatura aumenta com a altitude. O ar é limpo e claro (sem vapor d'água). Presença da camada de ozônio
- Mesosfera: temperatura volta a cair com a altitude, chegando a -95°C
- Termosfera: temperatura aumenta com altitude, chegando a 1000 °C a 350km de altura, devido às partículas ionizadas pela radiação solar. Ar de baixa densidade

PARA IR ALÉM:

- *O que é a atmosfera? | NASA*

Clima X Tempo | Exercício mental

“Se de repente você chegasse a algum lugar - quais pistas lhe diriam como o clima seria?”

Speaker notes

PISTAS

1. Latitude: incidência do sol ao meio dia indica quanto próximo da linha do equador estamos
2. Variedade de vegetação: onde há variedade, o clima varia menos; onde não há, o clima é mais variado (mais extremo)
3. Tipos de vegetação: aparência dos principais tipos. Por exemplo: palmeiras indicam **climas quentes** ou tropicais; plantas carnudas são comuns em **áreas secas**;
4. Edifícios: telhados planos, painéis solares e ar condicionado sugerem **clima quente** (ao menos no verão); calhas de chuva profundas mostram **chuvas fortes**; telhados íngrimes podem ser para que a **neve** escorregue durante **clima frio do inverno**
5. Áreas de parques e estradas: aspersores de água (p/ irrigação) pode indicar **áreas com estação seca**
6. Roupas: roupas variadas pode indicar **clima mutável**;

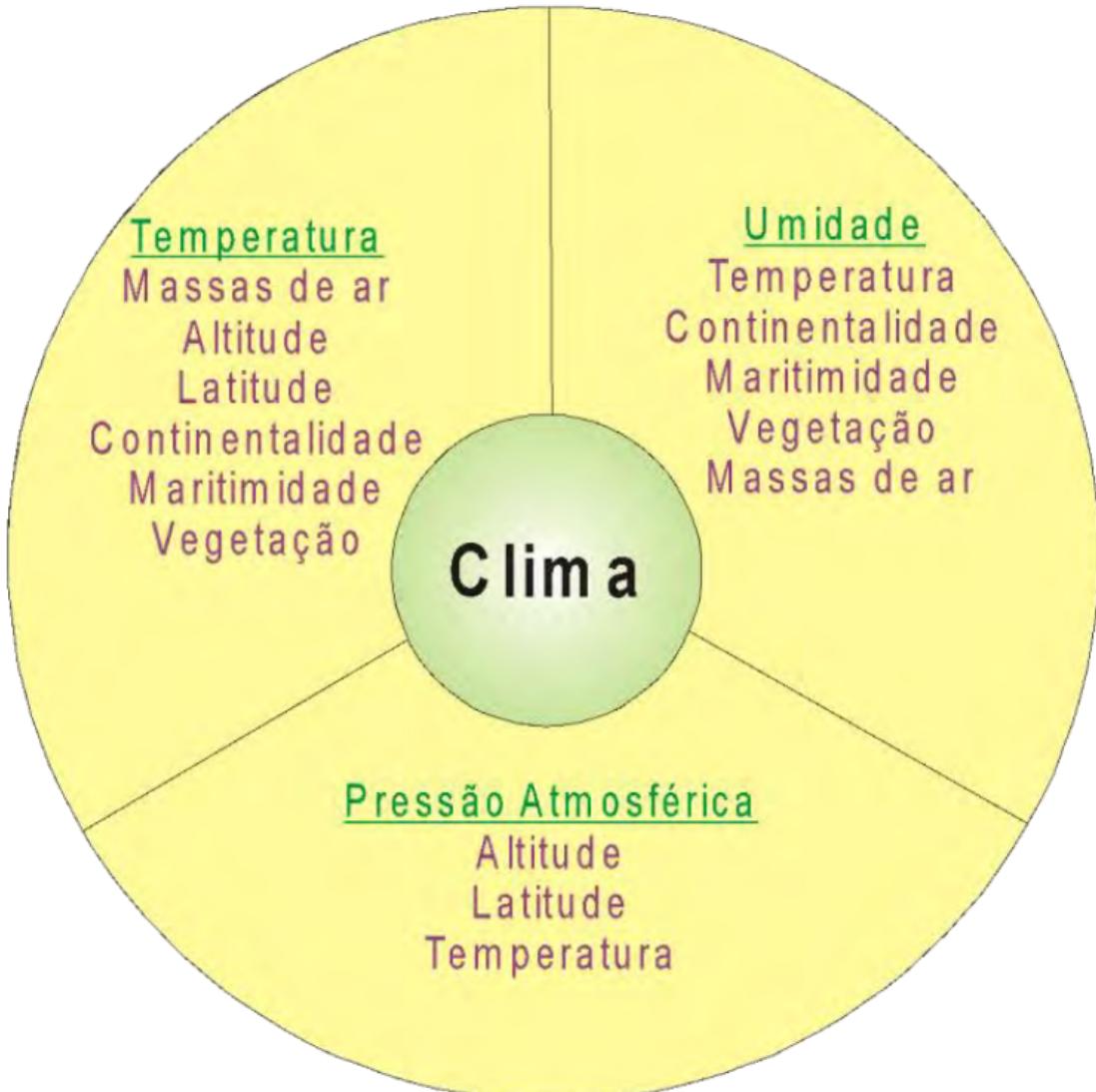
PRINCÍPIOS:

- Clima depende da latitude - bem como das cadeias de montanhas, conexões continentais e correntes oceânicas.
 - Zonas climáticas mostram diferentes faixas de temperatura e quantidade de chuvas ao longo do ano
- A vegetação segue as condições climáticas.
 - Plantas desenvolveram características únicas ligadas à precipitação e temperatura, assim como nós humanos com nossas roupas e construções.

REFERÊNCIA:

- *Clima na chegada | Geoideias: Earthlearningidea*

Clima



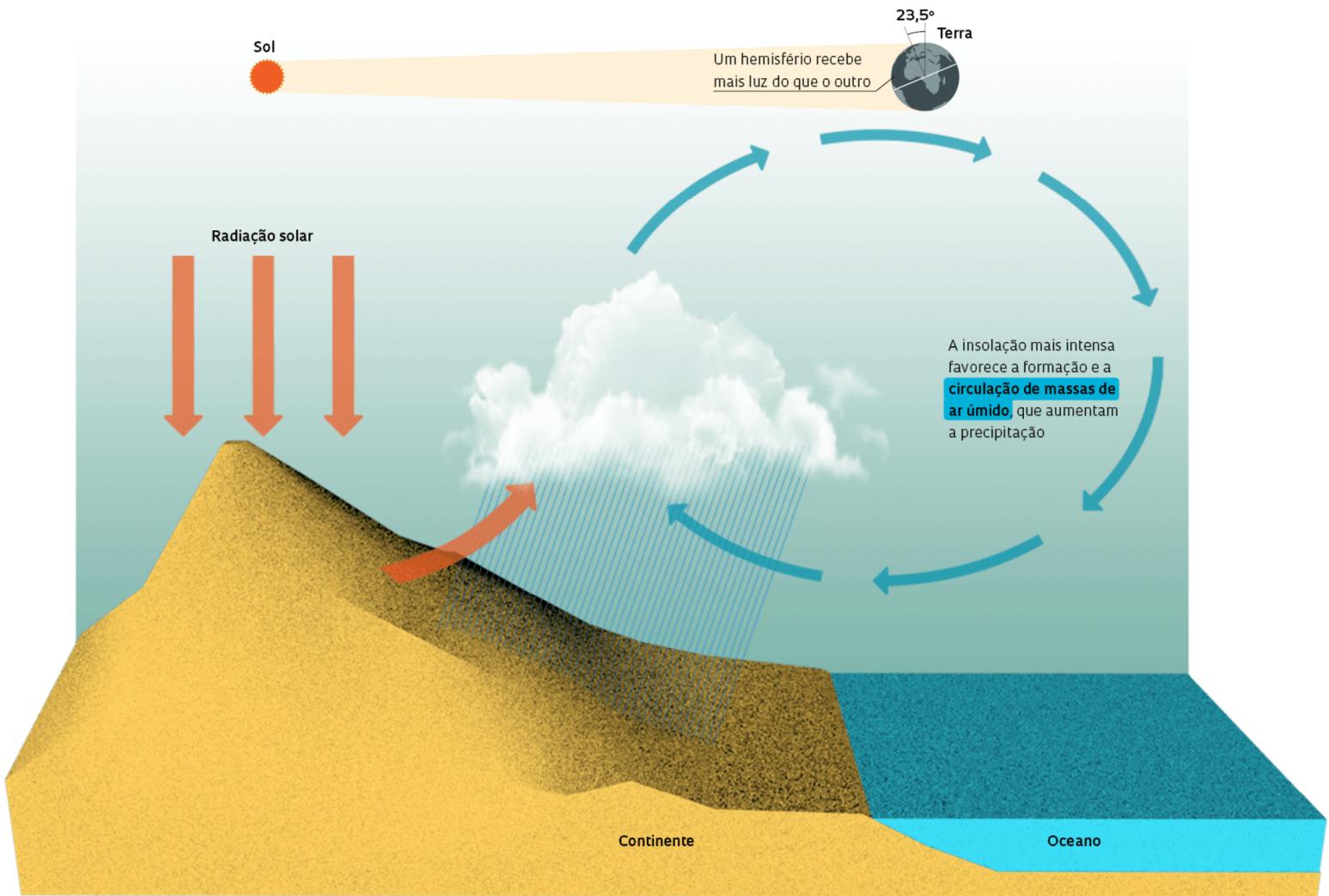
Speaker notes

- Clima refere-se às **características da atmosfera** através de observações durante um **longo período**
 - Medido pela análise estatística do **tempo** em um dado lugar
- As características de um clima são definidas a partir da observação de seus elementos formadores e fatores modificadores
 - Elementos climáticos: os que compõe o clima;
 - Fatores climáticos: aqueles que afetam os elementos climáticos

PARA IR ALÉM:

- Vídeo (3:47): [*Interrelação Clima e Relevo*](#)

Temperatura



Speaker notes

- É o **estado térmico da atmosfera**. A atmosfera é aquecida pelas radiações de calor emitidas pela Terra e principalmente pelo Sol
- Não é a mesma para todos os lugares da Terra.
 - Está sujeita a variações provocadas por diversos fatores: latitude, altitude, continentalidade, maritimidade, vegetação, massass de ar e estações do ano. Temperatura média do planeta $\approx 17^{\circ}\text{C}$
- Raios solares não atingem a superfície terrestre de maneira uniforme, por causa do formato esférico da Terra.
 - Na região tropical, atingem o planeta de forma perpendicular (90°); nas zonas frias, em ângulos tangenciais. Essas diferenças são importantes para a circulação geral da atmosfera e geram o gradiente de temperatura do planeta

CONCEITOS

1. Amplitude térmica: diferença entre as temperaturas máximas e mínimas (diárias, mensais ou anuais)
2. Isotermas: linhas que unem pontos que apresentam mesma temperatura
3. Isóbaras: linhas que unem pontos de igual pressão atmosférica
4. Média térmica: média aritmética das temperaturas de um determinado dia, mês, ano
5. Equador térmico: linha dos pontos de máxima temperatura. IMPORTANTE: não coincide com o Equador geográfico, pois dependendo da época do ano, o Sol aquece mais um hemisfério do que o outro
6. Latitude: quanto maior a latitude (mais próximo das regiões polares), menor a temperatura média; quanto menor a latitude (mais próximo das regiões intertropicais).
7. Altitude: O ar concentra-se na superfície, principalmente devido a força gravitacional, o que ocasiona maior pressão. Em altitudes elevadas, o ar torna-se mais rarefeito - com menor concentração de gases e umidade - reduzindo a retenção de calor e portanto, **diminuindo a temperatura**.
 - Quanto maior, a altitude, menor a temperatura (-1°C para cada 180m, em média).
8. Pressão atmosférica: Força que o ar exerce sobre superfície terrestre, relacionada com a força da gravidade. Pode modificar-se com a temperatura e altitude.

Continentalidade e maritimidade

- Fatores climáticos (interferem no clima) que ocorrem pelo **movimento das massas de água** dos mares e oceanos
 - O efeito de maritimidade faz com que a amplitude térmica seja menor em locais mais **próximos do mar**.
 - Já o de continentalidade, faz com que a amplitude térmica seja maior em locais mais no **interior do continente**

Speaker notes

- Grandes massas de água retêm o calor dos raios solares por mais tempo do que o solo, assim como resfriam mais lentamente. Isso mantém a constância da temperatura, uma vez que de dia (mais quente), a água absorve o calor do sol enquanto a noite (mais frio) a água faz com que o ar em torno se aqueça (por irradiação)

Correntes marítimas

- São extensas **porções de água** que se deslocam pelo oceano, quase sempre nas mesmas direções.
 - Ocorrem quase sempre nas mesmas direções, como se fossem “rios” dentro do mar, movimentadas pela **ação dos ventos** e pela **rotação da Terra**.
- Diferenciam-se das águas próximas aos continentes em temperatura, salinidade e direção.
 - Nas proximidades dos círculos polares, originam-se correntes marítimas frias, que se deslocam na direção da Zona Intertropical. Aos se misturarem com águas dos mares quentes, elas se aquecem e retornam para as altas latitudes, reiniciando o ciclo.
- Carregam consigo porções de ar com temperaturas de suas áreas de origem.
 - Desse modo, influencia nas médias térmicas e pluviométricas das fachadas litorâneas e em certos casos também nos interiores dos continentes.
- Alguams correntes:
 1. Humboldt (hemisfério Sul) e da Califórnia (hemisfério Norte), ambas frias, causam queda na temperatura nas áreas litorâneas do norte do Chile e sudoeste dos EUA, respectivamente.
 - Suas baixas temperaturas retiram o calor do ar sobre os oceanos, reduzindo evaporação e condicionando a formação de litorais secos, fatores que originam desertos como é o caso do Atacama (Chile) e o da Califórnia (EUA)*
 2. Correntes quentes como a do Brasil (leste da América do Sul), a de Madagascar (sudeste da África) e da Austrália estão associadas a massas de ar quente e úmido, provocando

fortes chuvas no litoral.

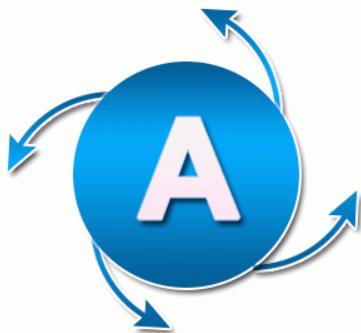
3. A corrente do Golfo, quente, impede o congelamento do Mar do Norte e ameniza o inverno rigoroso na Europa ocidental.

Circulação geral da atmosfera

- A superfície terrestre recebe diferentes quantidades de calor. As áreas mais aquecidas apresentam centros de baixa pressão e as áreas menos aquecidas formam centros de alta pressão

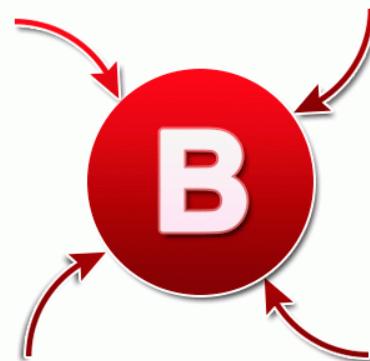
A - Centro de alta pressão atmosférica

- Retira umidade de uma área
- Ar seca e menos nuvens se formam
- Diminui a chance de chuva



B - Centro de baixa pressão atmosférica

- Concentra umidade em uma área
- Ajuda a formar nuvens
- Favorece chuva



Speaker notes

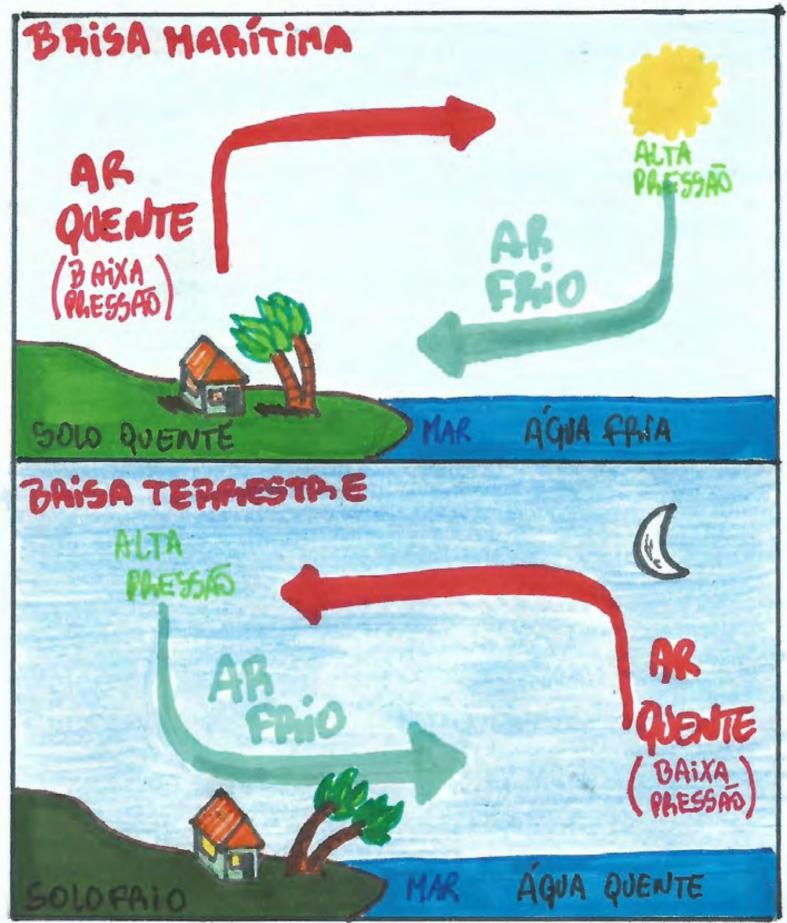
- O ar fica mais comprimido com baixas temperaturas, pesando mais; já em locais com temperaturas mais altas, as partículas de ar ficam mais dilatadas, pesando menos

Ventos

- Ventos são deslocamento de ar de áres de alta pressão (dispersoras de vento) para locais de baixa pressão (receptoras de vento)

Massas de ar

- Massas de ar são grandes porções da atmosfera que se desloca apresentando as mesmas características de temperatura, pressão e umidade adquiridas em suas áreas de origem



Speaker notes

VENTOS:

1. Ventos regulares ou constantes: sopram de zonas de alta pressões para baixas no globo.

- Sofrem desvio para Oeste, pela força de Coriolis - interferência do movimento de rotação da Terra ($O \rightarrow L$), ventos sofrem desvio p/ direita no HN e esqueda no HS;
- São os ventos alísios e contra-alísios (de altitude que sopram nas mesmas latitudes dos alísios, mas em sentido oposto)

2. Ventos periódicos: se repetem em regiões específicas do globo.

- Monções: sul e sudeste da Ásia; Ciclones extratropicais: centros de alta pressão (lat 35° - 60° N/S); Ciclones tropicais / furacões / tufões: centros de baixa pressão (5° - 20°N/S);
- Brisas: ventos diários que mudam a direção do dia para a noite (decorrência da maritimidade)

3. Ventos locais: locais restritos do globo.

- Minuano (RS - Brasil); Pampeiro (Argentina); Mistral (França); Simum (Saara); Föehn (Alpes Suíços); Siroco (Grécia e Itália)

MASSAS DE AR:

- Também se deslocam das altas para as baixas pressões
- Os tipos são Equatoriais, Tropicais e Polares, cada uma com os subtipos Marítimas e Continentais.
- O encontro entre duas massas de ar de qualidades diferentes são chamadas **frentes**
 - São a zona de contato entre uma massa fria e outra quente. Marcada por instabilidade atmosférica, provocando fortes chuvas
- Em latitudes médias (30° - 40° S e N), o tempo meteorológico é caracterizado pelo movimento frequente de massas de ar

Umidade

- É a presença de **vapor d'água na atmosfera**, proveniente da evaporação e evapotranspiração. Varia de um lugar para outro de acordo com a radiação solar recebida
- Precipitações: formas que o vapor de água, após se condensar, chega à superfície. Para que ocorra, atmosfera deve ficar saturada (cheia) de vapor, que deve condensar (gasoso -> líquido) após queda da temperatura.

Speaker notes

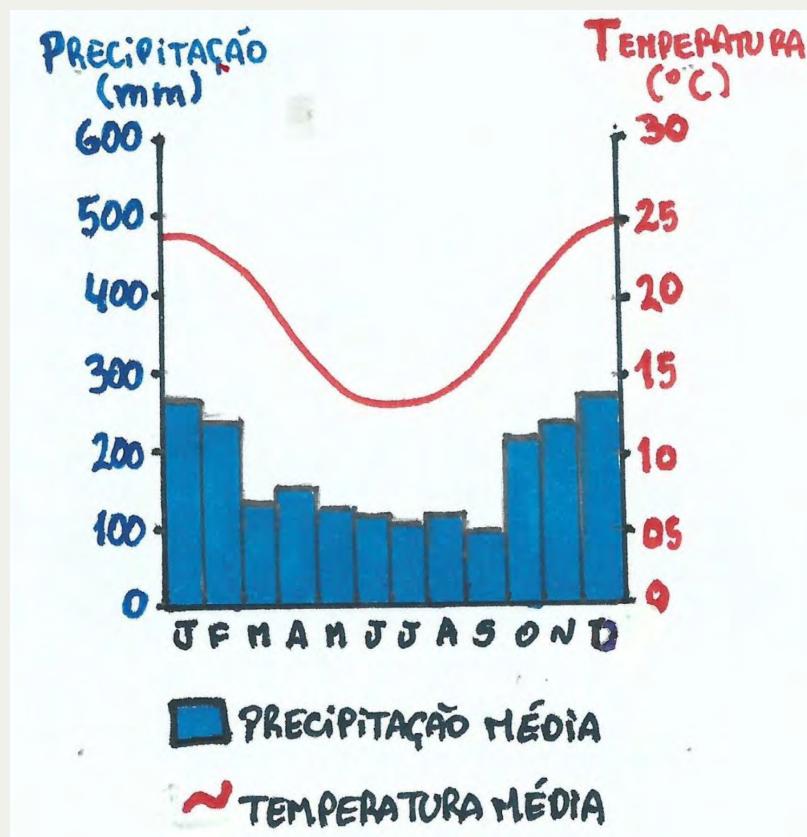
- Quanto maior maritimidade -> maior umidade; E quanto maior continentalidade -> menor umidade
 - Altitude: dependendo da temperatura, o ar contém mais ou menos vapor d'água - capacidade higrométrica. Quanto maior a altitude, menor a temperatura e então, menor a umidade também
1. Umidade absoluta: quantidade de vapor contido em um determinado volume de ar (g/m^3)
 2. Umidade relativa: relação entre umidade absoluta do ar e sua capacidade higrométrica - quando o ar efetivamente possui de vapor, e quanto pode conter
 3. Ponto de Orvalho ou de Saturação: ocorre quando a umidade relativa atinge 100%, ocorrendo condensação do vapor

TIPOS DE PRECIPITAÇÃO

1. Neve: cristalização do vapor no interior ou pouco abaixo das nuvens, por conta das baixas temperaturas da atmosfera
2. Granizo: gelo que se forma pelas fortes correntes convectivas que realizam transporte das gotas de água condensadas para as camadas mais elevadas e frias
3. Chuvas: frontais; orográficas; convectiva
 - Distribuição irregular (espacial ou temporalmente), por conta de: diferenças de latitude, temperatura e pressão atmosférica nos diferentes locais; influência das correntes marítimas, do relevo, dos oceanos e dos continentes; atuação das massas de ar, entre outras causas.
4. Outros fenômenos: Nevoeiro ou neblina (condensação de vapor próximo ao solo, no inverno); Orvalho (condensação do vapor sobre o solo, nas madrugadas); Geada (sublimação do vapor d'água junto à superfície, qd a temperatura $\leq 0^{\circ}\text{C}$)

Climogramas

- Gráficos que representam quantidade de chuva e temperatura de uma localidade ao longo dos meses; Marca características do clima



Speaker notes

- Distribuição anual de chuva e temperatura caracterizam o tipo climático. Alguns aspectos para análise:
 - Chuvas: total de precipitações; distribuição ao longo do ano; meses mais e menos chuvosos; períodos de seca
 - Temperaturas: mês de temperatura mais e menos elevada; amplitude térmica

PARA IR ALÉM:

- *Elementos Que Caracterizam o Clima*

Clima no Brasil

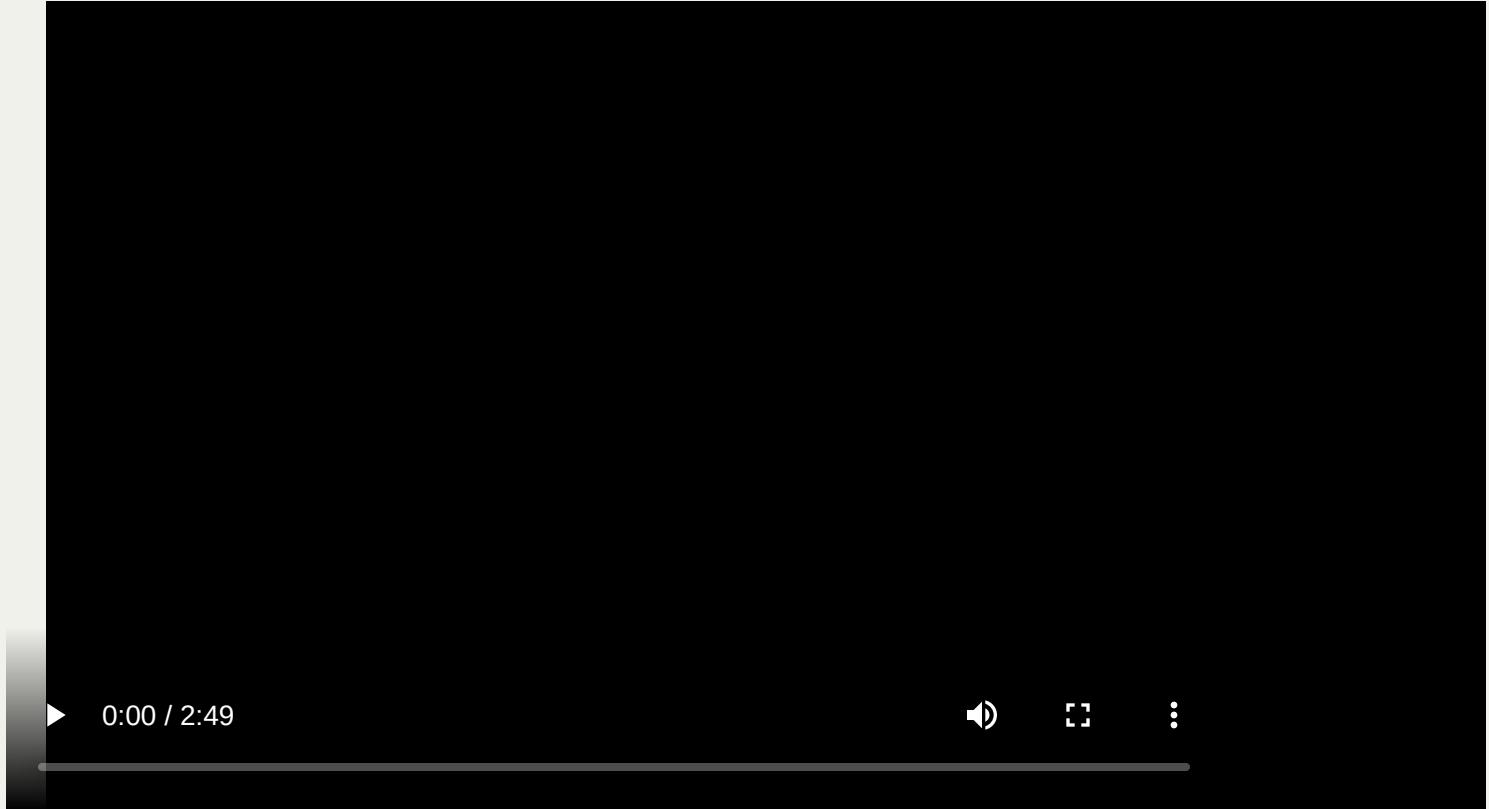
Speaker notes

- Alta variação de aspectos físicos, que influenciam em aspectos culturais e sociais
- Maior porção do território em latitudes baixas (0º - 30º)
- Caracterizado pelas condições de **tropicalidade** - climas quentes e úmidos com temperatura média de 20°C e amplitude térmica < 6°C
- Avanços e recuos das massas de ar determinam o clima, pois marcam características de tempo (quente, frio, seco). São condicionadas pela altitude do relevo e a posição geográfica do território

PARA IR ALÉM:

- *Quando o sertão do Nordeste e o Saara eram verdes* - Mudanças na insolação e no clima ao longo dos últimos 10 mil anos devem ter moldado as paisagens atuais na América do Sul e África

Problemas Climáticos



► 0:00 / 2:49



101 Clima: causas e efeitos | NatGeo

Speaker notes

PARA IR ALÉM:

- *Mudança climática: do aquecimento da Terra ao colapso ecológico* - Aceleração da atividade econômica trouxe prosperidade, mas poluentes afetam a atmosfera e as temperaturas, com riscos para o ambiente e a vida no planeta. Entenda os aspectos que envolvem o tema no século 21

Efeito estufa

MAG - 2/14 - Efeito Estufa

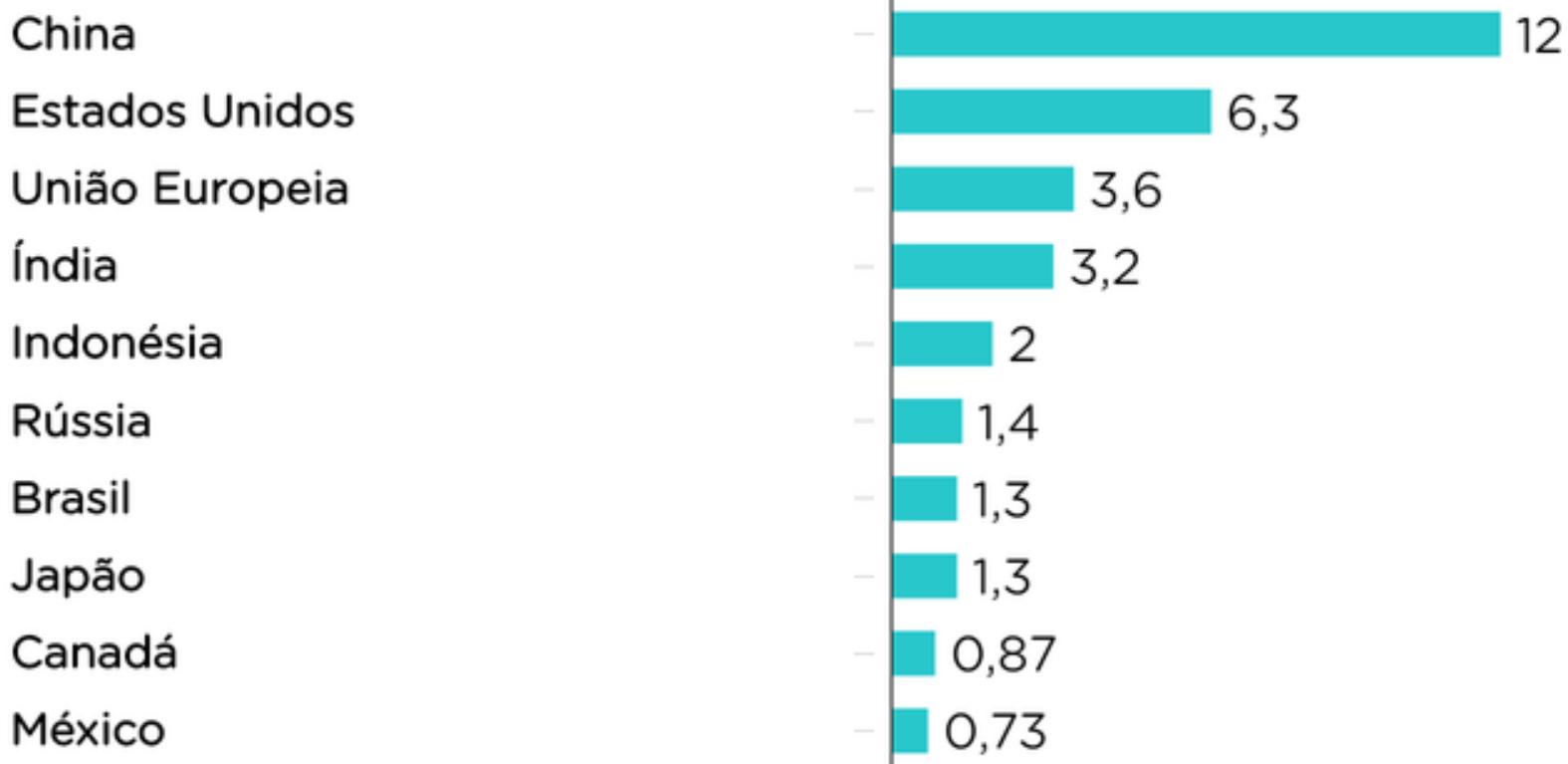


Speaker notes

- Causado pela presença de determinados gases na atmosfera terrestre (Gases de Efeito Estufa - GEE). Ocorre naturalmente e responsável por manter a temperatura média do planeta próximo aos 15°C, caso contrário seria de 17°C.
 - Consiste no aprisionamento na atmosfera de parte do calor gerado pela interação da luz solar com a atmosfera e a superfície.
 - Sua intensificação está ligada ao aumento da emissão de GEE
- O Dióxido de carbono (CO₂) resulta da combustão de matéria que contenha o elemento Carbono - como os combustíveis fósseis.
 - Atividades industriais também utilizam o gás - setor metalúrgico, siderúrgico, de transportes e cimentoiro.
 - Mudanças no uso do solo causadas pelas queimadas, que precedem o desmatamento
- O CH₄ é produzido pela decomposição de matéria orgânica.
 - Atividades humanas que aumentam a emissão: agropecuária, plantios irrigados, mudanças no uso do solo (desmatamentos), produção de lixo e esgoto
- A Revolução industrial é um marco histórico para o aumento da concentração de GEE na atm.
 - Advento do tear a vapor aumenta consumo de combustíveis fósseis (carvão) ao longo do século XIX
 - IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) aponta que desde 1750 teria havido crescimento de 35% na qtd de CO₂ na atm
- Contribuição para o efeito estufa intensificado: CO₂ (70%), CH₄ (22%), N₂O (6%), outros (2%)

Protocolo de Kyoto

Emissões, em bilhões de toneladas



Fonte: Climate Watch

NEXO

Speaker notes

- Convenção - Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima - na Rio-92, marca reconhecimento para tomadas de ações
 - Foi definido processo permaente de revisão, discussão e troca de informações, possibilitando adoção de compromissos adicionais em resposta a mudanças no conhecimento científico e disposições políticas.
- Dez/1997 é criado o Protocolo de Kyoto, que estabelecia que os países industrializados reduziriam suas emissões combinadas de gases de efeito estufa em pelo menos 5% em relação aos níveis de 1990 até 2008-2012. Acordo entrou em vigor em Fev/2005
- Acordo estipula criação de fundo anual de US\$ 500 milhões, abastecido pelos países industrializados, a fim de facilitar adaptação das nações não industrializadas às exigências.
 - Também determina regras para compra e venda de créditos de carbono obtidos por cortes nas emissões de CO₂
- EUA, Austrália, China, Índia, Japão e Coréia do Sul reuniram-se em Sydney (Austrália) em Jan/2006, para formar bloco alternativo ao de Kyoto.
 - Estratégia foi de estipular metas voluntárias. Sugeriram uso de novas tecnologias para reduzir liberação dos GEE.
 - Principal proposta era a de substituição de combustíveis fósseis por fontes renováveis de energia (solar, eólica), considerada inviável por conta dos altos custos e baixa produtividade
- Na COP-17 - conferência realizada em Durban (África do Sul) em 2011 - foi criado documento (Plataforma Durban) estipulando os compromissos:

(Plataforma Durban) estipulando os compromissos.

1. Prorrogação do prazo final do Protocolo de Kyoto até 2020
 2. Conferências agendadas para que em 2015 fosse criado documento substituto ao Protocolo de Kyoto
- Na COP-21, Dez/2015, foi ratificado Acordo de Paris, substituto de Kyoto a partir de 2020.
 - 193 países propuseram metas voluntárias para reduzir impacto do Aquecimento Global
 - Acordo de París estabelece que todos os países deverão se mobilizar para conter aumento da temperatura média do planeta neste século

PARA IR ALÉM:

- *O Brasil e as mudanças climáticas* - O país já teve papel de destaque nas negociações internacionais do clima. Hoje em dia, no entanto, há preocupação com as decisões nacionais

“Buraco” na camada de ozônio

MAG - 10/14 - Camada de Ozônio



Speaker notes

- Camada de gás Ozônio (10-50 km acima do nível do mar) que envolve a Terra e protege de várias radiações - principalmente a ultravioleta.
 - Desenvolvimento industrial do último século foi responsável pelo uso de produtos que emitem Clorofluocarbono (CFC) - gás que, ao atingir camada, destrói suas moléculas (O₃), permitindo aumento da incidência de raios ultravioletas
- Moléculas de CFC passam intactas pela toposfera (0-12 km). Em seguida atingem a estratosfera, onde raios ultravioletas aparecem em maior qtd, quebrando partículas de CFC, liberando o átomo de cloro, que por sua vez rompe a molécula de ozônio (O₃), formando monóxido de cloro (ClO) e oxigênio (O₂)
- Região mais afetada pela destruição da camada é a Antártida, onde quase metade da concentração de ozônio é “sugada” da atm.
 - Área de 31 milhões de km² fica exposta aos raios ultravioletas (> América do Sul, ou 15% da superfície do planeta).
 - Cerca de 3-7% do ozônio da ozonosfera já foi destruído pelo homem
- Consequências da redução de O₃ na atm:
 1. Aos seres vivos: câncer de pele, catarata, danos ao sistema imunológico
 2. Diminuição da velocidade da fotossíntese dos vegetais
 3. Interferem nos mecanismos de reprodução dos plânctons dos oceanos
- Protocolo de Montreal foi assinado em 1987 por 24 países que se comprometiam a reduzir pela

metade a produção de CFCs até 1999.

- Em 1990, na Conferência de Londres, 70 países concordaram em acelerar eliminação de CFC até 2000 para países desenvolvidos e 2010 para países em desenvolvimento.

Chuva ácida

Speaker notes

- Toda chuva é ácida em função da presença do CO₂ na atmosfera.
 - Emissões de SO₂ e NO₂ - provenientes da queima de combustíveis fósseis em termelétricas, setor de transportes e indústrias - misturam esses elementos ao vapor d'água da atm, produzindo chuva mais ácida que a natural, com maior poder de corrosão
- Regiões mais atingidas são países desenvolvidos. China, Índia, Coréia do Sul, México, África do Sul, Tailândia, Argentina tb já registraram fenômeno.
 - No Brasil, ocorrência é significativa na região metropolitana de São Paulo e no Rio Grande do Sul - próximo às termelétricas movidas a carvão
- Principais consequências: corrosão de metais, pontes e outras construções; doenças respiratórias e dermatológicas; elevação da acidez de rios e lagos, matando a fauna e flora aquática; elevação da acidez dos solos, comprometendo produtividade dos mesmos; destruição da cobertura vegetal

Ilhas de calor

Speaker notes

- Fenômeno climático típico de grandes aglomerações urbanas e que colabora com aumento dos índices de poluição nas zonas centrais da mancha urbana
- Áreas centrais de grandes cidades são mais verticalizadas, havendo menor circulação do ar, o que eleva a temperatura deste região em relação às áreas periféricas.
 - Asfalto, falta de áreas verdes e concentração de veículos também contribuem para esse aumento
- Com o aumento das temperaturas, ilha de calor atua como zona de baixa pressão, atraiendo ventos que carregam grandes quantidades de poluentes, impedindo dispersão do calor
- Criação de áreas verdes nos centros urbanos é uma maneira de evitar formação das ilhas, pois a vegetação altera índices de reflexão do calor e favorece manutenção da umidade relativa do ar

Inversão térmica

Speaker notes

- Fenômeno climático natural, que ocorre em diversos locais, principalmente nos meses de inverno, no final da madrugada e início da manhã - pico de perda de calor da superfície por irradiação (temperaturas mais baixas).
 1. Com as temperaturas do ar e do solo mais frias, ocorre inversão das camadas de ar: o frio (mais denso) não consegue subir, e o ar mais quente (menos denso) não chega a descer.
 2. Ao nascer do sol, o solo e o ar mais próximo vão aquecendo lentamente e o fenômeno gradativamente vai se desfazendo
- No meio urbano, a inversão térmica, por concentrar ar frio nas camadas mais baixas da atm, dificulta a dispersão de poluentes emitidos por várias fontes
 - Cidades como São Paulo e Londres são marcadas pela ocorrência deste fenômeno, e por consequência, agravamento da poluição

El ninō e la ninā

El Niño, La Niña



Speaker notes

- El Niño é caracterizado pelo aquecimento (3 - 7°C) das águas do Oceano Pacífico, nos litorais do Peru e Equador, ocorrendo em períodos de 2 a 7 anos.

Situação Normal

- No HS, os ventos alísios sopram no sentido L-O, com $v_m = 15 \text{ m/s}$, aumentando nível das águas do Pacífico perto da Austrália - 50 cm > que na América do Sul.
- Esses ventos carregam águas da superfície (mais quentes) nessa mesma direção. Assim, na costa do Peru, águas frias da corrente de Humboldt vêm à superfície (ressurgência), tornando a região um das mais ricas áreas de pesca

El Niño

- Aquecimento das águas do Pacífico ocidental acontece pela mudança no comportamento dos ventos alísios.
 - Eles diminuem velocidade em 1-2 m/s, podendo inclusive mudar de sentido.
 - Sem os ventos, nível das águas se eleva em direção da AS, e suas águas superficiais têm temperatura aumentada (por se deslocarem menos), fazendo aumentar a evaporação, o que provoca a formação de nuvens (alterando sistema global de circulação de ar)
- Sistema global de circulação de ar é responsável pelo comportamento das temperaturas e chuvas nos oceanos e continentes
 - Ao alterá-lo, o El Niño provoca mudanças no clima em todo o mundo - chove mais em alguns lugares e há secas mais prolongadas em outros.
 - Países atingidos: Brasil, Peru, Chile, EUA, Austrália, Índia, Filipinas e Indonésia

La Niña

- Consiste no resfriamento das águas do Pacífico ocidental, alterando as zonas de alta e baixa pressão, o que provoca mudanças na direção dos ventos e massas de ar.
 - Ocorre com frequência aproximada de 2 - 7 anos com duração de 14 meses; Sabe-se menos sobre ele do que o El Niño
- Influencia no aumento de chuvas, tempestades, furacões e invernos recordes na América do Norte; chuvas intensas na Índia e Indonésia, diminuindo temperatura nas proximidades do Japão; chuva e frio na África Meridional; frio e secas no Chile e no Peru.

Speaker notes

// reveal.js plugins