

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
Disciplina: Climatologia Geográfica I**

Unidade II

Controle primário do tempo e clima – parte 4

Patricia M. P. Trindade; Waterloo Pereira Filho.

Temperatura do ar

Calor e temperatura não são a mesma coisa!!

- O **calor** é uma forma de energia. O movimento molecular nas partículas de matéria produz calor cinético. Assim, a quantidade de calor pode ser medida em calorias.
- A **temperatura** é a medida da concentração de calor cinético em determinado material. Para medir a temperatura pode-se usar um termômetro.

As temperaturas **máximas** e **mínimas** são os registros das maiores e menores temperaturas, respectivamente, num dado período, sendo mensal, diária, anual, etc. Assim, a diferença entre elas é chamada de **amplitude térmica**.

Temperatura do ar

Para medir a temperatura são utilizadas escalas de temperatura, por exemplo:

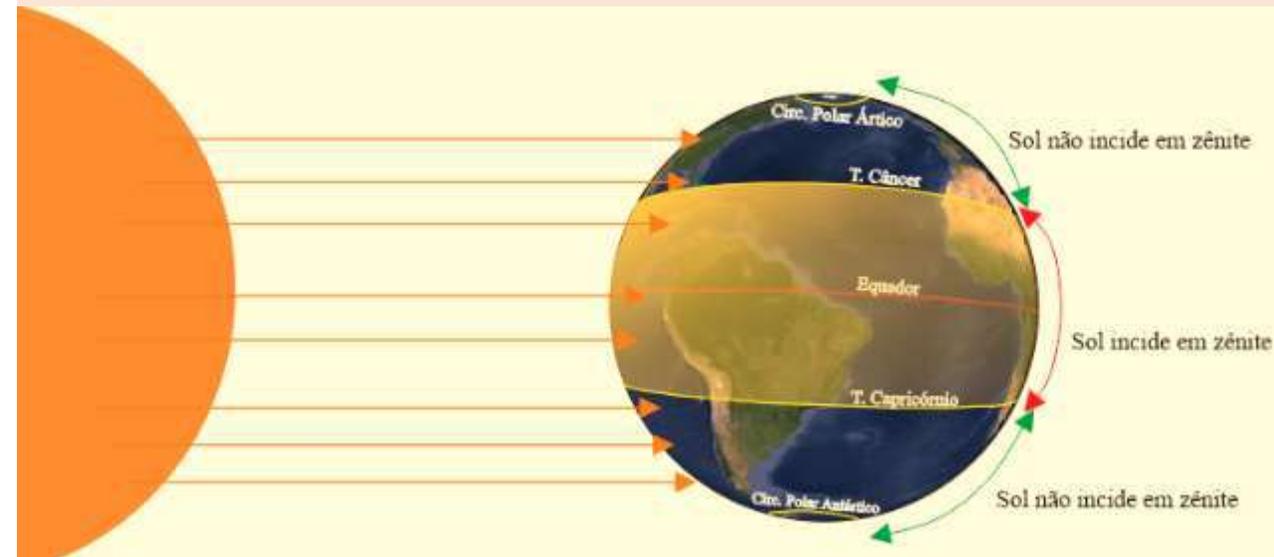
- Escala Fahrenheit: o ponto de ebulição da água ao nível do mar se dá a uma temperatura de 212°F; Já o ponto de congelamento a uma temperatura de 32°F.
- Escala Celsius: o ponto de ebulição da água ao nível do mar se dá a uma temperatura de 100°C; Já o ponto de congelamento a uma temperatura de 0°C.

$$C = 5/9 (F-32) \quad \text{ou} \quad F = 9/5 (C) + 32$$

Distribuição espacial da Temperatura do ar

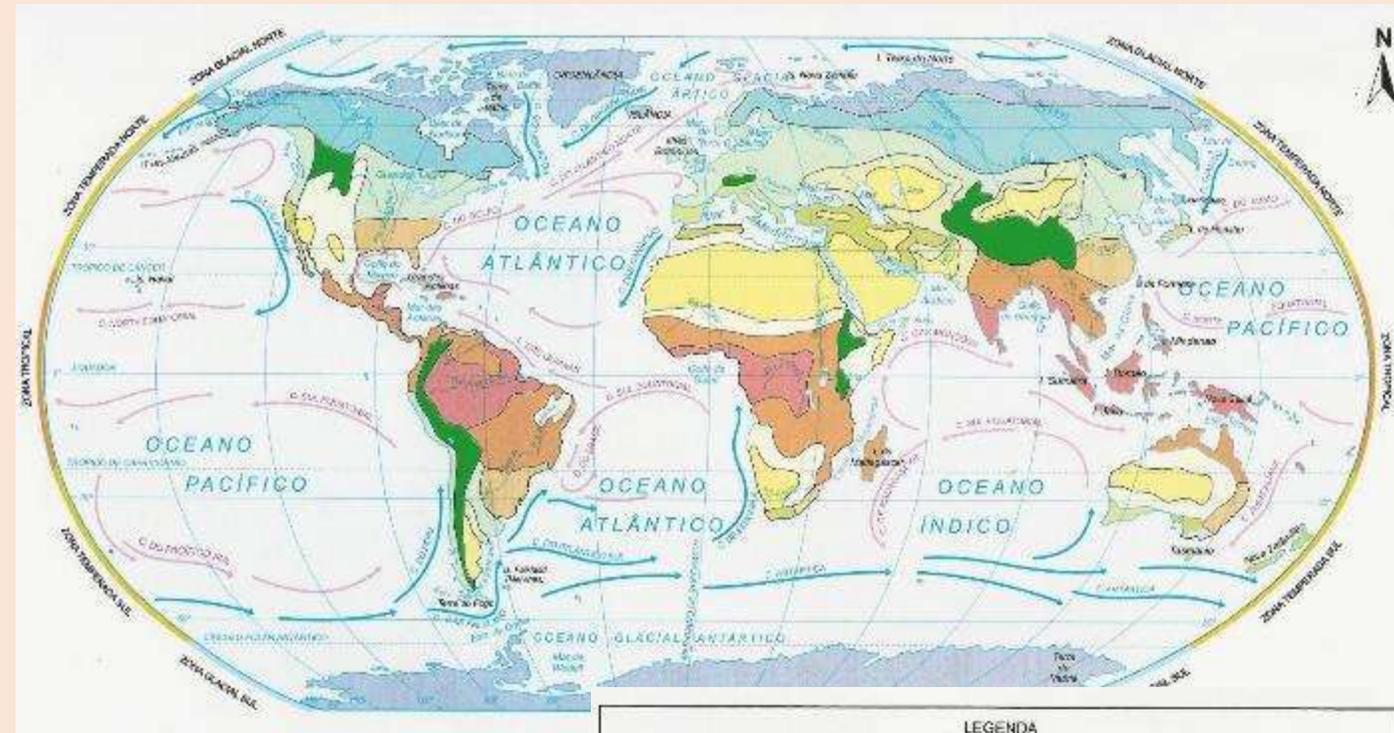
Fatores que condicionam a variação da temperatura do ar:

- **Latitude:** regiões em diferentes latitude sofrem influência na incidência de energia solar; Latitude menores recebem mais energia do que em latitudes maiores.



Distribuição espacial da Temperatura do ar

- **Superfícies continentais e oceanos:** oceanos e mares armazenam enormes quantidades de energia térmica. Água e terra aquecem e resfriam a taxas diferentes.
- **Correntes oceânicas:** movimento das águas dos oceanos por ventos. Se movimentam de um lugar com temperaturas mais elevadas para outro com temperaturas menores e vice-versa. Representam uma forma de encontrar o equilíbrio térmico no sistema terrestre.



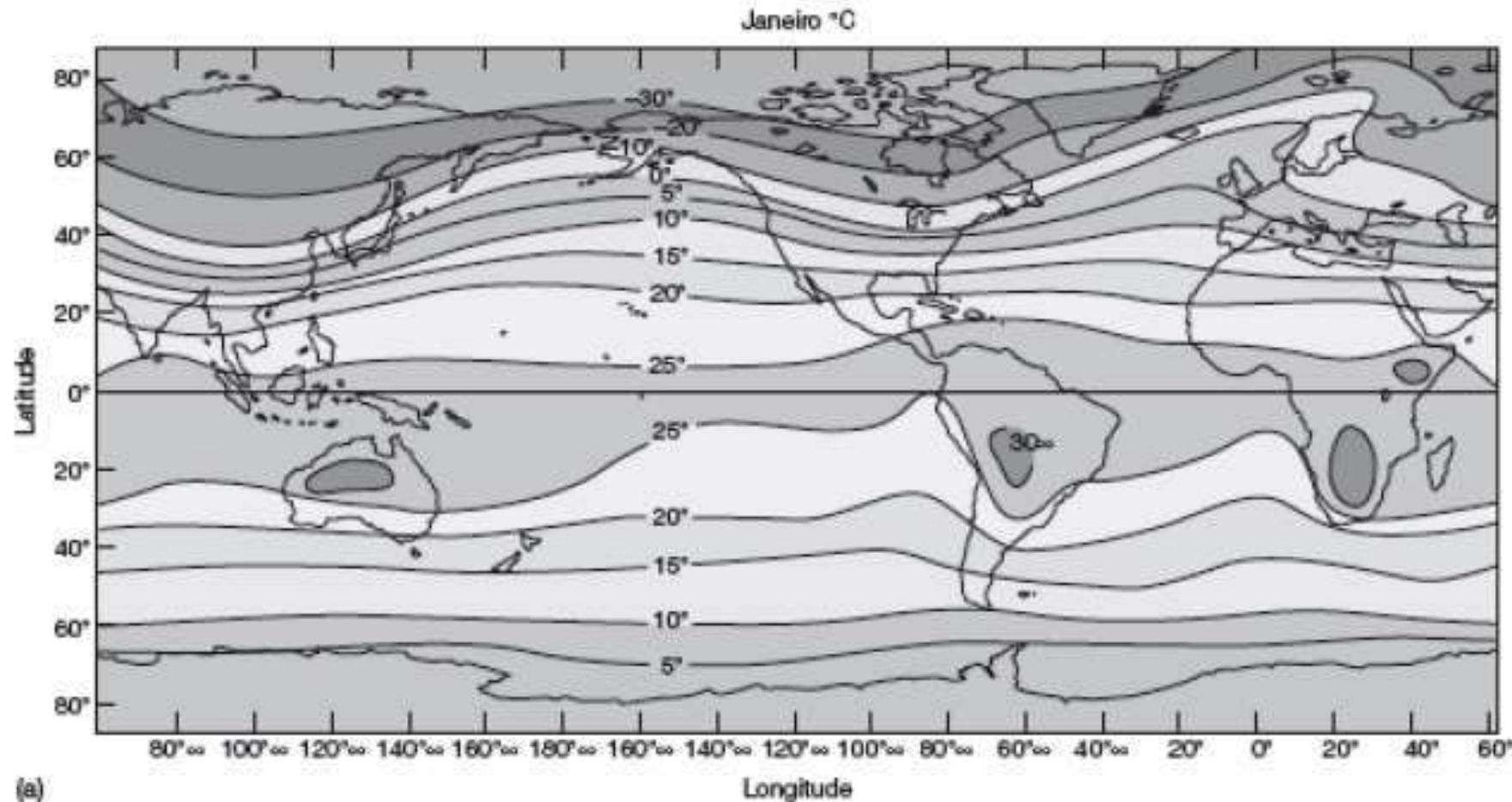
Fonte: Atlas Geográfico, 2017.



Distribuição espacial da Temperatura do ar

Isotermas: linhas ligando pontos de mesma temperatura num mapa.

Gradiente Térmico: taxa de variação da temperatura.

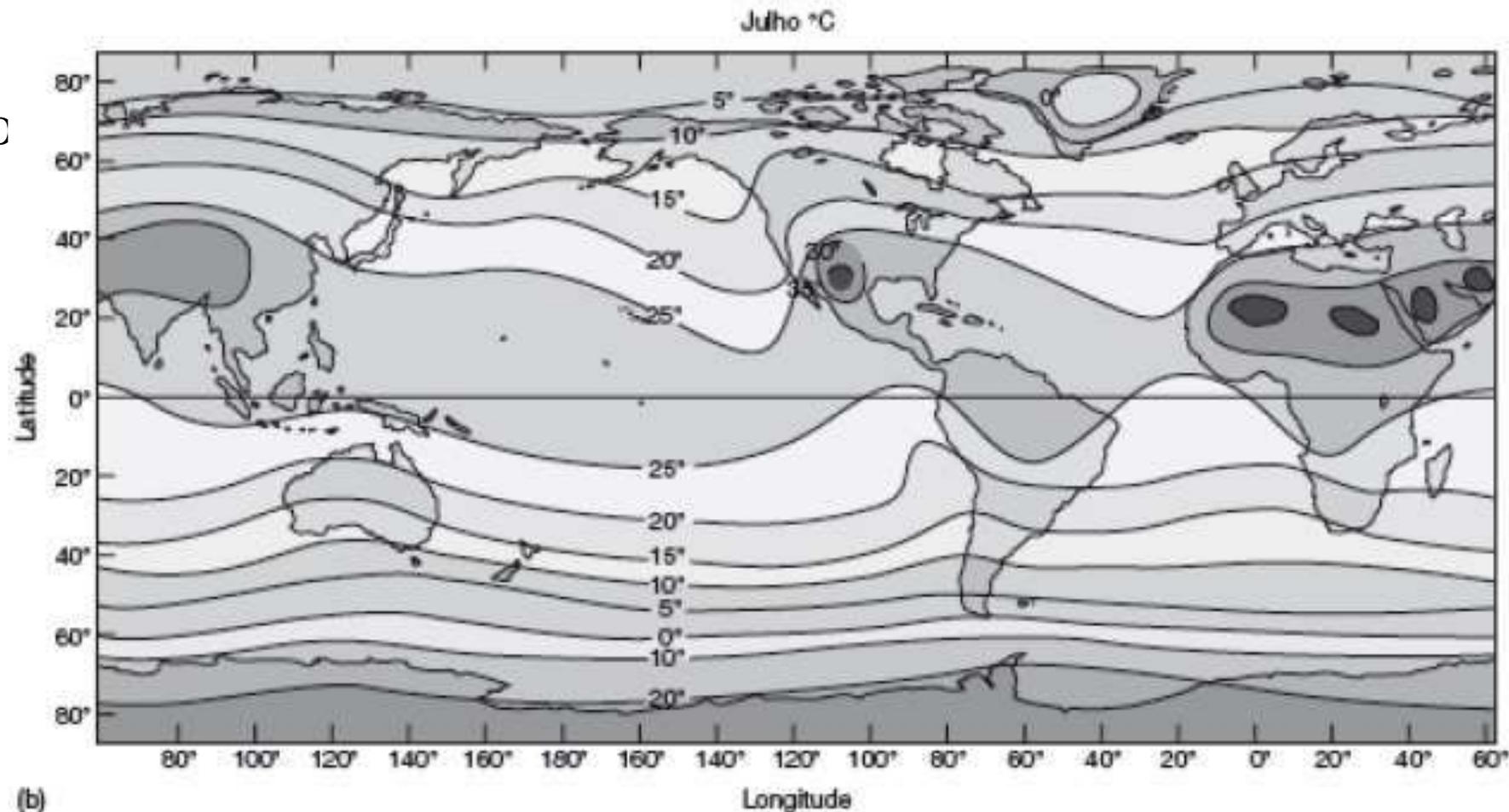


Temperaturas médias do ar ao nível do mar. Fonte: Petersen *et al.*, 2014.

Devido às diferenças de altitude do relevo continental a distribuição da temperatura do ar no mapa-múndi é ajustada ao nível médio do mar.

Distribuição espacial da Temperatura do ar

- **Isotermas próximas** – gradiente térmico elevado (mudança abrupta de temperatura);
- **Isotermas espaçadas** – indicam gradiente térmico suave (mudança de temperatura é mais leve).



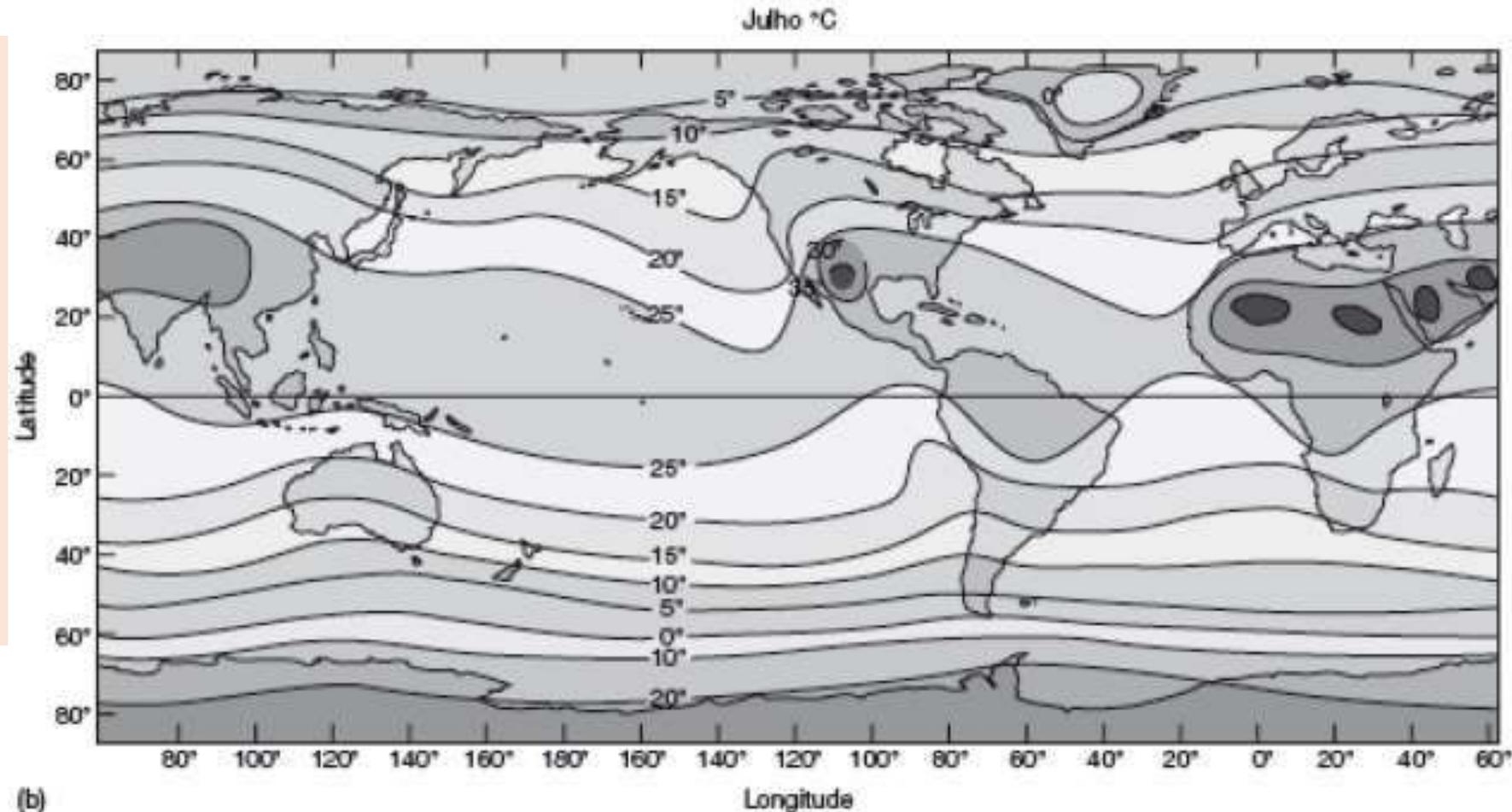
(b) Temperaturas médias do ar ao nível do mar. Fonte: Petersen *et al.*, 2014.

Devido às diferenças de altitude do relevo continental a distribuição da temperatura do ar no mapa-múndi é ajustada ao nível médio do mar.

Distribuição espacial da Temperatura do ar

O gradiente de temperatura de inverno no HN é mais elevado que o do HS;

O HN apresenta superfície continental mais extensa.



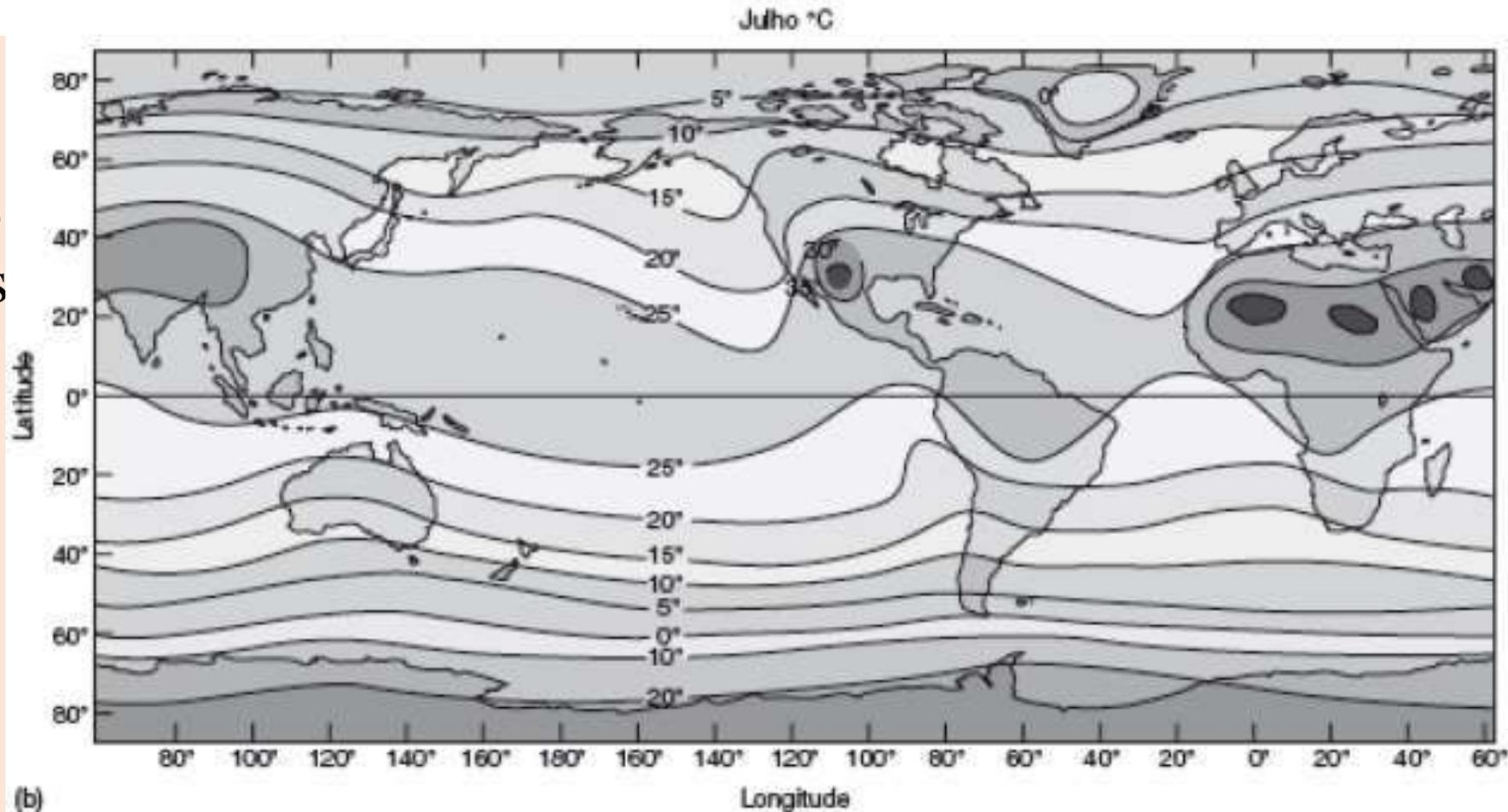
(b) Temperaturas médias do ar ao nível do mar. Fonte: Petersen *et al.*, 2014.

Devido às diferenças de altitude do relevo continental a distribuição da temperatura do ar no mapa-múndi é ajustada ao nível médio do mar.

Distribuição espacial da Temperatura do ar

As **isotermas** dos **continentes** apresentam uma mudança de direção mais **abrupta** do que nos oceanos;

Os **continentes** se **aquecem** se e **resfriam** mais **rapidamente** do que os oceanos.



(b) Temperaturas médias do ar ao nível do mar. Fonte: Petersen *et al.*, 2014.

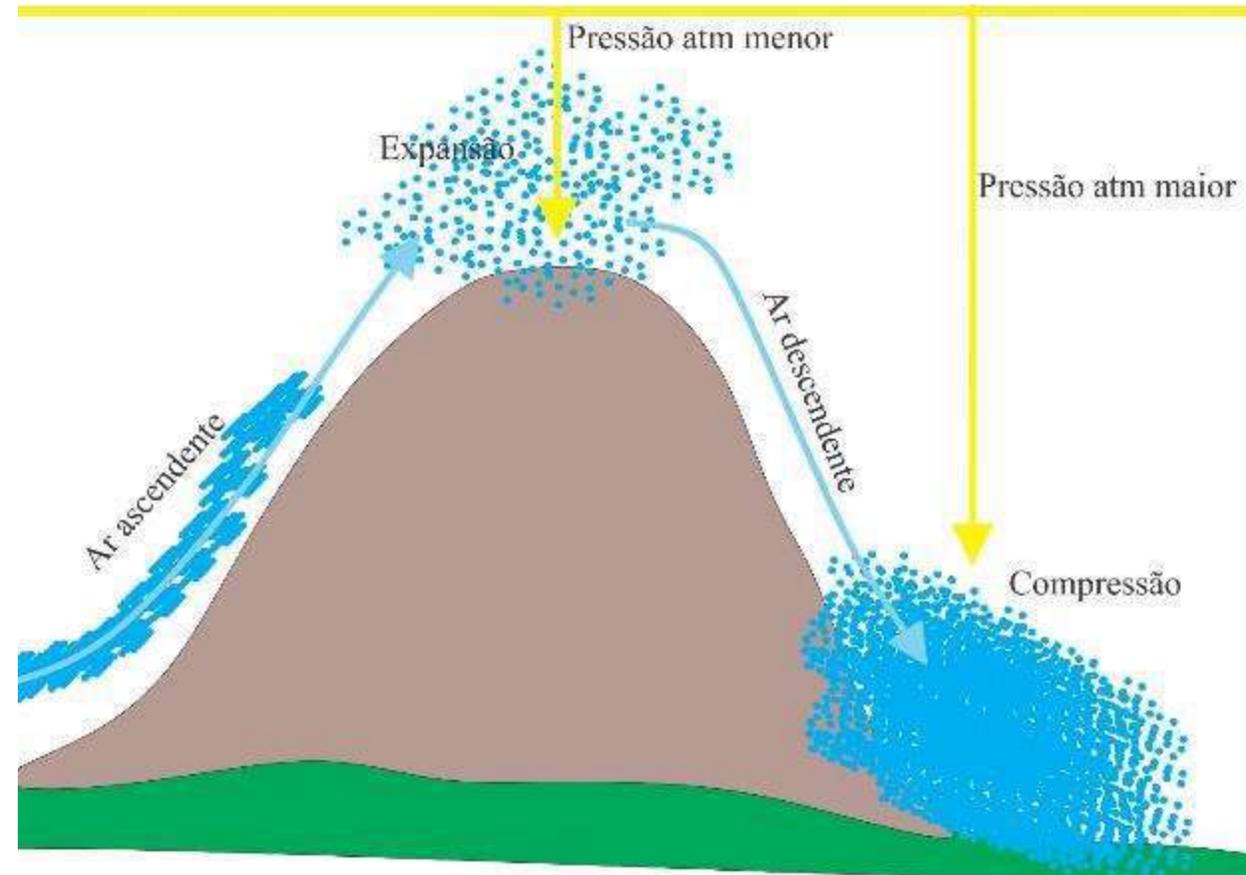
Devido às diferenças de altitude do relevo continental a distribuição da temperatura do ar no mapa-múndi é ajustada ao nível médio do mar.

Gradientes térmicos verticais

A taxa de variação da temperatura com a altitude é de $0,65^{\circ}\text{C}/100\text{m}$.

Existem duas formas de indicação do gradiente térmico vertical:

- Gradiente térmico positivo – quando a temperatura diminui com a altitude;
- Gradiente térmico negativo – quando a temperatura aumenta com a altitude (até certo limite).



Gradientes térmicos verticais

Como o ar eleva-se ou desce na atmosfera

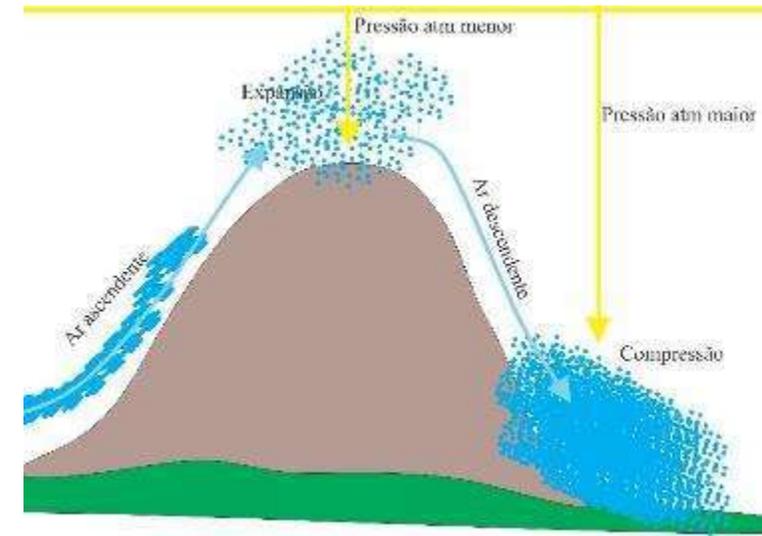
Variações no gradiente térmico vertical;



Variações adiabáticas da temperatura do ar;



Sem troca ou transferência de calor entre o ar que sobe ou desce com o ar ambiente.



Gradientes térmicos verticais

Ar ascendente

Resfria-se por expansão adiabática

Expande-se porque diminui a pressão atmosférica exercida sobre ele

Diminui a energia interna do ar

Resfria

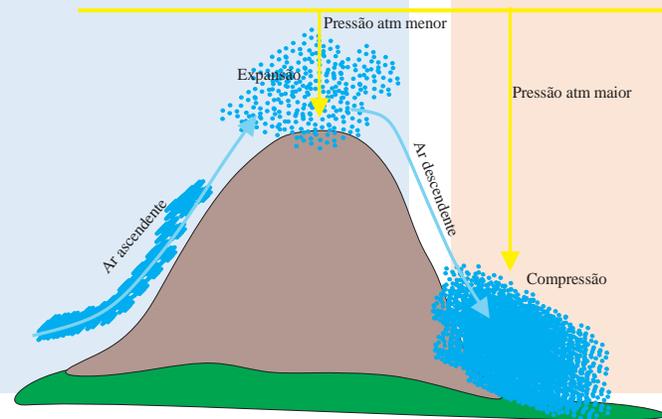
Ar descendente (subsidente)

Aquece-se por compressão adiabática

Comprime-se porque aumenta a pressão atmosférica exercida sobre ele

Aumenta a energia interna do ar

Aquece



Gradientes térmicos verticais

Existem dois tipos de gradientes térmicos para as variações adiabáticas:

- Gradiente adiabático do ar seco (insaturado)

$$y_d = 1^\circ\text{C}/100$$

- Gradiente térmico do ar úmido (saturado)

$$y_s = 0,5^\circ\text{C}/100$$

Gradientes térmicos verticais

Existem dois tipos de gradientes térmicos para as variações adiabáticas:

- **Gradiente adiabático do ar seco** (insaturado)

Quando o ar insaturado eleva-se acima do solo o resfriamento dinâmico devido a expansão se faz numa razão constante de $1^\circ/100\text{m}$. A taxa de aquecimento com a descida é a mesma.

$$y_d = 1^\circ\text{C}/100$$

Gradientes térmicos verticais

Existem dois tipos de gradientes térmicos para as variações adiabáticas:

- **Gradiente térmico do ar úmido** (saturado)

Quando o ar se satura, ocorre a condensação do vapor d'água e se desprende uma quantidade de calor que é fixa para cada g de vapor d'água que se condensa. É o calor latente de condensação do vapor d'água que é de 539 cal/gr. De vapor d'água.

$$y_s = 0,5^{\circ}\text{C}/100$$

Gradientes térmicos verticais

Existem dois tipos de gradientes térmicos para as variações adiabáticas:

- **Gradiente térmico do ar** saturado depois insaturado

Dois processos ocorrem nesse ar ascendente:

1. O ar resfria-se na condição úmida;
2. O ar resfria-se na condição seca.

O ar ascendente resfria sob duas condições (úmido e seco). O ar descendente vai incorporar-se como ar seco e aquece-se dinamicamente por compressão a uma taxa de $1^\circ/100\text{m}$.

Gradientes térmicos verticais

Existem duas formas de medir a temperatura do ar ascendente que retorna à superfície:

1. Temperatura potencial – igual a inicial;
2. Temperatura potencial equivalente – maior que a inicial.

Gradientes térmicos verticais

1. Temperatura potencial – igual a inicial:

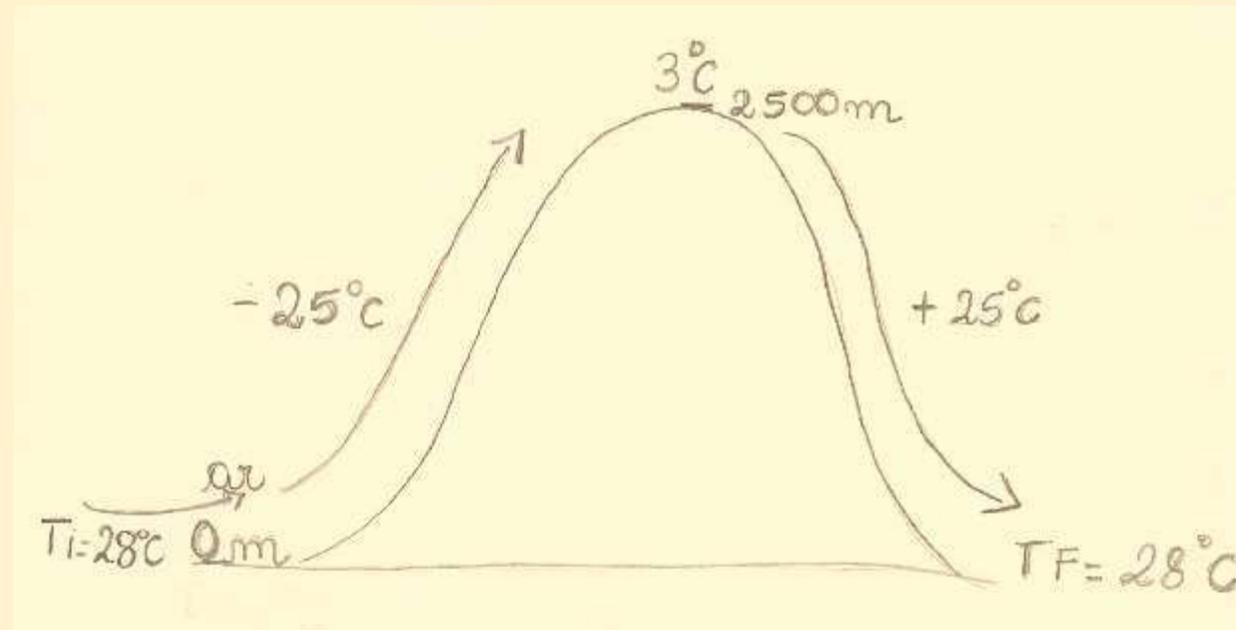
Exemplo 1 – Calcular a temperatura que o ar teria se fosse trazido por processos adiabáticos a uma pressão padrão de 1000 mb.

$T_i = 28^\circ\text{C}$

Altitude inicial = 0 m

Altitude 2 = 2500 m

T_f : ?



Gradientes térmicos verticais

2. Temperatura potencial equivalente – maior que a inicial:

Exemplo 2 – Calcular a temperatura que o ar teria se fosse trazido por processos adiabáticos a uma pressão padrão de 1000 mb após a ocorrência de condensação.

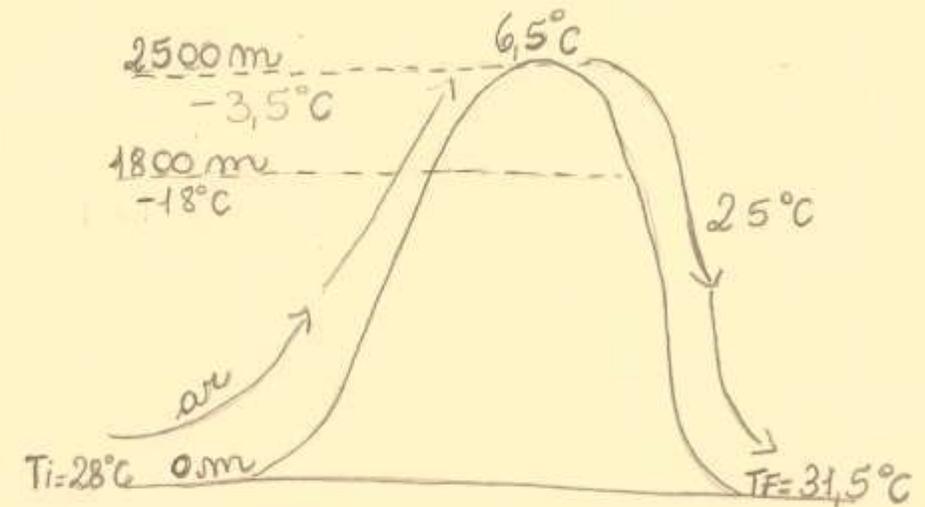
$$T_i = 28^\circ\text{C}$$

Altitude 1 inicial = 0 m

Altitude 2 condensação = 1800 m

Altitude 3 = 2500 m

$T_f = ?$



$$1^\circ \rightarrow 1800 \times \left(\frac{1}{700}\right) = 18^\circ\text{C}$$

$$2^\circ \rightarrow 28^\circ\text{C} - 18^\circ\text{C} = 10^\circ\text{C}$$

$$3^\circ \rightarrow 2500 - 1800 = 700\text{ m}$$

$$4^\circ \rightarrow 700 \times \left(\frac{0,5}{100}\right) = 3,5^\circ\text{C}$$

$$5^\circ \rightarrow 10^\circ - 3,5^\circ = 6,5^\circ\text{C}$$

$$6^\circ \rightarrow 6,5^\circ + 25^\circ = 31,5^\circ\text{C}$$

Gradientes térmicos verticais

Calcular a temperatura que o ar teria se fosse trazido por processos adiabáticos a uma pressão padrão de 1000 mb após a ocorrência de condensação.

1 - $T_i = 32^\circ\text{C}$

Altitude 1 inicial = 0 m

Altitude 2 condensação = 1300 m

Altitude 3 = 3000 m

$T_f = ?$

2 - $T_i = 28^\circ\text{C}$

Altitude 1 inicial = 0 m

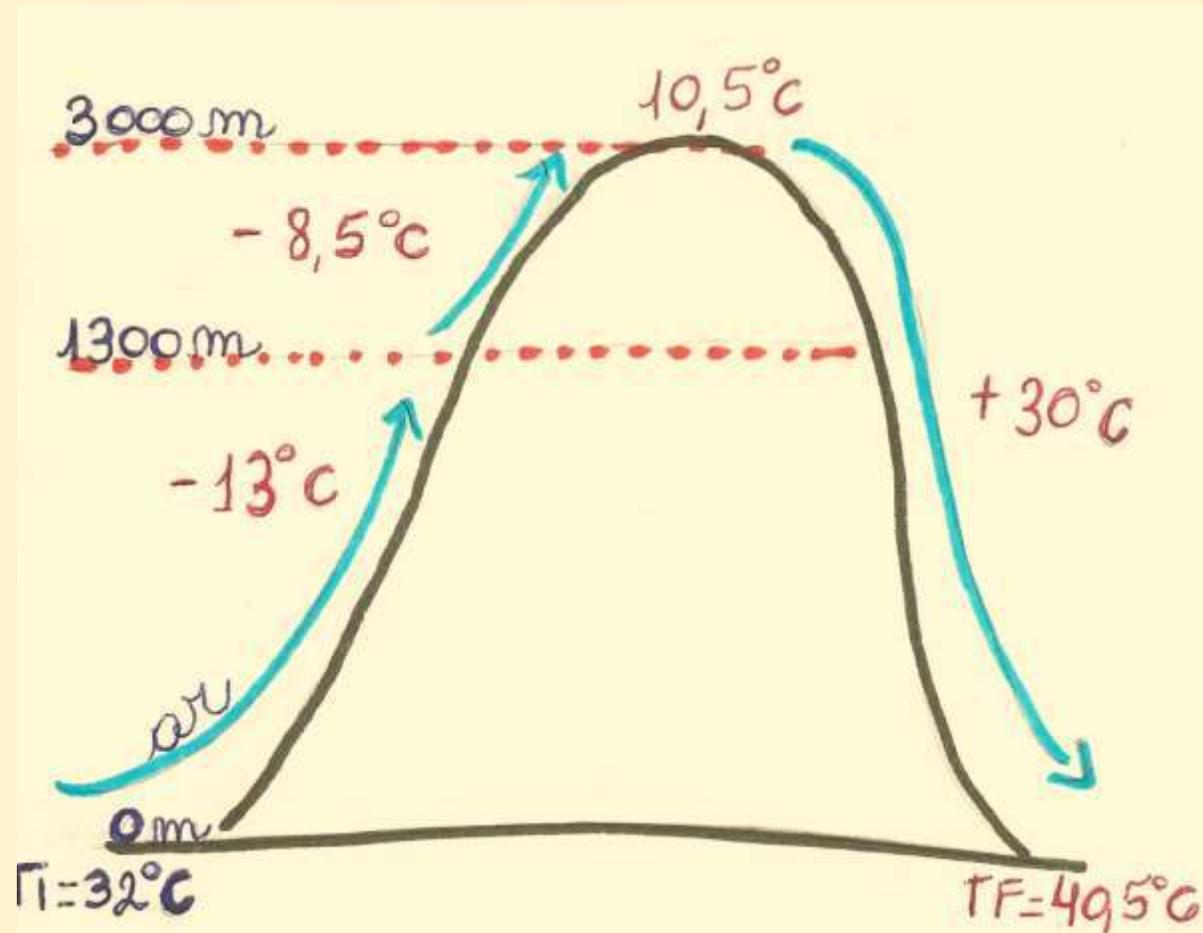
Altitude 2 condensação = 3100 m

Altitude 3 = 4800 m

$T_f = ?$

Gradientes térmicos verticais

Resposta 1:



$$1^\circ \rightarrow 1300 \times \left(\frac{1}{100}\right) = 13^\circ\text{C}$$

$$2^\circ \rightarrow 32^\circ\text{C} - 13^\circ\text{C} = 19^\circ\text{C}$$

$$3^\circ \rightarrow 3000 - 1300 = 1700\text{m}$$

$$4^\circ \rightarrow 1700 \times \left(\frac{9,5}{100}\right) = 8,5^\circ\text{C}$$

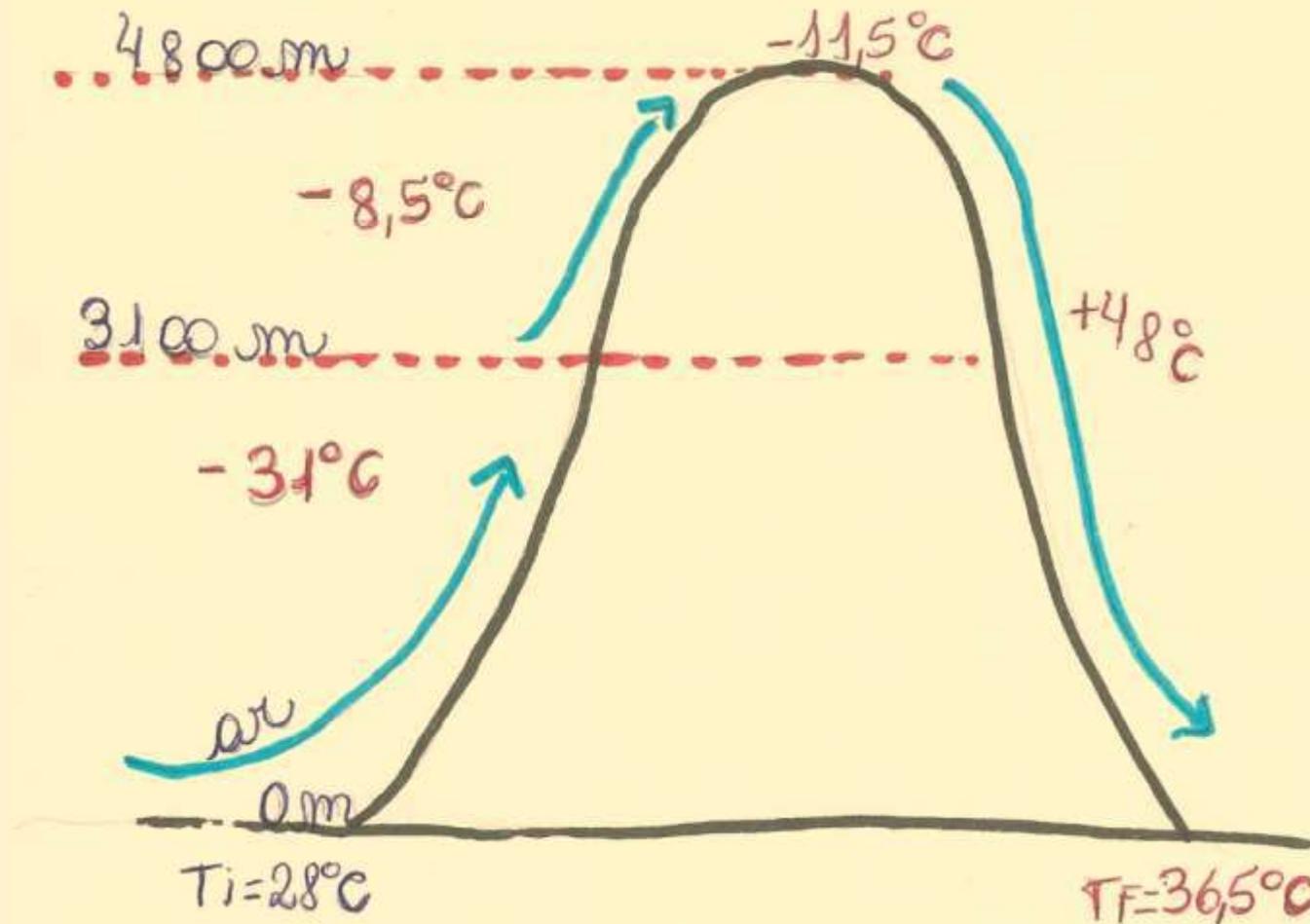
$$5^\circ \rightarrow 19^\circ\text{C} - 8,5^\circ\text{C} = 10,5^\circ\text{C}$$

$$6^\circ \rightarrow 3000 \times \left(\frac{1}{100}\right) = 30^\circ\text{C}$$

$$7^\circ \rightarrow 10,5^\circ\text{C} + 30^\circ\text{C} = 40,5^\circ\text{C}$$

Gradientes térmicos verticais

Resposta 2:



$$1^\circ \rightarrow 3100 \times \left(\frac{1}{100}\right) = 31^\circ\text{C}$$

$$2^\circ \rightarrow 28^\circ - 31^\circ = -3^\circ\text{C}$$

$$3^\circ \rightarrow 4800 - 3100 = 1700\text{m}$$

$$4^\circ \rightarrow 1700 \times \left(\frac{0,5}{100}\right) = 8,5^\circ\text{C}$$

$$5^\circ \rightarrow -3^\circ\text{C} - 8,5^\circ\text{C} = -11,5^\circ\text{C}$$

$$6^\circ \rightarrow 4800 \times \left(\frac{1}{100}\right) = 48^\circ\text{C}$$

$$7^\circ \rightarrow -11,5^\circ\text{C} + 48^\circ\text{C} = 36,5^\circ\text{C}$$

Variação vertical da temperatura do ar

Existem situações em que ocorrem inversões térmicas, ou seja, a temperatura aumenta com a altitude. Por exemplo:

Inversão de superfície por radiação: ocorre quando os ventos são muito fracos e sem nebulosidade. Assim, o solo perde energia por radiação e condução para a camada de ar sobrejacente que também transmite essa energia para camadas acima. Desta forma, o ar próximo ao solo resfria-se, enquanto o ar acima mantém-se mais aquecido. Noites de inverno principalmente.

Variação vertical da temperatura do ar

Existem situações em que ocorrem inversões térmicas, ou seja, a temperatura aumenta com a altitude. Por exemplo:

Inversão de fundo de vale: ocorre quando o ar frio (mais denso) do topo dos morros desce pelas vertentes até o fundo do vale, assim matem-se abaixo do ar mais quente.

Inversão de subsidência: ocorre quando nos níveis mais altos da troposfera é produzido um movimento de descenso do ar em larga escala – subsidência. Desta forma, o ar tende uma inversão de temperatura por compressão..

Variação temporal da temperatura

- **Variação diária**

Os processos de resfriamento e aquecimento das superfícies são simultâneos durante a manhã e a tarde, no entanto durante o dia ocorre um ganho de energia por causa da presença do sol;

Quando o sol se põe, ocorre a perda de energia do solo para o ar e deste para o espaço.

Assim, as temperaturas tendem a baixar durante a noite, sendo que as menores temperaturas são registradas antes do nascer do sol.

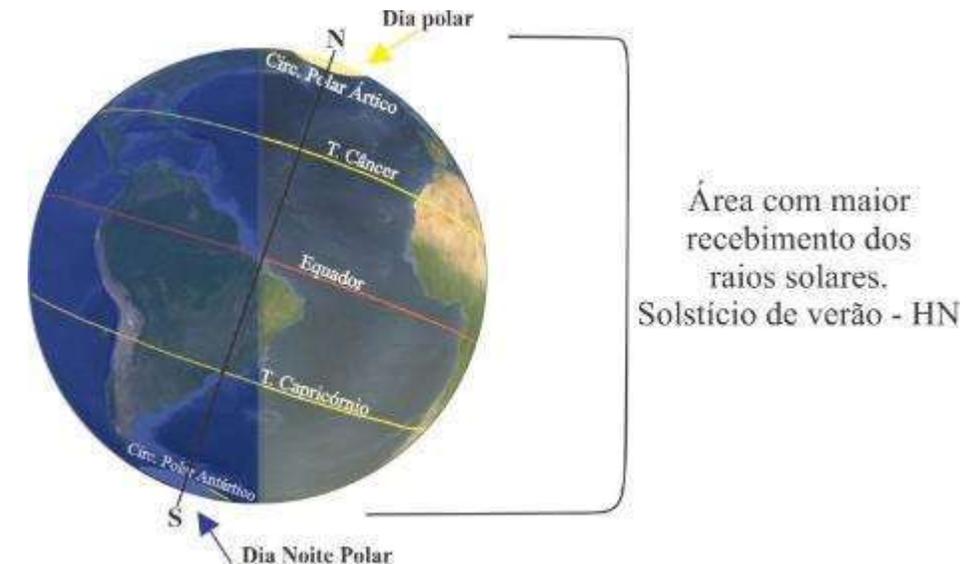


Fonte: Mendonça, 2007.

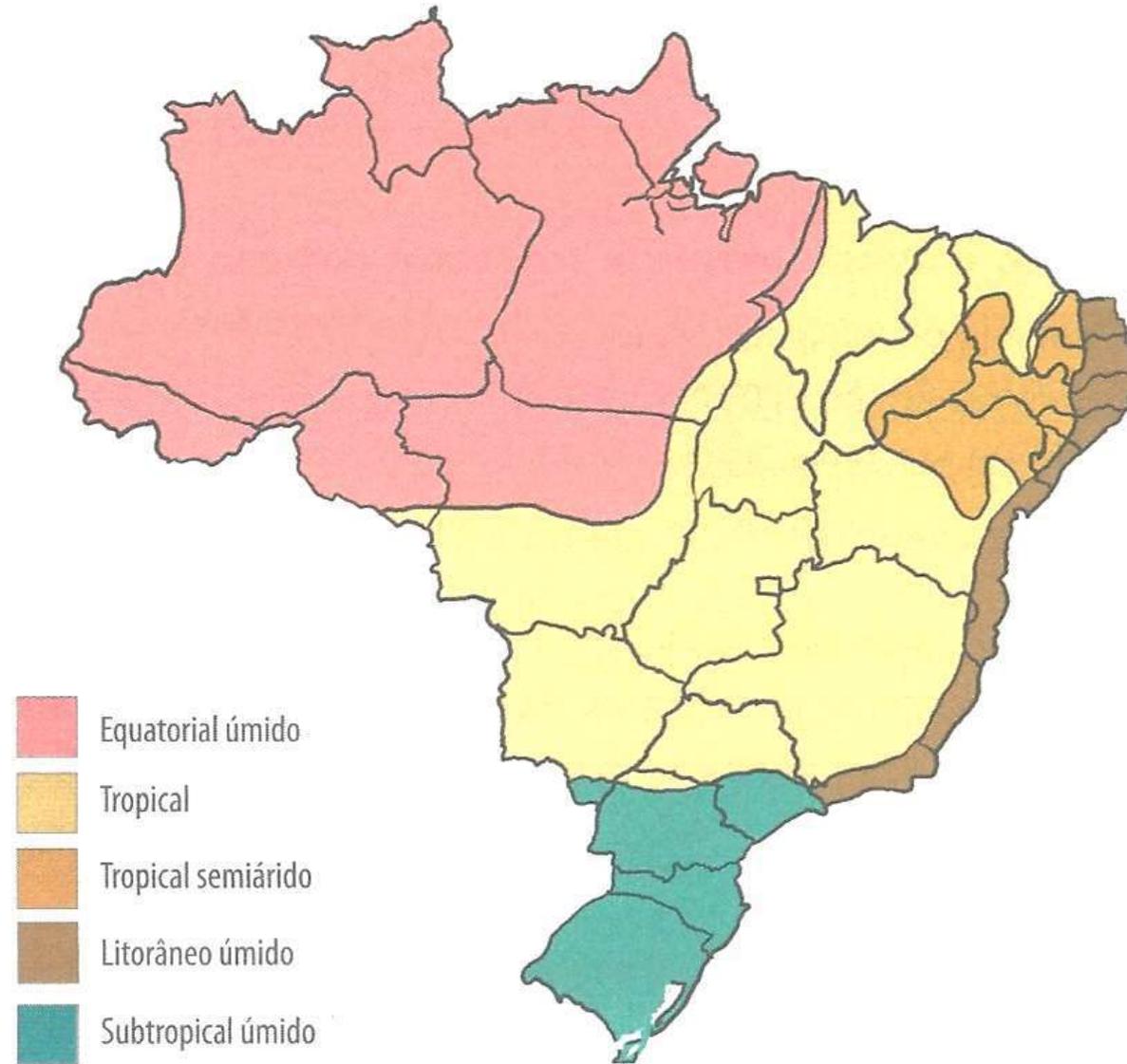
Variação temporal da temperatura

- **Variação anual**

A posição que a Terra se encontra em sua órbita ao redor do sol define o ângulo de incidência dos raios solares em sua superfície. Dependendo da estação do ano, a temperatura irá aumentar ou diminuir: inverno e verão.



Tipos de clima



Cinco tipos de climas identificados por Strahler em 1951 para o Brasil.

Métodos de observação do tempo e clima

- **Organização Meteorológica Mundial** (OMM) determina a **padronização** dos dados meteorológicos coletado/observados. Inclui a padronização dos equipamentos, técnicas de calibração, aferição, manuseios observacionais, horário das observações, tratamento dos dados, correções... (WMO, 2008).
- No Brasil, o órgão responsável por passar as mensagens coletadas é o Instituto Nacional de Meteorologia (**INMET**) em Brasília/DF.
- Os dados são coletados a partir de **estações meteorológicas convencionais, automáticas**, ou por intermédio de **sensores orbitais**, sendo estes dados armazenados em banco de dados.

Métodos de observação do tempo e clima

- **Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)** – dados históricos através do BDMEP (Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa) e também dados dos últimos três meses das estações automáticas e convencionais pertencentes a sua rede de estações. <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>.
- **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)** – dados climáticos e o balanço hídrico para mais de 500 municípios do Brasil. <www.embrapa.br>.
- **Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos e Instituto de Pesquisas Espaciais (CPTEC-INPE)** – dados de superfície quanto de ar superior. <<http://sinda.crn2.inpe.br/PCD/SITE/novo/site/index.php>>
- **Agencia Nacional de Águas (ANA)** - dados de estações pluviométricas e fluviométricas. <<http://www3.ana.gov.br/>>

Referências

- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Tradução: Maria Juraci Zani dos Santos. ed.5ª, Rio de Janeiro: Bertrand, 1998.
- VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. 2ª versão digital. Recife, 2006.
- JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos naturais**. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009.
- LORENZZETI, J. A. **Princípios físicos de sensoriamento remoto**. São Paulo: Blucher, 2015.
- MENDONÇA, F. **Climatologia: noções básicas e climas no Brasil**. São Paulo: Oficina de textos, 2007.
- NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 3 ed. São Paulo: Blucher, 2010.
- PETERSEN, J. F.; SACK, D.; GABLER, R. E. **Fundamentos de Geografia Física**. Tradução: Marina Vicente Vieira. São Paulo: Cengage Learning, 2014.
- SARTORI, M. G. B. **Notas de aulas**. s/d.
- STEINKE, E. T. **Climatologia Fácil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.
- Atlas Geográfico, 2017.