

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

Unidade III

Pressão e movimentos atmosféricos

Patricia M. P. Trindade; Waterloo Pereira Filho.

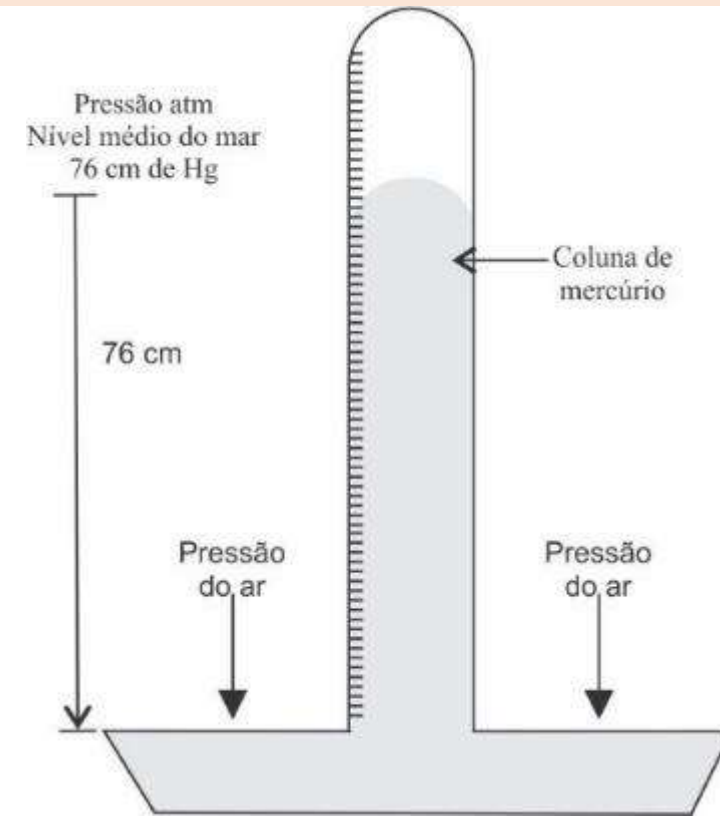
Pressão atmosférica

Os gases constituintes da atmosfera exercem uma força sobre a superfície terrestre denominada **pressão atmosférica**.

A pressão atmosférica foi determinada pelo físico Torricelli (1608-1647) a partir da utilização de um barômetro de mercúrio em um local onde não houvera variação da altitude, nível do mar.

- Barômetro de mercúrio Hg (tubo de vidro, 100cm comprimento e graduado) com extremidade tampada.
- O tubo foi colocado em um recipiente (cuba com Hg), verticalmente e invertido.
- O mercúrio desceu estabilizando-se na altura de 76 cm.
- Como a coluna de mercúrio que equilibra a pressão atmosférica foi de 76 cm, esse é o valor da pressão atmosférica ao nível do mar.

$$76 \text{ cmHg} = 760 \text{ mmHg} = 1 \text{ atm} = 1013,2 \text{ mb} = 1013,2 \text{ hPa} = 10,33$$



Fatores de variação da pressão atmosférica

Altitude – quanto maior a altitude menor a densidade do ar, assim menor a pressão atmosférica.

Temperatura – quanto maior a temperatura menor a pressão.

- ar quente é menos denso que o ar frio;
- a medida que aumenta a temperatura diminui a pressão.

Umidade – a medida que aumenta a umidade diminui a pressão.

- o ar úmido é menos denso que o ar seco;
- quanto maior umidade menor pressão.

Causa: a massa molecular (peso molecular) da água é menor que do N₂ e O₂.

$$\text{H}_2\text{O} = 1+1+16 = 18$$

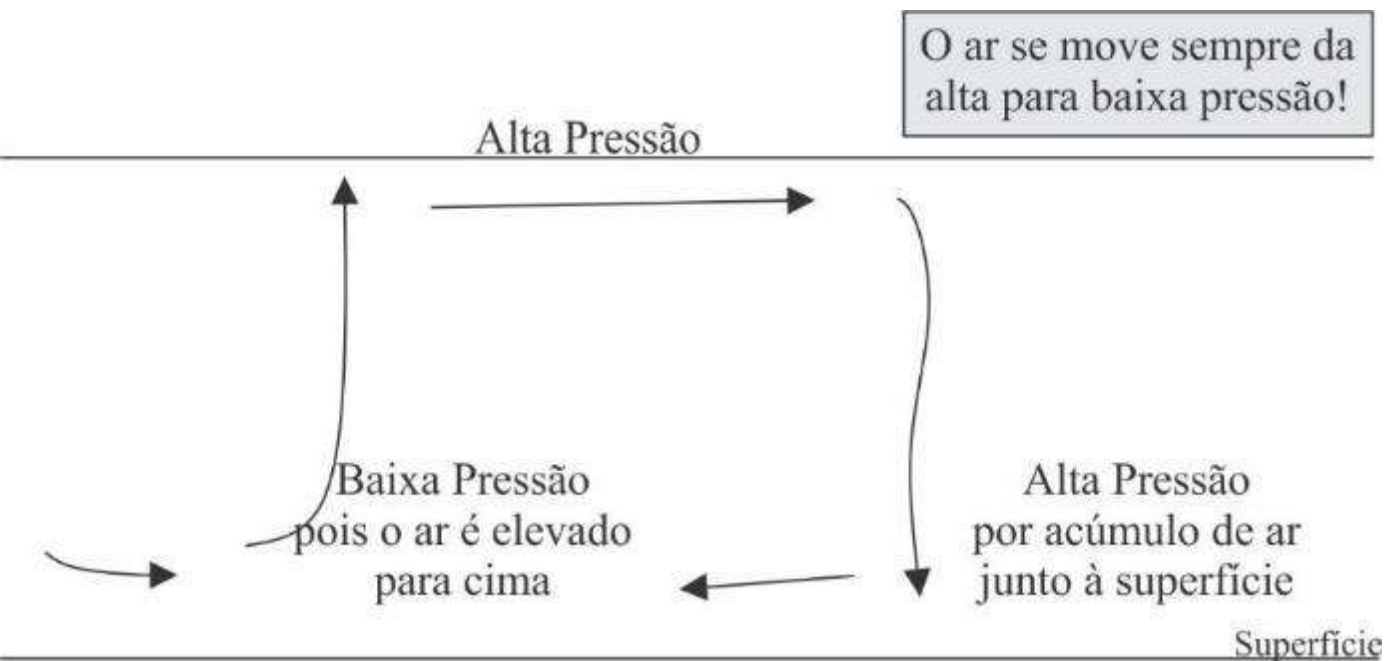
$$\text{N}_2 = 14+14 = 28$$

$$\text{O}_2 = 16+16 = 32$$

Fatores de variação da pressão atmosférica

Movimentos verticais

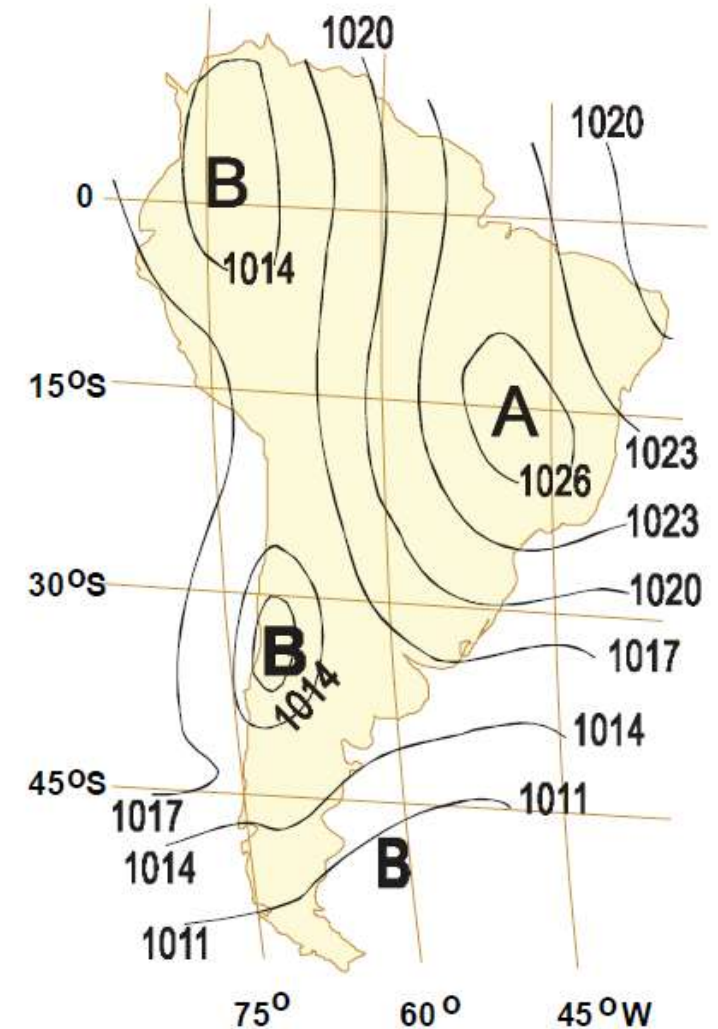
- Ascendentes – baixa pressão em superfície e alta pressão em altitude
- Descendentes – alta pressão em superfície e baixa em altitude



A pressão atmosférica, de forma geral, oscila de forma contínua com o tempo. Assim, ela pode variar no mesmo lugar considerando a hora do dia, estação do ano...

Gradiente de pressão e configuração do campo de pressão

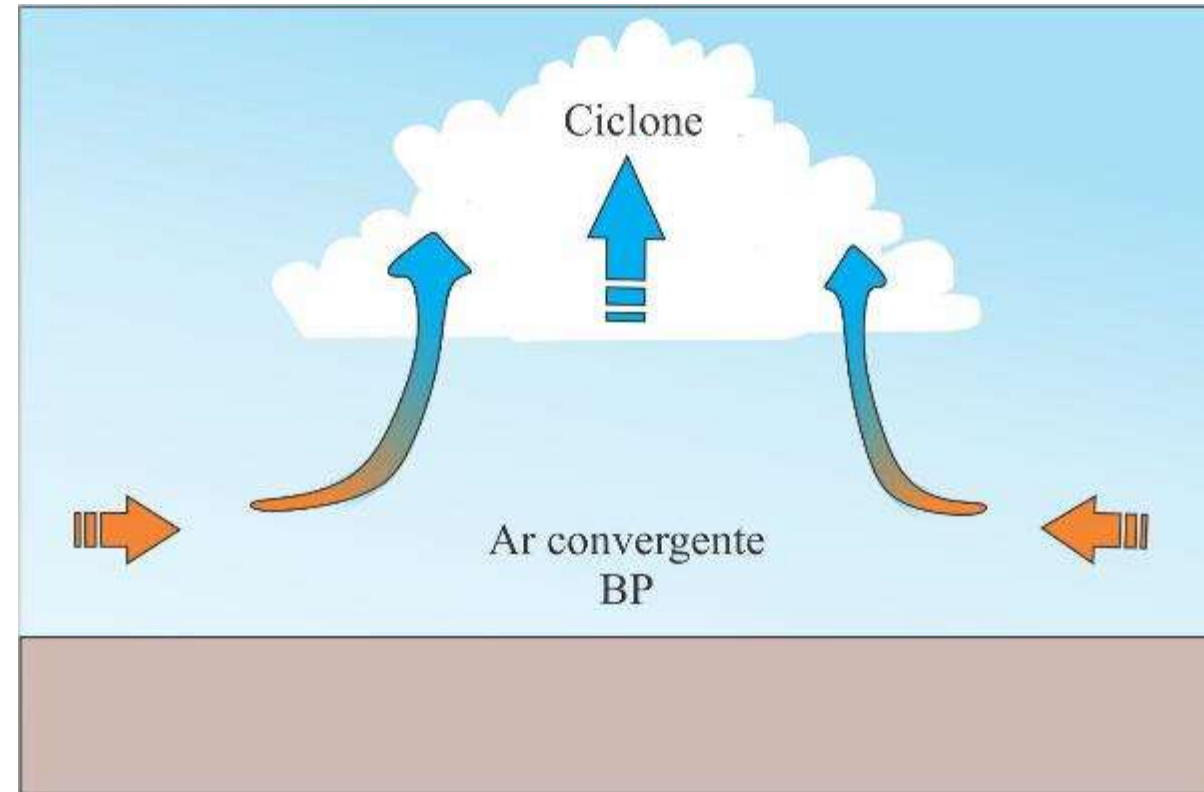
- A pressão atmosférica varia em todas as direções, em relação ao movimento do ar deve-se considerar a variação horizontal. Assim, a diferença de pressão entre dois pontos é chamada **gradiente de pressão**. Desta forma, o movimento ocorrerá sempre da maior para a menor pressão. As diferentes pressões são representadas por isóbaras.
- **Isóbaras** são linhas que representam pontos com pressão do ar iguais. Quanto mais próximas maior o gradiente de pressão.
- A Figura ao lado mostra uma configuração isobárica: de alta (A) e de baixa (B) pressão.



Configuração típica do campo da pressão atmosférica ao nível médio do mar, na América do Sul. Fonte: Varejão Silva, 2006.

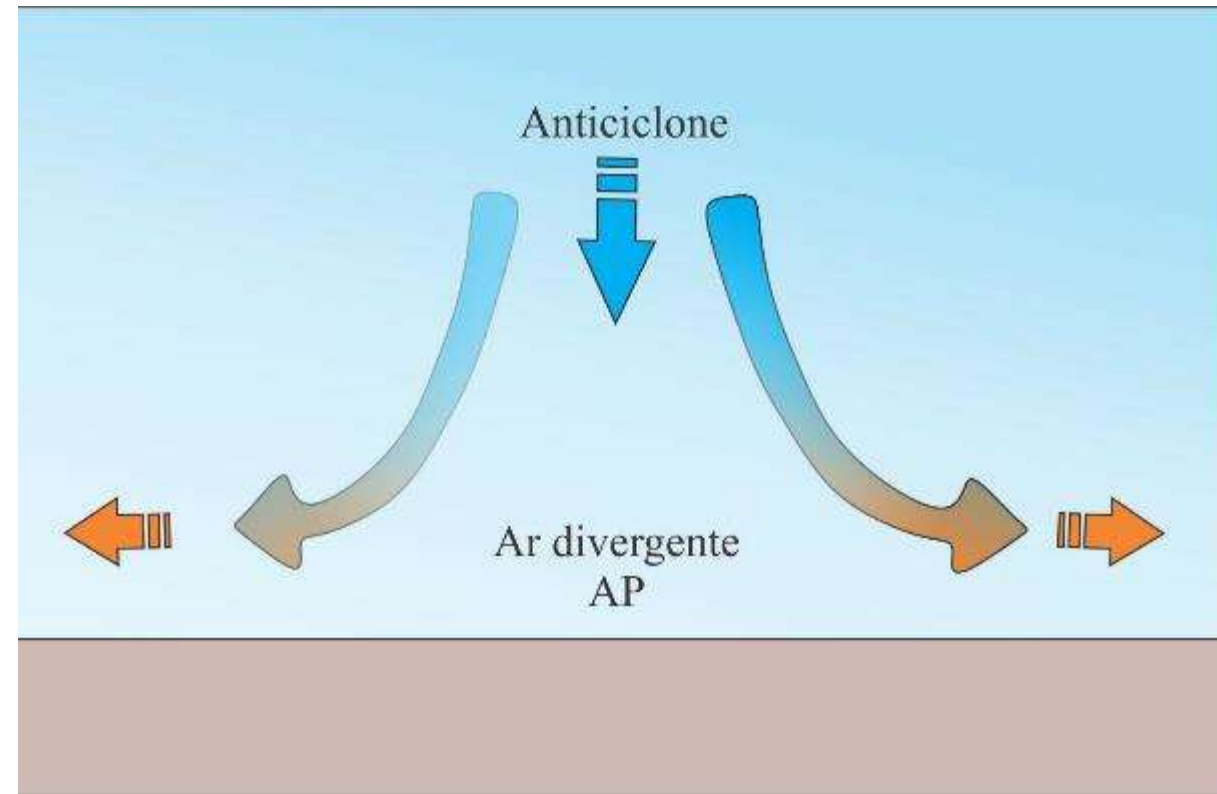
Sistemas de pressão: baixa pressão ou ciclone

- Apresenta pressão menor que a pressão padrão ao nível do mar;
- A ascensão do ar quente ocasiona o sistema de baixa pressão, desta forma, os ciclones caracterizam-se pelo encontro de ar, centros de **convergência**.
- Pressões atmosféricas aumentam do centro do sistema para a periferia. Atraem massas de ar.



Sistemas de pressão: alta pressão ou anticiclone

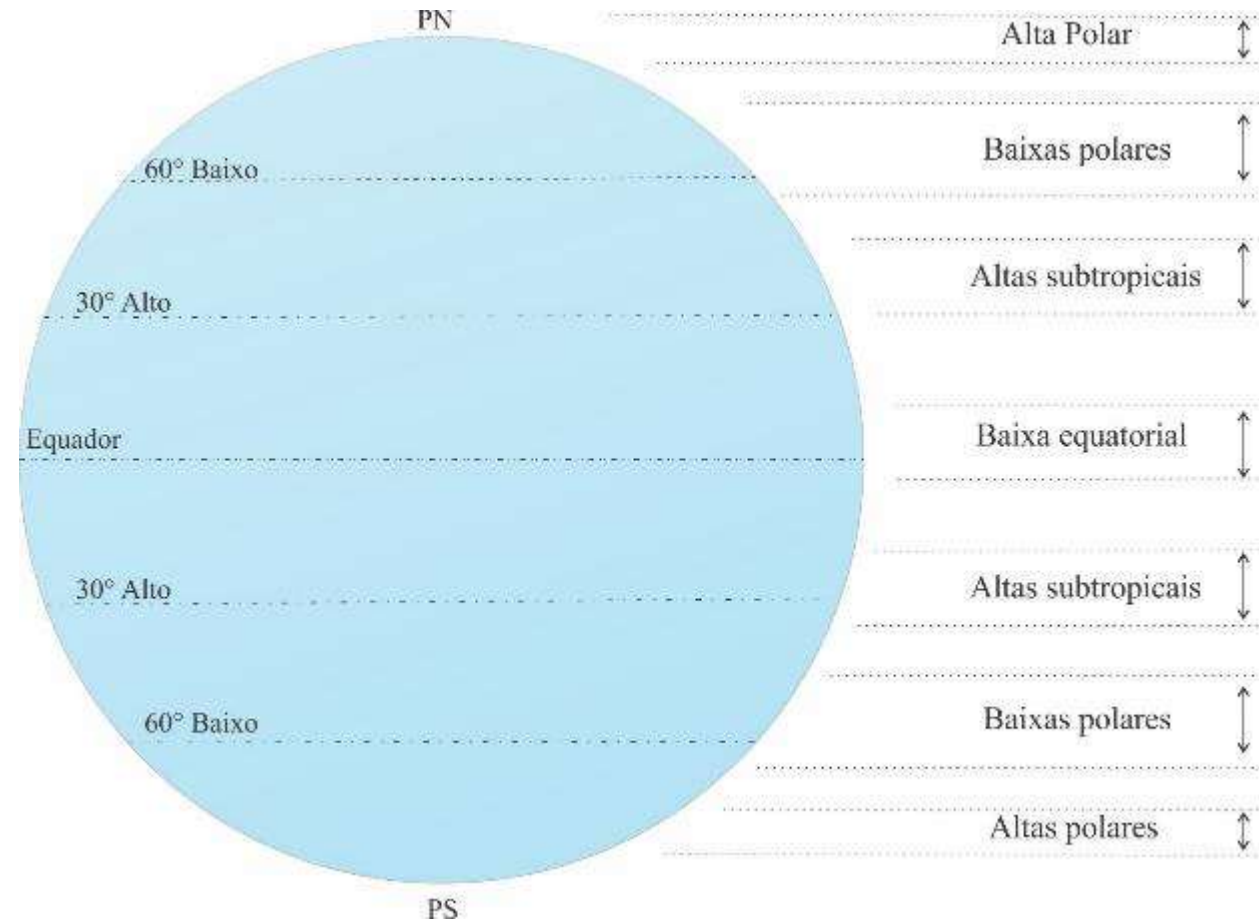
- Apresenta pressão maior que a padrão ao nível do mar.
- São caracterizadas pela **divergência** de ar; resultam da descida do ar frio, movimento vertical de cima para baixo, ao chegar à superfície diverge.
- Pressão atmosférica diminui do centro do sistema em direção à periferia. Formadores ou fontes de massa de ar.



Distribuição da pressão atmosférica a nível global

Existem quatro zonas de pressão alternadas devido a fatores termodinâmicos.

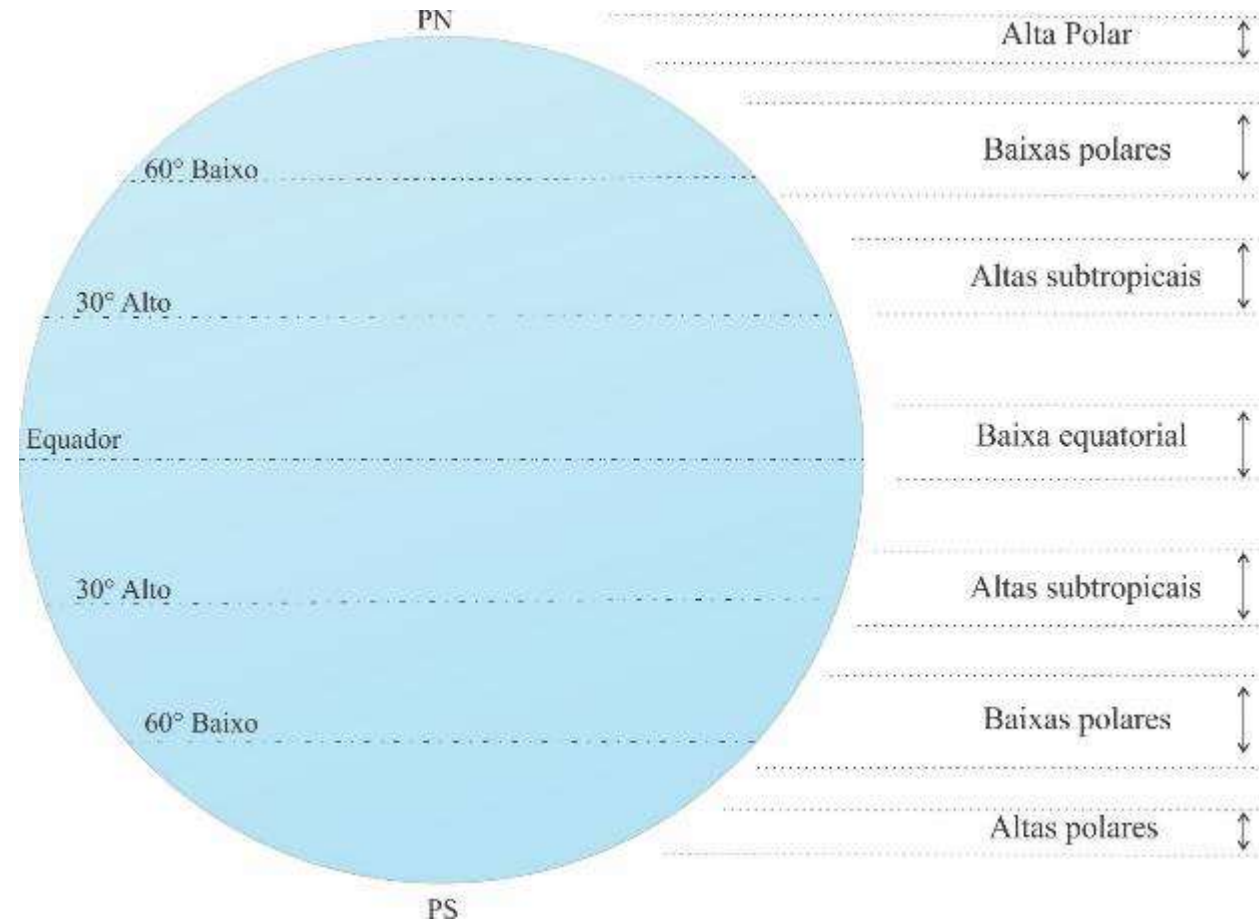
- 1ª Zona – Baixas equatoriais ou Convergência Intertropical
- 2ª Zona – Altas pressões subtropicais
- 3ª Zona – Baixas pressões polares
- 4ª Zona – Alta Pressão Polar



Distribuição da pressão atmosférica a nível global

Baixas equatoriais ou Zonas de Convergência Intertropical (ZCIT) (ou ITCZ, em inglês (Intertropical Convergence Zone))

- Caracterizam-se por áreas de baixa pressão que fazem o ar subir. Causas:
- Térmica -> altas temperaturas = a baixas pressões
- Dinâmica -> ascendência de ar (alísios de SE e NE).

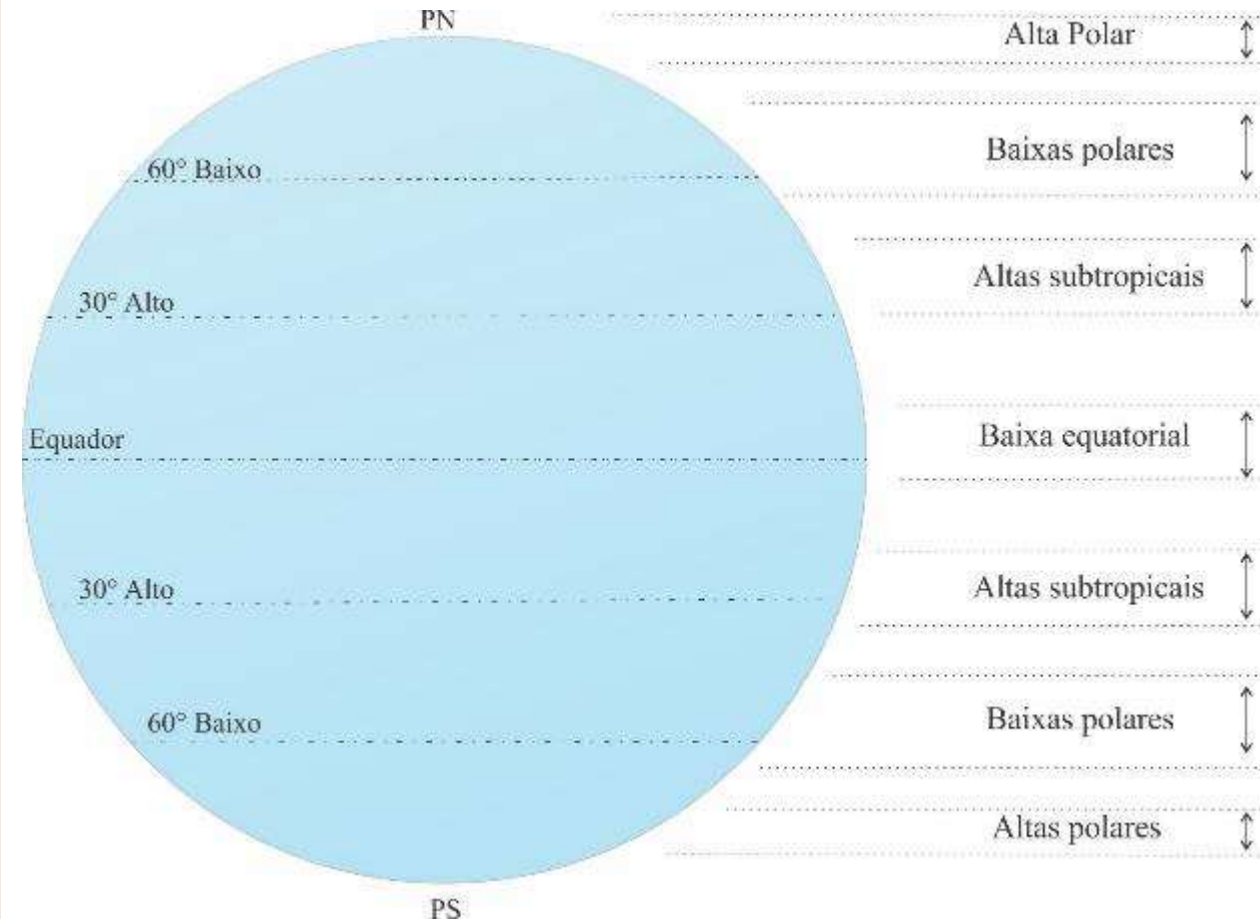


Distribuição da pressão atmosférica a nível global

Altas pressões subtropicais

Causas:

- Dinâmica -> subsidência do ar
- Células de alta pressão as quais resultam da movimentação dinâmica do ar ligadas ao movimento das células de convecção nas baixas equatoriais.



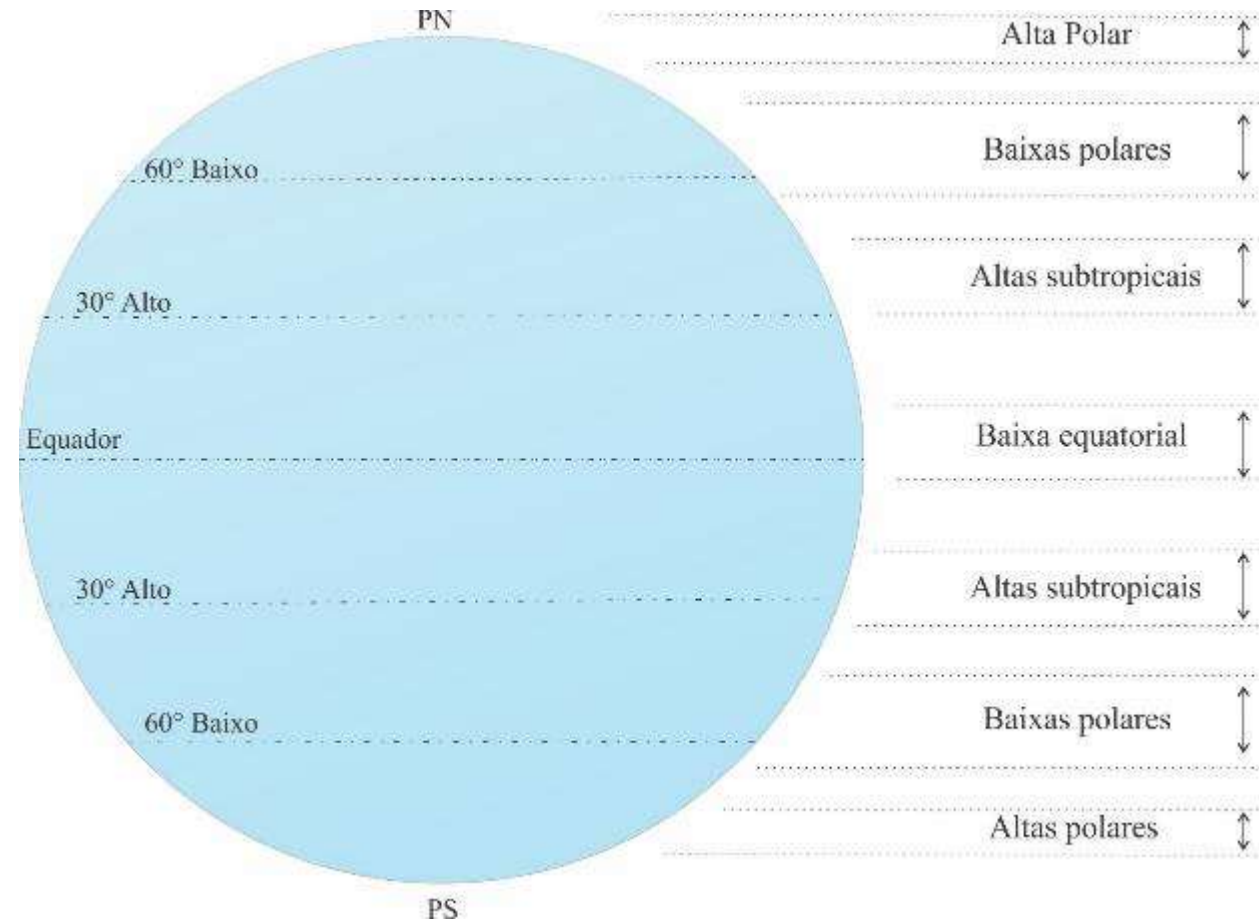
Distribuição da pressão atmosférica a nível global

Baixas polares

- Dinâmica -> ascensão do ar polar sobre o ar proveniente de latitudes mais baixas (maior tempo).
- Formação das frentes frias.

HN -> Baixa da Islândia; Baixa dos Aleutas

HS -> Baixa do Mar de Weddell



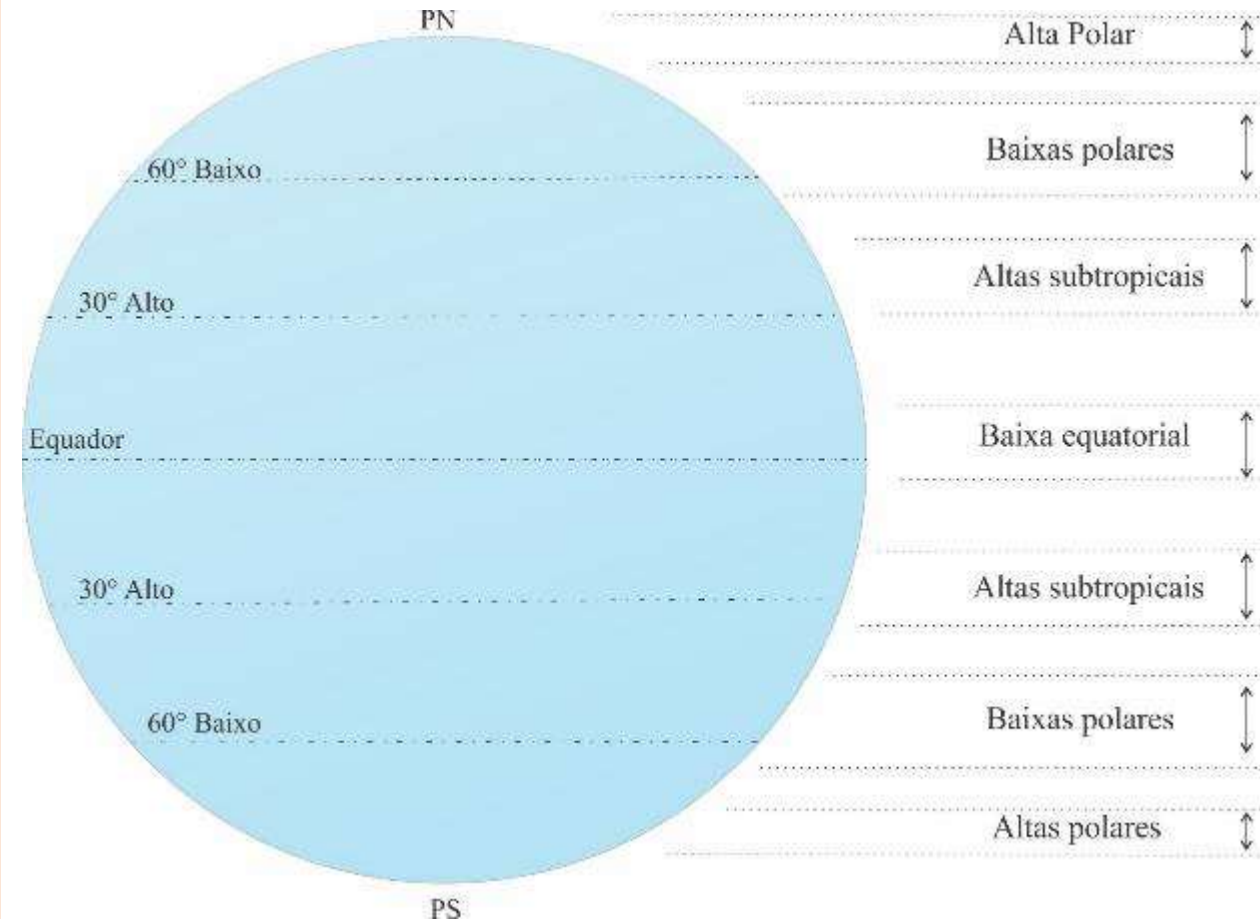
Distribuição da pressão atmosférica a nível global

Alta Pressão Polar

- Com temperaturas muito baixas a queda do ar seco e frio cria pressões mais altas nas regiões polares.

Causas:

- Térmica – temperatura muito baixas;
- Dinâmica – subsidência de ar



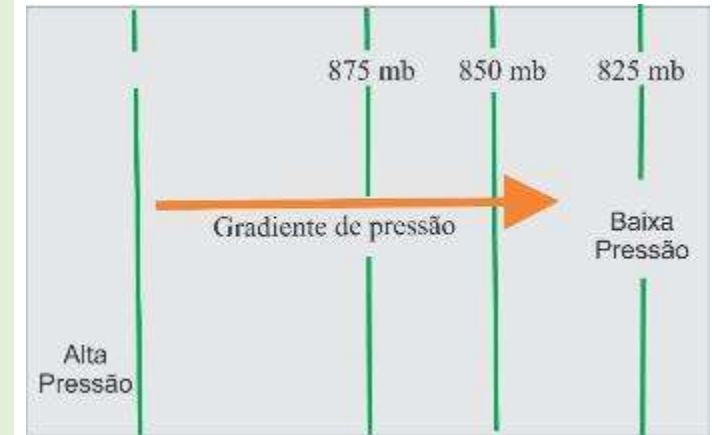
Forças atuantes na atmosfera

Gradiente de pressão; Ação gravitacional; Força de Coriolis; Força centrífuga; Força de atrito ou de fricção.

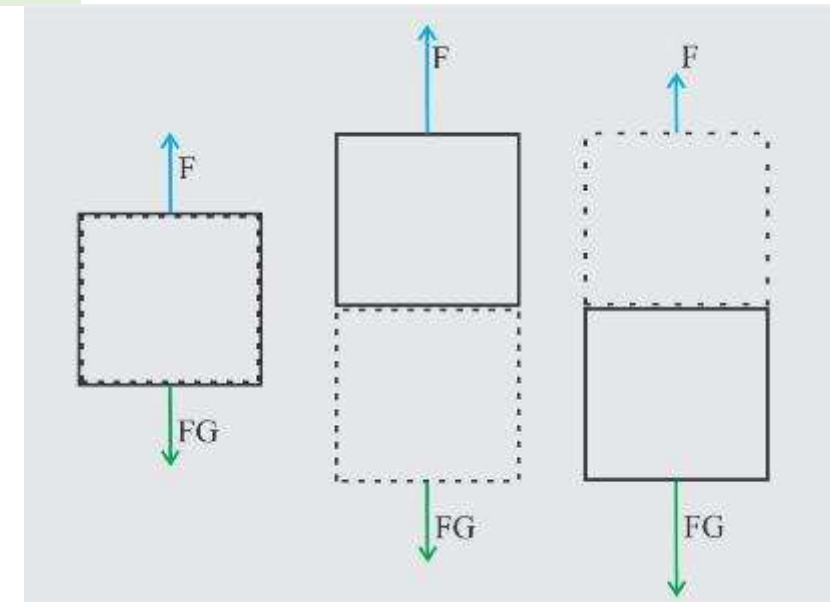
Gradiente de pressão e Ação gravitacional

Devido à ação da **força gravitacional**, na baixa Troposfera, a pressão do ar varia verticalmente aproximadamente 1 mb a cada 10 metros de ascensão.

Gradiente de pressão forma-se quando há duas áreas contíguas com características barométricas distintas.



Os movimentos verticais, ou seja, de ascensão ou subsidência de ar, são controlados pelo equilíbrio ou desequilíbrio entre o gradiente de pressão vertical e gravidade terrestre. Sempre que a força do gradiente for mais forte que da gravidade o ar tende a subir e quanto maior a diferença entre as duas forças mais rápido será o movimento.



Forças atuantes na atmosfera

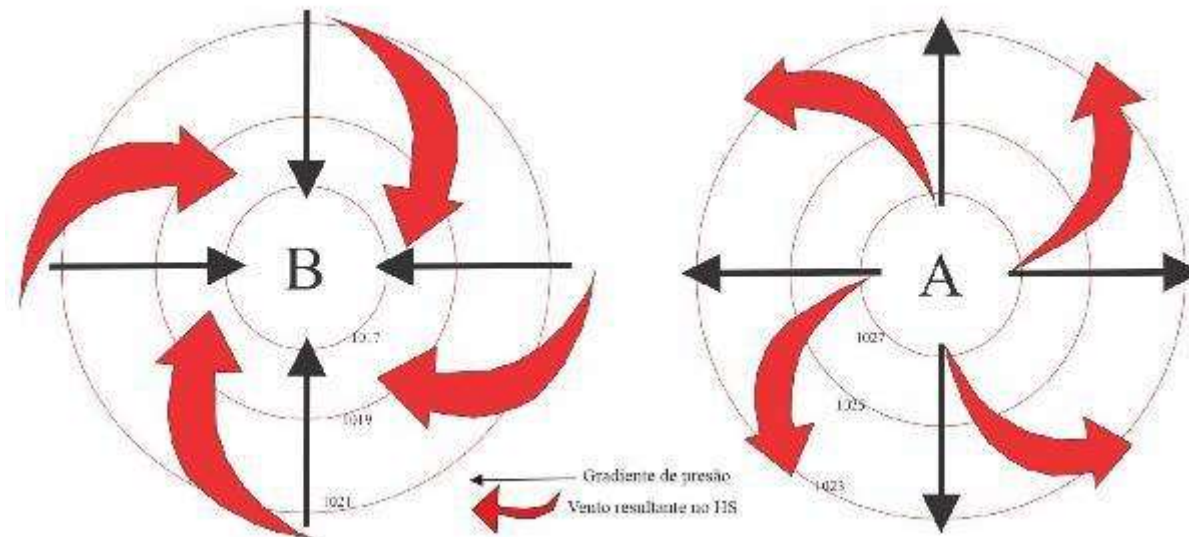
Gradiente de pressão; Ação gravitacional; Força de Coriolis; Força centrífuga; Força de atrito ou de fricção.

- **Força de atrito:** a rugosidade do solo reduz a velocidade do vento em superfície uma vez que desempenha um efeito de fricção nos ventos. Desta forma, as superfícies oceânicas favorecem a formação dos ventos com velocidades elevadas, já as superfícies continentais, por serem heterogêneas, tendem a reduzir.

Forças atuantes na atmosfera

Gradiente de pressão; Ação gravitacional; Força de Coriolis; Força centrífuga; Força de atrito ou de fricção.

Força de Coriolis: efeito coriolis que modifica a direção do vento é resultado do movimento de rotação da Terra. Assim, se a Terra não girasse ao redor do seu eixo, a direção do vento seria a mesma do gradiente de pressão. O efeito coriolis desvia o vento de sua trajetória original. No HS o vento é defletido para a esquerda e no HN, para a direita. Apresenta maior ação nos polos diminuindo em direção ao equador, onde é nulo.

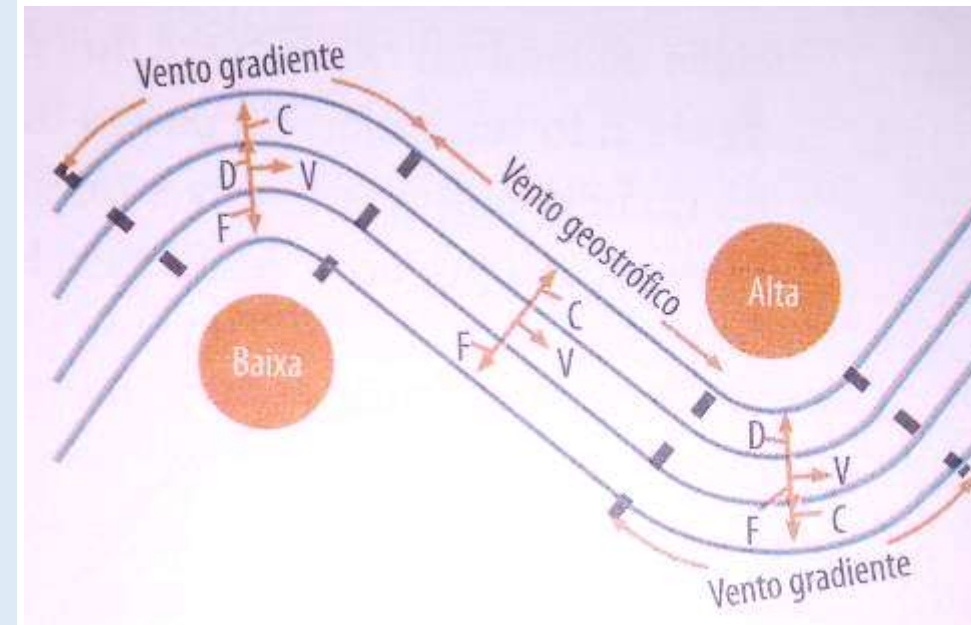


Forças atuantes na atmosfera

Gradiente de pressão; Ação gravitacional; Força de Coriolis; Força centrífuga; Força de atrito ou de fricção.

Força Centrífuga:

- Gradiente de pressão – vento desloca-se perpendicular às isóbaras;
- Força de Coriolis - força o vento a deslocar-se em um movimento curvo.
- Com o movimento curvilíneo do ar, tem início a atuação da força centrífuga.
- Então, a direção do vento resulta da ação das forças do gradiente, coriolis e centrífuga, vento gradiente.



Direção do vento gradiente a partir do balanço das três forças, no HS. Fonte: Steinke, 2014.

Movimentos atmosféricos

Ventos

- O vento resulta do deslocamento de ar de uma área de alta pressão para outra de baixa pressão.
- Quando o gradiente é grande, os ventos são velozes e fortes.

Importância climática:

- Realizam o equilíbrio térmico entre as altas e baixas latitudes, apesar das diferentes entradas de radiação solar, transportando calor de um lugar para outro.
- Transportam vapor d'água e umidade dos oceanos e mares para os continentes.

Movimentos atmosféricos

Ventos

Indicadores:

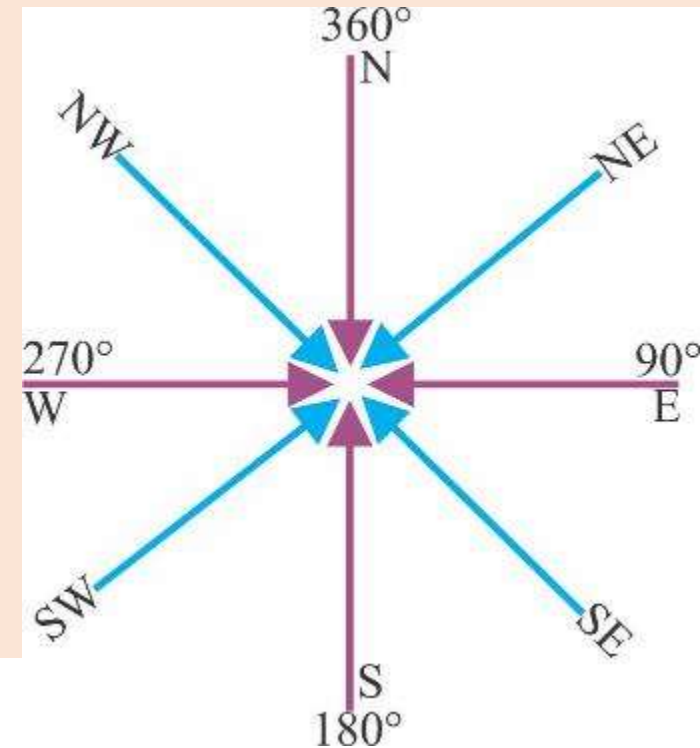
- Recebem o nome da direção ou do local de onde vêm, como *vento nordeste* aquele vem do nordeste e *vento sul*, o que sopra do sul em direção ao norte.

Direção e velocidade (intensidade): m/s ou Km/h

Mi/h ou nós

DIREÇÃO (de onde?):

Pontos cardeais, colaterais e subcolaterais;
Graus – 0° a 360°



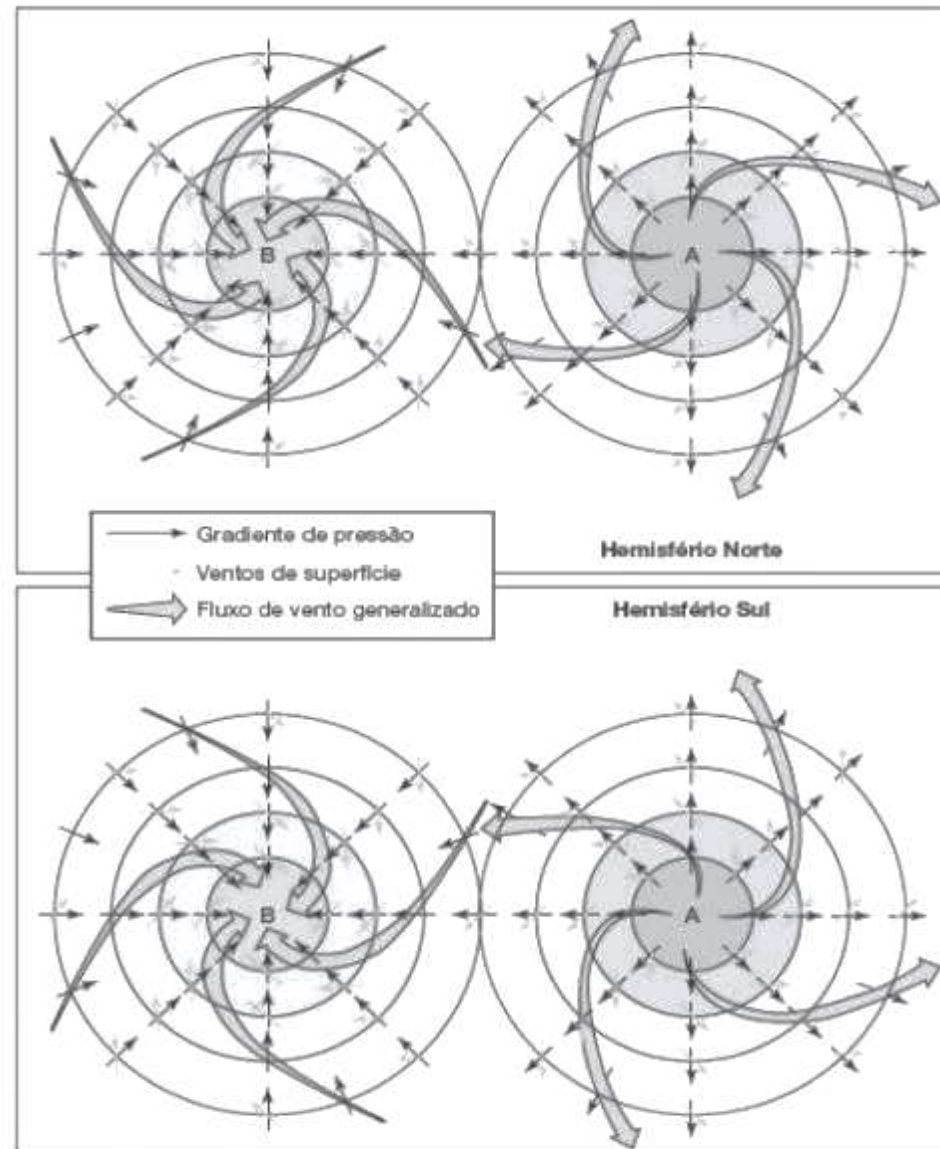
Movimentos atmosféricos

Ventos

- **Barlavento:** qualquer objeto voltado para a direção da qual o vento vem.
- **Sotavento:** o lado a favor do vento, voltado para a direção em que o vento sopra.



Movimentos atmosféricos



Movimento dos ventos associados aos centros de BP e AP nos HS e HN.
Fonte: Petersen et al., 2014.

Movimento dos ventos de superfície associado aos centros de baixa pressão e os centros de alta pressão nos Hemisférios Norte e Sul.

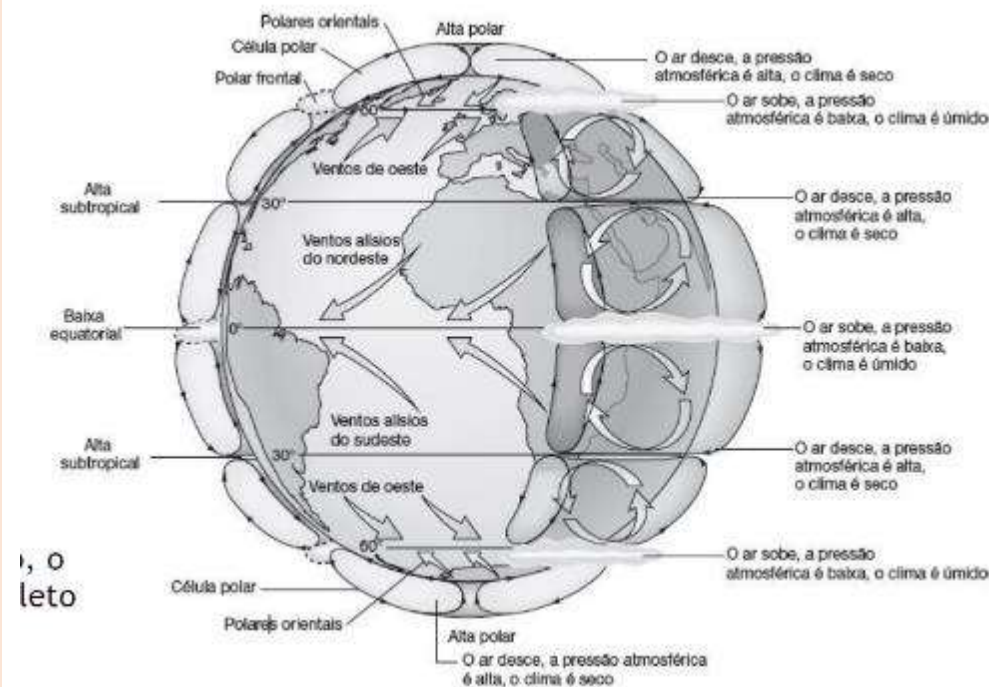
Circulação geral da atmosfera

Organização da circulação geral

1. Áreas que correspondem aos centros das altas pressões subtropicais e baixas equatoriais: ventos variáveis e calmas.
2. Nas faixas entre as altas pressões subtropicais e as baixas pressões equatoriais e baixas pressões polares: gradiente de pressão que gera um sistema de ventos permanentes – velocidade média e direção definida.
3. Entre as altas pressões polares e as baixas pressões polares: gradiente de pressão – sistemas de ventos permanentes (direção e velocidade média).
4. Sistemas de ventos formam cinturões latitudinais: circundam a Terra ao longo de latitudes +- definidas.

Circulação geral da atmosfera

- Ventos alísios: sopram das altas subtropicais as baixas equatoriais em ambos os hemisférios.
- ZCIT ou CIT: cinturão latitudinal de precipitação elevada como maior cobertura de nuvens. É para onde os ventos alísios convergem.
- Altas subtropicais: alta pressão de onde os ventos sopram para o equador e polos.
- Ventos de oeste: ventos vindos das altas subtropicais que vão em direção aos polos. No HS, são desviados para a esquerda e no HN, para a direita.
- Ventos polares: alimentam os ventos das regiões polares.



Fonte: Petersen et al. 2014.

Circulação geral da atmosfera

Circulação global no modelo três células e seus ventos associados.
Fonte: Steinke, 2012.

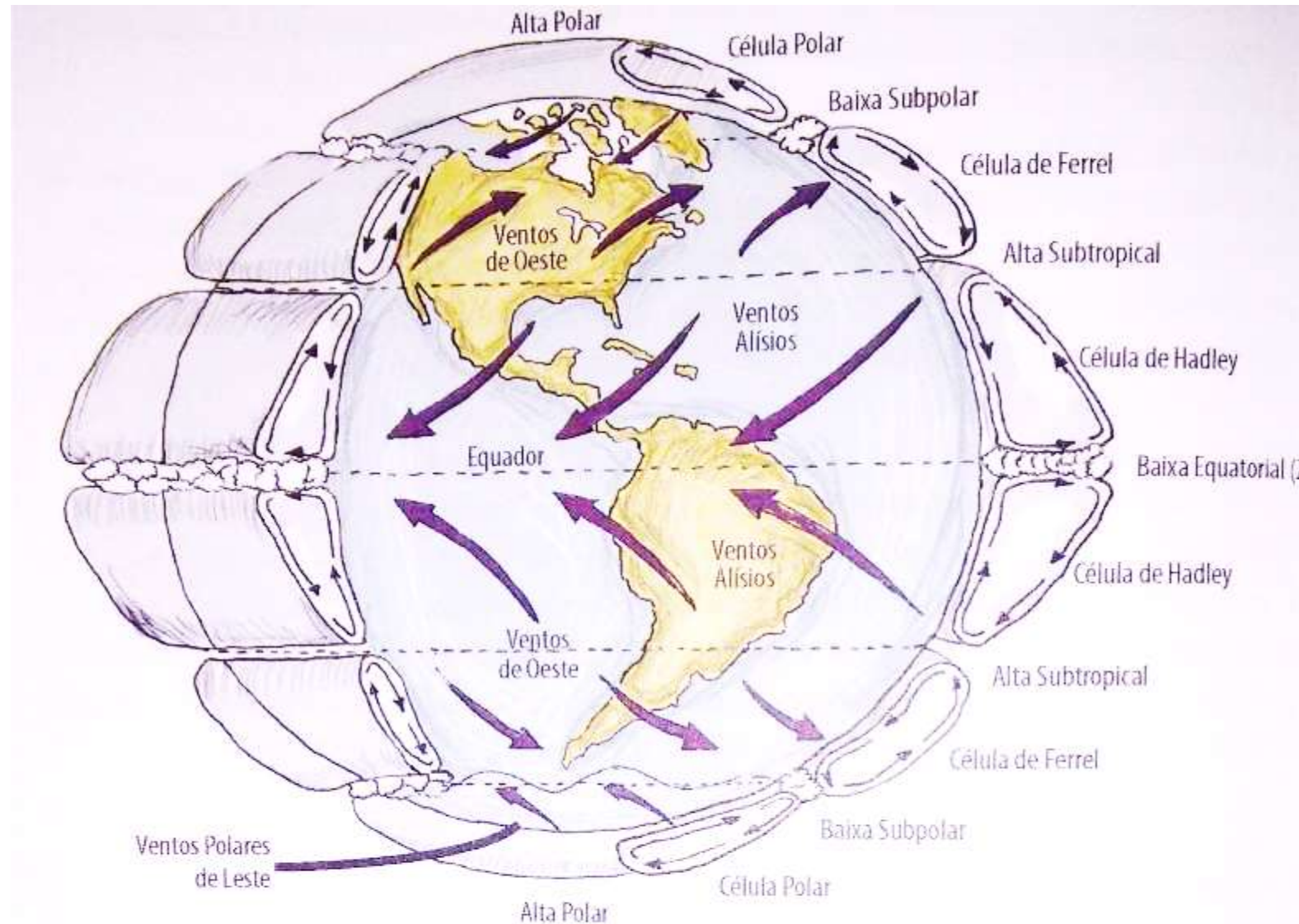


Fig. 9.6 Circulação global no modelo de três células e seus ventos associados
Fonte: adaptado de Lutgens e Tarbuck (1995).

Variações sazonais da circulação do ar

Monções: resultado da diferença de aquecimento no verão e de resfriamento no inverno entre continentes e oceanos.

Inverno: ar seco continental e muito frio

A diferença de resfriamento entre continente e oceano

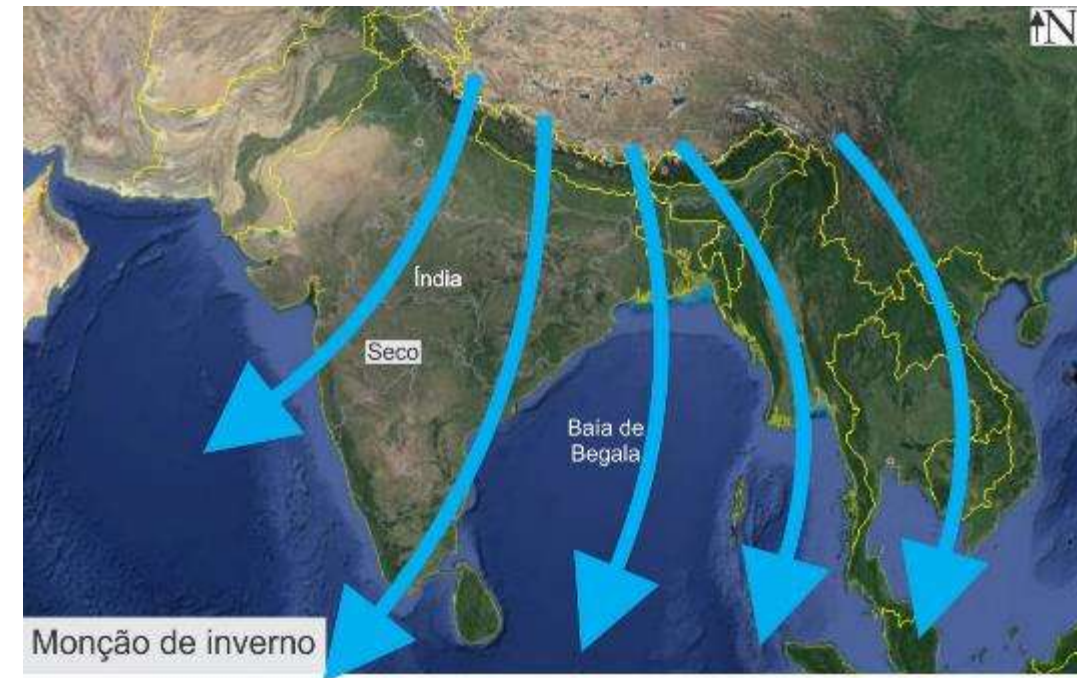
- >o continente – resfriamento mais rápido
- > oceano – resfriamento mais lento

Resultado:

- > continente mais frio – Alta pressão
- > oceano menos frio – Baixa pressão

Como o ar se movimenta da alta para a baixa pressão – resulta no movimento do ar do continente para o oceano.

Assim ocorrem: monção de inverno.



O ar continental seco sopra para fora da costa no inverno e cria a monção seca. Seca no sul da Ásia. **Fraca precipitação.**

Variações sazonais da circulação do ar

Monções: resultado da diferença de aquecimento no verão e de resfriamento no inverno entre continentes e oceanos.

Verão – ar quente e úmido

A diferença de aquecimento entre continente e oceano

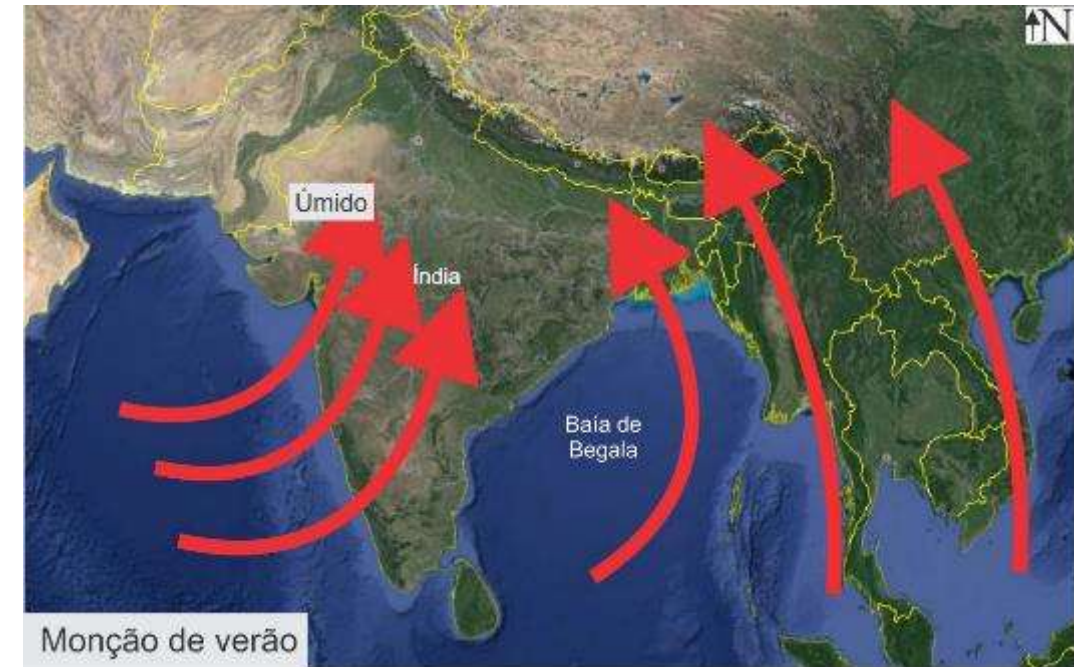
- >o continente – aquecimento mais rápido
- > oceano – aquecimento mais lento

Resultado:

- > continente mais quente – Baixa pressão
- > oceano menos quente – Alta pressão

Como o ar se movimenta da alta para a baixa pressão – resulta no movimento do ar do oceano para o continente

Assim ocorrem: monção de verão.



As inversões sazonais na direção do vento criam o sistema de monção asiática. Monção úmida, com seu fluxo costeiro de ar tropical no verão, **forte precipitação**.

Variações diárias da circulação do ar

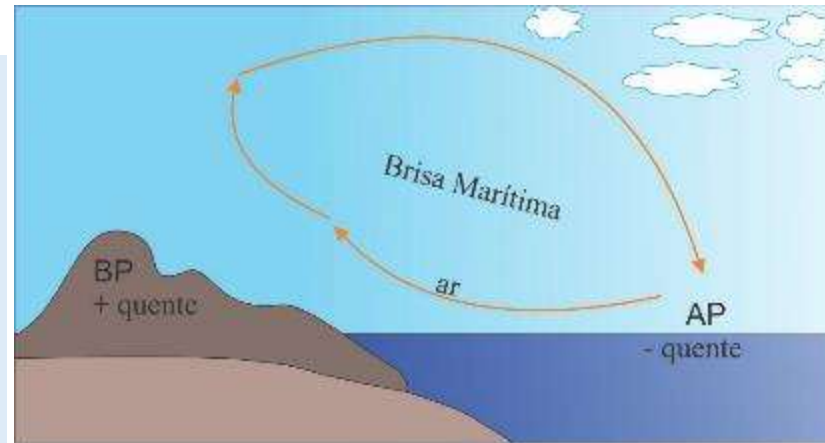
Brisas marítimas e terrestre

Dia

Diferença de aquecimento entre continente e oceano.

Continente o aquecimento é mais rápido - BP

Oceano o aquecimento é mais lento - AP

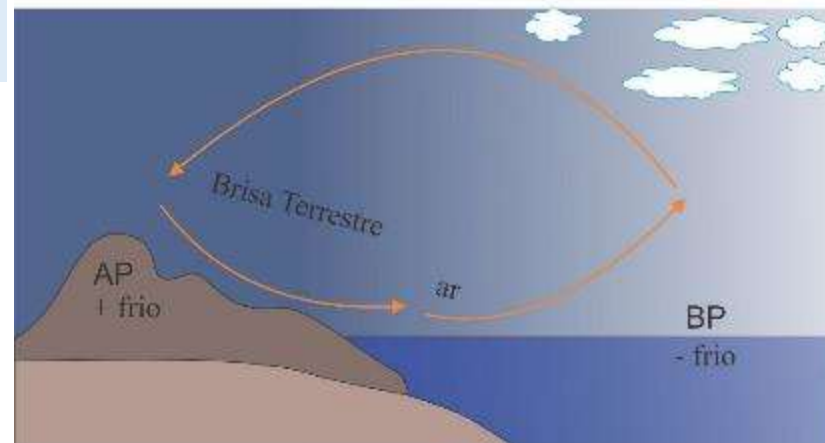


Noite

Diferença de resfriamento entre continente e oceano.

Continente resfria mais rápido - AP

Oceano resfria mais lento - BP



Variações diárias da circulação do ar

Brisas do vale e da montanha

Brisa do vale Dia

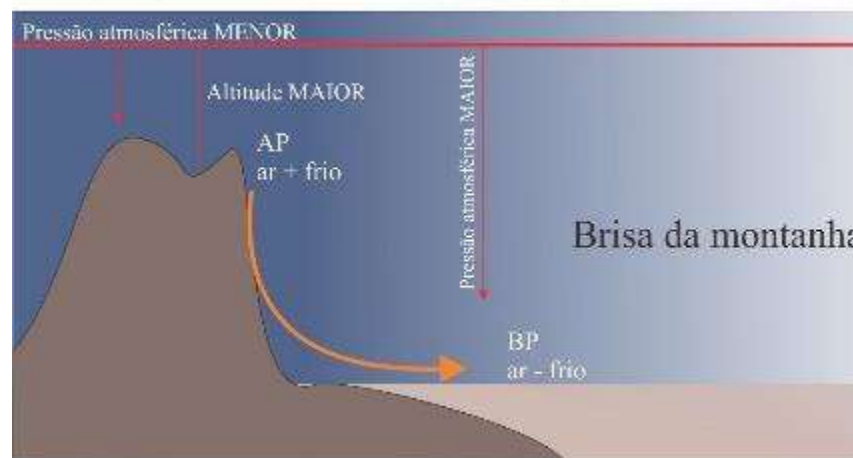
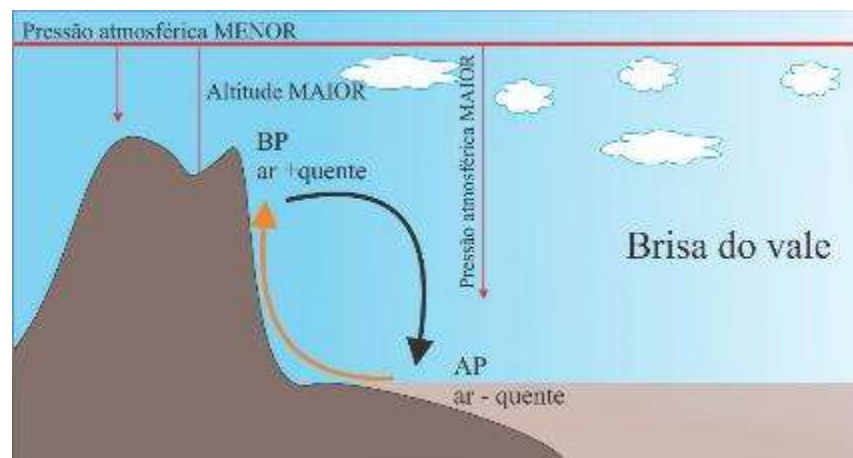
No vale: aquecimento mais lento devido a maior espessura da atmosfera.

Vertente da montanha: aquecimento mais rápido devido a menor espessura da atmosfera.

Assim:

Ar junto à superfície é mais quente nas vertentes -> BP;

Ar junto à superfície menos quente no vale -> AP



Brisa da montanha Noite

Diferença de resfriamento da montanha e do vale.

Vale: resfriamento é mais lento devido à maior espessura da atmosfera;

Vertente: resfriamento mais rápido devido a menor espessura da atmosfera.

Assim:

Ar junto à superfície é mais frio nas vertentes: ar com maior densidade -> o ar frio desce em direção ao vale.

Ar junto à superfície é menos frio no vale: menor densidade.

EL NIÑO E LA NIÑA

O **El Niño** é um fenômeno caracterizado pelo aquecimento das águas superficiais nas regiões central e leste do oceano Pacífico, mais particularmente na costa do Peru. A circulação das correntes quentes nesta região só recebe o nome de El Niño quando a anomalia for superior a 1°C.

O fenômeno é notado com maior força nas costas peruanas, já que as águas frias derivadas do fundo oceânico e da corrente de Humboldt são interceptadas por águas quentes do norte e oeste.

Este fenômeno regional assume dimensões continentais à medida que provoca desarranjos de toda ordem em vários climas da Terra.

Um evento pode ocorrer no intervalo de 1 a 10 anos.

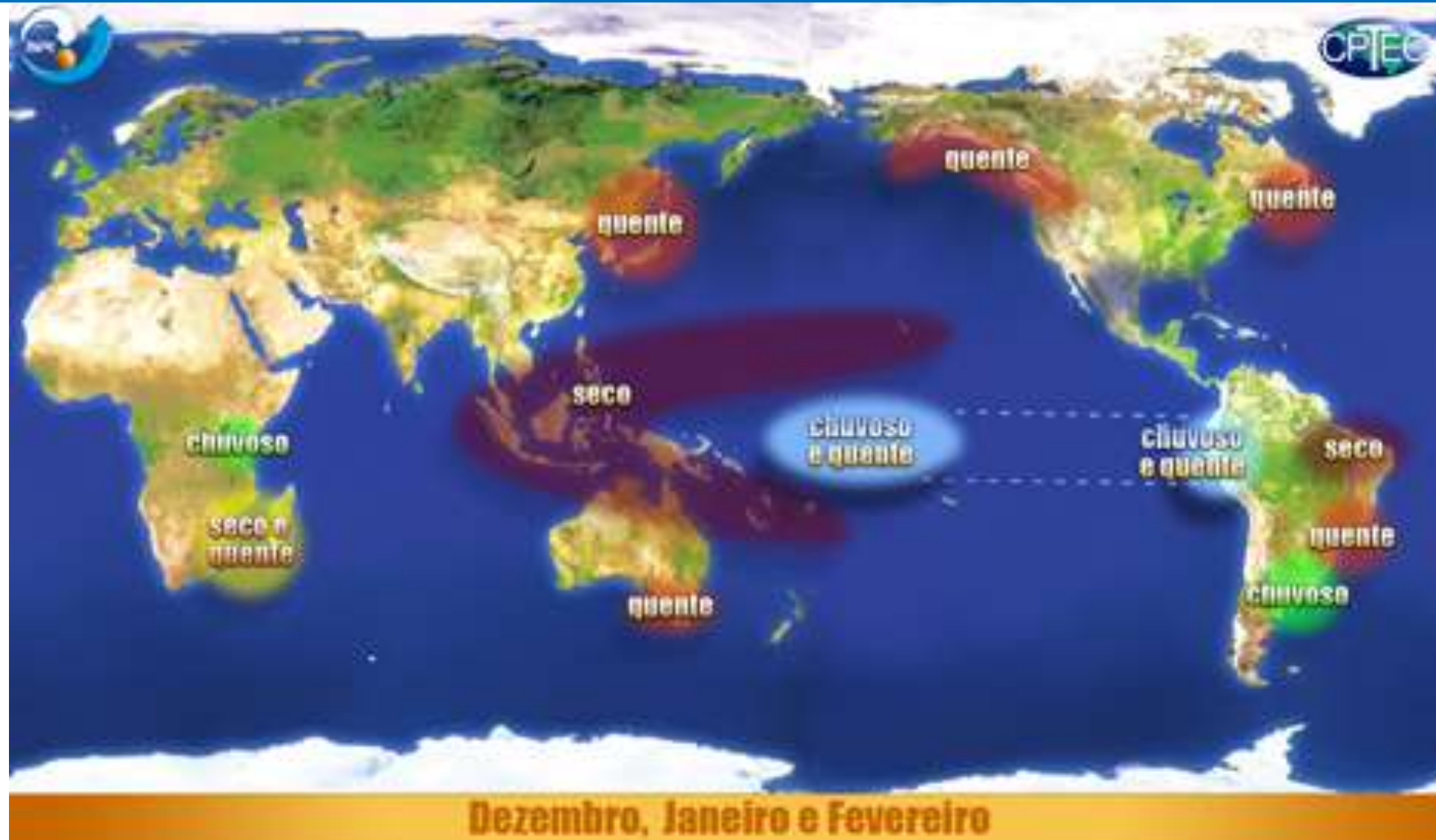
EL NIÑO E LA NIÑA

O fenômeno **La Niña** caracteriza-se pelo resfriamento atípico das águas do Pacífico e desempenha considerável impacto nas atividades humanas.

Ocorre quando a porção leste do Pacífico (Taiti) fica sujeita ao aumento de suas pressões, quando a situação barométrica padrão da Célula de Walker acentua-se.

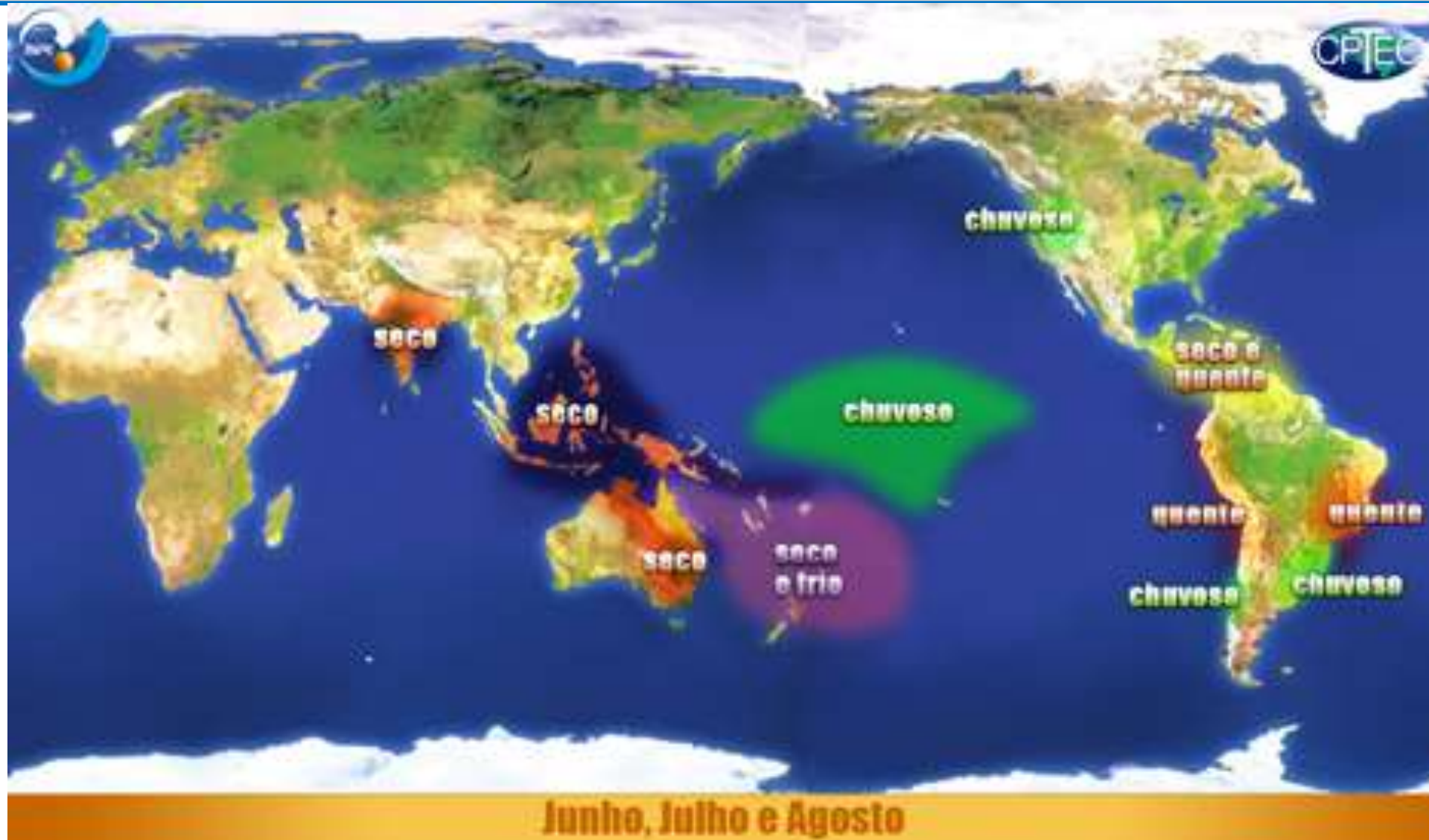
Em geral, episódios La Niñas têm frequência de 2 a 7 anos.

EL NIÑO E LA NIÑA



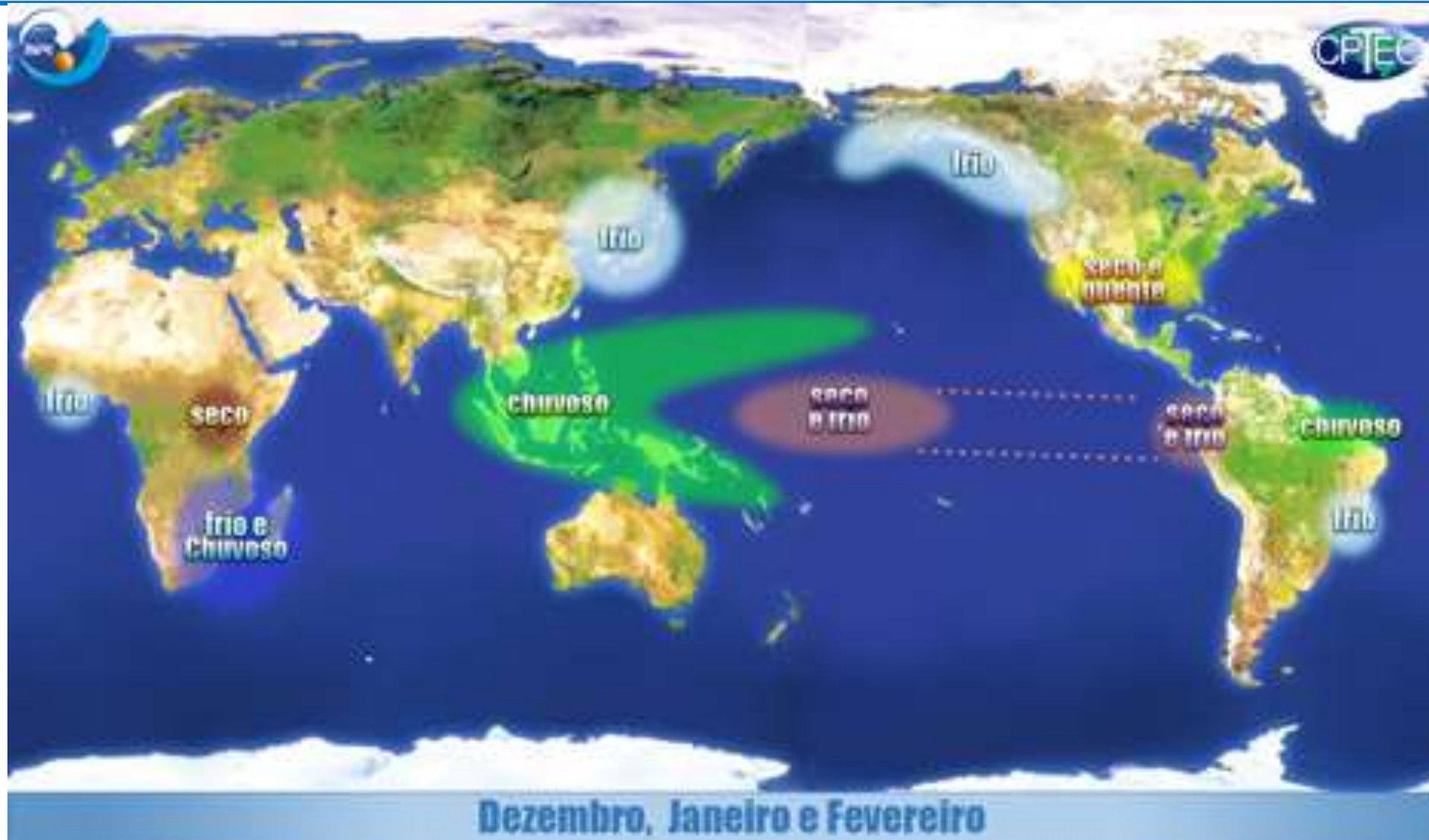
Características climáticas em anos de EL NINO. Fonte: <http://enos.cptec.inpe.br/>

EL NIÑO E LA NIÑA



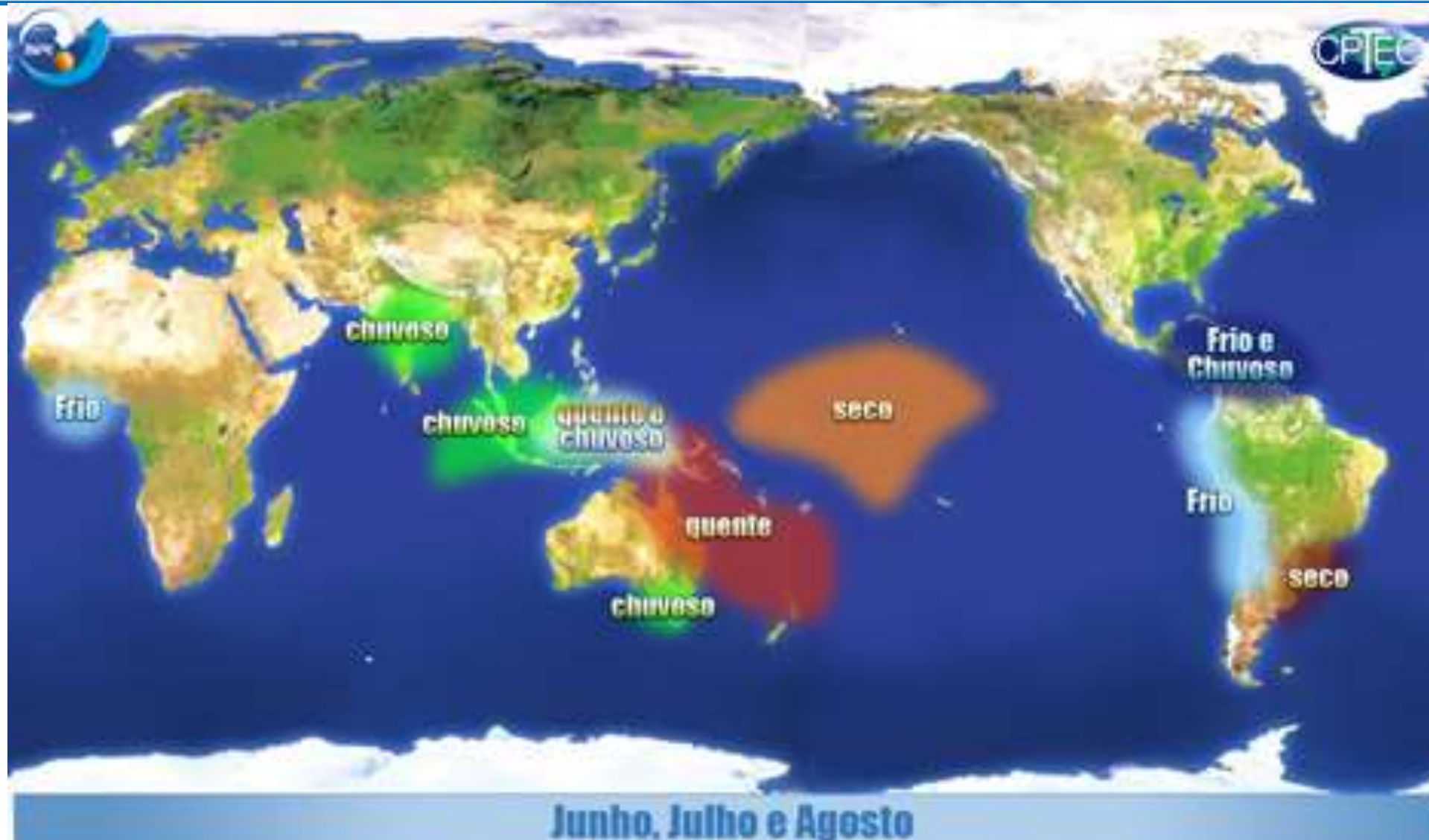
Características climáticas em anos de EL NINO. Fonte: <http://enos.cptec.inpe.br/>

EL NIÑO E LA NIÑA



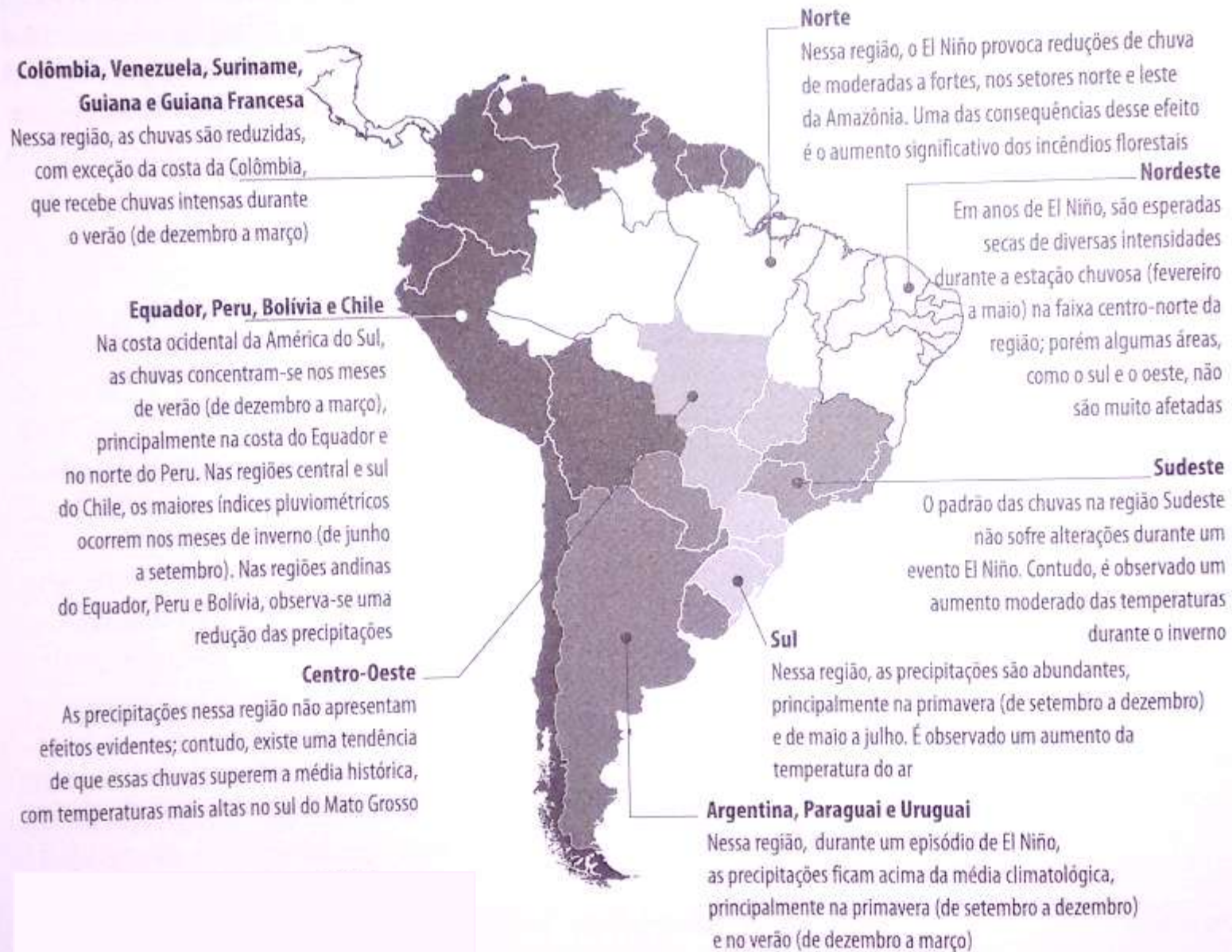
Características climáticas em anos de LA NINA. Fonte: <http://enos.cptec.inpe.br/>

EL NIÑO E LA NIÑA



Características climáticas em anos de LA NINA. Fonte: <http://enos.cptec.inpe.br/>

EL NIÑO E LA NIÑA



Efeitos do El Niño na América do Sul.
Fonte: Mendonça e Oliveira, 2007.

Referências

- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Tradução: Maria Juraci Zani dos Santos. ed.5ª, Rio de Janeiro: Bertrand, 1998.
- INPE. Fenômenos ENOS. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: abril 2018.
- MENDONÇA, F. **Climatologia**: noções básicas e climas no Brasil. São Paulo: Oficina de textos, 2007.
- 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 aula**. s/d.
- STEINKE, E. T. **Climatologia Fácil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.
- VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. 2ª versão digital. Recife, 2006.

- Apresente as principais características do clima monçônico.
- Qual a frequência de ocorrência do El niño?
- Que motivo leva a ocorrência do El niño?
- O que são brisas do vale e da montanha?
- O que diferencia o ciclone do anticiclone?
- O que é ZCIT?
- O que significa efeito Curiollis?