



Meteorologia

Aula 4.2 - Ventos – Sistemas globais

Prof. Renato Ramos da Silva
Universidade Federal de Santa
Catarina - UFSC

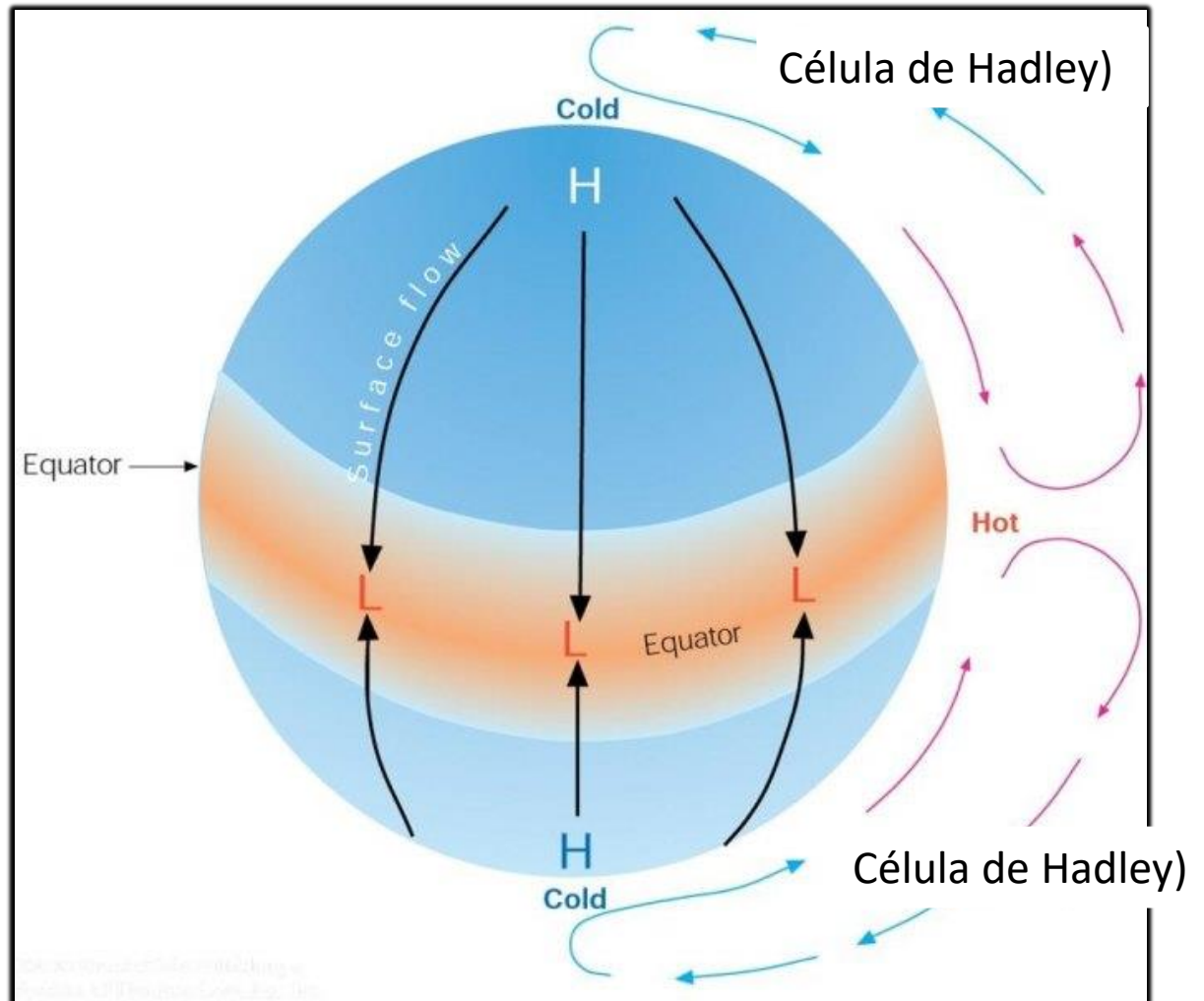
Para estudar as circulações globais precisamos considerar alguns modelos básicos:

(a) Modelo de célula única

Neste modelo assumimos que:

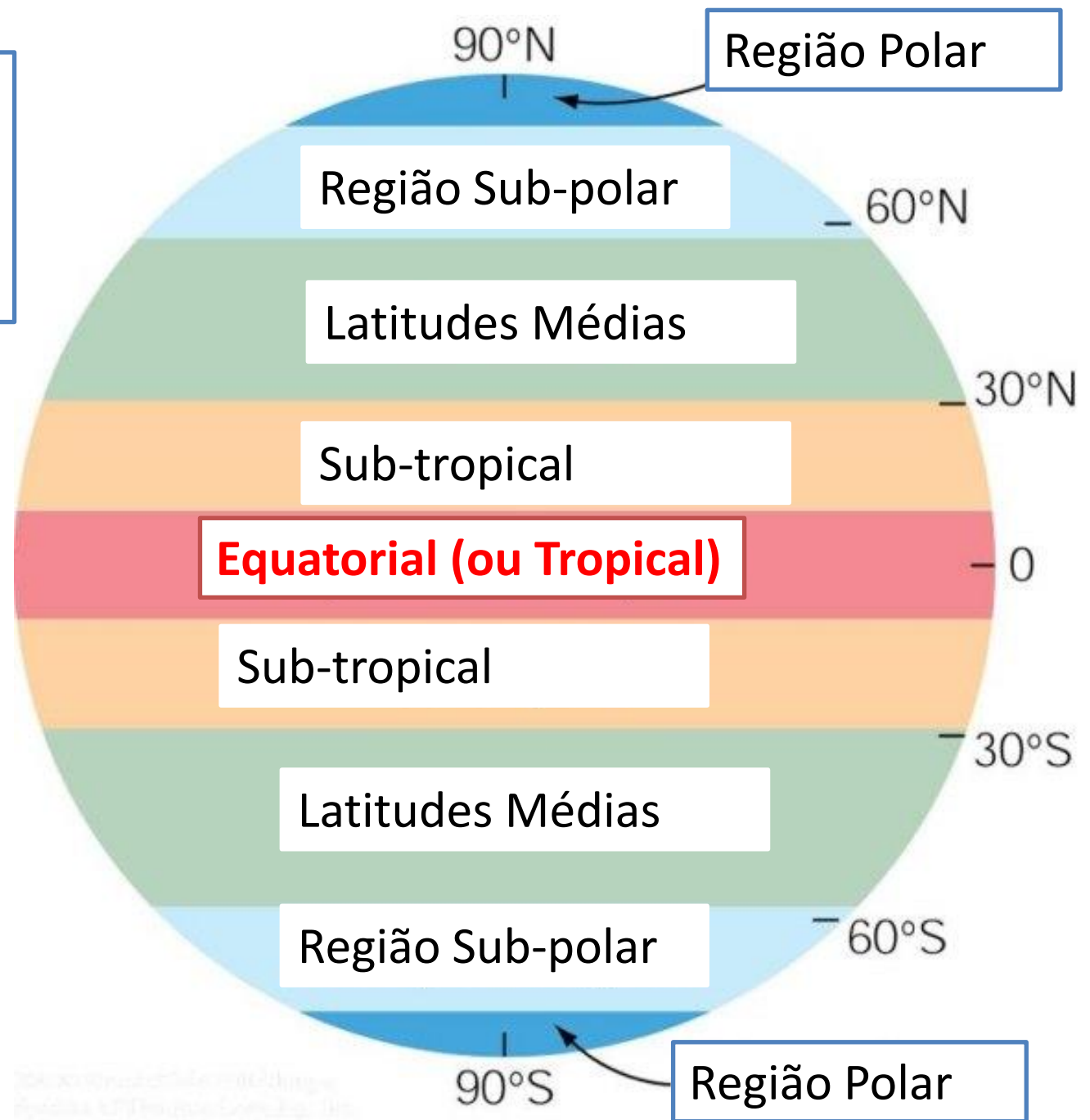
1. A superfície do planeta é coberta com **água** e não existe as diferenças de temperatura entre terra-oceano.
2. O **sol** está sempre sobre o equador.
3. A terra **não roda** (temos apenas a força **gradiente de pressão**).

Neste modelo temos uma grande **célula** em que **ar quente** sobe próximo do equador e desce nos polos.



Esta célula é denominada célula de **Hadley (George Hadley)**.

Regiões do globo e suas denominações em função da latitude.



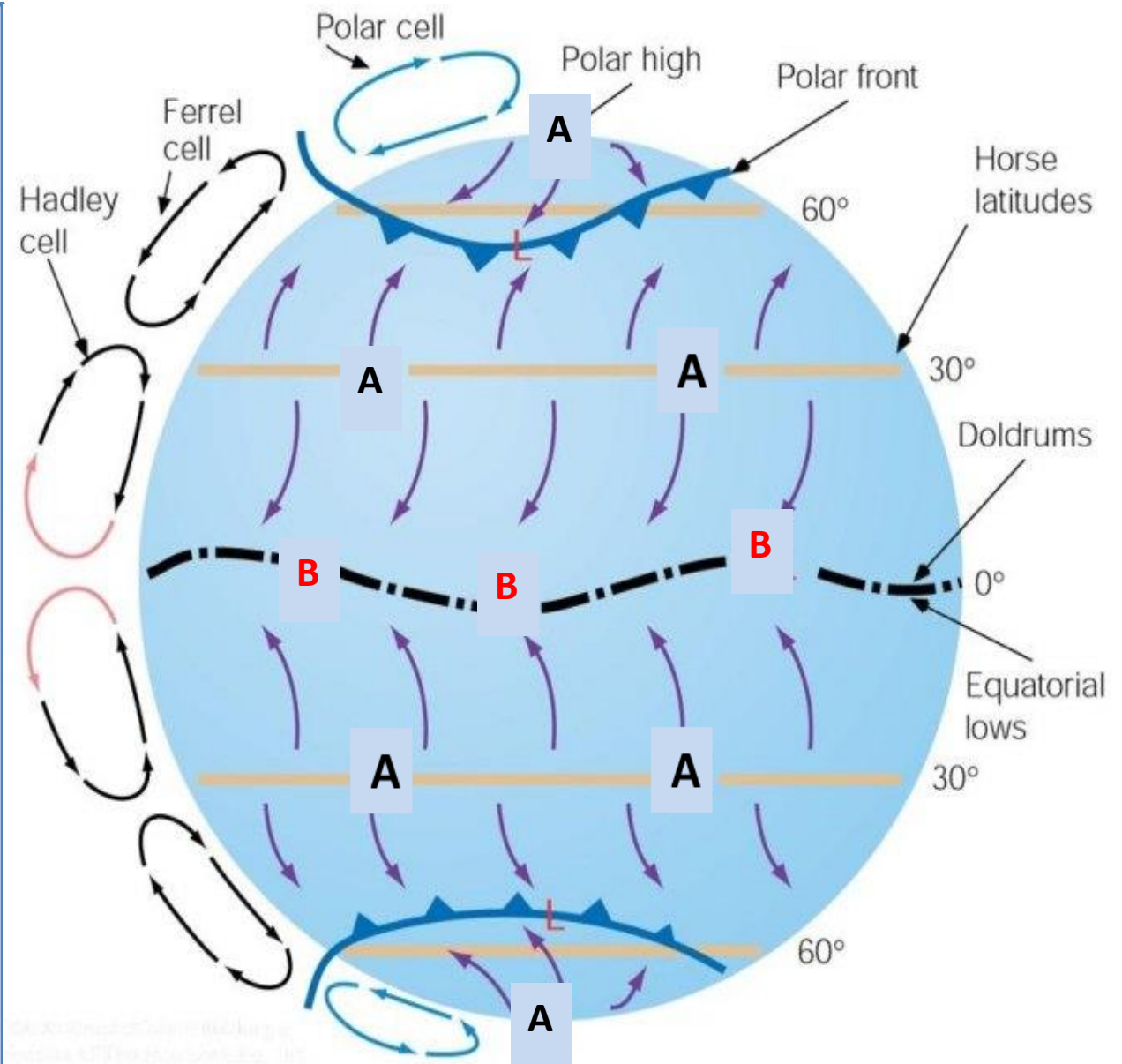
Modelo de 3 células

Este modelo mais realístico considera o movimento de **rotação da terra**, que quebra a célula única em várias outras células.

Neste caso temos 3 células que tem o papel de **distribuir a energia** globalmente.

Neste modelo temos um centro de **baixa pressão** nos trópicos e **alta pressão** nos polos.

A célula de **Hadley** localiza-se entre o Equador e 30° de latitude.



Modelo de 3 células

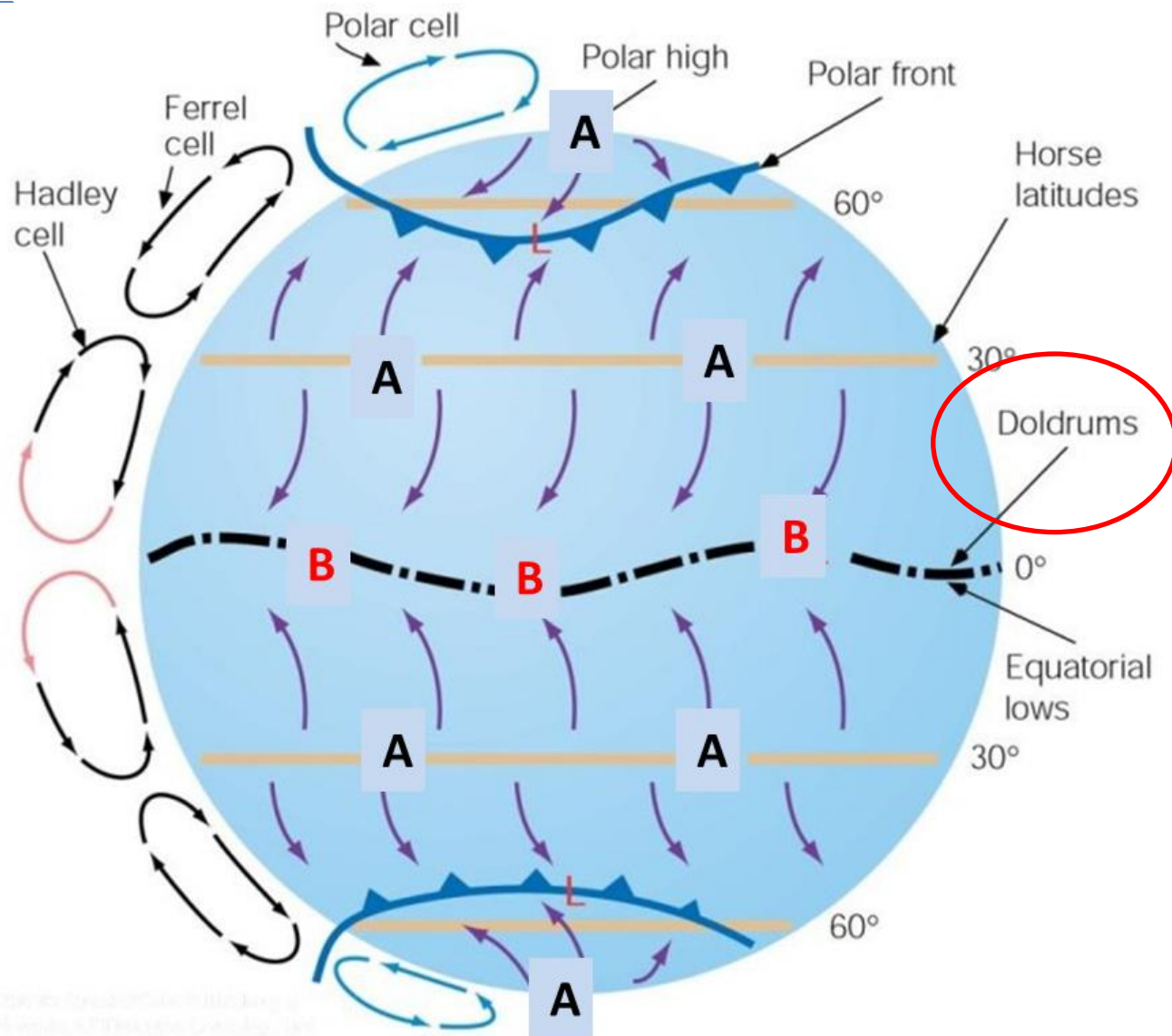
Sob as águas equatoriais, o ar é quente, os gradientes de pressão e os ventos são fracos

(**doldrums** = estagnação).

Neste região ar quente sobe formando nuvens profundas e transportando calor latente para alimentar a célula de **Hadley**.

Note que devido á aceleração de **Coriolis**, os ventos meridionais viram para a direita no hemisfério norte e para a esquerda no hemisfério sul.

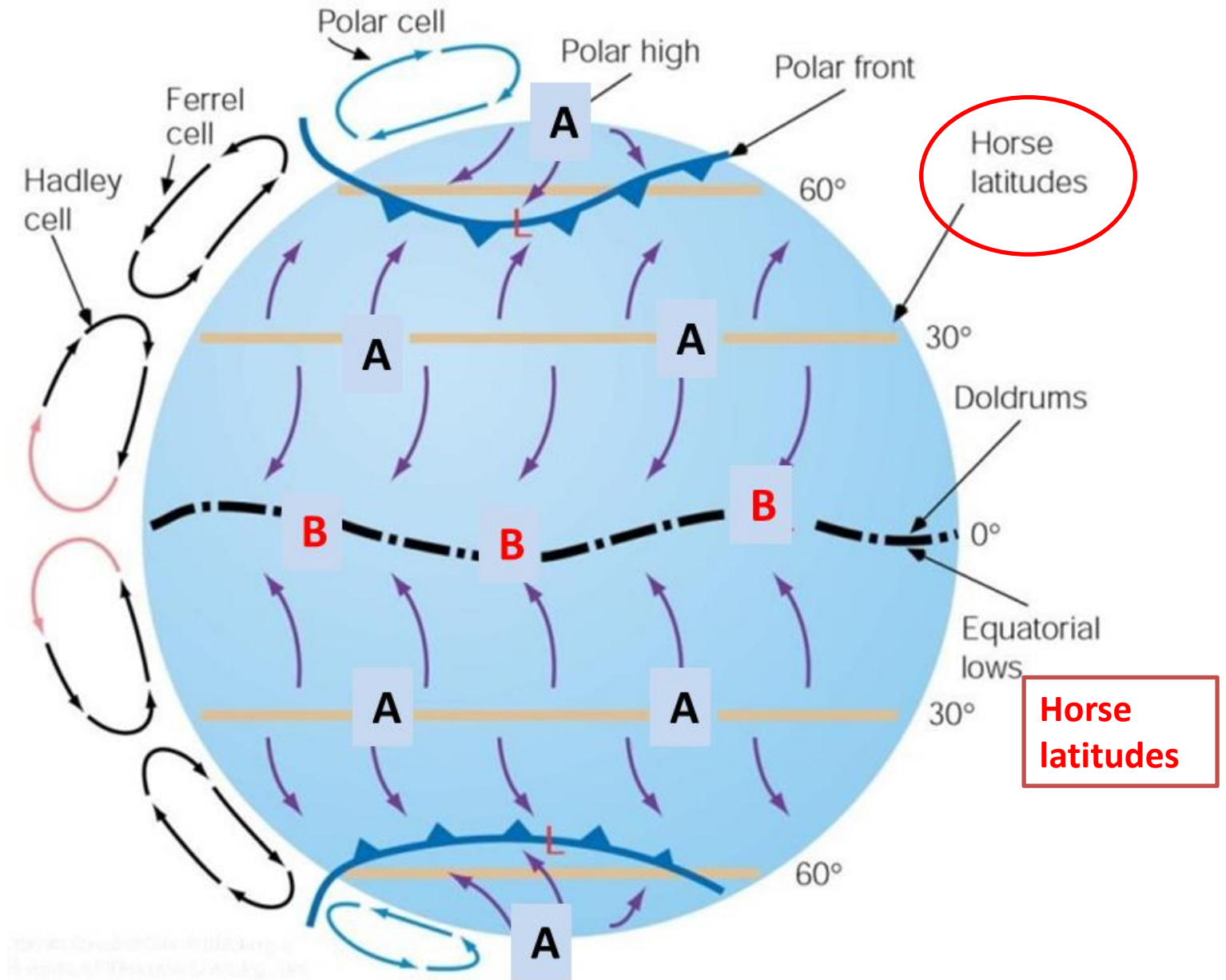
Próximo de **30°** de Latitude o ar superior converge produzindo uma região de alta pressão denominada **Alta subtropical**.



Modelo de 3 células

Nas regiões de **subsidiência** (**30 graus latitude**) temos geralmente céu claro e é onde encontramos a maioria dos **desertos** do planeta (e.g. Deserto do Sahara).

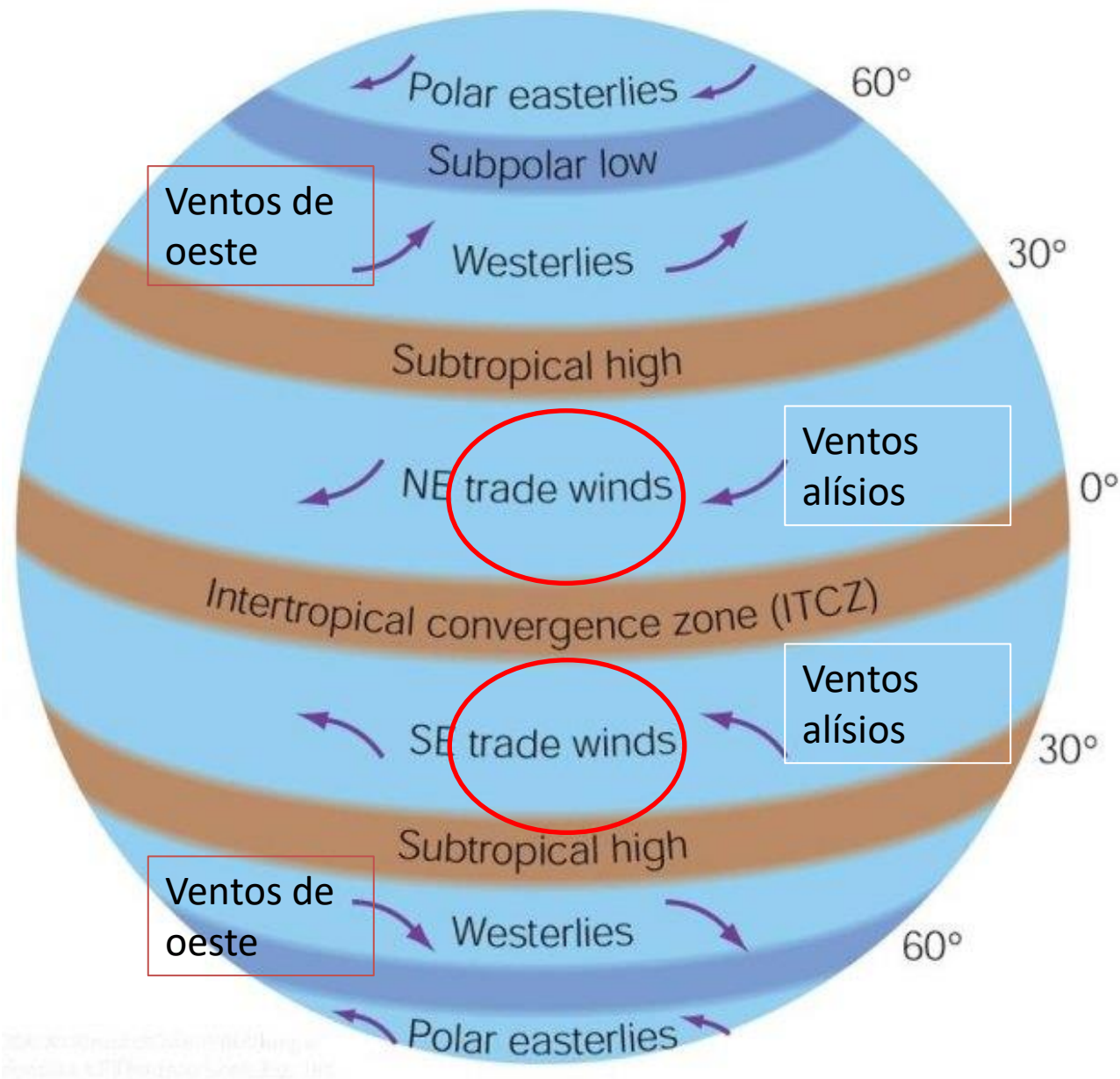
Nesta região os ventos são muito fracos e antigamente navegantes tinham que descartar os cavalos á bordo (***horse latitudes, i.e. latitude de cavalos***).



Os ventos que movem-se na superfície em direção ao Equador mudam de direção produzindo os ventos **alísios**. (*Trade winds*).

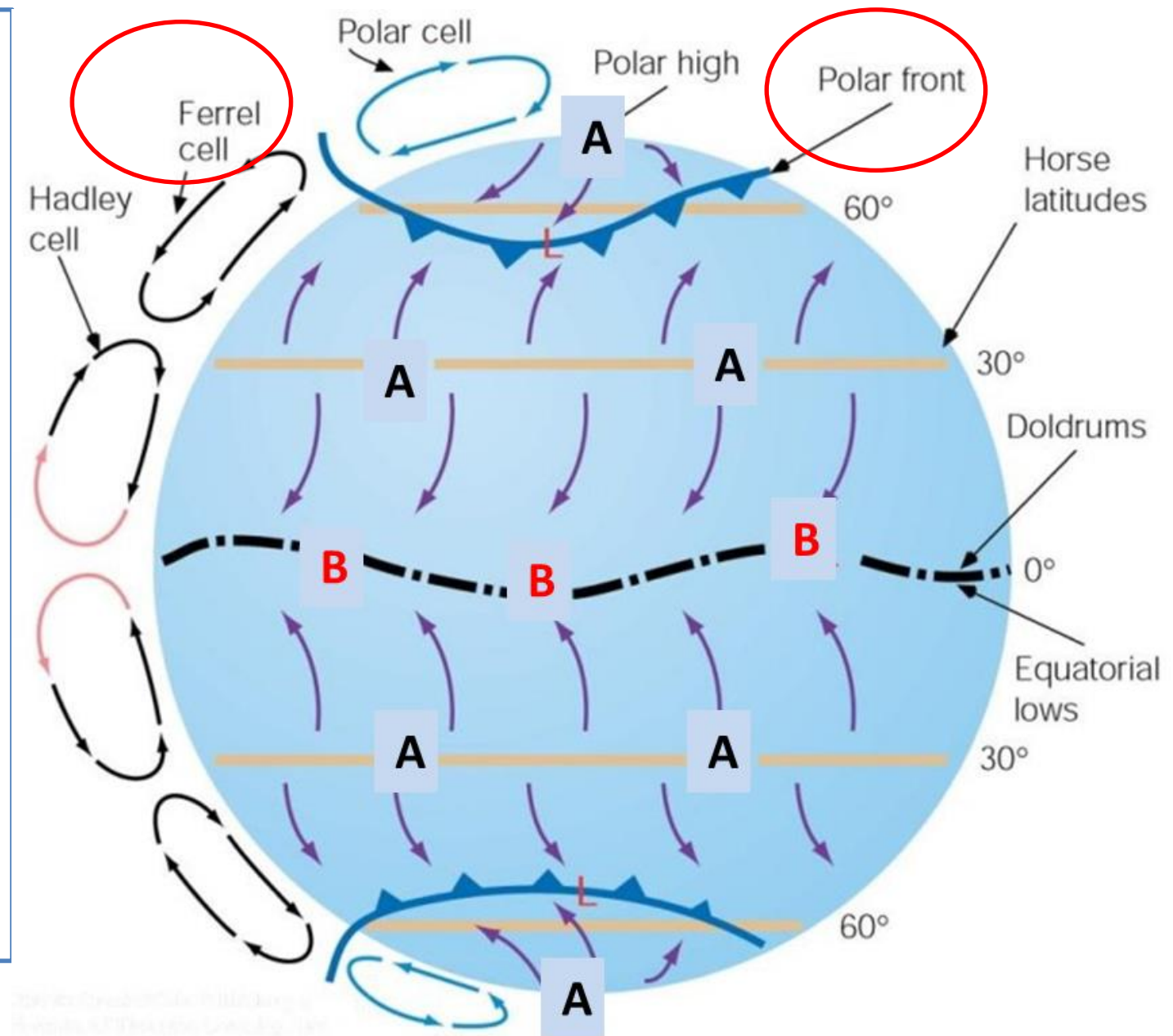
Próximo do equador temos a convergência dos ventos de nordeste do hemisfério norte com os ventos de sudeste do hemisfério sul dando origem à Zona de Convergência Inter-tropical (**ITCZ**).

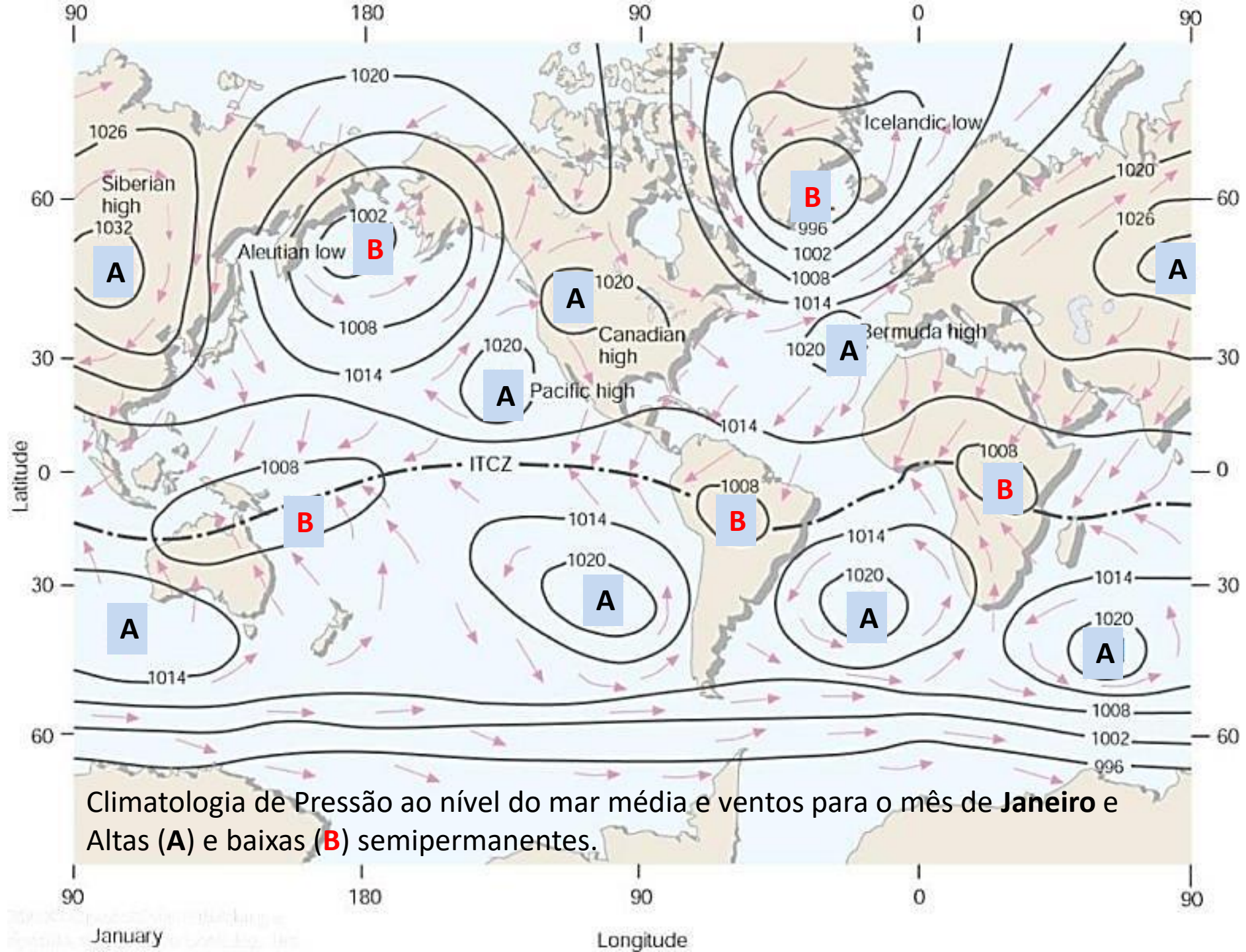
Parte dos ventos que movem-se a partir de 30° em direção aos polos mudam direção dando origem aos **ventos de oeste** em ambos os hemisférios.



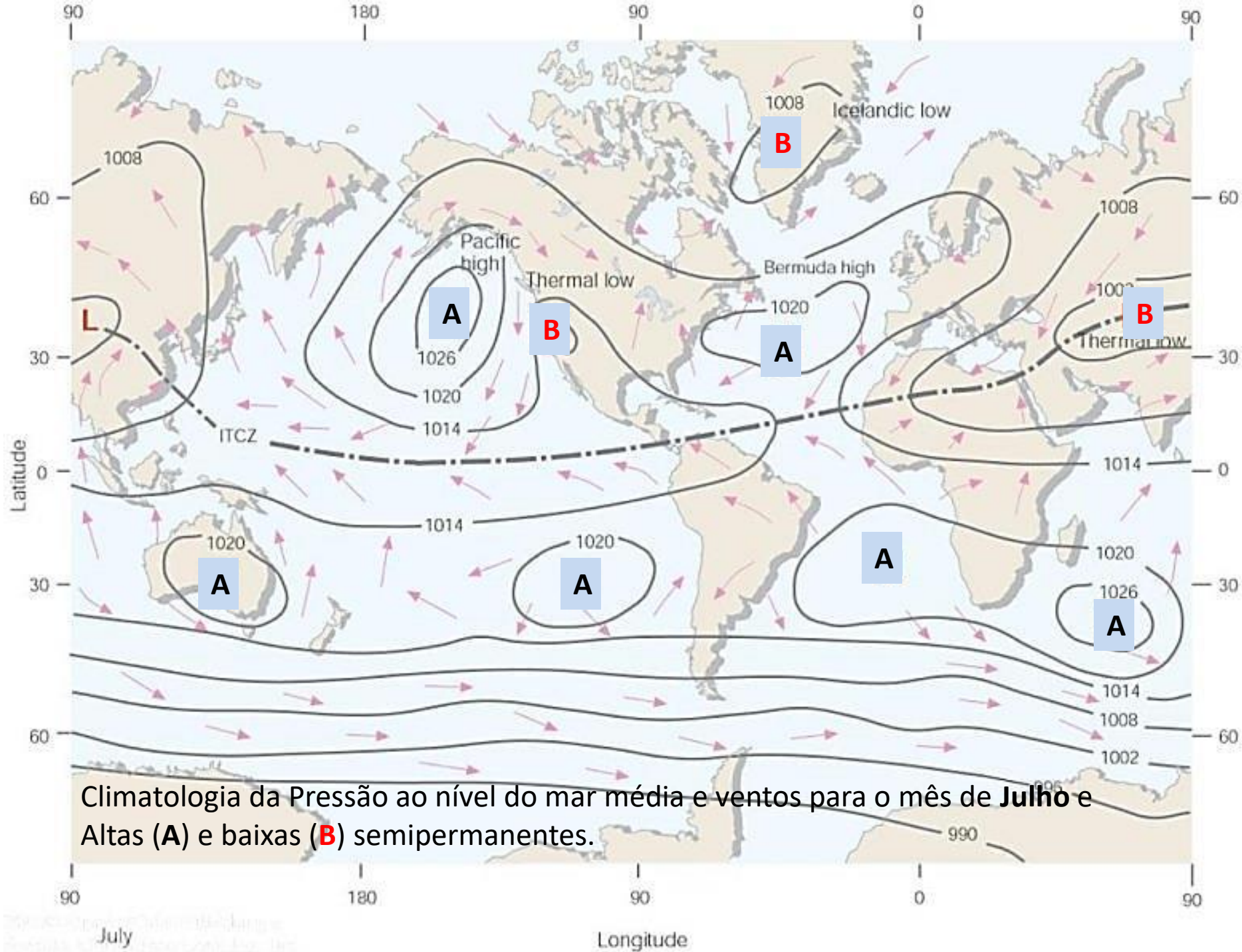
Próximo dos **polos** o ar quente dos trópicos encontra-se com a massa de ar frio polar dando origem à **frente polar** onde o ar converge e sobe dando origem á nuvens e tempestades.

Devido á convergência na frente polar temos o retorno acima gerando a Célula de **Ferrel** (William Ferrel).





Climatologia de Pressão ao nível do mar média e ventos para o mês de **Janeiro** e Altas (A) e baixas (B) semipermanentes.



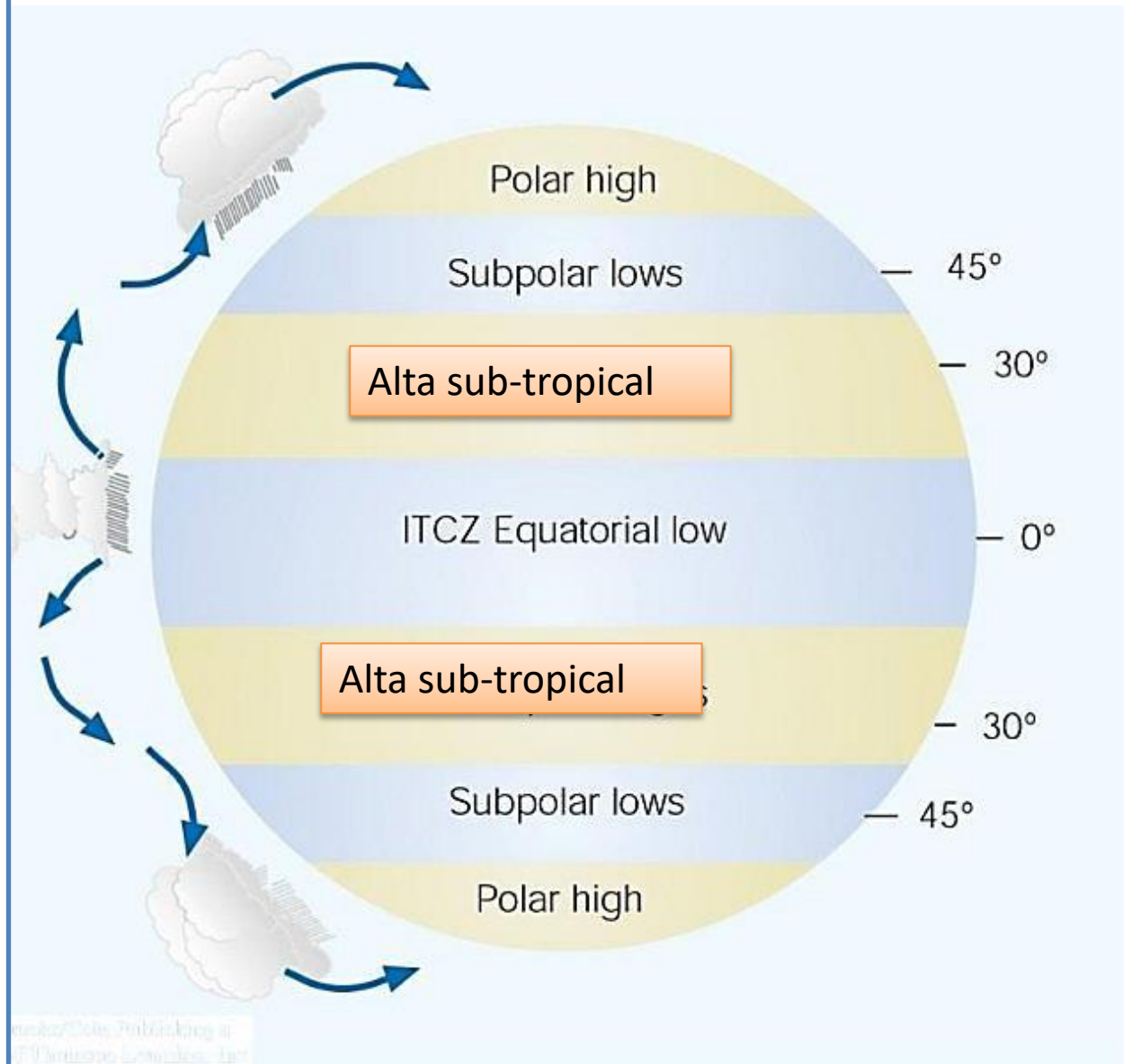
Climatologia da Pressão ao nível do mar média e ventos para o mês de **Julho** e Altas (A) e baixas (B) semipermanentes.

As regiões de convergência de ar tem importante influencia na formação de **precipitação**.

Nas regiões onde o **ar quente** sobe, temos precipitação e, nas regiões onde o ar tem movimento descendente, temos céu claro.

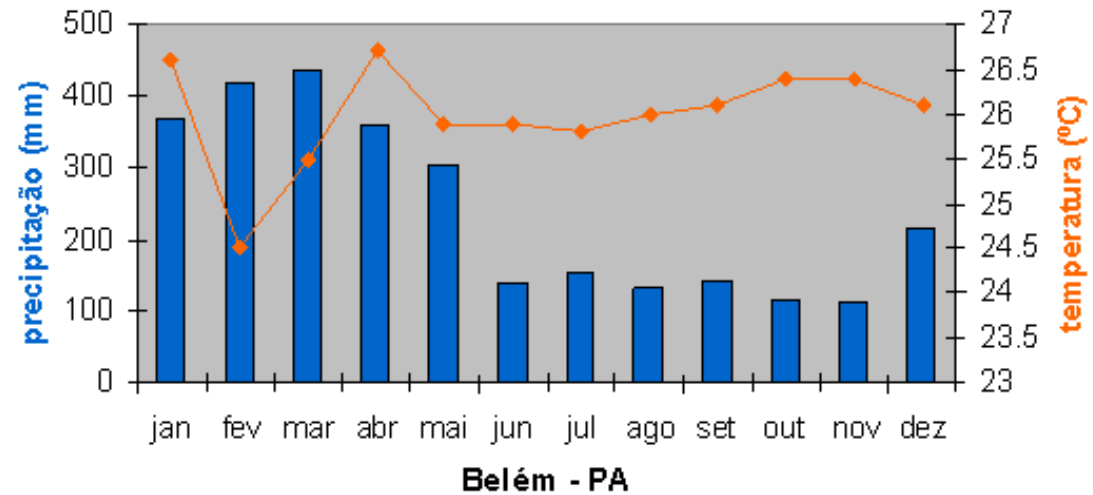
Áreas de muita precipitação ocorrem nos trópicos onde temos a **ZCIT** e entre 40° e 50° de latitude onde temos as tempestades de **latitudes médias**.

Áreas de **baixa precipitação** são encontradas nas regiões da **alta sub-tropical** e nos polos onde o ar é frio e seco.

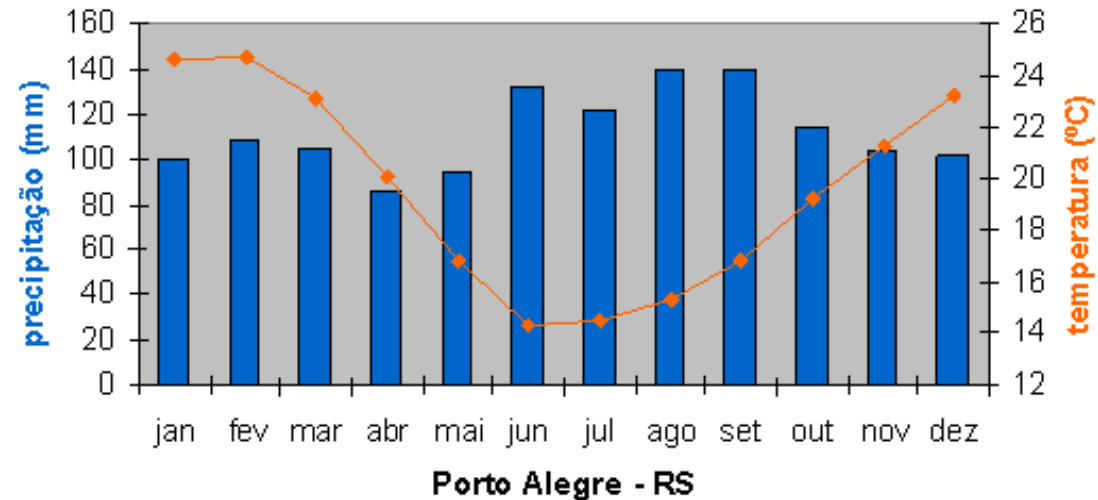


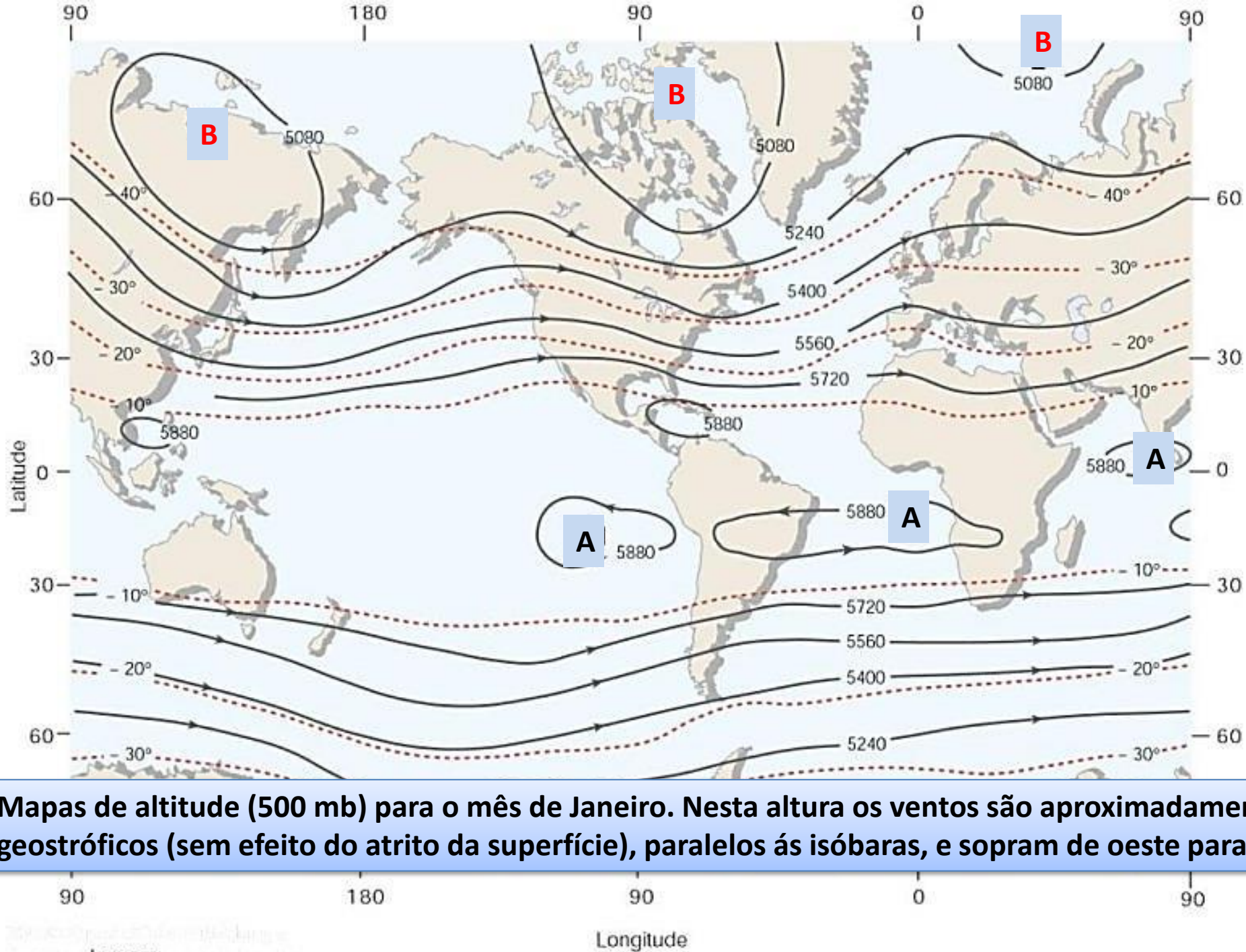
Comparando a precipitação climatológica de uma localidade próximo da Zona de Convergência Intertropical (ITCZ) com outra mais ao sul, notamos que ocorre muito mais precipitação em: **Belém** (mais de 400 mm) do que em **Porto Alegre** (aprox. 140 mm).

Climatologias de Precipitação e Temperatura

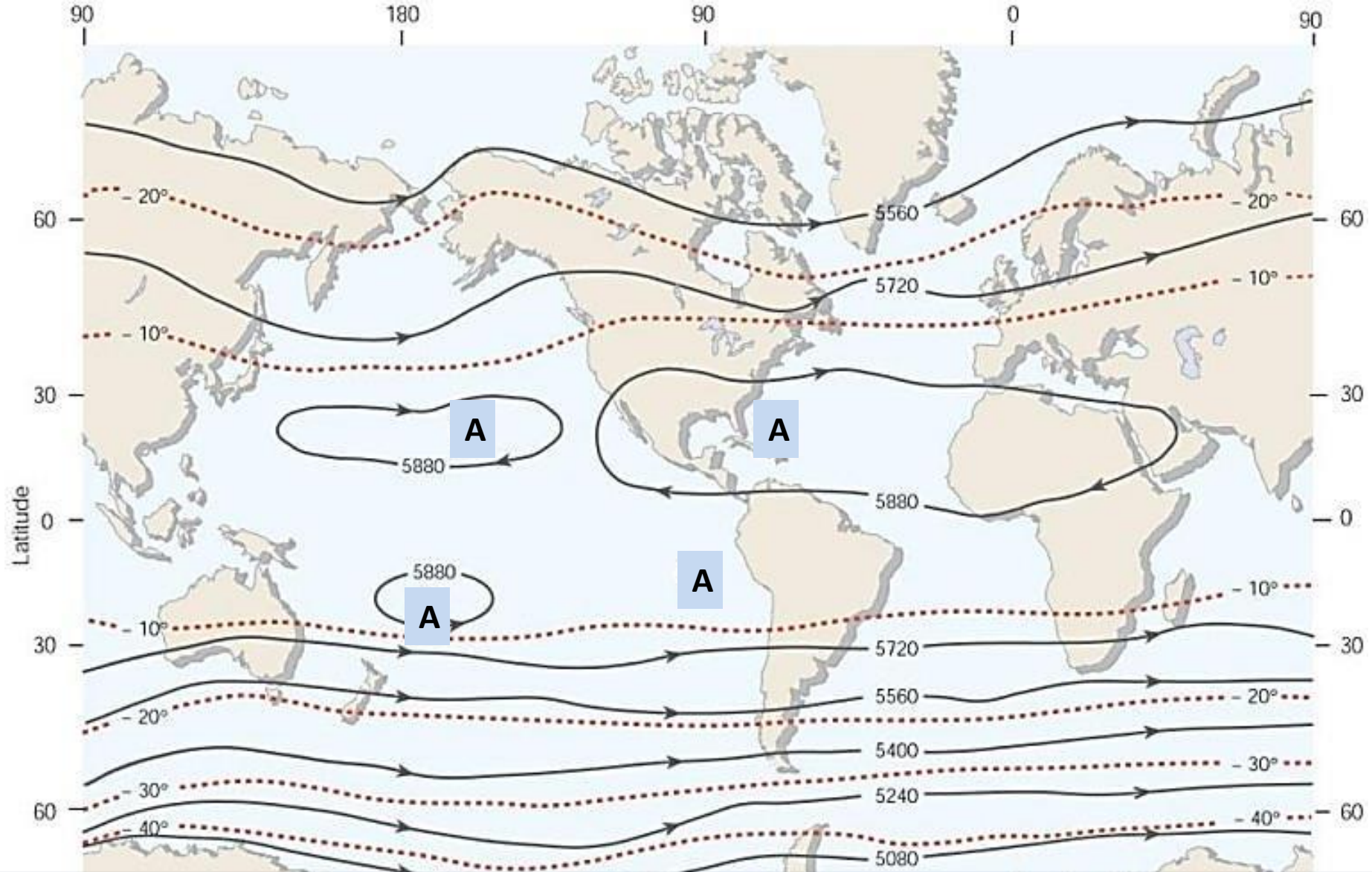


Climatologias de Precipitação e Temperatura





Mapas de altitude (500 mb) para o mês de Janeiro. Nesta altura os ventos são aproximadamente geostróficos (sem efeito do atrito da superfície), paralelos às isóbaras, e sopram de oeste para leste.



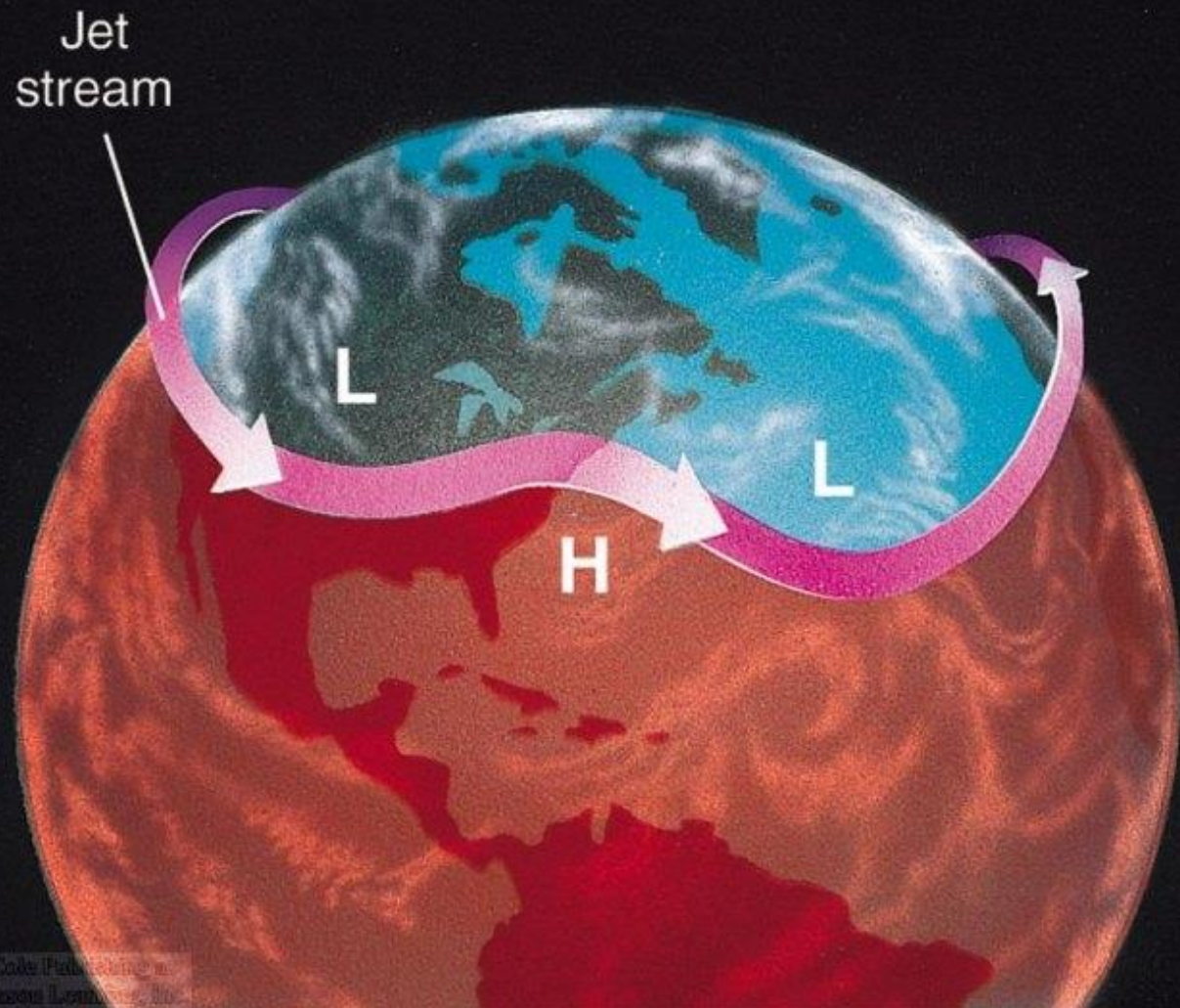
Mapas de altitude (500 mb) para o mês de Julho. Nesta altura os ventos são aproximadamente geostróficos (sem efeito do atrito da superfície) e paralelos às isóbaras, e sopram de oeste para leste.

Correntes de jato são correntes de ar que movem-se por milhares de quilômetros mas possuem alguns poucos quilômetros de largura.

Estes **jatos** são geralmente encontrados entre **10 e 15 km** de altitude na tropopausa.

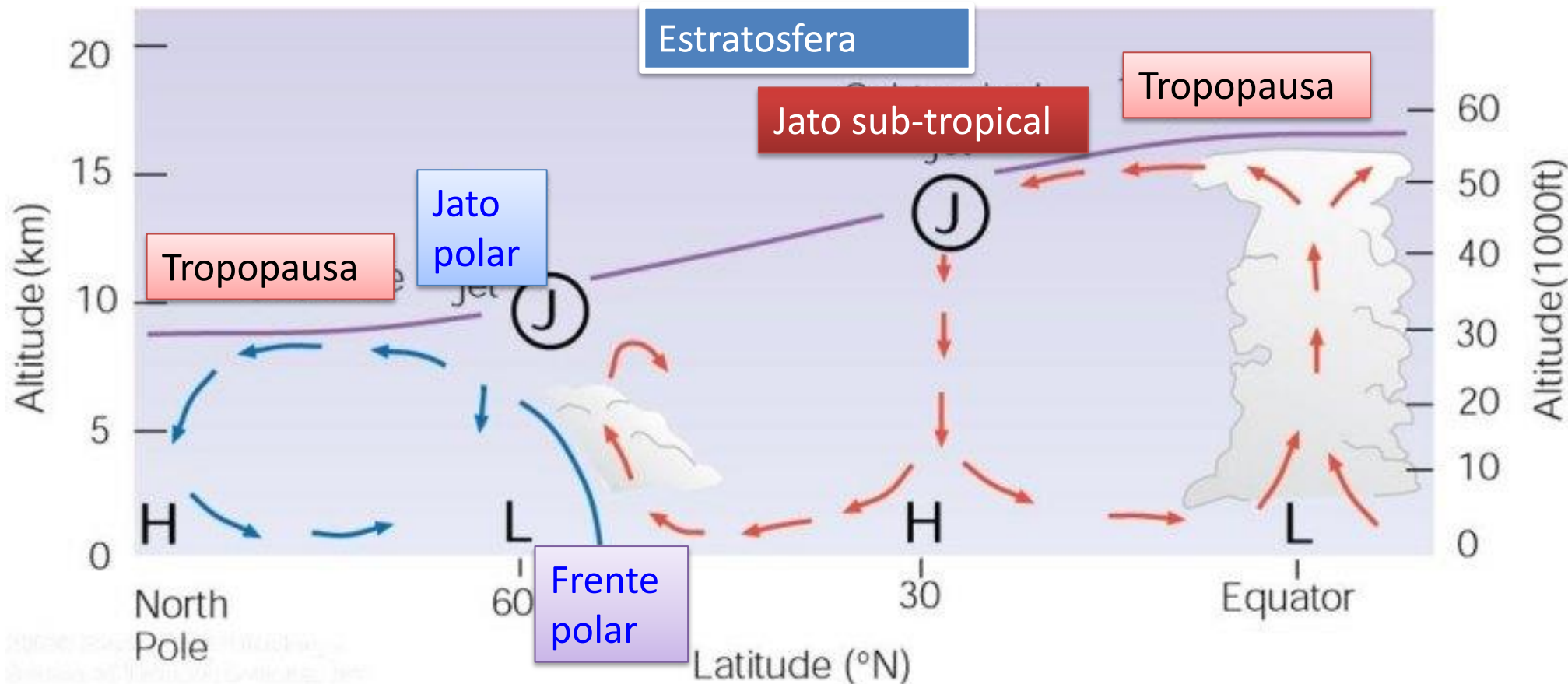
Eles só foram observados de perto por aviões durante a II guerra mundial, mas já havia suspeita de sua existência devido ao movimento rápido das nuvens cirrus.

A velocidade destes ventos pode ser da ordem de **200 km/hr**.



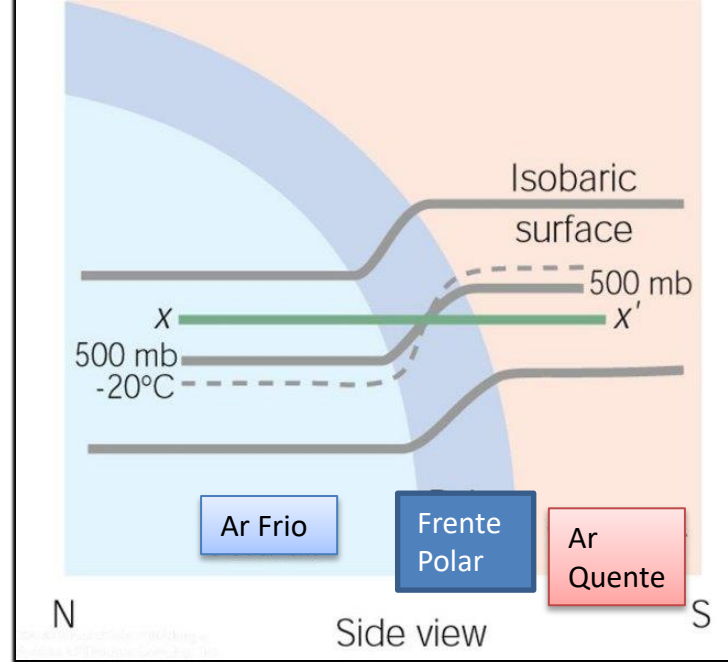
A figura abaixo mostra a posição aproximada dos jatos **subtropical e polar** para a época de inverno no hemisfério norte.

Nesta figura a direção do jato é entrando pela página (para oeste) pois estamos no hemisfério norte. O **jato subtropical** localiza-se em aproximadamente **30º** de latitude a uma altitude de 13 km (na tropopausa) e o **jato polar** situa-se próximo da frente polar. Em alguns casos podemos ter a confluência (encontro) entre os dois jatos.

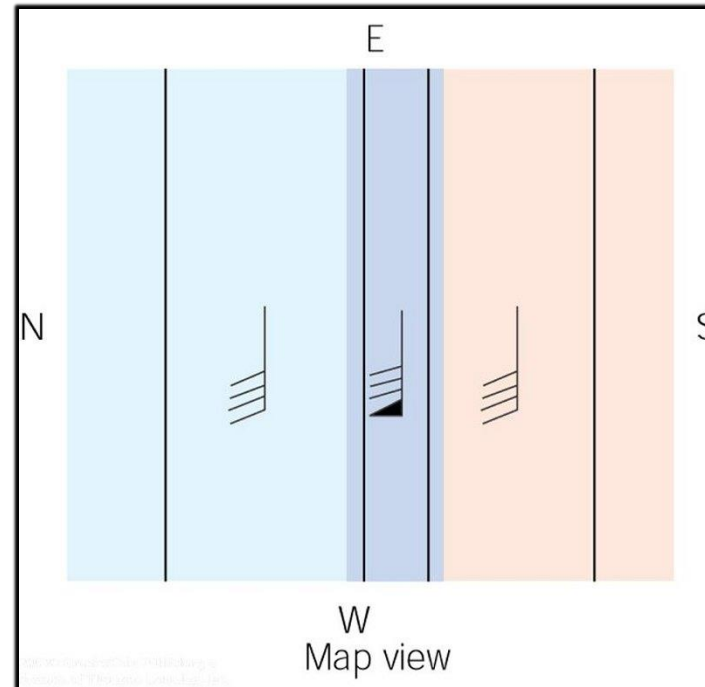


Estes **jatos** surgem do forte gradiente de temperatura e pressão.

Para o caso do **jato polar**, temos uma interface entre a região fria da **frente polar** com a região mais quente localizada em latitudes mais baixas.



Vista lateral

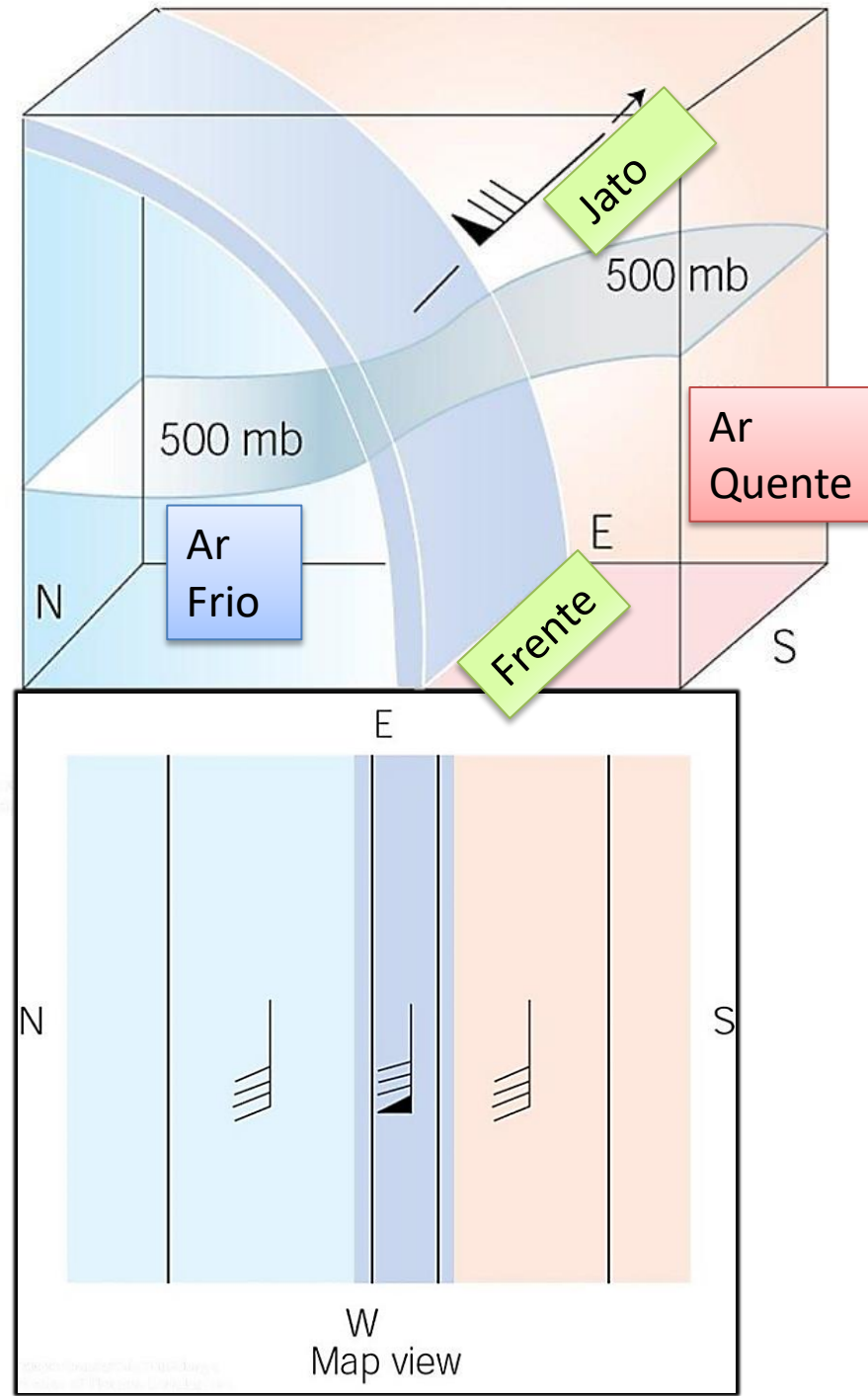


Vista de cima

Jato polar

Ao lado temos uma visão 3D da localização do **jato polar** e abaixo temos a carta de 500 mb mostrando que o jato está localizado no local onde ocorre forte **variação de temperatura e pressão**.

Note como as isolinhas de altura na carta estão menos espaçadas onde temos as maiores velocidades (a **corrente de jato**).

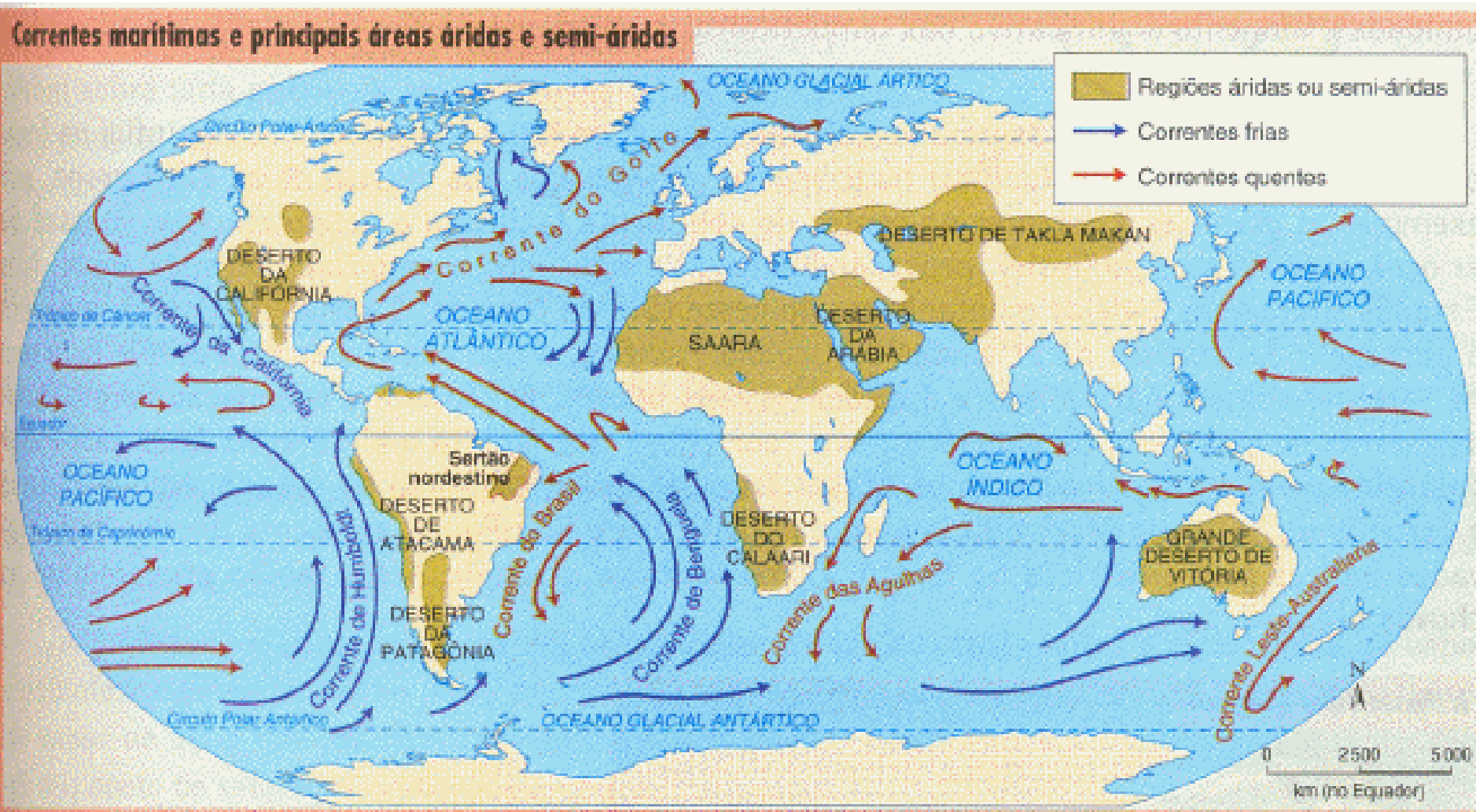


Vista de cima

W
Map view

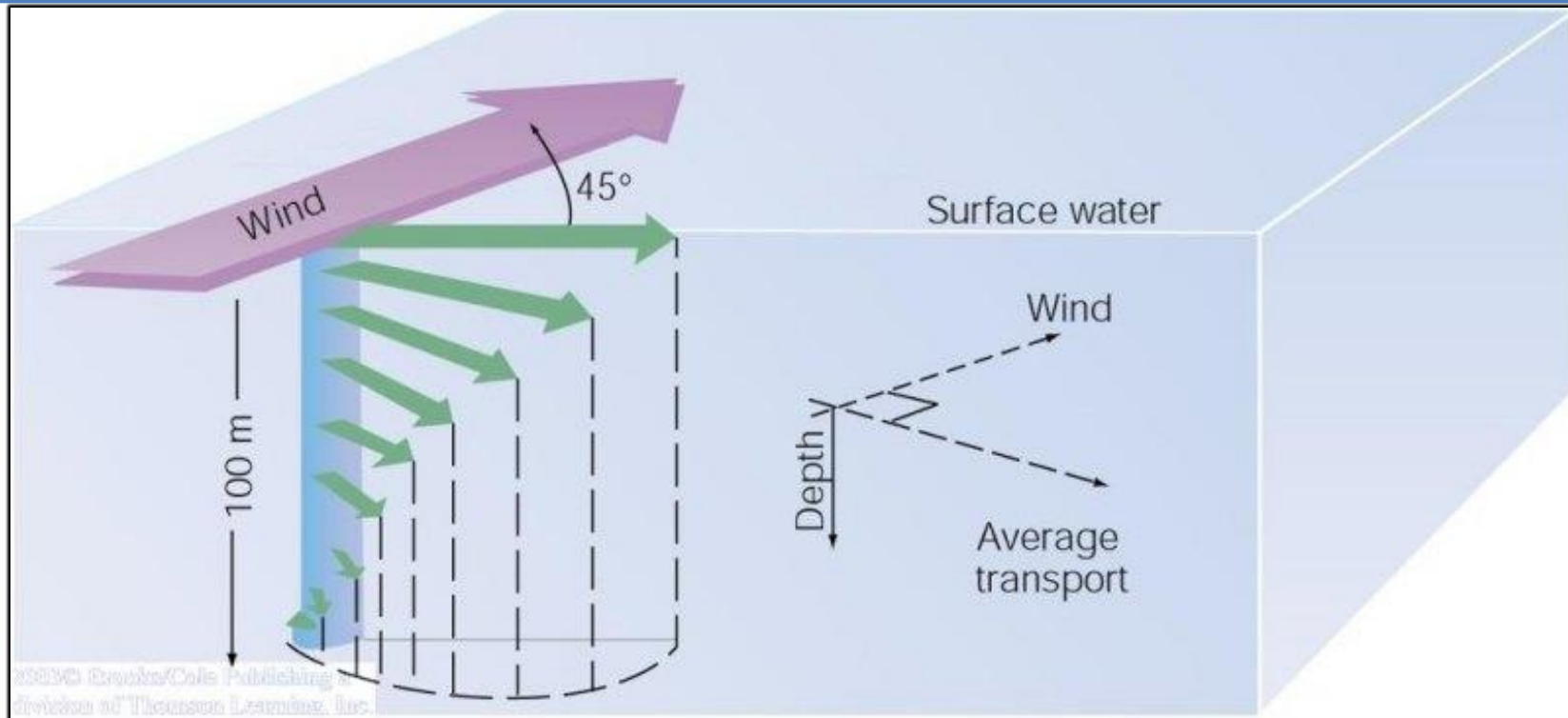
Interação oceano-atmosfera .

Conforme os ventos sopram sobre os oceanos, eles afetam as **correntes oceânicas** que podem acumular água em algumas regiões afetando as correntes em níveis mais profundos. Compare esta figura das correntes oceânicas com os ventos de superfície.



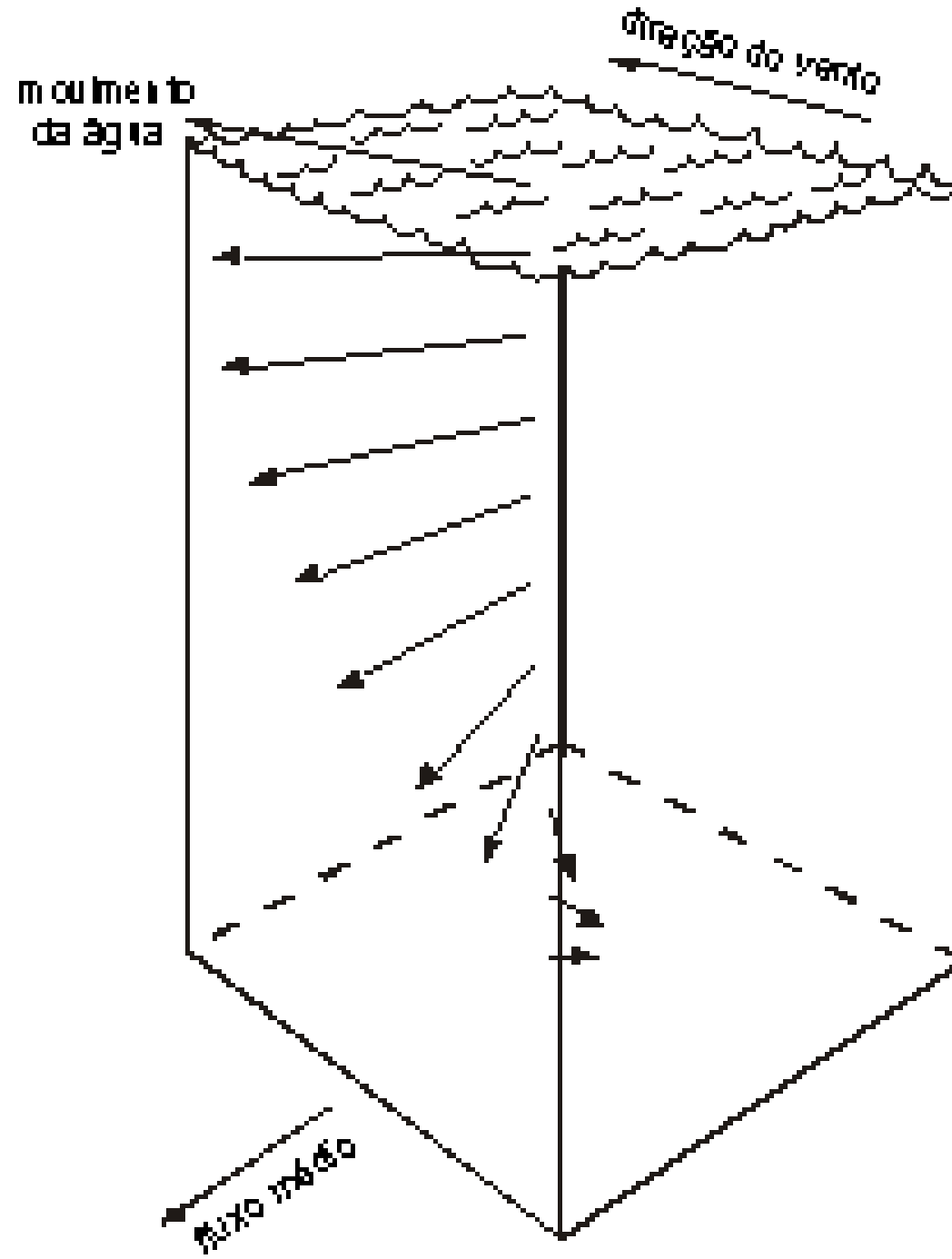
Conforme os ventos sopram sobre regiões aquáticas ele move as águas adjacentes. A força de **Coriolis** move a água para a direita no **hemisfério norte**. Se olharmos em uma superfície rasa de água notamos que a água move-se em um ângulo de **45 graus** em relação á direção do vento. Mais no fundo devido ao atrito das camadas de água a velocidade diminui e muda de direção devido ao enfraquecimento da força de Coriolis.

As águas movem-se mais á direita em relação á camada mais acima (HN). Estas mudanças de direção é conhecida como **Espiral de Ekman**. Em média temos que a uma profundidade de 100m as águas movem-se **90 graus** á **direita** da direção do vento no hemisfério **norte**



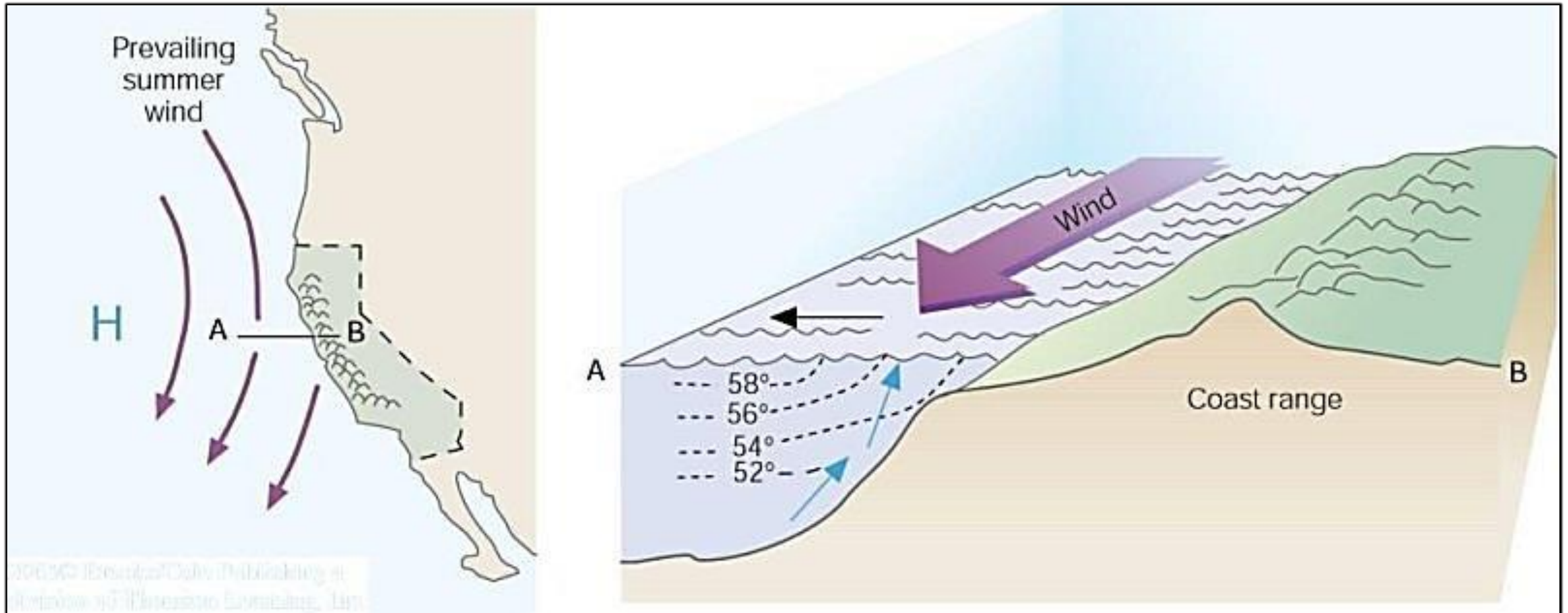
Estas mudanças de direção é conhecida como **Espiral de Ekman**.

Em média temos que a uma profundidade de 100m as águas movem-se **90 graus à esquerda** do vento no **hemisfério sul**.



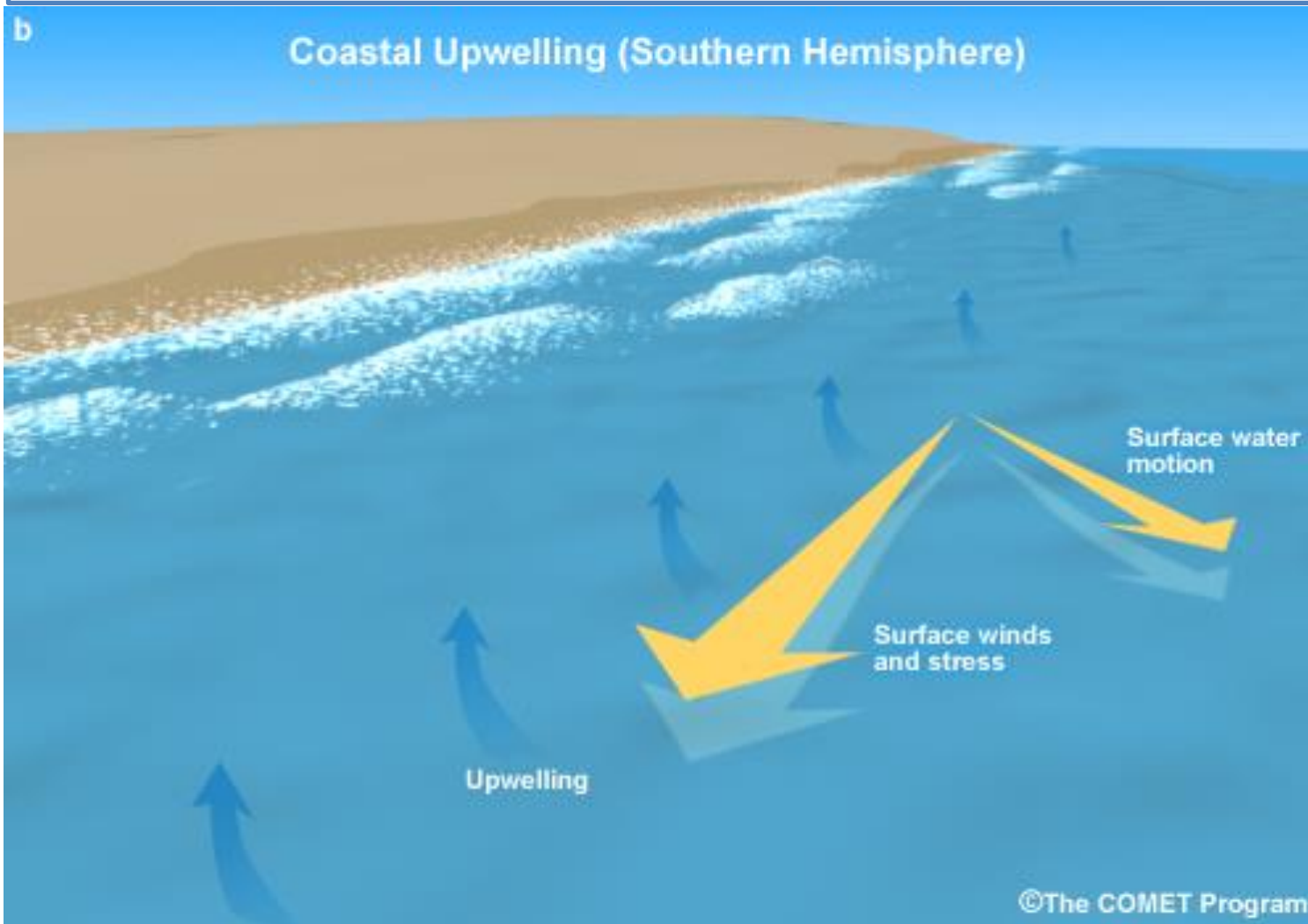
Ressurgência

Conforme o vento flui na costa da Califórnia ele move a água para a direita e temos portanto a subida de águas mais frias para a superfície.



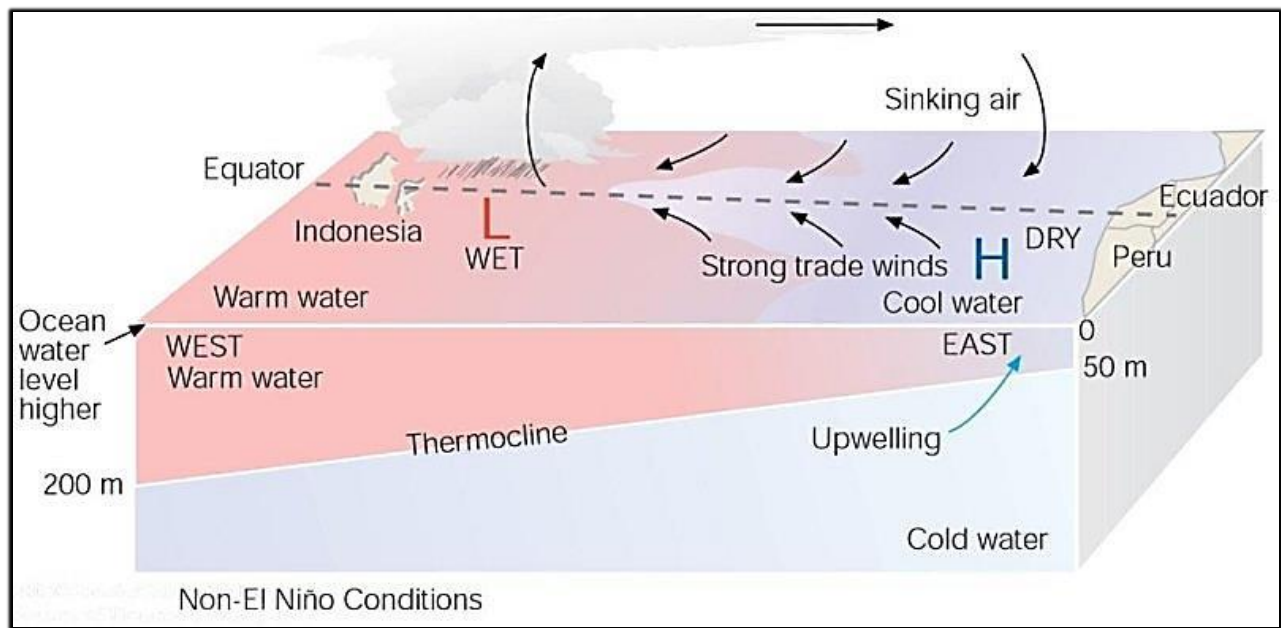
Ressurgência (Hemisfério Sul)

Conforme o vento flui próximo da costa ele move a água para a esquerda e temos portanto a subida de águas mais frias para a superfície.

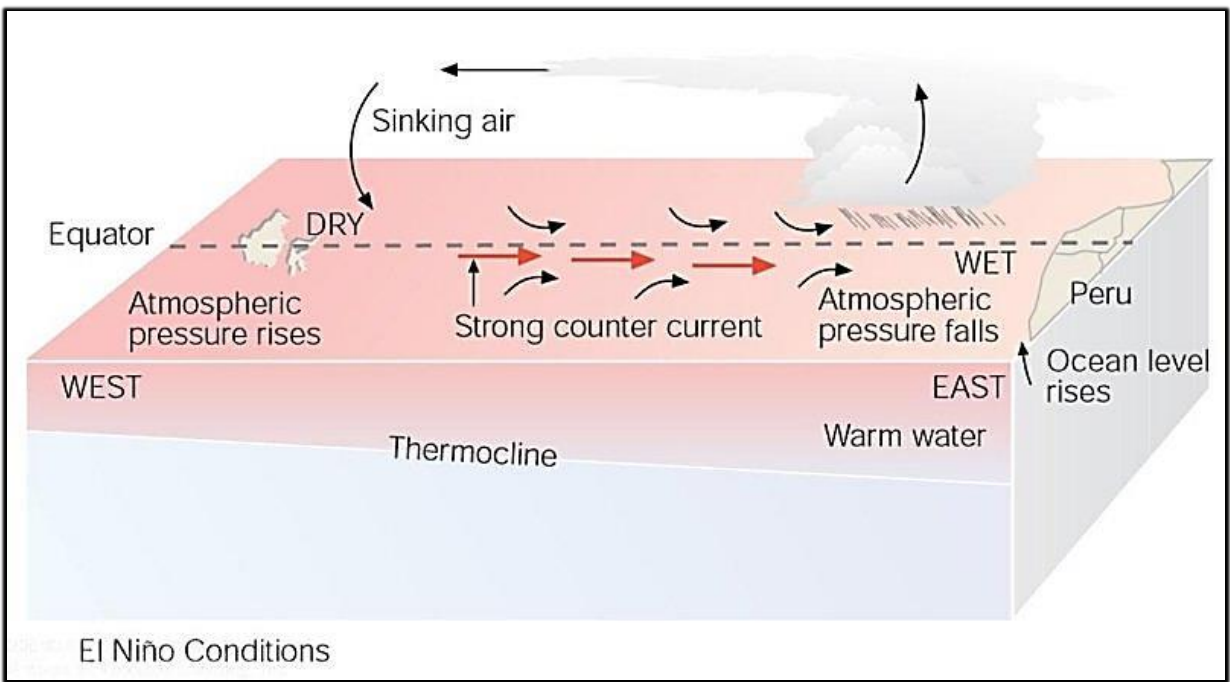


Durante eventos de **El Niño** ocorre uma inversão dos ventos alísios (trades) na região leste do Oceano Pacífico próximo da América do Sul.

As águas que outrora eram mais frias na costa da América do Sul devido á ressurgência passam a ficar mais quentes devido ao enfraquecimento dos ventos.



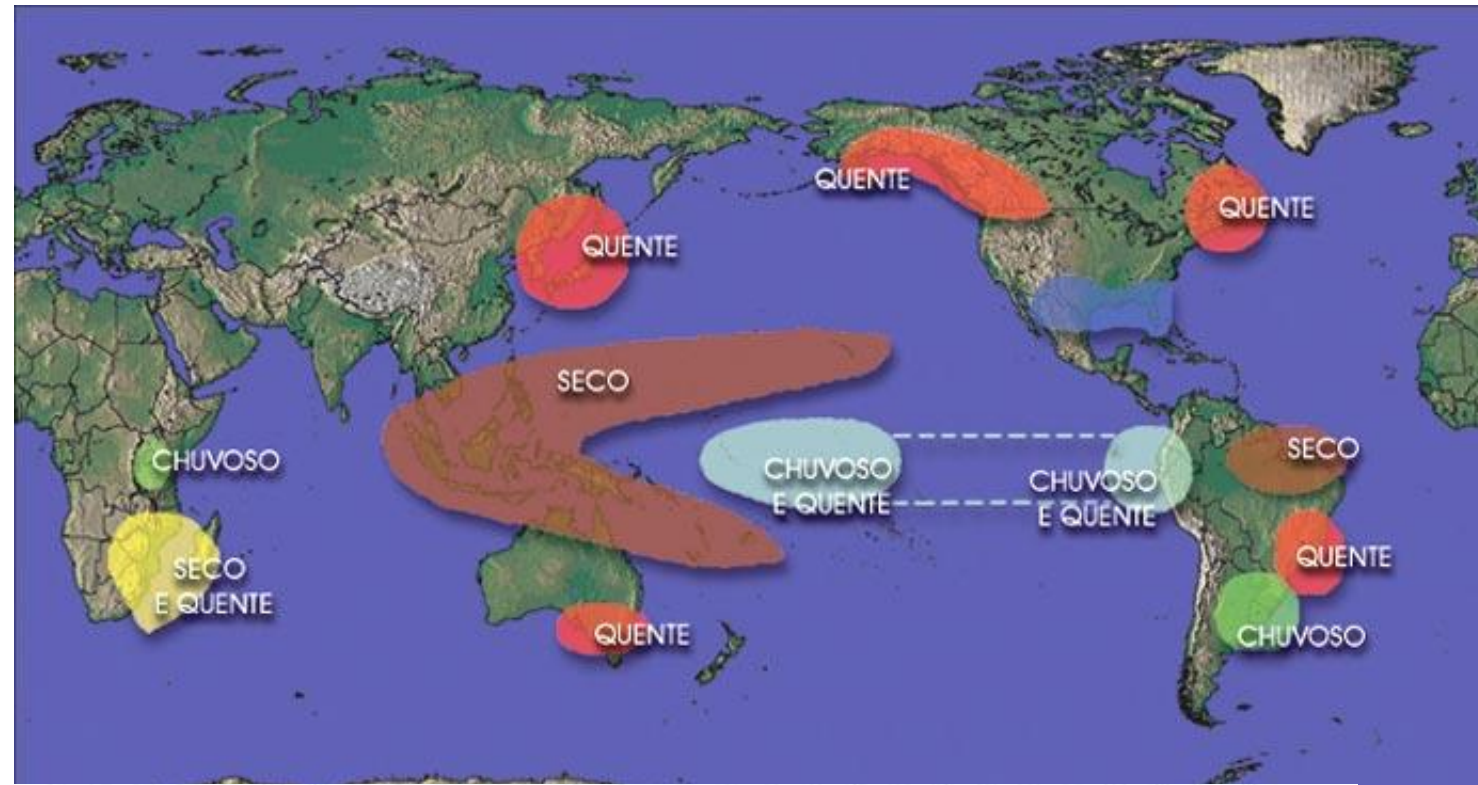
Condições Normais



Condições de El Niño

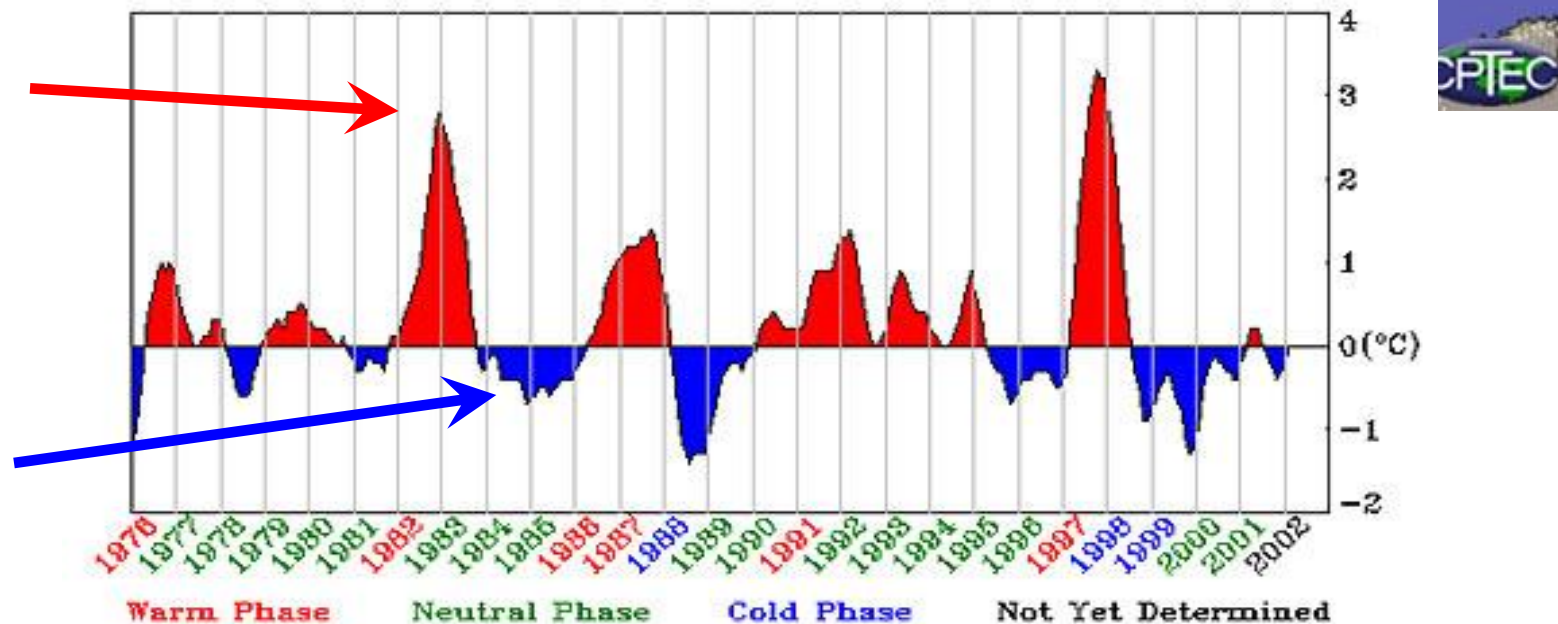
Impactos do El Niño de Dezembro a Fevereiro

MACROCLIMA
- Frequencia 2-7 anos – Tempo de vida 1-2 anos



El Niño

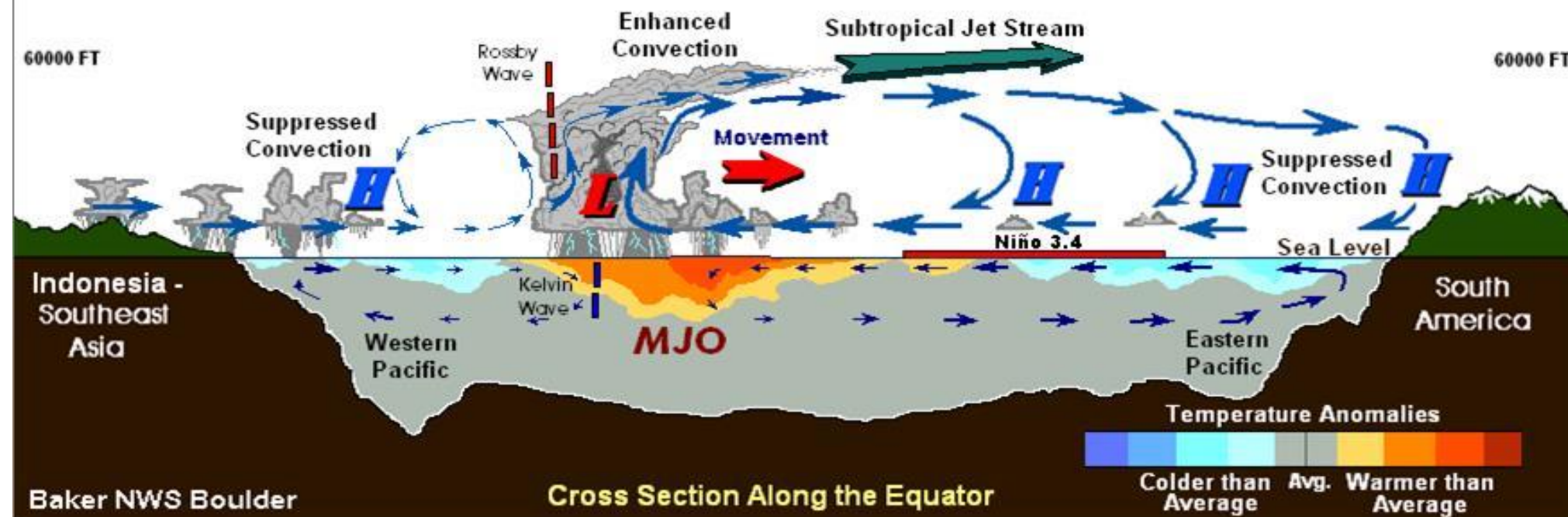
La Niña



Oscilação Madden-Julian

- A Oscilação Madden-Julian (OMJ) é a principal variabilidade na escala intrasazonal (i.e. 20-90 dias) da atmosfera tropical (Madden & Julian 1994);
- A OMJ propaga-se ao longo da região equatorial na forma de um pulso organizado de convecção úmida de oeste para leste.

Madden-Julian Oscillation (MJO) in the Tropical Pacific Ocean



Oscilação Madden-Julian

Phase 2

Phase 3

Phase 4

Phase 5

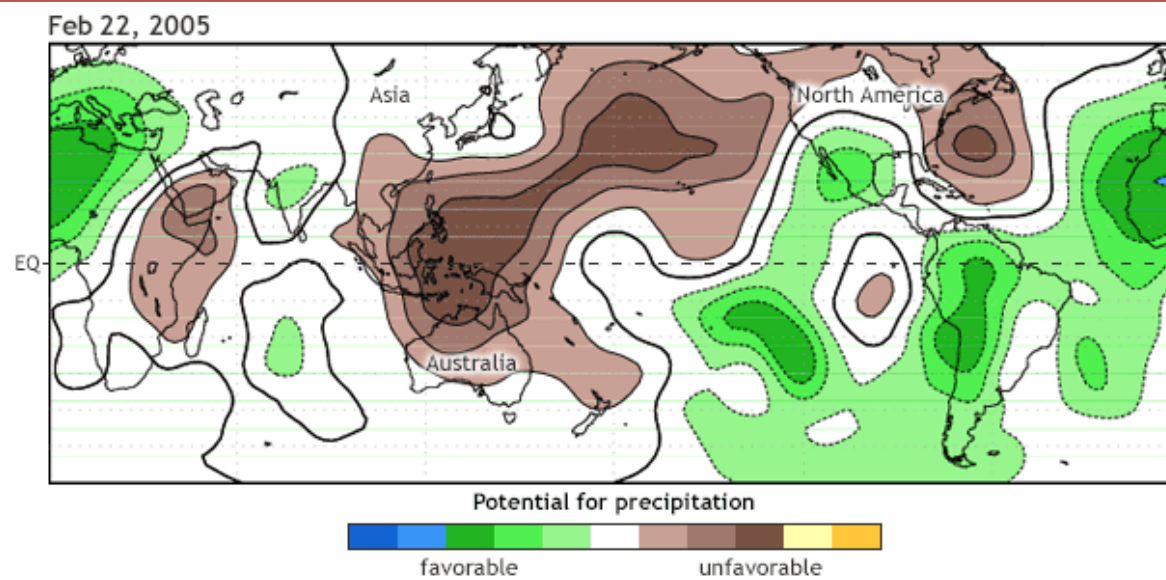
Phase 6

Phase 7

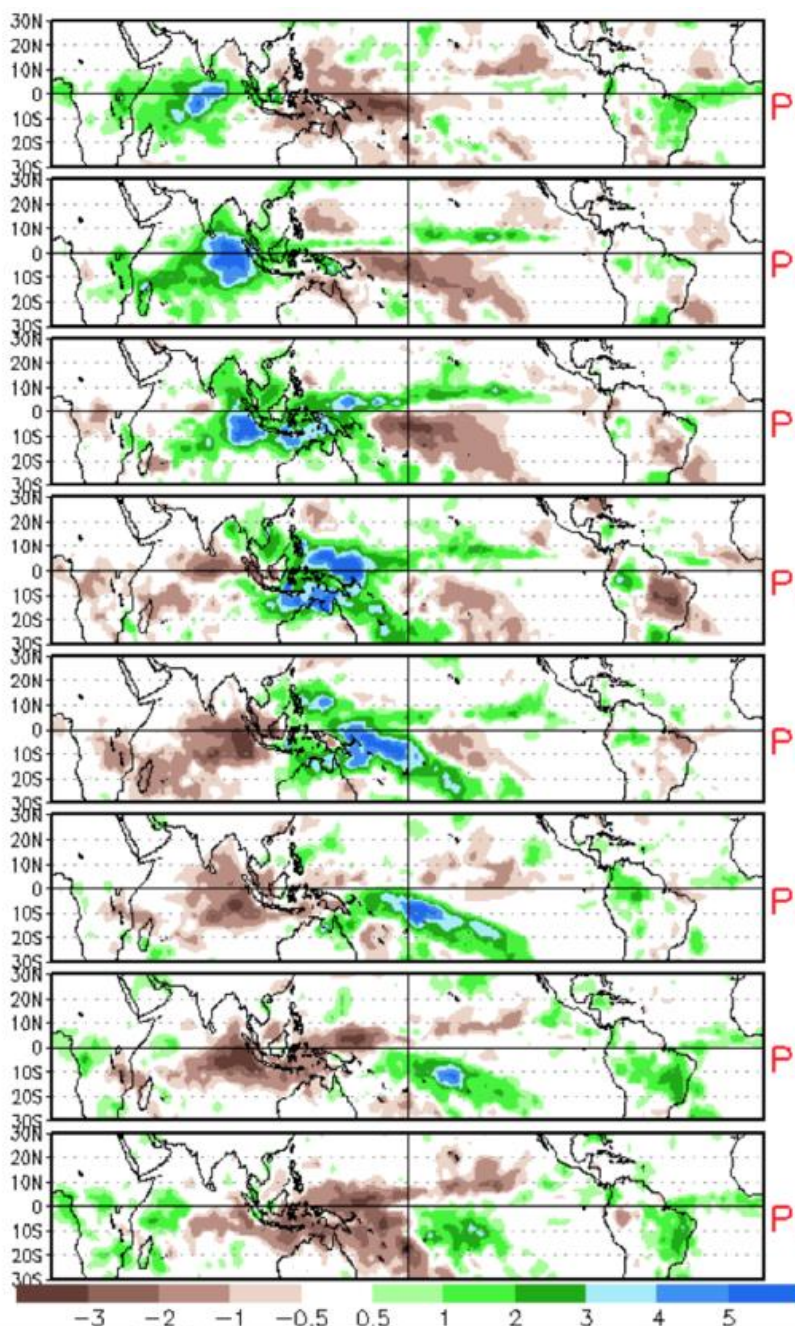
Phase 8

Phase 1

As diferentes fases representam a localização e a influencia da propagação da **MJO** pela região tropical. As regiões podem ser favorecidas (ou desfavorecidas) em termos de precipitação conforme a **OMJ** se propaga para leste.



<https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/mjo.shtml>



Evolução da velocidade potencial em 200 hPa.

Ventos Globais em Tempo Real

<http://earth.nullschool.net/>

<https://www.windy.com/?-27.615,-48.496,5>

<https://www.ventusky.com/?p=-26.9;-50.2;5&l=temperature-2m>

<https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/mjo.shtml>

<https://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php/maregrafos/>