

A collage of several Earth globes and a sun-like planet. The sun is on the left, glowing orange and red. The globes are scattered across the scene, some showing realistic Earth features, others with color-coded maps or atmospheric patterns. The background is a dark, starry space with nebulae and a bright light source.

ACA-115

Introdução a Ciências Atmosféricas

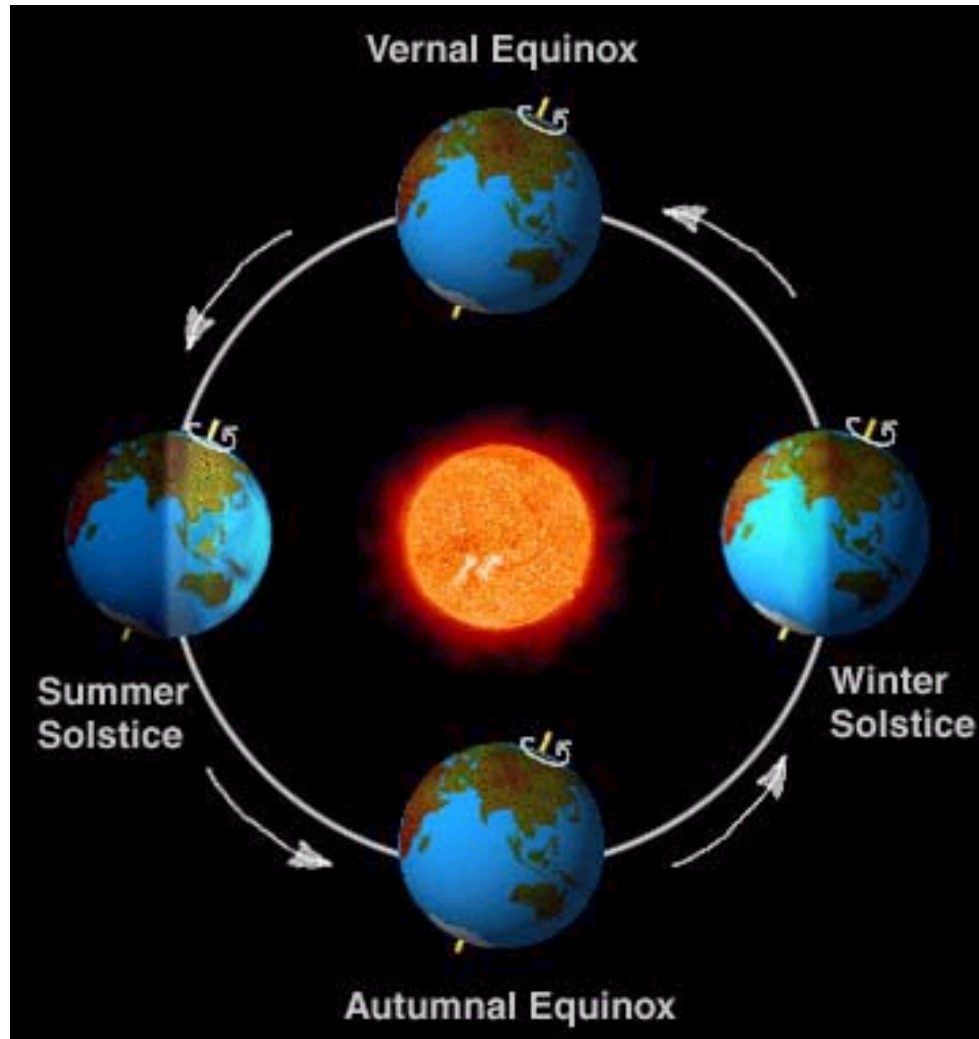
Os Movimentos da Atmosfera

Aula 4

Circulação Geral da Atmosfera

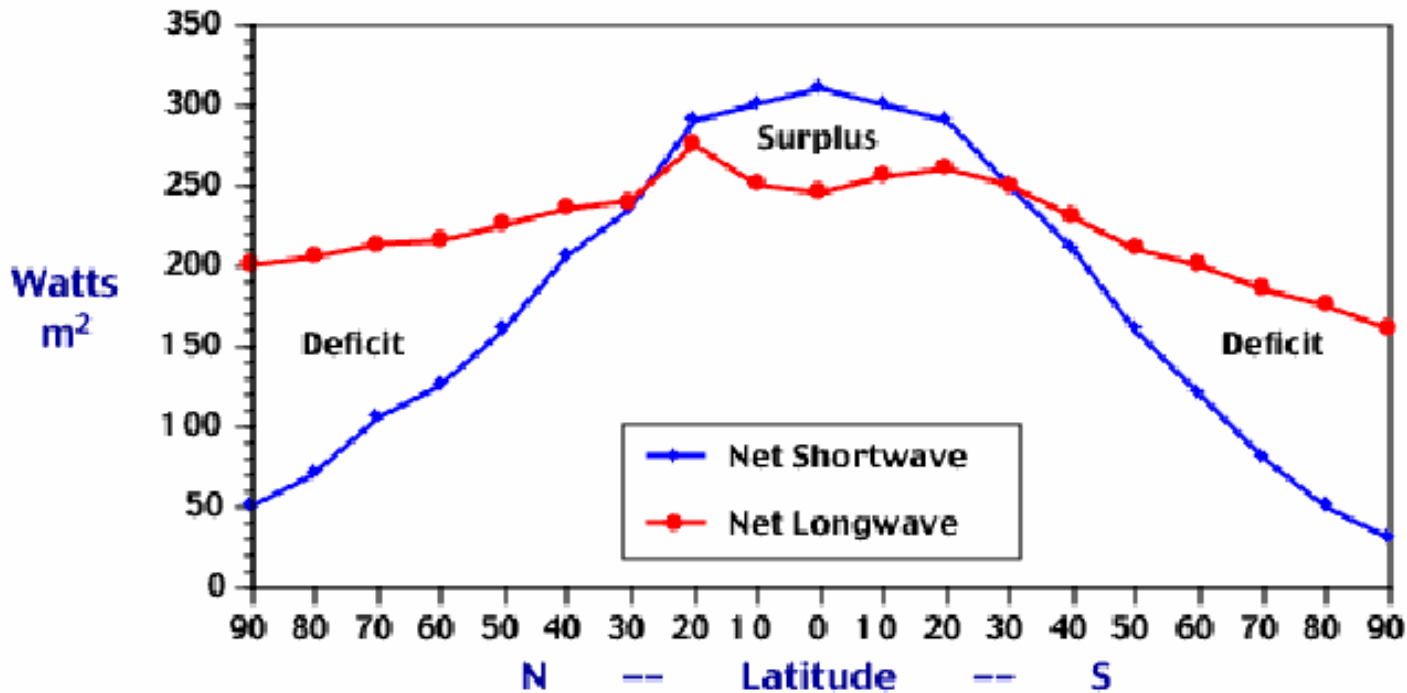
Circulação Geral da Atmosfera

- Trata-se da circulação da atmosfera ao redor do globo
- Gerada pelo aquecimento diferencial da superfície terrestre



Detalhes:

- Globalmente, a Terra está em equilíbrio energético. A energia recebida é igual a energia perdida.
- Localmente, não equilíbrio energético.



A circulação global transporta calor e massa em direção aos pólos.

Modelo de circulação geral – célula unitária

Fisico Britânico, George Hadley, 1735

Suposições:

- Terra: recoberta por água (oceano)
sem rotação
- Sol: declinação zero no Equador
gira em torno da Terra

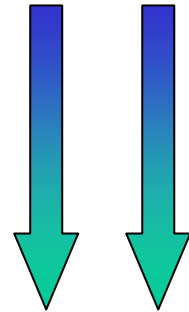
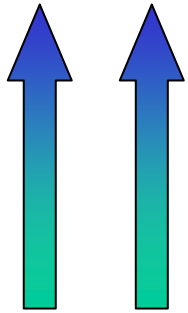
Esta configuração define o padrão de uma única célula denominada de *Célula de Hadley*

Ar relativamente quente no equador ascende e vai em direção aos polos. Nos polos, ar relativamente frio descende e vai em direção ao equador.



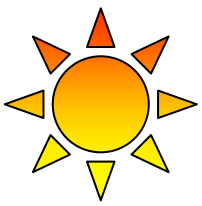
Sobe

Desce



Equador

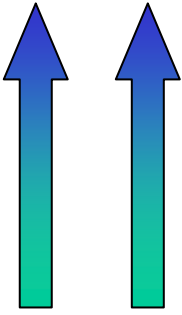
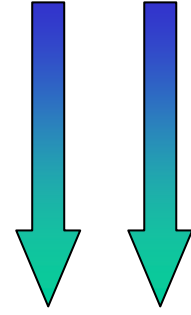
Polo



A



B



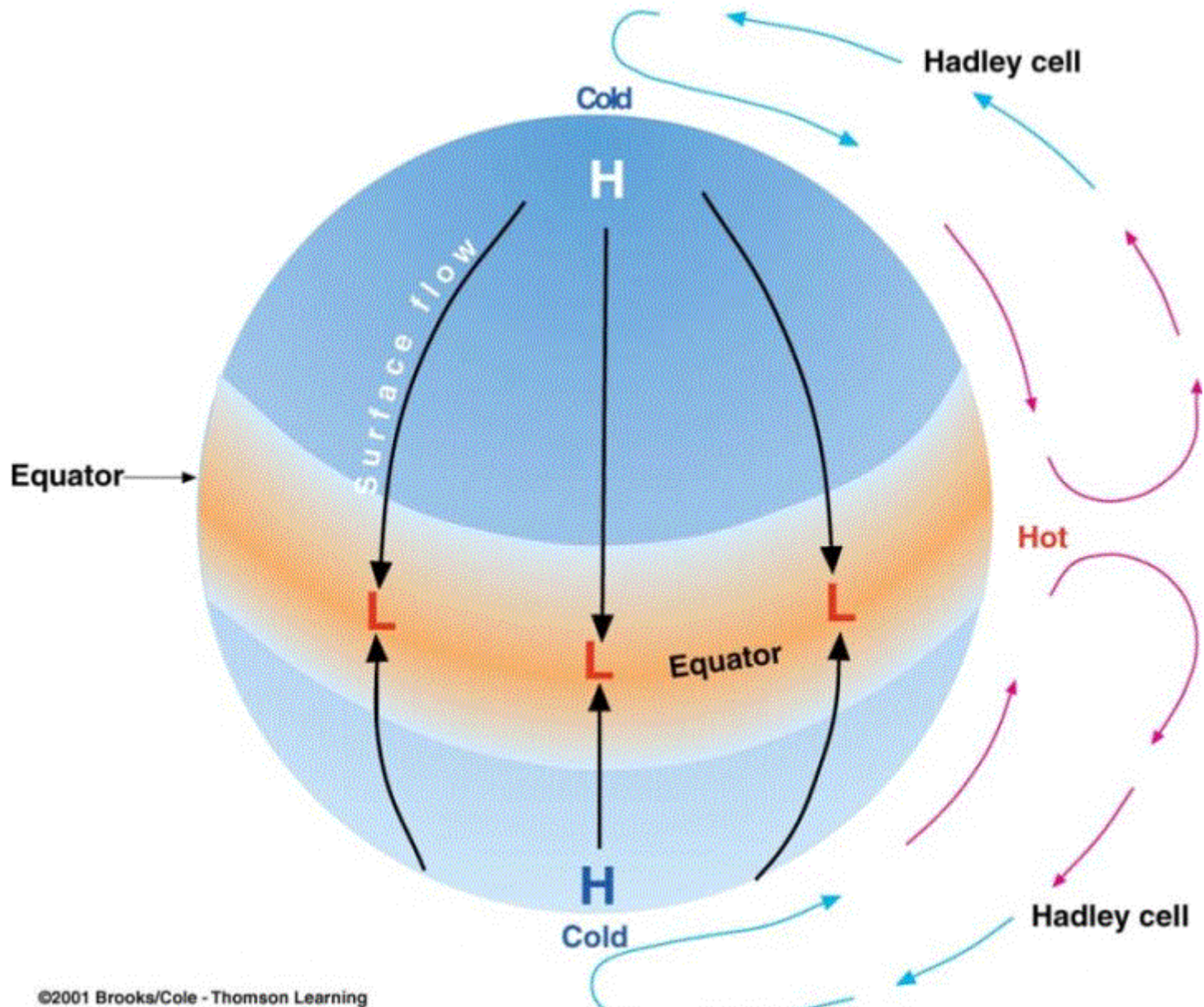
B

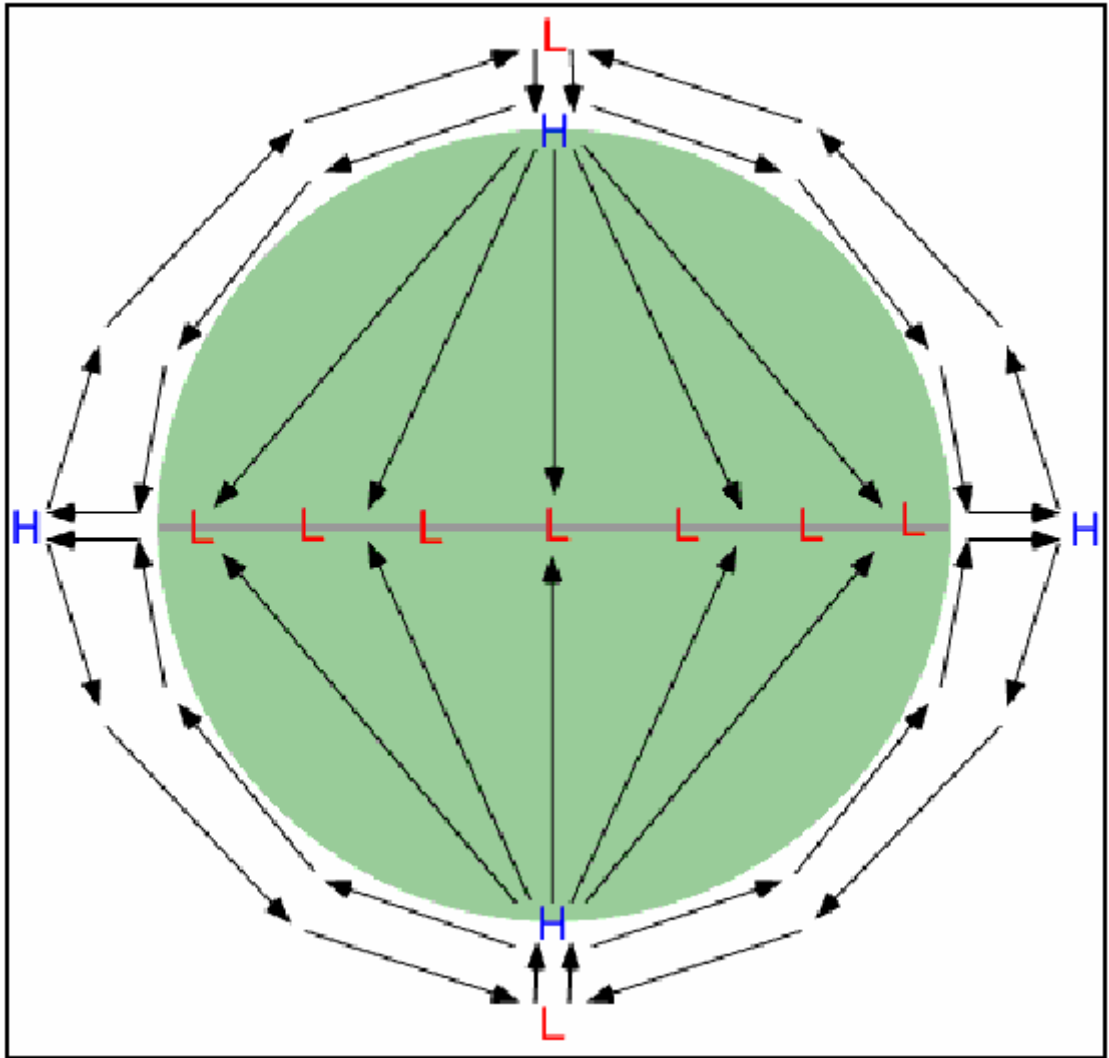
A

Equador

Polo

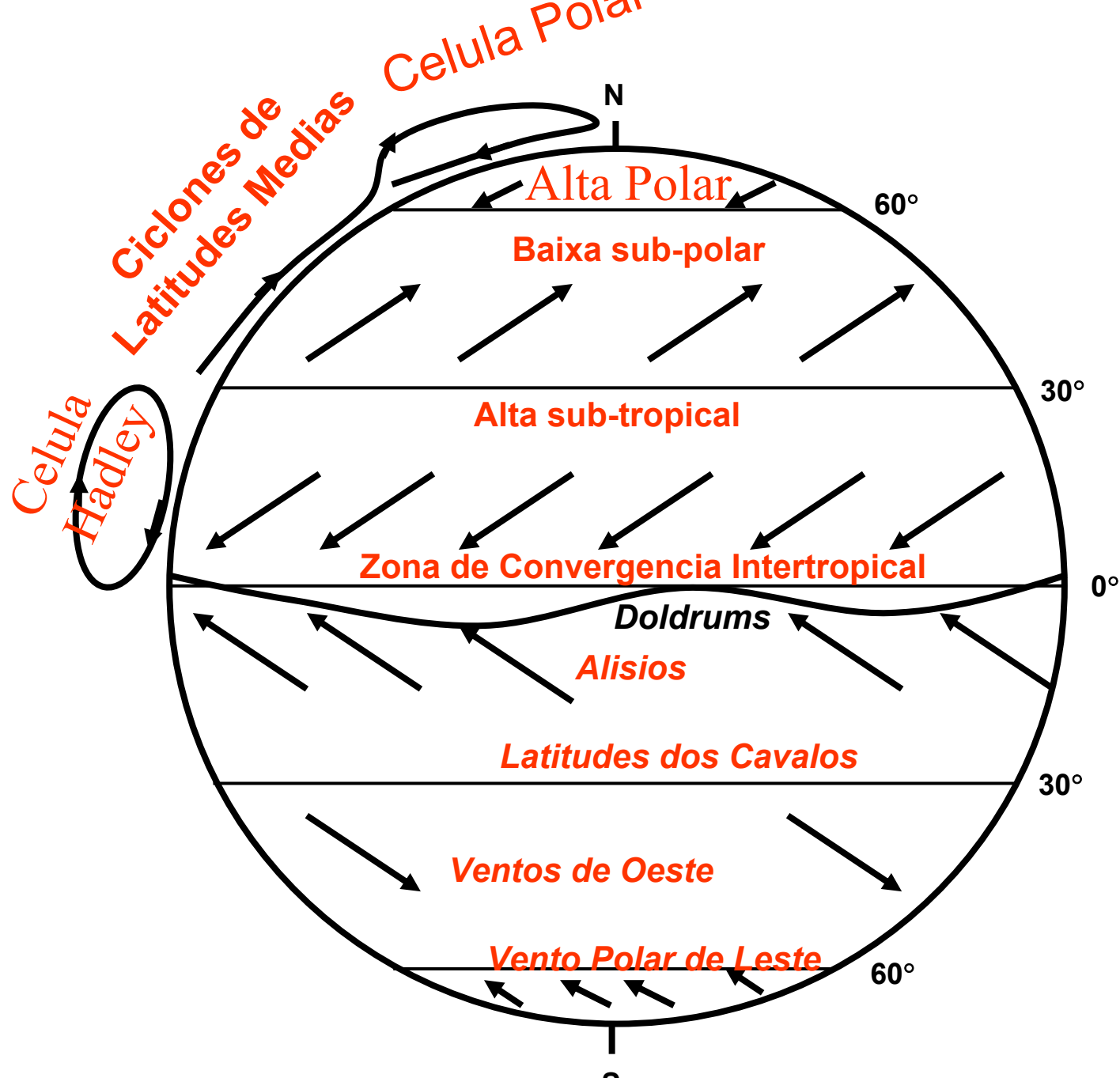
Célula de Hadley – Terra sem rotação





No sistema terrestre real, tem-se:

- **O efeito de rotação da Terra**
- **Inclinação do eixo de rotação da Terra**
- **Sistema Heliocêntrico**



Será que há outro efeito, além de Coriolis?

Sim, Momento Angular

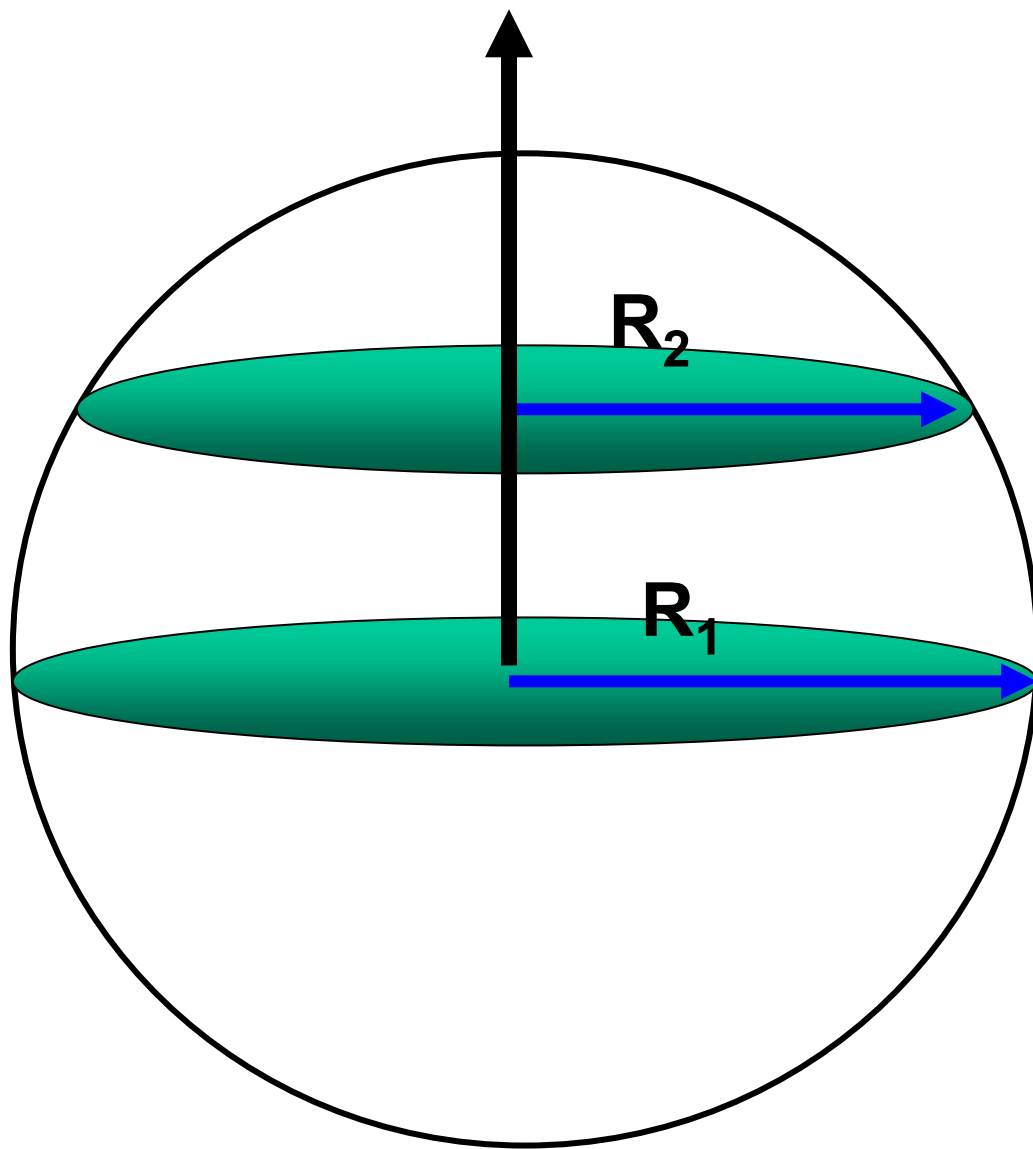
Conservação de momento angular

Momento Angular \rightarrow **A = Massa x Velocidade x Raio**

Se o momento angular se conserva, $A = \text{cte}$

Ao considerar-se a terra em rotação, um ponto sobre o equador viajaria uma distância igual a circunferência da terra ~ 40.000 km em 24 horas, ou 40.000 km/dia.

Em latitudes mais altas, a circunferência é menor, logo uma parcela de ar em repouso, viajaria uma distância menor em um dia, por exemplo, em $40^\circ \rightarrow 30.000$ km/dia.



$R_1 > R_2$

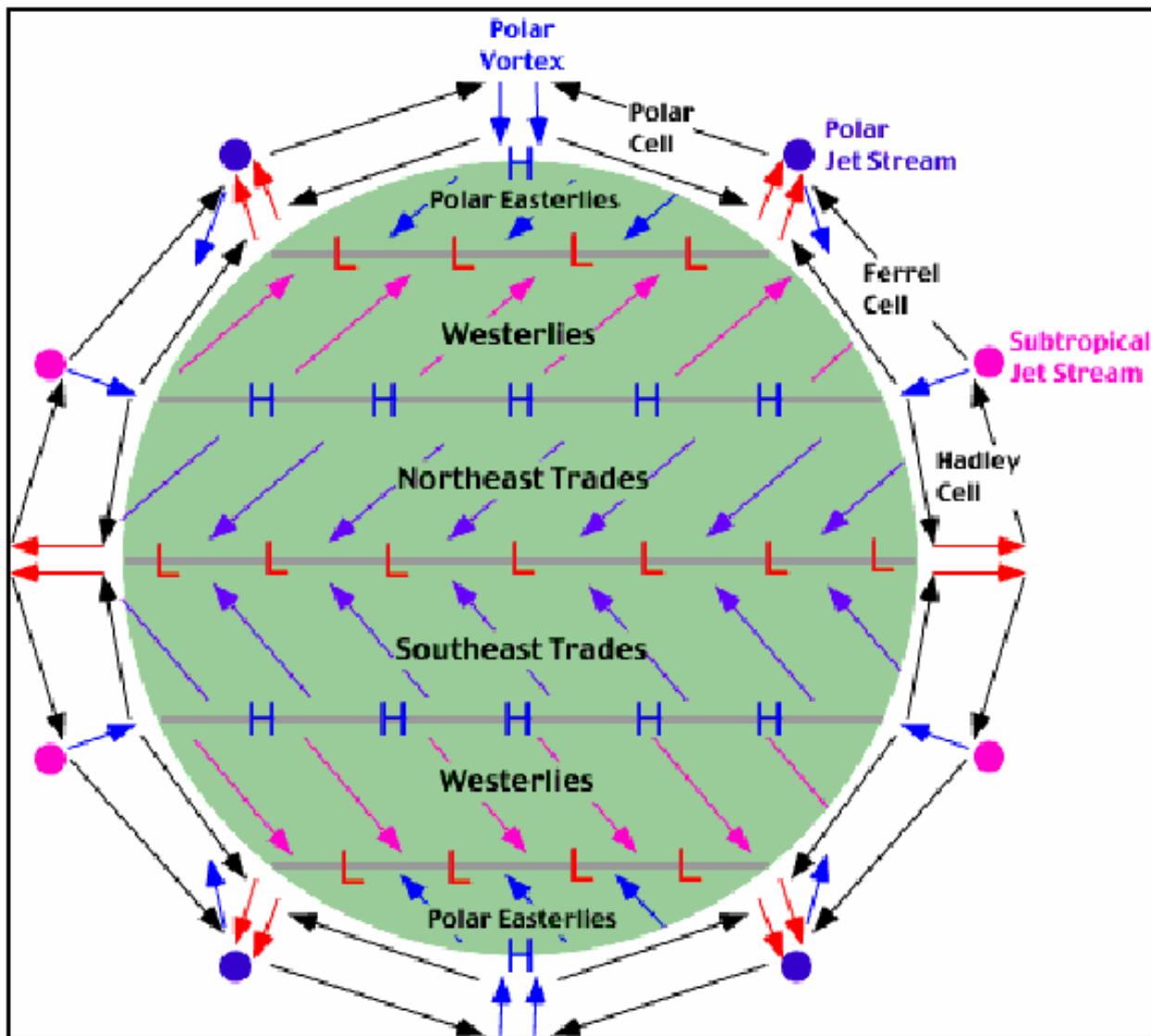
$V_1 < V_2$

Supondo-se que uma massa de ar se desloque do equador para o norte.

Na medida em que ela se desloca, o raio diminui. A Velocidade aumenta se o momento angular é conservado.

Em 40° , a velocidade da massa de ar será 30% maior que no equador por causa da conservação de momento angular. Pode-se dizer que a parcela se move para leste a uma velocidade de 52.000 km/dia. Naquela latitude, a superfície se move a 31.000 km/dia. Assim, a parcela se move mais rápido para leste sobre a superfície.

Modelo de circulação geral – três células



Modelo simplificado de 3 células

- (i) Ventos de nordeste entre cerca de 30° N e o equador, e de sudeste entre 30° S (**ventos alísios**);

- (ii) Ventos de sudoeste entre 30° N e 60° N, e de noroeste entre 30° S e 60° S (**ventos de oeste**);

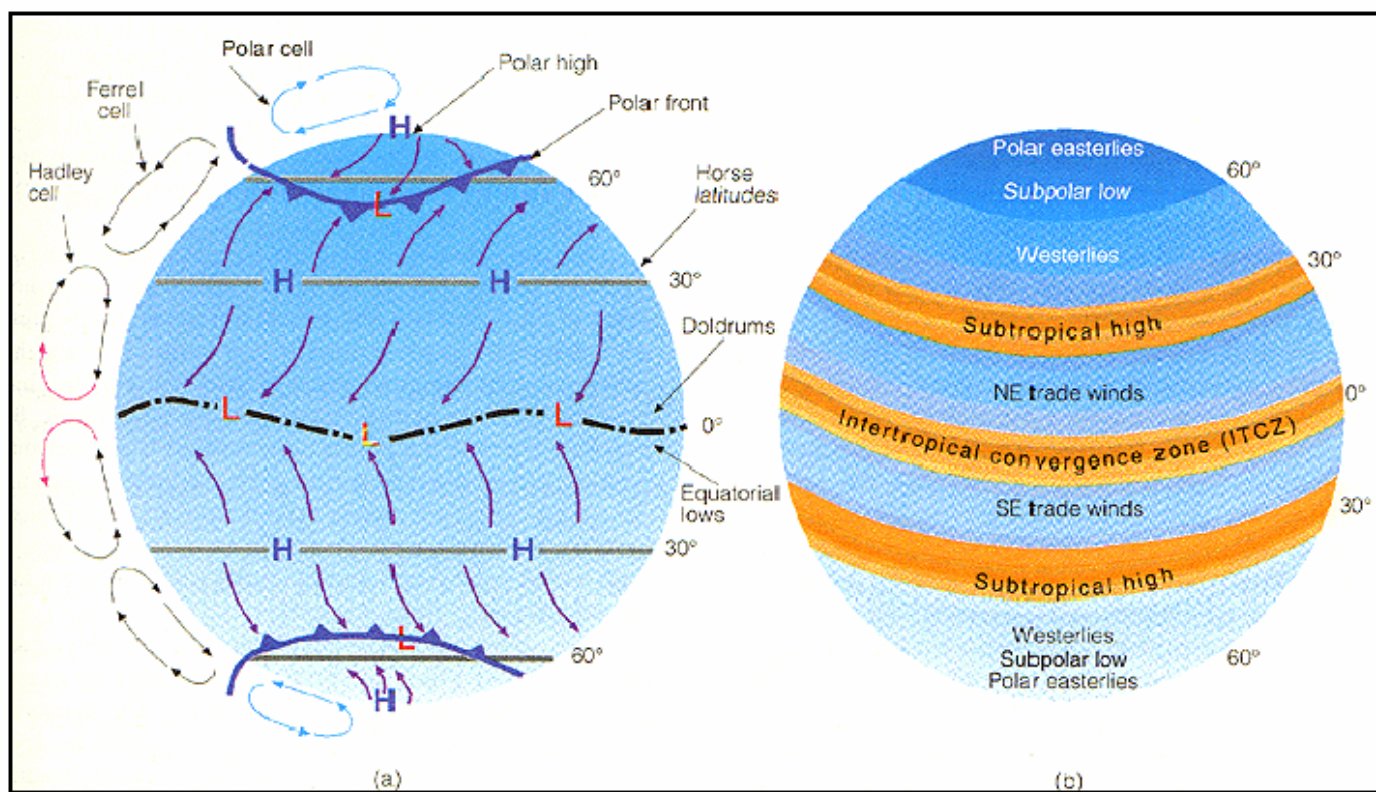
- (iii) Ventos de nordeste entre 60° N e 90° N, e de sudeste entre 60° S e 90° S (**ventos polares**).

Um corte vertical da atmosfera ao longo de uma longitude mostra três células de circulação globais em cada hemisfério:

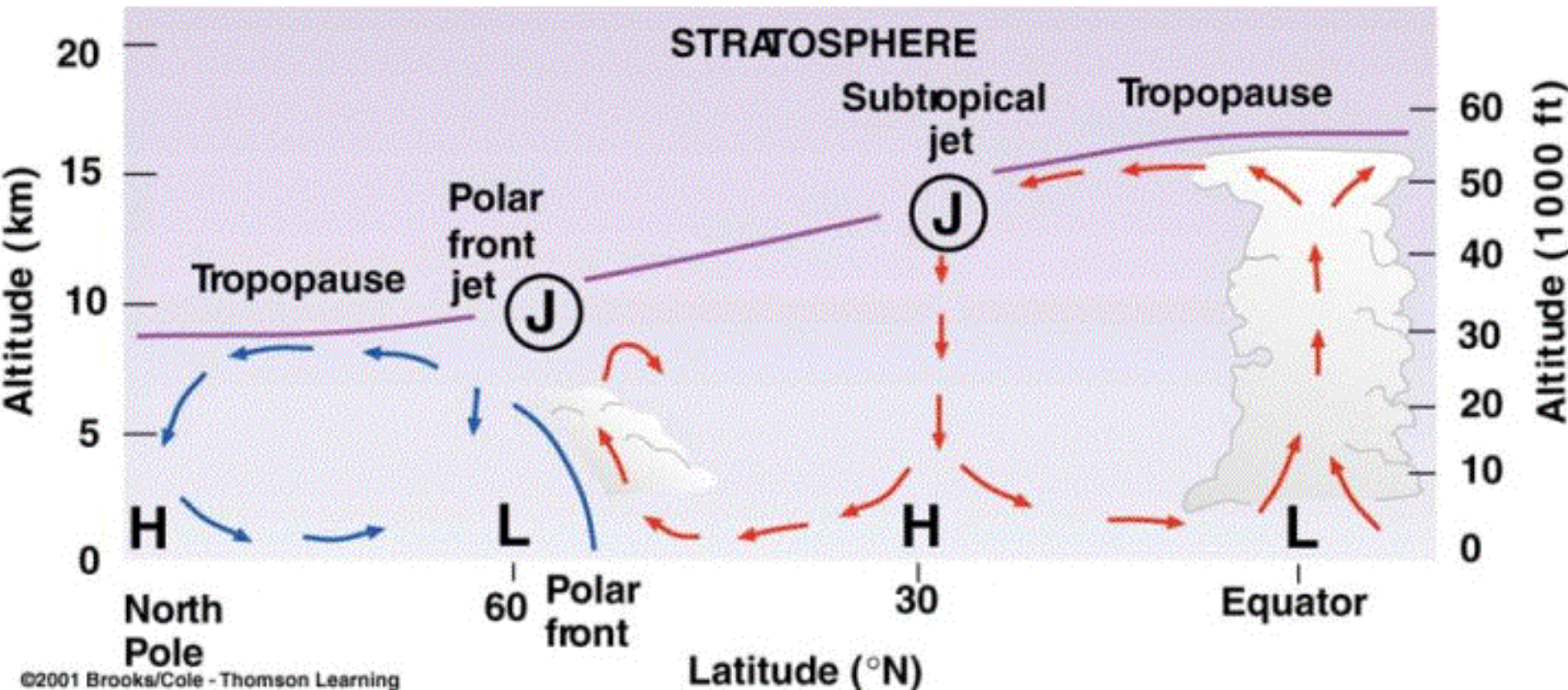
(i) **CÉLULA DE HADLEY** (0° - 30°);

(ii) **CÉLULA DE FERREL** (30° - 60°);

(iii) **CÉLULA POLAR** (60° - 90°).



CORTE TRANSVERSAL DA CIRCULAÇÃO



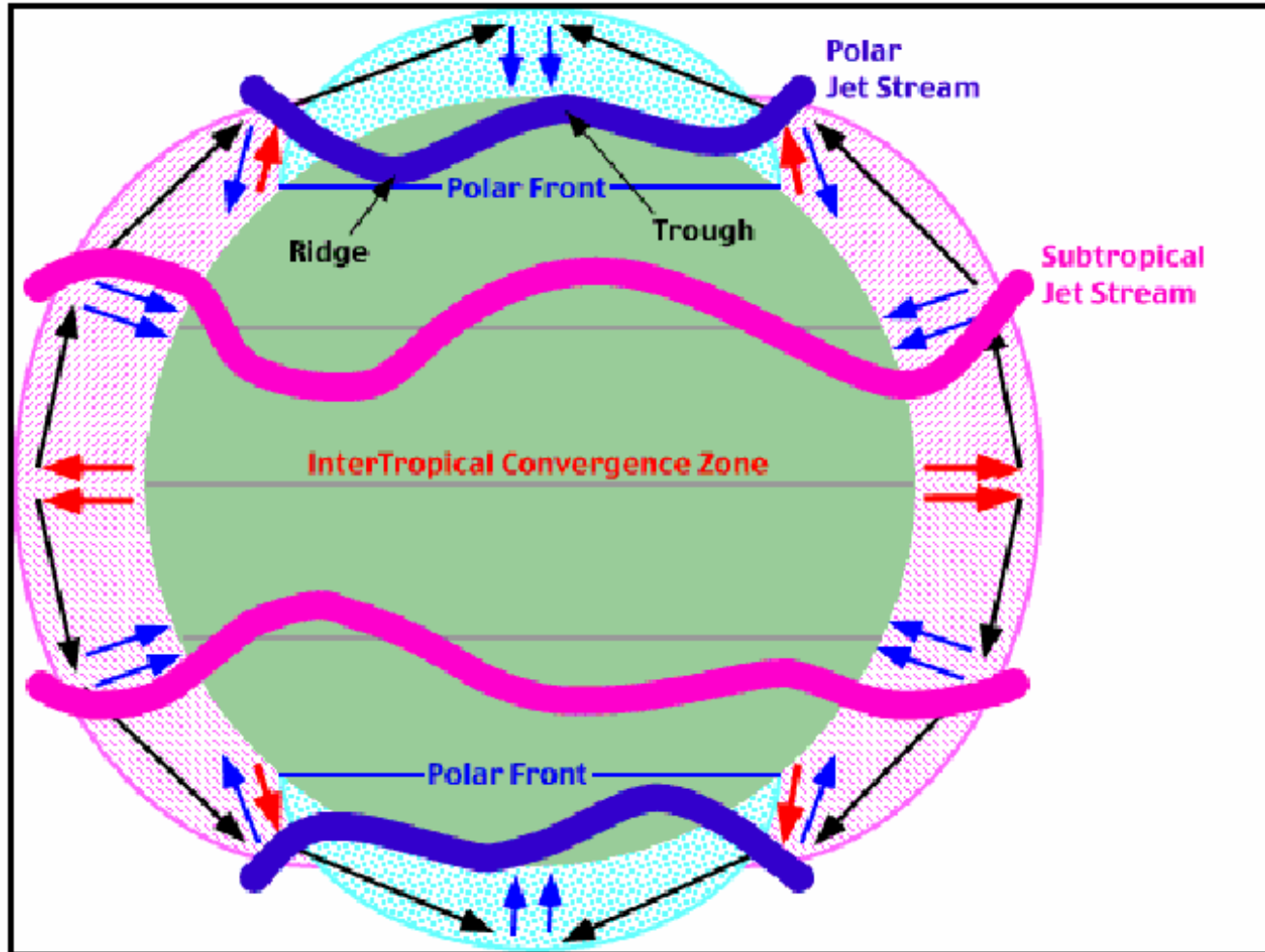
Jato Polar

- Próximo e acima da frente polar

Jato Subtropical

- Acima das altas subtropicais (13km)
- Cartas em 300 hPa mostram a posição dos jatos polar e subtropical.

Mapa de 300 mb



Ondas de Rossby

Ondas Planetárias que circulam o planeta

- 2 a 5 cristas e cavados se formam ao longo do planeta entre 30° e 80° de latitude
- A amplitude da onda afeta a trajetória e intensidade dos ciclones e anti-ciclones
- Vento zonal é de Oeste para Leste
- Vento meridional é de Norte para Sul e vice-versa
- Estas ondas são se propagam lentamente ao redor do planeta

***A partir destas circulações globais,
como os sistemas de alta pressão e
precipitação estão posicionados?***

Pressão e ventos médios em superfície em janeiro

Áreas de pressão semi-permanentes:

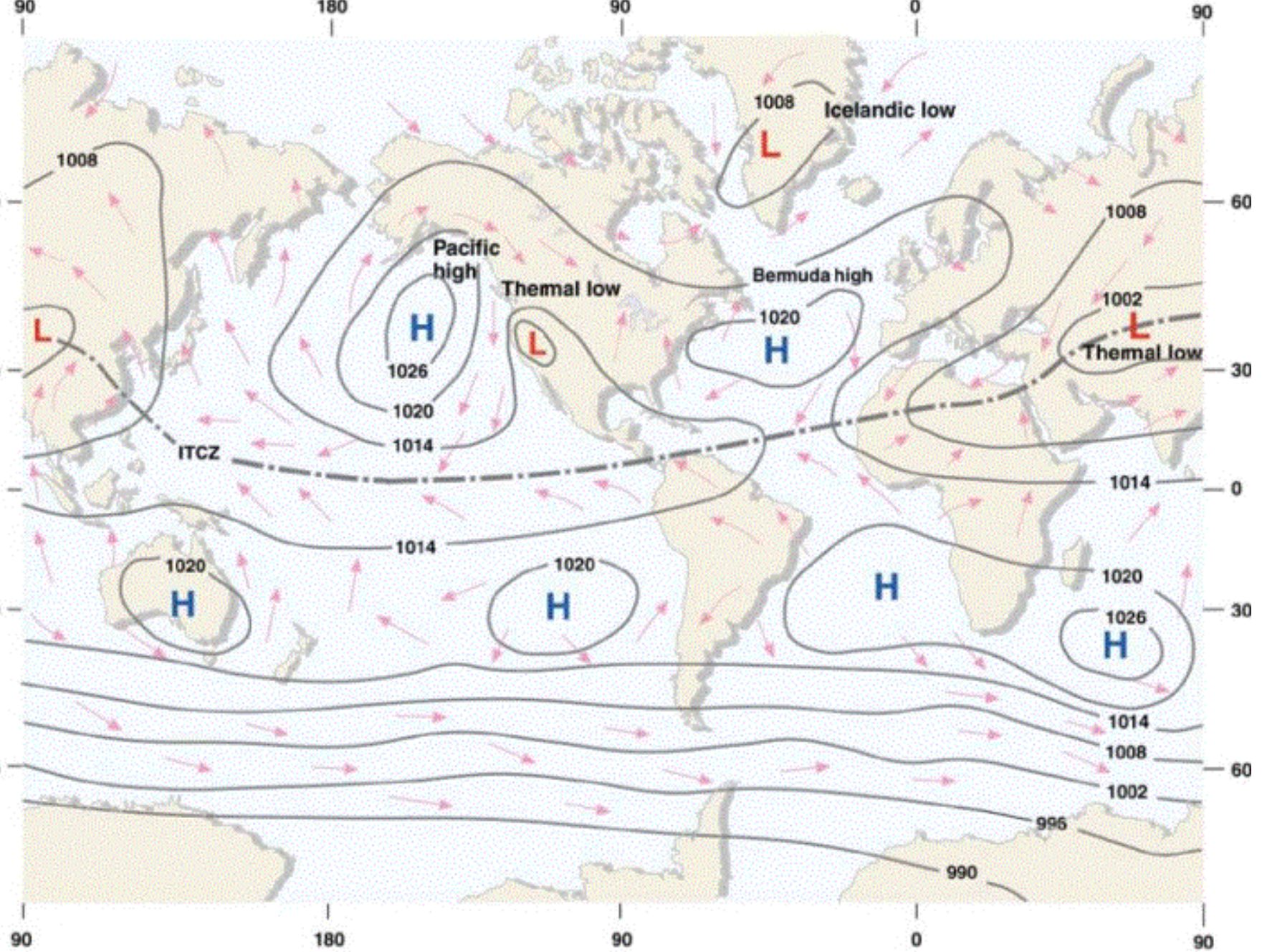
1. Alta da Bermuda-Azores
2. Alta do Pacífico
3. Baixa da Aleuta (região de formação de ciclones)
4. Baixa da Groenlândia/Islândia

Áreas de pressões sazonais:

1. Alta da Siberia
2. Alta do Canadá

Pressão e ventos médios em superfície em julho

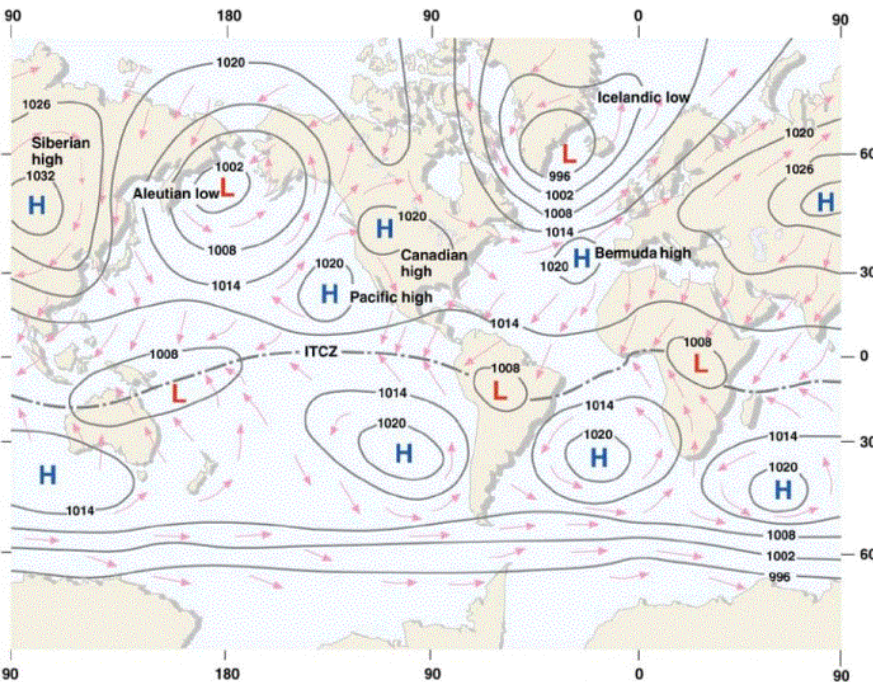
1. Alta da Bermuda-Azores
2. Alta do Pacífico
3. Baixa da Groenlândia



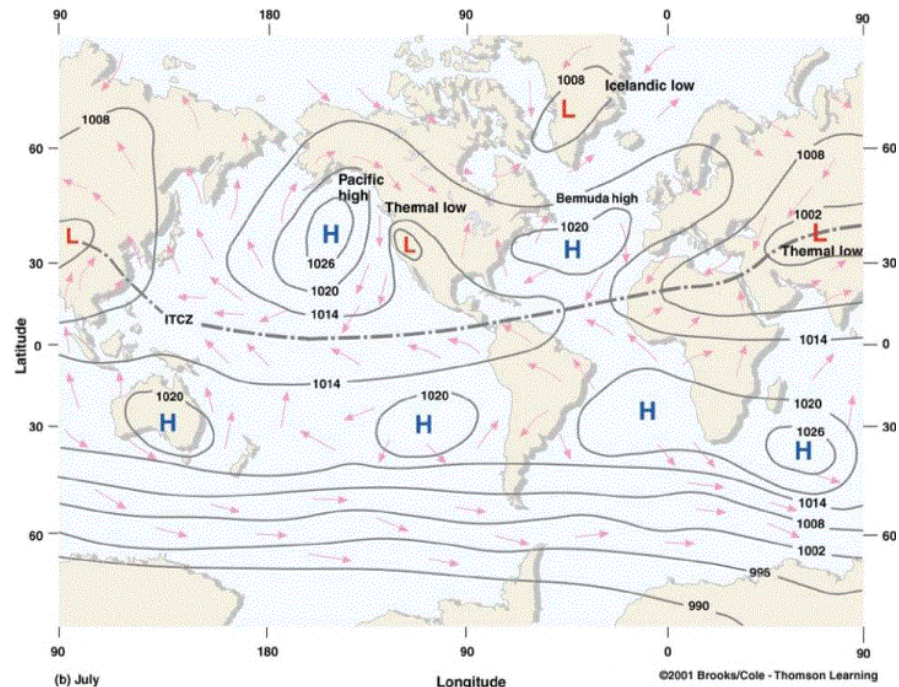
Qual é a diferença na posição e intensidade desses padrões entre julho e janeiro?

Porque a ITCZ está mais ao norte em julho?

Janeiro

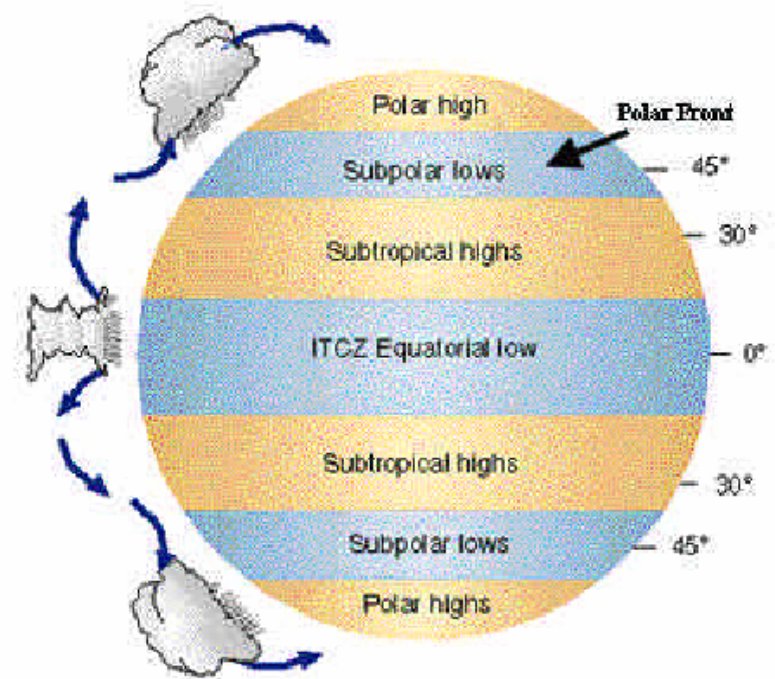


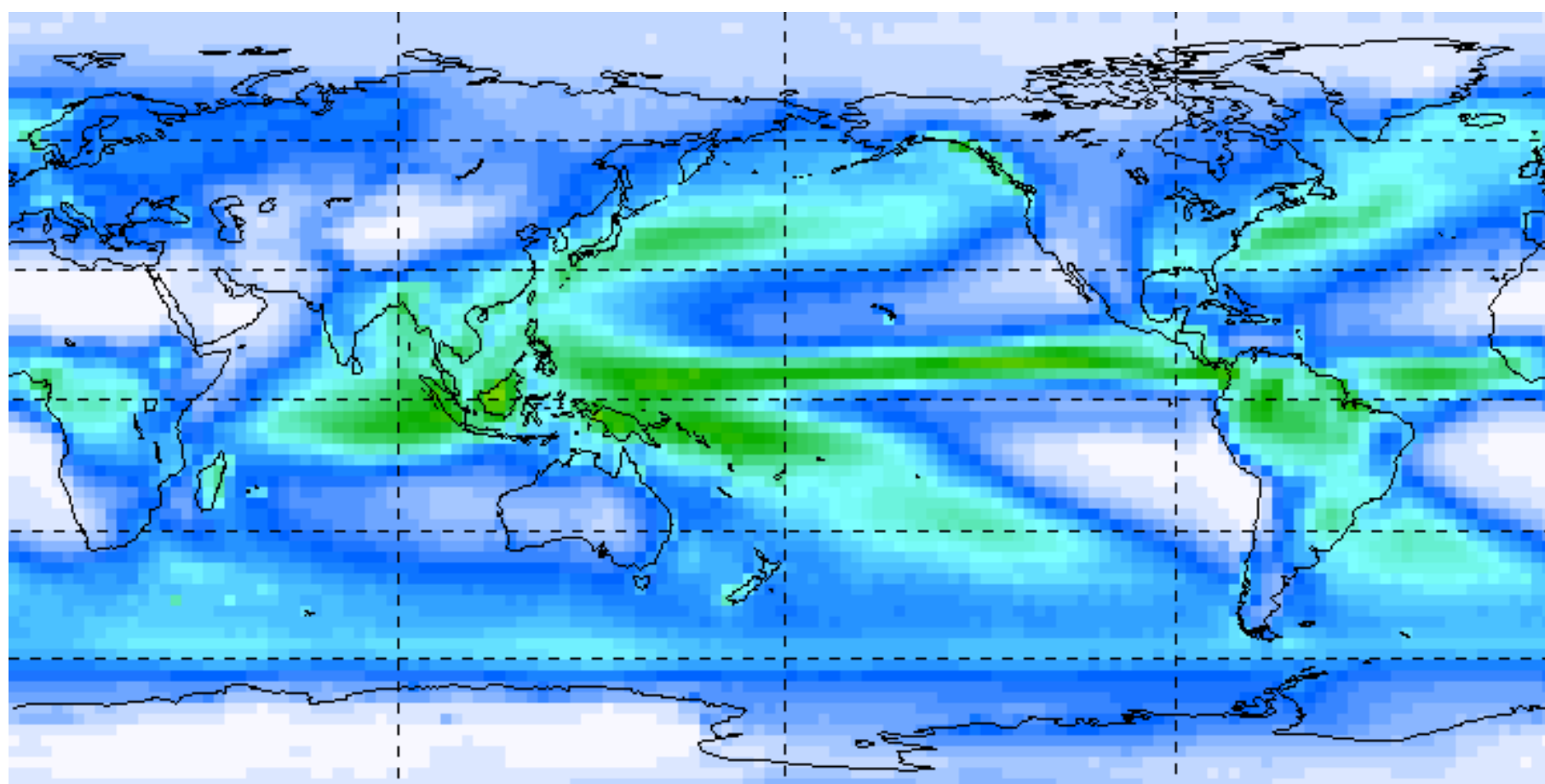
Julho



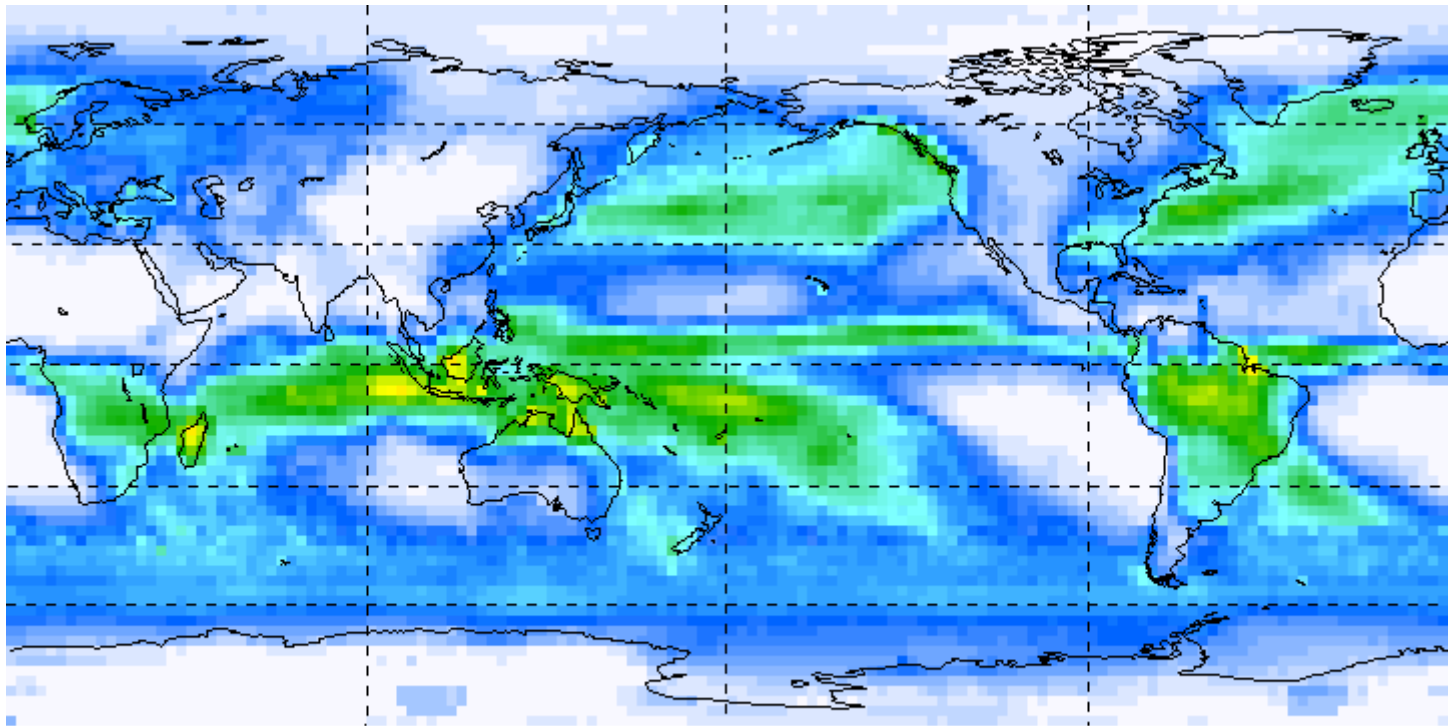
Precipitação associada à circulação geral

- o 0°N – baixa pressão – maior nebulosidade e chuvas
- o 30°N – alta pressão – menor nebulosidade
- o 45°N-60°N – baixa pressão – maior nebulosidade e chuvas
- o Latitudes polares – alta pressão – céu claro

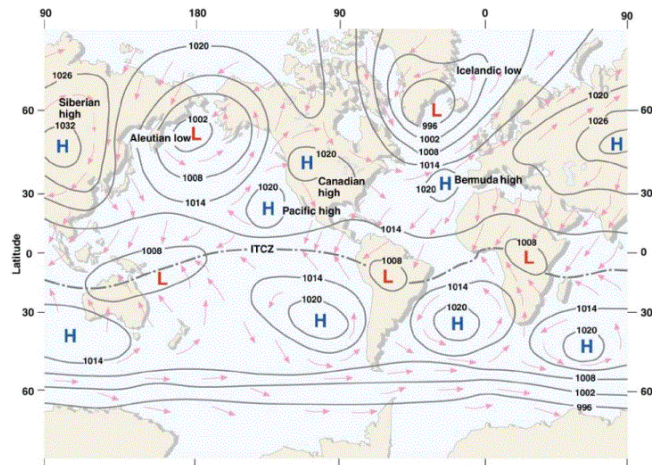


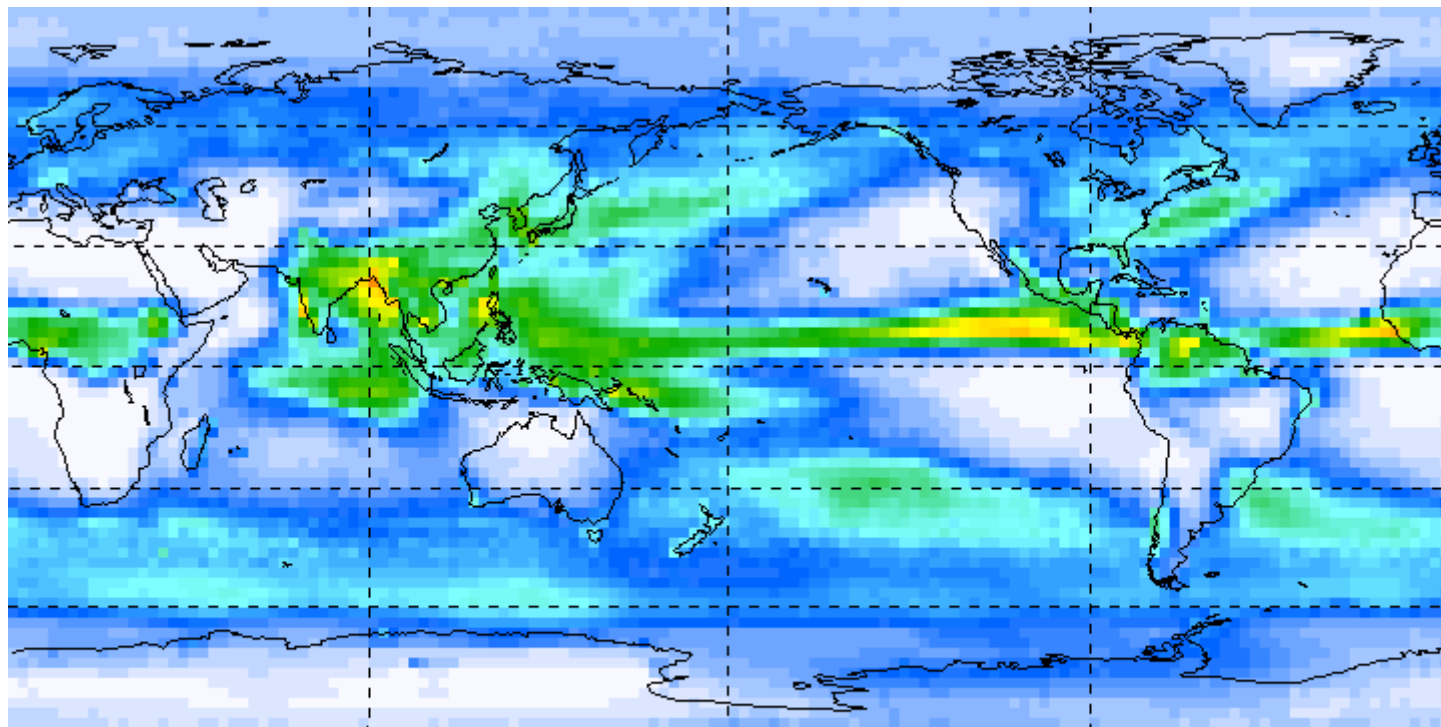


GPCP Sat-Gauge Annual Climo (mm/d) 0 4 8 12 16 20+



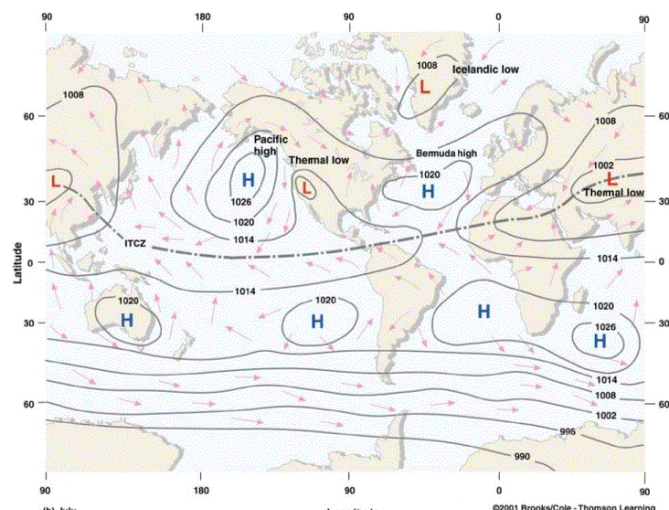
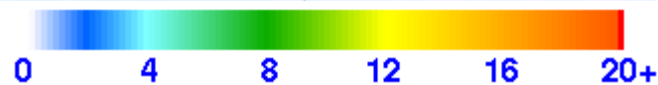
GPCP Sat-Gauge January Climo (mm/d) 0 4 8 12 16 20+





GPCP Sat-Gauge July Climo

(mm/d)



Circulação de Monção

- Mudança do vento em grande escala durante as estações
produz verões úmidos e invernos secos
- **Depende das mudanças meridionais da ITCZ**

- Produzida pelo aquecimento diferencial entre terra e oceano durante o verão (India and SE Asia)

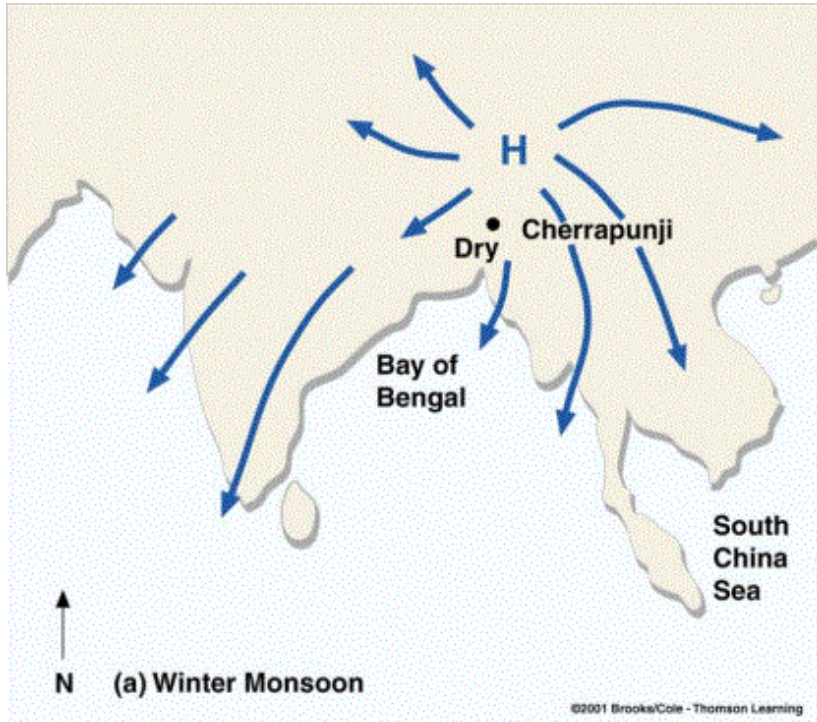
- **Inverno (HN)**

- Alta pressão na sfc sobre o continente,
baixa pressão na sfc sobre o oceano
-> baixa precipitação sobre o continente

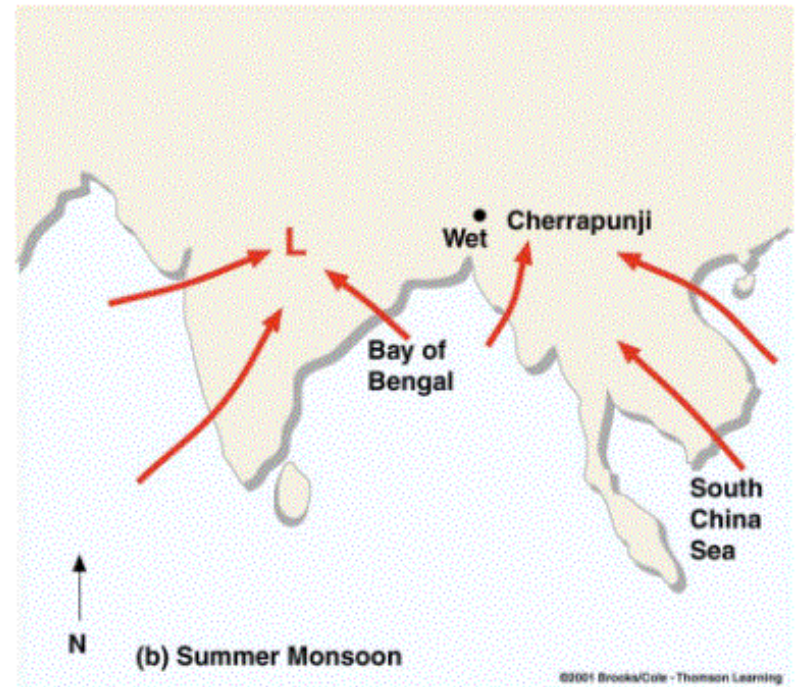
- **Verão (HN)**

- Baixa pressão na sfc sobre o continente,
alta pressão na sfc sobre o oceano ->
muita precipitação sobre o continente
(recorde ~30.000 mm)

INVERNO



VERÃO



FIM