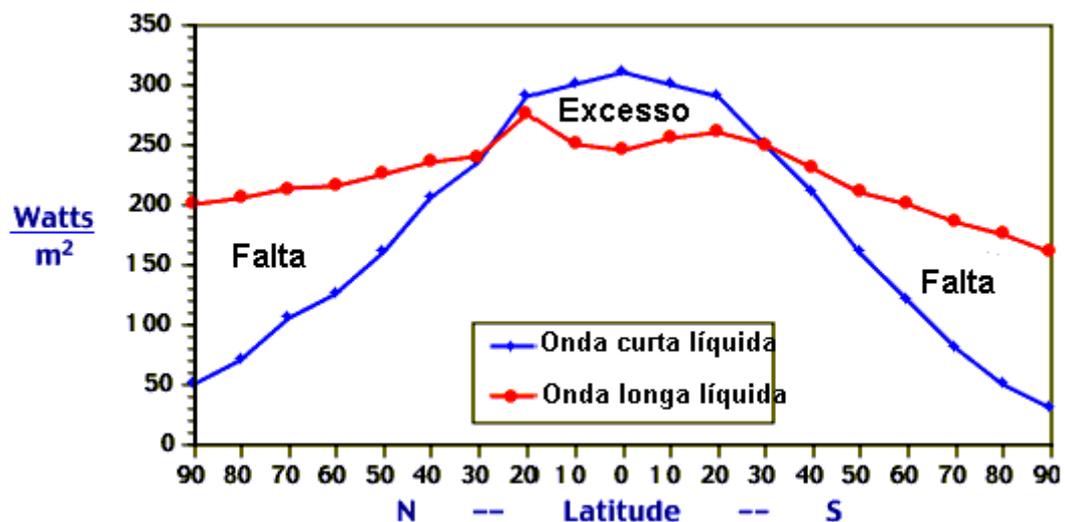


## Circulação Geral da Atmosfera

- Representa o “escoamento médio do ar” ao redor do globo
- É criado pelo aquecimento desigual da superfície da terra

### Lembre-se que:

- Em escala global, a terra está em equilíbrio radiativo. A energia que “entra” é igual a energia que “sai”.
- Isso não é verdade para cada latitude



A circulação geral é função do transporte de calor em direção aos pólos.

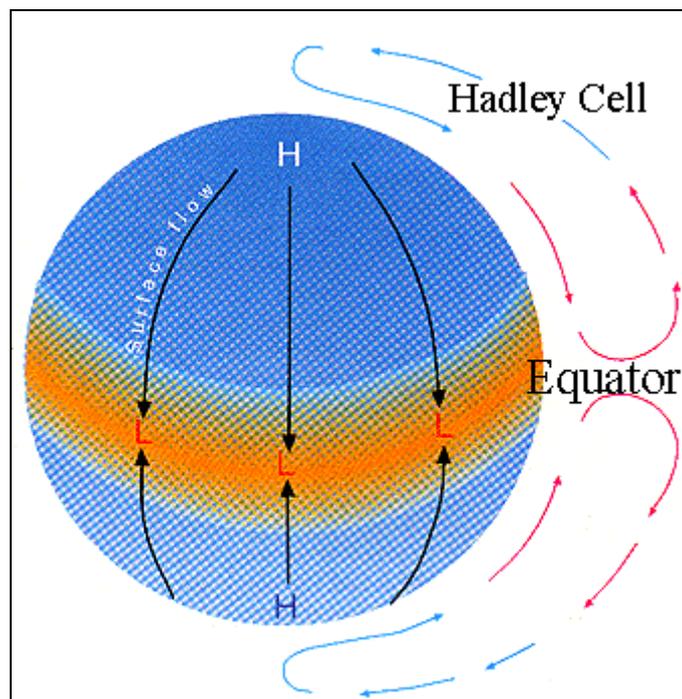
## Modelo de circulação geral – Célula Única

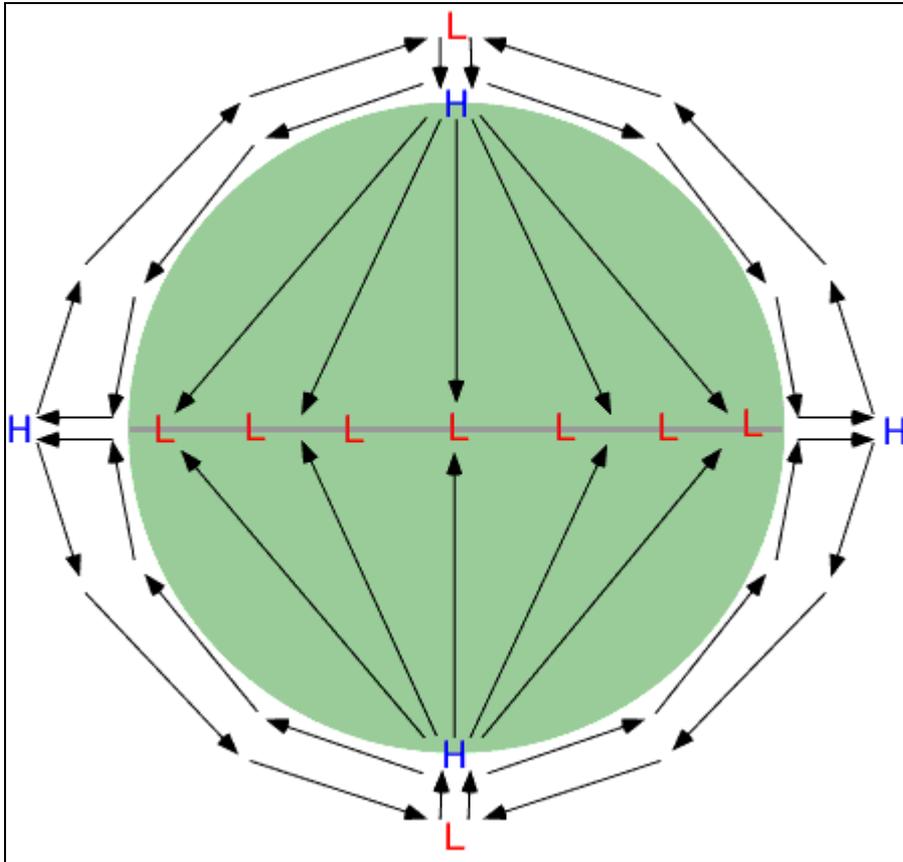
Assumindo que:

- A Terra é uniformemente coberta por água
- O Sol é dirigido sobre o Equador
- Terra sem rotação

Padrão de uma única célula chamada *Célula de Hadley*

- Ar ,relativamente mais quente, se levantando sobre o equador e o ar relativamente mais frio, descendo nos pólos





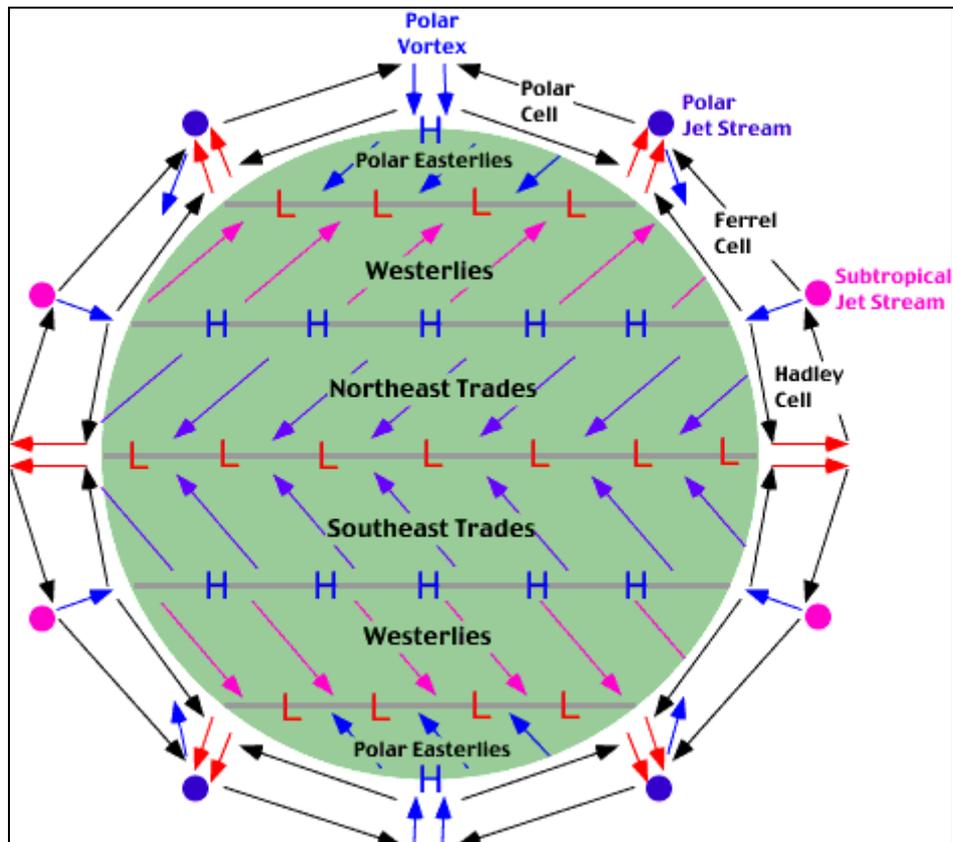
Esse padrão de célula única não é observado. Porque?

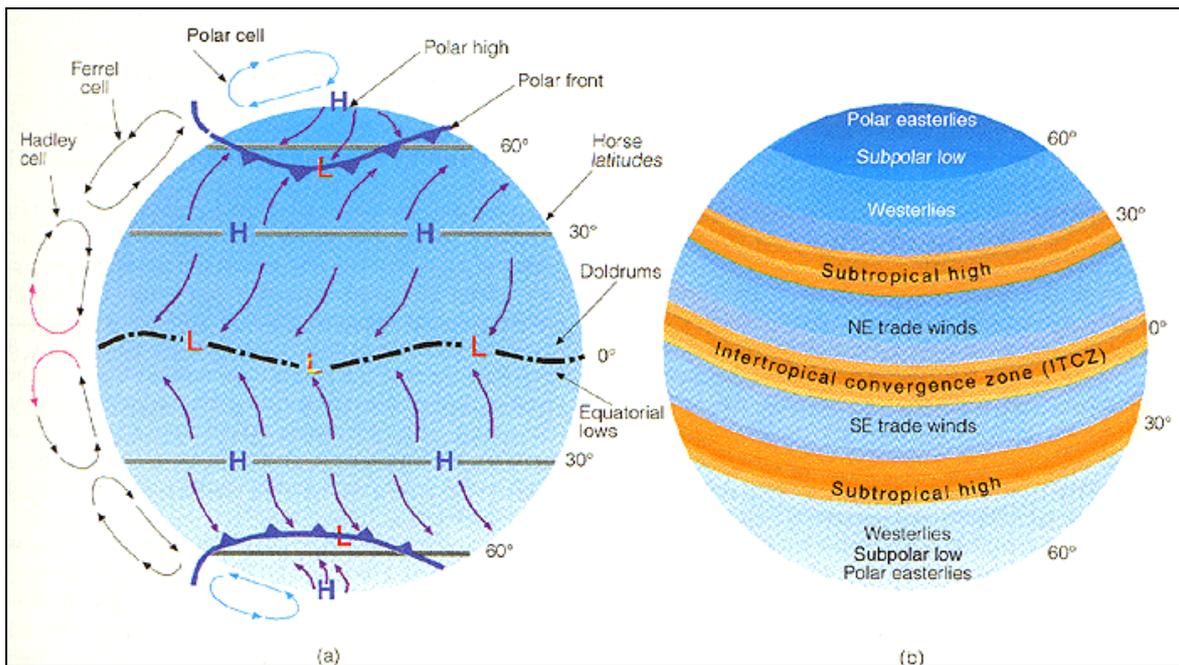
Qual processo importante não foi incluído?

(Rotação da Terra)

Vamos considerar a rotação da Terra ... O que acontecerá?

## Modelo de circulação geral – Três Células





## Modelo simplificado de 3 células

Pode-se mostrar matematicamente que, os ventos de superfície, em nossa "Terra" idealizada, serão

- (i) de nordeste entre cerca de 30° N e o equador, e de sudoeste entre 30° S (esses "ventos" existem e são chamados de "**ventos alísios**");
- (ii) de sudoeste entre 30° N e 60° N, e de noroeste entre 30° S e 60° S (esses "ventos" existem e são chamados de "**ventos de oeste**");
- (iii) de nordeste entre 60° N e 90° N, e de sudoeste entre 60° S e 90° S (esses "ventos" existem e são chamados de "**ventos polares**").

Analisando essa atmosfera numa seção vertical, observamos o estabelecimento de três pares de Células de Circulação, na escala global:

- (i) a chamada **CÉLULA DE HADLEY** (entre 0 e 30°);
- (ii) **CÉLULA DE FERREL** (entre 30° e 60°) e;
- (iii) **CÉLULA POLAR** (entre 60° e 90°).

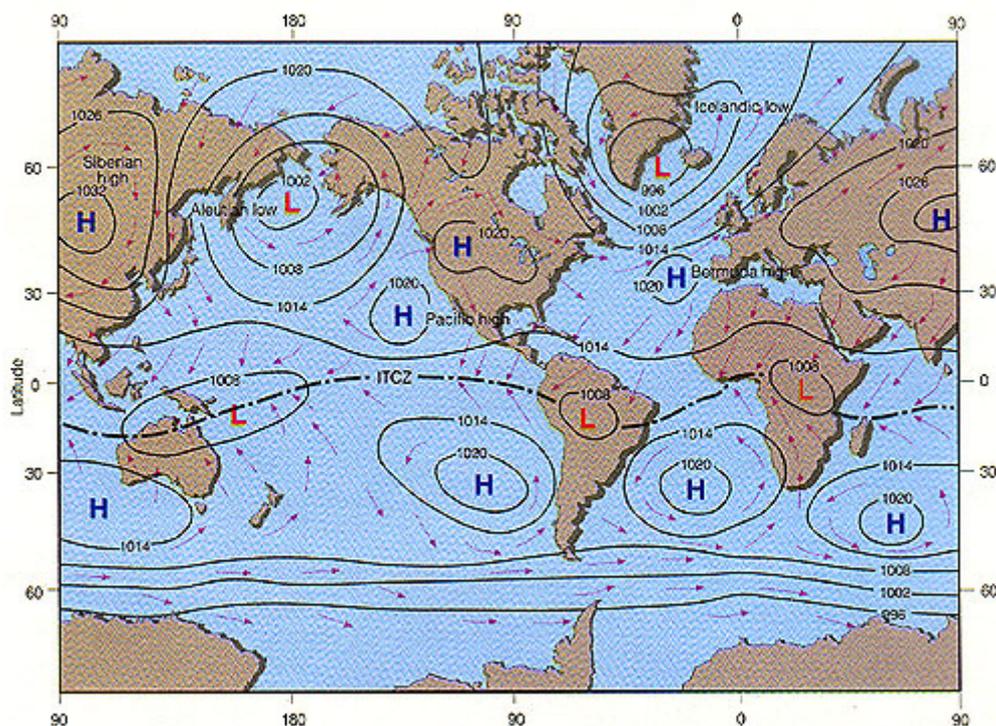
## Pressão e vento médios de superfície Janeiro

Áreas de pressão semi-permanentes:

1. Alta da Bermuda-Azores
2. Alta do Pacífico
3. Baixa da Aleuta (região de gênese para formação de ciclones que alcançam o NW do Pacífico)
4. Baixa Icelandic

Áreas de pressões sazonais:

1. Alta da Siberia
2. Alta do Canadá



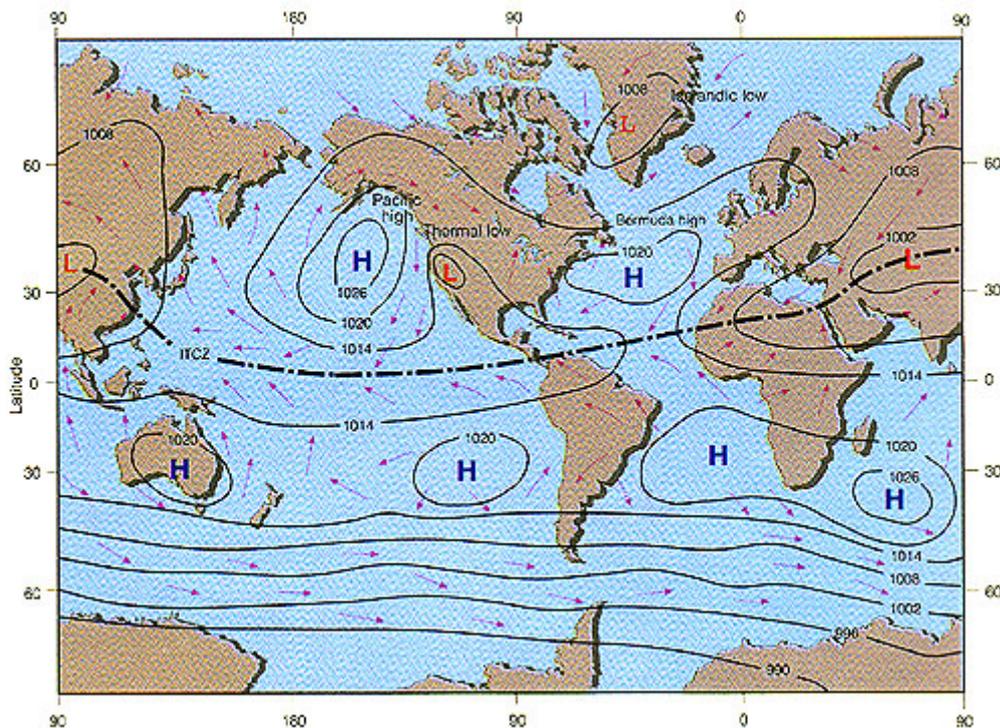
## Pressão e vento médios de superfície Julho

Áreas de pressão semi-permanentes:

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

Como a posição e a intensidade desses padrões diferem de Julho para Janeiro?

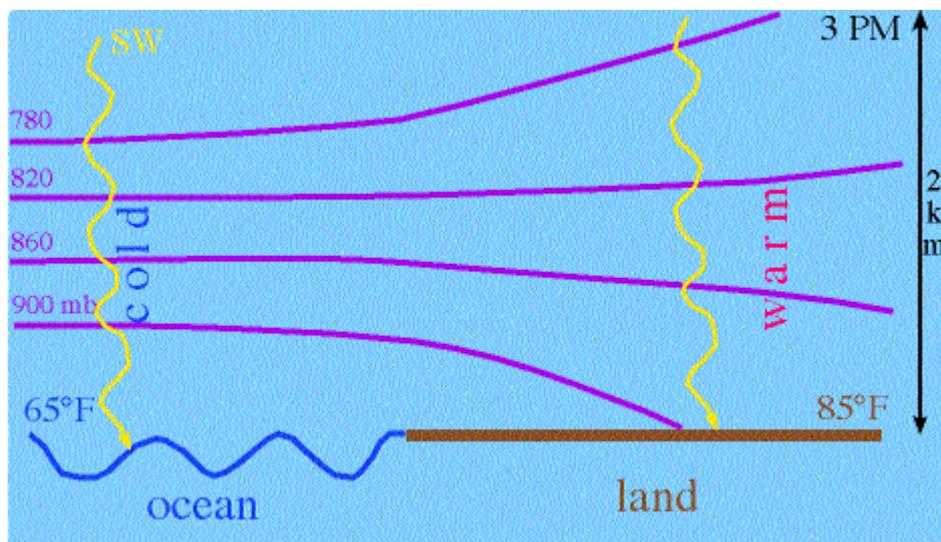
Porque a ITCZ está mais ao norte em Julho?



## Pressão e vento médios de superfície Julho

1. Monção (Baixa)
2. Baixa Térmica (sobre o SW dos US)

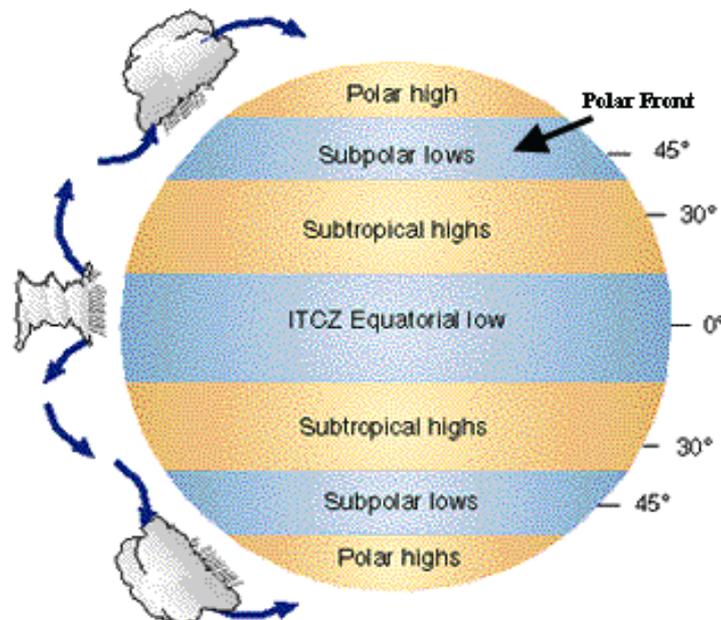
Como é criada a baixa térmica?



## Padrão Global de Precipitação produzido pela Circulação Geral

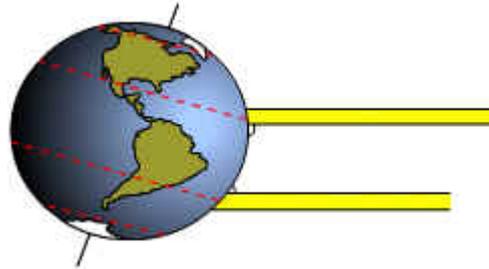
- Distribuição de precipitação ao redor do globo (de maneira muito geral)
  - 0°N – baixa pressão - nublado
  - 30°N – alta pressão - ensolarado
  - 45°N-60°N - baixa pressão - nublado
  - Latitudes polares – alta pressão – céu claro

Essas zonas mudam 10-15 graus N-S anualmente  
Porque?

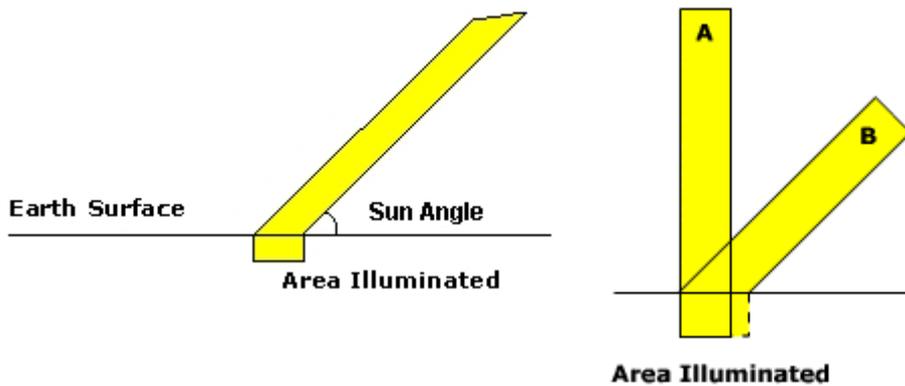


© 1998 Wadsworth Publishing Company/ITP

Ciclo sazonal do sol.

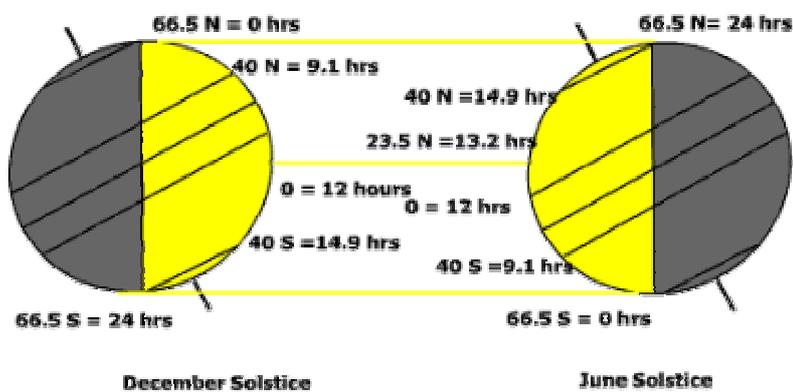


O eixo de rotação da Terra é inclinado  $23,5^\circ$  em relação a perpendicular.



A intensidade da radiação solar depende do ângulo com que os raios solares atingem a superfície do planeta. Os raios perpendiculares a (A) concentram energia sobre uma área menor. Quando o ângulo solar decresce (B), a área iluminada aumenta (linha pontilhada).

### Spatial Variation of Day Length For the Solstices



## Clima associado às altas do Pacífico e da Bermuda

**Alta do Pacífico** - Se move em direção norte durante o verão

- Produz forte subsidência no lado leste
- Durante o inverno, se move para sul permitindo que a frente polar traga precipitação para o SW dos US

**Alta da Bermuda** – Transporta ar quente e úmido para os US e sul do Canadá

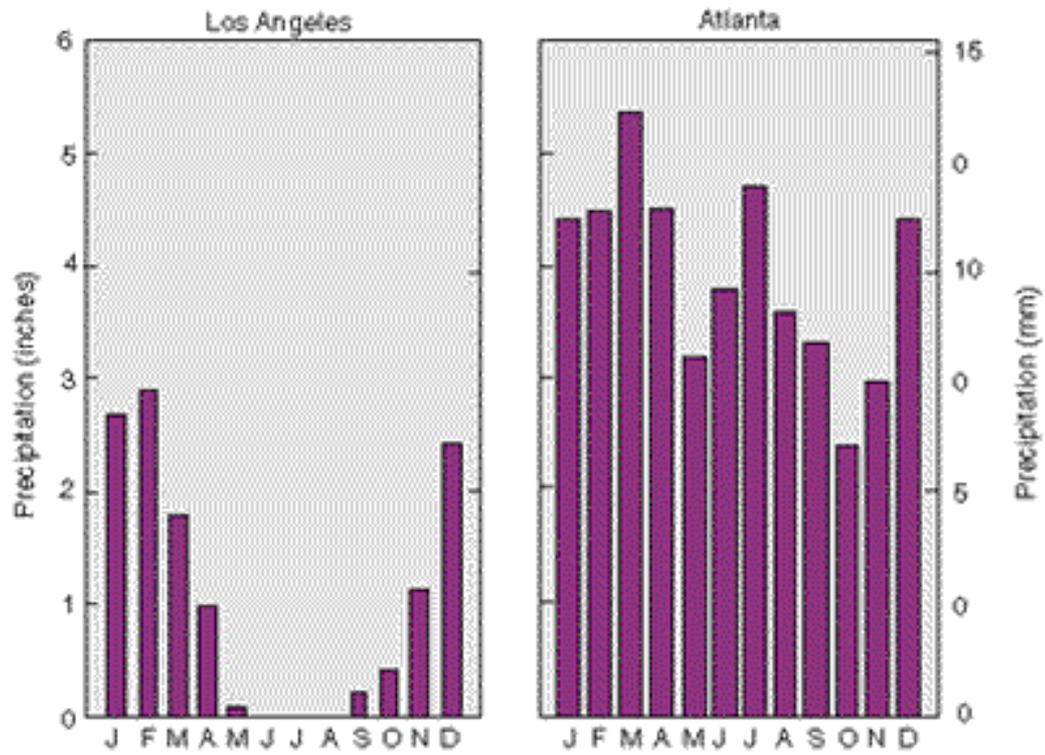
- Esse ar pode ser instável

O clima associado às altas subtropicais pode variar dramaticamente dependendo da localização das altas



© 1998 Wadsworth Publishing Company/ITP

## Clima associado às altas do Pacífico e da Bermuda



© 1998 Wadsworth Publishing Company/ITP

## Jatos

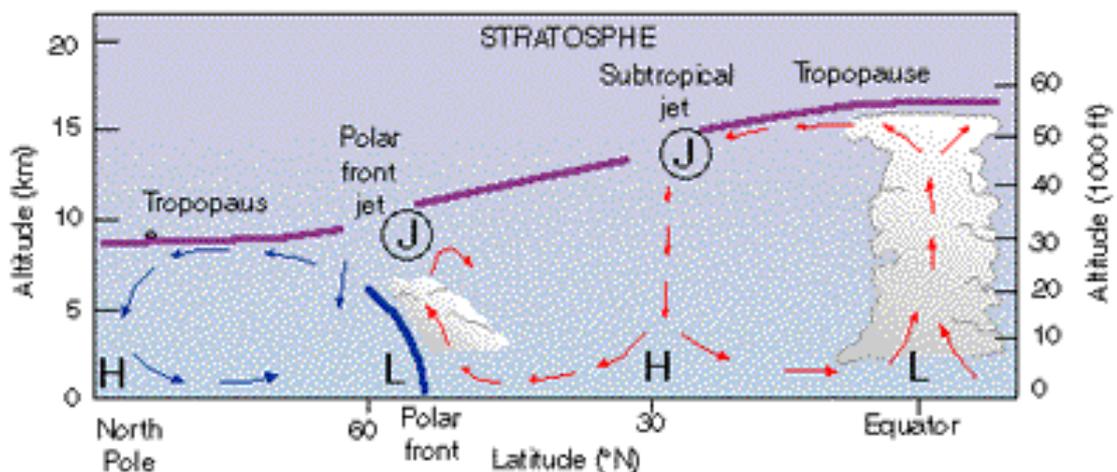
### Jato Polar

- Situado em cerca de 10 km acima da frente polar

### Jato Subtropical

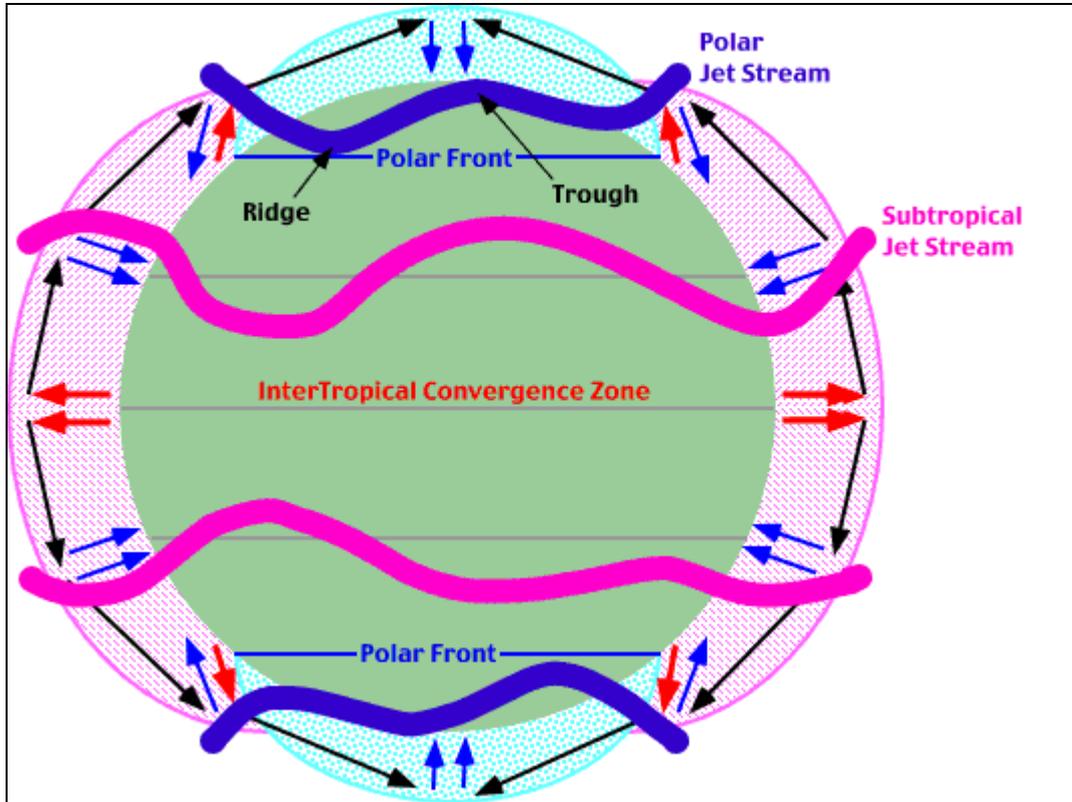
- Situado acima das altas subtropicais a cerca de 13 km de altura
- Frequentemente visível como uma pluma úmida estendendo da região tropical a região subtropical
- 

Analisando a carta de 300 mb é possível localizar a posição dos jatos polar e subtropical.

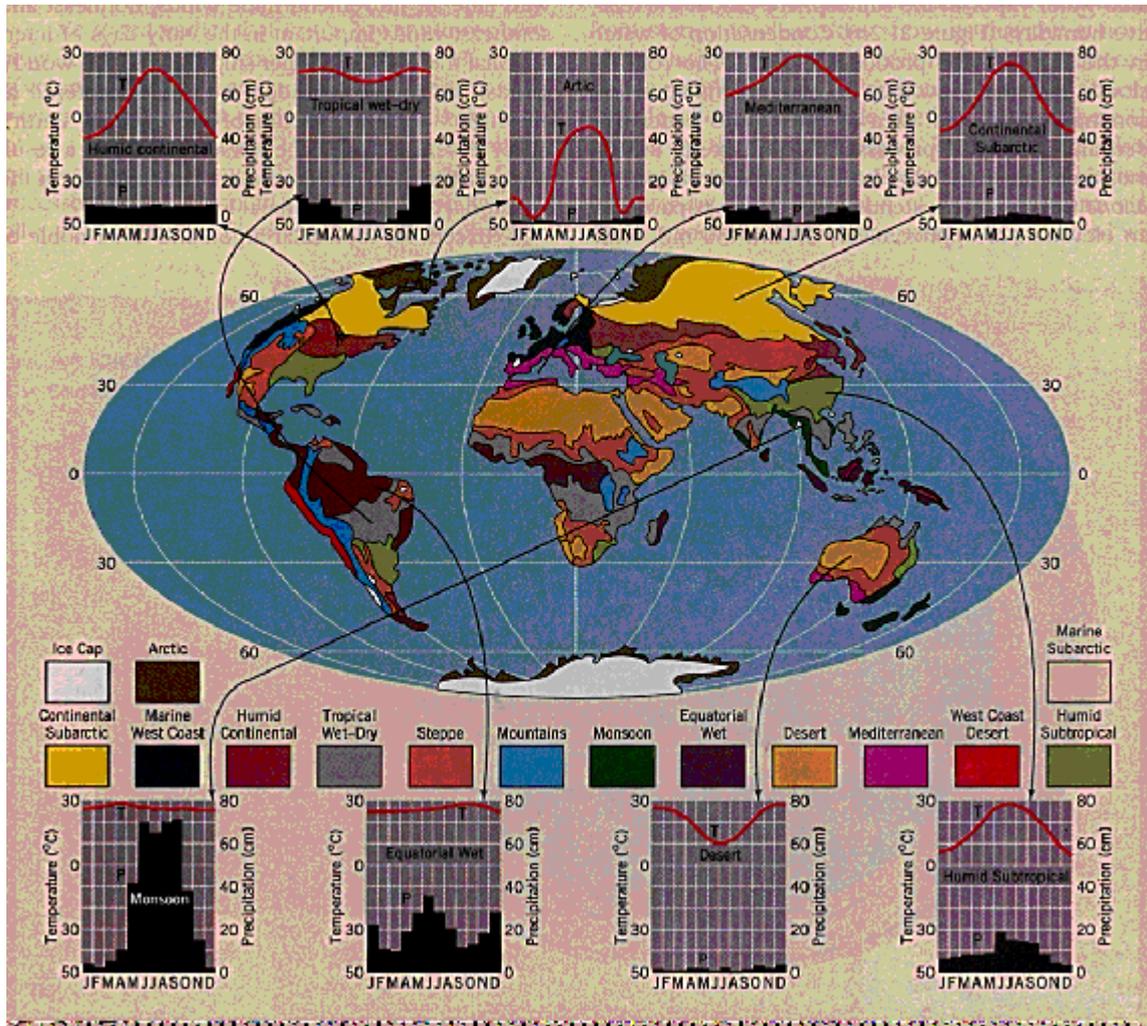


© 1998 Wadsworth Publishing Company/ITP

## Mapa de 300 mb



# RESUMO

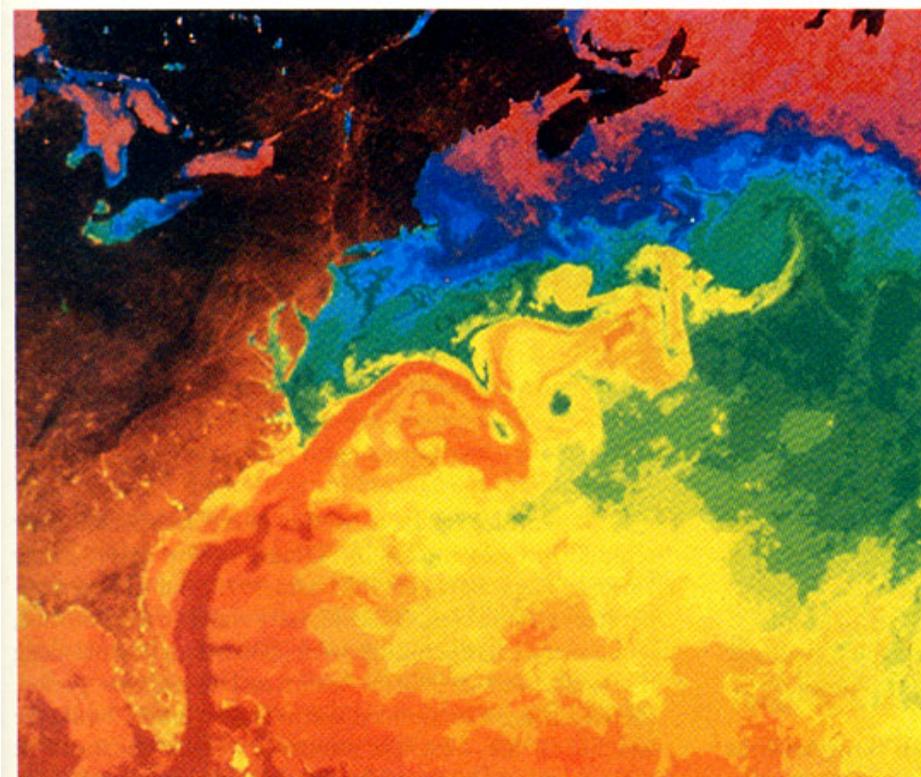


## Correntes Oceânicas

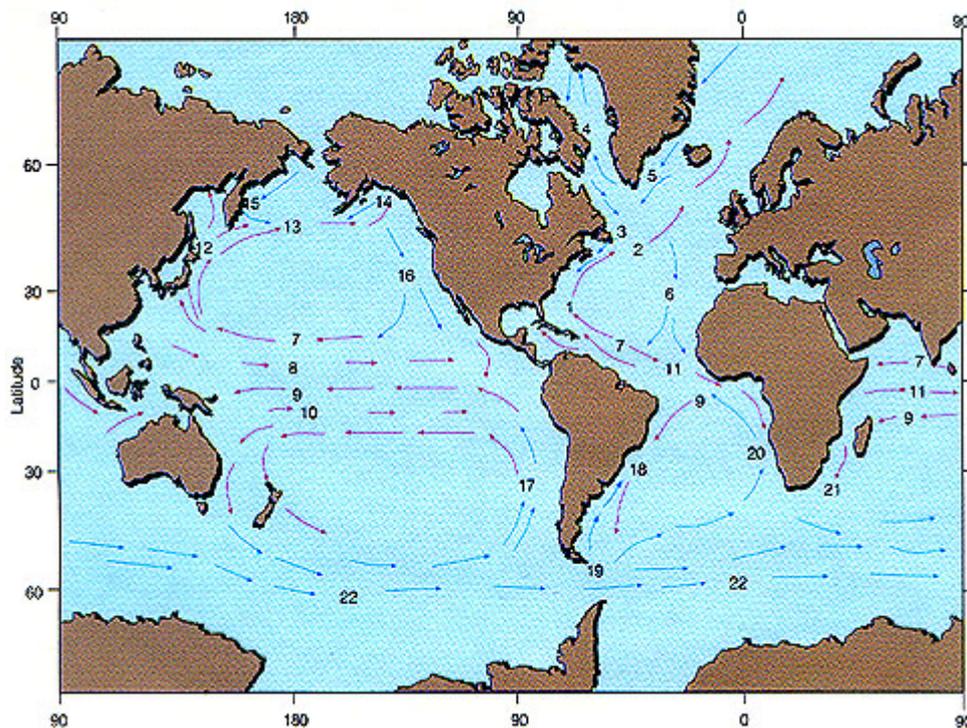
- Geradas pelos giros
- Responsáveis por cerca de 40% do transporte líquido de calor global
- A água se move com um ângulo de 20-45 graus da direção do vento de superfície, devido a Coriolis
- A água se move mais lentamente que os ventos

### Correntes oceânicas mais importantes

#### 1- Corrente do Golfo



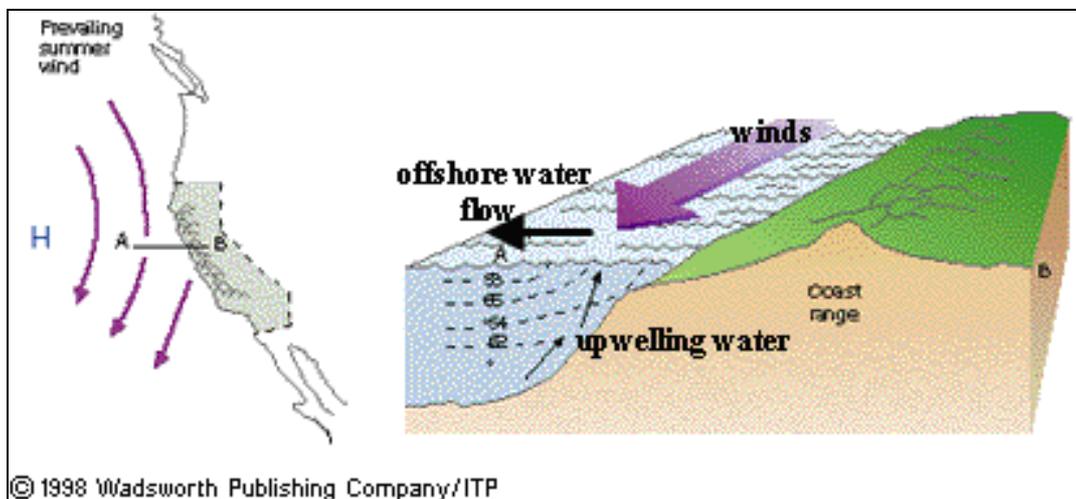
- 1- Corrente do Golfo
- 3- Corrente do Labrador
- 7- Corrente equatorial norte
- 8- Contra corrente equatorial norte
- 9- Corrente equatorial sul
- 10- Contra corrente equatorial sul
- 11- Contra corrente equatorial
- 12- Corrente de Kuroshio
- 14- Corrente do Alasca
- 16- Corrente da Califórnia



## Ressurgência

- Trás água fria das regiões mais profundas para a superfície
- Ventos paralelos à costa podem criar um fluxo de água em direção contrária à costa
- Água fria, rica em nutrientes, tomam o lugar das águas quentes de superfície (bom para a pesca no Peru)

Esse processo é dominante quando os ventos são paralelos a linha da costa



## El Niño

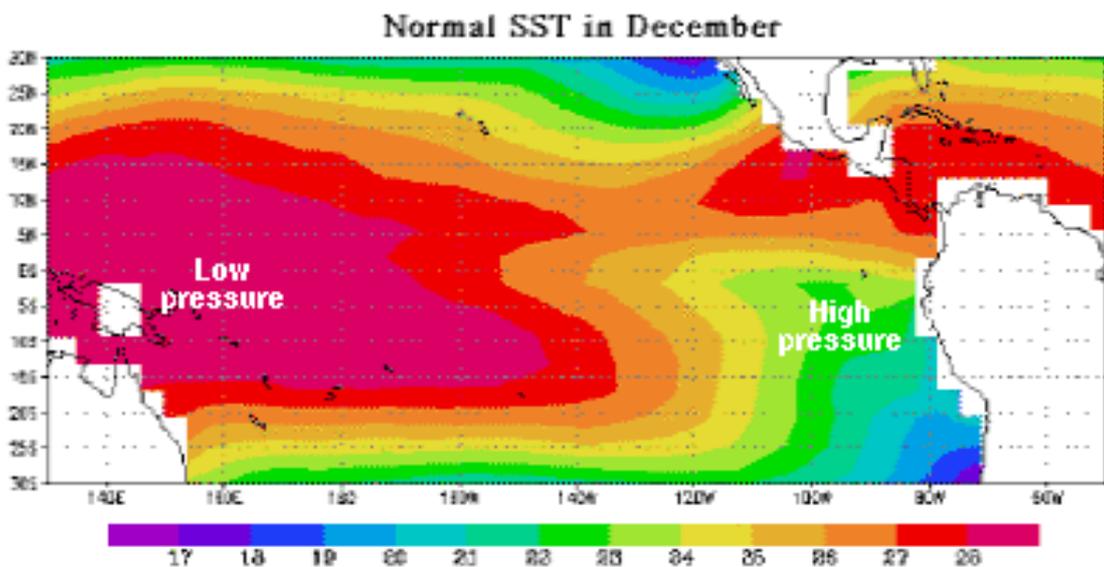
- Inicialmente, se referia a corrente fraca e quente que aparecia anualmente ao longo da costa do Equador e Peru (não favorável para a pesca)
- Pode produzir conseqüências econômicas e atmosféricas ao redor do mundo
- Ocorre a cada 3-7 anos, durando cerca de 1 ano

**El Niño, no oceano, se refere ao movimento de oeste para leste, de águas quentes, no Pacífico equatorial**

Anos de El Niño			
1902-1903	1905-1906	1911-1912	1914-1915
1918-1919	1923-1924	1925-1926	1930-1931
1932-1933	1939-1940	1941-1942	1951-1952
1953-1954	1957-1958	1965-1966	1969-1970
1972-1973	1976-1977	<b>1982-1983</b>	1986-1987
1991-1992	1994-1995	<b>1997-1998</b>	

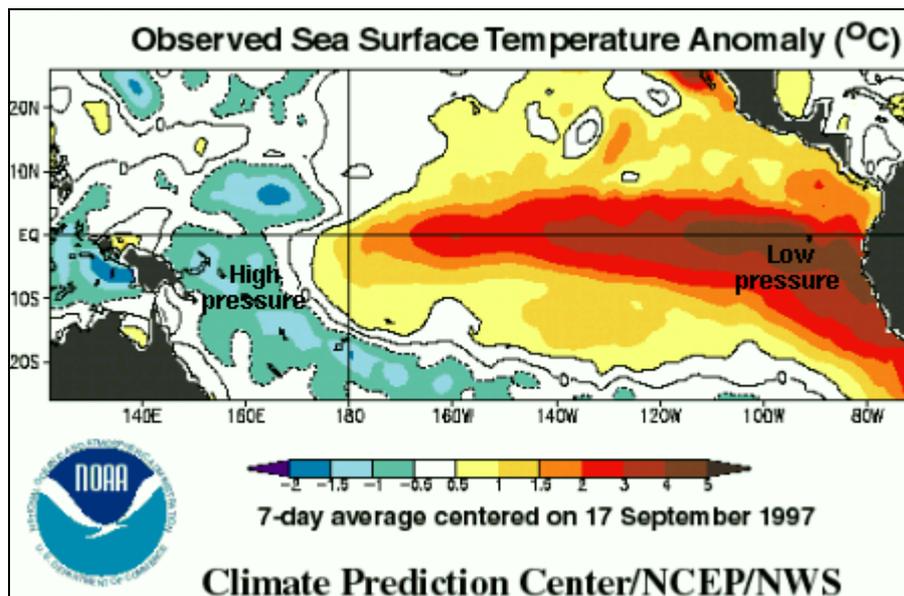
## Temperatura da superfície do mar (TSM) durante um ano “normal”

- Durante um ano “normal”, há uma grande piscina de água mais quente no oeste do Pacífico
- Baixa pressão domina no oeste do Pacífico, sobre a água mais quente
- Alta pressão domina no leste do Pacífico, sobre a água mais fria



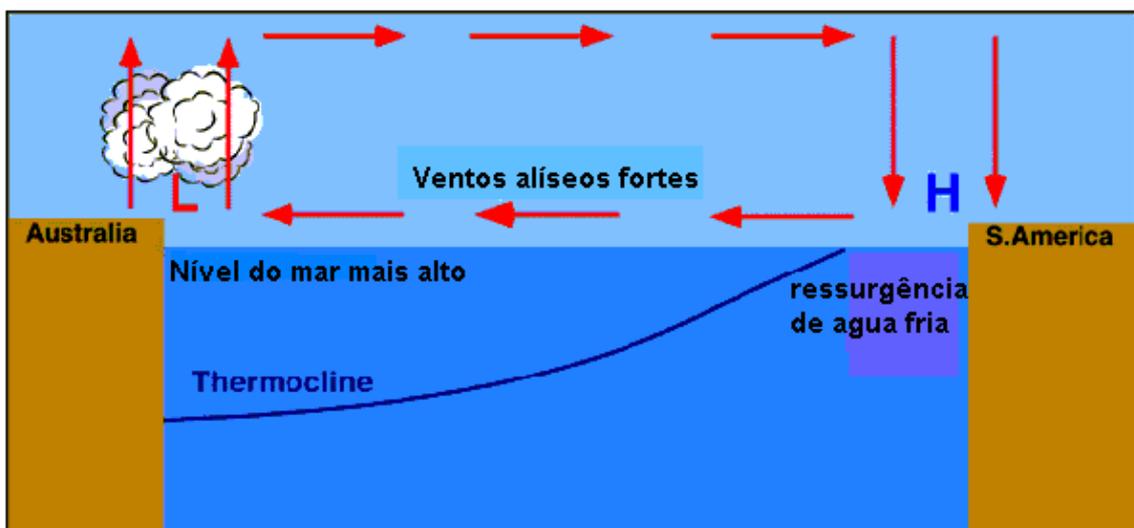
## TSM durante um ano de El Niño

- Durante um ano de El Niño, a TSM fica mais quente que o normal no lado leste do Pacífico
- A alta pressão de superfície muda do leste para o lado oeste do Pacífico
- A baixa pressão de superfície muda do oeste para o lado leste do Pacífico
- Essa mudança na pressão de superfície é chamada de *El Niño* – *Oscilação Sul (ENOS)*
- ENOS tem um grande impacto na distribuição de precipitação ao redor da bacia do Pacífico



## Os alísios durante um ano “normal”

- Durante um ano normal, os alísios empurram e empilham a água no lado oeste do Pacífico equatorial
- O nível do mar é mais alto no lado oeste do Pacífico equatorial





## Anomalias de precipitação e temperatura devido ao El Niño.

