



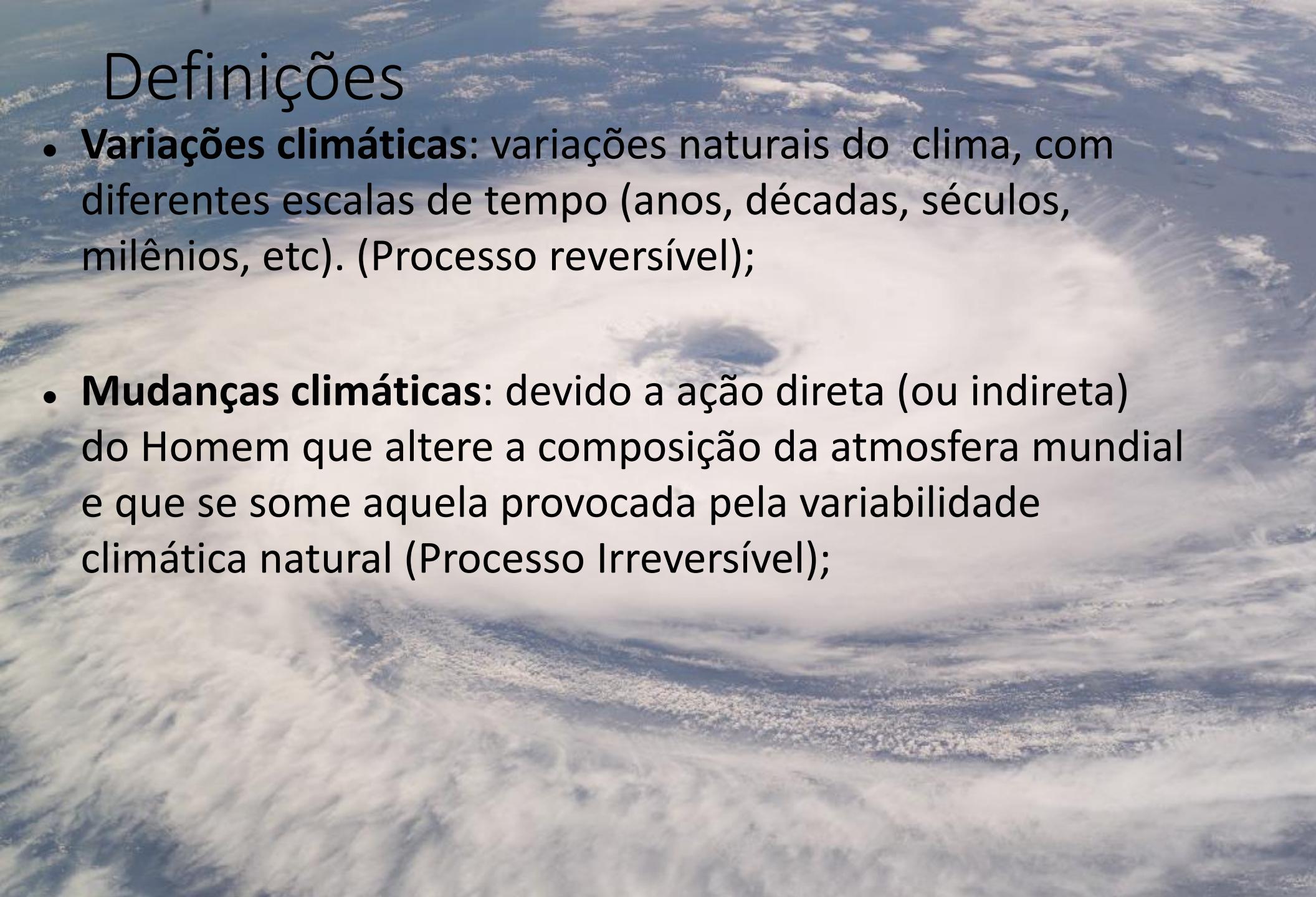
# FÍSICA DA MUDANÇAS CLIMÁTICAS

## 4ª aula

### Variabilidade Climática de Grande Escala

(Aula sincrona)

Prof Reinaldo Haas  
Dept de Física



# Definições

- **Variações climáticas:** variações naturais do clima, com diferentes escalas de tempo (anos, décadas, séculos, milênios, etc). (Processo reversível);
- **Mudanças climáticas:** devido a ação direta (ou indireta) do Homem que altere a composição da atmosfera mundial e que se some aquela provocada pela variabilidade climática natural (Processo Irreversível);

- Mudanças climáticas: variações versus mudanças climáticas,

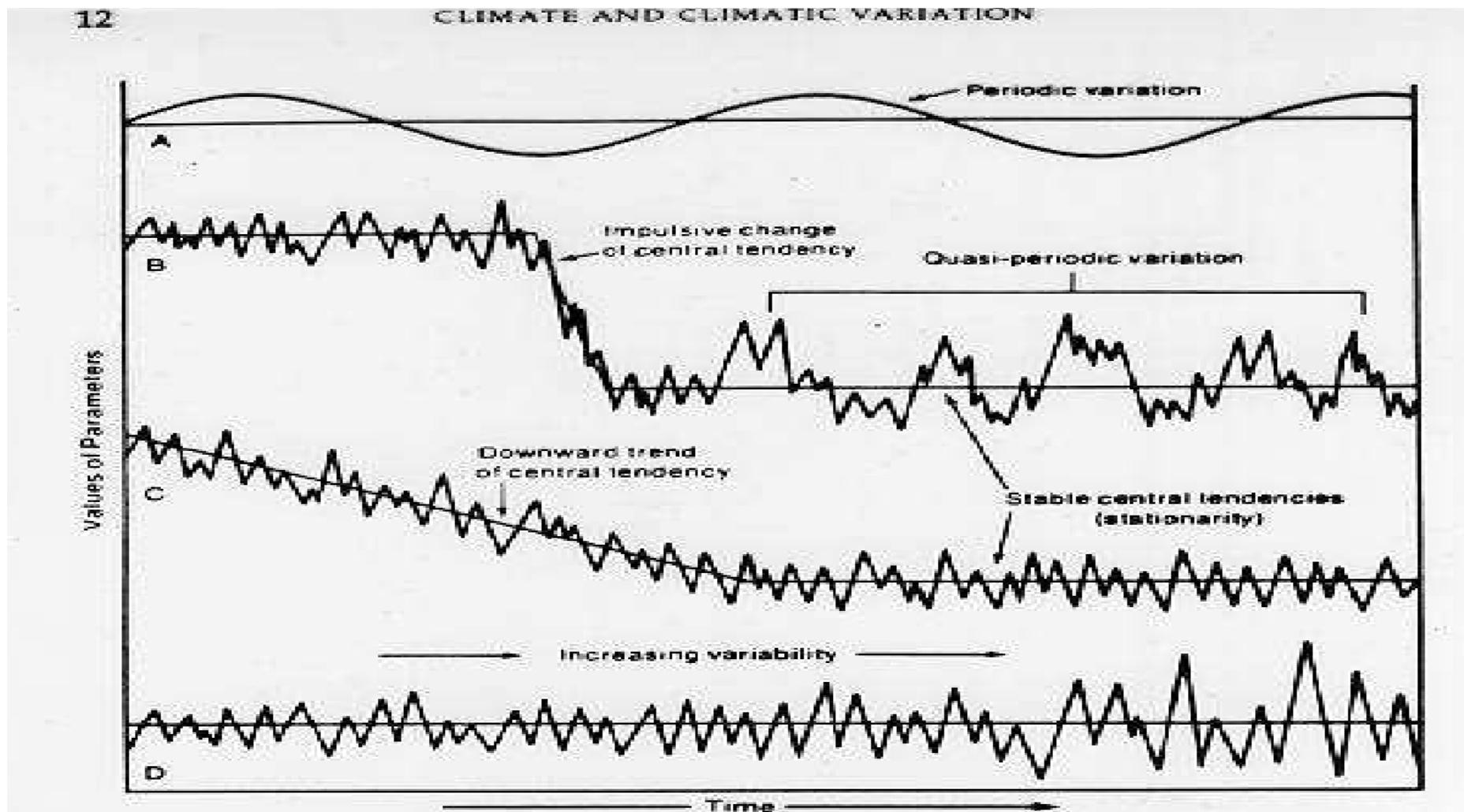
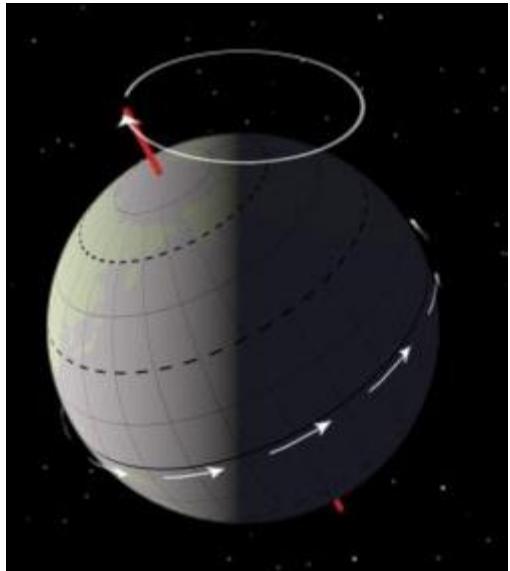


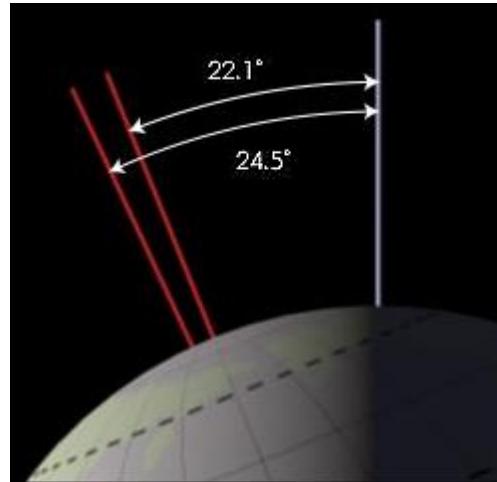
Figure 2.1 Examples of climatic variation and variability (from Hare 1979).

# Variações climáticas

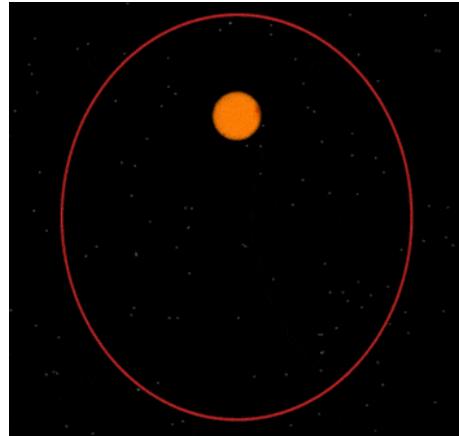
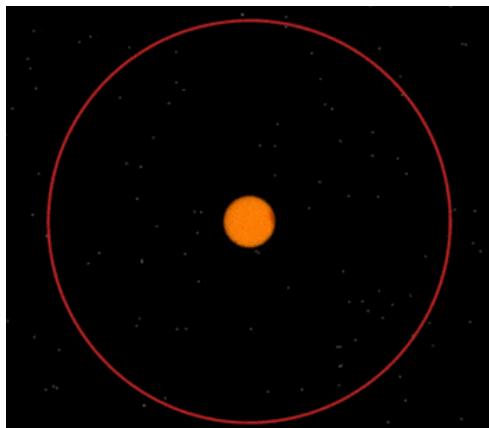
Ciclos de Milankovitch



**Precessão dos  
Equinócios  
(25K)**

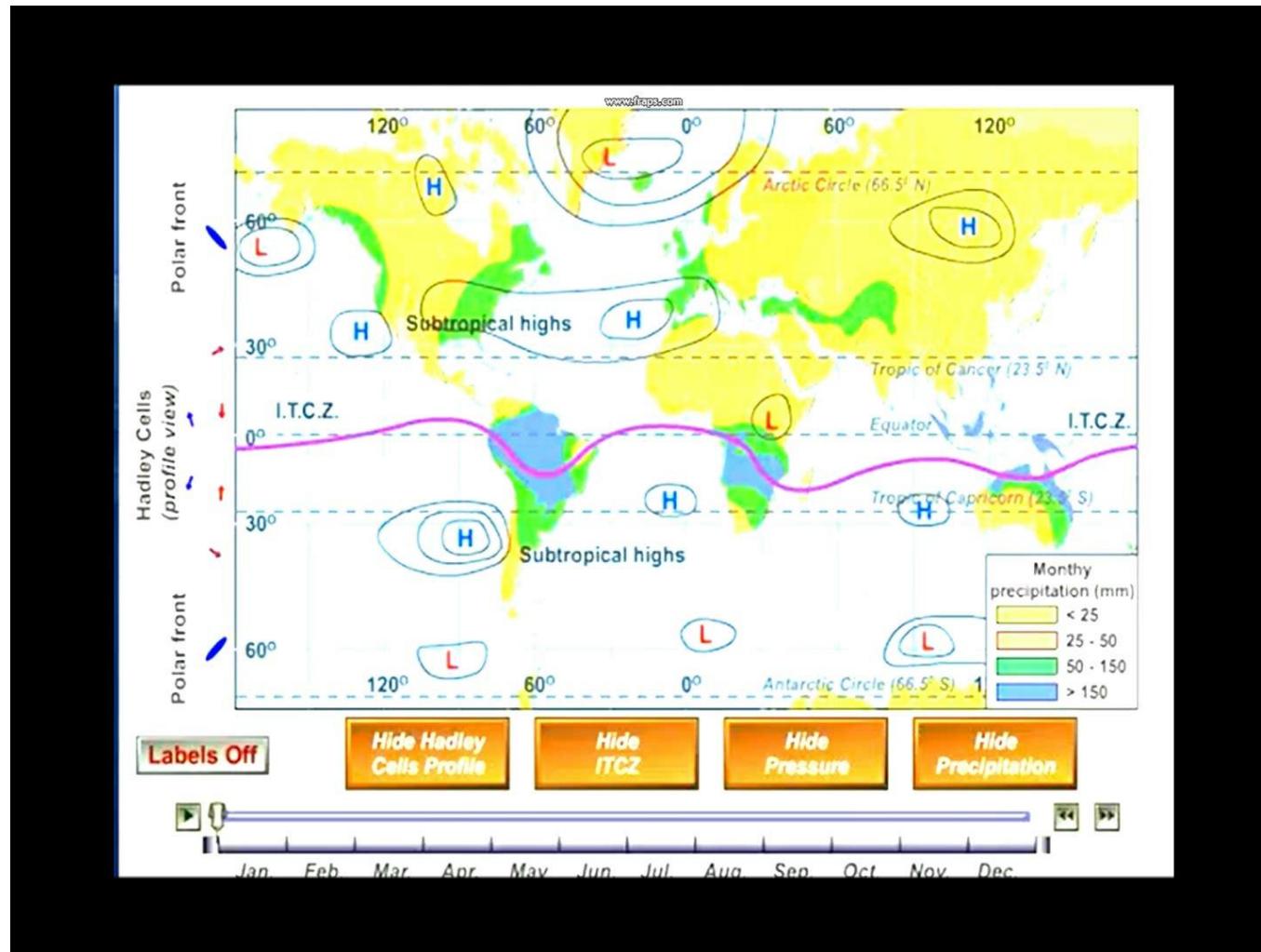


**Obliquidade  
22K a 66K**



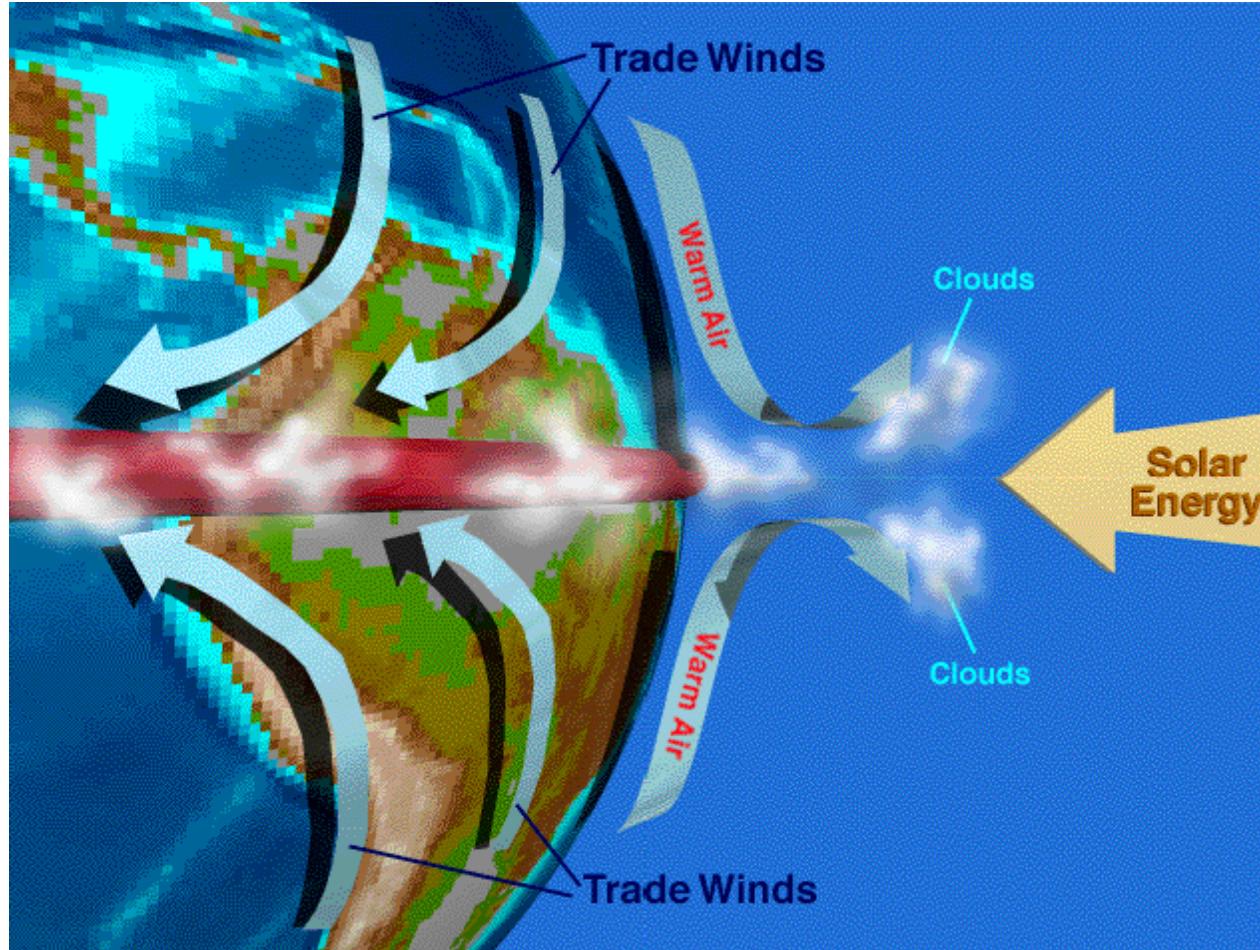
**Excentricidade  
413K, 136K, 96K**

# Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

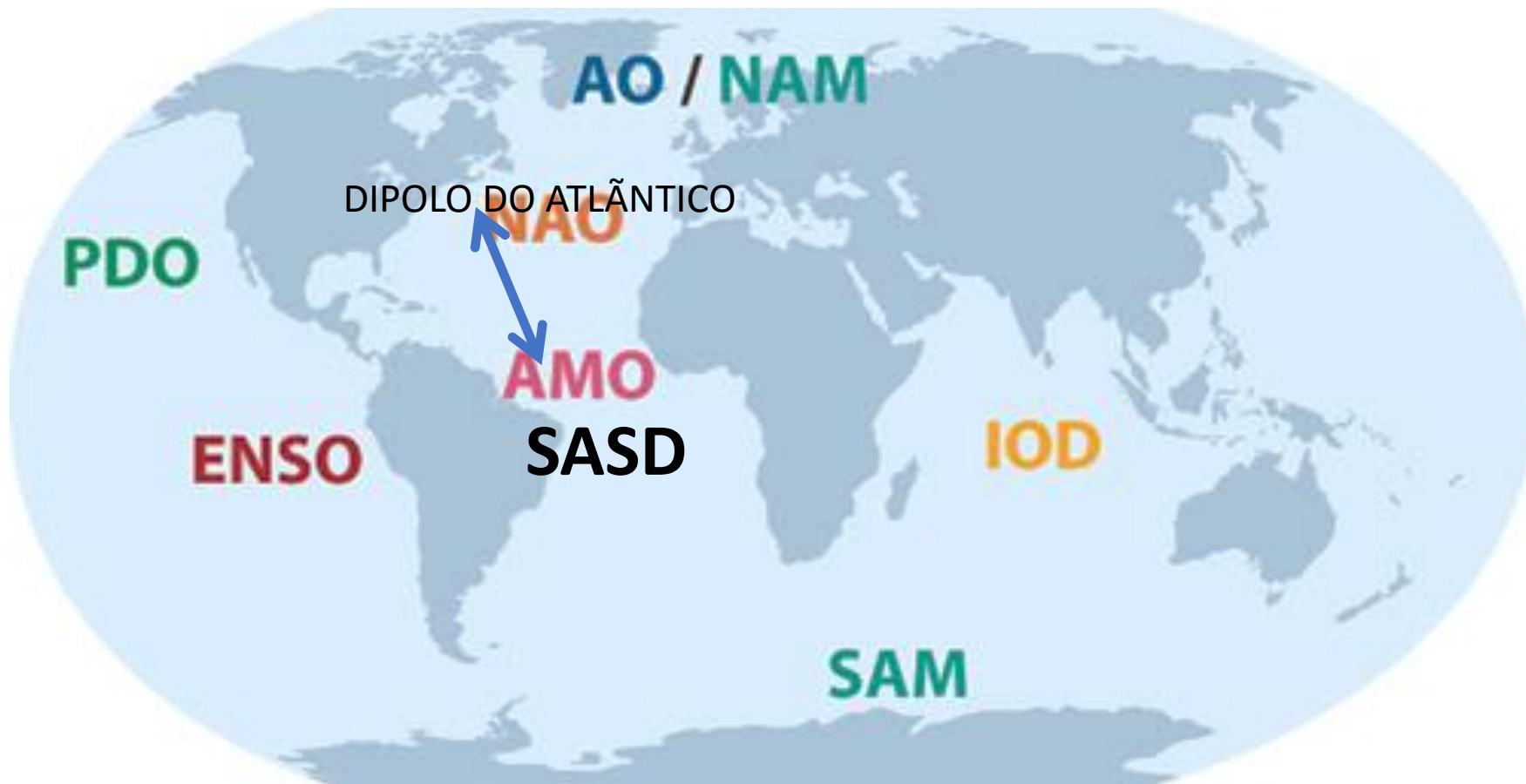


# ITCZ

## ANTICORRELAÇÃO VENTO X PRECIPITAÇÃO NOS TRÓPICOS



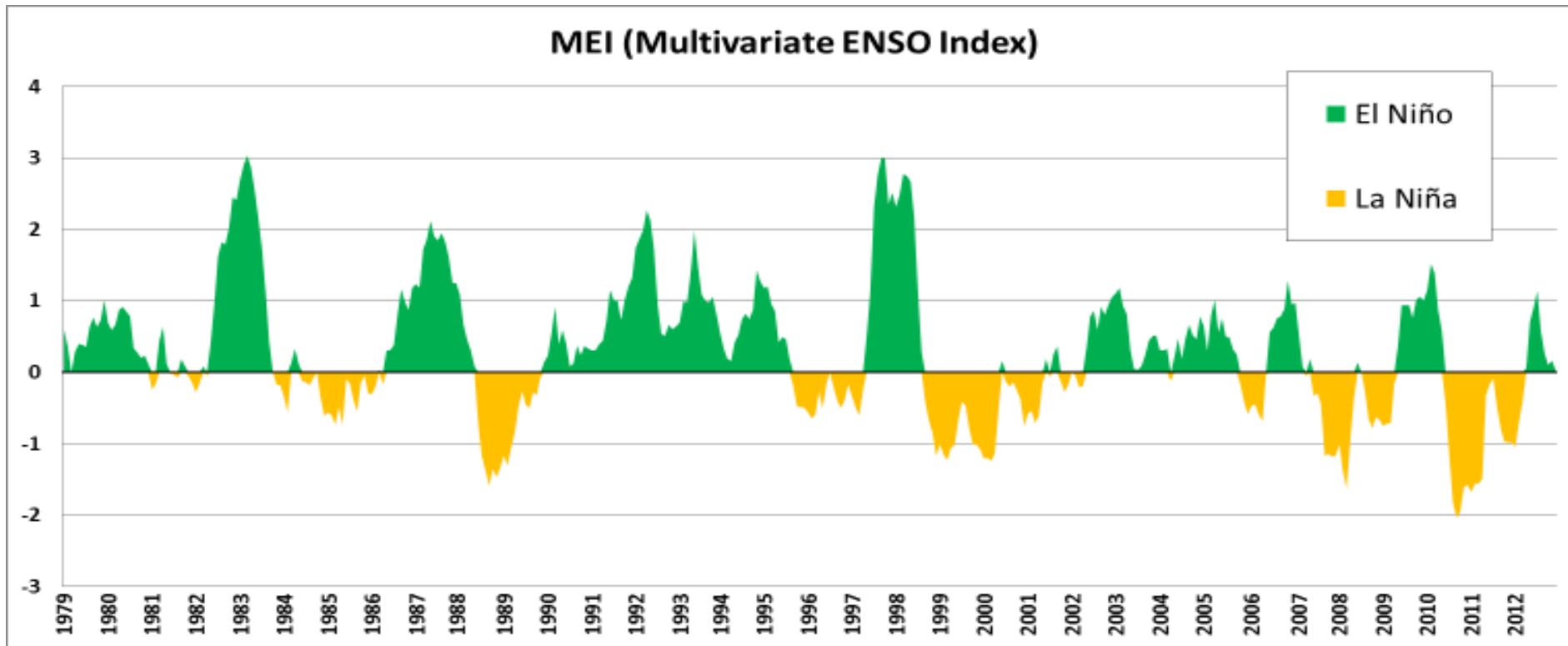
# RESERVATORIO DE ENERGIA CONEXÕES CLIMÁTICAS



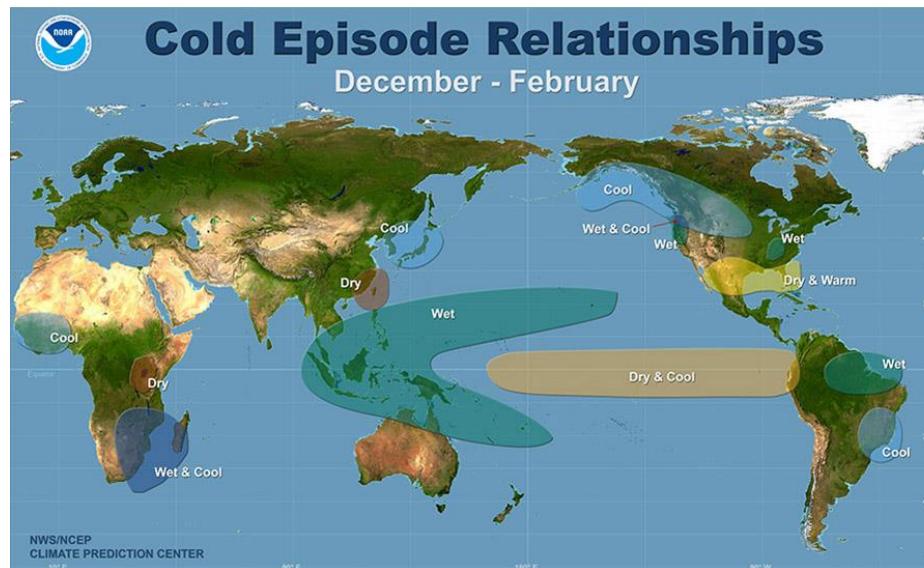
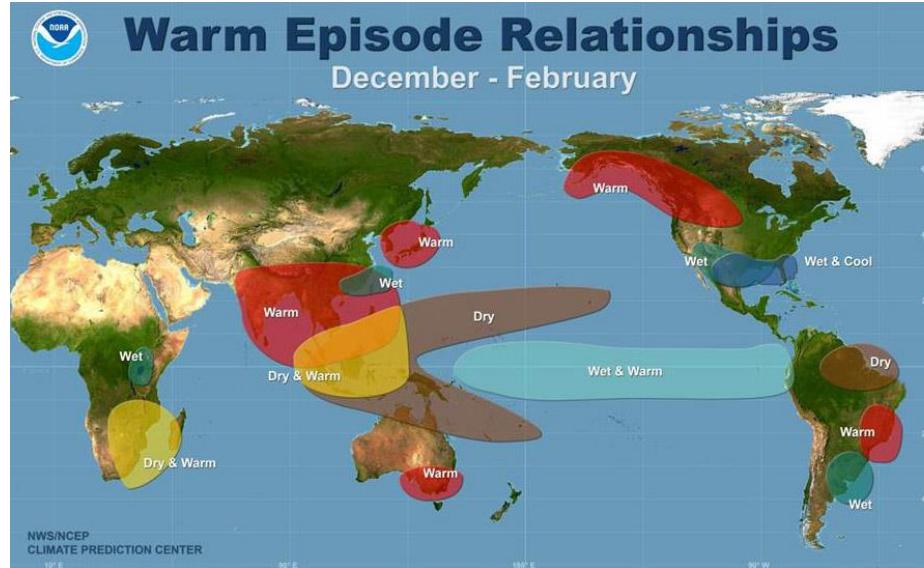
# Oscilação Climática

- A Oscilação Quase-Bienal - cerca de 30 meses
- ENSO-Oscilação do Sul de El Niño - 2 a 7 anos
- A Oscilação Decenal do Pacífico - 8 a 12 anos? (não está claro)
- Ciclo de Schwabe ou ciclo de manchas solares - cerca de 11 anos
- Ciclo Hale ou ciclo de manchas solares duplas - cerca de 22 anos
- A Oscilação Interdecadal do Pacífico - 15 a 30 anos?
- a Oscilação Multidecadal Atlântica - cerca de 50 a 70 anos.
- Ciclo de Gleissberg - um ciclo solar de cerca de 88 anos [1]
- Ciclo Suess ou Ciclo De Vries - um ciclo solar de cerca de 200 anos
- o ciclo Hallstattzeit / Hallstatt - um ciclo solar de cerca de 2.200 a 2.400 anos
- Ciclos Climáticos do Norte da África – 22 mil anos;

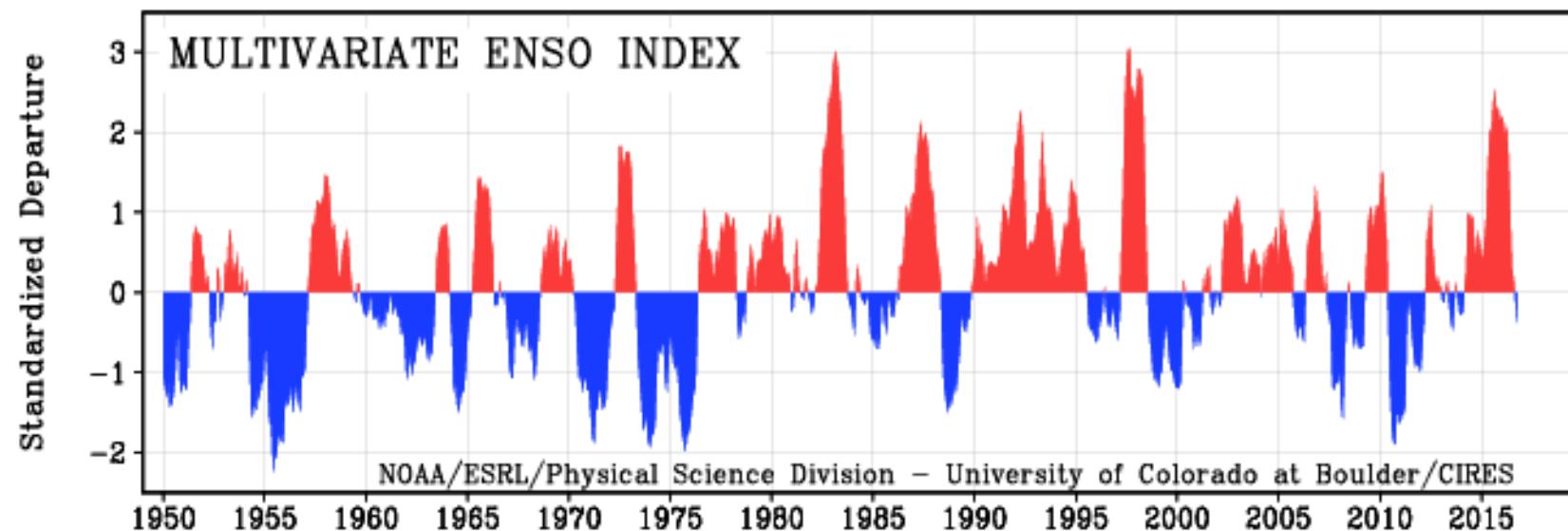
# MEI (Multivariate ENSO Index)



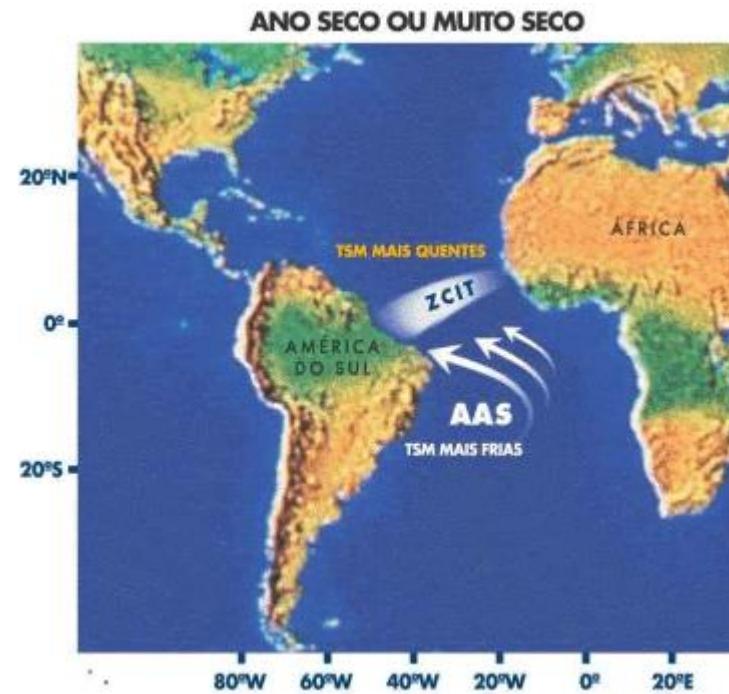
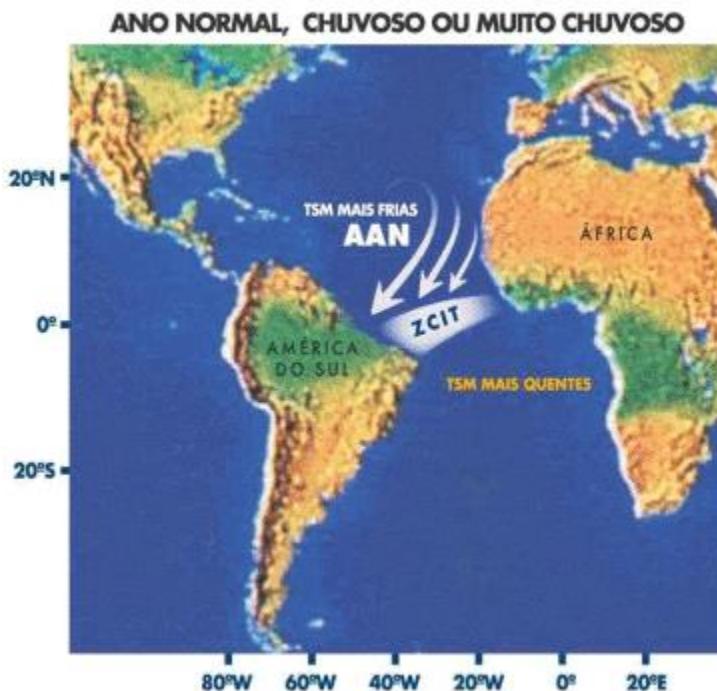
# ENSO-El Niño/La Niña



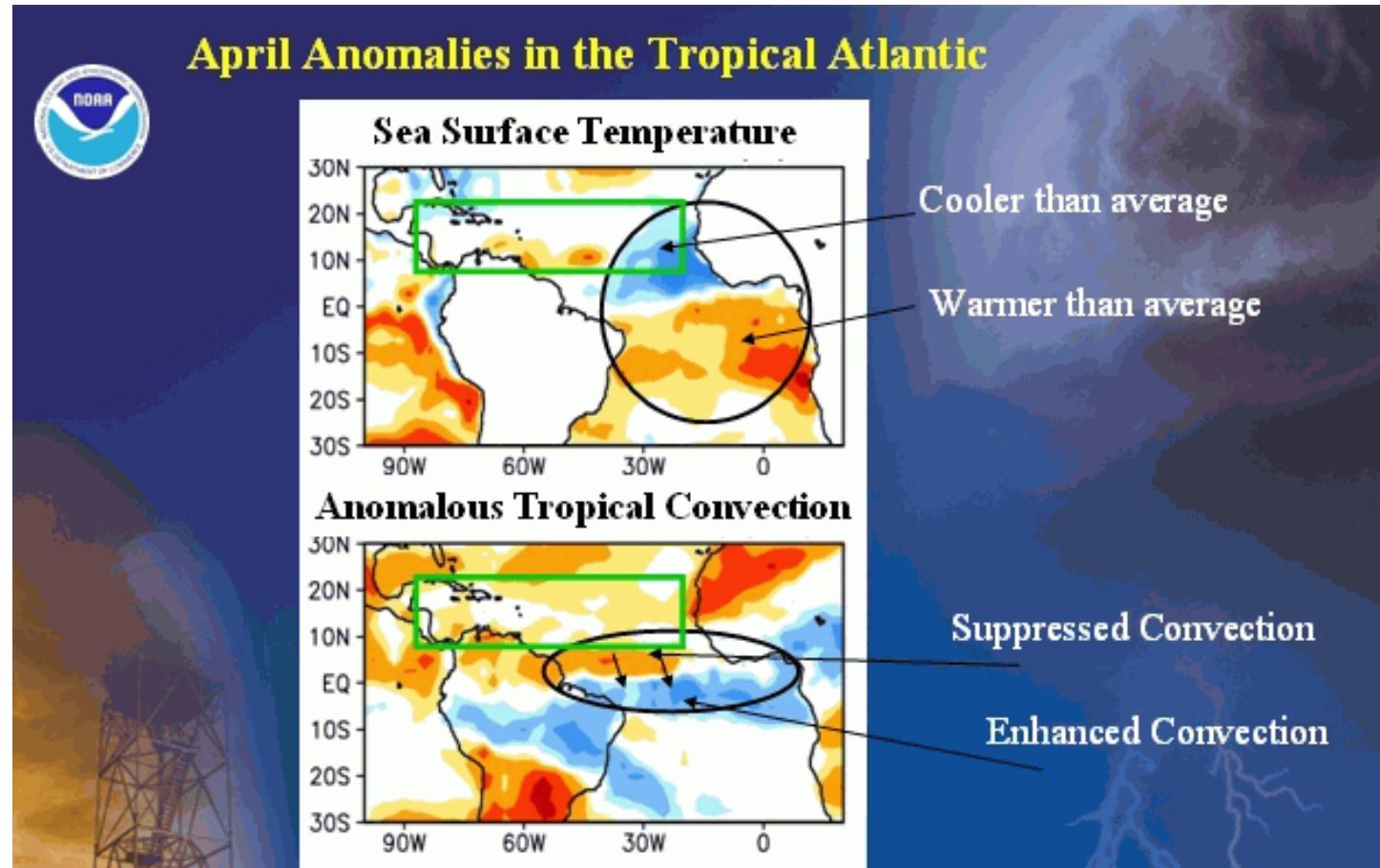
# MEI (Multivariate ENSO Index)



# Modo Equatorial Atlântico ou Niño do Atlântico

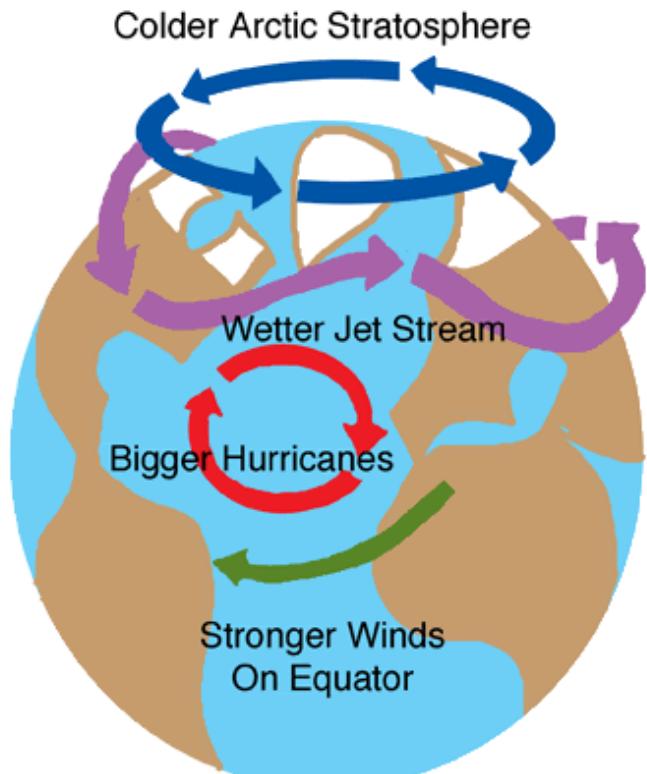


# Modo Equatorial Atlântico ou Niño do Atlântico

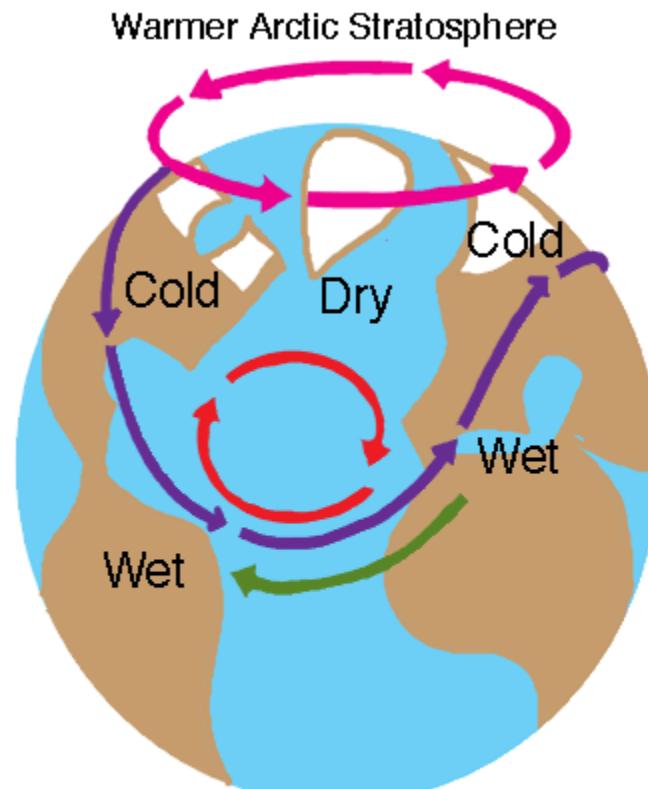


Sea-surface temperatures (SSTs) in the eastern tropical Atlantic are below average (Top), the Atlantic ITCZ is shifted southward (Bottom, shading), and anomalous northerly trade winds are present (small arrows). These conditions typically suppress Atlantic hurricane activity. [Green box shows the Main Development Region.]

# Oscilação do Ártico

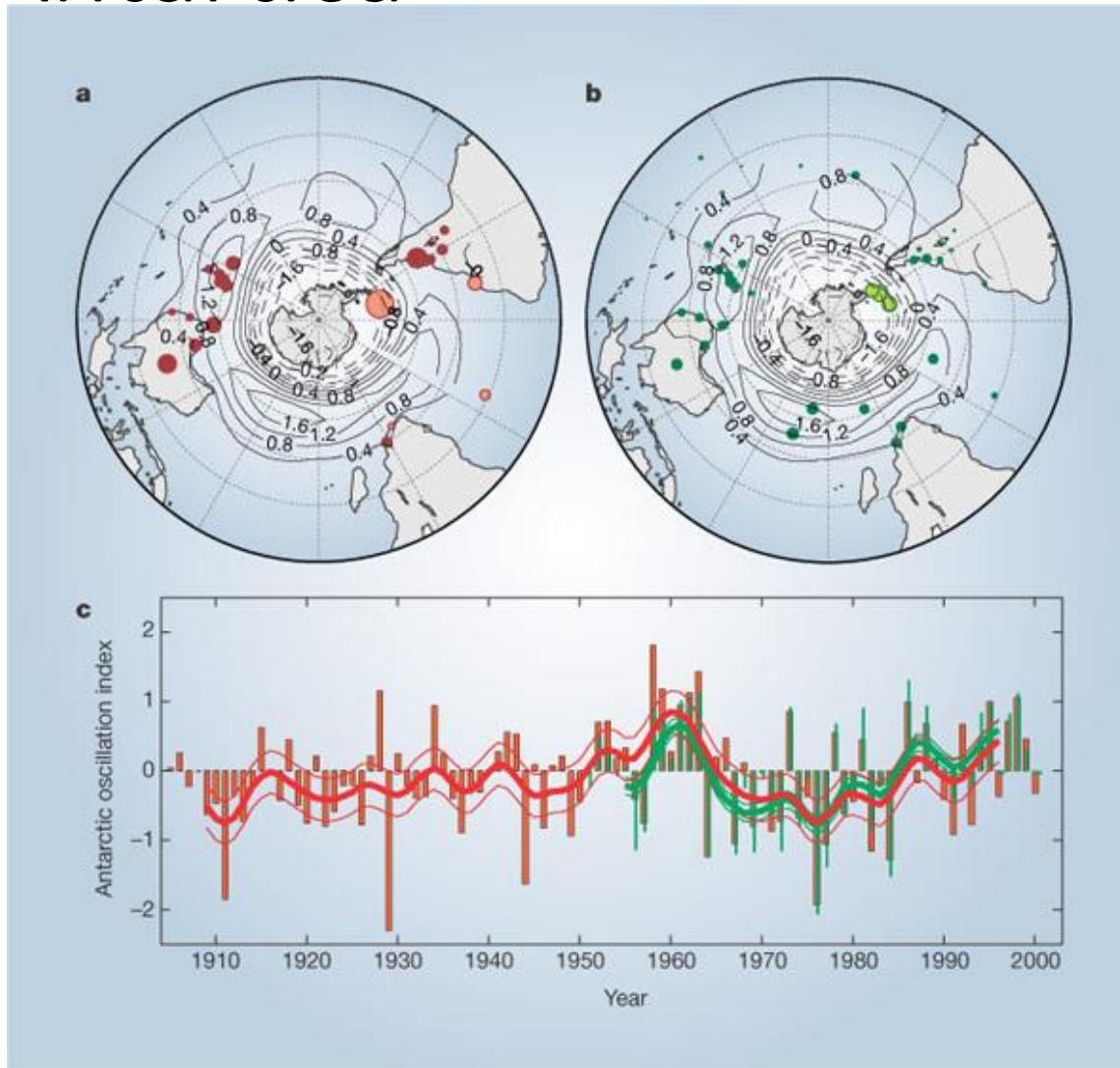


**Arctic Oscillation**  
Cold Phase



**Arctic Oscillation**  
Warm Cycle

# Oscilação Antártica



# O que é oscilação intrasazonal

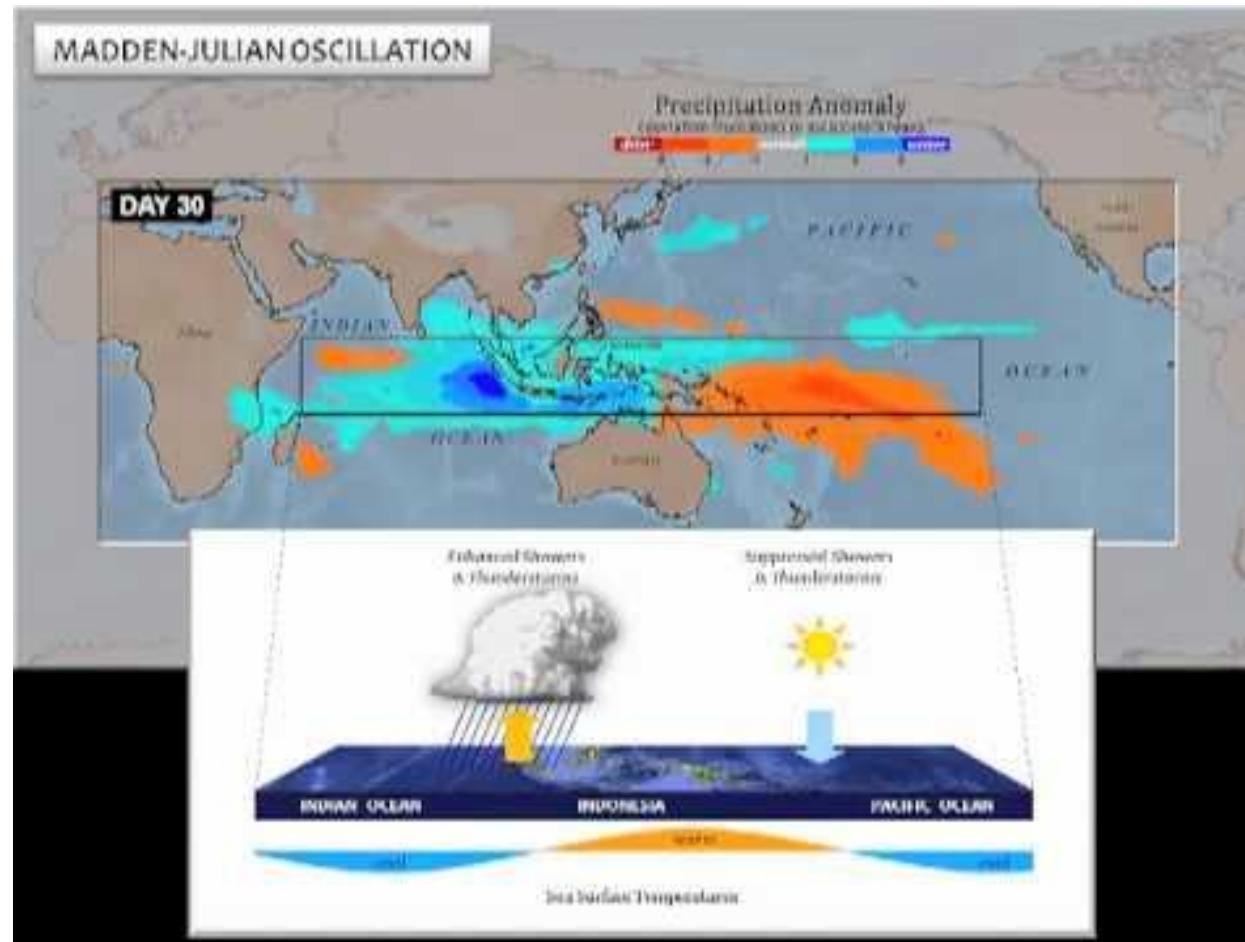
- “Qualquer flutuação quase periódicas atmosférica que é:
  - Mais rápida do que características sinópticos, mas
  - Mais curta do que os componentes do ciclo anual.

# Oscilação de Madden-Julian

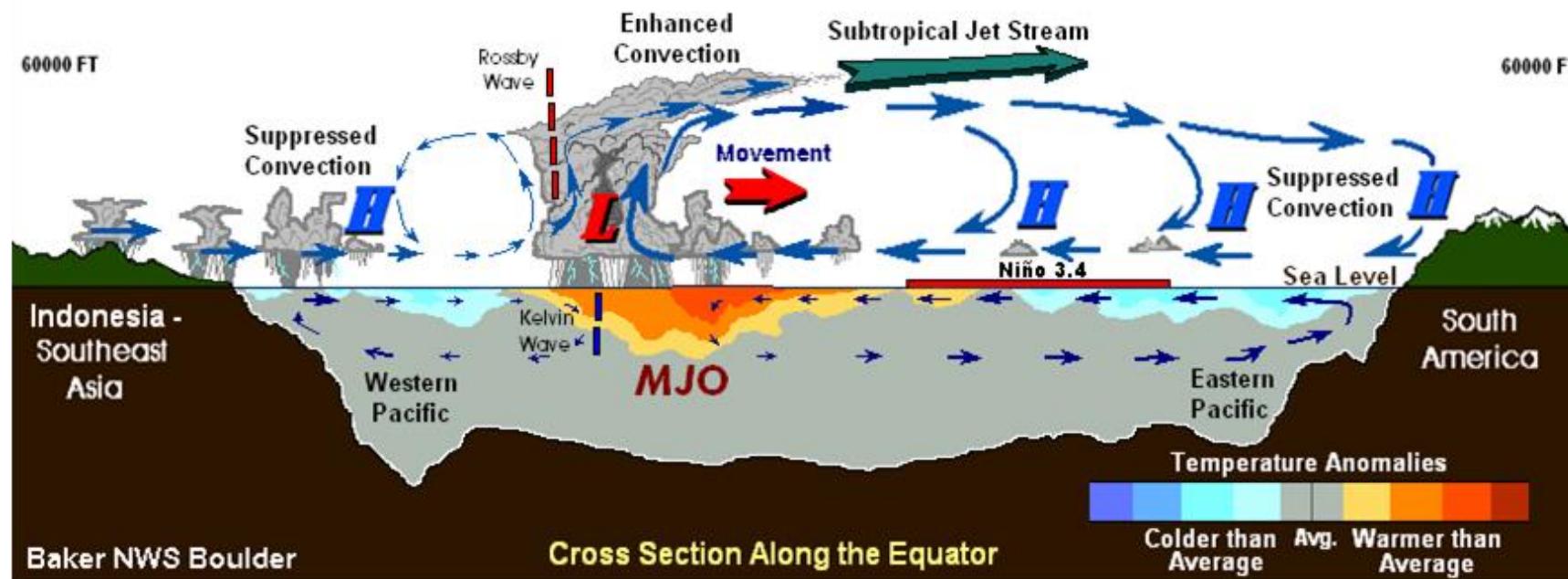
- A mais famosa e mais importante oscilação intrasazonal.

“O padrão da convecção tropical em um determinado local tem a precipitação sendo reforçada a cada 40-50 dias.”

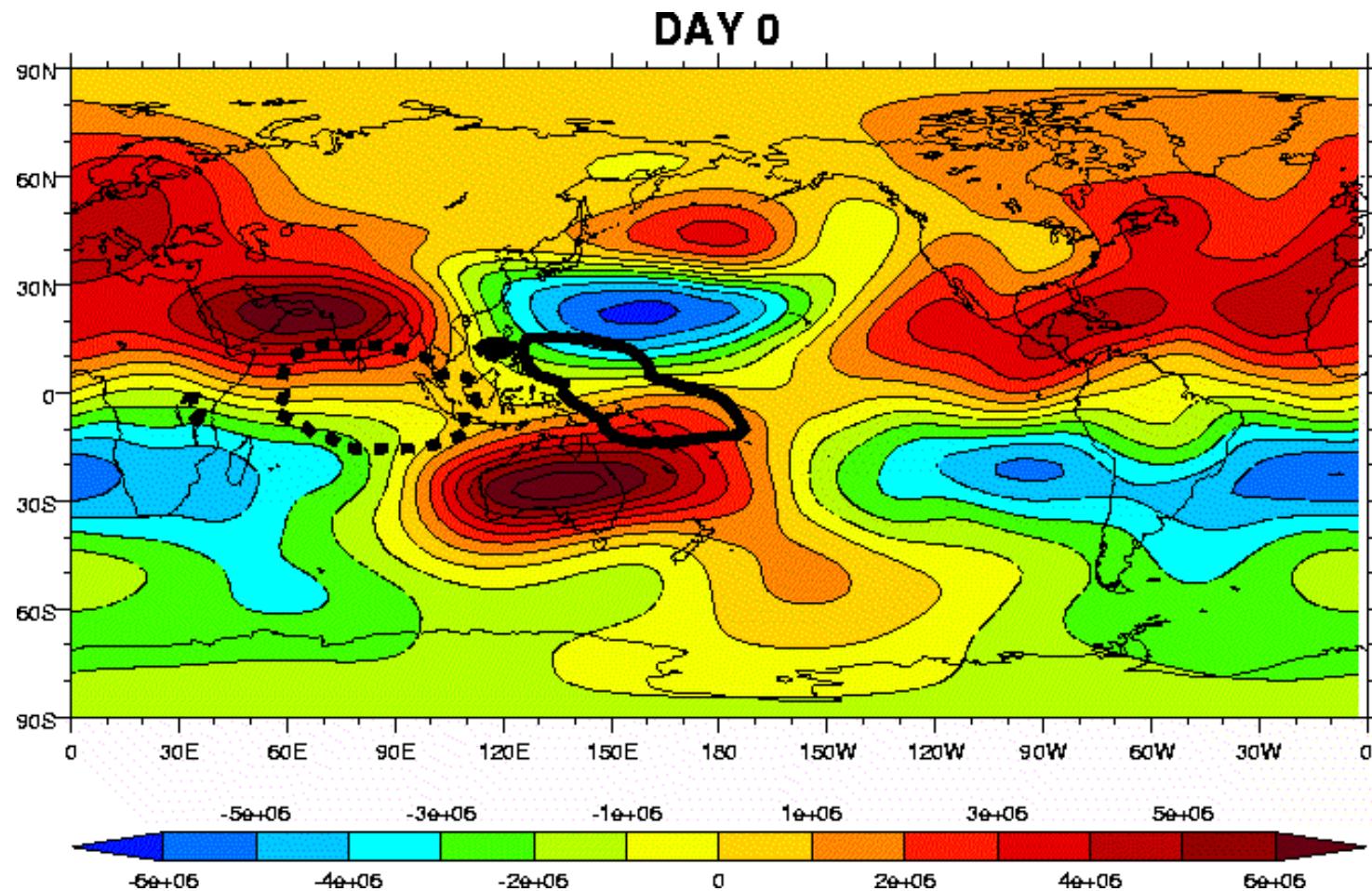
# MJO MECANISMO



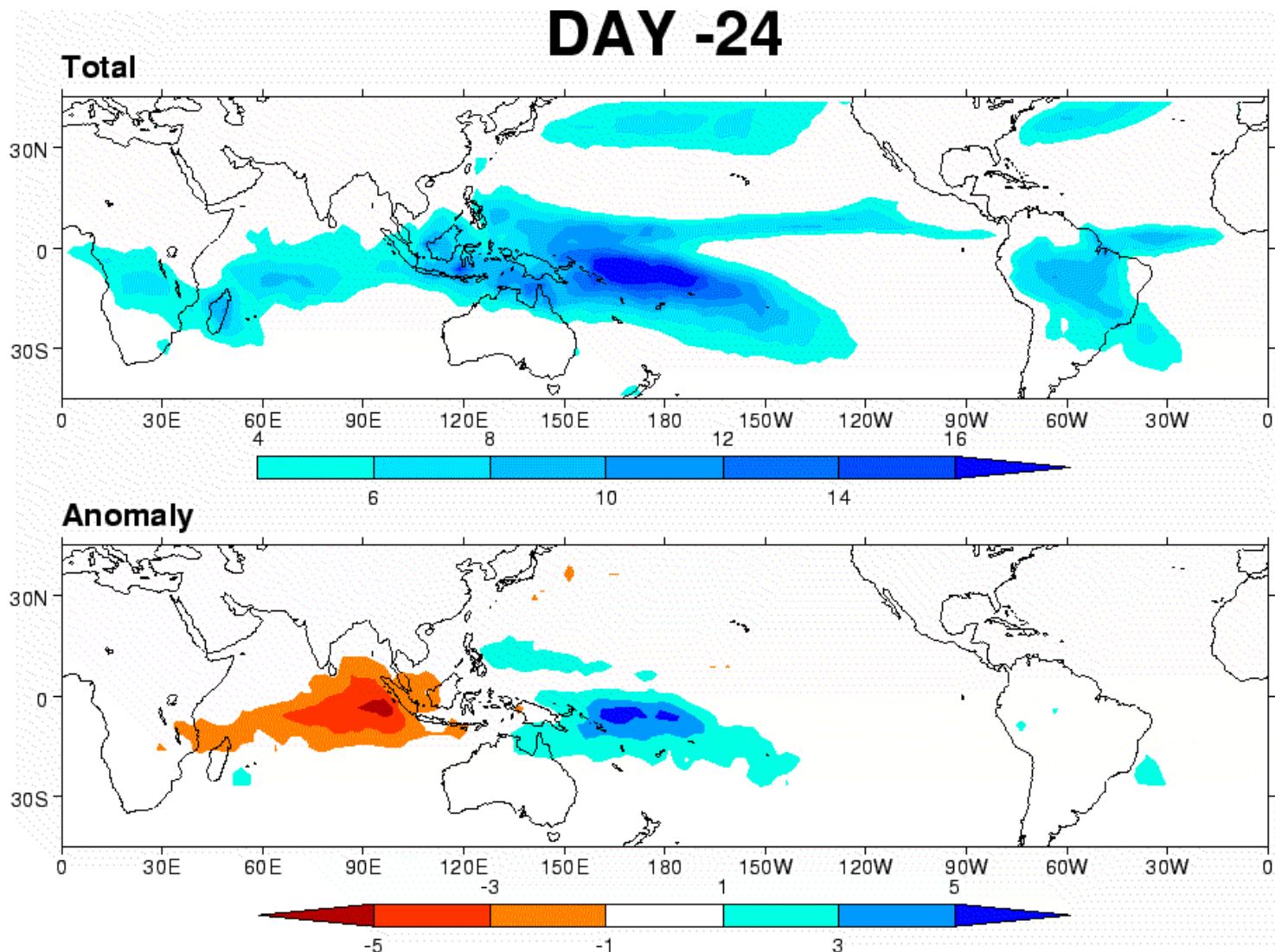
# Madden-Julian Oscillation (MJO) in the Tropical Pacific Ocean



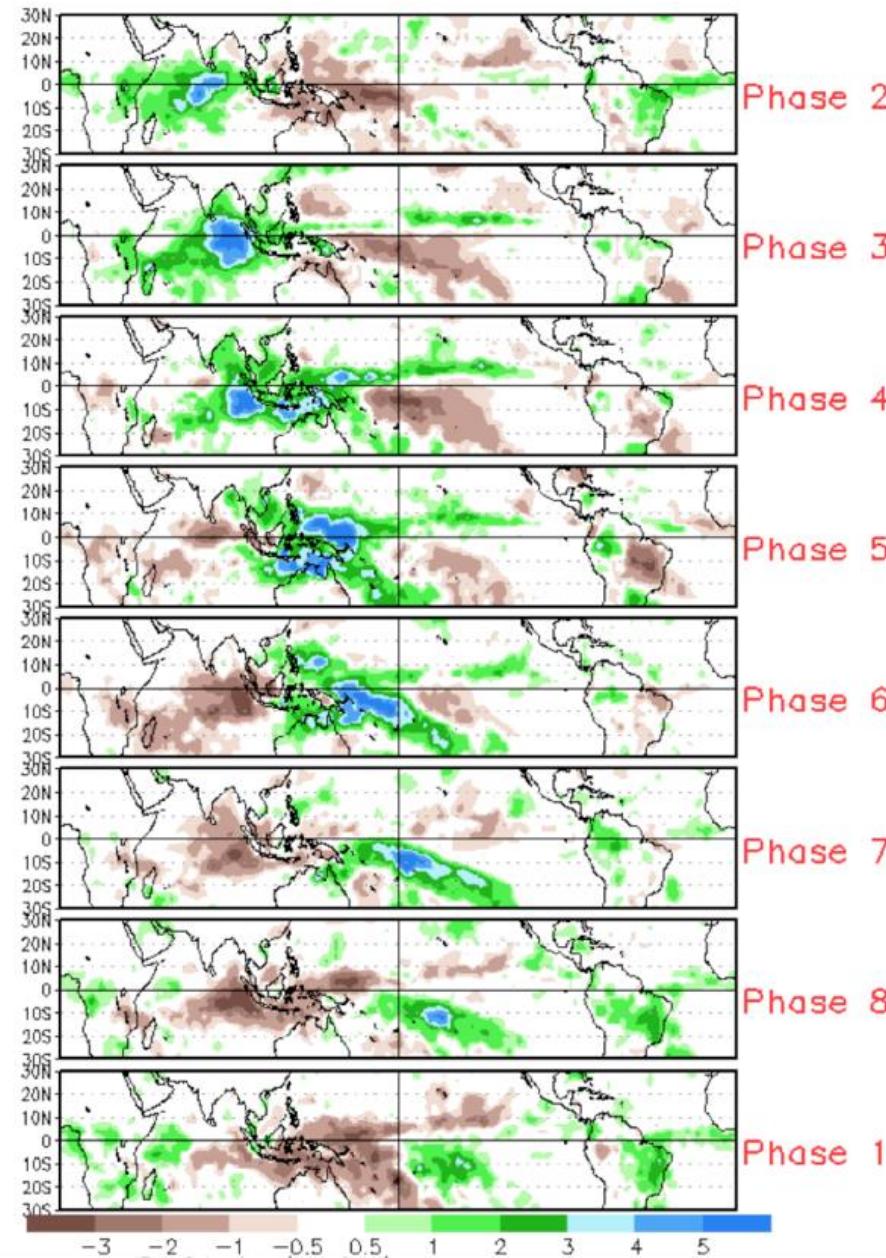
# MJO- ANIMAÇÃO



# MJO- PRECIPITAÇÃO



# MJO- RESUMO



# Modelos do sistema climático global

