

*“A OSCILAÇÃO INTRASAZONAL DE 1985/86 E O PAPEL DOS EXTRATRÓPICOS”*

# The 1985/86 Intraseasonal Oscillation and the Role of the Extratropics

---

HSU, H., B.J. HOSKINS, F. JIN, 1990: *THE 1985/86 INTRASEASONAL OSCILLATION AND THE ROLE OF THE EXTRATROPICS*. J. ATMOS. SCI., 47, 823–839.

# Divisão do artigo

1. Introdução
2. Dados e procedimentos de análise
3. Evolução temporal
4. Outros resultados
  - a) Efeitos extratropicais no aquecimento tropical
  - b) Ondas de Kelvin equatoriais
5. Experimentos numéricos
6. Discussões

# 1. Introdução

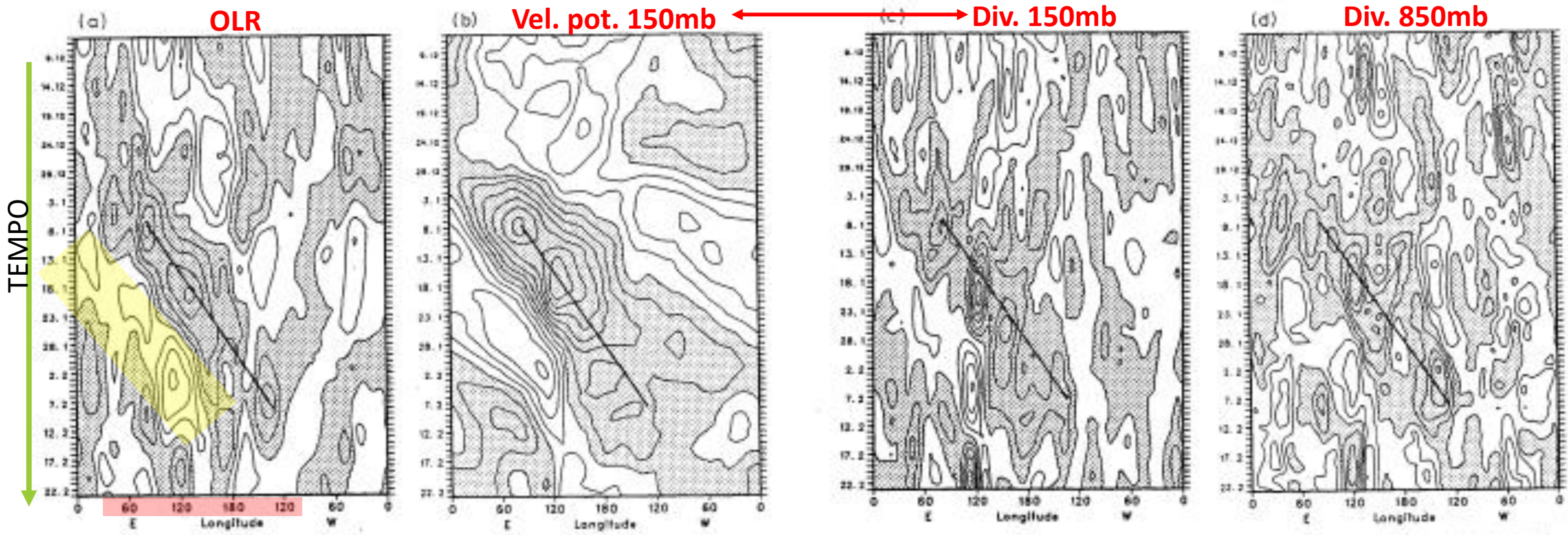
- ❖ Madden e Julian (1972): oscilação de 30-60 dias (intrasazonal)
- ❖ Knutson e Weickmann (1987): sem confinamento da oscilação na região equatorial
- ❖ O movimento para leste e máximos no equador de variáveis como velocidade potencial e anomalia de OLR apontavam para uma explicação dinâmica baseada nas ondas de Kelvin (mas em teoria o período seria ~10 dias, e isso não era observado)
  - ⇒ Necessário incorporar um processo físico que pudesse deixar a propagação mais lenta
- ❖ Avaliar o caso de 1985/86, validando a teoria

## 2. Dados e procedimentos de análise

- ❖ Dados de vento, temperatura, altura geopotencial e velocidade vertical ( $\omega$ ) do ECMWF
- ❖ Dezembro/1985 e janeiro e fevereiro/1986
- ❖ Remoção de altas frequências (média móvel de 11 dias)
- ❖ Elaboração de campos de anomalias (a partir da climatologia)
- ❖ Cálculos da função de corrente e da velocidade potencial (uso dos campos de vorticidade e divergência)
- ❖ Aquecimento diabático integrado verticalmente (resíduo da eq. da termodinâmica)

# 3. Evolução temporal

❖ Diagrama de Hovmöller (anomalias: média 11 dias entre o equador e 20°S)



Mov. p/ leste

Anomalia OLR >0

(+/-): conv./div.

Mov. p/ leste menos pronunciado

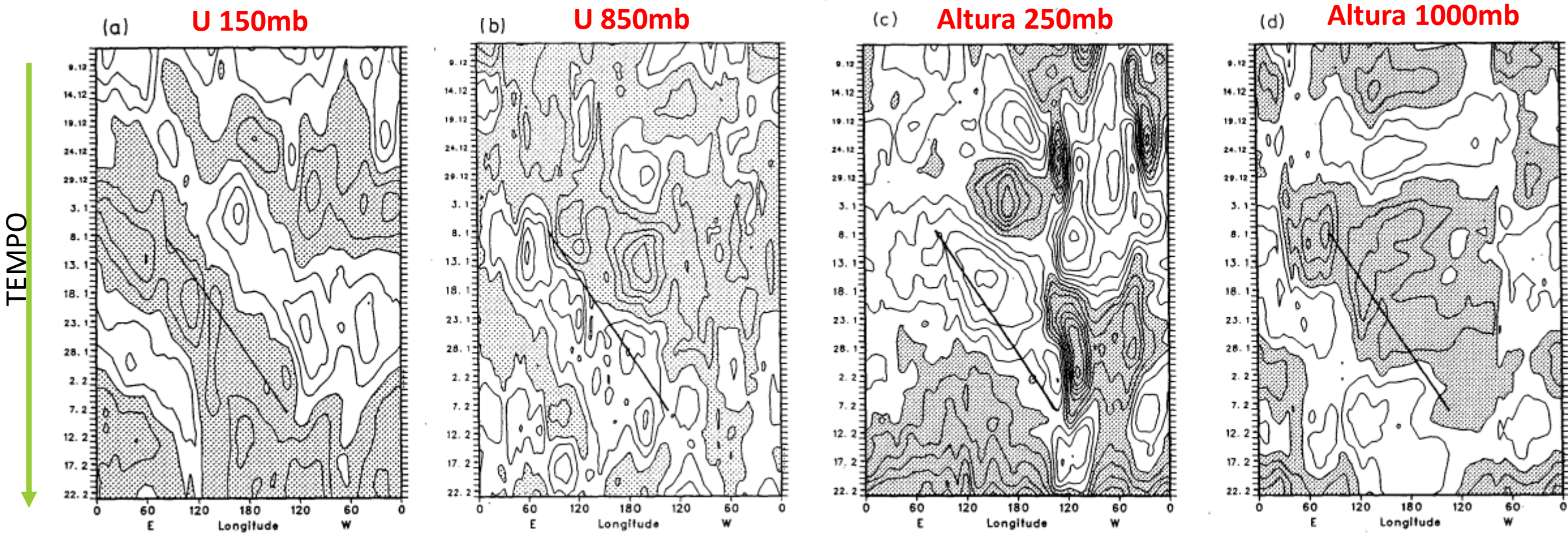
Mesmo padrão OLR

Fora de fase com 150mb

FIG. 1. Hovmöller diagram (time-longitude) of the 11-day means of (a) outgoing longwave radiation, (b) 150 mb velocity potential, (c) 150 mb divergence, and (d) 850 mb divergence anomaly averaged over a latitudinal band between the equator and 20°S. Contour intervals are (a)  $10 \text{ W m}^{-2}$ , (b)  $2.0 \times 10^6 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ , (c)  $5 \times 10^{-11} \text{ s}^{-1}$ , and (d)  $2.5 \times 10^{-7} \text{ s}^{-1}$ . Regions of negative values are shaded in (a), (b), and (d) while regions of positive values are shaded in (c). The sloping line segment indicates the line of maximum convection, based on OLR anomaly.



❖ Diagrama de Hovmöller (anomalias: média 11 dias entre o 10°N e 10°S)



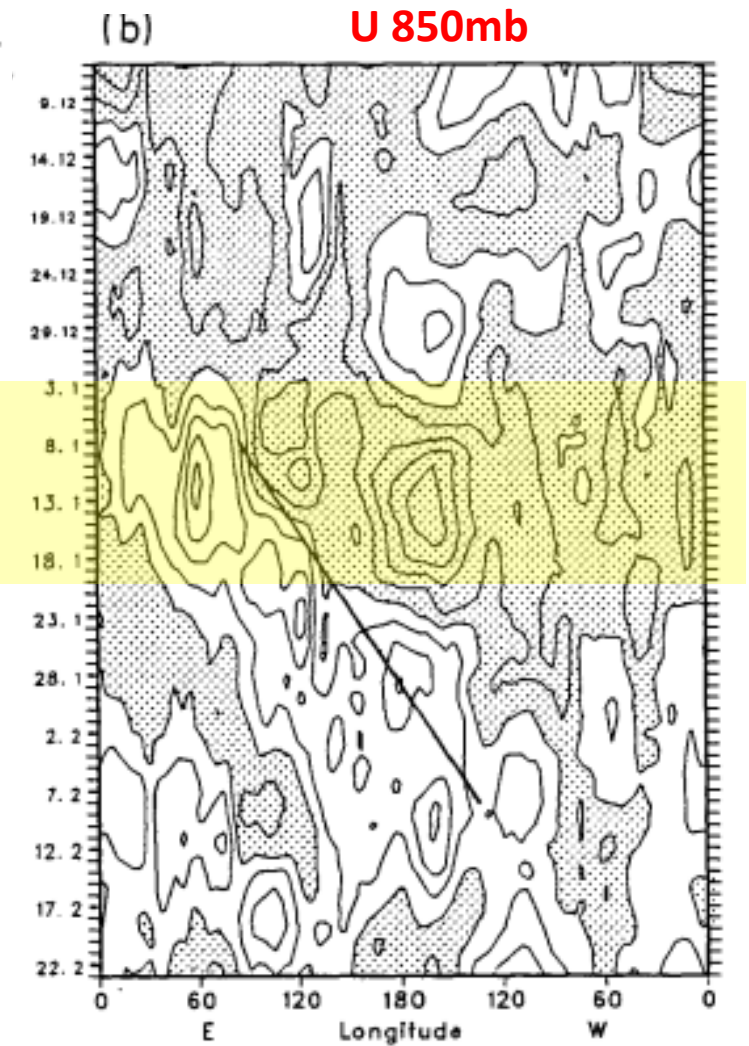
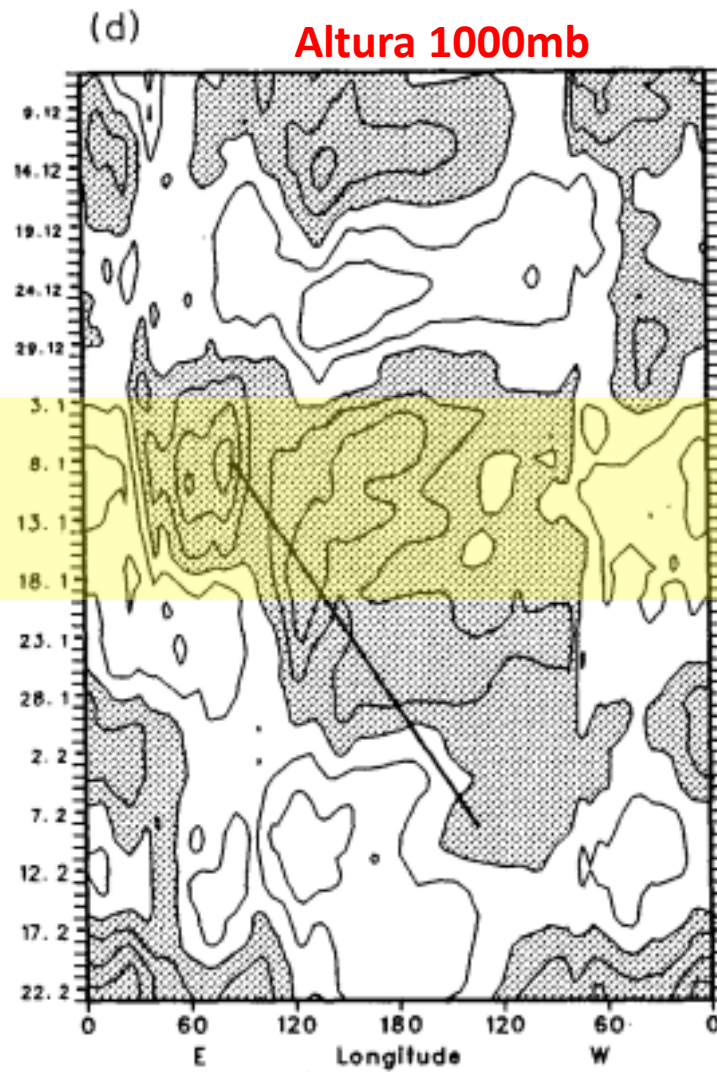
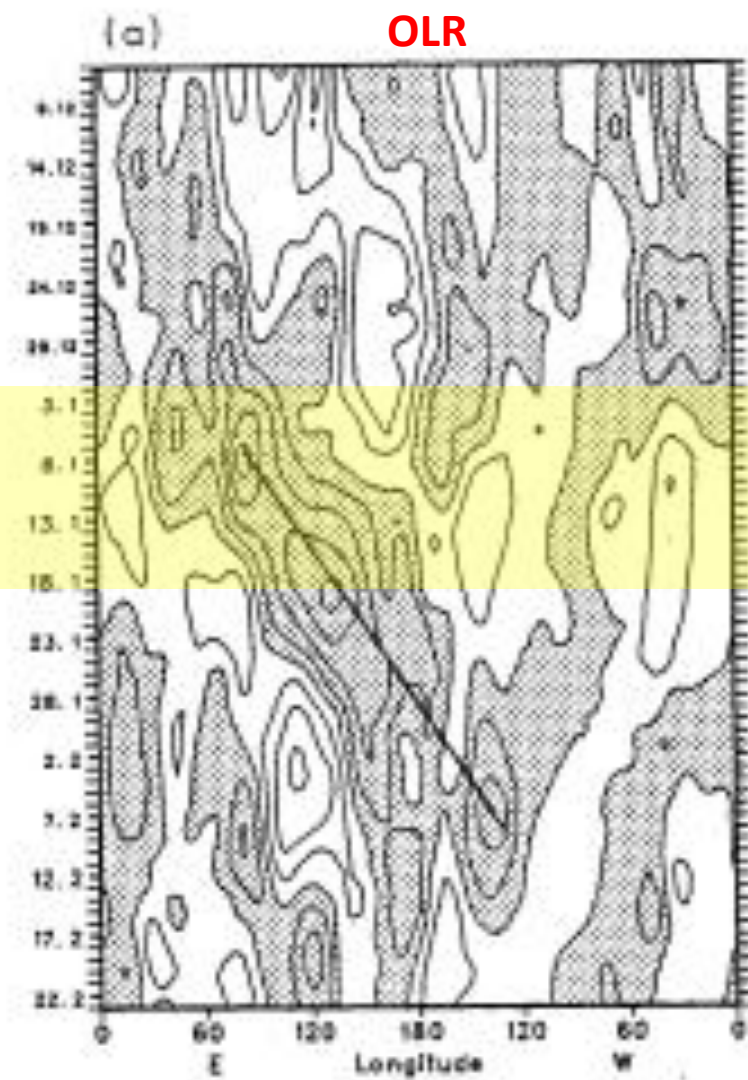
150mb e 850mb: fora de fase

Consistente com a descrição teórica

Pouco sinal de mov. para leste

FIG. 2. Hovmöller diagrams of the 11-day means of (a) 150 mb, (b) 850 mb zonal wind, (c) 250 mb height, and (d) 1000 mb height anomaly averaged over a latitudinal band between 10°N and 10°S. Contour intervals are 2 m s<sup>-1</sup> and 1 m s<sup>-1</sup> in (a) and (b), respectively, and 5 m in (c) and (d). The regions of negative values are shaded. The sloping line segment indicates the maximum convection as in Fig. 1.



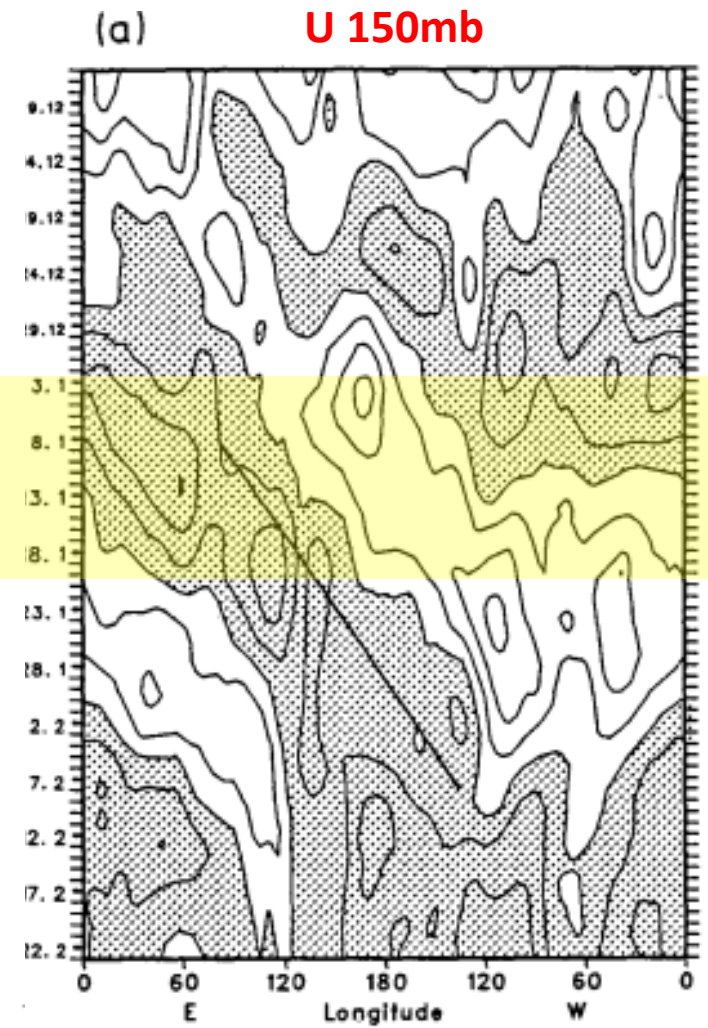
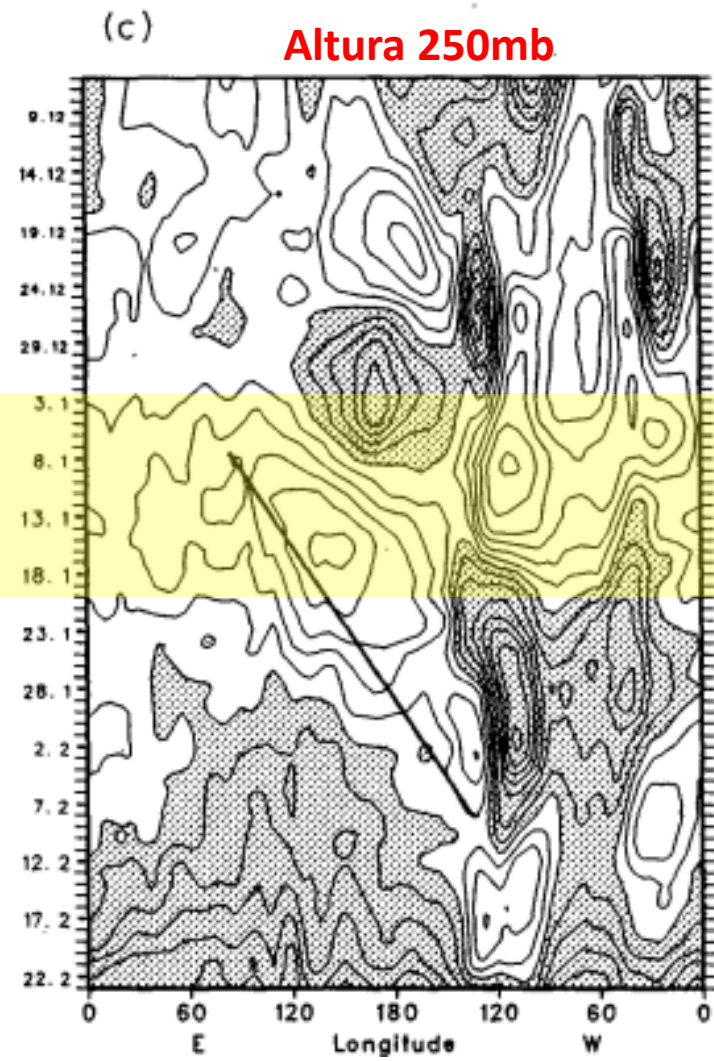
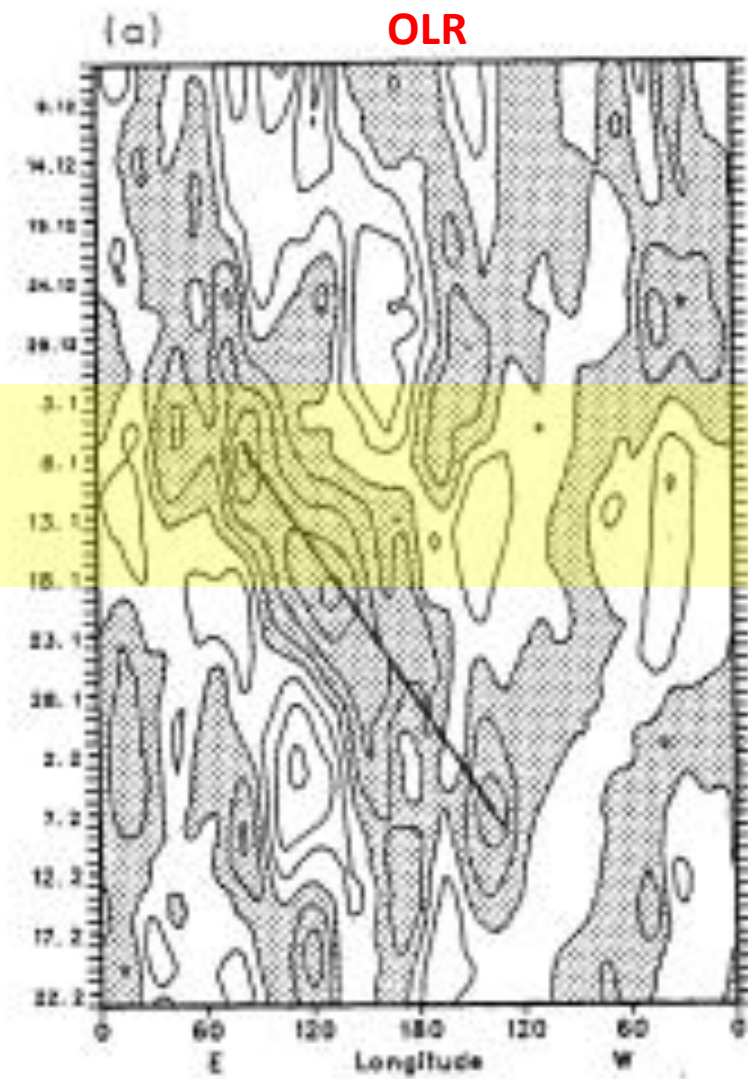


Ondas de Kelvin (leste do aq. tropical) e Rossby (oeste do aq. tropical)

Baixos níveis: Rossby ventos de oeste e Kelvin ventos de leste

Anomalia positiva de altura com anomalia positiva de velocidade: KELVIN

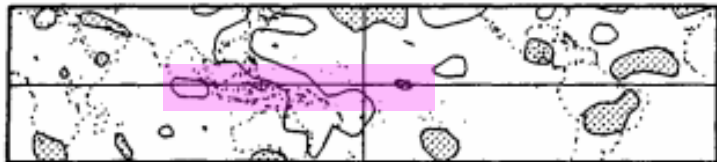




Anomalia positiva de altura com anomalia negativa de velocidade: ROSSBY



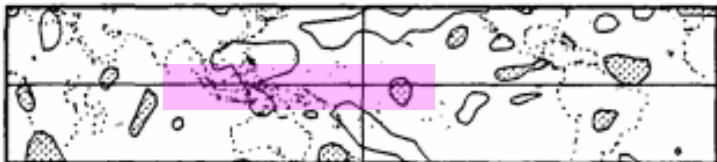
24.12.85



18. 1.86



29.12.85



23. 1.86



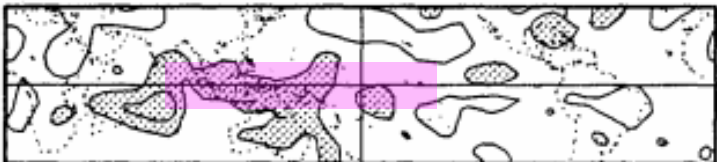
3. 1.86



28. 1.86



8. 1.86



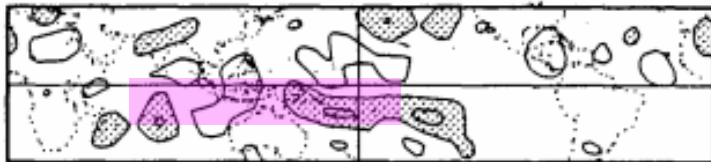
2. 2.86



13. 1.86



7. 2.86



Aq. anômalo no Oceano Índico, continente marítimo e Pacífico central; sucessivo no tempo e para leste

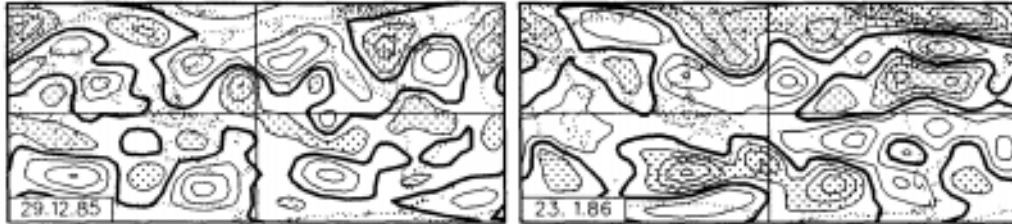
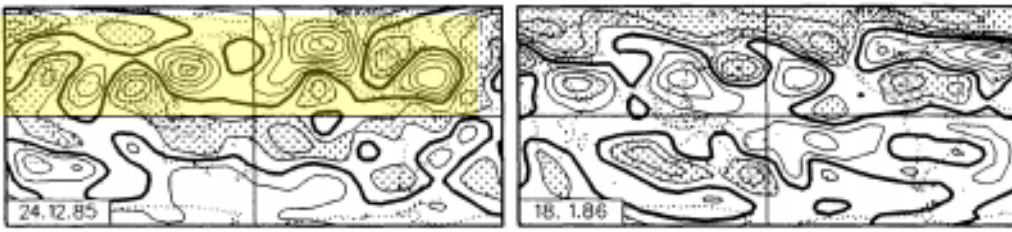
Discreto desenvolvimento espacial

Evolução da anomalia de OLR concorda com a evolução do aquecimento diabático

FIG. 3. The 11-day means of vertically integrated diabatic heating anomaly between 40°N and 40°S. Contour interval is 100 W m<sup>-2</sup> and the first positive and negative contours are 50 W m<sup>-2</sup> and -50 W m<sup>-2</sup>, respectively. Regions with values greater than 50 W m<sup>-2</sup> are shaded. The center dates of the 11-day periods are marked.

Inicialmente padrão ondulatório no HN

Estrutura de dipolo na saída do jato



**Anomalia função de corrente 250mb**

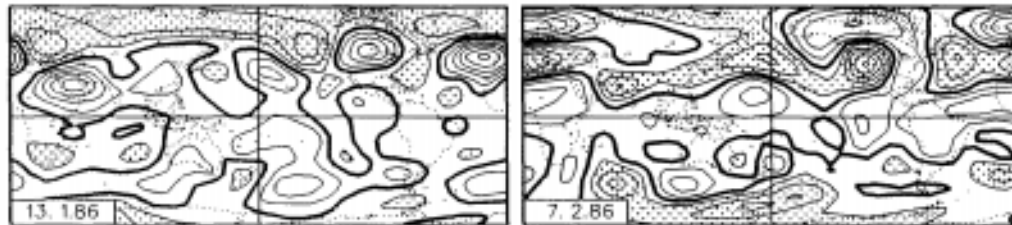
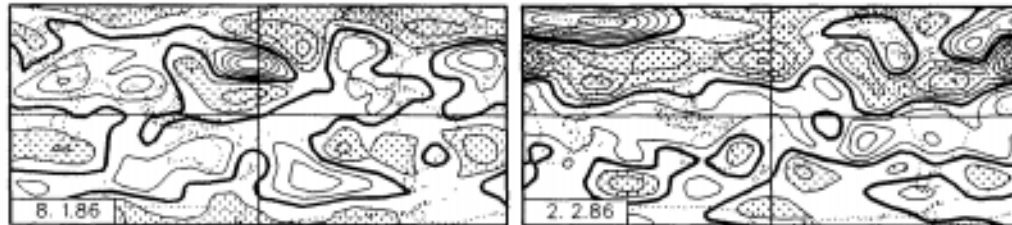
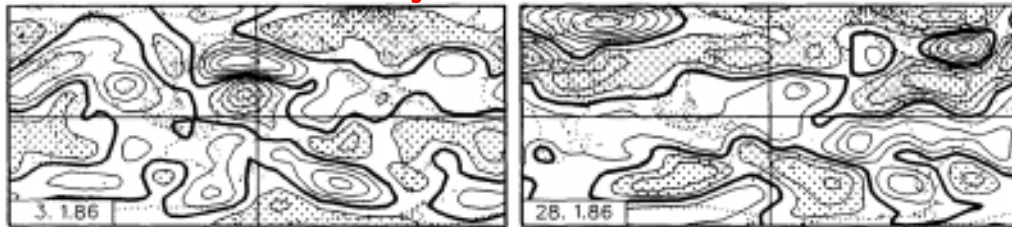


FIG. 4. The 11-day means of 250 mb streamfunction anomaly. The dates marked in the plots indicate the center date of the 11-day periods. The contour interval is  $5 \times 10^4 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  and the zero contour is thickened. Regions with values less than  $-5 \times 10^4 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  are shaded. The domain of plots covers 360 degrees in longitude and from  $80^\circ\text{N}$  to  $80^\circ\text{S}$ . Plotted latitude and longitude use the equator and date line, respectively.

Fig. 4 e 5: circulações de latitudes médias exibem uma estrutura vertical barotrópica e as circulações tropicais uma estrutura mais complicada

Circulações em 850mb com maiores escalas espaciais do que em 250mb

Propagação para leste

Naturezas diferentes das circulações na baixa e alta troposfera

**Anomalia função de corrente 850mb**

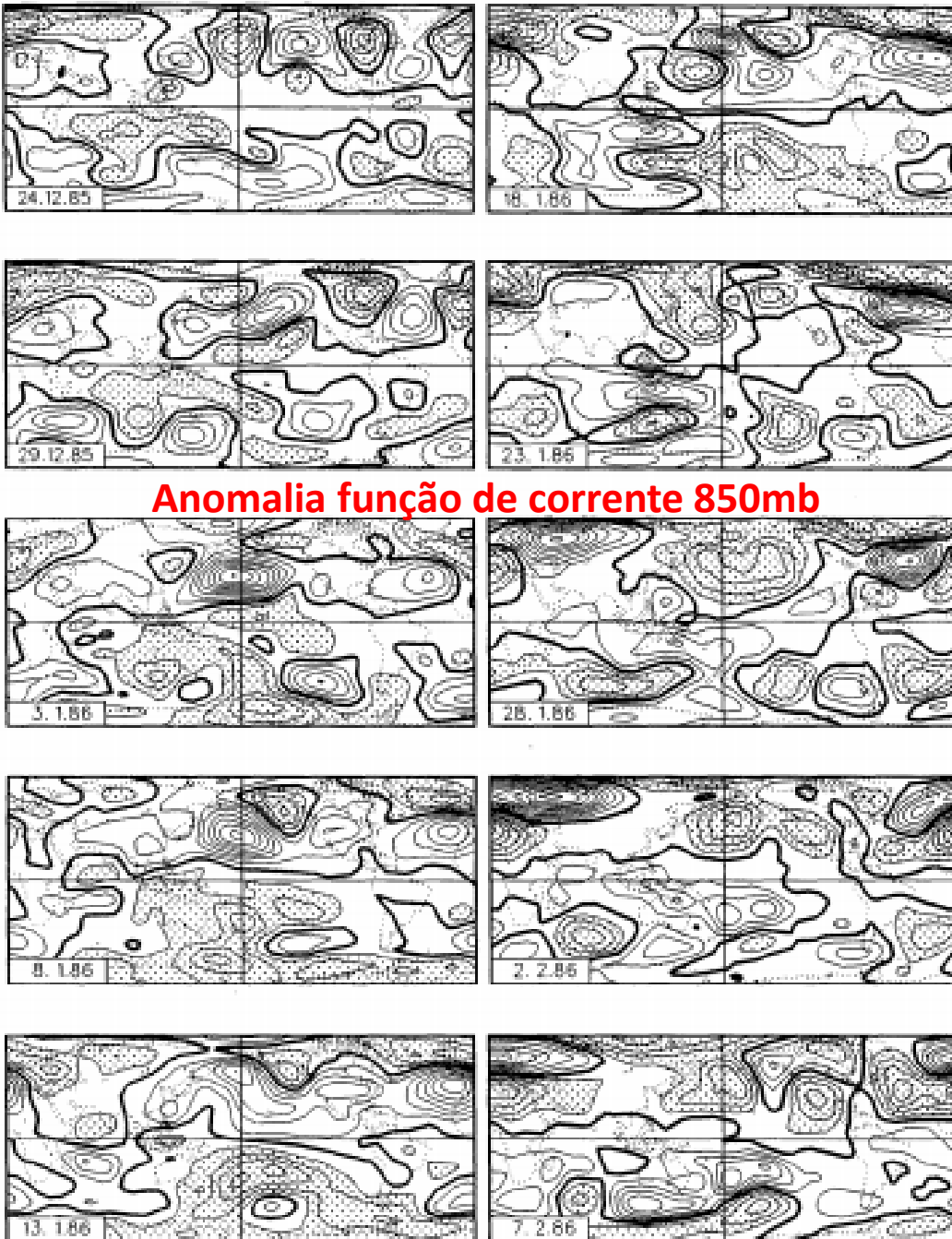


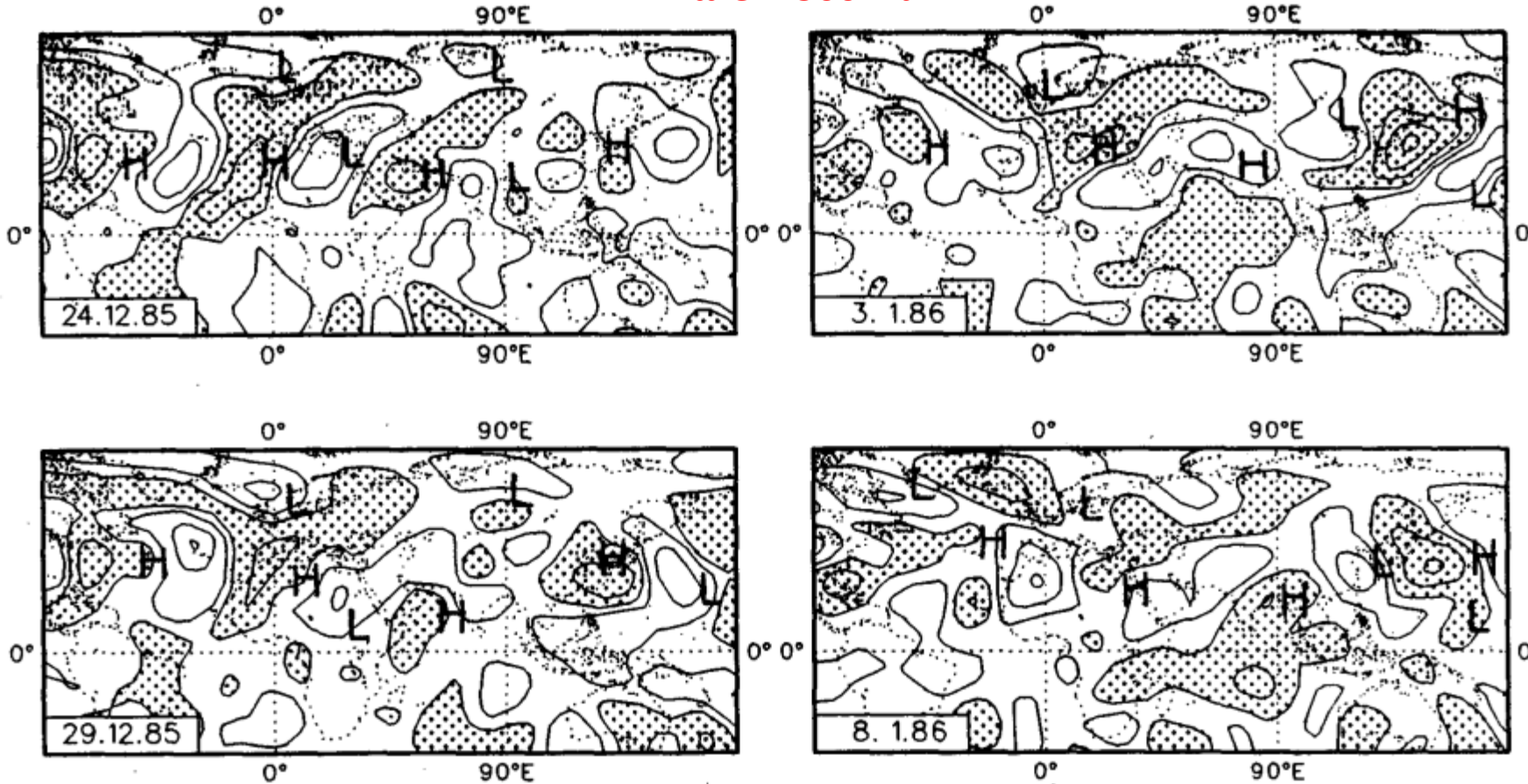
FIG. 5. Same as in Fig. 4, but for the 850 mb streamfunction. Contour interval is  $2 \times 10^6 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  and regions with values less  $-2 \times 10^6 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  are shaded.



# 4. Outros resultados

## a) Efeitos extratropicais no aquecimento tropical

$\omega$  em 500mb

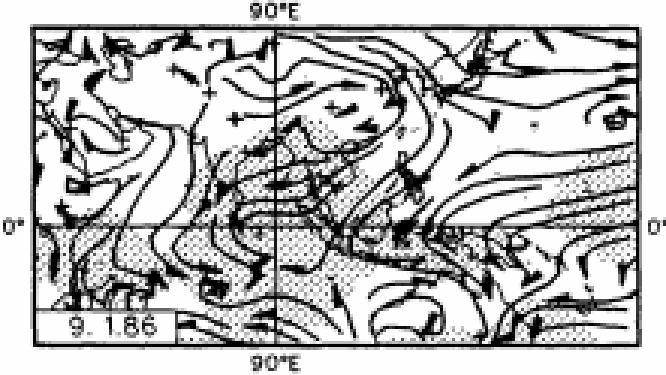
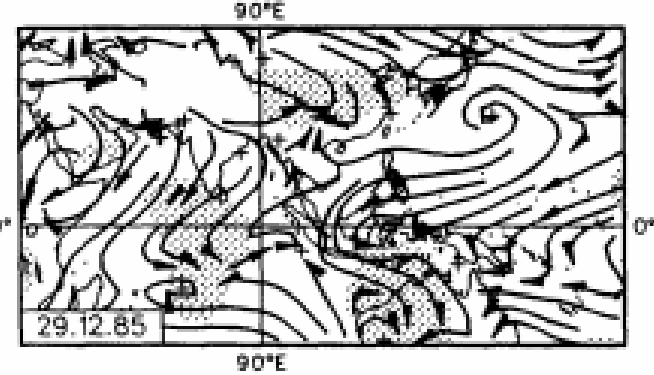


H/L: centros marcados do campo de anomalia de função de corrente em 250mb

Regiões de ascendência (subsidiência) anômala estão a leste da circulação ciclônica (anticiclônica) anômala => estrutura de onda de Rossby barotrópica

FIG. 6. The 11-day means of 500 mb  $\omega$  anomaly in a longitudinal domain from 90°W to 180°E. The contour interval is  $0.03 \text{ Pa s}^{-1}$  and the first positive and negative contours are 0.01 and  $-0.01$ , respectively. Here H's and L's indicate the positions of the positive and negative maxima of the 250 mb streamfunction anomaly in the Northern Hemisphere shown in Fig. 3.

A convecção tropical (OLR<0) tende a se fortalecer após a passagem da onda de norte



**Anomalias de OLR (apenas negativas) e linhas de corrente em 1000mb**

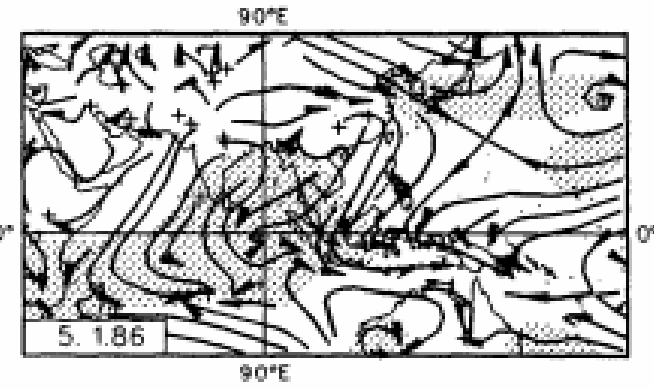
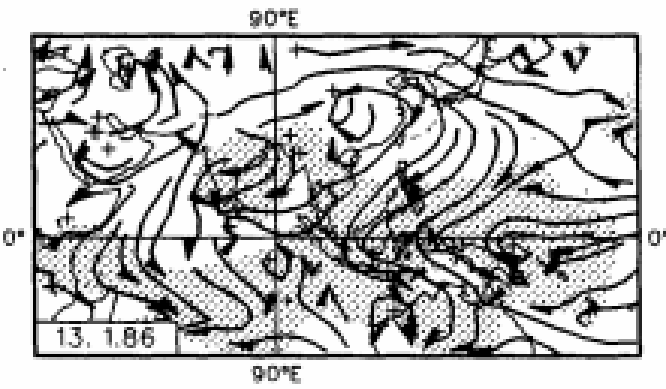
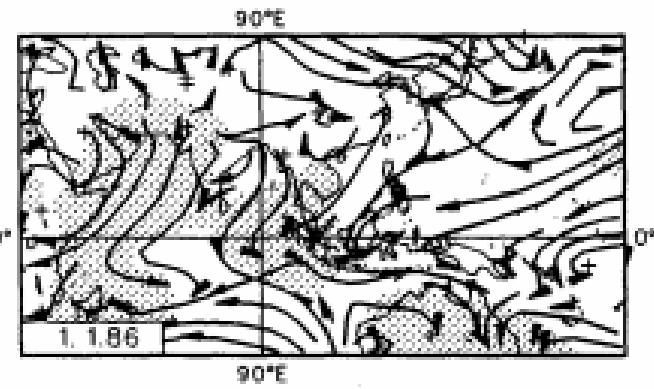


FIG. 7. The 3-day mean outgoing longwave radiation anomaly and 1000 mb streamlines. Shading indicates regions where outgoing longwave radiation anomalies are less than  $-5 \text{ W m}^{-2}$ . Positive anomalies are not plotted.



### Vorticidade potencial (360K)

PV  $\leftrightarrow$  aquecimento diabático

Os fluxos dos altos níveis das médias latitudes podem desencadear o desenvolvimento do aquecimento tropical em regiões favoráveis a convecção tropical profunda

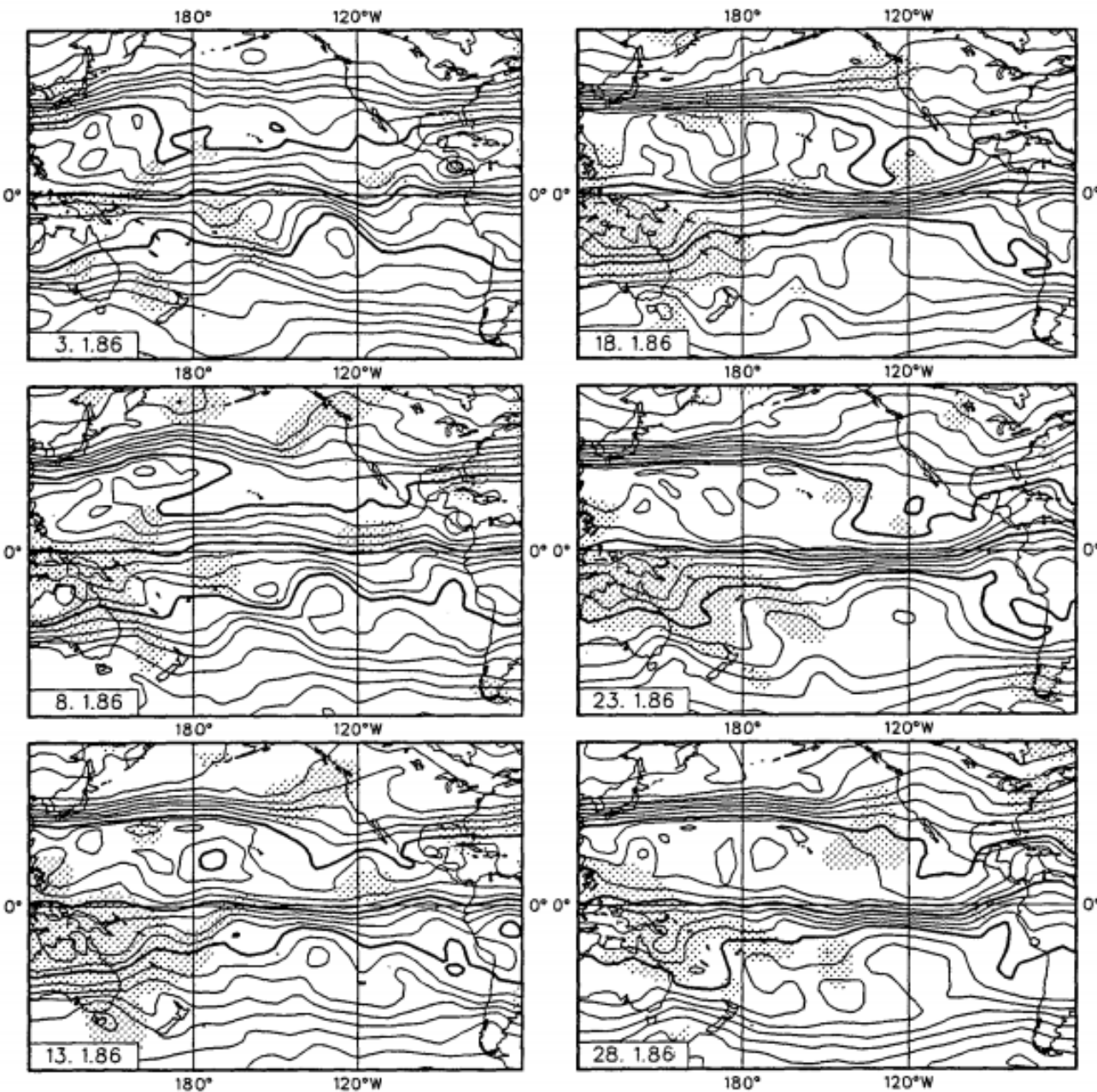


FIG. 8. Potential vorticity on the 360 K isentropic surface evaluated from the 11-day mean fields on pressure surfaces. Contour intervals are 0.5 PVU between 2 and -2 PVU, which are indicated by thicker contours, and 1 PVU otherwise (1 PVU =  $10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1} \text{ K kg}^{-1}$ ). Regions with diabatic heating anomalies greater than  $50 \text{ W m}^{-2}$  are indicated by shading. Negative anomalies are not plotted.



## b) Ondas de Kelvin equatoriais

❖ Campo de movimento lembra a circulação de Walker e o campo de temperatura nos níveis médios está em fase com o fluxo zonal na parte de cima da circulação

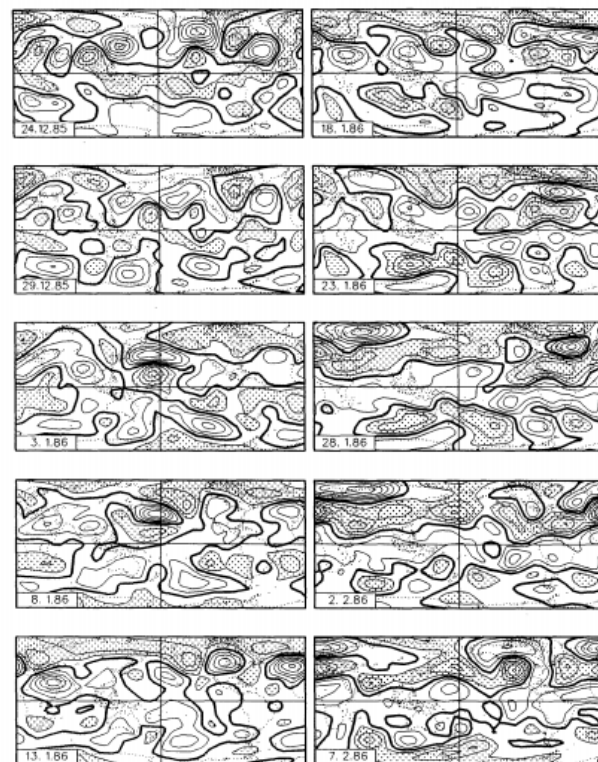
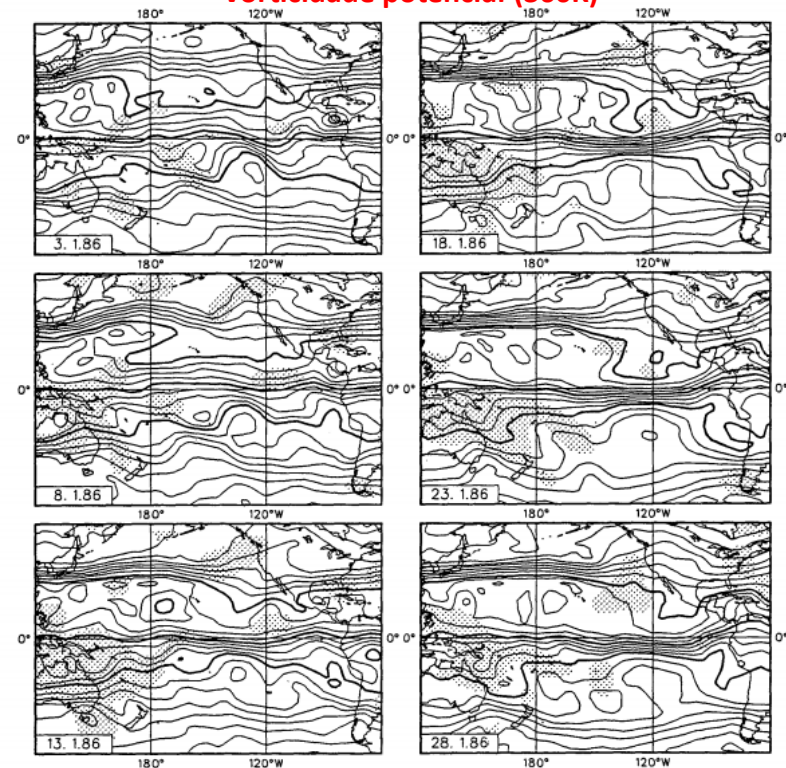
⇒ ar quente abaixo dos ventos de oeste e ar frio abaixo dos de leste

⇒ a perturbação na estabilidade estática balanceia a perturbação na vorticidade (cancelamento completo nas ondas de Kelvin secas ⇔ sem assinatura no campo de PV)

⇒ onda de Kelvin úmida (cancelamento parcial)

**Vorticidade potencial (360K)**

**Anomalia função de corrente 250mb**



Semelhança dos campos

Sem sinal da compensação entre a vorticidade e estabilidade estática ⇔ mesmo a explicação por ondas de Kelvin úmidas na alta troposfera é insuficiente

FIG. 8. Potential vorticity on the 360 K isentropic surface evaluated from the 11-day mean fields on pressure surfaces. Contour intervals are 0.5 PVU between 2 and -2 PVU, which are indicated by thicker contours, and 1 PVU otherwise ( $1 \text{ PVU} = 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1} \text{ K kg}^{-1}$ ). Regions with diabatic heating anomalies greater than  $50 \text{ W m}^{-2}$  are indicated by shading. Negative anomalies are not plotted.

FIG. 4. The 11-day means of 250 mb streamfunction anomaly. The dates marked in the plots indicate the center date of the 11-day periods. The contour interval is  $5 \times 10^6 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  and the zero contour is thickened. Regions with values less than  $-5 \times 10^6 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  are shaded. The domain of plots covers 360 degrees in longitude and from 80°N to 80°S. Plotted latitude and longitude are the equator and date line, respectively.

# 5. Experimentos numéricos

- ❖ Representar o efeito desencadeador das perturbações extratropicais na convecção tropical e a própria circulação extratropical forçada pelo aquecimento tropical
- ❖ Modelo baroclínico: 15 níveis verticais, esférico
- ❖ Estado básico para a linearização do modelo: 6 invernos (1979 a 1984) – ECMWF
- ❖ Dois experimentos: região de aquecimento centrada em 1: 90°E e 10°S e em 2: 135°E e 10°S; 30 dias
  - ⇒ 1: imitar o padrão de aquecimento diabático no Oceano Índico em 03/01 na fig. 3
  - ⇒ 2: imitar o padrão de aquecimento diabático na região da Indonésia em 13 e 18/01 na fig.3

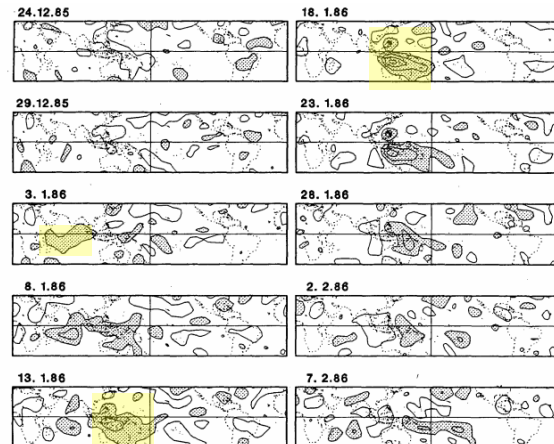


FIG. 3. The 11-day means of vertically integrated diabatic heating anomaly between 40°N and 40°S. Contour interval is 100 W m<sup>-2</sup> and the first positive and negative contours are 50 W m<sup>-2</sup> and -50 W m<sup>-2</sup>, respectively. Regions with values greater than 50 W m<sup>-2</sup> are shaded. The center dates of the 11-day periods are marked.

## Função de corrente em 250mb; 15 dias; (1)

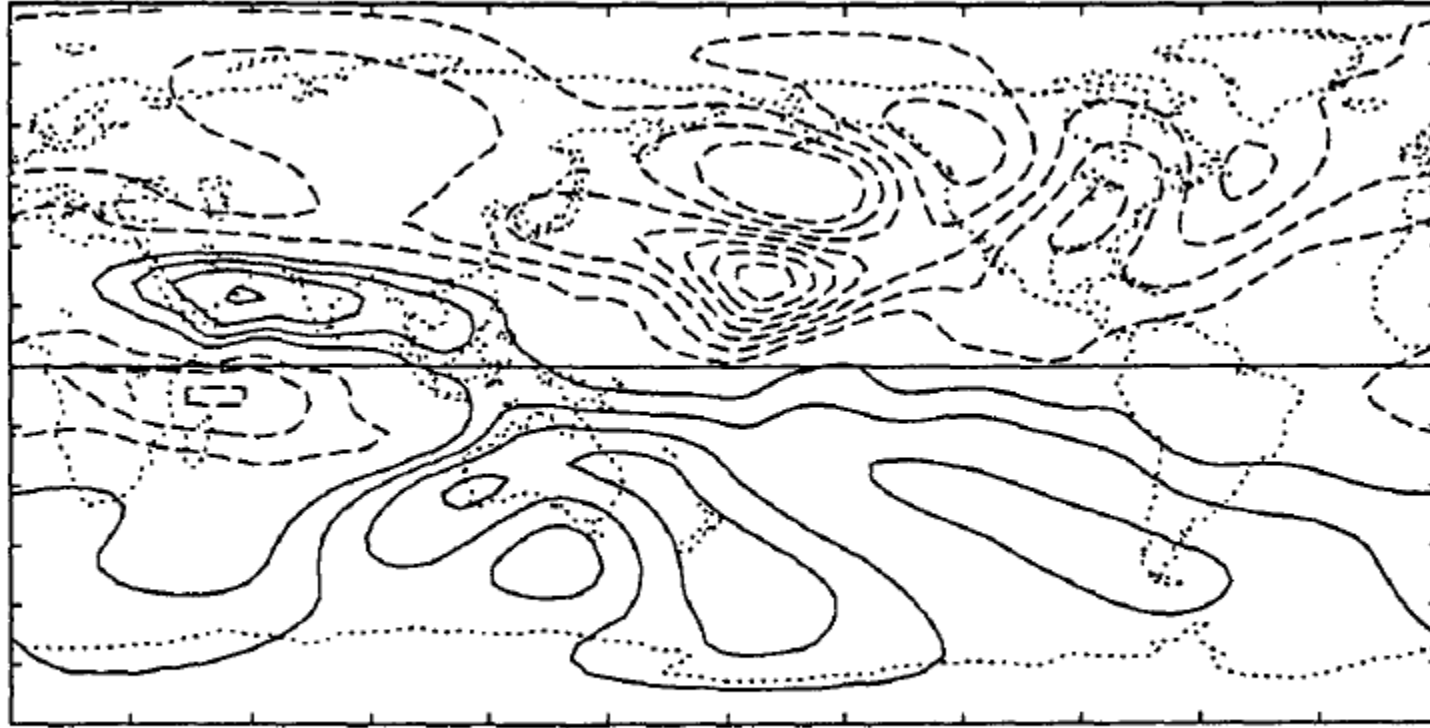


FIG. 9. Streamfunction at level 6 (250 mb) of the day 15 response of the baroclinic model to small amplitude heating centered at (90°E, 10°S).

Semelhança com as anomalias de função de corrente em 08/01 da fig.4

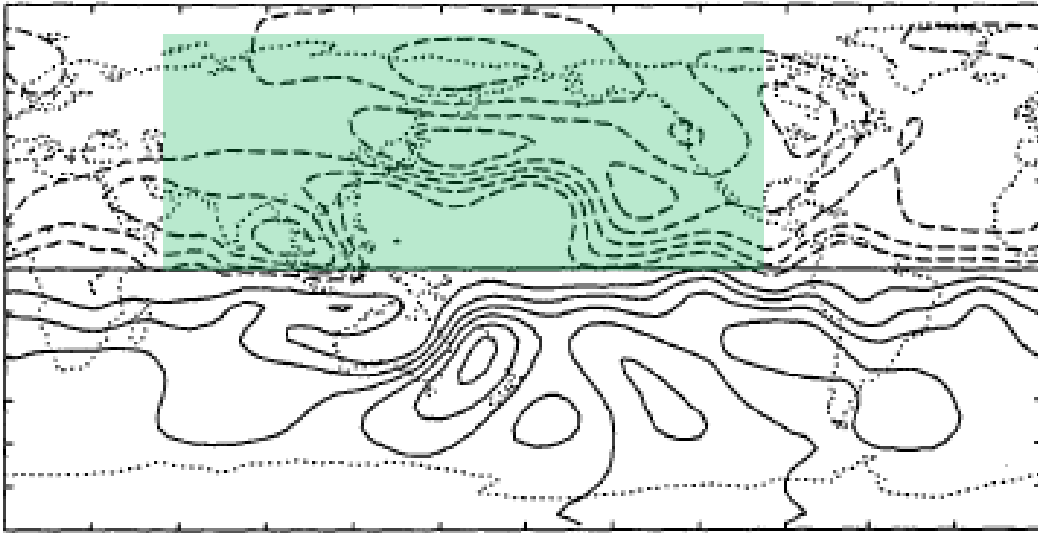
O par de circulações ciclônica/anticiclônica a norte do Pacífico central pode ser uma resposta ao aquecimento tropical no Oceano Índico

O desenvolvimento fluxo abaixo do padrão ondulatório sobre o continente norte-americano é bem simulado

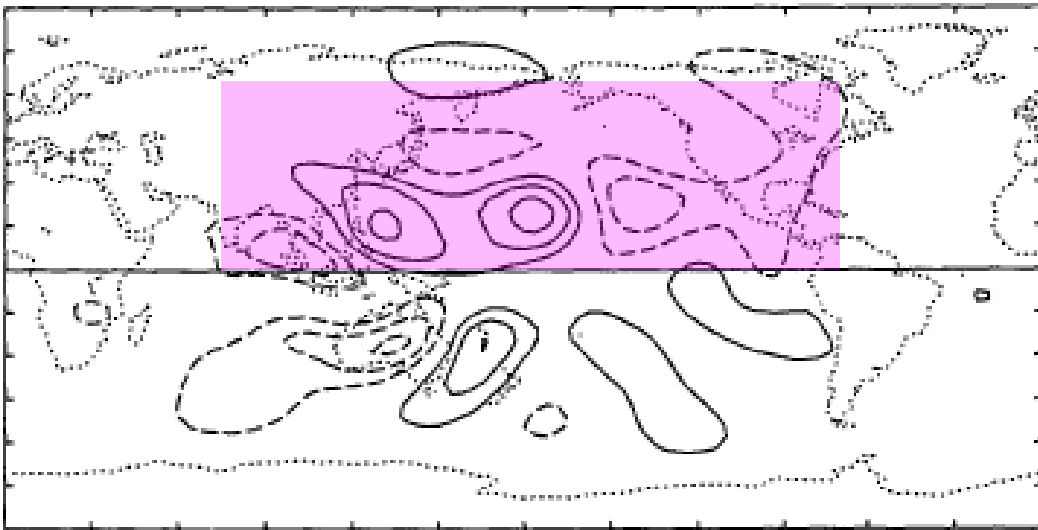
Os máximos e mínimos do vento zonal são localizados fora do equador e cercados por máximos e mínimos do vento meridional ⇔ resposta do modelo: Rossby



**(a) Função de corrente em 250mb; 15 dias; (2)**



**(b) Como (a), mas retirada a média zonal**



Padrão ondulatório com 5 centros afastado da região equatorial

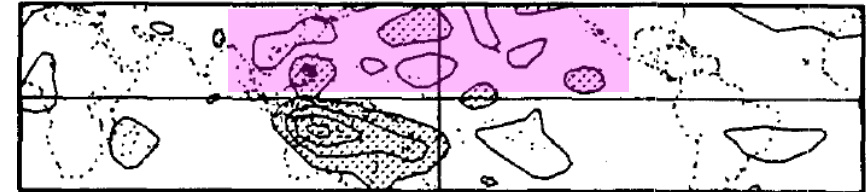
Similar ao padrão encontrado entre 18 e 23/01 no campo de anomalia de função de corrente em 250mb (fig. 4)

Os padrões no HS não apresentam muita similaridade

Nos dois experimentos, o aquecimento excita um par de ondas de Kelvin e Rossby equatoriais, que se propagam para fora da região do aquecimento

**Anomalia função de corrente 250mb**

**18. 1.86**



**23. 1.86**

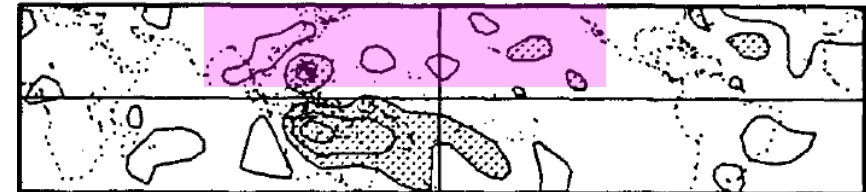


FIG. 10. (a) Streamfunction at level 6 (250 mb) of the day 15 response of the baroclinic model to small amplitude heating centered at (135°E, 10°S). (b) As in (a) except for the zonally asymmetric component.

## 6. Discussões

- ❖ Convecção tropical (OLR): oscilações persistentes e discreto desenvolvimento para leste
- ❖ Os padrões de circulação na alta troposfera são caracterizados por uma sequência de padrões ondulatórios que se desenvolvem sucessivamente fluxo abaixo
- ❖ Pouca evidência da presença da onda de Kelvin equatorial associada com a oscilação intrasazonal (na baixa troposfera equatorial perto da linha de data se encontrou evidências convincentes da existência da estrutura de onda de Kelvin)
- ❖ Cenário sugerido para a oscilação intrasazonal de 1985/86:
  - ⇒ início com a organização de convecção tropical no Oceano Índico por um trem de ondas de Rossby subtropical
  - ⇒ disparo da resposta de dipolo meridional no Pacífico oeste por um trem de ondas
  - ⇒ reforço do padrão ondulatório no leste da Ásia e Pacífico oeste pela propagação fluxo abaixo da região de convecção no Oceano Índico
  - ⇒ eventos sinóticos de ondas frias ocorreram com as condições favoráveis criadas pelo trem de ondas
  - ⇒ PV: advecção para a região do sudeste asiático, criando condições favoráveis para convecção
  - ⇒ ondas reforçaram as condições favoráveis
  - ⇒ a propagação fluxo abaixo da atividade ondulatória pela Ásia levou ao enfraquecimento da convecção no Oceano Índico
  - ⇒ a convecção no sudeste da Ásia levou ao padrão de ondas do Pacífico Norte e aumentou os ventos equatoriais de oeste na alta troposfera na região do Pacífico leste
- ❖ Mistura de propagação para leste e a importância de características estacionárias