

JOURNAL OF THE ATMOSPHERIC SCIENCES

**Cross-Equatorial Response to Middle-Latitude Forcing
in a Zonally Varying Basic State¹**

PETER J. WEBSTER

Division of Atmospheric Physics, C.S.I.R.O., Aspendale, Victoria, Australia

JAMES R. HOLTON

Department of Atmospheric Sciences, University of Washington, Seattle 98195

(Manuscript received 7 October 1981, in final form 15 December 1981)

1. Introduction
2. The model
3. The basic state
4. Perturbation forcing
5. Results
 - a) Weak easterly zone (basic state A)
 - b) Weak westerly zone (basic state B)
 1. $s = 1$ forcing
 2. $s = 3$ forcing
 - c) Strong westerly zone (basic state C)
6. Interpretations
7. Concluding remarks

1. Introdução

Análise em escala tropical, fora das regiões convectivamente perturbadas:

- As perturbações tropicais não poderiam se originar *in situ*
- Devem ser forçadas {
 - acoplamento com sistemas de latitude média
 - sistemas tropicais convectivamente ativos

Charney, 1963

1. Introdução

Análise em escala tropical, fora das regiões convectivamente perturbadas:

- As perturbações tropicais não poderiam se originar *in situ*
- Devem ser forçadas {
 - acoplamento com sistemas de latitude média
 - sistemas tropicais convectivamente ativos

Charney, 1963

Sistemas tropicais são predominantemente impulsionados por sistemas de latitude média.

Mak, 1969

1. Introdução

Análise em escala tropical, fora das regiões convectivamente perturbadas:

- As perturbações tropicais não poderiam se originar *in situ*
- Devem ser forçadas {
 - acoplamento com sistemas de latitude média
 - sistemas tropicais convectivamente ativos

Charney, 1963

Sistemas tropicais são predominantemente impulsionados por sistemas de latitude média.

Mak, 1969

Somente as ondas de Rossby em escala planetária, com velocidades de fase leste superiores à velocidade máxima média do vento zonal leste nos trópicos, podem se propagar meridionalmente através dos trópicos.

Charney, 1969
Bennet & Young, 1971

1. Introdução

Análise em escala tropical, fora das regiões convectivamente perturbadas:

- As perturbações tropicais não poderiam se originar *in situ*
- Devem ser forçadas {
 - acoplamento com sistemas de latitude média
 - sistemas tropicais convectivamente ativos

Charney, 1963

Sistemas tropicais são predominantemente impulsionados por sistemas de latitude média.

Mak, 1969

Somente as ondas de Rossby em escala planetária, com velocidades de fase leste superiores à velocidade máxima média do vento zonal leste nos trópicos, podem se propagar meridionalmente através dos trópicos.

Charney, 1969
Bennet & Young, 1971

Tais modos possuiriam energia insuficiente para serem importantes. Os distúrbios na escala sinótica, com suas velocidades de fase zonal caracteristicamente pequenas, se propagariam equatorialmente até a latitude crítica ao longo da qual a velocidade média do vento zonal coincidissem com a velocidade de fase zonal das ondas.

1. Introdução

Análise em escala tropical, fora das regiões convectivamente perturbadas:

- As perturbações tropicais não poderiam se originar *in situ*
- Devem ser forçadas {
 - acoplamento com sistemas de latitude média
 - sistemas tropicais convectivamente ativos

Charney, 1963

Sistemas tropicais são predominantemente impulsionados por sistemas de latitude média.

Mak, 1969

Somente as ondas de Rossby em escala planetária, com velocidades de fase leste superiores à velocidade máxima média do vento zonal leste nos trópicos, podem se propagar meridionalmente através dos trópicos.

Charney, 1969
Bennet & Young, 1971

Tais modos possuiriam energia insuficiente para serem importantes. Os distúrbios na escala sinótica, com suas velocidades de fase zonal caracteristicamente pequenas, se propagariam equatorialmente até a latitude crítica ao longo da qual a velocidade média do vento zonal coincidissem com a velocidade de fase zonal das ondas.

Dickinson (1970)
Geisler and Dickinson (1974)
Beland (1976)
Warn and Wan (1978)
Tung (1979)

Ainda é controverso se as ondas de Rossby são absorvidas ou refletidas em uma linha crítica.

1. Introdução

Análise em escala tropical, fora das regiões convectivamente perturbadas:

- As perturbações tropicais não poderiam se originar *in situ*
- Devem ser forçadas {
 - acoplamento com sistemas de latitude média
 - sistemas tropicais convectivamente ativos

Charney, 1963

Sistemas tropicais são predominantemente impulsionados por sistemas de latitude média.

Mak, 1969

Somente as ondas de Rossby em escala planetária, com velocidades de fase leste superiores à velocidade máxima média do vento zonal leste nos trópicos, podem se propagar meridionalmente através dos trópicos.

Charney, 1969
Bennet & Young, 1971

Tais modos possuiriam energia insuficiente para serem importantes. Os distúrbios na escala sinótica, com suas velocidades de fase zonal caracteristicamente pequenas, se propagariam equatorialmente até a latitude crítica ao longo da qual a velocidade média do vento zonal coincidissem com a velocidade de fase zonal das ondas.

Dickinson (1970)
Geisler and Dickinson (1974)
Beland (1976)
Warn and Wan (1978)
Tung (1979)

Ainda é controverso se as ondas de Rossby são absorvidas ou refletidas em uma linha crítica.

Os cálculos lineares e não lineares indicam que a linha crítica é uma barreira à propagação meridional, de modo que os trópicos devem estar relativamente livres da influência da latitude média, e as latitudes médias de cada hemisfério devem se comportar de maneira essencialmente independente.

O problema recíproco: a influência de distúrbios tropicais na circulação das latitudes médias também recebeu atenção considerável.

1. Introdução

Análise em escala tropical, fora das regiões convectivamente perturbadas:

- As perturbações tropicais não poderiam se originar *in situ*
- Devem ser forçadas {
 - acoplamento com sistemas de latitude média
 - sistemas tropicais convectivamente ativos

Charney, 1963

Sistemas tropicais são predominantemente impulsionados por sistemas de latitude média.

Mak, 1969

Somente as ondas de Rossby em escala planetária, com velocidades de fase leste superiores à velocidade máxima média do vento zonal leste nos trópicos, podem se propagar meridionalmente através dos trópicos.

Charney, 1969
Bennet & Young, 1971

Tais modos possuiriam energia insuficiente para serem importantes. Os distúrbios na escala sinótica, com suas velocidades de fase zonal caracteristicamente pequenas, se propagariam equatorialmente até a latitude crítica ao longo da qual a velocidade média do vento zonal coincidissem com a velocidade de fase zonal das ondas.

Dickinson (1970)
Geisler and Dickinson (1974)
Beland (1976)
Warn and Wan (1978)
Tung (1979)

Ainda é controverso se as ondas de Rossby são absorvidas ou refletidas em uma linha crítica.

Os cálculos lineares e não lineares indicam que a linha crítica é uma barreira à propagação meridional, de modo que os trópicos devem estar relativamente livres da influência da latitude média, e as latitudes médias de cada hemisfério devem se comportar de maneira essencialmente independente.

O problema recíproco: a influência de distúrbios tropicais na circulação das latitudes médias também recebeu atenção considerável.

Movimentos de grande escala da atmosfera tropical consistem em modos aprisionados. Os modos não apresentariam a componente meridional. Influência confinada à latitude da forçante.

Webster, 1972

1. Introdução

Análise em escala tropical, fora das regiões convectivamente perturbadas:

- As perturbações tropicais não poderiam se originar *in situ*
- Devem ser forçadas {
 - acoplamento com sistemas de latitude média
 - sistemas tropicais convectivamente ativos

Charney, 1963

Sistemas tropicais são predominantemente impulsionados por sistemas de latitude média.

Mak, 1969

Somente as ondas de Rossby em escala planetária, com velocidades de fase leste superiores à velocidade máxima média do vento zonal leste nos trópicos, podem se propagar meridionalmente através dos trópicos.

Charney, 1969
Bennet & Young, 1971

Se os argumentos expostos se aplicarem à atmosfera real:

- Os movimentos tropicais devem se desenvolver *in situ*.
- São independentes das perturbações extratropicais.
- O equador é um limite natural para modelos de previsão numérica para latitudes médias.

Os cálculos lineares e não lineares indicam que a linha crítica é uma barreira à propagação meridional, de modo que os trópicos devem estar relativamente livres da influência da latitude média, e as latitudes médias de cada hemisfério devem se comportar de maneira essencialmente independente.

O problema recíproco: a influência de distúrbios tropicais na circulação das latitudes médias também recebeu atenção considerável.

Movimentos de grande escala da atmosfera tropical consistem em modos aprisionados. Os modos não apresentariam a componente meridional. Influência confinada à latitude da forçante.

Webster, 1972

1. Introdução

Análise em escala tropical, fora das regiões convectivamente perturbadas:

- As perturbações tropicais não poderiam se originar *in situ*
- Devem ser forçadas {
 - acoplamento com sistemas de latitude média
 - sistemas tropicais convectivamente ativos

Charney, 1963

Sistemas tropicais são predominantemente impulsionados por sistemas de latitude média.

Mak, 1969

Somente as ondas de Rossby em escala planetária, com velocidades de fase leste superiores à velocidade máxima média do vento zonal leste nos trópicos, podem se propagar meridionalmente através dos trópicos.

Charney, 1969
Bennet & Young, 1971

Se os argumentos expostos se aplicarem à atmosfera real:

- Os movimentos tropicais devem se desenvolver *in situ*.
- São independentes das perturbações extratropicais.
- O equador é um limite natural para modelos de previsão numérica para latitudes médias

No entanto, parece existir considerável evidência observacional de conexões dinâmicas entre as regiões de latitude média e os trópicos e, possivelmente, entre as regiões extratropicais dos dois hemisférios.

Os cálculos lineares e não lineares indicam que a linha crítica é uma barreira à propagação meridional, de modo que os trópicos devem estar relativamente livres da influência da latitude média, e as latitudes médias de cada hemisfério devem se comportar de maneira essencialmente independente.

O problema recíproco: a influência de distúrbios tropicais na circulação das latitudes médias também recebeu atenção considerável.

Movimentos de grande escala da atmosfera tropical consistem em modos aprisionados. Os modos não apresentariam a componente meridional. Influência confinada à latitude da forçante.

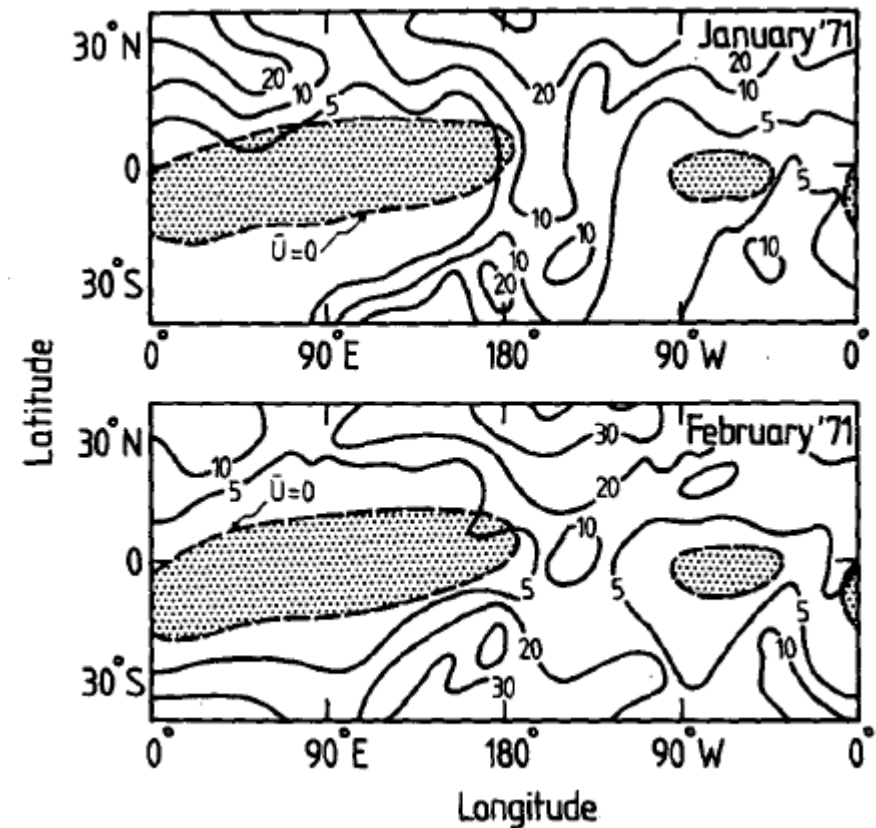
Webster, 1972

1. Introdução

Murakami & Unninayar, 1977:

Conjuntos compilados de estatísticas para a troposfera superior, incluindo a distribuição da energia cinética das perturbações.

- 3 regiões de perturbação de máxima energia cinética.
 - 2 regiões associadas à distúrbios transientes de latitudes médias em cada hemisfério
 - 1 região restrita dos trópicos no Oceano Pacífico.
- Uma banda mais fraca está sobre o Oceano Atlântico



1. Introdução

Murakami & Unninayar, 1977:

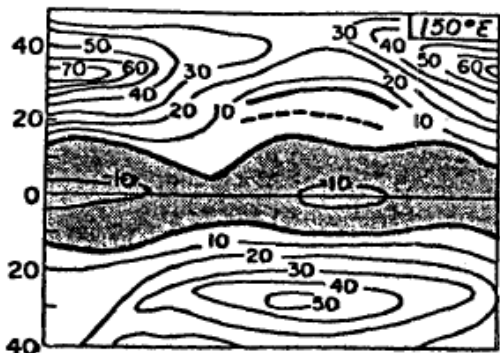
Conjuntos compilados de estatísticas para a troposfera superior, incluindo a distribuição da energia cinética das perturbações.

- 3 regiões de perturbação de máxima energia cinética.
 - 2 regiões associadas à distúrbios transientes de latitudes médias em cada hemisfério
 - 1 região restrita dos trópicos no Oceano Pacífico.
- Uma banda mais fraca está sobre o Oceano Atlântico

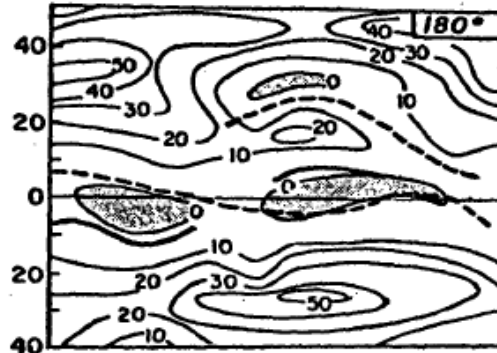
Sadler, 1975:

Variação longitudinal do campo de vento zonal ao longo do ano.

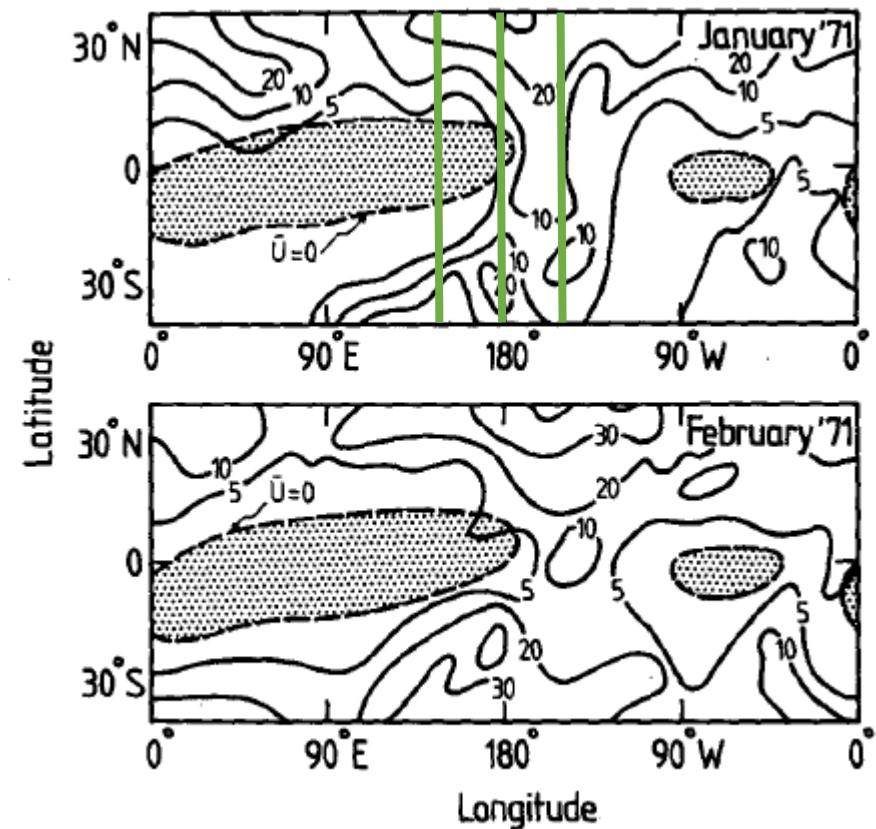
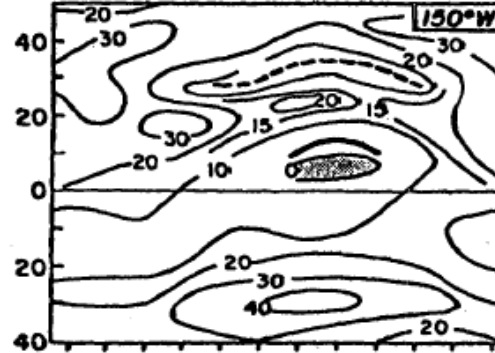
Asian Monsoon Region:
- Strong easterlies.



Central Pacific



Eastern Pacific Ocean:
- Westerlies prevail.



1. Introdução

Murakami & Unninayar, 1977:

Conjuntos compilados de estatísticas para a troposfera superior, incluindo a distribuição da energia cinética das perturbações.

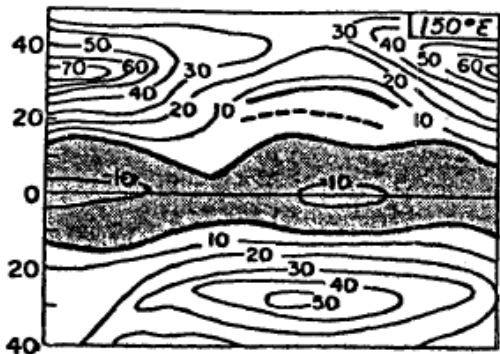
- 3 regiões de perturbação de máxima energia cinética.
 - 2 regiões associadas à distúrbios transientes de latitudes médias em cada hemisfério
 - 1 região restrita dos trópicos no Oceano Pacífico.
- Uma banda mais fraca está sobre o Oceano Atlântico

Sadler, 1975:

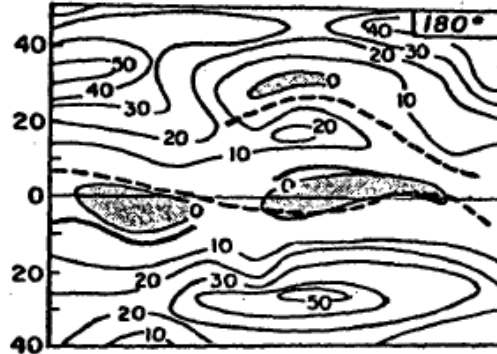
Variação longitudinal do campo de vento zonal ao longo do ano.

Especulação: formação de dutos na troposfera tropical possibilitando as ondas transientes propagarem entre as regiões tropicais e extratropicais.

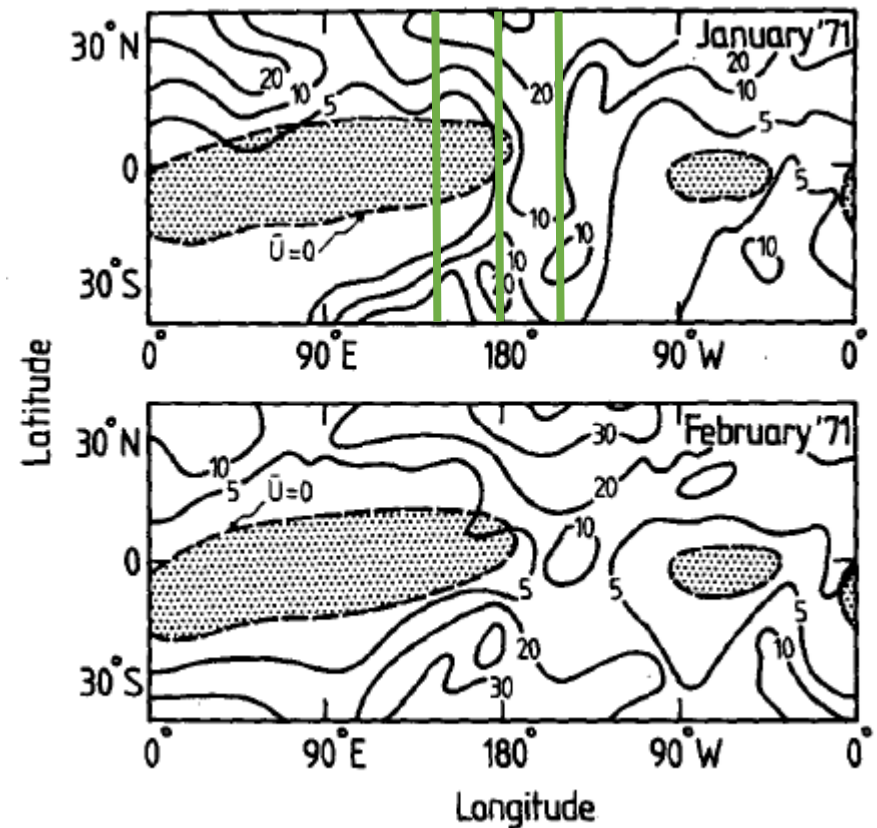
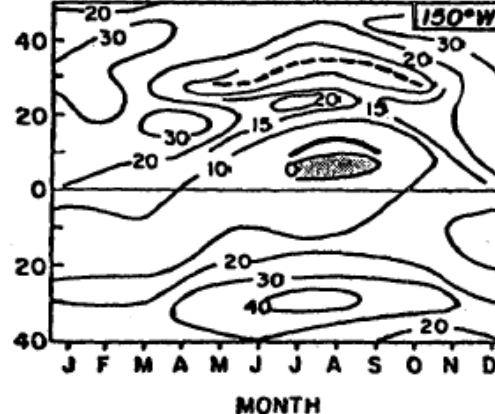
Asian Monsoon Region:
- Strong easterlies.



Central Pacific



Eastern Pacific Ocean:
- Westerlies prevail.



1. Introdução

Murakami & Unninayar, 1977:

Conjuntos compilados de estatísticas para a troposfera superior, incluindo a distribuição da energia cinética das perturbações.

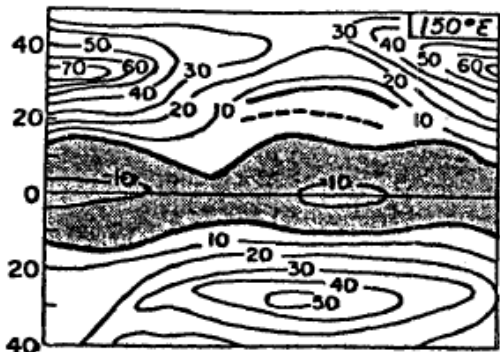
- 3 regiões de perturbação de máxima energia cinética.
 - 2 regiões associadas à distúrbios transientes de latitudes médias em cada hemisfério
 - 1 região restrita dos trópicos no Oceano Pacífico.
- Uma banda mais fraca está sobre o Oceano Atlântico

Sadler, 1975:

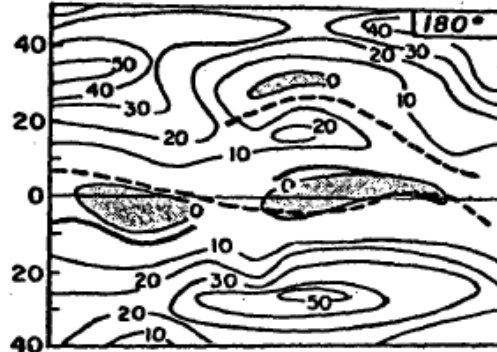
Variação longitudinal do campo de vento zonal ao longo do ano.

Especulação: formação de dutos na troposfera tropical possibilitando as ondas transientes propagarem entre as regiões tropicais e extratropicais.

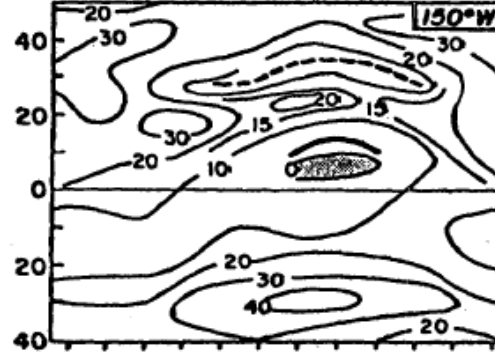
Asian Monsoon Region:
- Strong easterlies.



Central Pacific



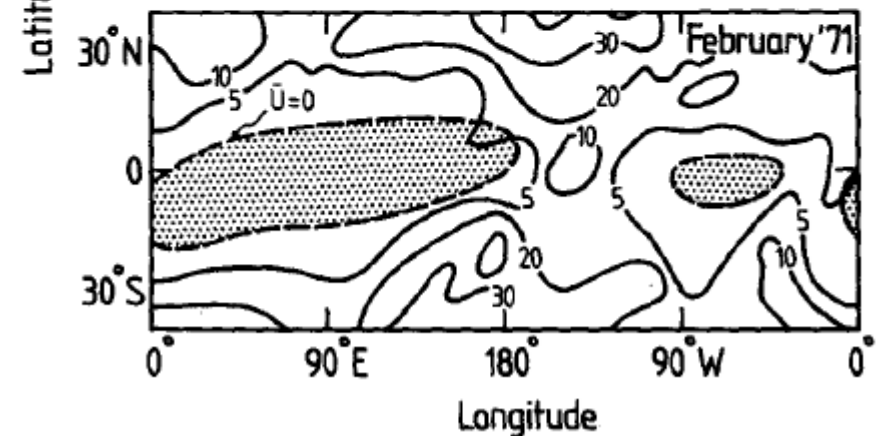
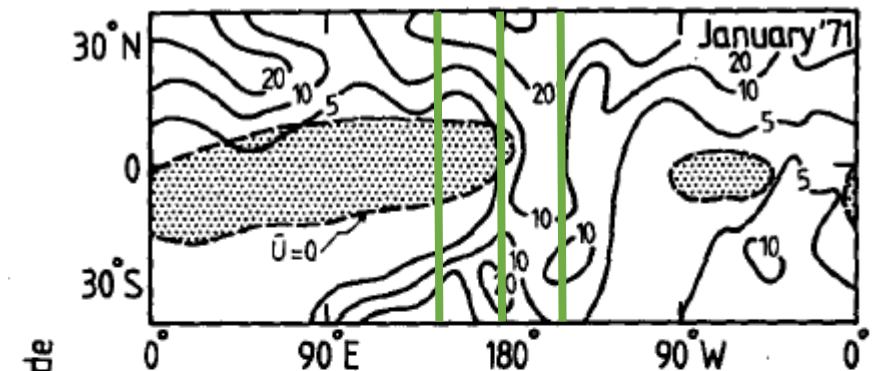
Eastern Pacific Ocean:
- Westerlies prevail.



MONTH

Assim, um objetivo deste artigo é investigar se o relaxamento da restrição de simetria zonal no fluxo permite a possibilidade de propagação regional, fornecendo linhas críticas que são funções da longitude e da latitude.

+ mostrar que a incorporação de um estado básico dependente longitudinalmente (mais realista): permite que a região tropical seja considerada porosa em relação a distúrbios incidentes de densidade.



2. Modelo

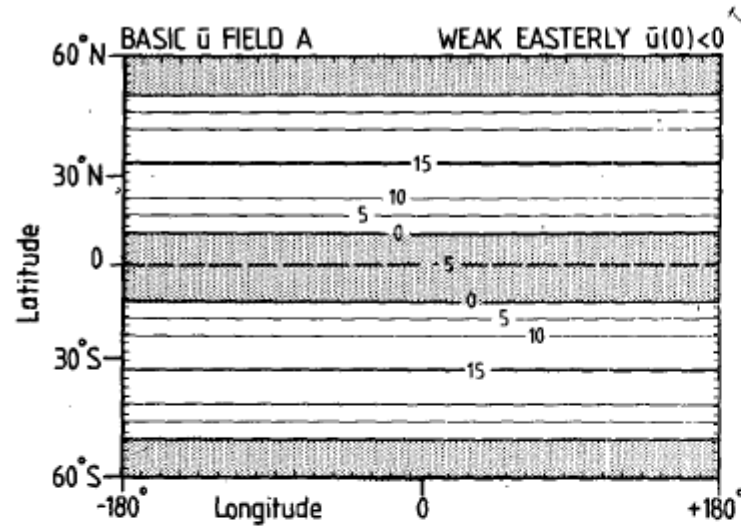
Para gerar um estado básico realista e dependente longitudinalmente na zona equatorial, é essencial incluir um componente estacionário da onda Kelvin.

O modelo físico mais simples possível, que atenda a esses requisitos, é o de fluido barotrópico com superfície livre (equação de águas rasas).

3. Estado básico

Assumimos que o vento zonal médio (a parte zonalmente simétrica do fluxo zonal do estado básico) é inicialmente simétrico em relação ao equador e em equilíbrio de vento geostrófico com o campo de altura.

Para manter o "clima" zonalmente simétrico, definido por esse estado básico, permite-se que o vento zonal relaxe de volta ao valor do estado básico pelo amortecimento de fricção de Rayleigh.



4. Forçante da perturbação

Em todos os casos, o modelo foi inicializado para o estado básico zonalmente simétrico

- 0 – 5 dias: a forçante do estado básico longitudinalmente dependente passa de zero a seu estado estacionário.
- ~30 dias: quando o equilíbrio é alcançado, mas que continua até os 100 dias para criar a simulação controle.
- Dia 50: a forçante da perturbação é introduzida com 5 dias para o crescimento.

Para determinar o efeito da forçante, a simulação de controle é subtraída da rodada experimental.

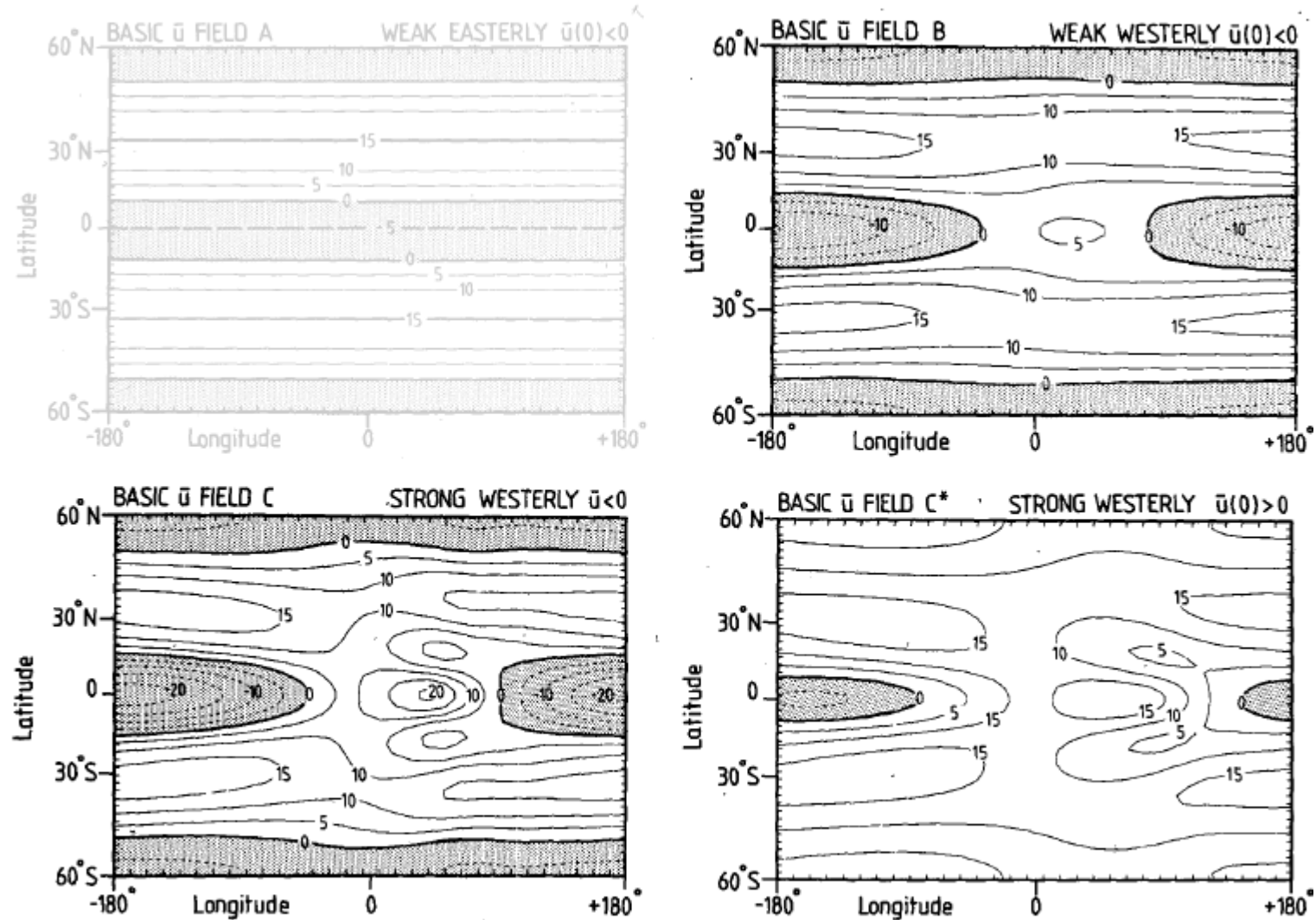


FIG. 3. Distribution of the model-generated basic-state zonal wind field for the “weak easterly” (case A), the “weak westerly” (case B) and the two strong westerly zones (cases C and C*). The stippled areas denote the easterly wind regime. Units m s^{-1} .

4. Forçante da perturbação

Em todos os casos, o modelo foi inicializado para o estado básico zonalmente simétrico

- 0 – 5 dias: a forçante do estado básico longitudinalmente dependente passa de zero a seu estado estacionário.
- ~30 dias: quando o equilíbrio é alcançado, mas que continua até os 100 dias para criar a simulação controle.
- Dia 50: a forçante da perturbação é introduzida com 5 dias para o crescimento.

Para determinar o efeito da forçante, a simulação de controle é subtraída da rodada experimental.

A: estado zonalmente simétrico com vento leste fraco na região equatorial e oeste moderado em outros lugares.

B: região equatorial possuindo uma zona de vento oeste fraca ao longo do equador.

C: região equatorial caracterizada por uma zona de vento oeste forte.

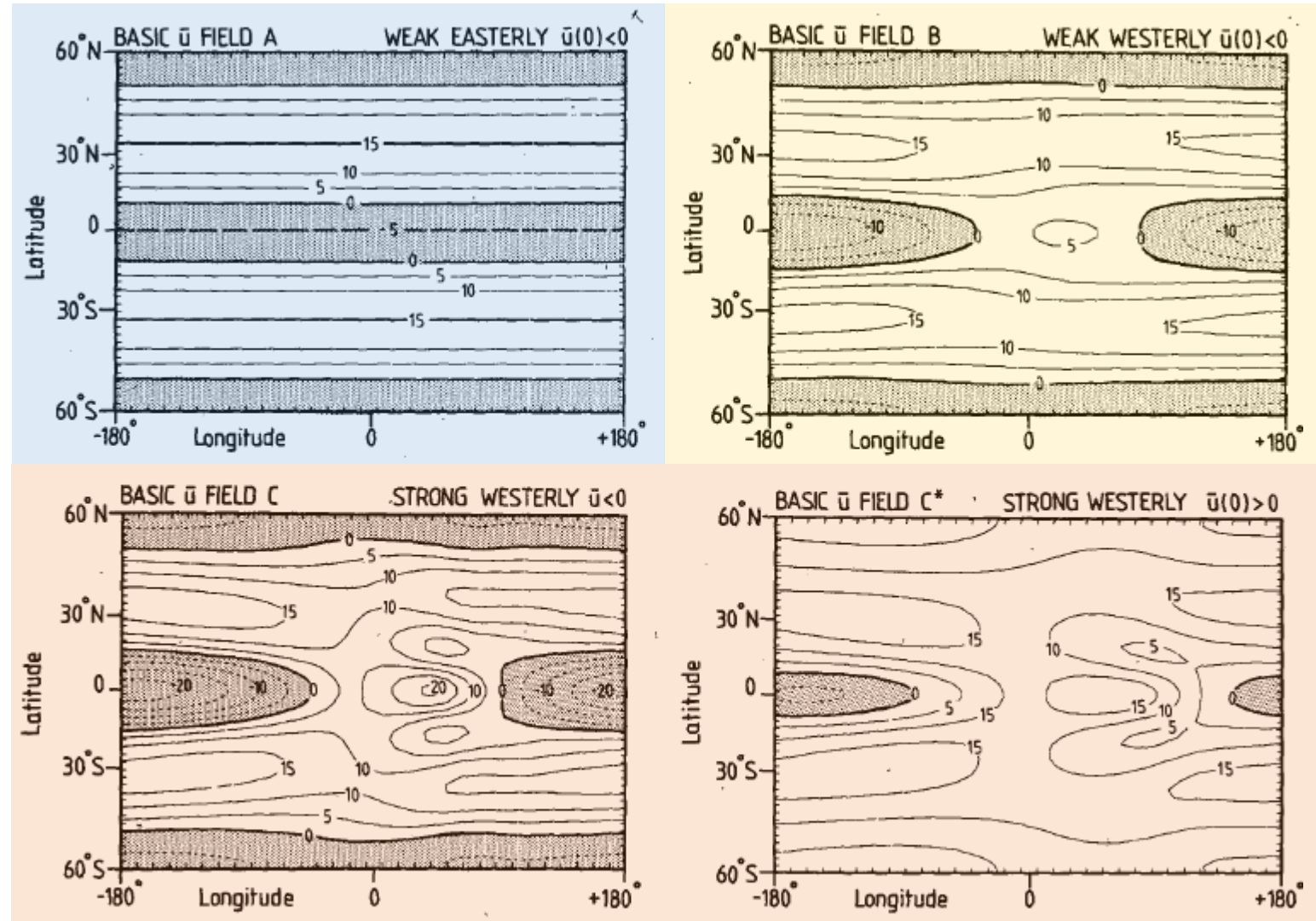


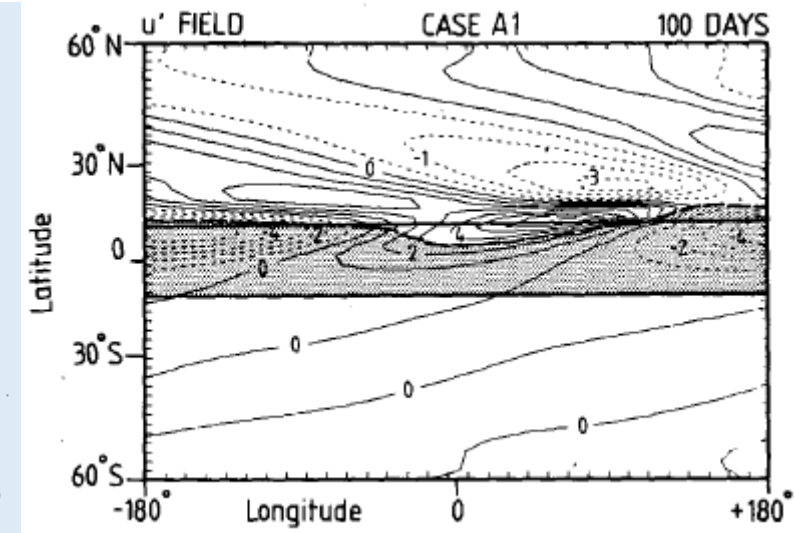
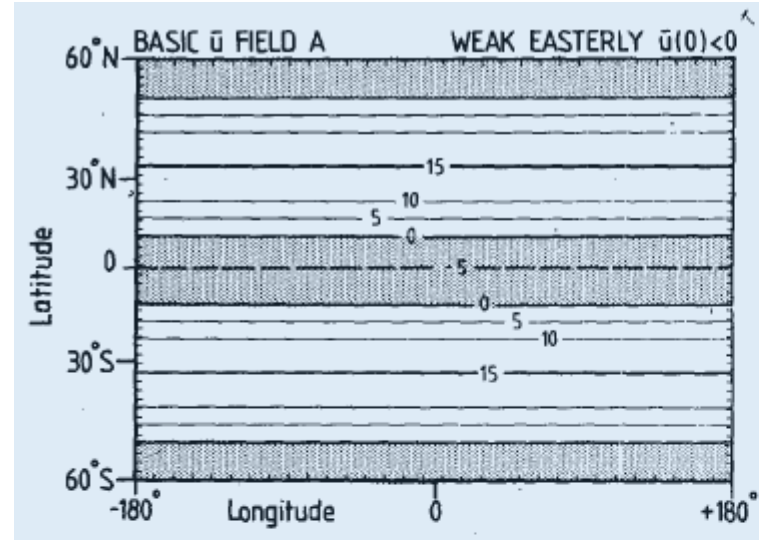
FIG. 3. Distribution of the model-generated basic-state zonal wind field for the “weak easterly” (case A), the “weak westerly” (case B) and the two strong westerly zones (cases C and C*). The stippled areas denote the easterly wind regime. Units m s^{-1} .

Perturbação: função forçante dipolar.
Hemisfério Norte em 20°N.

5. Resultados

A) Zona de vento leste fraco:

- O HS permanece não perturbado.
- A resposta é praticamente confinada no hemisfério da forçante pela linha crítica.



5. Resultados

A) Zona de vento leste fraco:

- O HS permanece não perturbado.
- A resposta é praticamente confinada no hemisfério da forçante pela linha crítica.

B) Zona de vento oeste fraco:

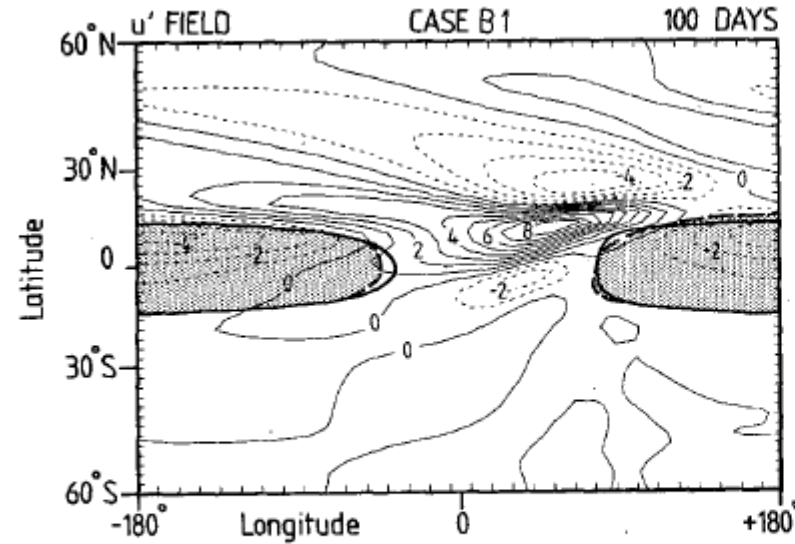
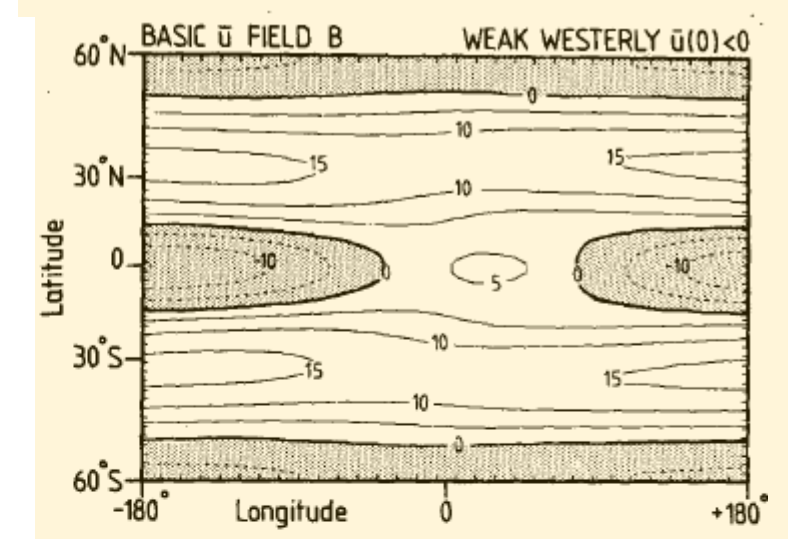


FIG. 6. As in Fig. 5 except for case B₁ which considers an $s = 1$ forcing with $\phi = 0$ but relative to an initial basic state B . Contour intervals are halved.

5. Resultados

A) Zona de vento leste fraco:

- O HS permanece não perturbado.
- A resposta é praticamente confinada no hemisfério da forçante pela linha crítica.

B) Zona de vento oeste fraco:

- A1 x B1: a fase e amplitude da perturbação da função forçante é a mesma, então, as diferença das respostas é em função do estado básico utilizado.

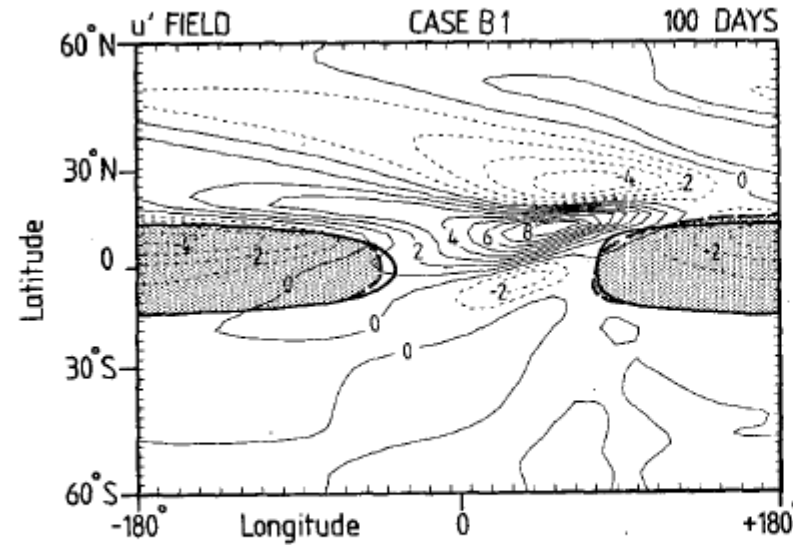
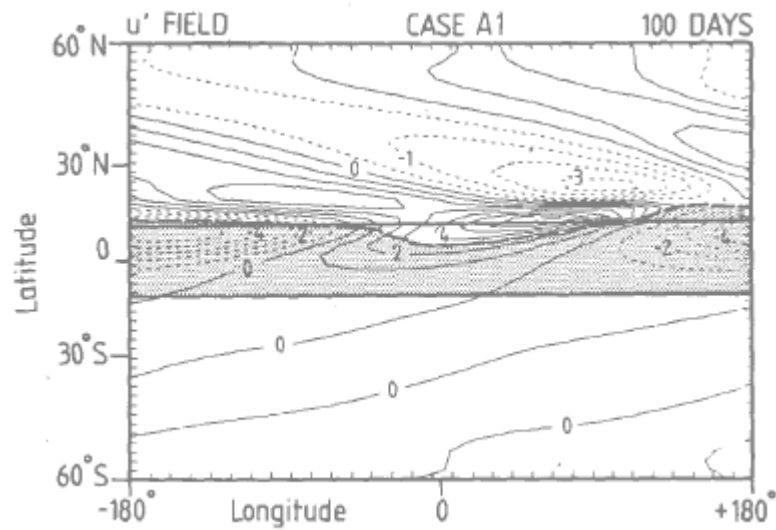
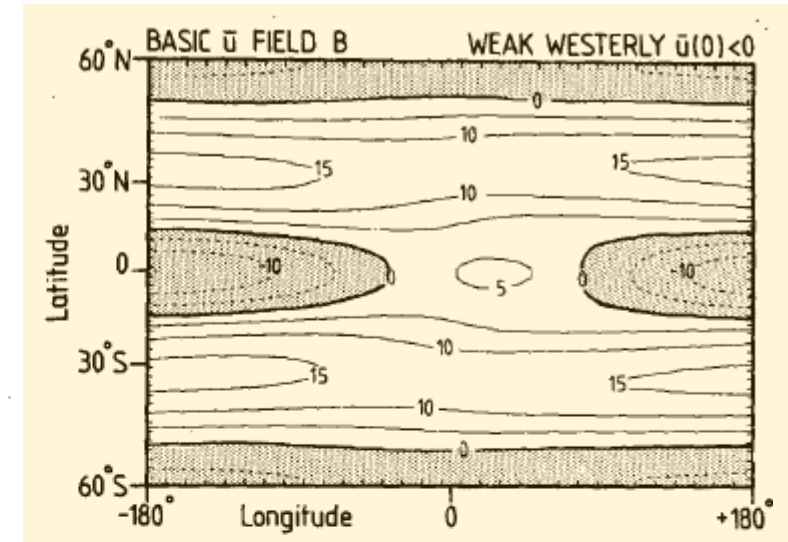


FIG. 6. As in Fig. 5 except for case B₁ which considers an $s = 1$ forcing with $\phi = 0$ but relative to an initial basic state B . Contour intervals are halved.



5. Resultados

A) Zona de vento leste fraco:

- O HS permanece não perturbado.
- A resposta é praticamente confinada no hemisfério da forçante pela linha crítica.

B) Zona de vento oeste fraco:

- A1 x B1: a fase e amplitude da perturbação da função forçante é a mesma, então, as diferenças das respostas é em função do estado básico utilizado.
- B1 x B2: diferença na amplitude e fase.

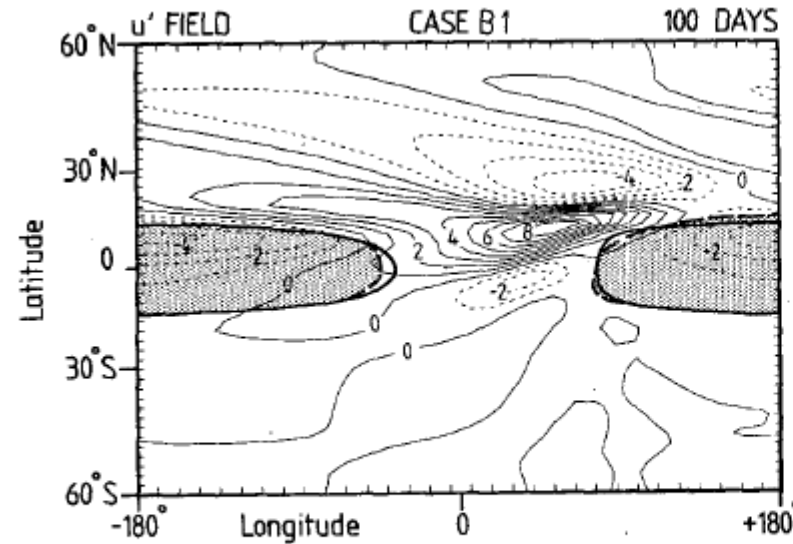
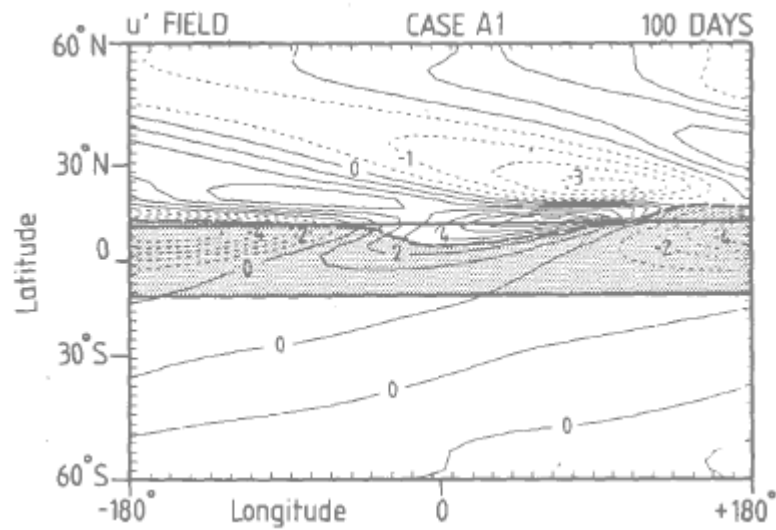


FIG. 6. As in Fig. 5 except for case B₁ which considers an $s = 1$ forcing with $\phi = 0$ but relative to an initial basic state B. Contour intervals are halved.

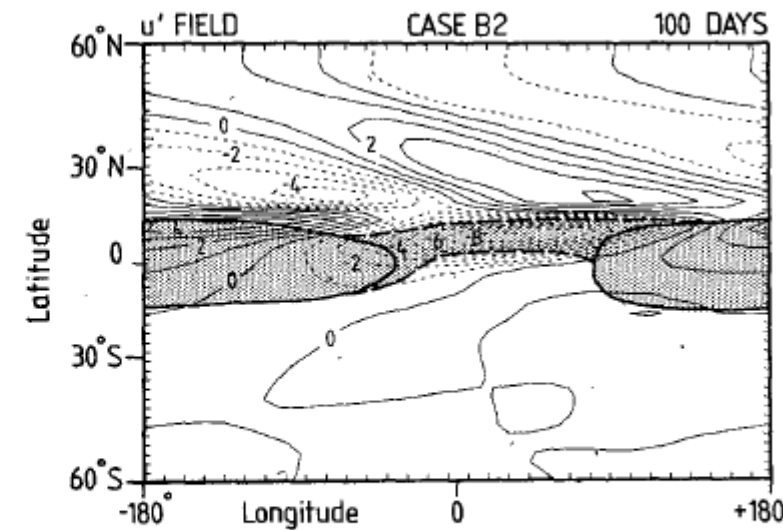
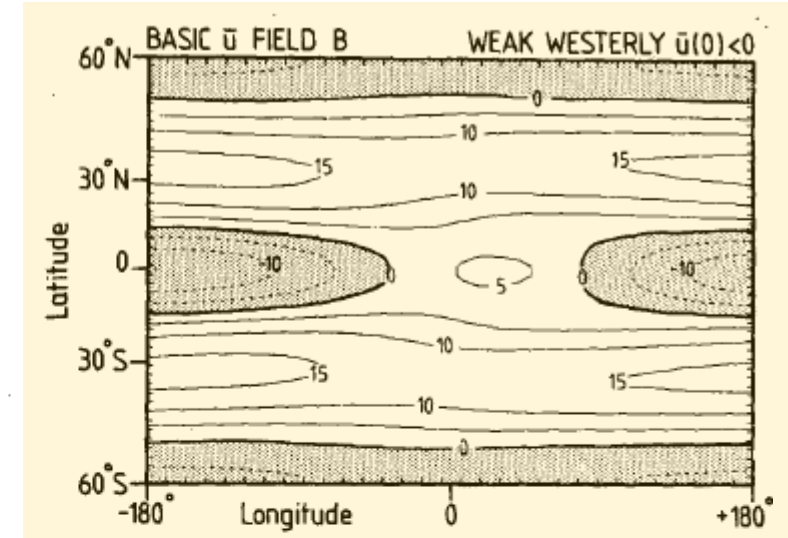


FIG. 7. As in Fig. 5, except for case B₂ which considers an $s = 1$ forcing but with $\phi = \pi$ phase difference to case B. The basic state B was used. Contour intervals are halved.

5. Resultados

A) Zona de vento leste fraco:

- O HS permanece não perturbado.
- A resposta é praticamente confinada no hemisfério da forçante pela linha crítica.

B) Zona de vento oeste fraco:

- A1 x B1: a fase e amplitude da perturbação da função forçante é a mesma, então, as diferenças das respostas é em função do estado básico utilizado.
- B1 x B2: diferença na amplitude e fase.

Para os três casos:

- HS permanece não perturbado.
- As três curvas apresentam um rápido decaimento da amplitude em direção à linha crítica.

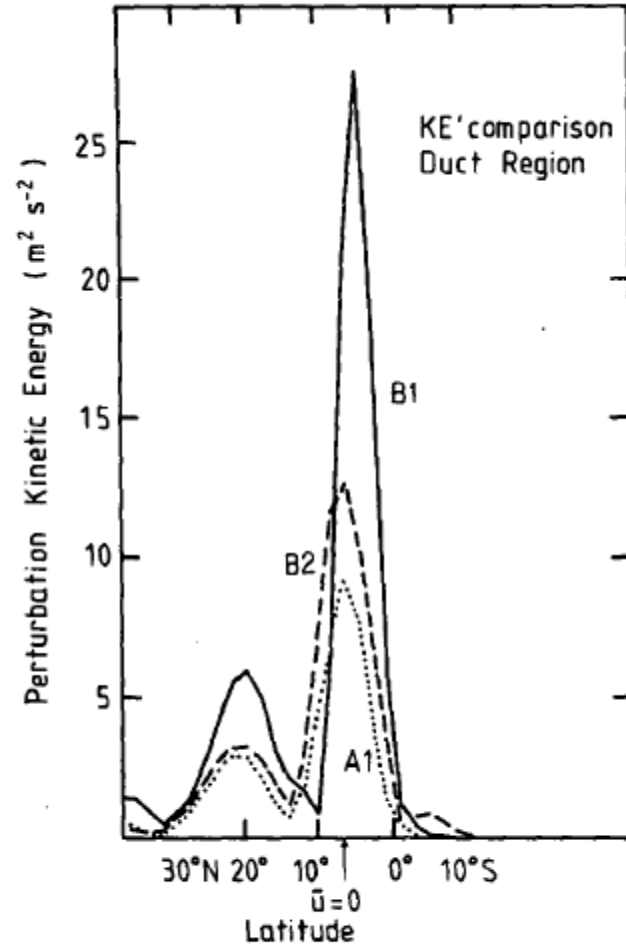


FIG. 8. The distribution of perturbation kinetic energy ($\text{m}^2 \text{s}^{-2}$) shown as a function of latitude for cases A₁, B₁ and B₂. The kinetic energy was averaged over a 50° longitude strip through the region of the equatorial westerlies.

5. Resultados

A) Zona de vento leste fraco:

- O HS permanece não perturbado.
- A resposta é praticamente confinada no hemisfério da forçante pela linha crítica.

B) Zona de vento oeste fraco:

- A1 x B1: a fase e amplitude da perturbação da função forçante é a mesma, então, as diferenças das respostas é em função do estado básico utilizado.
- B1 x B2: diferença na amplitude e fase.
- B3 e B4: o efeito do duto equatorial do vento oeste torna-se mais pronunciado para ondas com menor escala zonal.
- (perturbações em 20°N, e posições diferentes longitudinalmente)
 - Propagação em B3 para o HS quando a forçante está posicionada sobre a mesma latitude do vento de oeste fraco.
 - B4 não há propagação equatorial.

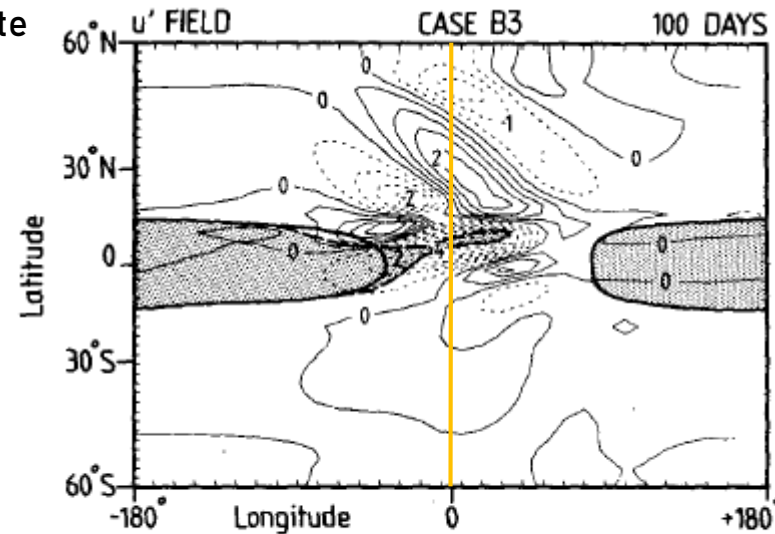


FIG. 9. As in Fig. 5 except for case B₃ which considers an $s = 3$ forcing at 20°N and basic state B. Contour intervals are halved.

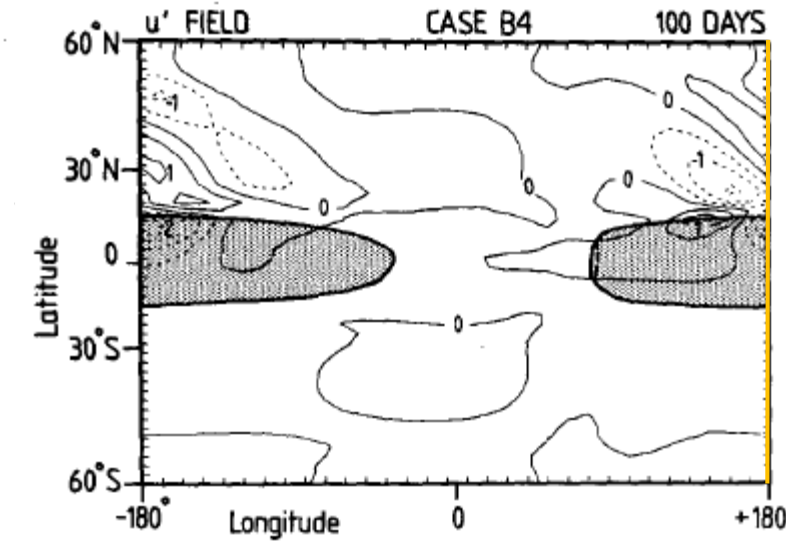
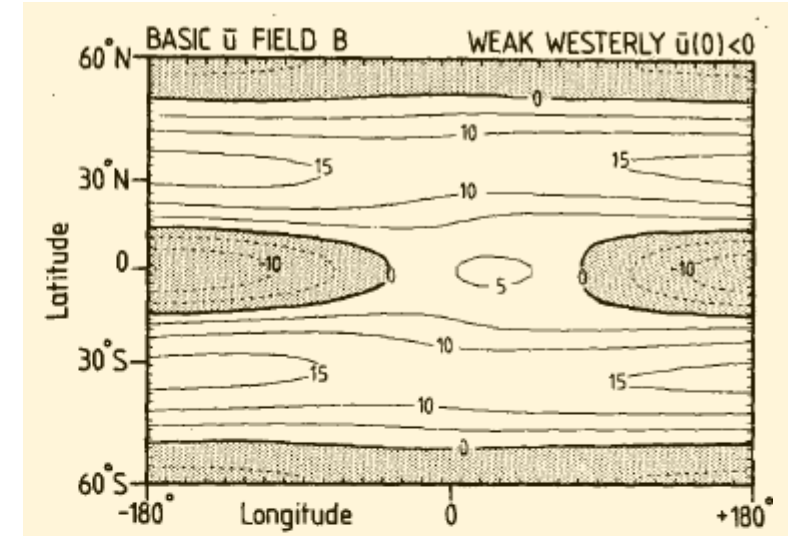


FIG. 10. As in Fig. 5 except for case B₄ which considers an $s = 3$ forcing at 20°N with basic state B but with the forcing moved in longitude. Contour intervals are halved.

5. Resultados

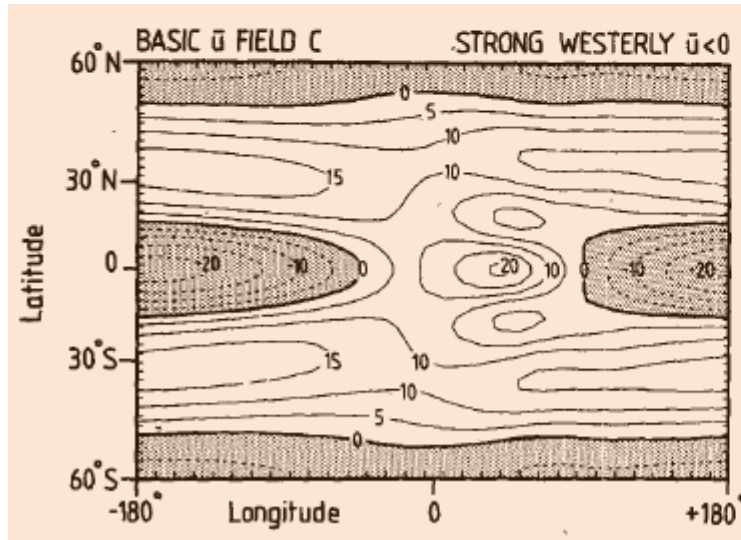
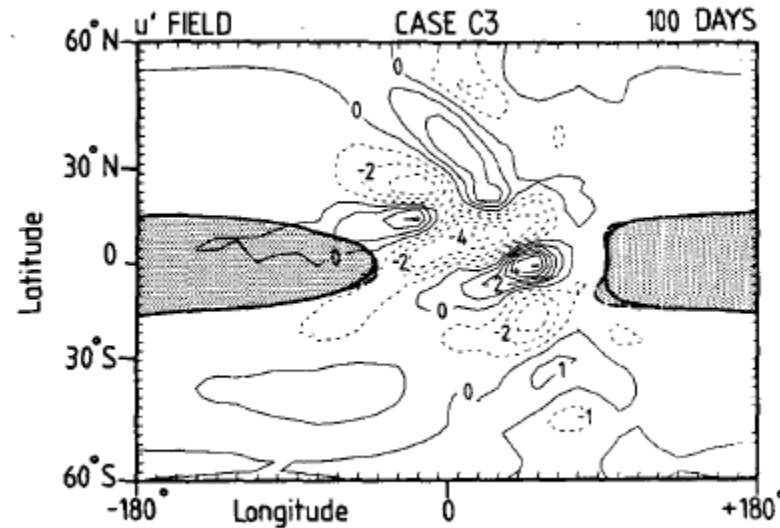
A) Zona de vento leste fraco:

- O HS permanece não perturbado.
- A resposta é praticamente confinada no hemisfério da forçante pela linha crítica.

B) Zona de vento oeste fraco:

- A1 x B1: a fase e amplitude da perturbação da função forçante é a mesma, então, as diferença das respostas é em função do estado básico utilizado.
- B1 x B2: diferença na amplitude e fase.
- B3 e B4: o efeito do duto equatorial do vento oeste torna-se mais pronunciado para ondas com menor escala zonal.
- (perturbações em 20°N, e posições diferentes longitudinalmente)
 - Propagação em B3 para o HS quando a forçante está posicionada sobre a mesma latitude do vento de oeste fraco.
 - B4 não há propagação equatorial.

C) Zona de vento oeste forte:



5. Resultados

A) Zona de vento leste fraco:

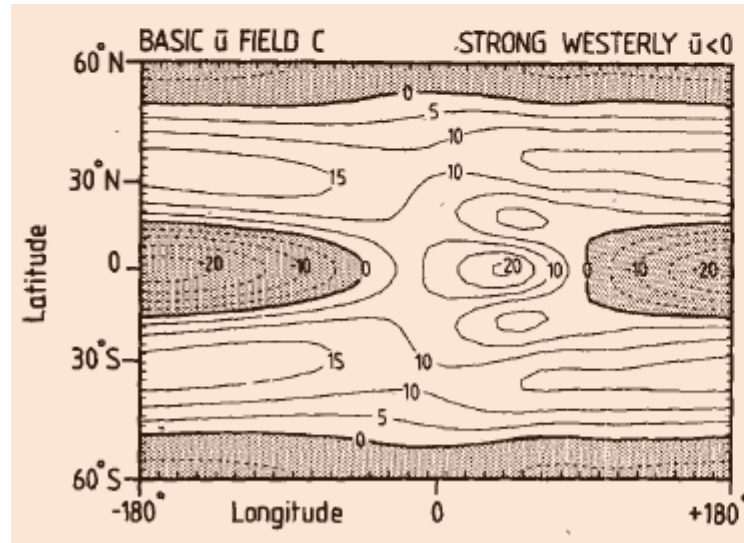
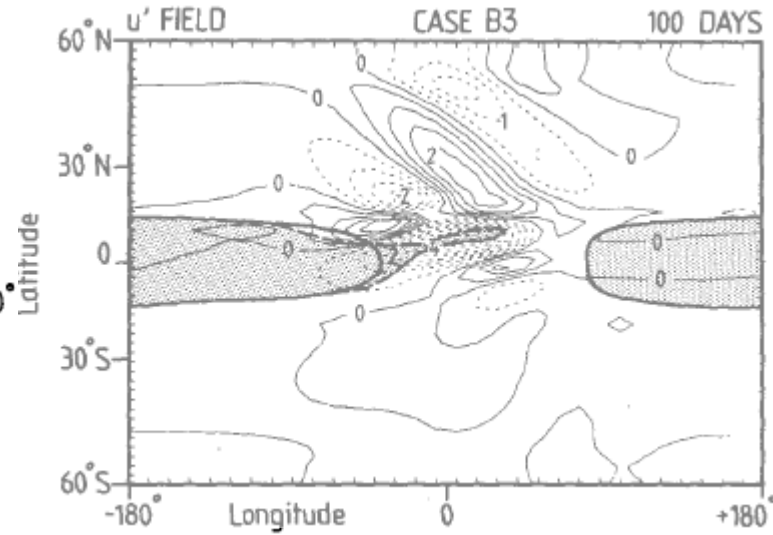
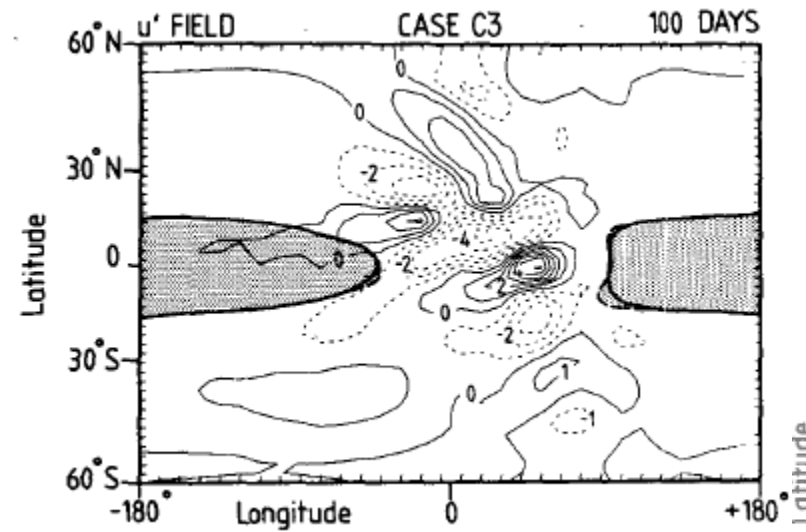
- O HS permanece não perturbado.
- A resposta é praticamente confinada no hemisfério da forçante pela linha crítica.

B) Zona de vento oeste fraco:

- A1 x B1: a fase e amplitude da perturbação da função forçante é a mesma, então, as diferença das respostas é em função do estado básico utilizado.
- B1 x B2: diferença na amplitude e fase.
- B3 e B4: o efeito do duto equatorial do vento oeste torna-se mais pronunciado para ondas com menor escala zonal.
- (perturbações em 20°N, e posições diferentes longitudinalmente)
 - Propagação em B3 para o HS quando a forçante está posicionada sobre a mesma latitude do vento de oeste fraco.
 - B4 não há propagação equatorial.

C) Zona de vento oeste forte:

- B3 x C3: os efeitos das perturbações é maior no equador, e a propagação alcançou o HS.



5. Resultados

A) Zona de vento leste fraco:

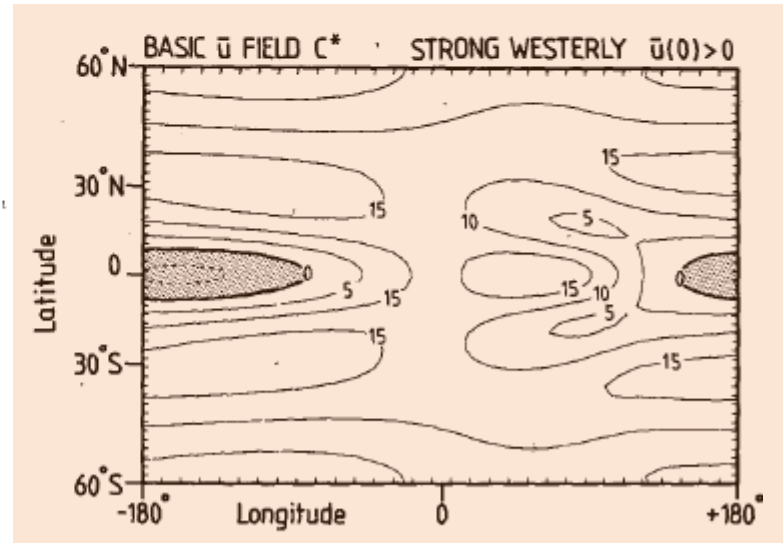
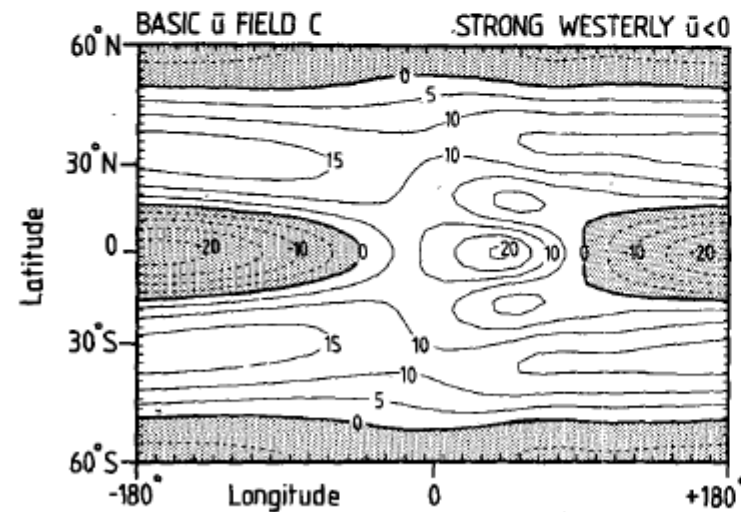
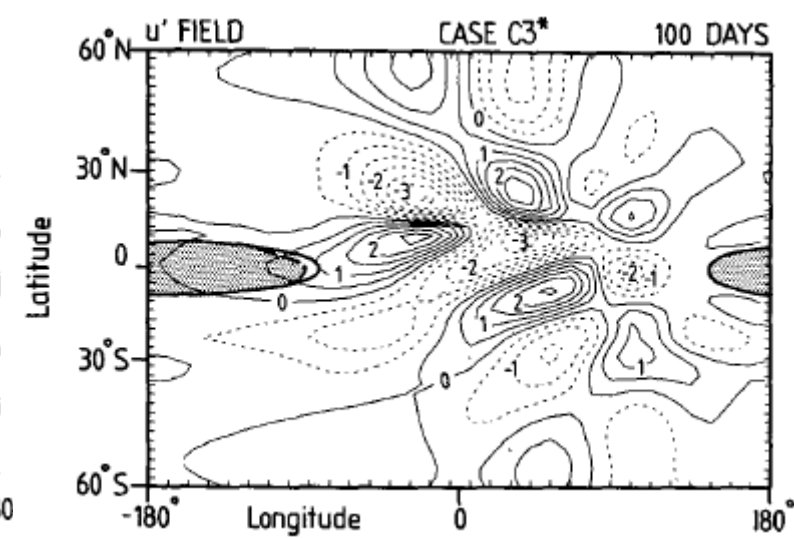
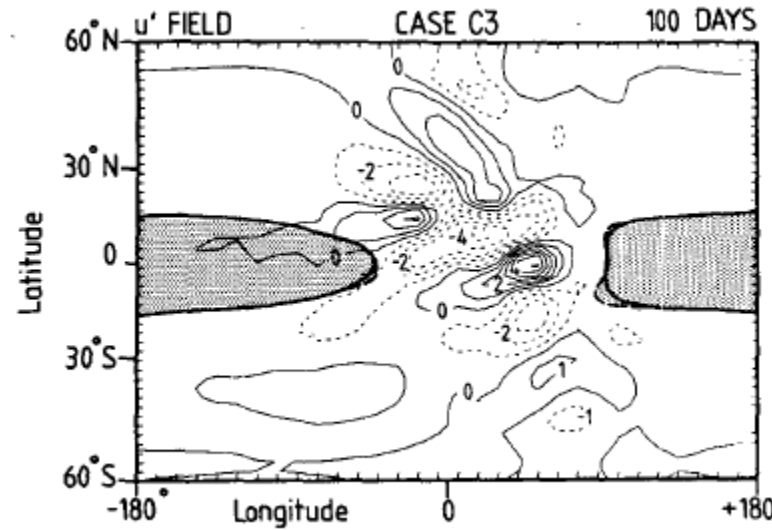
- O HS permanece não perturbado.
- A resposta é praticamente confinada no hemisfério da forçante pela linha crítica.

B) Zona de vento oeste fraco:

- A1 x B1: a fase e amplitude da perturbação da função forçante é a mesma, então, as diferença das respostas é em função do estado básico utilizado.
- B1 x B2: diferença na amplitude e fase.
- B3 e B4: o efeito do duto equatorial do vento oeste torna-se mais pronunciado para ondas com menor escala zonal.
- (perturbações em 20°N, e posições diferentes longitudinalmente)
 - Propagação em B3 para o HS quando a forçante está posicionada sobre a mesma latitude do vento de oeste fraco.
 - B4 não há propagação equatorial.

C) Zona de vento oeste forte:

- B3 x C3: os efeitos das perturbações é maior no equador, e a propagação alcançou o HS.
- C*3 x C3: as respostas são parecidas. A diferença é que os ventos de oeste em C* são mais largos em escala longitudinal. (linha crítica?)



6. Interpretações

- (A) Experimentos usando o básico zonalmente simétrico confirmam os resultados de que uma linha crítica para distúrbios estacionários atua como uma barreira ou separador eficaz entre os trópicos e as latitudes médias.

Somente as ondas de Rossby em escala planetária, com velocidades de fase leste superiores à velocidade máxima média do vento zonal leste nos trópicos, podem se propagar meridionalmente através dos trópicos.

Charney, 1969
Bennet & Young, 1971

6. Interpretações

- (A) Experimentos usando o básico zonalmente simétrico confirmam os resultados de que uma linha crítica para distúrbios estacionários atua como uma barreira ou separador eficaz entre os trópicos e as latitudes médias.
- (B) e (C), Distúrbios em larga escala gerados nas latitudes médias de um hemisfério podem ter uma influência significativa nas regiões equatoriais e nas latitudes mais altas do outro hemisfério se em alguma zona longitudinal existir um duto de vento oeste na zona equatorial.

6. Interpretações

- (A) Experimentos usando o básico zonalmente simétrico confirmam os resultados de que uma linha crítica para distúrbios estacionários atua como uma barreira ou separador eficaz entre os trópicos e as latitudes médias.
- (B) e (C), Distúrbios em larga escala gerados nas latitudes médias de um hemisfério podem ter uma influência significativa nas regiões equatoriais e nas latitudes mais altas do outro hemisfério se em alguma zona longitudinal existir um duto de vento oeste na zona equatorial.

7. Conclusão

- A interação inter-hemisférica é importante para escalas de tempo que variam da previsão do tempo numérico a intervalos menores de variações climáticas.
 - Para previsão numérica do tempo: o conhecimento da interação é necessário para especificar condições de contorno equatorial.
 - Para o clima: é fundamental entender a transmissão de perturbações em um estado básico longitudinalmente dependente, a fim de determinar regiões de influência de anomalias SST localizadas em várias longitudes a baixas latitudes. Também é importante entender o papel de tais anomalias na excitação e manutenção de assimetrias longitudinais no estado básico.