

Clim Dyn (2012) 38:1615–1628  
DOI 10.1007/s00382-011-1165-3

---

## **Can Indian Ocean SST anomalies influence South American rainfall?**

**Andréa S. Taschetto · Tércio Ambrizzi**

Received: 14 November 2010 / Accepted: 9 August 2011 / Published online: 20 August 2011  
© Springer-Verlag 2011

By Thamirys

# Estrutura da Apresentação

1. Pergunta a ser respondida
2. Motivação
  - a. Oceano Índico
  - b. Os impactos do IOD sobre a América do Sul
3. Dados e Métodos
  - a. Dados observacionais
  - b. Dados de reanálise e modelo
4. Resultados
  - a. IOBW e a precipitação na América do Sul
  - b. Correlação da precipitação do nordeste e índices de SST
  - c. Correlação durante o MAM
  - d. Experimento Global e Precipitação
  - e. NCEP/NCAR: Regressão total e parcial (-ENSO) de IOBW e Precipitação
  - f. Correlação sem Lag e com Lag (3 meses)
  - g. Regressão de IOBW para MAM
  - h. Correlação entre IOBW e Precipitação durante o MAM
5. Conclusão

# Pergunta a ser respondida

Se há teleconexões entre o aquecimento do oceano Índico tropical e a circulação atmosférica e a precipitação sobre a América do Sul.

# Oceano Índico

1. Os impactos do oceano Índico tropical impacts o clima do mundo através da variabilidade de 2 padrões:
  - a. um sinal uniforme através das bacias, e
  - b. Dipolo do Oceano Índico (do inglês,IOD).
2. Há discussões se o modo de oscilação da IOD é independente da ENSO;
3. Depois do dipolo SST ser formado na Índia ele modula
  - a. o regime de monções sobre o sul da Ásia,
  - b. precipitação sobre o leste da África, e
  - c. o regime de chuvas no sudeste da Austrália.

# Os Impactos da IOD sobre a América do Sul

1. Teleconexão via trem de ondas de Rossby estacionárias (Índico → América do Sul);
  - a. afeta a circulação sobre o continente, e
  - b. induz anomalias do padrão de chuvas do dipolo.
2. O aquecimento de toda a bacia do Índico (do inglês, IOBW) é conhecida como fase positiva
  - a. é resposta para os eventos do El Niño, e
  - b. ocorre preferencialmente de Dezembro a Abril.
3. IOBW apresenta uma periodicidade de aproximadamente 4 anos
  - a. associado ao período do El Niño
4. IOBW pode agir como fonte de calor que pode ser trocada entre o oceano e a atmosfera logo acima

# Os Impactos da IOD sobre a América do Sul

Xie et al.(2009)

“A IOBW funciona como um “capacitor” da fase madura do El Niño e acrescenta um atraso no efeito do clima no noroeste do Pacífico depois da anomalia relacionada ao El Niño ser dissipada.”

Austrália

IOBW + ENSO = secas no noroeste entre janeiro e março

América do Sul

ENSO afeta chuvas no Peru, Equador, Brasil, Uruguai, Argentina, Amazônia e nordeste do Brasil

## Dados observacionais

1. Global Precipitation Climatology Center (GPCC)
  - i. Precipitação
  - ii. 2,5°latitude x 2,5°longitude
  - iii. 1951 a 2004
  
2. Hadley Centre (HadISST1)
  - i. SST
  - ii. 1° x 1°
  - iii. 1870 a 2011
  
3. El Niño3 Index é calculado por meio:
  - i. média das anomalias de SST no leste do Pacífico entre 90°W-150°W e 5°S-5°N
  
4. IOC index foi calculado por
  - i. Saji et al. (1999)
  
5. IOBW index foi calculado pela
  - i. Anomalia de SST do Oceano Índico Tropical, correlação: NINO3 x IOBW e NINO3 x IOD

## Dados de Reanálise e Modelo

1. National Center for Environmental Prediction (NCEP)
  - i. Ventos (200 hPa e 850 hPa)
2. National Center for atmospheric Research (NCAR)
  - i. Ventos (200 hPa e 850 hPa)

### 3. Community Atmospheric Model (CAM3)

- i. T42
- ii. 2,8° x 2,8°
- iii. 26 camadas híbridas

Modelo numérico

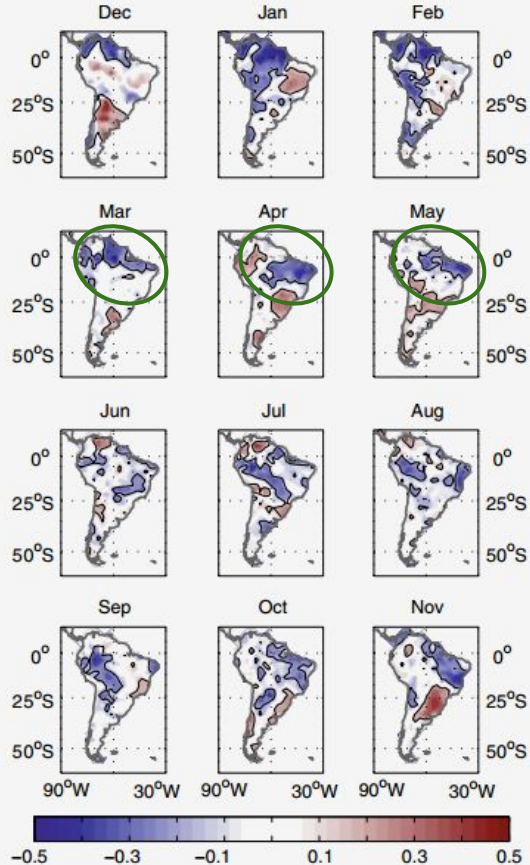
### 4. Regiões de análise:

- i. Oceano Global,
- ii. Pacífico Tropical: 30°N a 30°S
- iii. Indo-Pacífico: 30°N a 30°S e regiões fronteiriças com África e América do Sul

Período de análise:  
1951 a 2004



# IOBW e a Precipitação da América do Sul



Região de interesse particular:

- Coeficientes mais negativos
- Área com ligação com eventos quentes do Pacífico equatorial (El Niño)

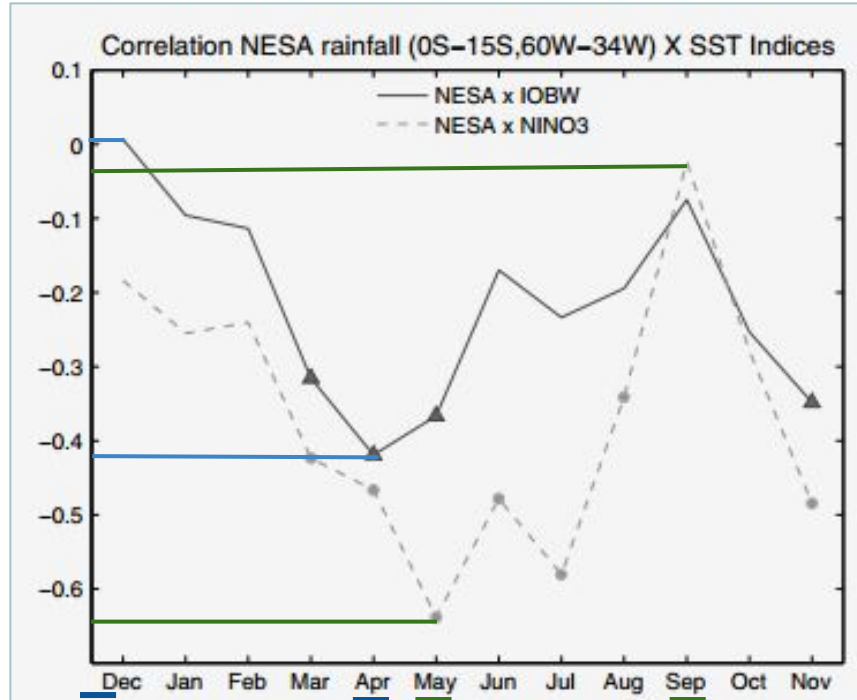
Março a Agosto no Nordeste:

precipitação é significativamente correlata com Niño3

precipitação reflete um mix da influência do Índico e Pacífico

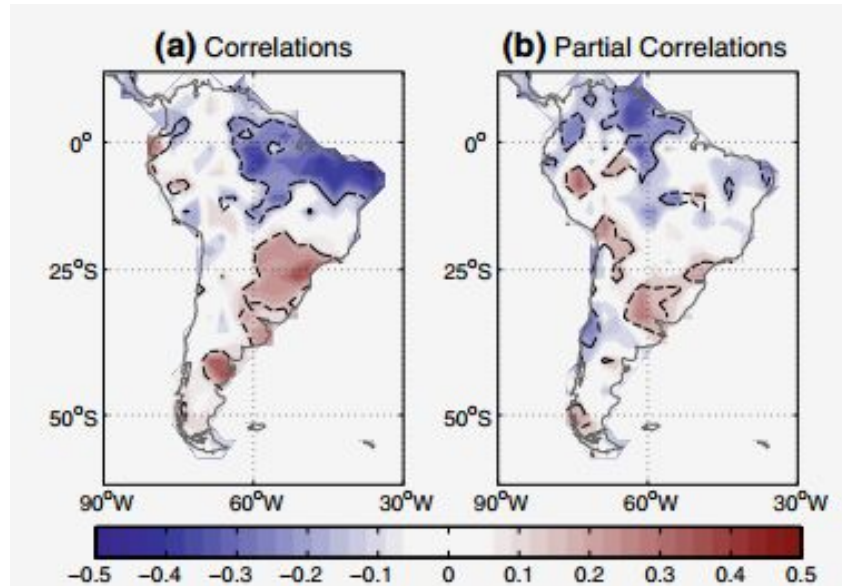
Fig. 3 Monthly correlations between South American precipitation and the Indian Ocean basin-wide warming. The areas within the thin black line are significant at the 0.1 level

# Correlação da Precipitação no Nordeste e Índices de SST



**Fig. 4** Month-by-month correlations between precipitation in northeastern South America between 0°S–15°S, 60°W–34°W and the IOBW (dark gray line) and the Niño3 index (light-dashed gray). Symbols indicate correlations significant at the 0.05 level

# Correlação durante o MAM



**Fig. 5** Partial correlations between South American MAM rainfall and the IOBW, excluding the influence of Niño3 index. Areas within the *thin black line* represent correlations significant at the 0.1 level

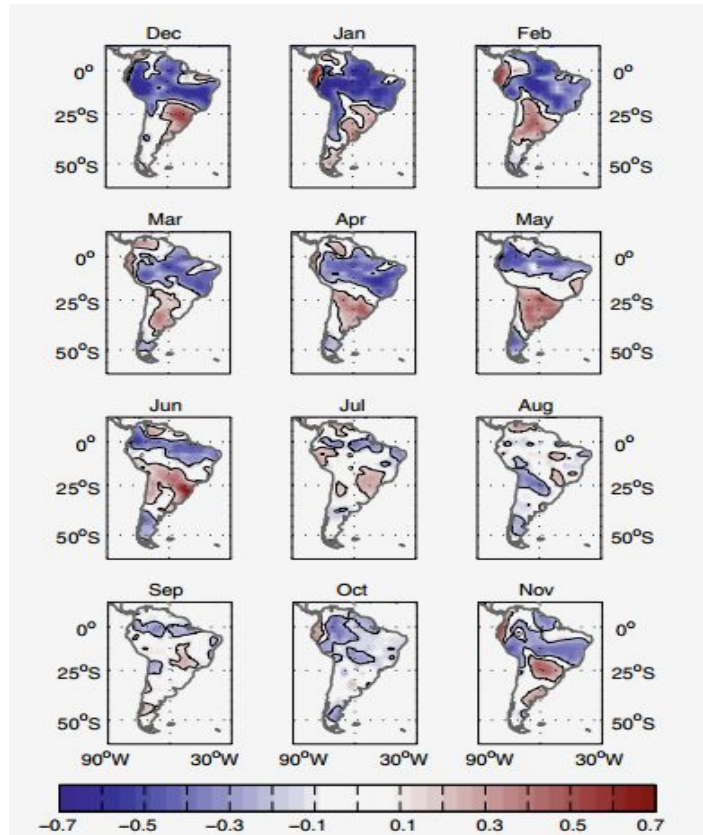
Correlação

América do Sul e IOBW

Correlação parcial

- Niño3

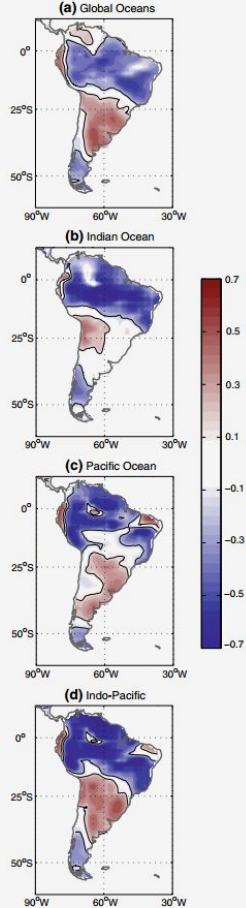
# Experimento Global: Precipitação X IOBW



**Fig. 6** Month-by-month correlations between the IOBW and simulated South American rainfall from the Global Ocean experiment. Areas within the *thin black line* represent correlations significant at the 0.1 level

De Novembro a Maio  
observou a estrutura de um  
dipolo

# Correlação entre IOBW e Precipitação



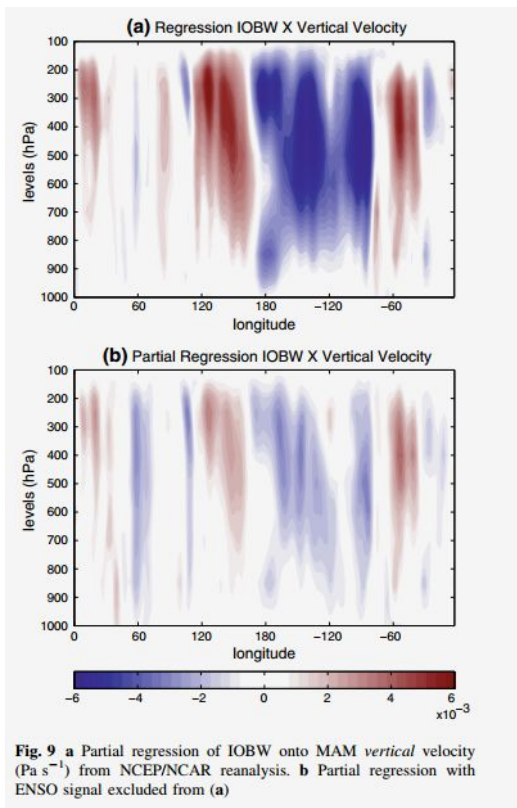
- Padrão Semelhante a (a)
- Sul do Brasil e região de La Plata são moduladas pelo ENSO e outros fatores que não a IOBW



- a área positiva ocorre quando tem SST Índico e Pacífico

possível observar uma estrutura de dipolo entre as correlações de precipitação

# NCEP/NCAR: Regressão total e parcial (-ENSO) de IOBW e Precipitação

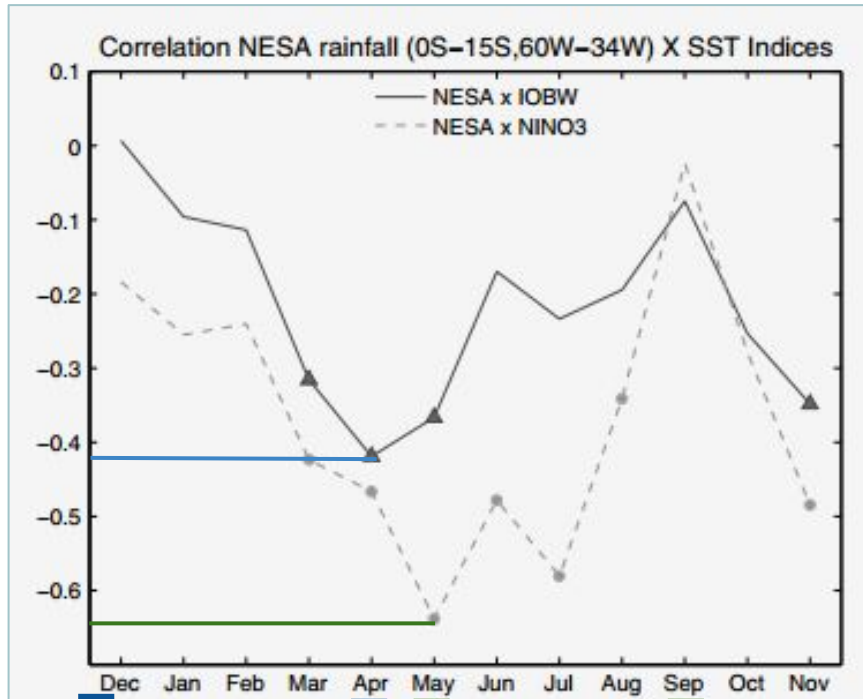


a velocidade é + com o sentido do eixo

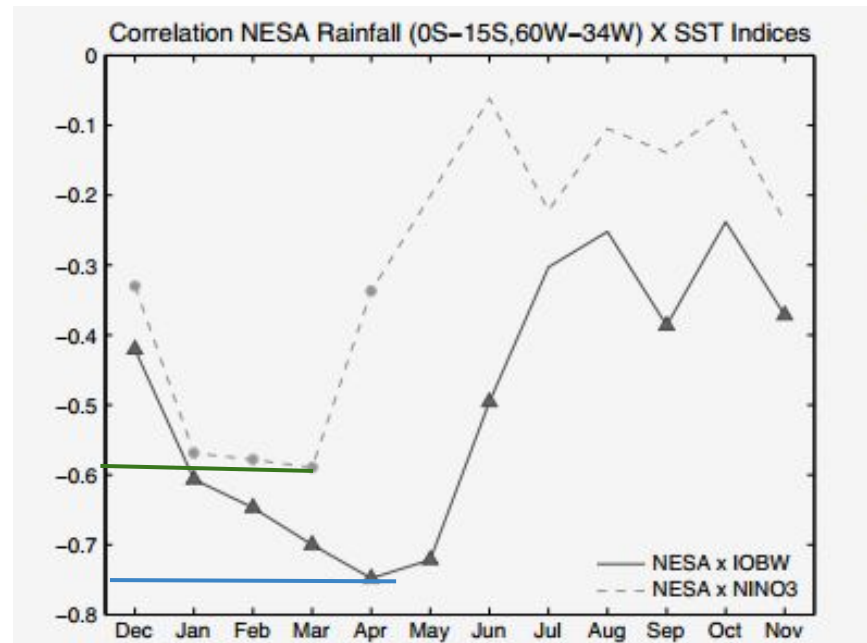
azul: ascendente → + chuva

vermelho: subsidente → - chuva

# Correlação: sem Lag X com Lag (3 meses)



**Fig. 4** Month-by-month correlations between precipitation in northeastern South America between 0°S-15°S, 60°W-34°W and the IOBW (dark gray line) and the Niño3 index (light-dashed gray). Symbols indicate correlations significant at the 0.05 level



**Fig. 8** Annual cycle of 3-months running mean correlation between the simulated precipitation in northeastern South America (0°S-15°S, 60°W-34°W) and the IOBW (dark gray line) and the Niño3 index (light-dashed gray). Symbols indicate correlations significant at the 0.05 level. Simulated rainfall from the Indian Ocean experiment

# Regressão de IOBW durante MAM

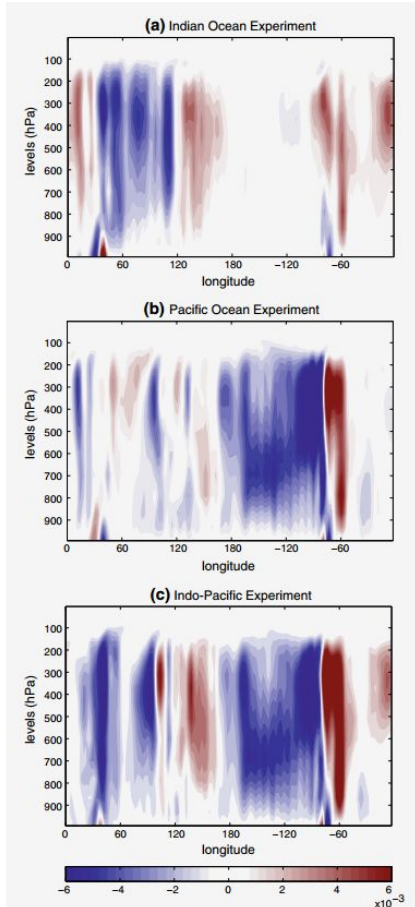


Fig. 10 Regression of IOBW onto MAM vertical velocity ( $\text{Pa s}^{-1}$ ) for a the Indian Ocean experiment, b the Pacific Ocean experiment and c the Indo-Pacific experiment

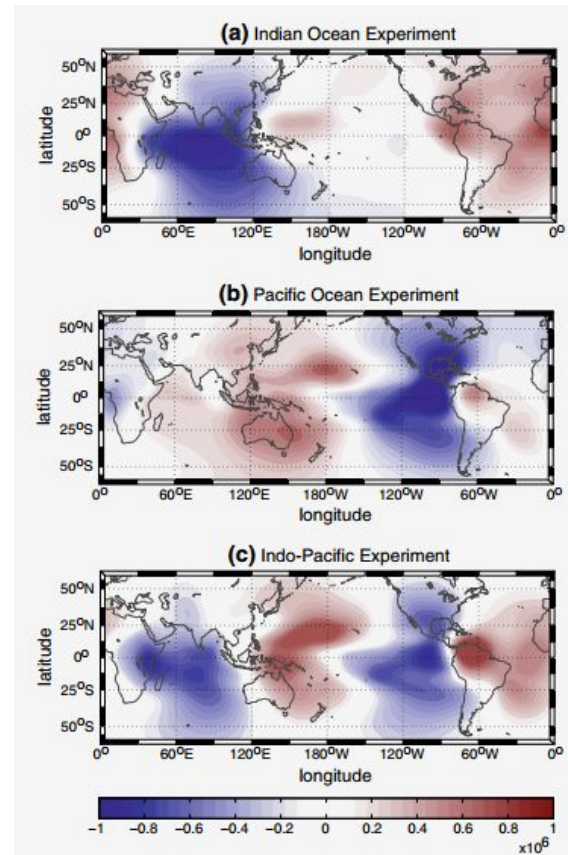
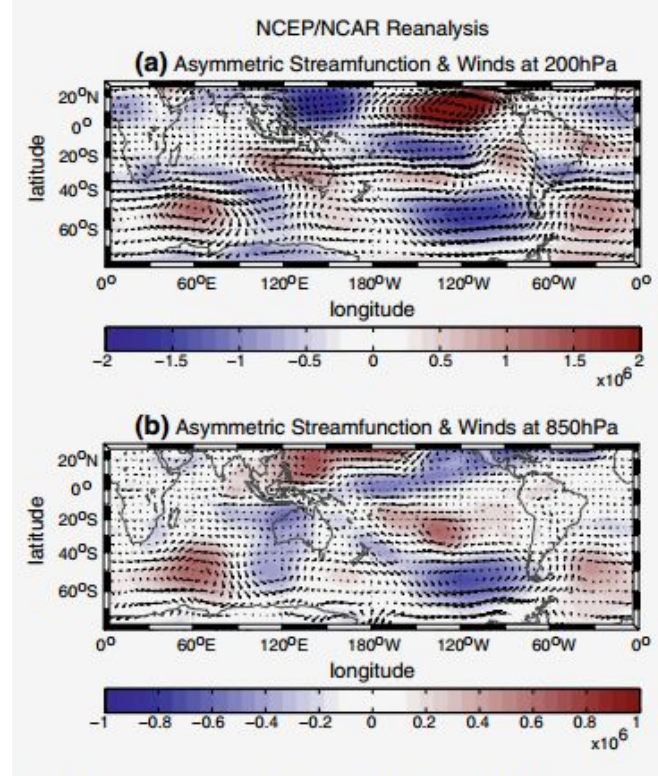


Fig. 11 Regression of IOBW onto the simulated velocity potential ( $\text{m}^2 \text{s}^{-1}$ ) at 200 hPa for a the Indian Ocean experiment, b the Pacific Ocean experiment and c the Indo-Pacific experiment

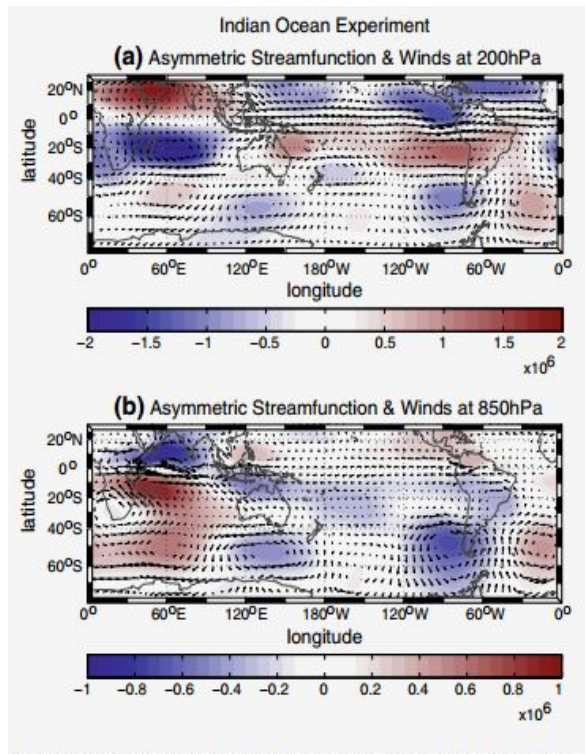


# Regressão de IOBW durante o MAM

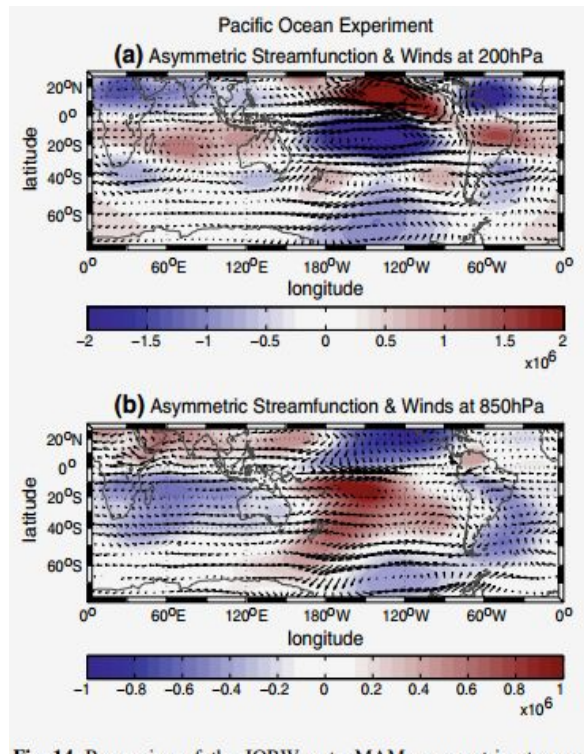


**Fig. 12** Partial regression of the IOBW onto MAM asymmetric streamfunction ( $\text{m}^2 \text{s}^{-1}$ ) and *horizontal* winds ( $\text{m s}^{-1}$ ) at a 200 hPa and **b** 850 hPa from NCEP/NCAR reanalysis. Maximum vector length is 4 and 1 m/s, respectively

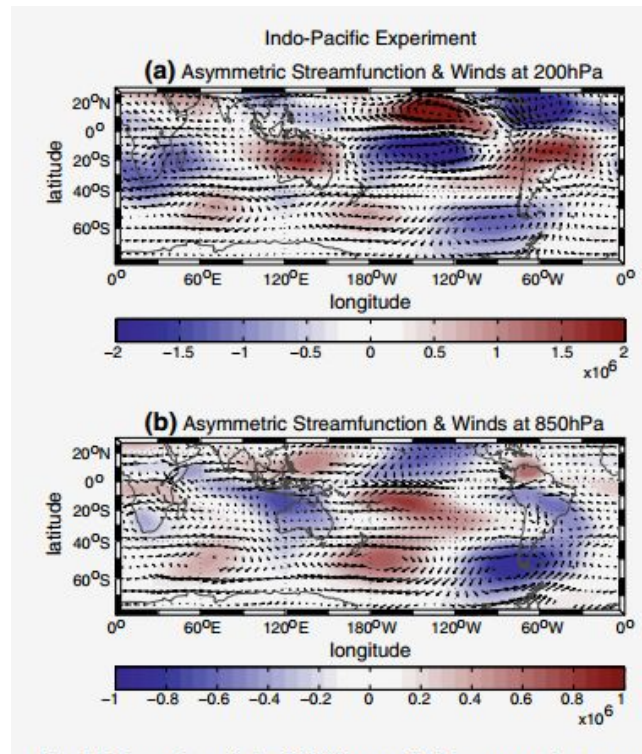
# Correlação entre IOBW e Precipitação durante o MAM



**Fig. 13** Regression of the IOBW onto MAM asymmetric streamfunction ( $\text{m}^2 \text{s}^{-1}$ ) and *horizontal winds* ( $\text{m s}^{-1}$ ) at a 200 hPa and **b** 850 hPa for the Indian Ocean experiment. Maximum vector length is 3 and 2 m/s, respectively



**Fig. 14** Regression of the IOBW onto MAM asymmetric streamfunction ( $\text{m}^2 \text{s}^{-1}$ ) and *horizontal winds* ( $\text{m s}^{-1}$ ) at a 200 hPa and **b** 850 hPa for the Pacific Ocean experiment. Maximum vector length is 4 and 2 m/s, respectively



**Fig. 15** Regression of the IOBW onto MAM asymmetric streamfunction ( $\text{m}^2 \text{s}^{-1}$ ) and *horizontal winds* ( $\text{m s}^{-1}$ ) at a 200 hPa and **b** 850 hPa for the Indo-Pacific experiment. Maximum vector length is 4 and 2 m/s, respectively

# Conclusão

1. A IOBW tem um potencial feedback na atmosfera e induz tropical e subtropical teleconexões para a América do Sul;
2. existem interações não lineares difíceis de separar entre o Pacífico e o Índico;
3. A precipitação na América do Sul pode ser modulada pela variabilidade de SST do oceano Índico por mecanismos remotos;
4. A conexão entre IOBW e os distintos continentes ocorrem via anomalias da Circulação de Walker;
5. IOBW acentua e prolonga as respostas típicas dos eventos de El Niño sobre a América do Sul durante todo o outono austral.

Obrigada!