

---

# A new climatology for Southern Hemisphere blockings in the winter and the combined effect of ENSO and SAM phases

Flavio N. M. Oliveira,<sup>a,b,\*</sup> Leila M. V. Carvalho<sup>c,d</sup> and Tercio Ambrizzi<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Department of Atmospheric Sciences, University of São Paulo, Brazil*

<sup>b</sup> *I<sup>o</sup> District of Meteorology, National Institute of Meteorology, Manaus, Brazil*

<sup>c</sup> *Department of Geography, University of California, Santa Barbara, USA*

<sup>d</sup> *Earth Research Institute, University of California, Santa Barbara, USA*

1. Introduction
2. Data and methodology
  - 2.1. Blocking index
  - 2.2. Sectors of occurrence of blockings events
3. Comparison with the T94 blocking index
4. Inter-annual variability of blockings and ENSO
  - 4.1. Timescale for blocking event in the SH
  - 4.2. Characteristics of winter blocking events
  - 4.3. Blocking activity during ENSO phases
5. Trends in blockings
6. Combined effect of ENSO and SAM phases on the variability of the SH blocking events
7. Summary and conclusions

# 1. Introdução

Eventos de bloqueio geralmente resultam de uma forte deformação meridional dos fluxos de latitude média, fazendo com que o jato principal seja dividido em duas ramificações.

# 1. Introdução

Eventos de bloqueio geralmente resultam de uma forte deformação meridional dos fluxos de latitude média, fazendo com que o jato principal seja dividido em duas ramificações.

Várias teorias foram propostas nos últimos 60 anos para explicar a ocorrência de eventos de bloqueio.

Elliot & Smith, 1949

# 1. Introdução

Eventos de bloqueio geralmente resultam de uma forte deformação meridional dos fluxos de latitude média, fazendo com que o jato principal seja dividido em duas ramificações.

Várias teorias foram propostas nos últimos 60 anos para explicar a ocorrência de eventos de bloqueio.

Elliot & Smith, 1949

No entanto, os mecanismos de formação e dissipação de eventos de bloqueio precisam ser melhor compreendidos. Esses mecanismos parecem envolver interações não-lineares entre os redemoinhos transitórios e a circulação média sazonal que depende dos padrões de teleconexão.

# 1. Introdução

Eventos de bloqueio geralmente resultam de uma forte deformação meridional dos fluxos de latitude média, fazendo com que o jato principal seja dividido em duas ramificações.

Várias teorias foram propostas nos últimos 60 anos para explicar a ocorrência de eventos de bloqueio.

Elliot & Smith, 1949

No entanto, os mecanismos de formação e dissipação de eventos de bloqueio precisam ser melhor compreendidos. Esses mecanismos parecem envolver interações não-lineares entre os redemoinhos transitórios e a circulação média sazonal que depende dos padrões de teleconexão.

Estudos anteriores usaram técnicas subjetivas para detectar bloqueios no HS com base nas propriedades cinéticas da estrutura de fluxo: divisão do jato em ramos subtropicais e polares na média troposfera e pela estrutura quase-estacionária. Os eventos de bloqueio devem durar pelo menos 6 dias por esse método.

# 1. Introdução

Eventos de bloqueio geralmente resultam de uma forte deformação meridional dos fluxos de latitude média, fazendo com que o jato principal seja dividido em duas ramificações.

Várias teorias foram propostas nos últimos 60 anos para explicar a ocorrência de eventos de bloqueio.

Elliot & Smith, 1949

No entanto, os mecanismos de formação e dissipação de eventos de bloqueio precisam ser melhor compreendidos. Esses mecanismos parecem envolver interações não-lineares entre os redemoinhos transitórios e a circulação média sazonal que depende dos padrões de teleconexão.

Estudos anteriores usaram técnicas subjetivas para detectar bloqueios no HS com base nas propriedades cinéticas da estrutura de fluxo: divisão do jato em ramos subtropicais e polares na média troposfera e pela estrutura quase-estacionária. Os eventos de bloqueio devem durar pelo menos 6 dias por esse método.

Métodos recentes e mais objetivos modificaram esses critérios considerando vidas mais curtas e novas extensões.

Foram propostos no final da década de 1970, e focados no HN.

# 1. Introdução

Eventos de bloqueio geralmente resultam de uma forte deformação meridional dos fluxos de latitude média, fazendo com que o jato principal seja dividido em duas ramificações.

Várias teorias foram propostas nos últimos 60 anos para explicar a ocorrência de eventos de bloqueio.

Elliot & Smith, 1949

No entanto, os mecanismos de formação e dissipação de eventos de bloqueio precisam ser melhor compreendidos. Esses mecanismos parecem envolver interações não-lineares entre os redemoinhos transitórios e a circulação média sazonal que depende dos padrões de teleconexão.

Estudos anteriores usaram técnicas subjetivas para detectar bloqueios no HS com base nas propriedades cinéticas da estrutura de fluxo: divisão do jato em ramos subtropicais e polares na média troposfera e pela estrutura quase-estacionária. Os eventos de bloqueio devem durar pelo menos 6 dias por esse método.

Métodos recentes e mais objetivos modificaram esses critérios considerando vidas mais curtas e novas extensões.

Foram propostos no final da década de 1970, e focados no HN.

Para a SH, a primeira técnica combinada (subjetiva e objetiva) foi proposta originalmente em 1984 por Lejeñas, na qual o critério derivado das propriedades cinéticas do fluxo foi quantificado usando o conceito bem estabelecido do índice zonal (Namias, 1947). Diferença da altura:

$$Z(\lambda)_{\phi_N} - Z(\lambda)_{\phi_S} < 0$$
$$\frac{[Z(\lambda, \phi_0 - \Delta\phi) - Z(\lambda, \phi_0)]}{[(\phi_0 - \Delta\phi) - (\phi_0)]} < -10 \text{ gpm}$$

Tibaldi et al., 1994



# 1. Introdução

Houve algum consenso entre vários estudos com foco no HS:

- (1) os bloqueios da HS estão concentrados no Pacífico Sul com frequência máxima durante o inverno e picos no oeste e leste do Pacífico.
- (2) os bloqueios geralmente estão localizados em latitudes mais baixas e são menos frequentes comparativamente aos bloqueios do HN.
- (3) a existência de ventos intensos de oeste na média e alta troposfera reduz significativamente a duração do bloqueio do HS.

Além disso, alguns estudos descobriram uma nova região com alta frequência de bloqueio no sudeste do Pacífico.

Estudos examinaram as relações entre bloqueio de HS e El Niño - Oscilação do Sul (ENSO).

No entanto, alguns deles foram limitados a pequenos conjuntos de dados, focados em casos específicos, examinaram o Pacífico Sul como um único setor e alguns não compararam as fases opostas do ENSO com as neutras.

Finalmente, nenhum estudo anterior investigou detalhadamente as relações entre os bloqueios estratificados nas categorias ENSO ou usou um conjunto de dados com mais de 30 anos.

# 1. Introdução

Houve algum consenso entre vários estudos com foco no HS:

- (1) os bloqueios da HS estão concentrados no Pacífico Sul com frequência máxima durante o inverno e picos no oeste e leste do Pacífico.
- (2) os bloqueios geralmente estão localizados em latitudes mais baixas e são menos frequentes comparativamente aos bloqueios do HN.
- (3) a existência de ventos intensos de oeste na média e alta troposfera reduz significativamente a duração do bloqueio do HS.

Além disso, alguns estudos descobriram uma nova região com alta frequência de bloqueio no sudeste do Pacífico.

Estudos examinaram as relações entre bloqueio de HS e El Niño - Oscilação do Sul (ENSO).

No entanto, alguns deles foram limitados a pequenos conjuntos de dados, focados em casos específicos, examinaram o Pacífico Sul como um único setor e alguns não compararam as fases opostas do ENSO com as neutras.

Finalmente, nenhum estudo anterior investigou detalhadamente as relações entre os bloqueios estratificados nas categorias ENSO ou usou um conjunto de dados com mais de 30 anos.

Está relacionado às faixas de tempestades extratropicais e à variabilidade do fluxo de jato.

O modo anular do sul (SAM) é considerado o principal modo de variabilidade dos extra-tropicais do HS.

# 1. Introdução

Houve algum consenso entre vários estudos com foco no HS:

- (1) os bloqueios da HS estão concentrados no Pacífico Sul com frequência máxima durante o inverno e picos no oeste e leste do Pacífico.
- (2) os bloqueios geralmente estão localizados em latitudes mais baixas e são menos frequentes comparativamente aos bloqueios do HN.
- (3) a existência de ventos intensos de oeste na média e alta troposfera reduz significativamente a duração do bloqueio do HS.

Além disso, alguns estudos descobriram uma nova região com alta frequência de bloqueio no sudeste do Pacífico.

Estudos examinaram as relações entre bloqueio de HS e El Niño - Oscilação do Sul (ENSO).

No entanto, alguns deles foram limitados a pequenos conjuntos de dados, focados em casos específicos, examinaram o Pacífico Sul como um único setor e alguns não compararam as fases opostas do ENSO com as neutras.

Finalmente, nenhum estudo anterior investigou detalhadamente as relações entre os bloqueios estratificados nas categorias ENSO ou usou um conjunto de dados com mais de 30 anos.

Está relacionado às faixas de tempestades extratropicais e à variabilidade do fluxo de jato.

O modo anular do sul (SAM) é considerado o principal modo de variabilidade dos extra-tropicais do HS.

É razoável supor que o SAM tem um papel significativo na modulação da variabilidade do bloqueio de HS.

- Carvalho et al. (2005): interações tropical-extratropicais para variações do SAM e as respectivas alterações na circulação do nível superior.
- Fogt et al. (2010): as teleconexões no Pacífico Sul são fortalecidas pela combinação de fases entre ENSO e SAM.

# 1. Introdução

Houve algum consenso entre vários estudos com foco no HS:

- (1) os bloqueios da HS estão concentrados no Pacífico Sul com frequência máxima durante o inverno e picos no oeste e leste do Pacífico.
- (2) os bloqueios geralmente estão localizados em latitudes mais baixas e são menos frequentes comparativamente aos bloqueios do HN.
- (3) a existência de ventos intensos de oeste na média e alta troposfera reduz significativamente a duração do bloqueio do HS.

Além disso, alguns estudos descobriram uma nova região com alta frequência de bloqueio no sudeste do Pacífico.

Estudos examinaram as relações entre bloqueio de HS e El Niño - Oscilação do Sul (ENSO).

No entanto, alguns deles foram limitados a pequenos conjuntos de dados, focados em casos específicos, examinaram o Pacífico Sul como um único setor e alguns não compararam as fases opostas do ENSO com as neutras.

Finalmente, nenhum estudo anterior investigou detalhadamente as relações entre os bloqueios estratificados nas categorias ENSO ou usou um conjunto de dados com mais de 30 anos.

Está relacionado às faixas de tempestades extratropicais e à variabilidade do fluxo de jato.

O modo anular do sul (SAM) é considerado o principal modo de variabilidade dos extra-trópicos do HS.

É razoável supor que o SAM tem um papel significativo na modulação da variabilidade do bloqueio de HS.

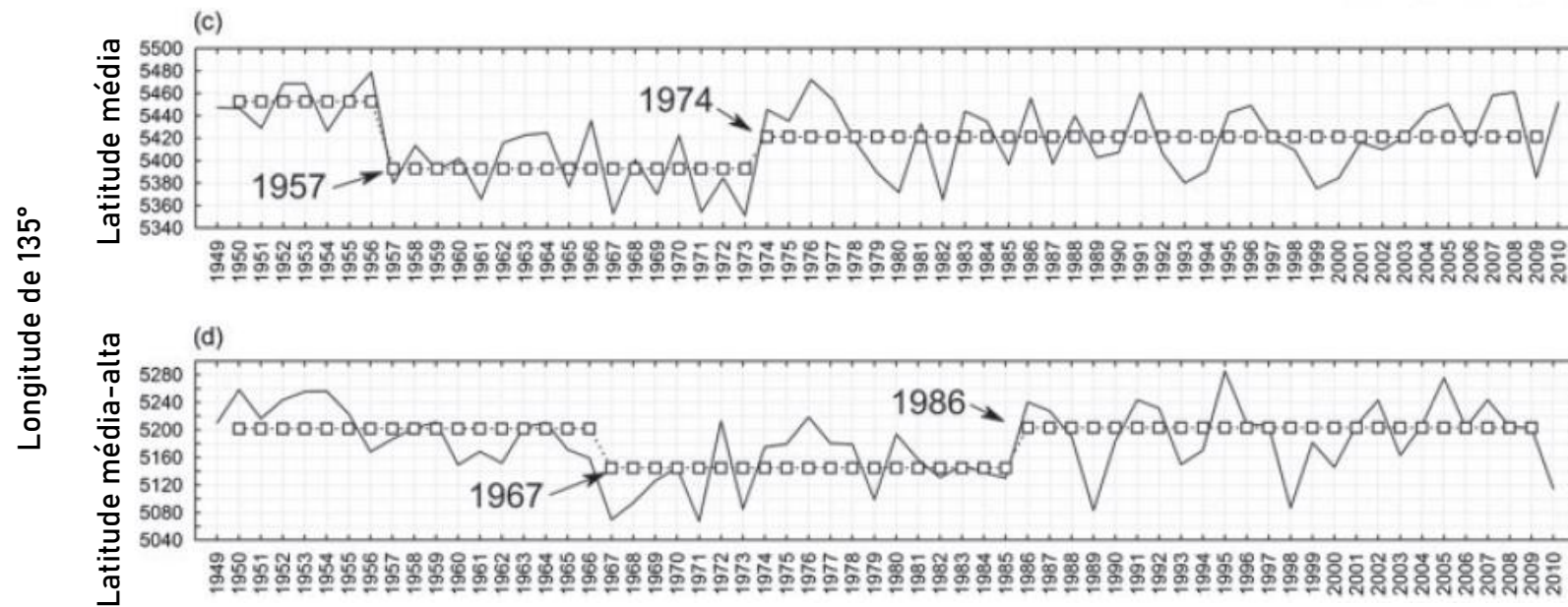
- Carvalho et al. (2005): interações tropical-extratropicais para variações do SAM e as respectivas alterações na circulação do nível superior.
- Fogt et al. (2010): as teleconexões no Pacífico Sul são fortalecidas pela combinação de fases entre ENSO e SAM.

Portanto, o estudo explorará ainda mais como as fases ENSO e SAM modulam os bloqueios na HS.

- fornecer uma nova climatologia dos bloqueios do HS durante o inverno e sua variabilidade interanual.
- Proposta de uma versão ligeiramente modificada do índice T94 os bloqueios de SH em regiões extratropicais e dividimos o Oceano Pacífico em vários setores.
- Examinar a variabilidade espacial e temporal desses eventos e relacionamentos com o ENSO de acordo com a intensidade do episódio e com relação ao SAM.

## 2. Dados e metodologia

- 53 anos de dados diários médios da altura geopotencial de 500 hPA (1958 – 2010) – NCEP NCAR
  - Dados menos confiáveis entre 1949 e 1957 devido ao reduzido número de dados observacionais.
  - Duas regiões foram investigadas: latitude média (35°S - 50°S) e média-alta latitude (55°S - 70°S) e duas longitudes 180°W e 130°W pelas características de não estacionariedade – Rodionov, 2006.
    - Ponto de mudança em 1957 sobre altitudes medias - que coincide com o período da operação da rede de rawinsonde.
    - Não há ponto de mudança em 1979 com o início da era dos satélites



## 2. Dados e metodologia

- 53 anos de dados diários médios da altura geopotencial de 500 hPA (1958 – 2010) – NCEP NCAR
  - Dados menos confiáveis entre 1949 e 1957 devido ao reduzido número de dados observacionais.
  - Duas regiões foram investigadas: latitude média (35°S - 50°S) e média-alta latitude (55°S - 70°S) e duas longitudes 180°W e 130°W pelas características de não estacionariedade – Rodionov, 2006.
    - Ponto de mudança em 1957 sobre altitudes medias - que coincide com o período da operação da rede de rawinsonde.
    - Não há ponto de mudança em 1979 com o início da era dos satélites

### 2.1 Índice de bloqueio

- O índice de bloqueio é uma versão ligeiramente modificada do T94, adaptada à resolução horizontal relativamente mais alta da reanálise NCEP-NCAR ( $2,5 \times 2,5^\circ$ , em vez de  $3,75 \times 3,75^\circ$  usados pelo T94).
- É estratificada em três faixas de latitude com índices computados separadamente.
- A vantagem do método proposto aqui, que examina três latitudes de referência, é obter uma climatologia mais realista das longitudes bloqueadas, variando entre as latitudes baixa e alta, bem como a frequência, os locais preferidos e a escala de tempo dos eventos de bloqueio.

## 2. Dados e metodologia

- 53 anos de dados diários médios da altura geopotencial de 500 hPA (1958 – 2010) – NCEP NCAR
  - Dados menos confiáveis entre 1949 e 1957 devido ao reduzido número de dados observacionais.
  - Duas regiões foram investigadas: latitude média (35°S - 50°S) e média-alta latitude (55°S - 70°S) e duas longitudes 180°W e 130°W pelas características de não estacionariedade – Rodionov, 2006.
    - Ponto de mudança em 1957 sobre altitudes medias - que coincide com o período da operação da rede de rawinsonde.
    - Não há ponto de mudança em 1979 com o início da era dos satélites

### 2.1 Índice de bloqueio

- O índice de bloqueio é uma versão ligeiramente modificada do T94, adaptada à resolução horizontal relativamente mais alta da reanálise NCEP-NCAR ( $2,5 \times 2,5^\circ$ , em vez de  $3,75 \times 3,75^\circ$  usados pelo T94).
- É estratificada em três faixas de latitude com índices computados separadamente.
- A vantagem do método proposto aqui, que examina três latitudes de referência, é obter uma climatologia mais realista das longitudes bloqueadas, variando entre as latitudes baixa e alta, bem como a frequência, os locais preferidos e a escala de tempo dos eventos de bloqueio.

### 2.2 Setores de ocorrência dos bloqueios

Cinco setores:

- Leste do Índico
- Oeste do Pacífico
- Pacífico Central
- Leste do Pacífico
- Oeste do Atlântico

Estudos anteriores mostraram que as longitudes bloqueadas são mais frequentes em algumas regiões mais específicas do HS. Mas que esses bloqueios podem não ser completamente estacionários e podem sofrer pequenos deslocamentos zonal e meridional.

## 4. Variabilidade interanual dos bloqueios e ENSO

- Para identificar episódios de ENSO durante o inverno do HS, usou-se o Índice Oceânico de Niño (ONI) - versão 3b do conjunto de dados de temperatura estendida da superfície do mar reconstruída (ERSST).
- Invernos de 1958 a 2010:
  - 18 invernos com condições neutras.
  - 18 invernos com El Niño.
  - 17 invernos com La Niña.



# 4. Variabilidade interanual dos bloqueios e ENSO

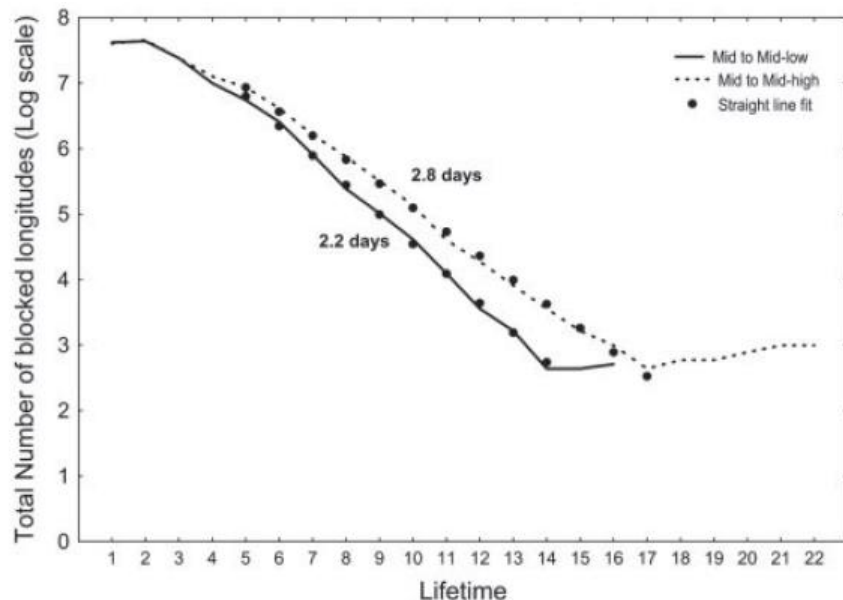
## 4.1 Escala de tempo para o evento de bloqueio no SH

- De acordo com Trenberth e Mo (1985), os ventos de oeste relativamente mais fortes na troposfera média e alta da SH resultam em menor duração dos bloqueios na HS comparativamente ao HN.
- Essa escala de tempo pode ser interpretada como a escala de tempo mínimo típica para o enfraquecimento da estrutura de bloqueio.

# 4. Variabilidade interanual dos bloqueios e ENSO

## 4.1 Escala de tempo para o evento de bloqueio no SH

- De acordo com Trenberth e Mo (1985), os ventos de oeste relativamente mais fortes na troposfera média e alta da SH resultam em menor duração dos bloqueios na HS comparativamente ao HN.
- Essa escala de tempo pode ser interpretada como a escala de tempo mínimo típica para o enfraquecimento da estrutura de bloqueio.



- É notável que os eventos de bloqueio tendem a persistir mais nas latitudes em direção polar (até 22 dias) do que nas latitudes em direção equatorial (até 16 dias).
- Esses resultados indicam que os eventos de bloqueio têm uma escala de tempo mínima de 2,8 dias nas latitudes média a média-baixa e 2,2 dias nas latitudes média a média-alta.
- Esses resultados evidenciam que a escala de tempo dos eventos de bloqueio depende fortemente da latitude.

Número total de longitudes bloqueadas contíguas de 1958 a 2010 durante o inverno e com duração de pelo menos 1 dia em uma certa longitude nas latitudes média a média-baixa (linha sólida) e latitudes média a média-alta (linha tracejada). Regressões lineares são indicadas como pontos.

# 4. Variabilidade interanual dos bloqueios e ENSO

## 4.1 Escala de tempo para o evento de bloqueio no SH

- De acordo com Trenberth e Mo (1985), os ventos de oeste relativamente mais fortes na troposfera média e alta da SH resultam em menor duração dos bloqueios na HS comparativamente ao HN.
- Essa escala de tempo pode ser interpretada como a escala de tempo mínimo típica para o enfraquecimento da estrutura de bloqueio.

## 4.2 Características dos eventos de bloqueio do inverno

- De acordo com Trenberth e Mo (1985), os ventos de oeste relativamente mais fortes na troposfera média e alta da SH resultam em menor duração dos bloqueios na HS comparativamente ao HN.
- Essa escala de tempo pode ser interpretada como a escala de tempo mínimo típica para o enfraquecimento da estrutura de bloqueio.

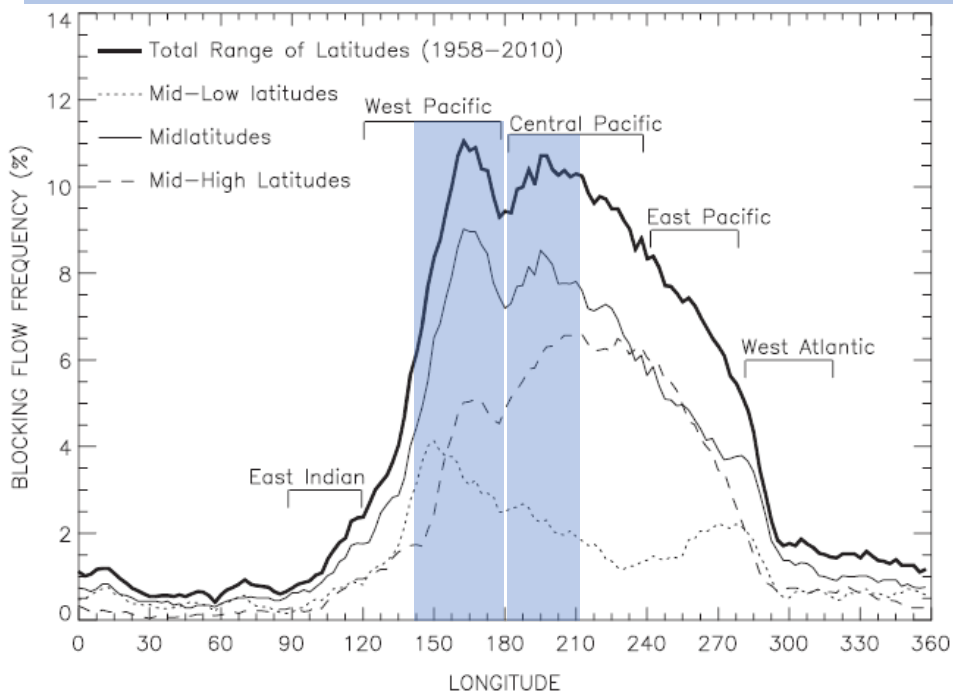
# 4. Variabilidade interanual dos bloqueios e ENSO

## 4.1 Escala de tempo para o evento de bloqueio no SH

- De acordo com Trenberth e Mo (1985), os ventos de oeste relativamente mais fortes na troposfera média e alta da SH resultam em menor duração dos bloqueios na HS comparativamente ao HN.
- Essa escala de tempo pode ser interpretada como a escala de tempo mínimo típica para o enfraquecimento da estrutura de bloqueio.

## 4.2 Características dos eventos de bloqueio do inverno

- De acordo com Trenberth e Mo (1985), os ventos de oeste relativamente mais fortes na troposfera média e alta da SH resultam em menor duração dos bloqueios na HS comparativamente ao HN.
- Essa escala de tempo pode ser interpretada como a escala de tempo mínimo típica para o enfraquecimento da estrutura de bloqueio.



- A faixa total de latitudes (Figura 5, linhas em negrito) sugere que uma frequência máxima foi observada em uma região estreita entre 140°E e 180°, denominada aqui como setor Oeste do Pacífico. Nesse setor, os bloqueios de HS foram detectados principalmente em latitudes médias (32,5°S a 52,5°S) (Figura 5, linhas finas sólidas).
- Em uma área extensa com frequência semelhante foi localizada entre 180° e 210°E, denominada aqui como Pacífico Central. A soma dessas duas regiões foi nomeada por T94 como a região da Austrália-Nova Zelândia.

Frequência de longitudes bloqueadas, separadas de acordo com as latitudes média-baixa, média, média-alta e para a faixa total das latitudes durante o inverno no neutro.

# 4. Variabilidade interanual dos bloqueios e ENSO

## 4.1 Escala de tempo para o evento de bloqueio no SH

- De acordo com Trenberth e Mo (1985), os ventos de oeste relativamente mais fortes na troposfera média e alta da SH resultam em menor duração dos bloqueios na HS comparativamente ao HN.
- Essa escala de tempo pode ser interpretada como a escala de tempo mínimo típica para o enfraquecimento da estrutura de bloqueio.

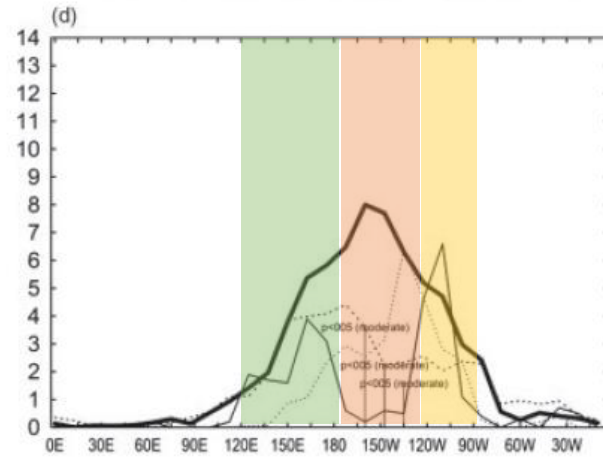
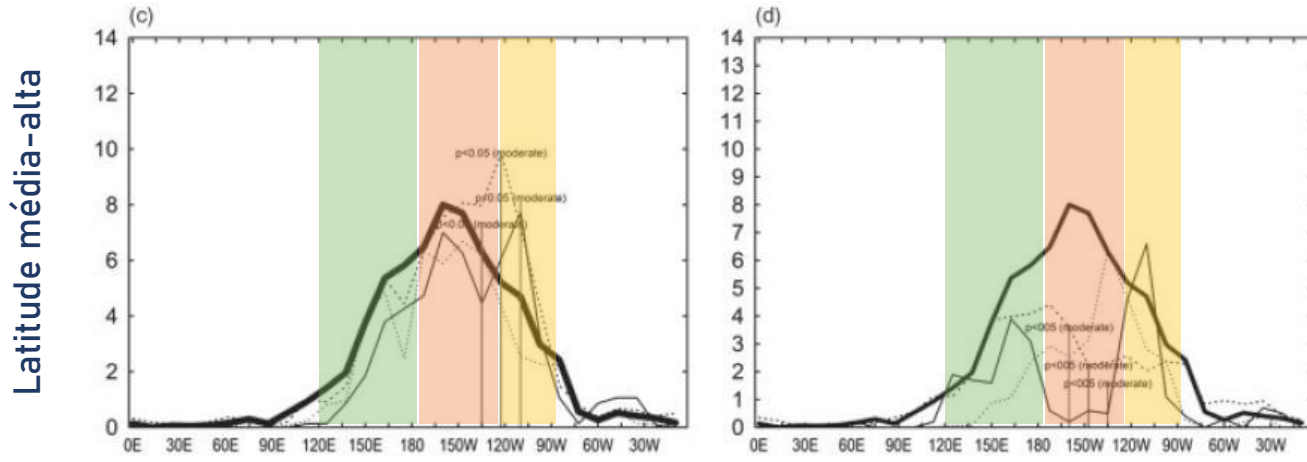
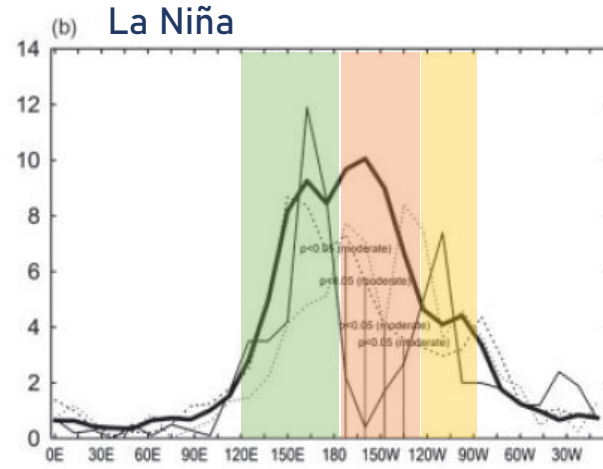
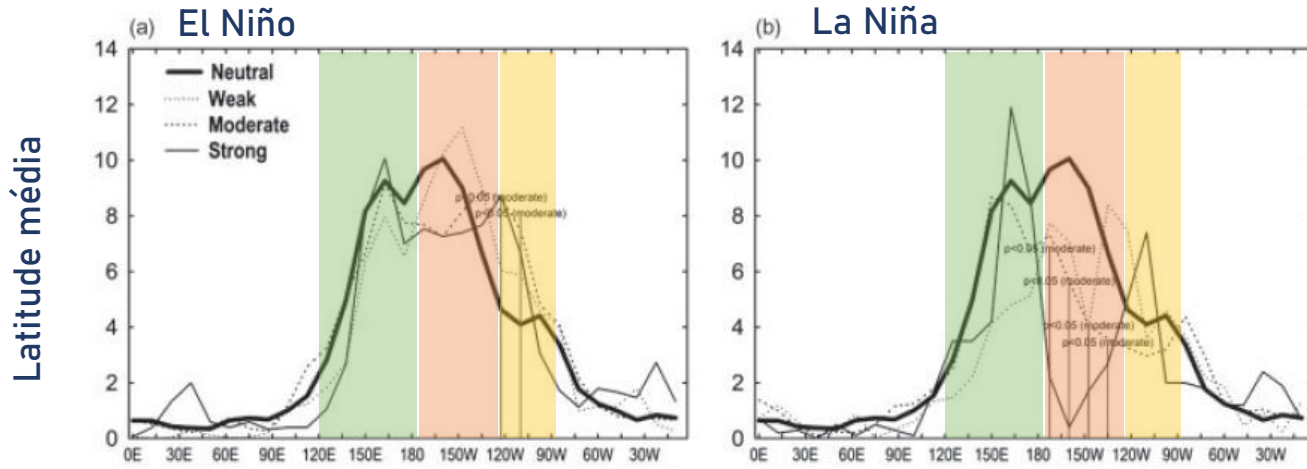
## 4.2 Características dos eventos de bloqueio do inverno

- De acordo com Trenberth e Mo (1985), os ventos de oeste relativamente mais fortes na troposfera média e alta da SH resultam em menor duração dos bloqueios na HS comparativamente ao HN.
- Essa escala de tempo pode ser interpretada como a escala de tempo mínimo típica para o enfraquecimento da estrutura de bloqueio.

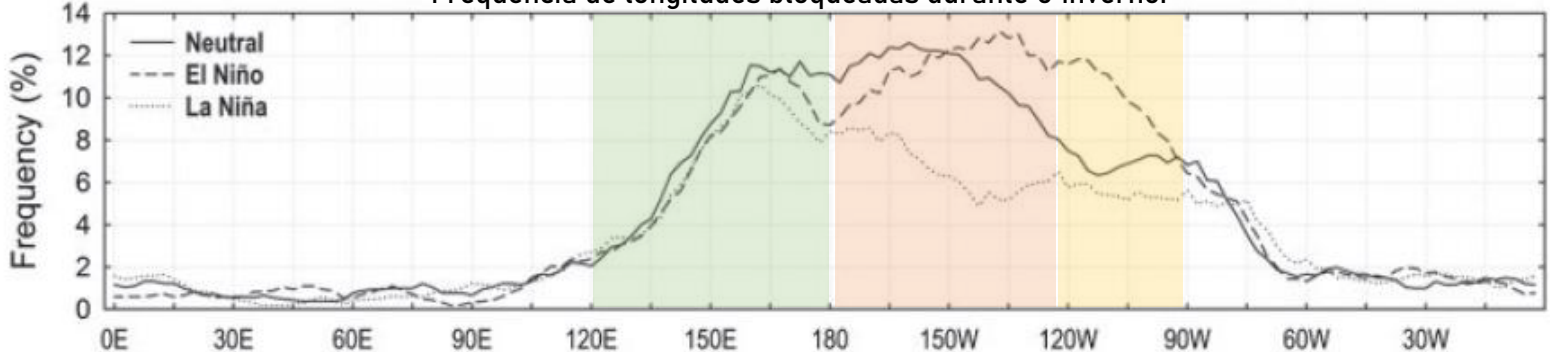
## 4.3 Atividade de bloqueio durante as fases do ENSO

- Para examinar as mudanças nos eventos de bloqueio de acordo com a variabilidade do ENSO, comparou-se a frequência de longitudes bloqueadas durante fases opostas do ENSO contra condições Neutra.

# 4. Variabilidade interanual dos bloqueios e ENSO



Frequência de longitudes bloqueadas durante o inverno.



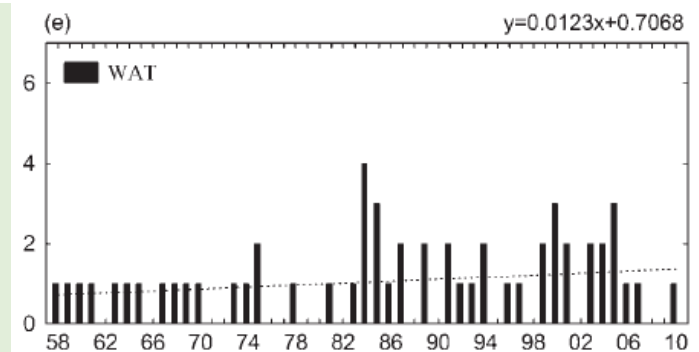
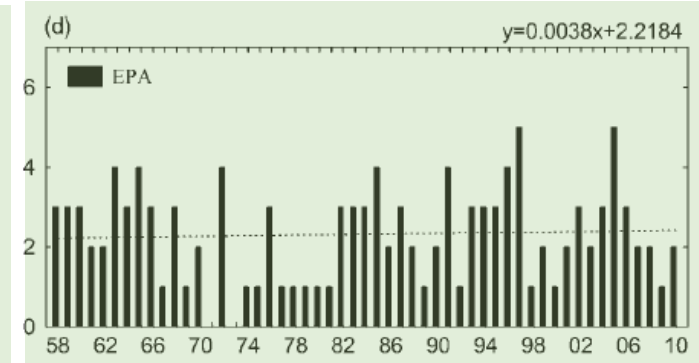
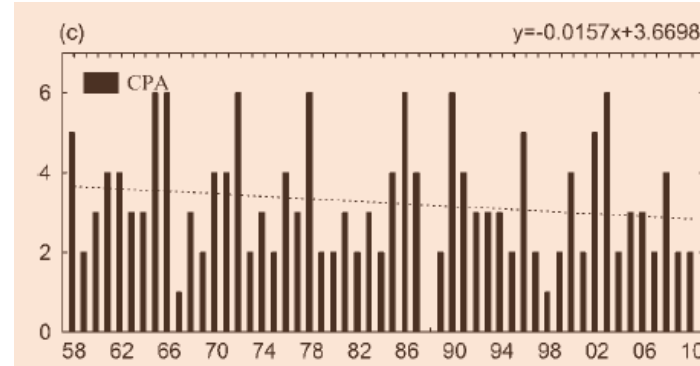
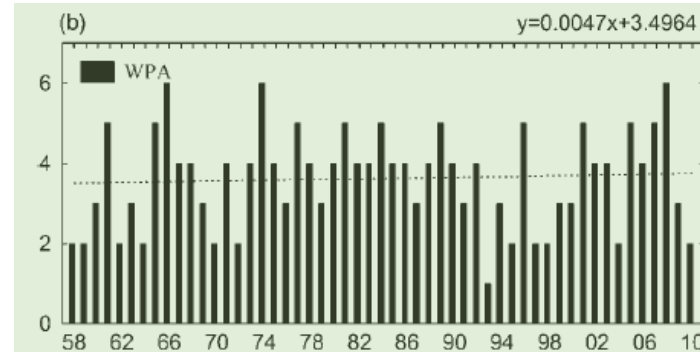
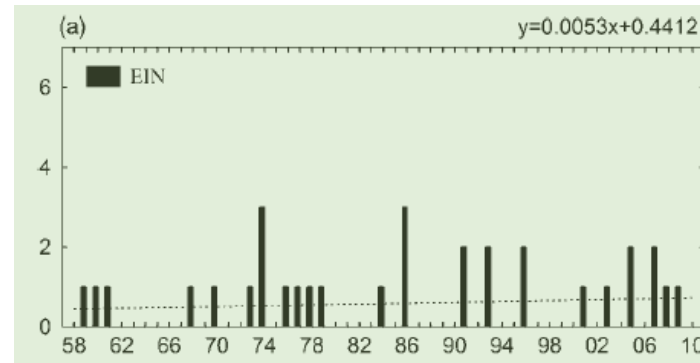
- Existem grandes diferenças na frequência e nos locais preferidos das longitudes bloqueadas entre as categorias ENSO.
- Foi observada uma diminuição significativa ( $p < 0,05$ ) na frequência de longitudes bloqueadas em todo o setor do Pacífico Central, principalmente nas latitudes médias-altas e durante todas as categorias de invernos do La Niña.
- É interessante notar que o La Niña fraco e forte, embora não seja estatisticamente significativo, mostra uma frequência semelhante no setor do Pacífico Leste.

Oeste do Pacífico  
 Pacífico Central  
 Leste do Pacífico

- O fenômeno El Niño altera os locais preferidos de longitudes bloqueadas em relação aos setores do Leste do Pacífico.
- O fenômeno La Niña suprime longitudes bloqueadas sobre a porção leste do setor Oeste do Pacífico e em todos os setores do Pacífico Central.
- Aqui, mostramos que os invernos do Neutros são estatisticamente diferentes das fases opostas do ENSO.

# 5. Tendências em bloqueios

- Eventos de bloqueio de 1958 a 2010.
  - Tendência ligeiramente positiva nos setores: Leste do Índico, Oeste E Leste do Pacífico.
  - Tendência negativa na porção Central do Pacífico.
  - Com base no teste estatístico, as tendências não foram significativas.



# 6. Efeito combinado das fases ENSO e SAM na variabilidade dos eventos de bloqueio de SH

- Eventos de circulação da alta troposfera 1982 a 1999.
- Mesmo número de eventos de El Niño e La Niña (7).
- O índice diário de SAM foi obtido no CPC-NCEP.
- A anomalia de altura geopotencial de 700 hPa no modo principal (EOF-1) derivada de anomalias médias mensais de altura de 700 hPa de 20° a 90° S.
- As fases SAM positiva (SAM +) e SAM negativa (SAM -) do índice foram definidas quando a magnitude das anomalias diárias de SAM excedia um (ou estava abaixo de menos um) desvio padrão.
- A influência combinada das fases SAM e ENSO sobre as atividades de bloqueio foi caracterizada de acordo com quatro combinações dos índices, a seguir:
  - (a) SAM - La Niña;
  - (b) SAM - El Niño;
  - (c) SAM + La Niña;
  - (d) SAM + El Niño.
- Menor número de dias de bloqueio para ENSO+ e SAM+.
- Maior duração do bloqueio no ENSO+ e SAM-.
- Em SAM+ os eventos são menos persistentes para ambas fases do ENSO

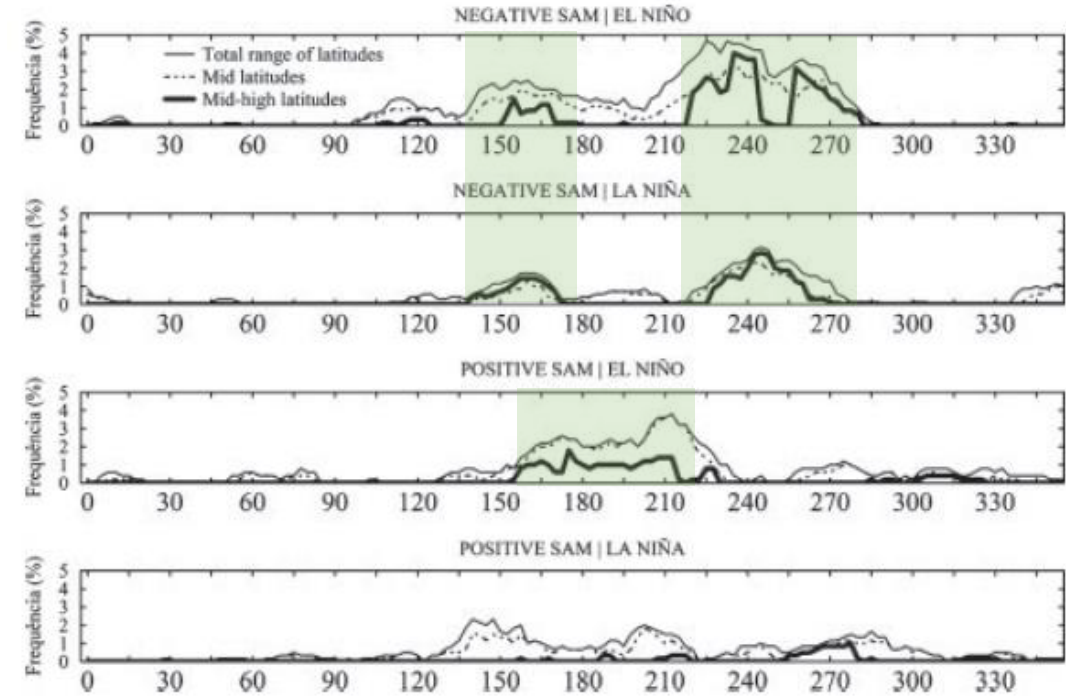


Table 5. Descriptive statistics of the effect of the combined phases of ENSO and SAM modes.

	SAM-				SAM+			
	ND	NB	N3d	MLF	ND	NB	N3d	MLF
ENSO+	131	83	54	13	67	39	30	6
ENSO-	103	56	45	8	142	67	35	3

The following statistics are displayed, total number of days for each combined phases (ND), total number of days with blocked longitudes (NB), total number of days with blocking event lasting at least 3 days (N3d), and maximum lifetime of the blocking events (MLF).



# 6. Efeito combinado das fases ENSO e SAM na variabilidade dos eventos de bloqueio de SH

Mecanismos importantes que explicam condições desfavoráveis e favoráveis ao bloqueio:

- fortalecimento do jato polar na latitude em torno de 60°S e ausência do jato subtropical durante o SAM+ nas duas fases ENSO. Como mencionado anteriormente, esses recursos são desfavoráveis para formações de bloqueio.

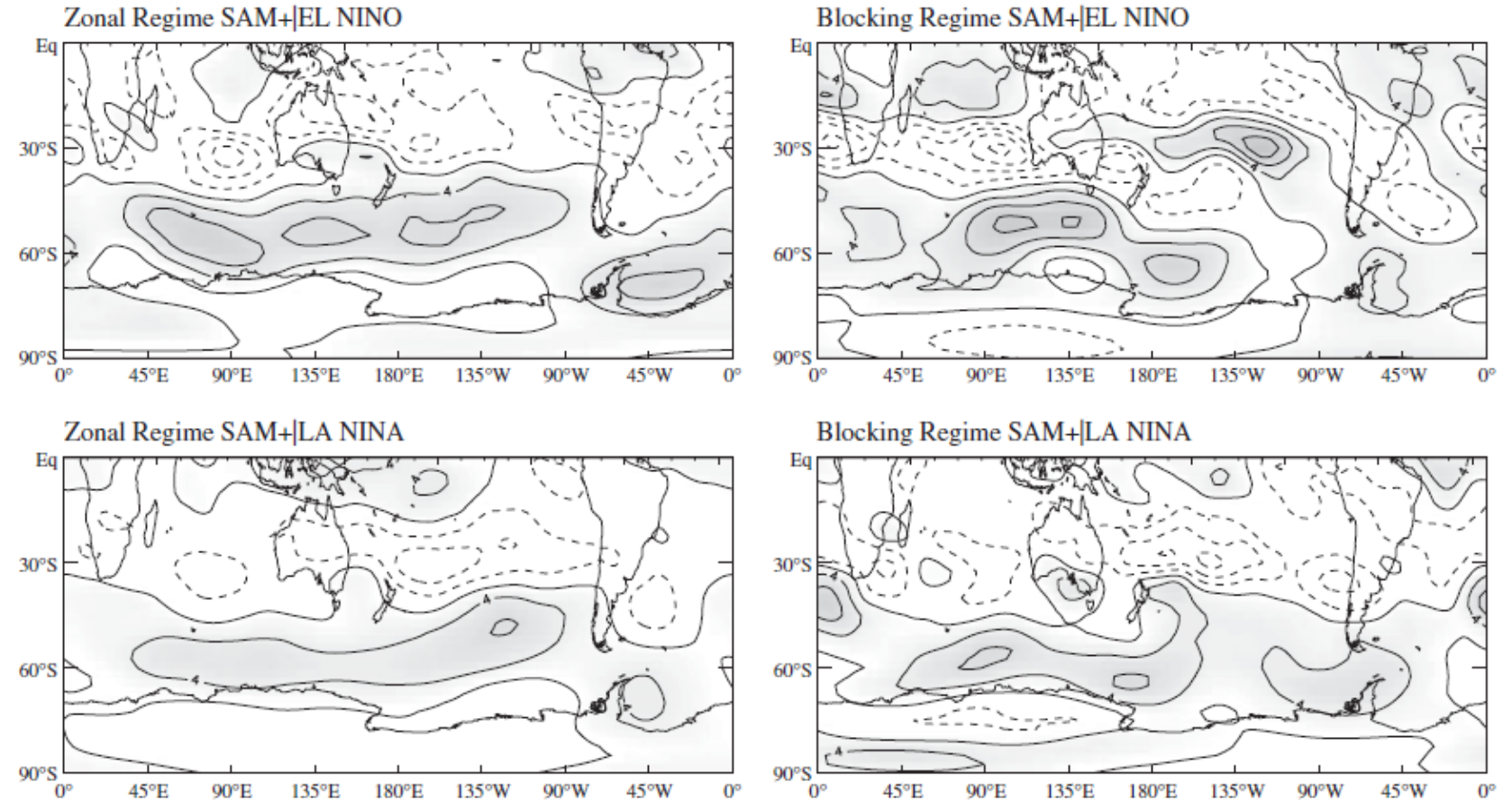


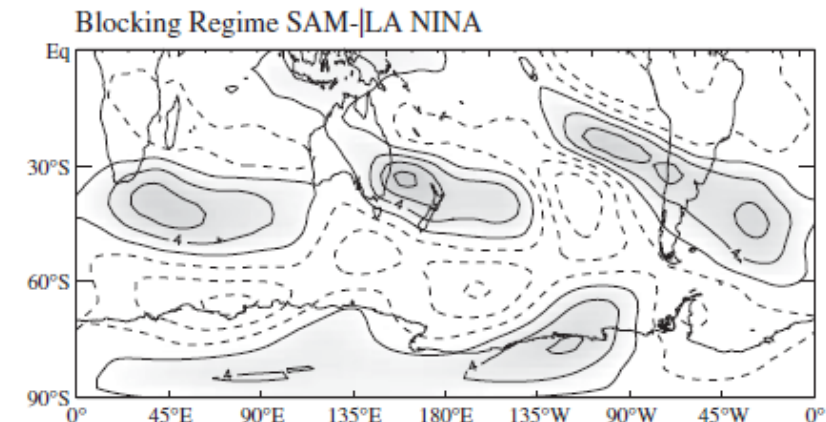
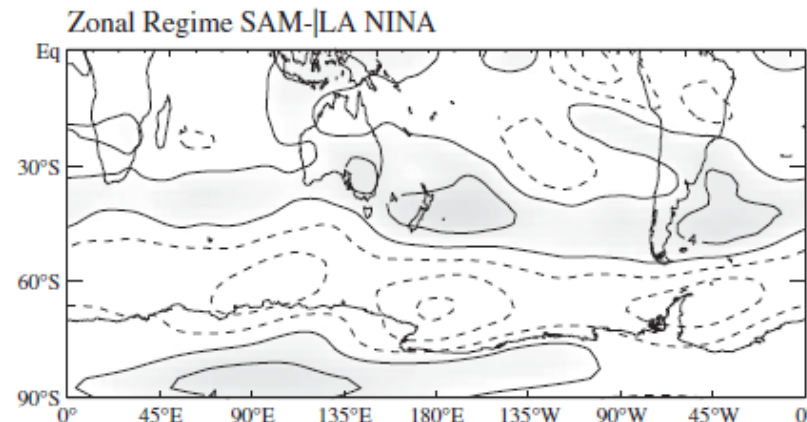
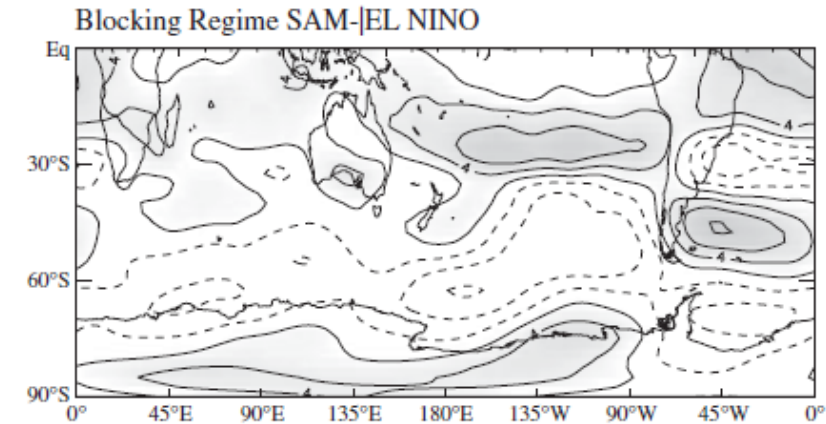
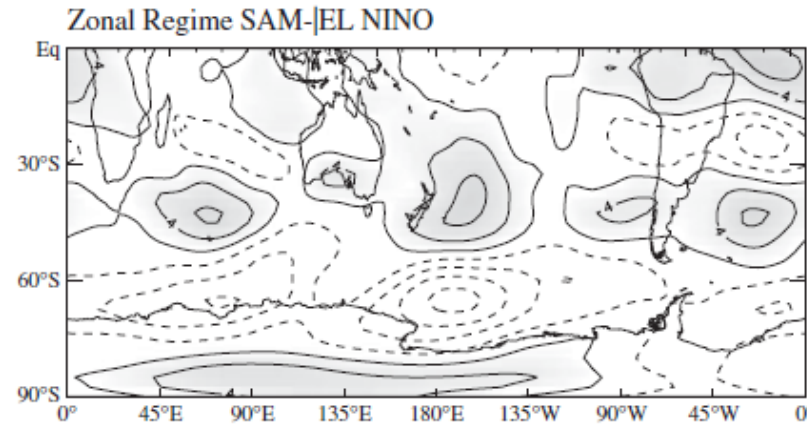
Figure 11. Composites of 200hPa zonal wind anomalies for SAM|ENSO combinations during Zonal (left column) and Blocking Regimes (right column): from top to bottom: SAM-|EL NIÑO, SAM-|LA NIÑA, SAM+|EL NIÑO and SAM+| LA NIÑA. Grey regions indicate the positive anomalies with statistical significance at 95% level of confidence. Units:  $(m s^{-1})$ .

SEM REGIME DE BLOQUEIO

# 6. Efeito combinado das fases ENSO e SAM na variabilidade dos eventos de bloqueio de SH

Mecanismos importantes que explicam condições desfavoráveis e favoráveis ao bloqueio:

- fortalecimento do jato polar na latitude em torno de  $60^{\circ}\text{S}$  e ausência do jato subtropical durante o SAM+ nas duas fases ENSO. Como mencionado anteriormente, esses recursos são desfavoráveis para formações de bloqueio.
- Por outro lado, durante o SAM-, para as duas fases ENSO, o jato polar é confinado próximo ao polo e o jato subtropical é fortalecido com a presença das anomalias de leste entre os dois jatos (em torno de latitudes de  $60^{\circ}\text{S}$ ), criando uma condição favorável para as zonas de bifurcação e formação de bloqueio.



SEM REGIME DE BLOQUEIO

# 7. Conclusões

- O efeito combinado dos modos ENSO e SAM afeta significativamente a frequência e os locais preferidos dos bloqueios.
- O SAM- combinado com o El Niño, desempenha um papel importante no aumento do número de dias com eventos de bloqueio na parte leste dos setores Pacífico Central e Pacífico Leste.
- Por outro lado, as condições atmosféricas associadas ao SAM+ e ao La Niña são desfavoráveis para a formação de bloqueios devido ao fortalecimento do jato polar em torno da latitude de 60°S.
- Esses resultados mostram que a variabilidade do SAM combinada com o ENSO desempenha um papel importante nos locais e frequências preferenciais dos eventos de bloqueio de HS.