



# A INFLUÊNCIA DA PSA NA PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA DO BRASIL

Debora de Lima Santos

Relatório Final PIBIC/CNPq, orientada pelo  
Dr. Gilvan Sampaio de Oliveira

INPE  
Cachoeira Paulista  
2021



*“ Sempre fui grato aos meus mentores [...] e tentei me certificar de que cada um deles soubesse do meu apreço. Mas parece-me claro que não aprendi sobre as coisas mais essenciais com os meus professores [...], aprendi com meus pais, que nada sabiam sobre ciência ” (Carl Sagan)*



## AGRADECIMENTOS

A elaboração desse projeto não seria possível sem fomento do CNPq, o qual financiou esse estudo.

Agradeço ao INPE/CPTEC por disponibilizar o local para os estudos do projeto e por proporcionar maior contato com pesquisadores da área bem como os excelentes funcionários.

Aos meus orientadores e colaboradores que me proporcionaram maiores conhecimentos na área e que me agregaram maior experiência à minha carreira.

Aos meus pais pelo apoio e incentivo.



## RESUMO

O trabalho teve início em agosto de 2019, cujo objetivo do estudo é analisar as anomalias climáticas do padrão atmosférico do Pacífico-América do Sul (PSA), presentes na região. Os resultados deste ano focaram nas regiões da Floresta amazônica e sudeste do Brasil, trazendo maiores discussões relevantes. As teleconexões retratam a dinâmica dos padrões atmosféricos, com seus primeiros estudos por volta de 1932, quando mostraram oscilações polares. O modo PSA, entretanto, veio depois com Mo e Ghill em 1987, quando observaram as ondas de Rossby cobrindo o Pacífico. O índice desse padrão atmosférico segue uma expressão matemática que leva em consideração anomalias de alturas geopotenciais direcionadas a centros de ação, onde o sinal desta oscilação é mais representativo. Os anos de ocorrência de PSA + e PSA - foram encontrados usando os softwares CDO e GrADS para manuseio dos dados de reanálise extraídos do ERA-INTERIM de 1981 a 2019 divididos nas estações: março-abril-maio (MAM), junho-julho-agosto (JJA), setembro-outubro-novembro (SON), dezembro-janeiro-fevereiro (DJF). Os compostos das variáveis chuva, temperatura média e componentes do vento tiveram uma influência marcante entre SON e DJF, onde as anomalias se formaram na primavera e teve seu ápice no verão. A importância do estudo do PSA se deve ao fato de que é possível prever a ocorrência de fenômenos extremos, como as fases do El Niño Oscilação Sul (ENOS) pois esta oscilação tem um ciclo temporal bem definido sazonalmente para poder fazer previsão (Ambrizzi et al, 2014). Tal fenômeno se mostrou alterar a dinâmica atmosférica, atuando junto ao PSA e provocando mudanças nos regimes de precipitação e temperatura principalmente na Amazônia.

Palavras-chave: Teleconexão. Chuva. ENOS. Clima. Ciência atmosférica.





## ABSTRACT

The work began in August 2019, whose objective of the study is to analyze the climatic anomalies of the atmospheric pattern of the Pacific-South America (PSA), present in the region. The results in the current year, have focused in Amazon Rainforest and southeastern Brazil, bringing more relevant discussions. The teleconnections portray the dynamics of atmospheric patterns, with recent studies, around 1932, when they showed polar oscillations. PSA mode, however, came later with Mo and Ghill in 1987, when they observed Rossby waves covering the Pacific. The index of this atmospheric pattern follows a mathematical expression that takes into account geopotential height anomalies directed to action centers, where the sign of this oscillation is more representative. The years of occurrence of PSA + and PSA - were found using CDO and GrADS software to handle reanalysis data extracted from ERA-INTERIM from 1981 to 2019 divided into seasons: March-April-May (MAM), June-July- August (JJA), September-October-November (SON), December-January-February (DJF). The compounds of the variables rain, mean temperature and wind components had a marked influence between SON and DJF, where anomalies formed in spring and peaked in summer. The importance of studying the PSA is due to the fact that it is possible to predict the occurrence of extreme phenomena, such as the El Niño Southern Oscillation (ENSO) phases, as this oscillation has a well-defined seasonal time cycle in order to make a prediction (Ambrizzi et al., 2014). Such oscillation has been shown to alter the atmospheric dynamics, acting together with the PSA and causing changes in precipitation and temperature regimes, especially in the Amazon.

Keywords: Teleconnection. Rainfall. ENSO. Climate. Atmospheric science.



## LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 1 - Índice do modo PSA sazonal.....	4
Figura 2 - Anomalia média sazonal da altura geopotencial em 500 hPa (PSA+).....	5
Figura 3 - Anomalia média sazonal da altura geopotencial em 500 hPa (PSA-).....	5
Figura 4 - Anomalia média sazonal da temperatura do ar (PSA+).....	6
Figura 5 - Anomalia média sazonal da temperatura do ar (PSA-).....	7
Figura 6 - Anomalia média sazonal de precipitação (PSA+).....	8
Figura 7 - Anomalia média sazonal de precipitação (PSA-).....	8
Figura 8 - Anomalia média sazonal do vento zonal em 250hPa (PSA+).....	10
Figura 9 - Anomalia média sazonal do vento zonal em 250hPa (PSA-).....	11
Figura 10 - Anomalia média sazonal do ômega em 500 hPa (PSA+).....	12
Figura 11 - Anomalia média sazonal do ômega em 500 hPa (PSA-).....	13
Figura 12 - Anomalia média sazonal do vento meridional em 250 hPa (PSA+).....	14
Figura 13 - Anomalia média sazonal do vento meridional em 250 hPa (PSA-).....	15



## LISTA DE TABELAS

	<b><u>Pág.</u></b>
Tabela 1 – Categorização entre ENOS e PSA.....	9



## SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivos.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	1
2.1 As teleconexões.....	1
2.2 O modo PSA.....	1
2.2.1 O índice do modo PSA.....	2
3. DADOS E METODOLOGIA.....	2
4. RESULTADOS.....	3
4.1 Altura geopotencial.....	4
4.2 Temperatura do ar.....	5
4.3 Precipitação.....	6
4.4 Componente zonal do vento de alto Nível.....	6
4.5 Ômega.....	8
4.6 Componente Meridional do vento de alto nível.....	8
5. DISCUSSÃO.....	9
6. CONCLUSÃO.....	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11





## **1. INTRODUÇÃO**

As teleconexões são padrões atmosféricos que remetem a uma determinada região de estudo, compreendendo circulações atmosféricas capazes de ocasionar eventos anômalos. Considerando o Hemisfério Sul (HS), o padrão Pacific-South American (PSA) é um modo que abrange a região leste da Indonésia indo em direção a América do Sul (AS). Seus primeiros estudos foram em 1987 feitos por Mo e Ghil quando encontraram similaridades com o modo Pacific North Antártica (PNA) nos trens de ondas dos dois padrões. O modo PSA é um padrão que atua em diferentes escalas temporais (Kidson, 1988a,b; Kiladis and Mo, 1998) e, considerando uma escala interanual, passa a ser uma resposta a atuação do fenômeno El Niño/Southern Oscillation (ENSO) (Karoly (1989).

### **1.1 Objetivo**

O projeto busca analisar como as ocorrências do modo PSA interferem nos aspectos climáticos na América do Sul, relatando as estações em que ocorreram valores elevados do índice dessa teleconexão e também ressaltar a mudança no padrão de chuva.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 As teleconexões**

As teleconexões são padrões atmosféricos formados a partir de um forçante local capaz de influenciar regiões remotas. Seus primeiros estudos foram feitos por Walker e Bliss em 1932 quando encontraram oscilações na região polar e nas regiões do Norte do Oceano Pacífico e ao Norte da Antártica (SACCO, M. L, 2010) e suas configurações, segundo Hoskins e Karoly (1981), são bem explicadas pela propagação de ondas de Rossby em resposta a forçantes térmicas.

### **2.2 O modo PSA**

O modo PSA é uma teleconexão intrasazonal (Mo e Paegle, 2001) oriunda da interação oceano-atmosfera. Possui aspectos semelhantes ao Pacific-North American (PNA) no que diz respeito às ondas de Rossby (Berbery et al. (1992), Grimm e Silva-Dias (1995), Renwick e Revell (1999)), com número de onda 3 situada a uma altitude de 500 hPa e com alta amplitude (Mo, 2000). Dizemos que quando os parâmetros de análise do PSA está abaixo (acima) do desvio padrão analisado, é nomeado como PSA positivo (negativo) (Mo e Paegle, 2001). É um padrão que atua junto com diferentes fenômenos

quando avaliado sobre diferentes escalas temporais. Quando estudado em uma banda interanual, por exemplo, passa a existir uma conexão com as anomalias da temperatura da superfície do mar (ATSM) na região compreendida pelo PSA e a seca ocorrida no Nordeste (NE) no verão do HS durante a fase quente do ENSO (Mo e Peagle, 2001). Em um dos seus modos, passa a regular a precipitação e circulação da região central do continente quando ocorre a zona de convergência da América do Sul (ZCAS) (Mo e Peagle, 2001).

### **2.2.1 Índice do modo PSA**

Segundo Karoly (1989), o modo PSA é calculado por centros de ação, levando em consideração anomalias em alturas geopotenciais localizadas a 500 hPa, varrendo uma área do Pacífico Central e América do Sul conforme a equação a seguir:

$$I = -h^*(35^\circ\text{S}, 150^\circ\text{W}) + h^*(60^\circ\text{S}, 120^\circ\text{W}) - h^*(45^\circ\text{S}, 60^\circ\text{W}) \quad (1)$$

Em que  $h^*$  remete a anomalias de altura de geopotencial em 500 hPa nesses pontos.

Esses centros de ação do PSA são centros de vorticidade, onde mais próximos aos pólos são mais intensos devido à convergência subtropical associada ao ramo descendente das células de Hadley sob o efeito da força fictícia de Coriolis, causando grandes anomalias nessa região (Rasmusson e Mo, 1993).

## **3. Dados e Metodologia**

Foram usados dados com saídas diárias de janeiro de 1981 a maio de 2019 fornecidos pelo ERA-INTERIM, que é modelo mais recente de reanálise de atmosfera global (D. P. DEE S. M. UPPALA, et al, 2001) com resolução  $0.75^\circ \times 0.75^\circ$  (latitude x longitude). Foram obtido parâmetros persistentes para análise do clima e também para cálculo do índice do PSA, sendo as variáveis: altura geopotencial em 500 hPa, temperatura do ar em 850 hPa, ventos zonais (m/s) e meridionais (m/s) em 250 hPa.

As medidas da altura geopotencial seguem em metros e temperatura do ar medida em Celsius. Os dados para a análise da anomalia de precipitação foram extraídos do Global Precipitation Climatology Project (GPCP), que combina dados de estação pluviométrica, estimativa de precipitação obtida por satélite e sondagem, medidos em mm/mês (Adler, R. et al, 2016).

A região compreendida para análise dos parâmetros se estende a uma latitude de  $90^\circ\text{S}$  a

20°N e longitude de 140°E a 30°E com centros de ação definidas para a variável de altura geopotencial localizados (35°S,150°W), (60°S,120°W), (45°S,60°W).

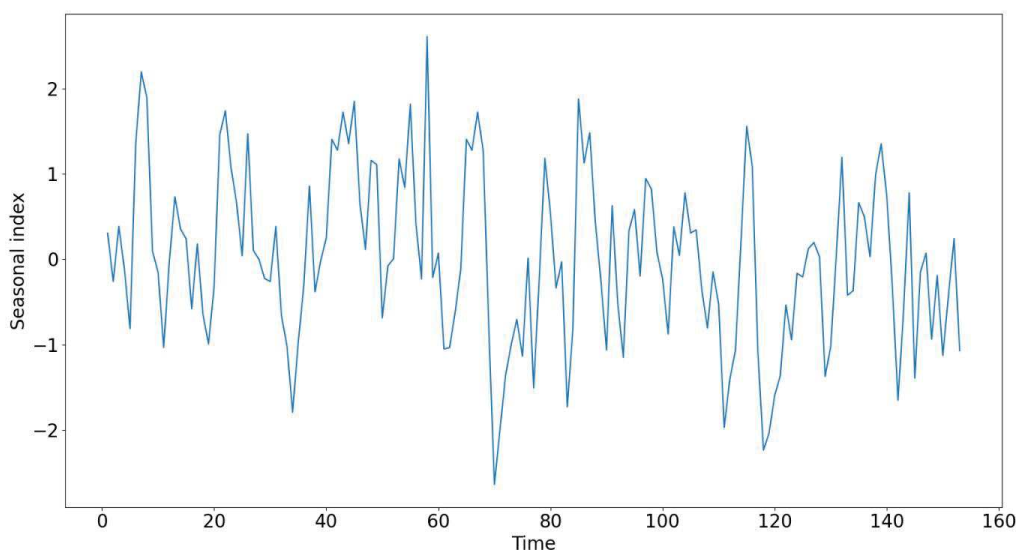
Os arquivos foram operados usando as ferramentas Climate Data Operators (CDO) para o cálculo da climatologia e anomalias referente as variáveis e o Grid Analysis and Display System (GrADS) para plotar os gráficos e fornecer melhor visualização. O cálculo das anomalias, teve como referência a climatologia (média temporal de variáveis) de 1981 a 2010, de acordo com a recomendação da Organização Mundial de Meteorologia (OMM). Usando o GrADS, foi fixado as devidas dimensões dos centros de ações a um nível de pressão de 500 hPa do parâmetro de altura geopotencial, para que pudesse extrair o índice do padrão e determinar os anos de ocorrência de eventos positivos (PSA+) e negativos (PSA-) do PSA.

Determinou a serie temporal sazonal (MAM, JJA, SON, DJF), selecionando as estações em que tiveram maior dispersão positiva (negativa), acima (abaixo) de +1.0 (-1.0) para compor cada estação do evento do PSA+(-). Foram demarcados as regiões em destaque e plotados os gráficos dos compostos das anomalias dos parâmetros levando em consideração os trimestres mais dispersos.

#### **4. RESULTADOS**

Os resultados obtidos afirmam a existência das ondas de Rossby caracterizando o modo PSA conforme os centros de ação e metodologia de Karoly (1998). Devido a amplitude do índice efetuou-se a padronização do mesmo utilizando a média e o desvio padrão, estes resultados são apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Índice do modo PSA sazonal



Cálculo do índice sazonal considerando anomalias de altura geopotencial nos centros de ação. Estações acima (abaixo) de +1 (-1) entraram nos compostos das variáveis meteorológicas.

Fonte: Elaboração própria.

As estações com valores do índice acima de (abaixo de) +1 (-1) foram incluídas nos compostos do PSA+(-).

#### 4.1 Altura Geopotencial

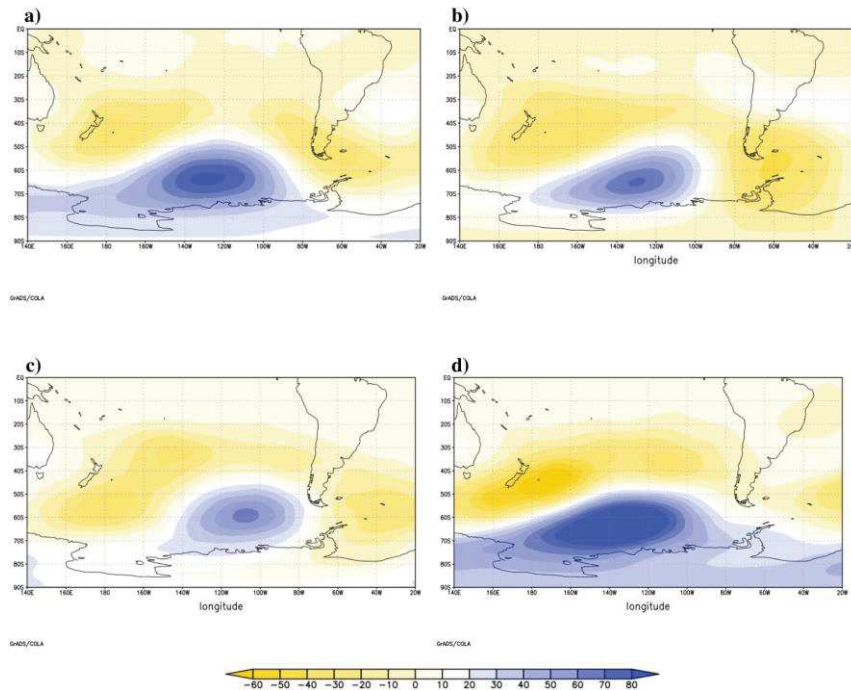
A variável de altura geopotencial é importante para definirmos as anomalias em cada centro de ação, o qual seu valor consiste na altura real de um ponto na atmosfera do trabalho feito pela massa de ar. As anomalias em 500 hPa fornecem o índice do padrão estudado.

O modo PSA + (fig. 2) ressaltou anomalias negativas ( $35^{\circ}\text{S}$ ,  $150^{\circ}\text{W}$ ), positivas ( $60^{\circ}\text{S}$ ,  $120^{\circ}\text{W}$ ) e negativas ( $45^{\circ}\text{S}$ ,  $60^{\circ}\text{W}$ ), onde no centro de ação mais próximo do polo houve disposição de alta pressão atmosférica. Ao observar o PSA- (fig. 3), os centros de ação seguem a sequência positivo ( $35^{\circ}\text{S}$ ,  $150^{\circ}\text{W}$ ), negativo ( $60^{\circ}\text{S}$ ,  $120^{\circ}\text{W}$ ), positivo ( $45^{\circ}\text{S}$ ,  $60^{\circ}\text{W}$ ). O centro de ação próximo ao polo apresenta anomalias negativas, apontando região de baixa pressão atmosférica, enquanto que nos outros centros resulta em pressão atmosférica alta.

Essas diferenças de pressão atmosférica se dão devido ao escoamento barotrópico do Pacífico (Mo e Peagle, 2001), em que seu comportamento indica densidade de ar frio que desce a troposfera enquanto o ar quente sobe, levando em consideração apenas a pressão.

Foi possível identificar que as anomalias dos centros de ação situados na faixa tropical podem modular as anomalias de pressão atmosférica resultantes na faixa extratropical intervindo no continente. No modo PSA- (fig. 3) pode-se notar que a anomalia extratropical é mais forte, portanto favorecendo maior intervenção no continente.

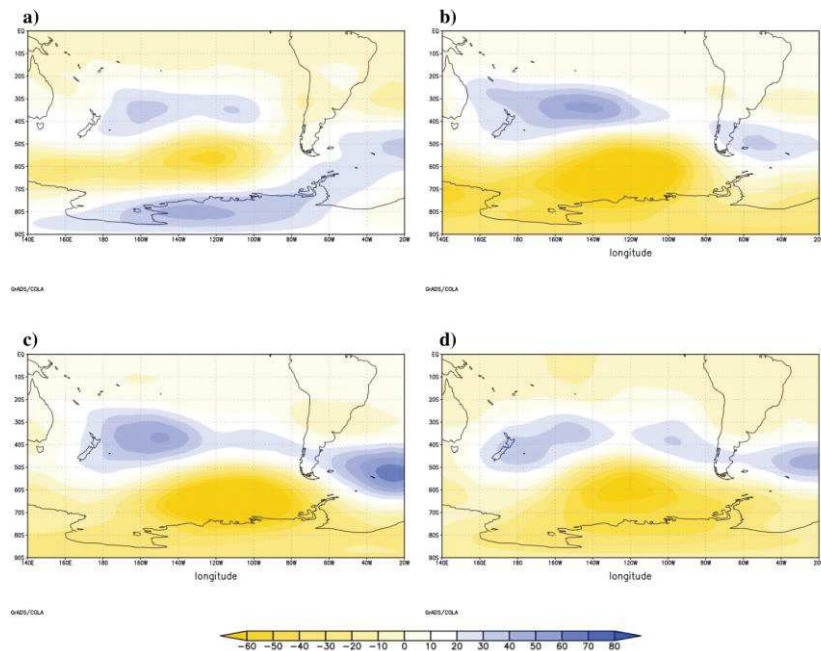
Figura 2 – Anomalia média sazonal da altura geopotencial em 500 hPa (PSA+)



Anomalia média da altura geopotencial em 500 hPa durante a ocorrência do PSA+ para a) MAM b) JJA c) SON d) DJF.

Fonte: Elaboração Própria.

Figura 3 - Anomalia média sazonal da altura geopotencial em 500 hPa (PSA-)



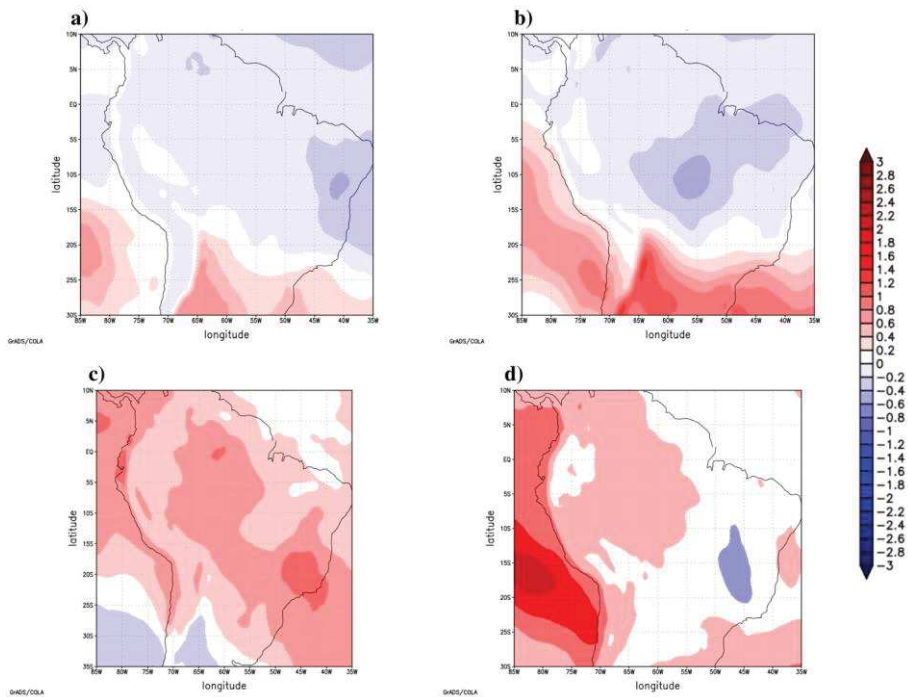
Anomalia média da altura geopotencial em 500 hPa durante a ocorrência do PSA- para a) MAM b) JJA c) SON d) DJF.

Fonte: Elaboração Própria.

## 4.2 Temperatura do Ar

A variável da temperatura mostra, em Celsius, o valor da anomalia em um nível de pressão de 850 hPa, aproximadamente 1.500m de altitude.

Figura 4 – Anomalia média sazonal da temperatura do ar em 850 hPa (PSA+)



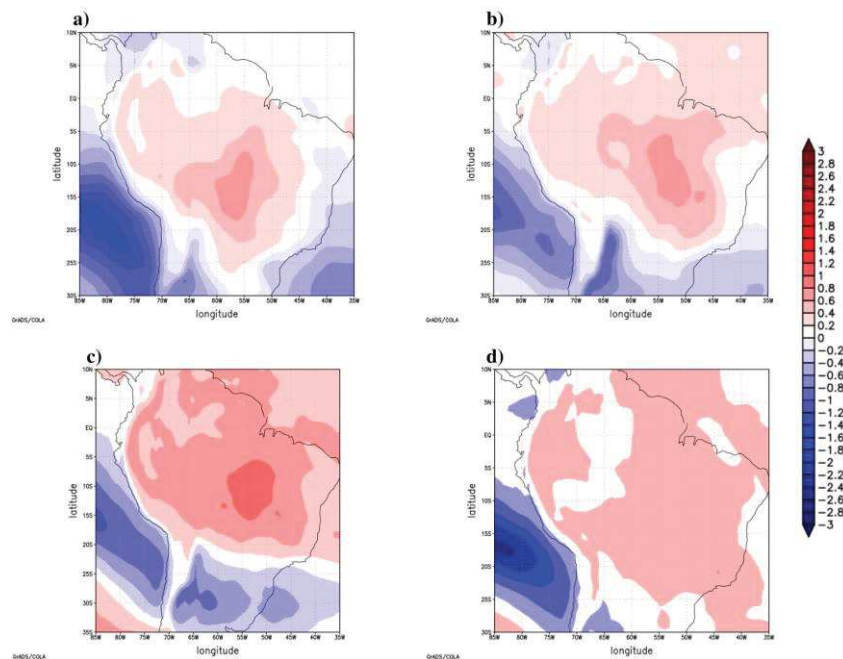
Anomalia média da temperatura em 850 hPa durante a ocorrência do PSA+ para a) MAM b) JJA c) SON



d) DJF.

Fonte: Elaboração Própria.

Figura 5 – Anomalia média sazonal da temperatura do ar em 850 hPa (PSA-)



Anomalia média da temperatura em 850 hPa durante a ocorrência do PSA- para a) MAM b) JJA c) SON d) DJF.

Fonte: Elaboração Própria.

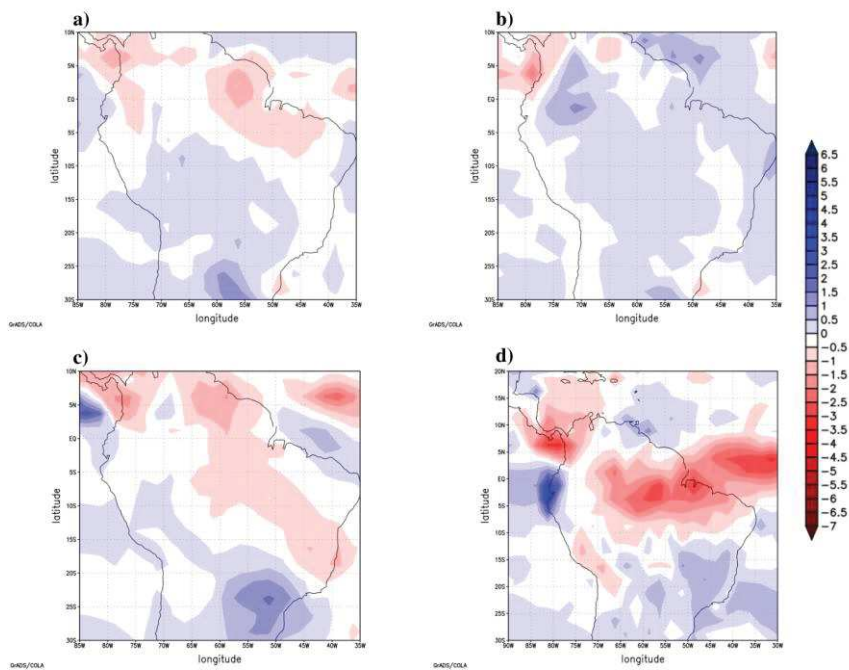
A partir disso, o PSA+ indicou anomalias positivas durante o inverno austral (fig. 4b) em São Paulo, intensificando ao chegar no sul do Estado. Houve também anomalia acima do normal na região da Amazônia e leste do Pacífico durante o verão (fig. 4d) devido ao aquecimento anormal do oceano, semelhante ao fenômeno El Niño. No trimestre SON (fig. 4c), foi marcado por anomalia positiva de temperatura no estado de São Paulo.

A dinâmica atmosférica que fundamenta esse resultado se deve a modificação da Circulação Walker, que indica movimentos de massa de ar ascendente no pacífico equatorial assim que o oceano é aquecido, favorecendo as anomalias observadas pelo método.

O PSA- mostrou influência de temperatura abaixo da normal climatológica ao sul de São Paulo em SON (fig. 5c) e também anomalias negativas no Pacífico ainda forte no verão (fig. 5d), indicando possível fase fria do ENSO.

### 4.3 Precipitação

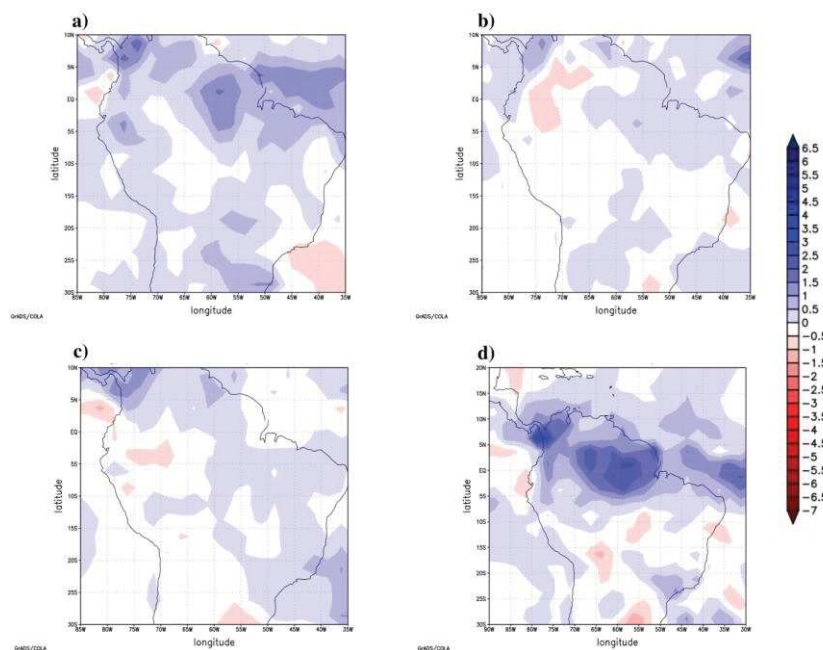
Figura 6 – Anomalia media sazonal de precipitação (PSA+)



Anomalia média de precipitação durante a ocorrência do PSA+ para a) MAM b) JJA c) SON d) DJF.

Fonte: Elaboração Própria.

Figura 7 – Anomalia média sazonal de precipitação (PSA-)



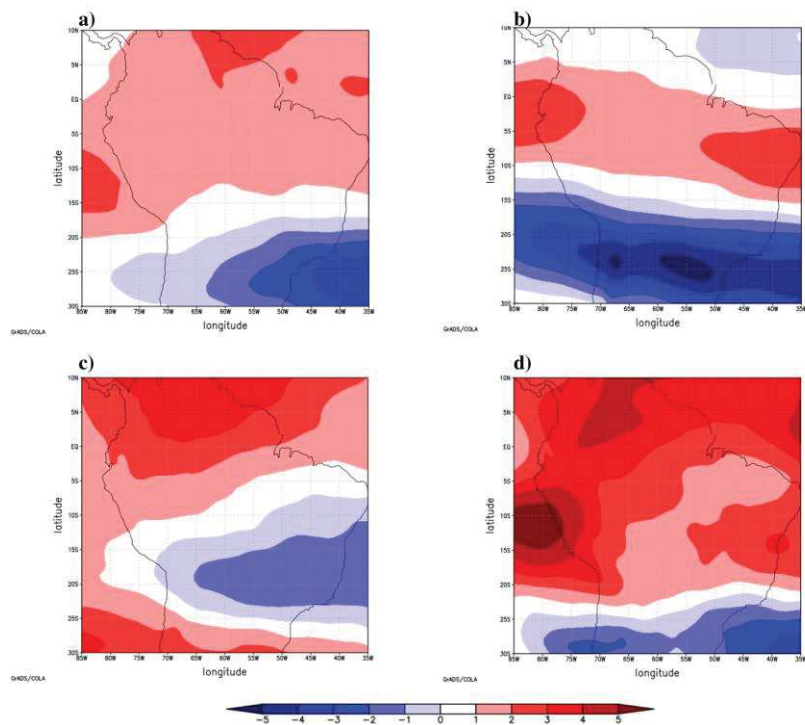
Anomalia média de precipitação durante a ocorrência do PSA- para a) MAM b) JJA c) SON d) DJF.

Fonte: Elaboração Própria.

Houve precipitação abaixo do normal durante PSA+ no trimestre DJF (fig. 6d) localizada na Amazônia, o qual passa a ter relação com a seca na região devido a fase



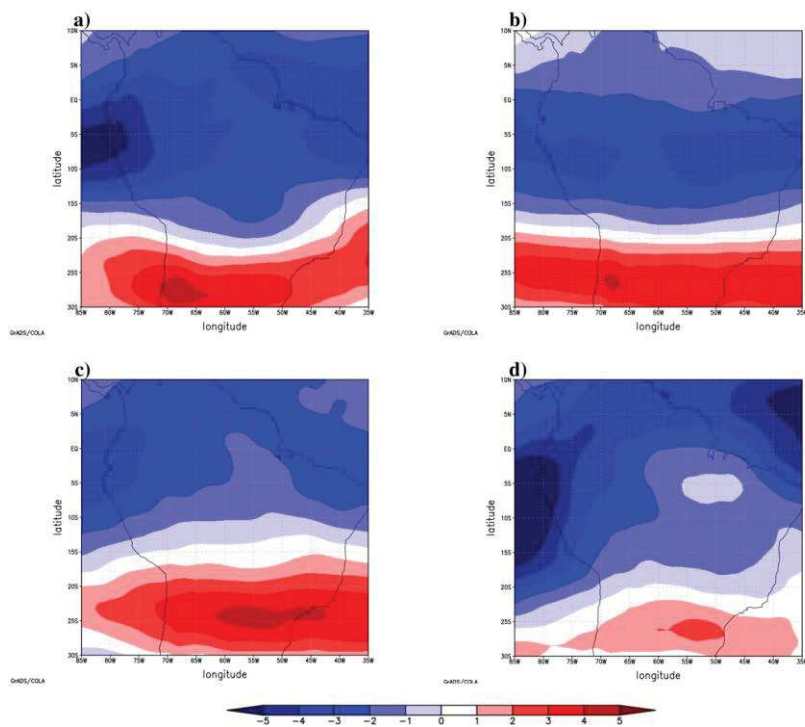




Anomalia média de vento zonal em alto nível durante a ocorrência do PSA+ para a) MAM b) JJA c) SON d) DJF.

Fonte: Elaboração Própria.

Figura 9 – Anomalia média sazonal do vento zonal em 250 hPa (PSA-)



Anomalia média de vento zonal em alto nível durante a ocorrência do PSA- para a) MAM b) JJA c) SON d) DJF.

Fonte: Elaboração Própria.

Durante a ocorrência do PSA+ (fig. 8), notou uma configuração para a linha do equador, sendo uma anomalia de vento positivo em todas as estações. Enquanto que entre as faixas 20°S e 30°S localizado em São Paulo notou uma anomalia negativa para as estações em que, durante o inverno (fig. 8b), SP mostrou com uma forte anomalia negativa, indicando ventos de leste. Observou inclusive que a faixa negativa do vento veio perdendo sua intensidade no verão (fig. 8d) e dando espaço para uma anomalia positiva que veio do norte.

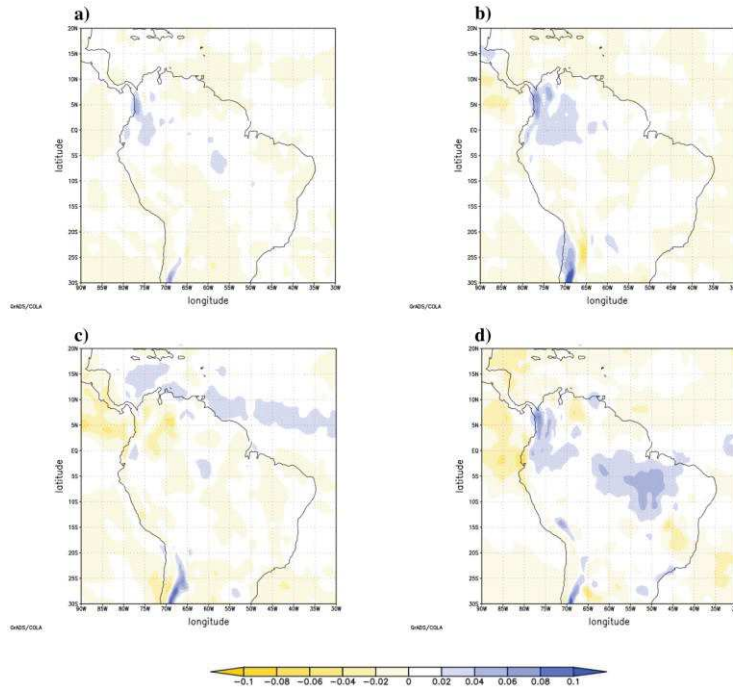
O PSA- (fig. 9), entretanto, observou um padrão de anomalia negativa na faixa do equador e região extratropical. Para a região central teve anomalia positiva, perdendo sua intensidade ao chegar na faixa 25°S, SE do Brasil. A região em vermelho que cobre a faixa em 25°S refere-se a corrente de jato subtropical.

O trimestre SON na fig. 8b (fig. 9b) teve anomalias positivas (negativas) excessivas durante PSA+ (PSA-) na Amazônia, possuindo uma forte tendência de vento na direção leste (oeste), intimamente conectado com a inversão da circulação de Walker da região, provocado pelo início do aquecimento (resfriamento) do pacífico, e ainda ativo durante o verão.

#### **4.5 Ômega em nível médio**

A velocidade vertical da massa de ar ômega foi calculado para nível 500hPa da atmosfera, em Pa/s. Pode observar que no verão austral (fig. 10d e fig. 11d) a anomalia foi mais ativa que nos outros trimestres.

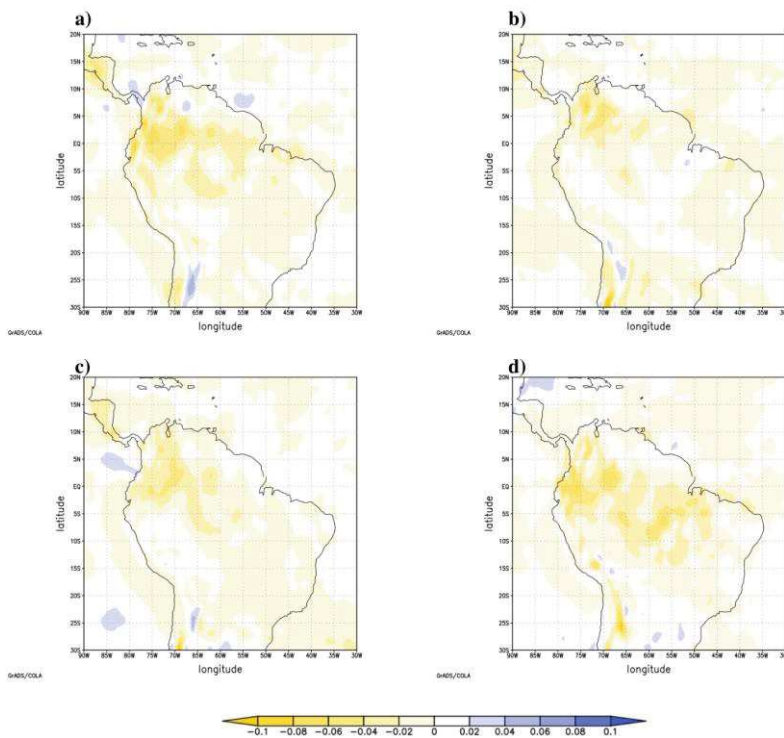
Figura 10 – Anomalia média sazonal de ômega em 500 hPa (PSA+)



Anomalia média de ômega durante a ocorrência do PSA+ para a) MAM b) JJA c) SON d) DJF e PSA- para e) MAM f) JJA g) SON h) DJF.

Fonte: Elaboração Própria.

Figura 11 – Anomalia media sazonal de ômega em 500 hPa (PSA-)



Anomalia média de ômega durante a ocorrência do PSA- para a) MAM b) JJA c) SON d) DJF e PSA- para e) MAM f) JJA g) SON h) DJF.

Fonte: Elaboração Própria.

Na ocorrência do PSA+, omega foi marcado por uma convecção forte na faixa 20°S, próximo de MG, enquanto que no litoral de SP foi marcado menor nebulosidade durante DJF (fig. 10d). Houve também convecção abaixo da climatologia nas regiões do Pará, Piauí e Maranhão, cobrindo inclusive a floresta Amazônica, favorecendo menos nebulosidade.

Já no modo PSA-, foi ressaltado nebulosidade acima do esperado na Amazônia que vem se estendendo desde SON (fig. 11c), com maior atividade no verão (fig. 11d) atingindo também o nordeste brasileiro. Tal configuração pode ser relacionada com a variável de precipitação já avaliada anteriormente, onde alta convecção de nuvens esta intimamente ligado com chuvas.

#### **4.6 Componente meridional do vento em alto nível**

A componente meridional do vento foi computada para nível 250hPa da atmosfera, em m/s. É a velocidade horizontal do ar se movendo em direção ao norte, em metros por segundo. Um sinal negativo, portanto, indica o movimento do ar em direção ao sul.

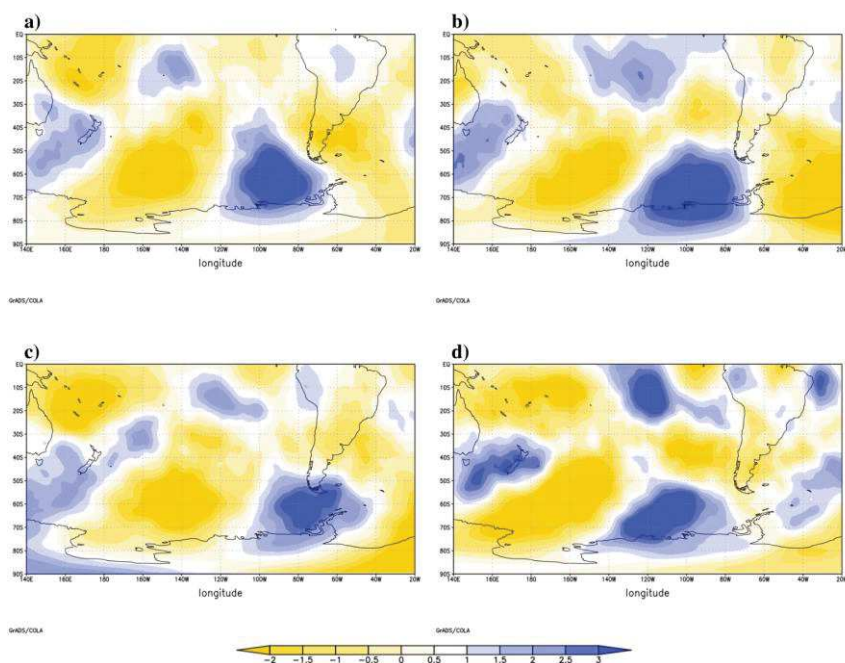
No que se refere aos centros de ação do modo PSA, pode ressaltar anomalias que condizem com as ondas de Rossby descrevendo o padrão atmosférico no pacífico, obedecendo a circulação barotrópica das regiões tropicais e extratropicais, ressaltando as anomalias já observadas na altura real da massa de ar.

Durante a primavera (fig. 12c), houve anomalias negativas no SE durante PSA+, indicando corrente de ar percorrendo na direção sul principalmente em São Paulo.

Na ocorrência dispersa do PSA-, o trimestre MAM (fig. 13a) foi marcado por anomalia positiva da componente meridional incidente próximo de São Paulo e Rio de Janeiro, indicando direção norte. Notou-se inclusive, ainda nesse modo, vento meridional com anomalia negativa, abrangendo a Amazônia e SE ativo na primavera (fig. 13c) e mais intenso no verão (fig. 13d), indicando direção norte-sul do vento. Em análise conjunta com o vento zonal no mesmo trimestre, pôde ressaltar um alongamento da circulação de Hadley já mencionada e estudada por Lu, j., g. a. vecchi, and t. reichler em 2007, quando associaram essa dinâmica com aquecimento global.

Figura 12 – Anomalia media sazonal do vento meridional em 250 hPa (PSA+)

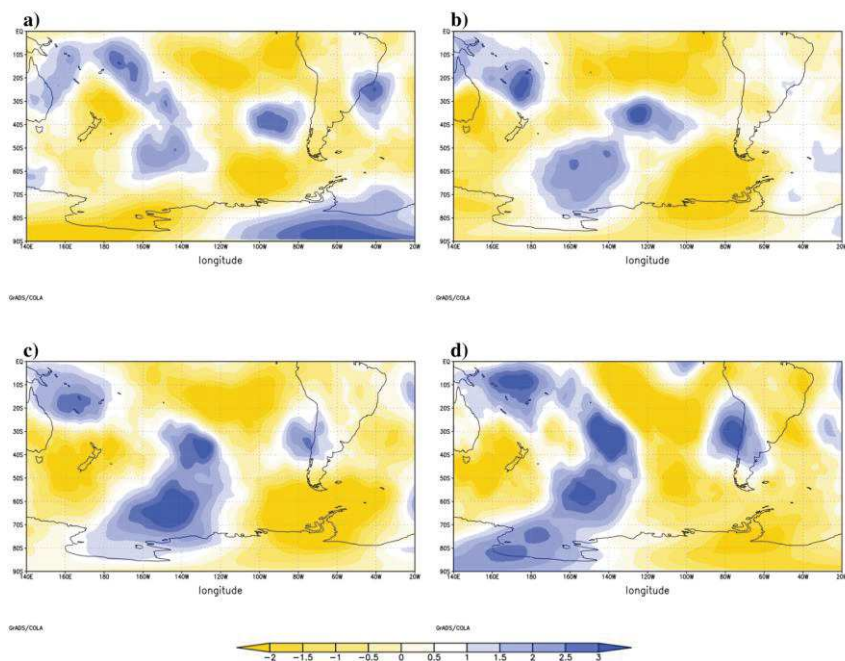




Anomalia média do vento meridional durante a ocorrência do PSA+ para a) MAM b) JJA c) SON d) DJF e PSA- para e) MAM f) JJA g) SON h) DJF.

Fonte: Elaboração Própria.

Figura 13 – Anomalia média sazonal do vento meridional em 250 hPa (PSA-)



Anomalia média do vento meridional durante a ocorrência do PSA- para a) MAM b) JJA c) SON d) DJF e PSA- para e) MAM f) JJA g) SON h) DJF.

Fonte: Elaboração Própria.

## 5. DISCUSSÃO

A análise realizada neste estudo considerou parâmetros persistentes para caracterizar o modo PSA e como ele impacta as regiões da AS.

A metodologia afirmou alterações no regime de chuva na floresta amazônica e também no estado de São Paulo, Minas gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo, especialmente durante a primavera e verão austral. Além disso, as temperaturas anômalas foram bem marcadas na transição entre o sudeste e o sul do Brasil. A altura geopotencial, por outro lado, indicou a modulação da corrente de jato entrando no continente onde, durante o evento PSA-, a vortacidade extratropical negativa foi mais forte, favorecendo a formação de nuvens e chuvas intensas que caracteriza a fase fria do ENOS.

As anomalias das componentes do vento indicaram os efeitos do modo PSA na circulação atmosférica. Em uma análise conjunta dos ventos zonal e meridional, notou-se uma circulação anômala na direção noroeste-sul do Brasil transitando entre a floresta amazônica e o sudeste. Esses compostos também mostram que a ocorrência de chuvas no Sudeste na primavera se deve ao transporte anômalo do vento da Amazônia. Vale ressaltar que a floresta amazônica é uma fonte essencial para o transporte de umidade.

A variável ômega indicou ascendência de massa de ar no nível médio, reforçando o mecanismo de formação de nuvens e possivelmente as anomalias de chuva apresentadas durante o verão na floresta Amazônica.

Enfim, a tabela 1 comprova que os períodos considerados para os compostos das variáveis foram as estações em que ocorreram eventos extremos do ENOS, comprovando que o modo PSA disperso é uma consequência dos fenômenos el niño e la niña extremos, pois o ENOS ativo excita as ondas de Rossby no pacífico (Yu et all, 2015).

## **6. CONCLUSÃO**

Usando o GrADS para plotar os gráficos com as informações de Karoly (1998), pôde observar que nos anos do evento do PSA disperso, houve anomalias resultantes também da atuação fase quente do ENSO, isto é, valores anormais de temperatura e precipitação na Amazônia e nos estados do SE brasileiro. Houve ainda atuação de outras oscilações que não foram focadas no trabalho, como a ZCAS, presente durante o PSA- regulando a precipitação do continente que diversos artigos relatam, mas devido a escala temporal adotada pelos estudos, não foi possível confirmar sua atividade.

Por outro lado, a Amazônia sofre influências de circulações equatoriais, visto nas células de Walker, enquanto o SE circulações tropicais, como vimos nas células de Hadley,

intimamente ligados a correntes de jato. Ademais, os estudos comprovaram que a atuação do modo PSA junto com o fenômeno ENSO forçam anomalias significativas no Brasil, principalmente nas regiões norte nordeste e sudeste, abrangendo inclusive a floresta amazônica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KINGTSE C. MO, JULIA N. PAEGLE The Pacific–South American modes and their Downstream effects, **International Journal of Climatology**, 2001.

KINGTSE C. MO AND R. WAYNE HIGGINS, The Pacific–South American Modes and Tropical Convection during the Southern Hemisphere Winter, **Climate Prediction Center**, NWS/NCEP/NOAA, Washington D.C. 1997.

GLAUCIA M. CARNEIRO, IRACEMA F. A. CAVALCANTI, Características da convecção associada à Variabilidade Intrasazonal: comparação entre resultados do MCGA CPTEC/COLA e observação, **Revista Brasileira Meteorologia**, 2010.

K. J. HILL, A. S. TASCHETTO, M. H., ENGLAND, South American rainfall impacts associated with inter-El Niño variations, **Geophysical Research Letters**, 2009.

IRACEMA F. A. CAVALCANTI, CHRISTOPHER C. CASTRO, Influências da variabilidade intrasazonal sobre a América do Sul em resultados de uma simulação climática com o mcga cptec/cola, [sid.inpe.br/yolanda/2004/08.02.09.17](http://sid.inpe.br/yolanda/2004/08.02.09.17) v1, 2004.

D. P. DEE S. M. UPPALA, et al, The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system, **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, 2001.

AMBRIZZI, et al, Importância das teleconexões para a Previsão Sazonal, **Ciência e Natura**, 2014, v. 36 Ed. Especial, , p. 137–148.

KAROLY, D. J, Southern Hemisphere Circulation Features Associated with El Niño-Southern Oscillation Events, **Journal of Climate**, 1989.

ADLER, R., AND COAUTHORS, Global Precipitation Climatology Project (GPCP) Climate Data Record (CDR), Version 2.3 (Monthly), 2016.

LU, J., G. A. VECCHI, AND T. REICHLER, 2007: Expansion of the Hadley cell under global warming, **Geophysics Research Letters**, 2007.

JIN-YI YU, HOUK PAEK, ERIC S. SALTZMAN, AND TONG LEE, The Early 1990s Change in ENSO–PSA–SAM Relationships and Its Impact on Southern Hemisphere Climate, **Journal of Climate**, 2015.