

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Meteorologia



Dissertação

**Padrões de anomalias da temperatura da superfície
dos Oceanos Pacífico e Atlântico associados à
Radiação de Onda Longa na América do Sul e
à precipitação no Brasil**

Guilherme Lauxe Reinke

Pelotas, 2009

GUILHERME LAUXE REINKE

**PADRÕES DE ANOMALIAS DA TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DOS
OCEANOS PACÍFICO E ATLÂNTICO ASSOCIADOS À RADIAÇÃO DE ONDA
LONGA NA AMÉRICA DO SUL E À PRECIPITAÇÃO NO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Meteorologia da UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (M. S.).

Orientador: Prof. Dr. Julio Renato Quevedo Marques

Pelotas, 2009

Dados de catalogação na fonte:
Ubirajara Buddin Cruz – CRB-10/901
Biblioteca de Ciência & Tecnologia - UFPel

R372p

Reinke, Guilherme Lauxe

Padrões de anomalias da temperatura da superfície dos oceanos Pacífico e Atlântico associados à Radiação de Onda Longa na América do Sul e à precipitação no Brasil / Guilherme Lauxe Reinke ; orientador Julio Quevedo Marques. – Pelotas, 2009. – 119f. : il. color. – Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Meteorologia. Faculdade de Meteorologia. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2009.

1.Meteorologia. 2.Temperatura da superfície do mar. 3.Radiação de onda longa. 4.Precipitação. 5.Componentes principais. I.Marques, Julio Renato Quevedo. II.Título

CDD: 551.5772162

Banca examinadora:

Dr.^a Simone Erotildes Teleginski Ferraz (Externa)

Dr. Gilberto Barbosa Diniz

Dr. Julio Renato Quevedo Marques (Orientador)

*Aos meus pais Valter e Nely,
ao meu irmão Ricardo e à
minha noiva Natália.*

Agradecimentos

A Deus, por me guiar pelos Seus caminhos com enorme fidelidade e amor, estendendo sempre Sua graciosa mão nos momentos mais difíceis.

Ao Programa de Pós-Graduação em Meteorologia da UFPEL pela oportunidade de estudo e crescimento profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

À Agência Nacional de Águas (ANA), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) pelo fornecimento dos dados de precipitação, que foram de fundamental importância para a realização desse trabalho.

Aos professores, tanto da graduação quanto da pós-graduação, do Curso de Meteorologia da UFPEL, pelo aprendizado. Em especial, ao meu orientador Julio Marques por me guiar na realização desse trabalho e por compartilhar seu conhecimento.

Aos colegas e amigos Dionis Blank e Gustavo Leite, por todo auxílio e amizade durante o tempo de graduação e pós-graduação.

Ao meu grande amigo e irmão Ricardo pela especial ajuda dada no desenvolvimento dessa dissertação. Obrigado por se manter o mesmo comigo, não importando a distância. Isso mostra o tamanho da nossa amizade! Também agradeço à Carina por todo auxílio na finalização do trabalho.

À minha noiva Natália, que com seu maravilhoso sorriso, dedicação, paciência e amor me mostra a cada dia o tamanho e o significado do presente que Deus me deu. Obrigado por todo carinho e por estar sempre do meu lado em todos os momentos.

Aos meus pais, Valter e Nely, por todo empenho e compreensão, imprescindíveis em mais esta etapa da minha vida. Espero sempre honrar o amor e a educação que me concederam.

“Aquilo que se vê é passageiro, mas o que não se vê é eterno.”
(2 Coríntios 4.18b)

Resumo

REINKE, Guilherme Lauxe. **Padrões de anomalias da temperatura da superfície dos Oceanos Pacífico e Atlântico associados à Radiação de Onda Longa na América do Sul e à precipitação no Brasil**. 2009. 119f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Meteorologia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O principal objetivo do estudo foi obter a relação entre anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) dos Oceanos Pacífico e Atlântico e anomalias de Radiação de Onda Longa (ROL) na América do Sul (AS) e, além disso, avaliar a relação da TSM com a precipitação no Brasil. Foram utilizados dados de reanálises de TSM e ROL do NCEP/NCAR, entre os meses de outubro a março do período de 1982 até 2007, aos quais foi aplicada a técnica estatística de Componentes Principais (CP), possibilitando o estudo da correlação entre as duas variáveis. Dados de precipitação de 691 estações no Brasil, obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Agência Nacional de Águas (ANA) e Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), foram correlacionados com os escores da TSM e usados na elaboração da climatologia da precipitação no país, que permitiu um entendimento do regime de chuvas nos períodos de primavera e verão. Por fim, foi desenvolvido um modelo de previsão da precipitação no Brasil com dois meses de antecedência, entre dezembro e março, usando como preditores os cinco primeiros escores da TSM. As correlações entre a CP1 da TSM e a CP1 da ROL mostraram ser significativas a 1%, em que a CP1 da TSM está relacionada com o padrão ENOS, apresentando em outubro: intensificação ou desintensificação da convecção no centro e sul da Argentina; novembro: padrão oposto de anomalias de ROL entre o Sul do Brasil e a área de atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS); janeiro: redução ou aumento da convecção no noroeste da AS; dezembro, fevereiro e março: intensificação ou desintensificação da convecção associada à Alta da Bolívia e, também, no norte das Regiões Norte e Nordeste do Brasil. Além disso, em todos os meses do estudo, a CP2 da TSM mostrou no Oceano Atlântico a indicação de um padrão de dipolo entre o Atlântico Equatorial e Central adjacente à costa Nordeste do Brasil, e o Atlântico Sul, em latitudes médias. Em outubro, novembro e março, áreas de anomalias de ROL associadas com um padrão de ZCAS mais oceânica parecem estar diretamente relacionadas com um forte gradiente de anomalias de TSM, com anomalias positivas na costa nordeste do Brasil e negativas na costa Sul-Sudeste do país. Ao relacionar a TSM com a precipitação no Brasil foram encontrados nos meses de novembro, dezembro e janeiro, padrões semelhantes aos vistos nas correlações entre a TSM e ROL. Nos quatro meses em que foi aplicado o modelo de previsão da precipitação, pôde-se notar que as Regiões Sul e Nordeste do Brasil apresentam os melhores potenciais para a previsão.

Palavras chaves: Temperatura da Superfície do Mar. Radiação de Onda Longa. Precipitação. Componentes Principais.

Abstract

REINKE, Guilherme Lauxe. **Padrões de anomalias da temperatura da superfície dos Oceanos Pacífico e Atlântico associados à Radiação de Onda Longa na América do Sul e à precipitação no Brasil.** 2009. 119f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Meteorologia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The main objective of the study was to obtain the relation between Pacific and Atlantic Sea Surface Temperature (SST) anomalies and Outgoing Longwave Radiation (OLR) anomalies in South America (SA) and, moreover, evaluate the relationship of rainfall in Brazil to SST. Data from reanalysis of SST and OLR of the NCEP/NCAR were used, between the months of October and March of the period from 1982 to 2007, which was applied the statistical technique of Principal Components (PC), allowing the study of the correlation between the two variables. Data of precipitation of 691 stations in Brazil, obtained from the Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Agência Nacional de Águas (ANA) and Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), were correlated with the scores of the SST and were used to prepare the rainfall climatology in the country, which enabled the understanding of the rainfall regime in spring and summer. Finally, a model was developed to forecast of the rainfall in Brazil with two months for advance, between December and March, using as predictors the first five scores of the SST. The correlations between the PC1 of the SST and the PC1 of the OLR shown to be significant at 1%, where the PC1 of SST is related with the ENSO pattern, showing in October: desintensification or intensification of convection in central and southern of Argentina; November: opposite pattern of OLR anomalies between south of Brazil and the area of activity of the South Atlantic Convergence Zone (SACZ); January: reduction or increase of convection in the northwestern of SA; December, February and March: intensification or desintensification of convection associated with the Bolivian High, and also in north of the North and Northeast Regions of Brazil. Moreover, in all months of the study, the PC2 of the SST showed the indication of a dipole pattern between the Central and Equatorial Atlantic adjacent to the northeastern coast of Brazil, and South Atlantic, in middle latitudes. In October, November and March, OLR anomalies areas associated with a pattern of more oceanic SACZ seem to be directly related to a strong gradient of SST anomalies, with positive anomalies in the northeast coast of Brazil and negative anomalies on the south-southeast coast of the country. When it was of the SST with the rainfall in Brazil, it was found in the months of November, December and January, similar patterns seen in the correlations between the SST and OLR. In the four months in which the model was applied to predict the rainfall, it was noted that South and Northeast regions of Brazil have the best potential for forecasting.

Keywords: Sea Surface Temperature. Outgoing Longwave Radiation. Rainfall. Principal Components.

Lista de Figuras

Figura 1 -	Área de abrangência dos dados de TSM e ROL.....	27
Figura 2 -	Localização das estações da ANA (em azul) e do INMET (em vermelho) utilizadas no estudo.....	28
Figura 3 -	Magnitude dos autovetores associados a CP1 da TSM dos meses de (a) outubro e (b) novembro.....	38
Figura 4 -	Magnitude dos autovetores associados a CP1 da TSM dos meses de (a) dezembro e (b) janeiro.....	39
Figura 5 -	Magnitude dos autovetores associados a CP1 da TSM dos meses de (a) fevereiro e (b) março.....	39
Figura 6 -	Magnitude dos autovetores associados a CP1 da ROL do mês de outubro.....	40
Figura 7 -	Magnitude dos autovetores associados a CP1 da ROL do mês de novembro.....	41
Figura 8 -	Magnitude dos autovetores associados a CP1 da ROL do mês de dezembro.....	42
Figura 9 -	Magnitude dos autovetores associados a CP1 da ROL do mês de janeiro.....	43
Figura 10 -	Magnitude dos autovetores associados a CP1 da ROL do mês de fevereiro.....	44
Figura 11 -	Magnitude dos autovetores associados a CP1 da ROL do mês de março.....	45
Figura 12 -	Magnitude dos autovetores associados a (a) CP2 da TSM e a (b) CP3 da ROL do mês de outubro.....	47
Figura 13 -	Magnitude dos autovetores associados a (a) CP2 da TSM e a (b) CP4 da ROL do mês de novembro.....	48
Figura 14 -	Magnitude dos autovetores associados a (a) CP2 da TSM e a (b) CP3 da ROL do mês de fevereiro.....	50
Figura 15 -	Magnitude dos autovetores associados a (a) CP2 da TSM e a (b) CP5 da ROL do mês de março.....	51
Figura 16 -	Magnitude dos autovetores associados a (a) CP3 da TSM e a (b) CP2 da ROL do mês de outubro.....	52
Figura 17 -	Magnitude dos autovetores associados a (a) CP3 da TSM e a (b) CP5 da ROL do mês de novembro.....	54

Figura 18 -	Magnitude dos autovetores associados a (a) CP4 da TSM e a (b) CP3 da ROL do mês de março.....	55
Figura 19 -	Magnitude dos autovetores associados a (a) CP5 da TSM e a (b) CP5 da ROL do mês de dezembro.....	56
Figura 20 -	Magnitude dos autovetores associados a (a) CP5 da TSM e a (b) CP3 da ROL do mês de janeiro.....	58
Figura 21 -	Precipitação média mensal de outubro, do período de 1982 a 2004.....	59
Figura 22 -	Precipitação média mensal de novembro, do período de 1982 a 2004.....	60
Figura 23 -	Precipitação média mensal de dezembro, do período de 1982 a 2004.....	61
Figura 24 -	Precipitação média mensal de janeiro, do período de 1982 a 2004.....	62
Figura 25 -	Precipitação média mensal de fevereiro, do período de 1982 a 2004.....	63
Figura 26 -	Precipitação média mensal de março, do período de 1982 a 2004.....	64
Figura 27 -	Chuva de outubro correlacionada com a CP1 da TSM de outubro.....	66
Figura 28 -	Chuva de novembro correlacionada com as CP's 1 da TSM (a) defasada um mês (T_{-1}) e (b) do mês (T_0).....	67
Figura 29 -	Magnitude dos autovetores associados a CP1 da ROL do mês de novembro no Brasil.....	68
Figura 30 -	Chuva de dezembro (a; b; c) e janeiro (d; e; f) correlacionada com as CP's 1 da TSM do mês (T_0), defasada um mês (T_{-1}) e defasada dois meses (T_{-2}).....	70
Figura 31 -	Magnitude dos autovetores associados a CP1 da ROL no Brasil de (a) dezembro e (b) janeiro.....	71
Figura 32 -	Chuva de fevereiro (a; b; c) e março (d; e; f) correlacionada com as CP's 1 da TSM: defasada dois meses (T_{-2}), defasada um mês (T_{-1}) e do mês (T_0).....	72
Figura 33 -	Magnitude dos autovetores associados a CP1 da ROL no Brasil de (a) fevereiro e (b) março.....	73
Figura 34 -	Chuva de outubro correlacionada com a CP3 da TSM de outubro.....	74

Figura 35 -	Chuva de dezembro correlacionada com a CP3 da TSM de dezembro.....	75
Figura 36 -	Magnitude dos autovetores associados a CP3 da TSM do mês de dezembro.....	75
Figura 37 -	Chuva de janeiro correlacionada com a CP5 da TSM de janeiro.....	76
Figura 38 -	Magnitude dos autovetores associados a CP3 da ROL do mês de janeiro no Brasil.....	76
Figura 39 -	Chuva de fevereiro correlacionada com a (a) CP2 e (b) CP3 da TSM de fevereiro.....	77
Figura 40 -	Magnitude dos autovetores associados a CP3 da TSM do mês de fevereiro.....	78
Figura 41 -	Chuva de março correlacionada com a CP3 da TSM de março.....	78
Figura 42 -	Magnitude dos autovetores associados a CP3 da TSM do mês de março.....	79
Figura 43 -	Correlação entre a precipitação observada e prevista no PD em dezembro no Brasil.....	81
Figura 44 -	Precipitação observada e prevista no PD (1983 – 2004) e PI (2005 – 2006) na (a) Est_1, (b) Est_3, (c) Est_5, (d) Est_6 e (e) Est_7 em dezembro.....	82
Figura 45 -	Percentis dos dados observados e previstos das 7 estações no Brasil que mostram o desempenho do modelo no PI no mês de dezembro.....	83
Figura 46 -	Correlação entre a precipitação observada e prevista no PD em janeiro no Brasil.....	84
Figura 47 -	Precipitação observada e prevista no PD (1983 – 2004) e PI (2005 – 2006) na (a) Est_1, (b) Est_4, (c) Est_6 e (d) Est_7 em janeiro.....	84
Figura 48 -	Percentis dos dados observados e previstos das 7 estações no Brasil que mostram o desempenho do modelo no PI no mês de janeiro.....	85
Figura 49 -	Correlação entre a precipitação observada e prevista no PD em fevereiro no Brasil.....	86
Figura 50 -	Precipitação observada e prevista no PD (1983 – 2004) e PI (2005 – 2006) na (a) Est_1, (b) Est_2, (c) Est_3, (d) Est_4 e (e) Est_5 em fevereiro.....	87

Figura 51 -	Percentis dos dados observados e previstos das 7 estações no Brasil que mostram o desempenho do modelo no PI no mês de fevereiro.....	88
Figura 52 -	Correlação entre a precipitação observada e prevista no PD em março no Brasil.....	89
Figura 53 -	Precipitação observada e prevista no PD (1983 – 2004) e PI (2005 – 2006) na (a) Est_1, (b) Est_4, (c) Est_5 e (d) Est_6 em março.....	89
Figura 54 -	Percentis dos dados observados e previstos das 7 estações no Brasil que mostram o desempenho do modelo no PI no mês de março.....	90
Figura B.1 -	Percentuais de explicação das 10 primeiras Componentes Principais da TSM e ROL de (a) outubro, (b) novembro e (c) dezembro.....	108
Figura B.2 -	Percentuais de explicação das 10 primeiras Componentes Principais da TSM e ROL de (a) janeiro, (b) fevereiro e (c) março.....	109
Figura C.1 -	Anomalias mensais de (a) TSM e (b) ROL de outubro de 1998 que apresentam um padrão semelhante a CP1 da TSM e CP1 da ROL de outubro.....	110
Figura C.2 -	Anomalias mensais de (a) TSM e (b) ROL de novembro de 1997 que apresentam um padrão semelhante a CP1 da TSM e CP1 da ROL de novembro.....	111
Figura C.3 -	Anomalias mensais de (a) TSM e (b) ROL de novembro de 2001 que apresentam um padrão semelhante a CP3 da TSM e CP5 da ROL de novembro.....	111
Figura C.4 -	Anomalias mensais de (a) TSM e (b) ROL de dezembro de 1988 que apresentam um padrão semelhante a CP1 da TSM e CP1 da ROL de dezembro.....	112
Figura C.5 -	Anomalias mensais de (a) TSM e (b) ROL de dezembro de 1991 que apresentam um padrão semelhante a CP1 da TSM e CP1 da ROL de dezembro.....	112
Figura C.6 -	Anomalias mensais de (a) TSM e (b) ROL de janeiro de 1983 que apresentam um padrão semelhante a CP1 da TSM e CP1 da ROL de janeiro.....	113
Figura C.7 -	Anomalias mensais de (a) TSM e (b) ROL de janeiro de 1999 que apresentam um padrão semelhante a CP1 da TSM e CP1 da ROL de janeiro.....	113

Figura C.8 -	Anomalias mensais de (a) TSM e (b) ROL de janeiro de 2004 que apresentam um padrão semelhante a CP5 da TSM e CP3 da ROL de janeiro.....	114
Figura C.9 -	Anomalias mensais de (a) TSM e (b) ROL de fevereiro de 1983 que apresentam um padrão semelhante a CP1 da TSM e CP1 da ROL de fevereiro.....	114
Figura C.10 -	Anomalias mensais de (a) TSM e (b) ROL de março de 1999 que apresentam um padrão semelhante a CP1 da TSM e CP1 da ROL de março.....	115
Figura C.11 -	Anomalias mensais de (a) TSM e (b) ROL de março de 1997 que apresentam um padrão semelhante a CP2 da TSM e CP5 da ROL de março.....	115
Figura C.12 -	Anomalias mensais de (a) TSM e (b) ROL de março de 2002 que apresentam um padrão semelhante a CP4 da TSM e CP3 da ROL de março.....	116
Figura D.1 -	Relação entre padrões opostos de ATSM e a atividade convectiva na AS em outubro.....	117
Figura D.2 -	Relação entre padrões opostos de ATSM e a atividade convectiva na AS em janeiro.....	117
Figura D.3 -	Relação entre padrões opostos de ATSM e a atividade convectiva na AS em fevereiro e março.....	118
Figura D.4 -	Relação entre padrões opostos de ATSM, associados com o ENOS, e a atividade convectiva na AS de outubro a março.....	119

Lista de Tabelas

Tabela 1 -	Percentual de explicação das 10 primeiras CP's da TSM para os meses de outubro a março.....	35
Tabela 2 -	Percentual de explicação das 10 primeiras CP's da ROL para os meses de outubro a março.....	36
Tabela 3 -	Casos estudados para interpretação dos autovetores.....	37
Tabela 4 -	Relação entre o padrão de TSM da CP1 com a convecção observada em cada mês (outubro a março) na CP1 da ROL.....	46
Tabela A.1 -	Relação das estações da ANA utilizadas no estudo.....	102
Tabela A.2 -	Relação das estações do INMET e FEPAGRO utilizadas no estudo.....	106

Lista de Abreviaturas e Siglas

AB	Abaixo do normal
AC	Acima do normal
ACP	Análise de Componentes Principais
ANA	Agência Nacional de Águas
AS	América do Sul
ATSM	Anomalia de Temperatura da Superfície do Mar
CP	Componente Principal
ENOS	El Niño Oscilação Sul
FEPAGRO	Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária
GRADS	Grid Analysis and Display System
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
MAB	Muito abaixo do normal
MAC	Muito acima do normal
N	Normal
NCAR	National Center for Atmospheric Research Reanalysis
NCEP	National Center for Environmental Prediction
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
PD	Período Dependente
PI	Período Independente
ROL	Radiação de Onda Longa
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZCPS	Zona de Convergência do Pacífico Sul

Sumário

1	Introdução	17
2	Revisão de Literatura	20
2.1	A precipitação no Brasil.....	20
2.2	Influência das anomalias de TSM dos Oceanos Pacífico e Atlântico na precipitação da AS	23
2.3	Identificação de atividade convectiva por meio da ROL	25
3	Material e métodos	27
3.1	Materiais	27
3.1.1	Dados de TSM e ROL	27
3.1.2	Dados de Precipitação	28
3.2	Métodos	29
3.2.1	Análise de Componentes Principais	29
3.2.2	Regressão Linear Múltipla	31
3.2.3	Teste de Significância	34
4	Resultados e discussão	35
4.1	Resultados das correlações entre os escores da TSM e ROL	35
4.1.1	Análise da relação entre as CP's 1 da TSM e as CP's da ROL.....	38
4.1.1.1	Resumo dos resultados obtidos nas relações entre as CP's 1 da TSM e ROL	46
4.1.2	Análise da relação entre as CP's 2 da TSM e as CP's da ROL.....	47
4.1.3	Análise da relação entre as CP's 3 da TSM e as CP's da ROL.....	52
4.1.4	Análise da relação entre as CP's 4 da TSM e as CP's da ROL.....	54
4.1.5	Análise da relação entre as CP's 5 da TSM e as CP's da ROL.....	56
4.2	Climatologia da precipitação no Brasil	59
4.2.1	Outubro	59
4.2.2	Novembro	60
4.2.3	Dezembro	61

4.2.4 Janeiro	61
4.2.5 Fevereiro	62
4.2.6 Março	63
4.3 Correlação da TSM com a precipitação no Brasil	65
4.3.1 Padrão ENOS associado com a precipitação no Brasil	65
4.3.2 Relação entre as CP's da TSM e a precipitação no Brasil	73
4.4 Modelo de previsão da precipitação no Brasil utilizando a TSM	80
4.4.1 Dezembro	80
4.4.2 Janeiro	83
4.4.3 Fevereiro	86
4.4.4 Março	88
5 Conclusões	91
6 Referências	96
Apêndices	101

1 Introdução

Conhecer e entender a variabilidade da precipitação tem suma importância, pois tal entendimento possibilita estimar tendências predominantes de certas anomalias, as quais podem ser manejadas para minimizar perdas e danos nos mais diversos segmentos, como no cultivo agrícola, atividade industrial e até mesmo na segurança da população.

São vários os sistemas de tempo de escala sinótica ou mesoescala que influenciam na precipitação do continente Sul-americano, dentre eles pode-se citar: sistemas frontais, Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), complexos convectivos de mesoescala, vórtices ciclônicos em altos níveis, etc. Têm também os fenômenos de baixa frequência, tais como: El-Niño, Oscilação Madden-Julian, Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) entre outros.

A América do Sul (AS) durante o verão possui algumas características climatológicas importantes, como a Alta da Bolívia, que é um sistema de circulação anticiclônico em altos níveis e está normalmente situado sobre o Platô Boliviano, em torno de 15°S e 65°W. Corrente abaixo há uma circulação ciclônica próximo à costa Nordeste do Brasil, denominada Cavado do Nordeste. Além disso, as altas subtropicais do Pacífico Sul e Atlântico Sul encontram-se mais intensas e mais próximas do continente.

Principalmente durante os meses de verão há na AS a atuação de um sistema de monção, ao qual está associada à ZCAS, que é uma banda de nuvens com orientação noroeste-sudeste e atua principalmente sobre as Regiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, produzindo altos índices pluviométricos. Por outro lado, segundo Quadro (1994), ocorre diminuição das chuvas no Sul do país quando a ZCAS está ativa sobre tais regiões.

A radiação de onda longa (ROL) é uma poderosa variável que auxilia na indicação da presença de nuvens nas camadas da atmosfera e dos principais sistemas dinâmicos associados à formação da precipitação. Ceballos et al. (2002) citam a importância da ROL, pois esta permite uma análise climatológica da evolução da convecção e de sua distribuição regional. Na literatura, em média, um valor abaixo de 230 W/m^2 caracteriza uma área com atividade convectiva em uma determinada região.

Através de séries longas das anomalias sazonais ou mensais de ROL no topo da atmosfera, pode-se descrever o balanço regional de energia, ou seja, a diferença no balanço esperado em situações de céu claro e o balanço observado quando há presença de nuvens. Estas anomalias de ROL no topo da atmosfera permitem estudar a influência dos sistemas dinâmicos na variabilidade climática local. Os dados de ROL são obtidos a partir de satélites, como os da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), que fazem a cobertura de todo o planeta.

A relação oceano-atmosfera tem sido alvo de muitas pesquisas, que tem por objetivo principal compreender os impactos dessa interação na variabilidade climática terrestre. Portanto, a temperatura da superfície do mar (TSM), associada a ROL, pode auxiliar no entendimento das variações climáticas regionais.

As relações mais evidentes da interação entre o oceano e a atmosfera surgem nos eventos do fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS). Vários autores destacam que dentre as regiões de maior impacto desse fenômeno, pode-se incluir duas grandes áreas, o Sudeste e o Nordeste da AS, como em: Ropelewski e Halpert (1987), Grimm et al. (1998), Coelho et al. (1999), entre outros. Contudo, o entendimento da influência das anomalias de TSM do Oceano Atlântico na convecção do continente ainda não está bem esclarecido.

O trabalho aqui exposto tem por objetivo principal estudar as relações entre as anomalias de TSM dos Oceanos Atlântico e Pacífico Sul e as anomalias de ROL no topo da atmosfera, e além disso, avaliar a relação da TSM com a precipitação no Brasil. Para a realização do trabalho também foram definidos alguns objetivos específicos:

- Interpretar a correlação entre os escores da TSM e os escores da ROL obtidos através da Análise de Componentes Principais (ACP) de cada mês, entre outubro e março;

- Determinar a relação de sistemas de tempo (ou de áreas com forte convecção) atuantes na AS, obtidos nos campos de ROL, com as anomalias de TSM dos Oceanos Atlântico e Pacífico Sul;

- Realizar uma climatologia de 23 anos (1982 a 2004) da precipitação no Brasil no período de outubro a março de 691 estações;

- Avaliar a correlação entre a precipitação mensal no Brasil do período de outubro a março, de 1982 a 2004, e os escores da TSM obtidos na ACP, sendo que essas relações são feitas dentro do mesmo mês e, também de forma defasada, em 1 e 2 meses;

- Criar um modelo de previsão da precipitação com 2 meses de antecedência, utilizando os 5 primeiros escores da TSM, para os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março.

2 Revisão de literatura

A revisão de literatura aborda três segmentos: a precipitação no Brasil; a influência das anomalias de TSM dos Oceanos Pacífico e Atlântico na precipitação da AS; e a identificação da convecção por meio da ROL.

2.1 A precipitação no Brasil

São vários os sistemas de tempo que influenciam a precipitação em todo o território brasileiro, dentre eles destacam-se: sistemas frontais, complexos convectivos de mesoescala, ZCAS, ZCIT, etc.

A formação ou intensificação de sistemas frontais ocorre muitas vezes na Região Sul do Brasil, no Paraguai ou norte da Argentina. Tendo um trajeto típico de sudoeste pra nordeste, esses sistemas atuam praticamente durante todo o ano no Brasil, podendo avançar até latitudes tropicais atingindo o Nordeste, estas situações são bastante típicas dos meses de novembro a fevereiro (OLIVEIRA, 1986), porém as frentes frias são mais freqüentes e intensas nas Regiões Sul e Sudeste do país, durante o período de inverno.

Formados pela interação entre jatos de altos e baixos níveis, os complexos convectivos de mesoescala produzem máximos de precipitação bastante intensos através de fortes tempestades, principalmente no Paraguai, norte e leste da Argentina e Região Sul do Brasil (VELASCO e FRITSCH, 1987).

Durante o verão ocorre na AS um sistema de monção (MECHOSO, et al., 2004; GRIMM et al. 2004), em que se observam grandes máximos de precipitação na região central da Amazônia, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. Em torno de março ocorre o decaimento desse sistema, quando o máximo de convecção volta a

ser no extremo norte do continente Sul-americano. Esse sistema está associado com a Alta da Bolívia, Cavado do Nordeste e a ZCAS.

Grimm (2003 e 2004) relaciona a chuva no início do verão na região de atuação da monção da AS a processos termodinâmicos regionais, que modificam a circulação local e acabam por direcionar o fluxo de umidade proveniente do Oceano Atlântico para o centro-leste ou sul do Brasil.

Em altos níveis durante os meses de verão sobre a região do Platô Boliviano (em torno de 15°S e 65°W) tem-se a presença de uma circulação anticiclônica que é chamada de Alta da Bolívia, seu monitoramento mostra que sua posição e intensidade variam durante essa estação. Corrente abaixo há a formação de uma circulação ciclônica em altitude, também conhecido como Cavado do Nordeste, que tem como consequência principal a subsidência em baixos níveis sobre o Nordeste Brasileiro, induzindo assim, a falta de precipitação naquela região.

A ZCAS é o principal sistema atuante no período da estação chuvosa nas regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. Caracteriza-se por ser uma banda convectiva de orientação Noroeste-Sudeste que produz grandes máximos pluviométricos. Importantes trabalhos já foram feitos sobre esse assunto, como em Kodama (1992a e 1992b), Quadro (1994), Nogués-Paegle e Mo (1997) e Paegle et al. (2000). Carvalho et al. (2004) associam anomalias de ROL no Oceano Pacífico com a convecção da ZCAS.

Ao analisar dados diários de precipitação na Região Sul do Brasil de 1979 a 2002, Severo e Gan (2004) verificaram que o máximo anual encontra-se no noroeste de Santa Catarina e sudoeste do Paraná, já o mínimo concentra-se em duas regiões, sendo uma no extremo norte do Paraná e a outra no extremo sul do Rio Grande do Sul.

Segundo Barbieri (2007), a Região Sul não apresenta uma estação chuvosa bem definida, devido à distribuição ser bastante uniforme durante todo o ano, e na Região Sudeste se dá entre os meses de outubro a março.

Alves et al. (2005) mostram que em média o início das chuvas na Região Sudeste se dá em meados de outubro. Também concluem que no Sul do Brasil o período com maior quantidade de precipitação acontece de 2 a 3 meses antes do período ativo da ZCAS no Sudeste, devido a maior entrada de frentes frias.

A ZCIT é um importante sistema atuante nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil nos meses de verão, sua posição e período de permanência são determinantes para a quantidade de chuvas nessas regiões (UVO e NOBRE, 1989).

Se as águas do Atlântico Norte estiverem mais frias que o normal e as do Atlântico Sul mais quentes, haverá intensificação da Alta Subtropical do Atlântico Norte e desintensificação da Alta Subtropical do Atlântico Sul, favorecendo o deslocamento para sul da ZCIT e por conseqüência o aumento das chuvas no norte do Nordeste brasileiro (NOBRE e MOLION, 1988).

Sobre a precipitação nas cinco regiões do Brasil, Quadro et al. (1996) citam que:

- A média anual da precipitação no Sul fica entre 1250 a 2000 mm, sendo que sua distribuição durante o ano é bastante uniforme. Com máximos no litoral paranaense, oeste catarinense e nordeste do Rio Grande do Sul e, mínimos pluviométricos no norte do Paraná e no litoral sul de Santa Catarina;
- As Regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil possuem um período seco entre maio e setembro, e outro chuvoso, entre outubro e abril, com a média anual variando entre 1500 e 2000 mm, sendo que os máximos se localizam no centro do país e no litoral do sudeste, e o mínimo pluviométrico no norte de Minas Gerais;
- Há uma grande variabilidade espacial e temporal na precipitação na Região Nordeste. De março até maio verifica-se o período chuvoso no setor norte da região, devido ao deslocamento para sul da ZCIT. Já no leste a estação chuvosa ocorre de maio a julho, enquanto que no sul e sudeste há uma maior quantidade de chuvas de dezembro a fevereiro. Na região a média anual varia de 500 mm no interior, até 1500 mm na costa leste;
- Têm-se três áreas de grande quantidade de precipitação na Região Norte: no noroeste da Amazônia, com chuvas acima de 3000 mm/ano, próximo de Belém, no leste da região Amazônica, com chuvas de 2800 mm/ano, e na região central da Amazônia, com precipitação em torno de 2500 mm/ano. A estação chuvosa na região muda de posição, de janeiro a março, do sul da Amazônia para o noroeste da base Amazônica, de abril a junho.

2.2 Influência das anomalias de TSM dos Oceanos Pacífico e Atlântico na precipitação da AS

Muitos estudos sobre as influências das anomalias de TSM nas variações da atividade convectiva têm sido feitos, bem como a variabilidade de tais influências na circulação atmosférica ao redor do globo. A maioria dos trabalhos está focada nas anomalias de TSM do Oceano Pacífico, principalmente nos fenômenos El Niño e La Niña, assim como seus efeitos na precipitação na AS. Porém, ainda não está bem claro o entendimento da influência das anomalias do Oceano Atlântico na atividade convectiva do continente Sul-americano.

O fenômeno El Niño (La Niña) pode ser definido como o aquecimento (resfriamento) anômalo das águas da superfície do Oceano Pacífico Equatorial, que está associado ao enfraquecimento (intensificação) dos ventos alísios. Tanto o El Niño quanto a La Niña podem ser respectivamente classificados como as fases positiva e negativa do ENOS, em que este refere-se a uma diferença de pressão na superfície entre duas estações, uma em Darwin (Austrália) e a outra no Taiti (Polinésia Francesa).

Em anos de El Niño, em períodos de verão e outono, normalmente é observado no Sul e Sudeste do Brasil, precipitação acima do normal devido à manutenção de sistemas frontais sobre essas regiões. Alves et al. (2005) concluíram que em anos em que a TSM do Pacífico Equatorial é mais quente, a estação chuvosa no Sudeste tende a começar mais cedo e quando mais fria no Pacífico Central tende a começar mais tarde.

Grimm et al. (1998) mostram que há uma forte relação entre os eventos El Niño e La Niña e a precipitação no Sul do Brasil. Coelho et al. (1999) observa que em eventos fortes de El Niño há anomalias positivas de precipitação no Sul, enquanto que no Nordeste têm-se anomalias negativas, o mesmo não se aplica nos casos de fraca intensidade, em que há anomalias negativas no Rio Grande do Sul e positivas no litoral do Nordeste.

Ao analisar a variabilidade da precipitação no sul do Nordeste brasileiro, Chaves (1999), mostrou que em situações de El Niño (La Niña) tem-se um período chuvoso (seco) na região, com a ZCAS posicionando-se ao sul da mesma, na Região Sudeste.

Em anos de La Niña há uma provável redução nas chuvas no Sul do Brasil, porém, Silva (2001) ao fazer uma relação de situações de eventos La Niña e

anomalias negativas de precipitação, concluiu que somente na primavera valores significativos são obtidos, no litoral e sul da Região Sul.

Veiga (2000) ao estudar as influências das anomalias de TSM do Pacífico e Atlântico nas chuvas de monção da AS durante o verão, em uma região que cobre partes do Centro-Oeste, Sudeste, Norte e Nordeste, concluiu que há um começo tardio da precipitação em anos de El Niño, sendo que ao contrário se dá em anos de La Niña.

Muitos trabalhos analisam de forma conjunta as anomalias de TSM dos Oceanos Pacífico e Atlântico e a relação destes com a atividade convectiva na AS. Nessas análises quando se trata de Oceano Atlântico, as áreas em destaque para o estudo das anomalias de TSM variam de um trabalho para o outro. Pezzi e Cavalcanti (1998), Souza et al. (2000), Sousa (2003), Andreoli (2007) entre outros autores, avaliam um dipolo no Atlântico Tropical entre os hemisférios Norte e Sul, porém, Diaz et al. (1998), Veiga (2000) e Silva (2001) por exemplo, não restringem suas análises apenas para a região tropical do Oceano Atlântico, mas fazem também uma análise conjunta ou isolada da região subtropical do Atlântico Sul.

Andreoli (2007) concluiu que quando as anomalias de TSM no Atlântico Tropical Sul (0° , 20°S ; 30°W , 10°E) possuem o mesmo sinal que as anomalias do Pacífico Equatorial, ocorre um enfraquecimento das anomalias de precipitação no norte do Nordeste Brasileiro.

Diaz et al. (1998) observam que durante o período de outubro a dezembro, anomalias positivas de chuva no Rio Grande do Sul e sudoeste do Uruguai estão diretamente relacionadas com anomalias negativas de TSM na região da Zona de Convergência do Pacífico Sul (ZCPS) e positivas no Pacífico Equatorial, Atlântico Tropical Noroeste e Subtropical Sudoeste.

Segundo Veiga (2000), quando há anomalia de TSM negativa no Oceano Atlântico ao longo da costa sudeste do Brasil, a alta subtropical do Atlântico Sul se intensifica, aumentando assim o transporte de umidade para o continente, e conseqüentemente aumentando as chuvas de monção na AS.

Chaves (2003) associou os principais modos de variabilidade das anomalias de TSM do Atlântico Sul através da ACP com anomalias de ROL, e dentre outros resultados verificou que a convecção sobre a parte oceânica da ZCAS em latitudes subtropicais está relacionada com anomalias positivas de TSM no Atlântico Sul (~Equador – 30°S).

Diaz et al. (1998) supõem a existência de relações entre anomalias positivas de precipitação no norte do Rio Grande do Sul e anomalias positivas de TSM nas regiões da ZCAS e Atlântico Equatorial, e negativas no Atlântico Sul, em torno de 15°W.

2.3 Identificação de atividade convectiva por meio da ROL

A ROL é uma variável importante que possibilita identificar regiões com atividade convectiva tanto nos trópicos como nos subtropicais, representando, portanto, áreas onde ocorrem precipitações nestas regiões. Segundo Ohring et al. (1984), é preciso atenção quanto a utilização do campo de ROL em latitudes subtropicais, principalmente nos meses de inverno, pois as baixas temperaturas da superfície nesse período podem resultar em más interpretações dessa variável. Além disso, Nogués-Peagle e Mo (1997) também citam sobre o cuidado nas interpretações da ROL nessas regiões, pois anomalias negativas dessa variável podem estar associadas a nuvens do tipo cirrus e não com nuvens que geram precipitação. Vale ressaltar que o estudo realizado nesta dissertação compreende o período de outubro a março, sendo assim, é válida a utilização da ROL nos subtropicais como identificação de atividade convectiva.

Para a AS importantes trabalhos foram feitos utilizando climatologias de ROL, dentre eles estão: Casarin e Kousky (1986), Kousky (1988), Kousky e Kayano (1984), Veiga (2000).

Kousky (1988) identificou a posição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) através da análise da ROL e verificou que de maio a janeiro esta permanece ao norte do Equador e ao sul adjacente ao nordeste do Brasil, de fevereiro a abril.

Numa climatologia de pentadas de ROL, Kousky (1988) verifica que no final de setembro duas áreas com baixos valores de ROL se fundem, uma oriunda do noroeste do Brasil e a outra do sul e sudeste, formando uma banda convectiva associada à ZCAS, que se destaca na primavera, verão e início do outono.

Veiga (2000) analisou um período de 25 anos de dados de ROL, utilizando o mesmo critério de Kousky (1988), e obteve o período de início e fim da estação chuvosa na região de atuação da monção de verão na AS.

A oscilação 30-60 dias ou oscilação de Madden-Julian (MADDEN e JULIAN, 1971; 1972; 1994), é um fenômeno que se caracteriza por anomalias de precipitação

e ROL, que se propagam de oeste para leste, em um período aproximado de 30 a 60 dias sobre as regiões equatoriais. Portanto, o importante monitoramento desta oscilação pode ser realizado através das anomalias de ROL. Casarin e Kousky (1986) sugerem que a convecção na região da ZCPS resultava posteriormente numa intensificação da ZCAS, devido à propagação de uma oscilação do tipo 30-60 dias.

Carvalho et al. (2004) associam a oscilação Madden-Julian à intensificação ou à supressão da convecção na ZCAS, e concluem: que quando há forte convecção (anomalia negativa de ROL) no Pacífico Central e supressão da convecção (anomalia positiva de ROL) sobre a Indonésia, ocorre intensificação da atividade convectiva da ZCAS.

3 Material e métodos

3.1 Materiais

3.1.1 Dados de TSM e ROL

Os dados de TSM e ROL foram obtidos junto ao NCEP (National Center for Environmental Prediction) e NCAR (National Center for Atmospheric Research Reanalysis), numa grade regular de $1^\circ \times 1^\circ$ para a TSM e numa grade regular de $2,5^\circ \times 2,5^\circ$ para a ROL, sendo ambos os dados no formato NetCDF (Network Common Data Form). Posteriormente os dados de TSM e ROL foram transformados para uma grade de $5^\circ \times 5^\circ$, para facilitação dos cálculos. As séries de TSM e ROL são mensais e correspondem ao período de 1982 a 2006 para os meses de outubro, novembro e dezembro e ao período de 1983 a 2007 para os meses de janeiro, fevereiro e março.

Na Fig. 1 podem-se observar os limites da área de utilização dos dados que abrangem todo o Oceano Pacífico Sul e Atlântico Sul. Assim, escolheu-se áreas idênticas para as duas variáveis, TSM e ROL, com latitudes entre 5°N e 60°S e longitudes entre 30°E e 170°E .

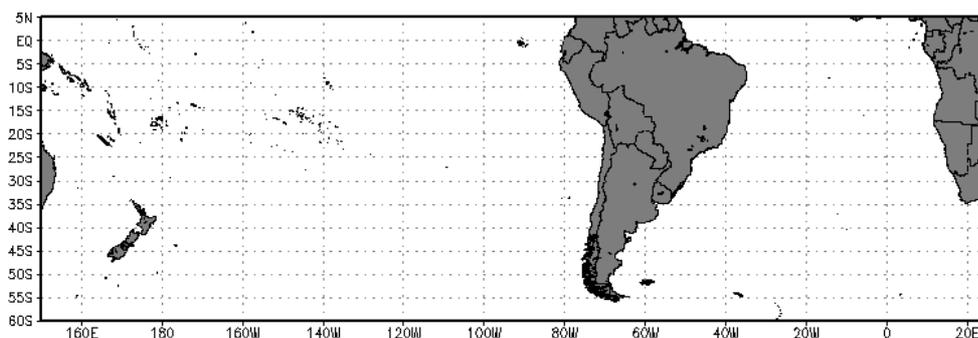


Figura 1 – Área de abrangência dos dados de TSM e ROL.

3.1.2 Dados de Precipitação

Os dados de precipitação utilizados na climatologia e nas correlações com a TSM, são mensais, e compreendem os meses de primavera e verão (outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março) entre os anos de 1982 e 2004.

As séries de dados consistidos foram obtidas junto à Agência Nacional de Águas (ANA), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO). As estações utilizadas no estudo podem ser vistas na Fig. 2, em que se pode observar uma maior densidade de estações nas Regiões Sul, Sudeste e Nordeste. No entanto, apesar do número menor de estações no Norte e Centro-Oeste do Brasil, as mesmas são suficientes para a realização dos cálculos das correlações e da climatologia. Foram utilizados dados de 466 estações da ANA, 216 do INMET e 9 da FEPAGRO, totalizando assim, 691 estações. Os nomes e as localizações das estações podem ser vistos no apêndice A.

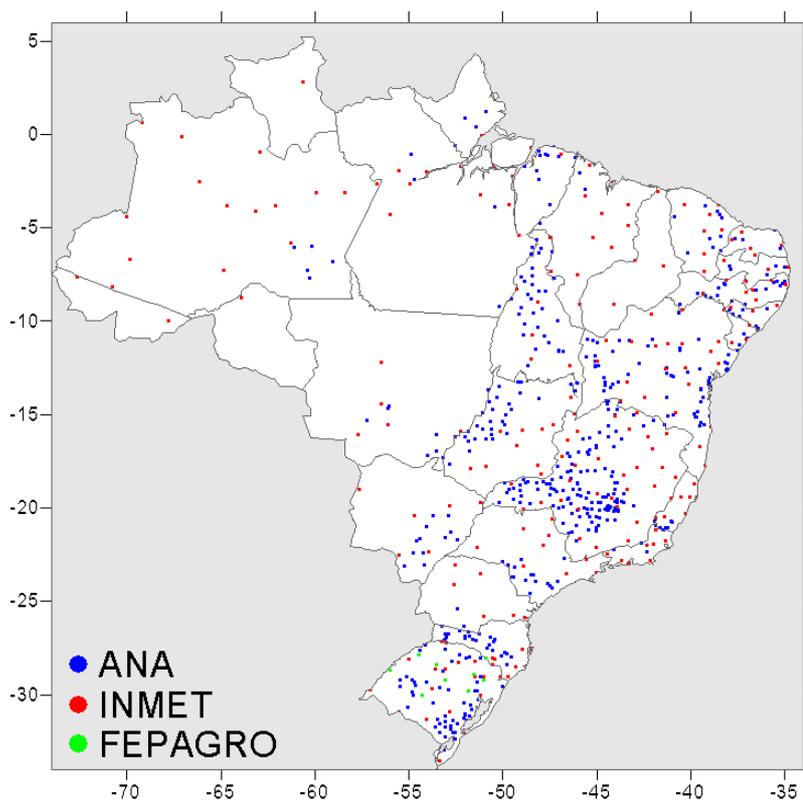


Figura 2 – Localização das estações da ANA (em azul), do INMET (em vermelho) e da FEPAGRO (em verde) utilizadas no estudo.

3.2 Métodos

3.2.1 Análise de Componentes Principais

As análises da variabilidade espacial e temporal da ROL e da TSM nos Oceanos Pacífico e Atlântico foram realizadas através da ACP. Estas variáveis foram estudadas de forma mensal, para o período de outubro a março. A técnica consiste em transformar o conjunto de dados originais (ROL e TSM em separados) em um novo conjunto, isto é, em escores, onde os componentes desta nova variável preservam parte da variabilidade e os mesmos não são correlacionados entre si, facilitando a separação espacial das oscilações temporais.

A técnica é fundamentada na relação em que uma matriz quadrática simétrica (STORCH e ZWIERS, 2000) pode ser decomposta em outras matrizes que preservam a variabilidade. A transformação dos dados originais em um novo conjunto faz uso da matriz Variância-Covariância ou matriz Correlação dos dados originais. Neste estudo será usada a matriz Correlação, a qual mostra o grau de associação entre duas variáveis aleatórias X e Y e é expressa por:

$$\text{Cor}_{(X,Y)} = \frac{\text{Cov}_{(X,Y)}}{\sqrt{\text{Var}_{(X)} \text{Var}_{(Y)}}} \dots\dots\dots(1)$$

Onde: $\text{Cov}_{(X,Y)}$ é a covariância das variáveis X e Y, e $\text{Var}_{(X)}$ e $\text{Var}_{(Y)}$ são as variâncias, de X e Y, respectivamente, i. e.:

$$\text{Cov}_{(X,Y)} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{n-1} \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{Var}_{(X)} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1} \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{Var}_{(Y)} = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1} \dots\dots\dots(4)$$

As matrizes resultantes da decomposição da matriz correlação fornecem os autovalores e os autovetores, em que tal decomposição é representada pelo produto matricial:

$$\mathbf{M} = \mathbf{V} \mathbf{\Lambda} \mathbf{V}^T \dots\dots\dots(5)$$

Onde \mathbf{M} é matriz correlação dos dados originais $p \times p$, $\underline{\mathbf{V}}$ a matriz com os autovetores $p \times p$ e Λ a matriz diagonal com os autovalores $p \times p$. Os autovetores normalizados (pesos individuais da variação em cada posição) associados a cada autovalor (peso coletivo de todas as posições) é definido como Padrão de Oscilação Principal, cuja função é identificar áreas de maior importância na explicação parcial de cada autovalor.

O percentual de explicação individual de cada autovalor é definido pela relação do valor da raiz característica da solução i , comparado ao somatório das p possíveis soluções das equações que descrevem a matriz \mathbf{M} , sendo $i \leq p$ e por definição $\lambda_1 \geq \lambda_2 \dots \geq \lambda_p$. Cada autovalor λ_i da matriz \mathbf{M} corresponde um conjunto de p autovetores. A porcentagem de contribuição de λ_i na variação total pode ser vista abaixo:

$$\text{Porção}_i = \frac{\lambda_i}{\sum_{a=1}^p \lambda_a} \% \text{ de contribuição de } \lambda_i \dots\dots\dots(6)$$

A combinação dos autovetores \mathbf{V} derivados da matriz \mathbf{M} e os dados originais padronizados \mathbf{Y} produzem novas variáveis, definidas como escores dos componentes principais (CP):

$$\underline{\mathbf{Z}} = \underline{\mathbf{V}}^T \underline{\mathbf{Y}} \dots\dots\dots(7)$$

Os escores representam a combinação da dispersão espacial dos dados originais em cada tempo, sendo não correlacionados entre si. Assim, é possível correlacionar todos os escores das variáveis ROL e TSM, de forma a verificar as relações mais evidentes. As relações foram feitas entre os padrões avaliados pelo coeficiente de correlação entre os diferentes escores temporais, conforme a equação 1.

Os cinco primeiros escores da TSM obtidos na ACP também são correlacionados com os dados de precipitação no Brasil. As relações feitas dentro do próprio mês são chamadas de T_0 , e num período defasado de 1 e 2 meses, chamadas de T_{-1} e T_{-2} , respectivamente. Portanto, T_0 , representa, por exemplo, os escores da TSM de outubro relacionada com a chuva de outubro; T_{-1} , os escores da

TSM de outubro relacionada com a chuva de novembro; e T_{-2} , os escores da TSM de outubro relacionada com a chuva de dezembro.

As decomposições matriciais e as gerações de escores foram feitas em rotinas de programação C, as quais podem ser acessadas nas bibliotecas de funções do software de domínio público LCC Win32, que está disponível em <http://www.cs.virginia.edu/~lcc-win32/>.

Para facilitar as interpretações visuais dos autovetores foram geradas figuras através do software Grads (Grid Analysis and Display System), o qual também é de domínio público e está disponível em <http://www.iges.org/grads/>. Já os mapas de correlação dos escores da TSM com a precipitação, foram elaborados com o software Surfer 8.0, utilizando-se do método Kriging de interpolação.

3.2.2 Regressão Linear Múltipla

Para testar o poder de previsibilidade da precipitação mensal de dezembro a março, a técnica empregada foi a de regressão linear múltipla, utilizando como variáveis dependentes, isto é, dados preditantes, a precipitação mensal de dezembro a março no Brasil, de 691 estações, e como variáveis independentes (preditores) os 5 primeiros escores obtidos nas componentes principais da TSM dos meses de outubro a janeiro. Portanto, há um período de defasagem de 2 meses entre os escores mensais da TSM e a precipitação prevista.

O modelo geral de regressão linear múltipla (STORCH & ZWIERS, 2000) de quaisquer p variáveis independentes (informações exploratórias) sobre uma variável dependente é expresso por:

$$Y_i = a_0 + a_1X_1 + \dots + a_pX_p + e_i \dots \dots \dots (8)$$

Onde: Y_i representa a variável estimada para o tempo i ; $X_{(1...p)}$ representam as p variáveis exploratórias; $a_{(0...p)}$ representam os coeficientes de regressão no ajuste linear entre as p variáveis exploratórias e a variável dependente; e_i representa o erro na estimativa da variável Y no tempo i .

O modelo de regressão linear de forma matricial (STORCH & ZWIERS, 2000) pode ser representado por:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X} \mathbf{A} + \boldsymbol{\varepsilon} \dots \dots \dots (9)$$

Onde:

$$\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} \quad \mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & X_{1,1} & X_{2,1} & \dots & X_{p,1} \\ 1 & X_{1,2} & X_{2,2} & \dots & X_{p,2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1 & X_{1,n} & X_{2,n} & \dots & X_{p,n} \end{bmatrix} \quad \mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ \vdots \\ \vdots \\ a_p \end{bmatrix} \quad \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ e_n \end{bmatrix}$$

Sendo:

X - matriz de delineamento, variáveis independentes conhecidas;

A - vetor dos parâmetros fixos, definidos com coeficientes de regressão linear;

Y - vetor de observações da variável dependente Y;

ε - vetor dos erros aleatórios.

Para facilitar o processamento supõem-se que o erro é minimizado.

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{Y} - \hat{\mathbf{Y}} = \mathbf{Y} - \mathbf{X} \hat{\mathbf{A}} \dots \dots \dots (10)$$

A variação total existente sobre uma variável Y é representada pela soma dos quadrados total (SQT):

$$SQT = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 \dots \dots \dots (11)$$

Em geral, a tentativa de ajustar a variação total da variável Y através da relação linear da variação de outras variáveis X_1, \dots, X_p não é totalmente contemplada, onde a parcela complementar representa o erro da regressão. A variação total do erro da regressão é representada pela soma dos quadrados dos erros (SQE) individuais.

$$SQE = \sum_{i=1}^n (Y_i - a_0 - a_1 X_{1i} - \dots - a_p X_{pi})^2 \dots \dots \dots (12)$$

ou,

$$SQE = \sum_{i=1}^n \left(Y_i - \hat{Y}_i \right)^2 \dots\dots\dots (13)$$

A diferença entre o somatório dos desvios quadrados total de Y e o somatório dos desvios quadrados não explicada deste total, define a soma dos desvios quadrados explicado pelo modelo de regressão:

$$SQR = SQT - SQE \dots\dots\dots (14)$$

A relação entre a soma dos desvios quadrados da regressão e a soma dos desvios quadrados total determina o coeficiente de determinação; o qual representa o percentual de variação explicado pelo modelo de regressão de Y ajustados pelas variáveis X_1, \dots, X_p .

$$R^2 = \frac{SQR}{SQT} \dots\dots\dots (15)$$

Optou-se por representar a parte explicada no modelo de regressão através do coeficiente de correlação entre o previsto e o observado (skill, poder de previsibilidade do modelo) no período dependente (PD), entre 1983 e 2004. O nível de significância mínimo exigido de 5% corresponde a um valor mínimo de correlação necessário calculado pelo teste *t*.

Foi testado, de forma qualitativa, um período independente (PI) para os anos de 2005 e 2006, em 7 estações do INMET escolhidas no Brasil, as quais são: Porto Alegre (Est_1), São Paulo (Est_2), Brasília (Est_3), Cuiabá (Est_4), Recife (Est_5), São Luís (Est_6) e Manaus (Est_7).

A técnica dos percentis é utilizada para avaliar o desempenho do modelo no período de teste, tal técnica é aplicada aos dados observados para a determinação de 5 classes:

- muito abaixo do normal (MAB): valores abaixo ou igual ao percentil 15;
- abaixo do normal (AB): valores acima do percentil 15 e abaixo ou igual ao percentil 35;
- normal (N): valores acima do percentil 35 e abaixo do percentil 65;

- acima do normal (AC): valores acima ou igual ao percentil 65 e abaixo do percentil 85;
- muito acima do normal (MAC): valores acima ou igual ao percentil 85.

As classes dos valores observados e previstos são comparadas, considerando-se altamente satisfatória a previsão do modelo no PI, quando há coincidência entre as mesmas.

3.2.3 Teste de Significância

Foi analisado o nível de significância do coeficiente de correlação, o qual representa a relação linear entre as variáveis em estudo, variando entre -1 (correlação perfeita negativa) e +1 (correlação perfeita positiva). O valor mínimo do teste “*t*” *Student* é definido em função do número de elementos e do coeficiente de correlação, dado pela equação 8.

$$t = \frac{r \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \dots\dots\dots(16)$$

Onde: *t* é o valor do teste calculado; *r* é o coeficiente de correlação entre as variáveis; *n* é o número de dados da amostra.

Os coeficientes de correlação foram calculados entre todos os escores individuais da TSM e todos os escores da ROL. Da mesma forma, foram calculados os coeficientes entre os escores da TSM e a precipitação no Brasil. Por fim, o nível de significância também foi calculado entre os dados de precipitação observada e prevista pelo modelo, para determinar o poder de previsão do mesmo.

4 Resultados e discussão

4.1 Resultados das correlações entre os escores da TSM e ROL

A porcentagem de explicação de cada CP, principalmente da ROL, não varia muito e não possui valores muito altos, por exemplo, a primeira CP de outubro explica 14,5% e a quarta CP explica 7,6%, isso nos leva a crer que a variabilidade temporal apresenta também muita variabilidade espacial, necessitando de muitas componentes para explicar a variação total desta variável.

Os percentuais de explicação das 10 primeiras CP's da TSM e ROL para os meses de outubro a março são mostrados a seguir nas tabelas 1 e 2, respectivamente:

Tabela 1 – Percentual de explicação das 10 primeiras CP's da TSM para os meses de outubro a março.

TSM	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar
CP1	23,0	22,5	22,3	23,1	21,8	21,1
CP2	9,7	9,5	9,7	10,2	11,4	11,4
CP3	8,8	8,8	9,2	8,4	8,3	8,8
CP4	6,8	7,1	6,2	6,3	7,1	6,9
CP5	6,3	5,3	5,8	5,8	6,3	6,4
CP6	5,1	5,2	5,2	5,6	5,8	5,3
CP7	4,9	4,7	4,9	5,3	5,3	4,9
CP8	3,9	4,5	4,4	4,2	4,6	4,1
CP9	3,3	4,0	4,0	3,8	3,7	3,8
CP10	3,2	3,3	3,4	3,3	2,9	3,4
Total	74,9	74,8	75,1	76,1	77,3	76,1

Tabela 2 – Percentual de explicação das 10 primeiras CP's da ROL para os meses de outubro a março.

ROL	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar
CP1	14,5	14,8	14,1	17,2	13,8	14,2
CP2	10,4	12,4	9,8	9,6	10,8	10,7
CP3	8,4	9,3	7,8	8,8	8,2	8,9
CP4	7,6	6,9	6,7	7,2	6,3	6,1
CP5	5,8	5,9	6,1	5,8	5,7	6,0
CP6	5,2	5,3	5,9	4,7	5,4	5,2
CP7	4,8	5,0	4,9	4,5	4,5	4,9
CP8	4,5	4,0	4,5	4,2	4,4	4,3
CP9	4,0	3,9	4,4	3,9	4,0	3,9
CP10	3,9	3,3	4,0	3,5	3,8	3,8
Total	69,0	70,8	68,0	69,4	66,8	68,0

Comparando as CP's da TSM e da ROL pode-se notar, por meio das Tabelas 1 e 2, que as CP's 1 da TSM possuem um maior percentual de explicação do que as CP's 1 da ROL, entretanto, as demais CP's da TSM e ROL, em média, apresentam grande semelhança no valor da explicação em todos os meses da análise (ver gráficos em apêndice B).

A interpretação da correlação entre os escores da TSM e ROL foi realizada com o intuito de buscar uma identificação dos sistemas meteorológicos, ou áreas de forte atividade convectiva, que atuam sobre o continente Sul-americano entre os meses de outubro a março (por meio da ROL), procurando compreender a relação destes com os padrões de oscilação dos Oceanos Pacífico e Atlântico (por meio da TSM).

Quanto ao número de CP's a serem utilizadas são vários os métodos que auxiliam na tomada de decisão, como por exemplo o critério de Jolliffe, que propõe uma modificação na Regra de Kaiser, em que o menor autovalor deve ser maior que 0,7 vezes a média dos demais autovalores (WILKS, 2006). Entretanto, no trabalho foi adotado o método de *Scree Plot*, que é baseado na análise visual da representação gráfica dos autovalores versus os componentes, sendo que a definição do número de componentes é estabelecida quando a variação passa a ser pequena. Assim, a avaliação dos escores das CP's foi feita até a 5ª CP da TSM e a 5ª CP da ROL de cada mês, sendo que em vários casos as correlações entre esses

escores obtiveram significâncias de 1 e 5%. Os casos estudados estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3 – Casos estudados para interpretação dos autovetores.

Mês	Autovetores da TSM	Autovetores da ROL	Correlação entre os escores
Outubro	CP1	CP1	-0,891**
Outubro	CP2	CP3	+0,480*
Outubro	CP3	CP2	-0,429*
Novembro	CP1	CP1	-0,772**
Novembro	CP2	CP4	-0,434*
Novembro	CP3	CP5	-0,432*
Dezembro	CP1	CP1	-0,838**
Dezembro	CP5	CP5	+0,490**
Janeiro	CP1	CP1	+0,910**
Janeiro	CP5	CP3	+0,496*
Fevereiro	CP1	CP1	+0,811**
Fevereiro	CP2	CP3	+0,701**
Março	CP1	CP1	+0,785**
Março	CP2	CP5	+0,621**
Março	CP4	CP3	-0,454*

*Correlação é significativa a 5%; **Correlação é significativa a 1%.

Através dos critérios adotados foram escolhidos três casos nos meses de outubro, novembro e março, e dois nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, totalizando assim quinze.

Em nove dos quinze casos a correlação entre os escores da TSM e da ROL foi significativa a 1%, e os outros seis a 5%. Destacam-se as correlações entre a CP1 da TSM e a CP1 da ROL, quem apresentaram sempre valores altos e significativos a 1%.

Dentre os casos da tabela 3, nota-se que dos oito casos observados entre outubro e dezembro, seis têm um valor negativo de correlação, enquanto que, dos sete casos de janeiro a março, seis têm correlação positiva.

A seguir é apresentada a interpretação dos campos dos autovetores da TSM e ROL, bem como as correlações entre as duas variáveis, para os casos escolhidos entre os meses de outubro a março. É importante lembrar que o módulo dos autovetores indica a intensidade da anomalia em determinada área, e o sinal servirá para se obter a relação existente entre as variáveis TSM e ROL.

As interpretações foram divididas conforme a relação que cada CP de 1 até 5 da TSM teve com as CP's da ROL. Para validar alguns casos mostrados nesta seção, é apresentado no apêndice C campos de anomalias mensais de TSM e ROL, os quais possuem padrões semelhantes aos mostrados nas relações entre as CP's das duas variáveis.

4.1.1 Análise da relação entre as CP's 1 da TSM e as CP's da ROL

Em todos os meses do estudo, as CP's 1 da TSM (Fig. 3, 4 e 5) apresentam uma correlação altamente significativa com as CP's 1 da ROL, mostrando, um comportamento muito semelhante, com um padrão de ENOS bem definido, em que há duas áreas de mesmo sinal, uma no Pacífico Equatorial e outra no Pacífico Sul em latitudes médias, além de outra com o sinal oposto na região da ZCPS estendendo-se até o Pacífico Leste. A partir de dezembro, nota-se também, a presença de uma outra área no Atlântico Sul, sempre com sinal oposto à região do Pacífico Equatorial.

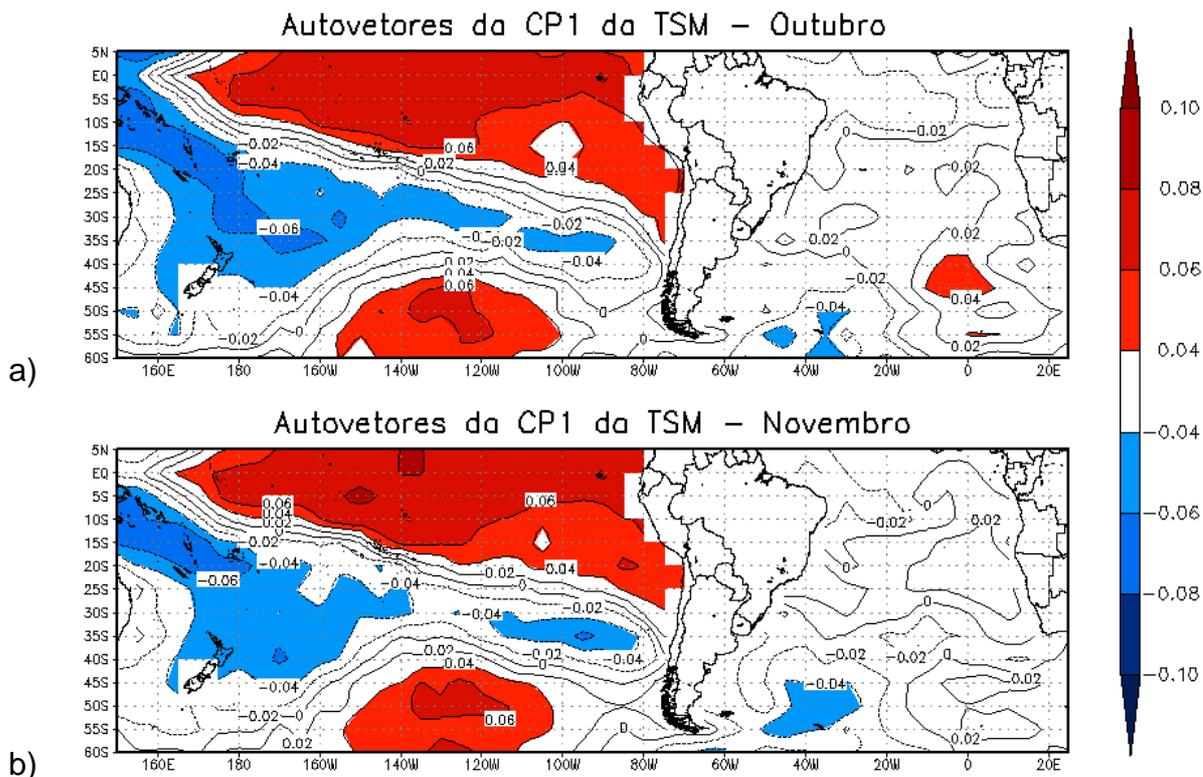


Figura 3 – Magnitude dos autovetores associados a CP1 da TSM dos meses de (a) outubro e (b) novembro.

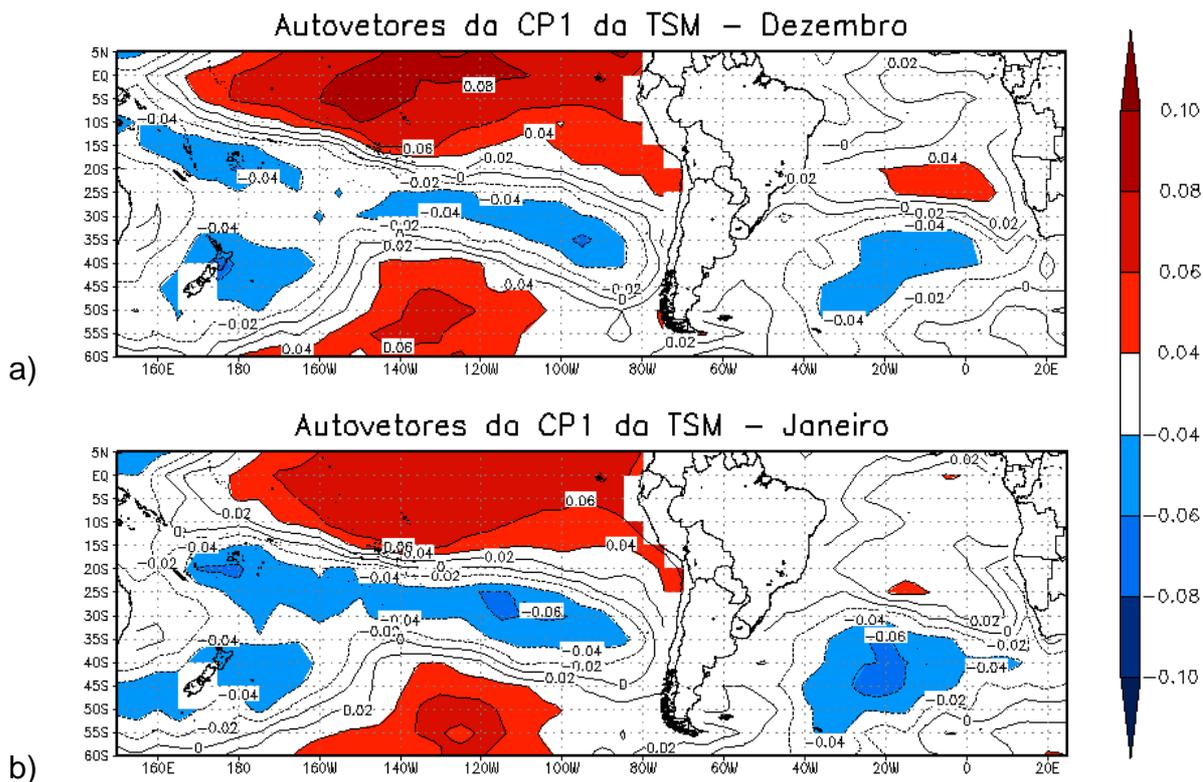


Figura 4 – Magnitude dos autovetores associados a CP1 da TSM dos meses de (a) dezembro e (b) janeiro.

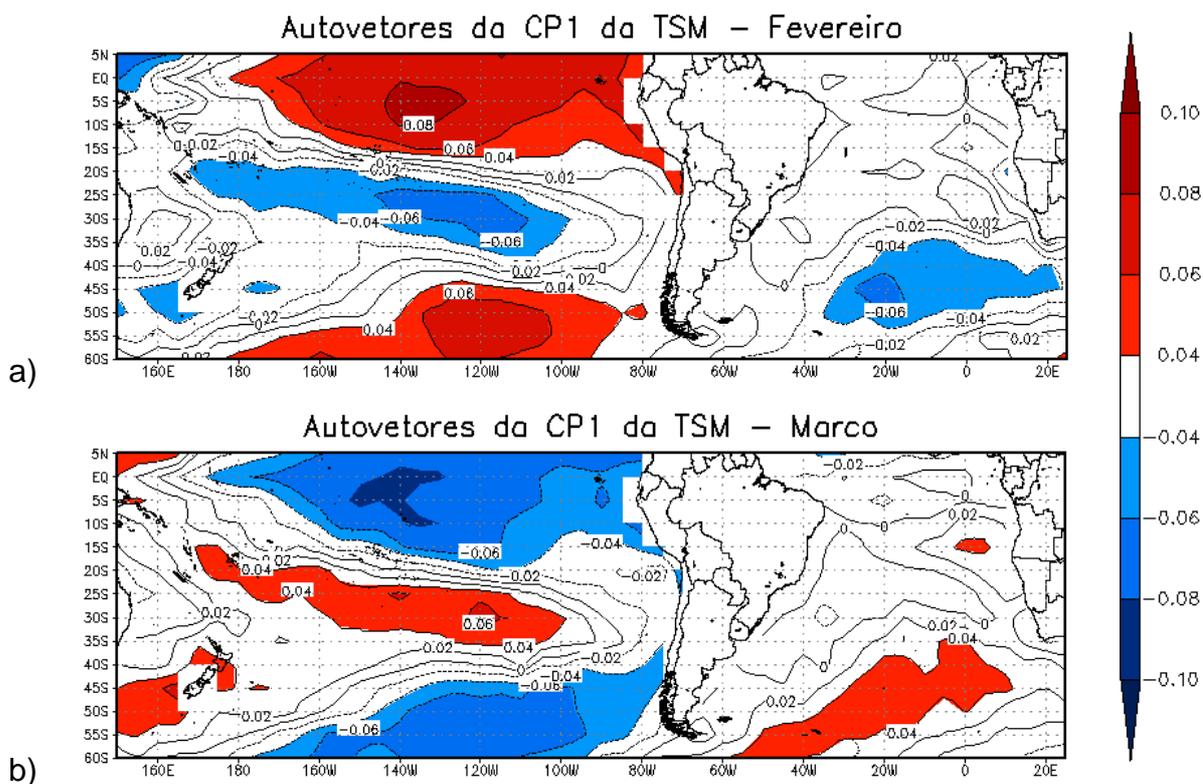


Figura 5 – Magnitude dos autovetores associados a CP1 da TSM dos meses de (a) fevereiro e (b) março.

A correlação de $-0,891$, significativa a 1%, entre a CP1 da TSM (Fig. 3a) e a CP1 da ROL (Fig. 6) do mês de outubro, indica que: anomalias de TSM positivas (negativas) no Pacífico Equatorial e Pacífico Sul em latitudes médias, negativas (positivas) na região da ZCPS até o Pacífico Leste podem estar associadas ao aumento (redução) da convecção em uma faixa que se estende desde o Pacífico Leste até o Uruguai (ver apêndice C).

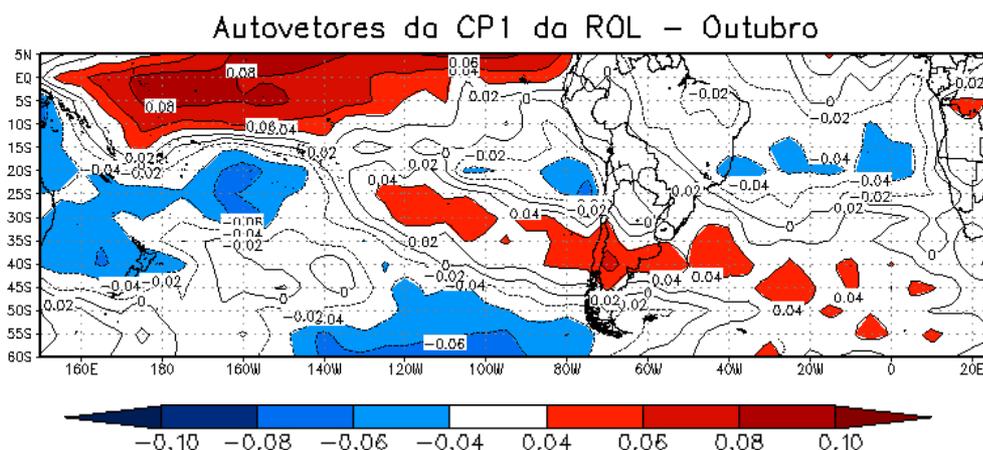


Figura 6 – Magnitude dos autovetores associados a CP1 da ROL do mês de outubro.

Semelhante ao caso apresentado na Fig. 6, Oliveira (2005), durante eventos do fenômeno La Niña é observada uma tendência à diminuição da chuva entre os meses de junho a fevereiro, principalmente no centro-nordeste da Argentina, Uruguai e Rio Grande do Sul.

No mês de novembro, a CP1 da ROL (Fig. 7), apresenta sinais muito semelhantes a CP1 da ROL de outubro (Fig. 6) no Oceano Pacífico. Em ambas CP's de ROL nota-se a presença de uma área na região da ZCPS e outra de sinal oposto no Pacífico Equatorial. No entanto, a CP1 da ROL de novembro apresenta um padrão mais bem definido sobre a AS, onde destaca-se uma área com orientação noroeste-sudeste, se estendendo desde o norte do Brasil até o Atlântico Sul, entre 5°S e 25°S , a qual está associada a ZCAS ativa ou não-ativa. Além desta, verifica-se outra área, com sinal oposto àquela, sobre o Sul do Brasil, entre 20°S e 35°S . Estas duas áreas indicam um padrão inverso entre o Sul e as Regiões Sudeste, partes do Norte e Nordeste do país (ver apêndice C).

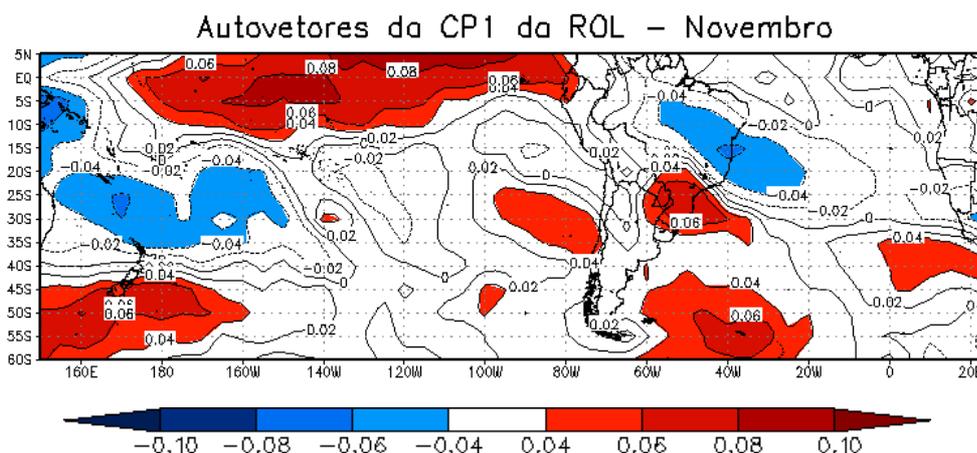


Figura 7 – Magnitude dos autovetores associados a CP1 da ROL do mês de novembro.

Tal padrão é muito semelhante ao encontrado por Nogués-Paegle e Mo (1997) e Paegle et al. (2000), em que associam forte convecção na ZCAS com déficit de chuva sobre as planícies subtropicais da AS (região Sul do Brasil, Uruguai e Nordeste da Argentina). Da mesma forma, eventos fracos da ZCAS estão associados com fortes chuvas nessas planícies, caracterizando assim um padrão tipo dipolo entre essas duas áreas.

A correlação de $-0,772$, significativa a 1%, entre a CP1 da TSM (Fig. 3b) e a CP1 da ROL (Fig. 7) do mês de novembro, indica que: anomalias de TSM positivas (negativas) no Pacífico Equatorial e Sul em latitudes médias e, negativa (positivas) na região da ZCPS, podem estar associadas a intensificação (desintensificação) da convecção sobre a Região Sul do Brasil e a inexistência (existência) de ZCAS, observada no campo de ROL.

Coelho et al. (1999) encontraram resultados semelhantes ao estudar eventos de El Niños fortes e moderados ocorridos no período de 1969 a 1998. Nestes casos os autores verificaram a presença de anomalias positivas de precipitação no Sul do Brasil (superiores a 100 mm), porém para El Niños fracos, eles observaram as anomalias negativas em torno de -50 mm. Resultado semelhante é obtido na correlação entre a CP1 da TSM e a CP1 da ROL em novembro, que mostra o aumento (redução) da convecção no Sul do Brasil em uma situação de El Niño (La Niña).

Além disso, a existência de uma anomalia positiva (negativa) de ROL na região da ZCPS pode estar associada a fraca (forte) convecção da ZCAS, assim como em Carvalho et al. (2004), que associa a intensificação (supressão) da

convecção sobre a Indonésia e a supressão (intensificação) da convecção na ZCPS, com a supressão (intensificação) da atividade convectiva da ZCAS, tal padrão está relacionado com a oscilação 30-60 dias ou oscilação Madden-Julian.

Em dezembro verifica-se na CP1 da ROL (Fig. 8) uma área na região da ZCPS mais organizada que nas CP1 de outubro (Fig. 9) e de novembro (Fig. 10), que se estende até o sudeste da AS. Outro destaque é uma extensa área que se estende zonalmente sobre o Sul do Brasil, Uruguai e centro da Argentina, entre 40°W e 95°W. Ressalta-se também duas áreas, uma sob re o norte das Regiões Norte e Nordeste do Brasil e outra entre a costa oeste Sul-americana e o oeste do Brasil, entre 90°W e 40°W, que mesmo não apresentam valores altos, são importantes pois devem-se aos efeitos da circulação em altos níveis, em que tem-se sobre a AS a Alta da Bolívia e o Cavado do Nordeste.

A correlação de -0,883, significativa a 1%, entre a CP1 da TSM (Fig. 4a) e a CP1 da ROL (Fig. 8) do mês de dezembro, indica que: anomalias de TSM positivas (negativas) no Pacífico Equatorial e Pacífico Sul em latitudes médias, negativas (positivas) entre a região da ZCPS e o Pacífico Leste, positivas (negativas) no Atlântico Central, entre 20°S e 27°S, negativas (positivas) no Atlântico Sul, entre 35°S e 52°S, podem estar associadas à intensificação (desintensificação) da convecção no Sul do Brasil, Uruguai e centro da Argentina, e a desintensificação (intensificação) da convecção no norte das Regiões Norte e Nordeste do Brasil e oeste da AS (ver apêndice C).

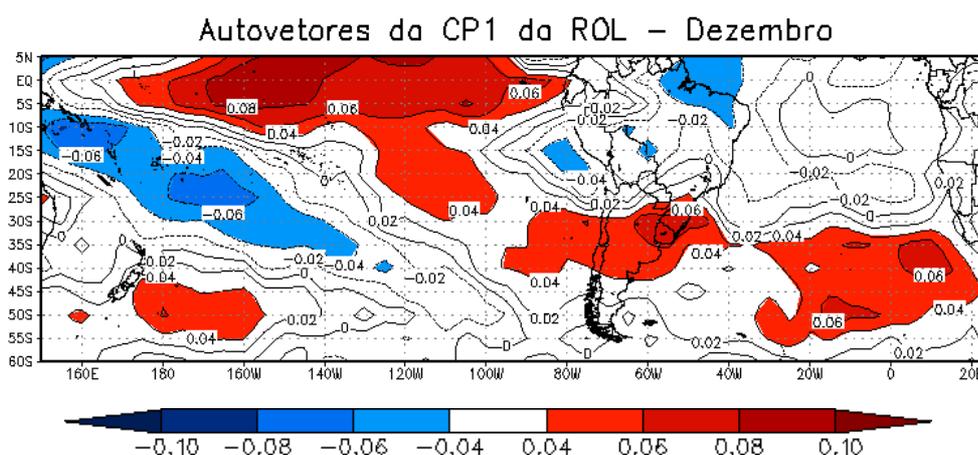


Figura 8 – Magnitude dos autovetores associados a CP1 da ROL do mês de dezembro.

Kousky et al. (1984) citam que a falta de precipitação no norte do Nordeste brasileiro em anos de El Niño pode estar associada aos ramos ascendente e descendente da célula de Walker, em que o ascendente estaria sobre o Pacífico Equatorial Leste e o descendente sobre o Nordeste do Brasil, induzindo assim, a um déficit de chuvas nessa região.

Na Fig. 9 pode-se visualizar a CP1 da ROL de janeiro, com uma área na região da ZCPS, não tão extensa como a da CP1 do mês de dezembro (Fig. 8), mas de semelhante intensidade. Outra grande área (de mesmo sinal que a da ZCPS) compreende quase todo o norte do Brasil e noroeste Sul-americano. Com o sinal oposto, ainda há uma outra área sobre parte do Sudeste e Nordeste brasileiro até o Oceano Atlântico Central entre 10°W e 50°W.

A alta correlação de +0,910, significativa a 1%, entre a CP1 da TSM (Fig. 4b) e a CP1 da ROL (Fig. 9) do mês de janeiro, indica que: anomalias de TSM positivas (negativas) no Pacífico Equatorial e Pacífico Sul em latitudes médias, negativas (positivas) na região da ZCPS, e negativas (positivas) no Atlântico Sul, podem estar associadas a redução (aumento) da convecção no Norte do Brasil e noroeste da AS e ao aumento (redução) entre as Regiões Sudeste e Nordeste. (ver apêndice C).

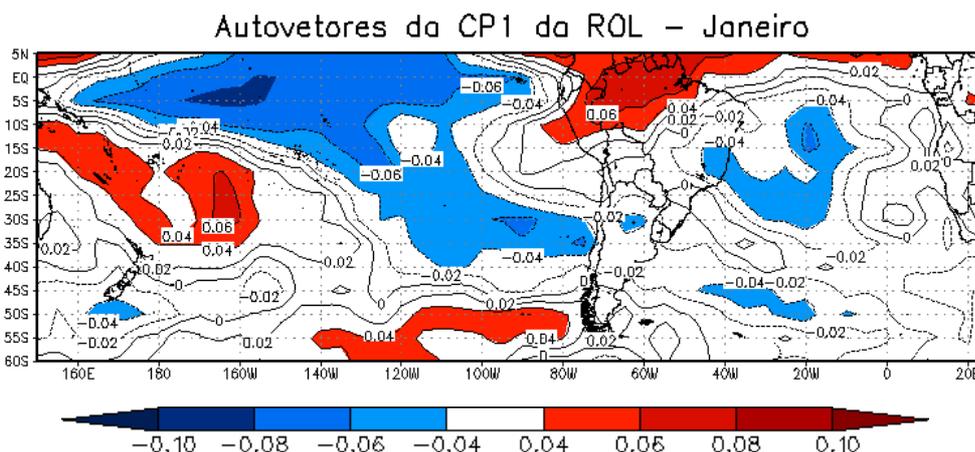


Figura 9 – Magnitude dos autovetores associados a CP1 da ROL do mês de janeiro.

Em fevereiro a CP1 da ROL (Fig. 10) tem um padrão bastante semelhante ao da CP1 da ROL de dezembro (Fig. 8), sendo uma significativa área na região da ZCPS e outra de sinal oposto sobre o sudeste do Pacífico e centro da Argentina, entre 22°S e 40°S, a qual se posiciona mais à oeste se comparada ao mês de dezembro. O mais importante destaque é novamente a constatação de duas áreas,

uma sobre o norte do Brasil, entre 40°W e 60°W, e a outra na costa oeste da AS, a qual se estende até o oeste do Brasil, entre 10°S e 25°S.

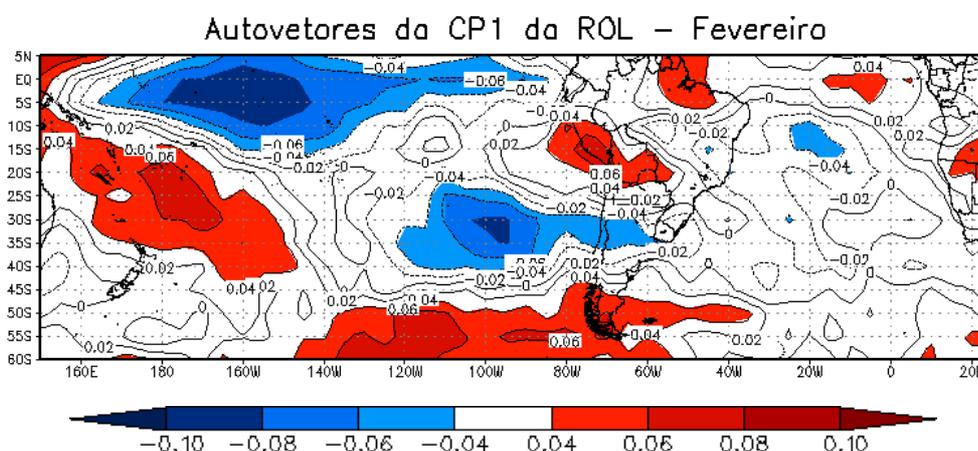


Figura 10 – Magnitude dos autovetores associados a CP1 da ROL do mês de fevereiro.

A correlação de +0,811, significativa a 1%, entre a CP1 da TSM (Fig. 5a) e a CP1 da ROL (Fig. 10) do mês de fevereiro, indica que: anomalias de TSM positivas (negativas) no Pacífico Equatorial e Pacífico Sul em latitudes médias, negativas (positivas) na região da ZCPS e no Atlântico Sul, entre 30°S e 55°S, podem estar associadas à desintensificação (intensificação) da convecção no norte do Brasil, entre 40°W e 60°W, e oeste da AS, entre 10°S e 25°S, além do aumento (redução) da convecção no centro da Argentina. Portanto, assim como em dezembro, tem-se novamente uma relação entre a área à oeste da AS com a convecção associada a Alta da Bolívia (ver apêndice C).

A CP1 da ROL (Fig. 11) de março, assim como as CP's1 da ROL de dezembro (Fig. 8) e fevereiro (Fig. 10), apresenta duas importantes áreas: uma no Norte e Nordeste do Brasil, entre 5°N e 5°S, e outra no oeste da AS, entre 5°S e 20°S, porém essa área se posiciona mais para o interior do continente do que em dezembro e fevereiro.

A correlação de +0,785, significativa a 1%, entre a CP1 da TSM (Fig. 5b) e a CP1 da ROL (Fig. 11) de março, indica que: anomalias negativas (positivas) de TSM no Pacífico Equatorial e Pacífico Sul, em latitudes médias, positivas (negativas) na região da ZCPS, se estendendo até o Pacífico Leste, e positivas (negativas) no Atlântico Sul, entre 35°S e 60°S, podem estar associadas à intensificação (desintensificação) da convecção no Norte e Nordeste do Brasil, entre 5°N e 5°S, e oeste da AS, entre 5°S e 20°S (ver apêndice C).

Assim como nos meses de dezembro e fevereiro, a falta de chuvas no mês de março no norte das Regiões Norte e Nordeste, podem estar associadas em períodos de El Niño, ao ramo descendente da célula de Walker sobre essas regiões (KOUSKY et al., 1984).

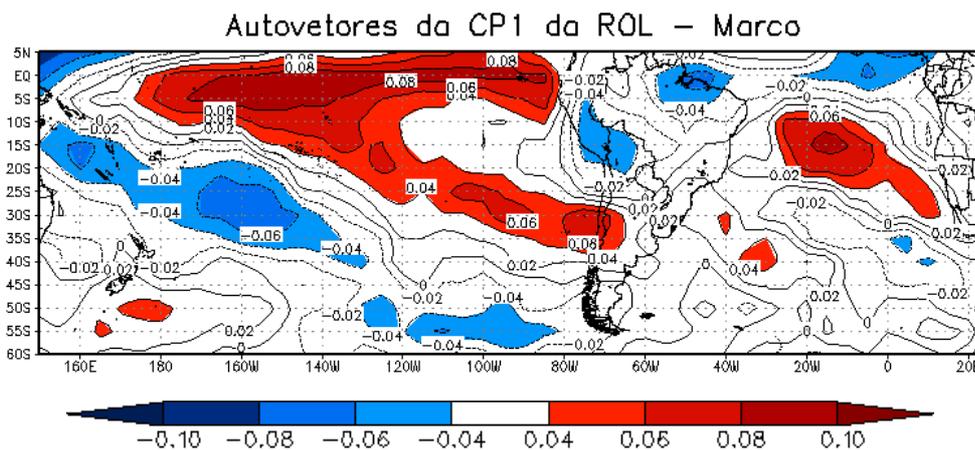


Figura 11 – Magnitude dos autovetores associados a CP1 da ROL do mês de março.

4.1.1.1 Resumo dos resultados obtidos das relações entre as CP's 1 da TSM e ROL

As correlações entre os escores das CP's 1 da TSM e as CP's 1 da ROL foram sempre altas e significativas a 1%. Diante disso, e do mesmo padrão da CP1 da TSM em todos os meses (padrão ENOS, ver Fig. 3, 4 e 5), a importante relação em cada mês com a CP1 da ROL é resumidamente mostrada na tabela 4:

Tabela 4 – Relação entre o padrão de TSM da CP1 com a convecção observada em cada mês (outubro a março) na CP1 da ROL.

Mês	Atividade convectiva associada
Outubro	Intensificação ou desintensificação da convecção na porção central e sul da Argentina.
Novembro	Desintensificação ou intensificação da ZCAS; Aumento ou redução da convecção no sul do Brasil.
Dezembro	Marcante intensificação ou desintensificação da convecção no Sul do Brasil; Presença de convecção associada à Alta da Bolívia na costa oeste da AS, entre 10°S e 20°S; Aumento ou redução da convecção no Norte das regiões Norte e Nordeste do Brasil (40°W e 60°W).
Janeiro	Intensificação ou desintensificação da convecção no Noroeste da AS.
Fevereiro	Padrão semelhante ao encontrado em dezembro, com a presença de convecção associada à Alta da Bolívia na costa oeste da AS até o Oeste do Brasil, entre 10°S e 25°S; Desintensificação ou intensificação da convecção no Norte das regiões Norte e Nordeste do Brasil (40°W e 60°W).
Março	Padrão semelhante ao encontrado em dezembro e fevereiro, porém, a convecção associada à Alta da Bolívia está somente sobre o continente Sul-americano, entre 5°S e 20°S; Desintensificação ou intensificação da convecção no Norte das regiões Norte e Nordeste do Brasil (40°W e 60°W).

4.1.2 Análise da relação entre as CP's 2 da TSM e as CP's da ROL

Em outubro observa-se na CP2 da TSM (Fig. 12a) que no Oceano Atlântico há duas áreas de sinais opostos que formam um dipolo: uma adjacente à costa do Nordeste brasileiro cobrindo o Atlântico Central e leste, e outra no Atlântico Sul próximo à costa Sul-Sudeste do Brasil, entre 20°W e 40°W. Outras duas áreas também de sinais opostos são observadas, uma no Pacífico Equatorial Oeste e outra se estendendo desde o Pacífico Leste até o Pacífico Sudeste, em latitudes médias.

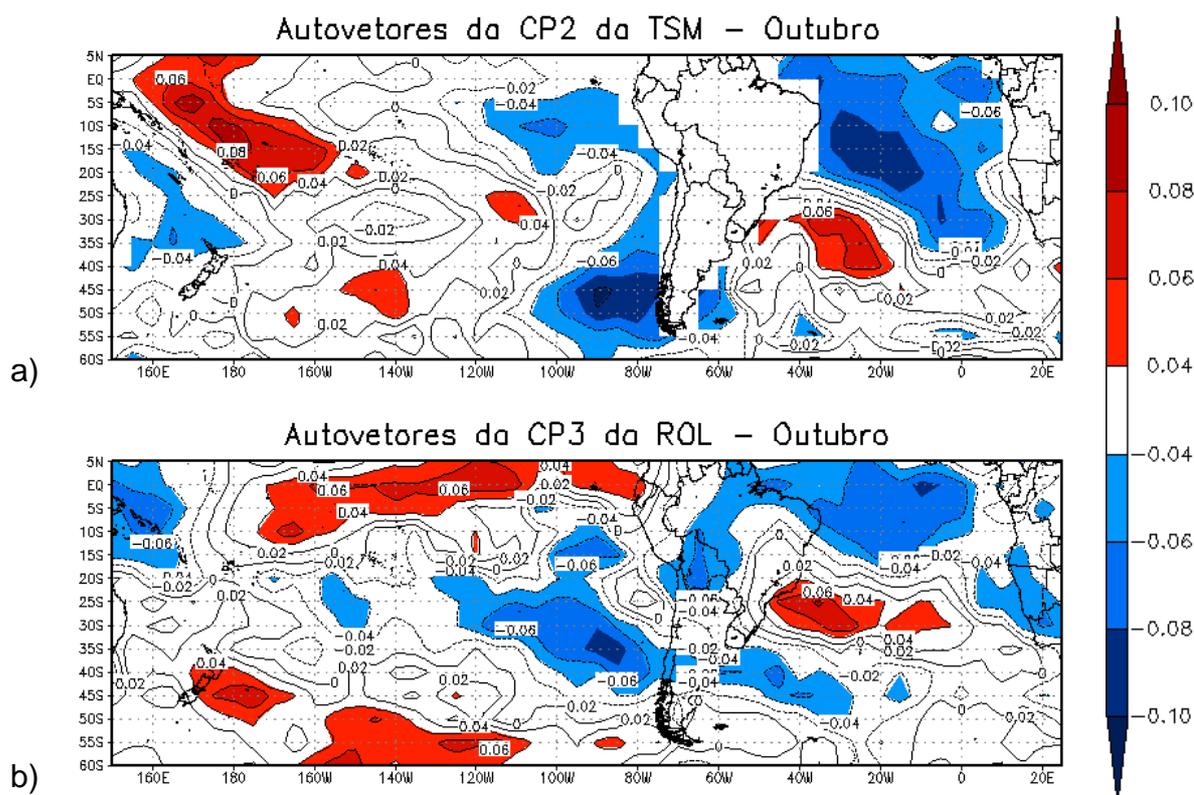


Figura 12 – Magnitude dos autovetores associados a (a) CP2 da TSM e a (b) CP3 da ROL do mês de outubro.

Na CP3 da ROL (Fig. 12b) nota-se uma grande área que se estende desde o Oceano Pacífico Leste passando pelo centro da Argentina até o Atlântico Sul entre 20°S e 50°S, outra extensa área é verificada sobre o Oceano Atlântico em latitudes baixas junto ao Nordeste brasileiro que se estende meridionalmente sobre o continente Sul-americano até o Paraguai. Na costa Sudeste do Brasil há uma área bastante intensa que vai até o Atlântico Central, entre 20°W e 50°W.

A correlação de +0,480, significativa a 5%, entre a CP2 da TSM (Fig. 12a) e a CP3 da ROL (Fig. 12b) do mês de outubro, indica que: anomalias de TSM negativas (positivas) no Atlântico Central e próximo a costa Nordeste do Brasil,

positivas (negativas) no Atlântico perto da costa Sudeste do Brasil, negativas (positivas) no Pacífico Leste-Sudeste e positivas (negativas) no Pacífico Equatorial Oeste podem estar associadas a intensificação (desintensificação) da convecção sobre o setor norte do Nordeste, parte da Região Norte, oeste do Centro-Oeste do Brasil, Bolívia, norte do Paraguai e centro da Argentina, além da redução (aumento) da convecção na costa Sudeste do Brasil. Vale destacar que essa área sobre o Oceano Atlântico junto à costa Sudeste brasileira, entre 20°W e 50°W (Fig. 8), está entre uma região de forte gradiente de temperatura da superfície do mar. Segundo Veiga (2000), as chuvas de monção da AS estão associadas a um dipolo no Oceano Atlântico do período de agosto a outubro, em que há anomalias negativas na costa Nordeste do Brasil e positivas na costa Sudeste.

Em novembro é observado na CP2 da TSM (Fig. 13a), assim como em outubro (Fig. 12a), um dipolo no Oceano Atlântico, porém, a área no Atlântico Sul está mais afastada da costa brasileira e apresenta menor intensidade, quando comparada ao mês anterior. Destacam-se também duas áreas de sinais opostos sobre o Pacífico Central, uma entre 100°W e 120°W e a outra entre 140°W e 160°W.

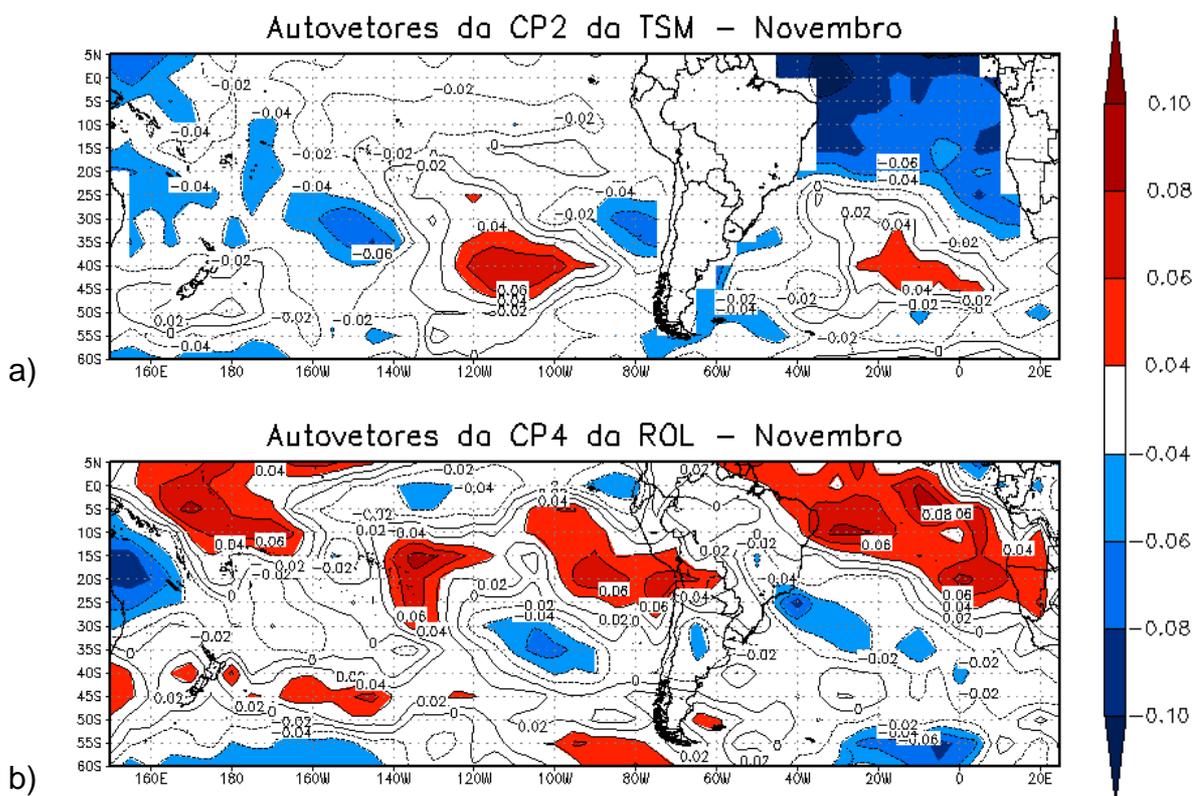


Figura 13 – Magnitude dos autovetores associados a (a) CP2 da TSM e a (b) CP4 da ROL do mês de novembro.

Na CP4 da ROL (Fig. 13b) verifica-se uma área bastante extensa sobre o Oceano Atlântico, adjacente ao norte do continente Sul-americano e Nordeste brasileiro até o Atlântico Leste, entre 60°W e 20°E . Também nota-se uma outra área sobre o Atlântico junto a costa Sudeste do Brasil semelhante à vista na CP3 da ROL do mês de outubro (Fig. 12b), entre 20°S e 35°S, lembrando o padrão de ZCAS mais oceânica.

A correlação de -0,434, significativa a 5%, entre a CP2 da TSM (Fig. 13a) e a CP4 da ROL (Fig. 13b) do mês de novembro indica que: anomalias de TSM negativas (positivas) no Oceano Atlântico junto a costa norte da AS e Nordeste do Brasil, positivas (negativas) no Atlântico Sul de fraca intensidade, positivas (negativas) no Pacífico Central, entre 100°W e 125° W, negativas (positivas) também no Pacífico Central, entre 140°W e 160°W, podem estar associadas ao aumento (redução) da convecção no Nordeste do Brasil e desintensificação (intensificação) da convecção na costa Sudeste brasileira em direção a região central do Brasil.

Na CP2 da TSM do mês de fevereiro (Fig. 14a), se mantém o padrão visto no Oceano Atlântico em outubro e novembro (Fig. 12a e 13a, respectivamente), com a presença de um dipolo. Além disso, verificam-se quatro áreas importantes no Oceano Pacífico, duas de mesmo sinal, sendo uma no Pacífico Oeste, entre 20°S e 50°S, e a outra no Pacífico Sudeste, entre 35°S e 55°S. Outras duas áreas de igual sinal se destacam no Pacífico Sul em latitudes médias e no Pacífico Leste, entre 80°W e 120°W.

A CP3 da ROL de fevereiro (Fig. 14b) mostra uma grande área desde o Nordeste do Brasil até o Atlântico Central, entre 10°W e 50°W. Outra importante área é notada estendendo-se meridionalmente desde o sul da Argentina passando pelo Uruguai, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul e Paraguai. Mostrando, portanto, um padrão de oposição da convecção entre o Nordeste e o Sul do Brasil, Uruguai e Argentina.

A correlação de +0,701, significativa a 1%, entre a CP2 da TSM (Fig. 14a) e a CP3 da ROL (Fig. 14b) do mês de fevereiro, indica que: anomalias de TSM positivas (negativas) no Pacífico Leste e Pacífico Sul em latitudes médias, negativas (positivas) no Pacífico Oeste, Sudeste e Equatorial Leste, positivas (negativas) no Atlântico Sul, entre 30°S e 50°S, e negativas (positivas) no Atlântico Central adjacente ao Nordeste brasileiro, e Atlântico Sudeste, entre 30°S e 42°S, podem estar associadas a intensificação (desintensificação) da convecção sobre o Nordeste

do Brasil e desintensificação (intensificação) da convecção sobre uma faixa que se estende desde o sul da Argentina até o Paraguai, passando pelo estado do Rio Grande do Sul.

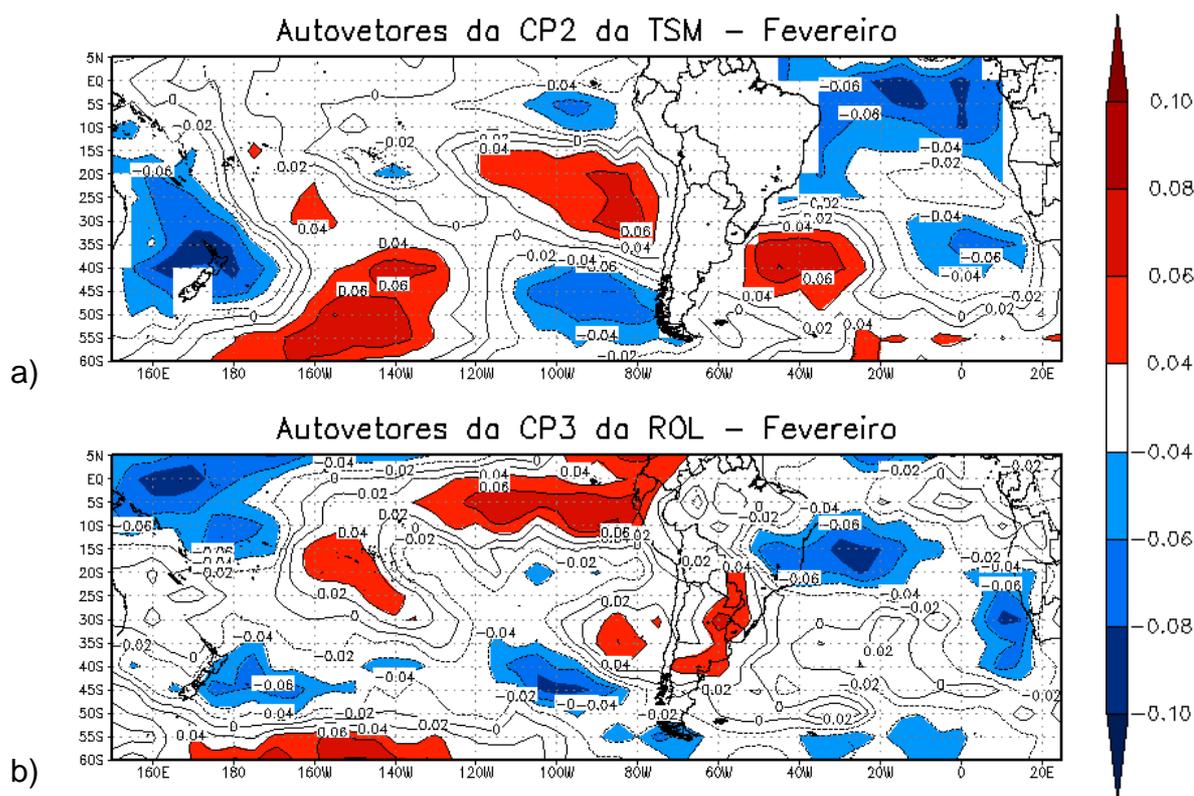


Figura 14 – Magnitude dos autovetores associados a (a) CP2 da TSM e a (b) CP3 da ROL do mês de fevereiro.

O resultado exposto parece corroborar com Diaz et al. (1998), que para os meses de novembro a fevereiro analisaram a TSM do Oceano Atlântico, e supõem a existência de uma positiva correlação entre anomalias positivas da TSM nas regiões da ZCAS e do Oceano Atlântico Equatorial e anomalias positivas de precipitação no norte do Rio Grande do Sul. Já no caso aqui apresentado, as áreas com anomalias de ROL possuem uma maior extensão.

Assim como para as CP's 2 da TSM de outubro, novembro e fevereiro (Fig. 12a, 13a e 14a, respectivamente) nota-se na Fig. 15a, que a CP2 da TSM de março apresenta uma área extensa e com sinal intenso no Atlântico Central, e outra com sinal oposto no Atlântico Sul, entre 35°S e 45°S. Portanto, pode-se supor que as CP's 2 da TSM mostram um padrão de Oceano Atlântico, indicando a presença de um dipolo entre o Atlântico Central adjacente à costa Nordeste do Brasil e o Atlântico Sul. Em março ainda verifica-se no Pacífico Leste, entre 15°S e 30°S, e Pacífico

Central, entre 25°S e 45°S, duas áreas de mesmo sinal, e no Pacífico Oeste outras duas áreas de mesmo sinal, uma entre 0° e 15°S, e a outra entre 30°S e 50°S.

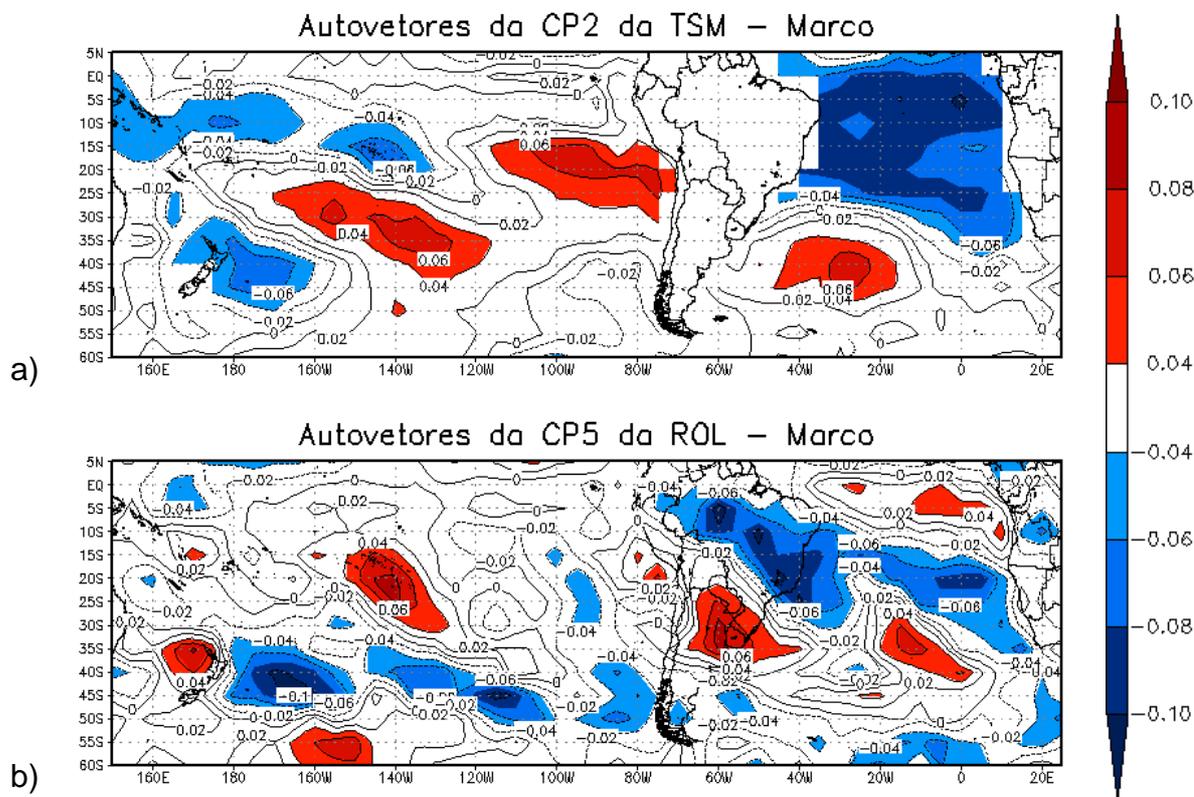


Figura 15 – Magnitude dos autovetores associados a (a) CP2 da TSM e a (b) CP5 da ROL do mês de março.

Observa-se na CP5 da ROL (Fig. 15b) a existência de uma área bastante extensa que cobre o Norte, Nordeste e Sudeste do Brasil, entre 20°E e 75°W, além de uma outra área sobre o centro-norte e nordeste da Argentina, Uruguai, Paraguai e Rio Grande do Sul, no Brasil, entre 20°S e 40°S.

A correlação de +0,621, significativa a 1%, entre a CP2 da TSM (Fig. 15a) e a CP5 da ROL (Fig. 15b) do mês de março, indica que: anomalias de TSM positivas (negativas) no Pacífico Leste, entre 15°S e 30°S, e Pacífico Central, entre 25°S e 45°S, negativas (positivas) em duas áreas no Pacífico Oeste, sendo uma entre 0° e 15°S, e a outra entre 30°S e 50°S, positivas (negativas) no Atlântico Sul, em latitudes médias, e negativas (positivas) no Atlântico Central adjacente ao Nordeste brasileiro, podem estar associadas a intensificação (desintensificação) da convecção no Norte, Nordeste e Sudeste do Brasil, entre 20°E e 75°W, e a desintensificação (intensificação) no norte da Argentina, Uruguai, Rio Grande do Sul e Paraguai, entre 20°S e 40°S. Ou seja, este dipolo de ROL sobre o Brasil pode estar diretamente

relacionado a períodos ocorrência (ausência) de ZCAS entre o Norte e Sudeste do Brasil e estabilidade (instabilidade) na Região Sul do Brasil e nordeste da Argentina, assim como em Nogués-Paegle e Mo (1997) e Paegle et al. (2000) (ver apêndice C).

4.1.3 Análise da relação entre as CP's 3 da TSM e as CP's da ROL

Em outubro, pode ser observado na CP3 da TSM (Fig. 16a) que no Oceano Pacífico existem três áreas de mesmo sinal, sendo uma extensa no Pacífico Equatorial Central e Oeste, outra no Pacífico Central, entre 10°S e 25°S, e por fim, no Pacífico Sudoeste em latitudes médias. Também em latitudes médias verifica-se uma área com sinal oposto a essas três áreas, entre 90°W e 130°W. No Atlântico destacam-se: uma grande área junto ao Nordeste brasileiro, entre 0° e 50°W, e outra de mesmo sinal entre 35°S e 50°S.

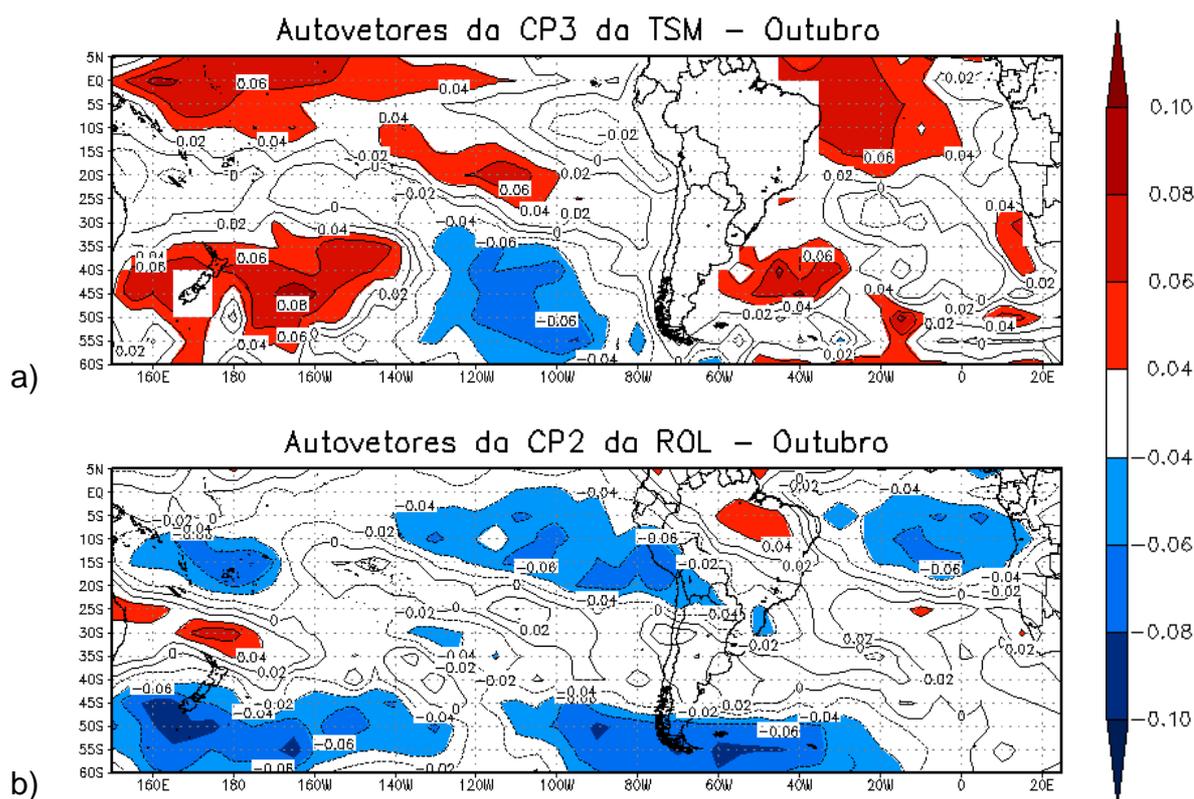


Figura 16 – Magnitude dos autovetores associados a (a) CP3 da TSM e a (b) CP2 da ROL do mês de outubro.

Na CP2 da ROL (Fig. 16b) nota-se uma extensa área, entre 60°W e 140°W, que vai desde o Pacífico Equatorial Central até o Paraguai. Há ainda outras duas

áreas de mesmo sinal, uma sobre o Norte e Nordeste brasileiro entre 40°W e 60°W, e a outra que estende zonalmente, entre 20°W e 110° W, sobre o Sul da AS.

A correlação de -0,429, significativa a 5%, entre a CP3 da TSM (Fig. 16a) e a CP2 da ROL (Fig. 16b) do mês de outubro, indica que: anomalias de TSM negativas (positivas) no Pacífico Sudeste, entre 30°S e 60°S, positivas (negativas) no Pacífico Equatorial Central e Oeste, entre 10°S e 25°S, e Pacífico Sudoeste, positivas (negativas) em uma extensa área sobre o Oceano Atlântico adjacente à costa Nordeste do Brasil e positivas (negativas) entre 35°S e 60°S, podem estar relacionadas a intensificação (desintensificação) da convecção sobre o Norte e Nordeste do Brasil, entre 40°W e 60°W, e a redução (aumento) da convecção sobre o oeste da AS em direção ao Sul do Brasil.

Comparando a CP3 da TSM de novembro (Fig. 17a) e a CP3 da TSM de outubro (Fig. 16a) nota-se alguns padrões semelhantes no Oceano Pacífico, como uma área no Pacífico Sudeste, em latitudes médias, e outras duas com sinal oposto no Oceano Pacífico, sendo uma na região Equatorial Oeste e a outra no Pacífico Sudoeste, entre 30°S e 60°S. Além dessas três áreas no Oceano Pacífico, há uma outra área no Oceano Atlântico, entre 30°S e 60°S, em que se tem um padrão semelhante em ambos os meses. Já no Atlântico Equatorial, entre 5°N e 15°S, há uma área de sinal oposto à encontrada no Atlântico Sul, entre 30°S e 60°S.

A CP5 da ROL de novembro (Fig. 17b) mostra sobre a AS a existência de uma área bastante intensa sobre o Norte e Nordeste do Brasil, entre 5°N e 10°S. Há também uma área que se estende do oeste do continente Sul-americano até o Leste, entre 5°S até 35°S. Mais ao sul da AS há duas áreas significativas, sendo uma na costa do Rio Grande do Sul e Uruguai, e a outra não muito intensa no centro da Argentina entre 30°S e 35°S.

A correlação de -0,432, significativa a 5%, entre a CP3 da TSM (Fig. 17a) e a CP5 da ROL (Fig. 17b) do mês de novembro, indica que: anomalias de TSM positivas (negativas) no Pacífico Equatorial Oeste e Pacífico Sudoeste, entre 30°S e 60°S, negativas (positivas) no Pacífico Sudeste em latitudes médias e Pacífico Central, entre 20°S e 35°S, positivas (negativas) no Oceano Atlântico, entre 30°S e 60°S e negativas (positivas) no Atlântico em latitudes baixas, entre 5°N e 15°S, podem estar associadas a diminuição (aumento) da convecção no Norte e Nordeste do Brasil, entre 5°N e 10°S, e a intensificação (desintensificação) da convecção entre a região centro-norte da Argentina e a costa do Rio Grande do Sul e Uruguai e

de uma outra região que se estende do noroeste da AS até o Oceano Atlântico, entre 5°S e 35°S (ver apêndice C).

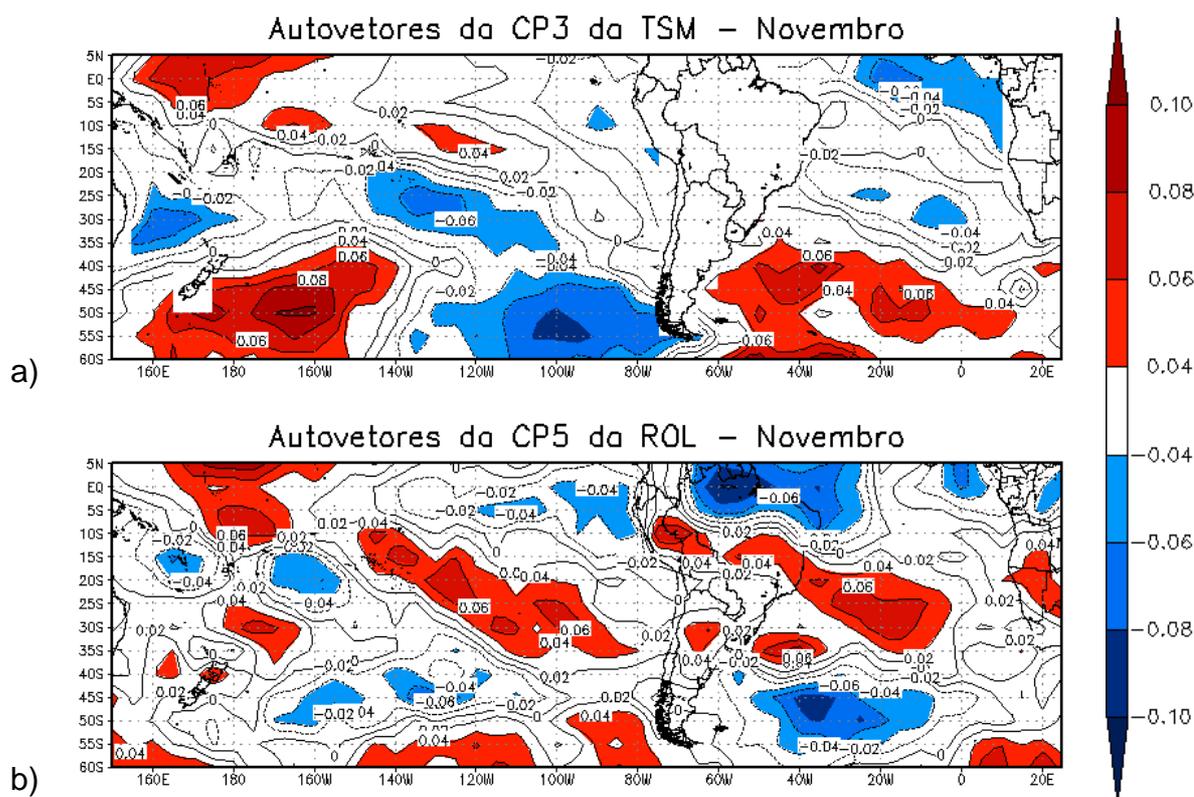


Figura 17 – Magnitude dos autovetores associados a (a) CP3 da TSM e a (b) CP5 da ROL do mês de novembro.

4.1.4 Análise da relação entre as CP's 4 da TSM e as CP's da ROL

Somente no mês de março observou-se que uma CP4 da TSM teve correlação significativa com alguma CP da ROL. Assim, na CP4 da TSM (Fig. 18a) nota-se que no Oceano Pacífico existem quatro áreas em destaque: duas de mesmo sinal, sendo uma no Pacífico Oeste, entre 0° e 45°S, e outra no Pacífico Central se estendendo até o Pacífico Sul, entre 23°S e 60°S; e outra de sinal oposto que configura um dipolo no Pacífico Sudeste, entre 35°S e 60°S. No Oceano Atlântico destacam-se duas áreas de mesmo sinal, uma na região Central, entre 10°S e 25°S, e outra em latitudes médias, entre 45°S e 55°S, e também outras duas com sinal oposto a estas: uma na costa sul do Brasil e do Uruguai, que se estende até 10°W, e outra no Atlântico Equatorial, entre 5°N e 10°S.

Pode ser observado na CP3 da ROL (Fig. 18b) uma área extensa entre 20°E e 140°W, que cobre praticamente toda Argentina, Uruguai, sul do Paraguai e Rio

Grande do Sul, no Brasil, que se estende sobre o Atlântico Sul em latitudes médias. Além desta, verifica-se uma outra área significativa, que tem orientação noroeste-sudeste, que se estende desde o Nordeste do Brasil até o Oceano Atlântico, entre 10°S e 32°S, tendo um padrão semelhante ao visto na CP3 de outubro (Fig. 12b) e CP4 de novembro (Fig. 13b), podendo estar associada a uma ZCAS mais oceânica.

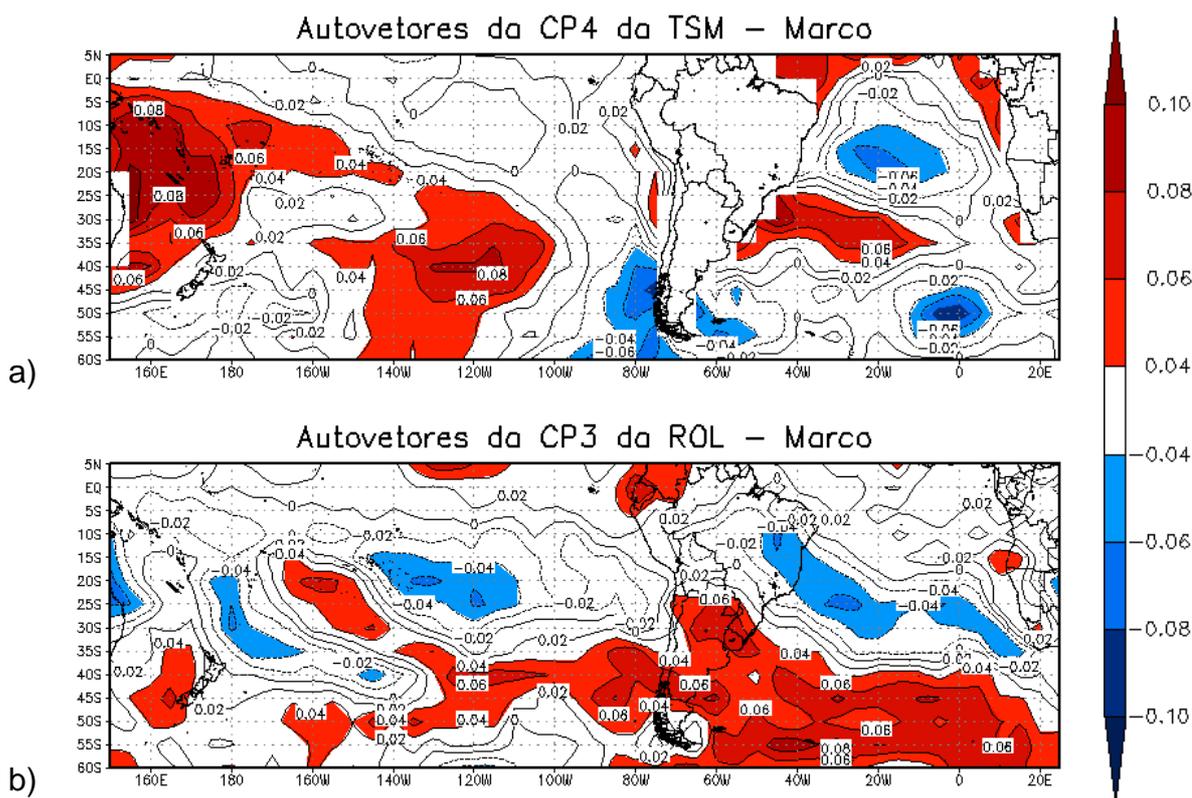


Figura 18 – Magnitude dos autovetores associados a (a) CP4 da TSM e a (b) CP3 da ROL do mês de março.

A correlação de $-0,454$ significativa a 5%, entre a CP4 da TSM (Fig. 18a) e a CP3 da ROL (Fig. 18b) do mês de março, indica que: anomalias de TSM positivas (negativas) no Pacífico Oeste, entre 0° e 45°S, e Pacífico Central e Sul, entre 23°S e 60°S, negativas (positivas) no Pacífico Sudeste, entre 35°S e 60°S, positivas (negativas) no Atlântico, entre 5°N e 10°S, e na costa do Sudeste do Brasil até Uruguai, entre 55°W e 10°W, negativas (positivas) e em duas áreas, uma no Atlântico Sul, entre 45°S e 55°S, e Atlântico Central, entre 10°S e 25°S, podem estar relacionadas ao aumento (redução) da convecção na Argentina, Uruguai, sul do Paraguai e Rio Grande do Sul, e à desintensificação (intensificação) da convecção no Nordeste do Brasil, passando pela costa Sudeste até o Atlântico Central, entre 10°S e 32°S (ver apêndice C). Assim como na CP3 da ROL de outubro (Fig. 12b),

nota-se que a área na costa Sudeste do Brasil está entre uma região de forte gradiente de TSM (Fig. 18a).

4.1.5 Análise da relação entre as CP's 5 da TSM e as CP's da ROL

No mês de dezembro pode ser observado na CP5 da TSM (Fig. 19a) três áreas de mesmo sinal no Oceano Pacífico, sendo uma no Pacífico Central, entre 5°S e 25°S, outra no Pacífico Equatorial Oeste, e outra extensa no Pacífico oeste, entre 5°N e 60°S. Há no Pacífico Sudeste, entre 45°S e 60°S, uma área com o sinal oposto às outras três verificadas. Cobrindo parte da costa leste do Brasil verifica-se uma extensa área no Oceano Atlântico que vai desde 0° até 50°S. .

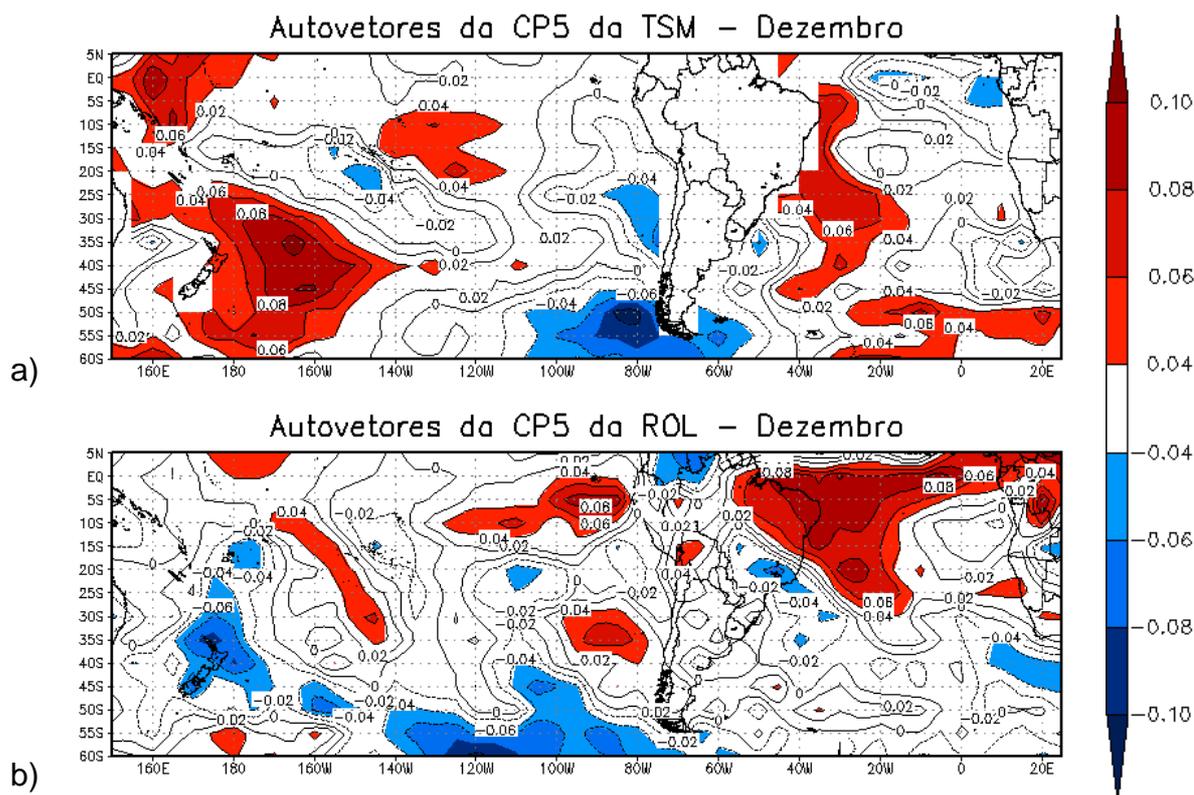


Figura 19 – Magnitude dos autovetores associados a (a) CP5 da TSM e a (b) CP5 da ROL do mês de dezembro.

Na CP5 da ROL (Fig. 19b) verifica-se uma grande área de forte intensidade, entre 20°E e 55°W, que cobre quase todo o Nordeste do Brasil e se estende até a costa oeste da África em torno da linha do Equador. Além desta, destaca-se sobre o Sudeste brasileiro uma área não muito extensa, entre 17°S e 30°S, com sinal oposto àquela.

A correlação de +0,490, significativa a 1%, entre a CP5 da TSM (Fig. 19a) e a CP5 da ROL (Fig. 19b) do mês de dezembro, indica que: anomalias de TSM positivas (negativas) no Pacífico Equatorial Oeste, Pacífico Central, entre 5°S e 25°S, e Pacífico Sudoeste, entre 20°S e 60°S, negativas (positivas) no Pacífico Sudeste em latitudes médias, positivas (negativas) no Oceano Atlântico, entre 20°E e 30°W, e na costa brasileira até o Atlântico Sul, entre 0° e 50°S, podem estar relacionadas a desintensificação (intensificação) da convecção sobre o Nordeste do Brasil, entre 40°W e 60°W, e ao aumento (redução) da convecção sobre as regiões central e Sudeste do Brasil, entre 15°S e 30°S.

A CP5 da TSM de janeiro (Fig. 20a), mostra uma extensa área no Pacífico Oeste e Sudoeste, entre 10°S e 60°S, muito semelhante àquela vista na CP5 da TSM de dezembro (Fig. 19a), e uma outra área com o mesmo sinal no Pacífico Sudeste, entre 30°S e 47°S. Com o sinal oposto e fraca intensidade notam-se outras duas áreas no Oceano Pacífico, sendo uma na região central, entre 20°S e 60°S, e a outra no Pacífico Leste, entre 20°S e 35°S. Já no Oceano Atlântico verificam-se duas áreas de sinais opostos, uma adjacente a costa do Nordeste do Brasil e a outra entre 35°S e 45°S.

Na CP3 da ROL (Fig. 20b) observam-se: uma extensa área que cobre uma grande parte do Norte, Nordeste e Sudeste do Brasil, entre 5°N e 40°S; e outra de sinal oposto sobre o Sul do Brasil, nordeste da Argentina e Paraguai entre 20°S e 35°S.

A correlação de +0,496, significativa a 5%, entre a CP5 da TSM (Fig. 20a) e a CP3 da ROL (Fig. 20b) do mês de janeiro, indica que: anomalias de TSM positivas (negativas) no Pacífico Oeste e Sudoeste, entre 10°S e 60°S, e Pacífico Sudeste em latitudes médias, negativas (positivas) no Pacífico Central, entre 20°S e 60°S, e Pacífico Leste, entre 20°S e 35°S, positivas (negativas) no Oceano Atlântico, entre 0° e 15° e negativas (positivas) no Atlântico Sudeste, entre 35°S e 45°S, podem estar associadas a intensificação (desintensificação) da convecção sobre o Norte, Nordeste e Sudeste do Brasil, entre 0° e 25°S, e a redução (aumento) da convecção sobre o Paraguai, nordeste da Argentina e Sul do Brasil, entre 20°S e 35°S (ver apêndice C). Portanto, como pode ser visto no campo de ROL (Fig. 20b), os resultados indicam um padrão oposto na convecção entre a região Sul e as regiões Nordeste e Sudeste do Brasil.

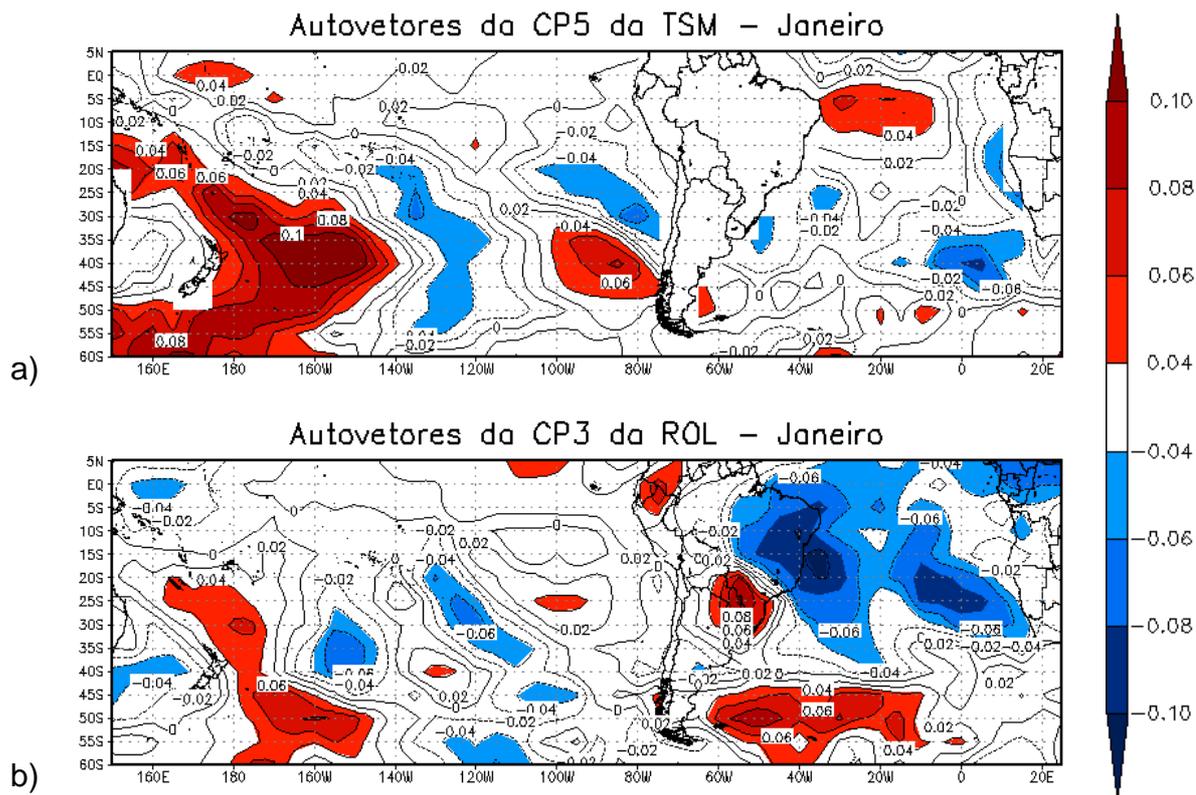


Figura 20 – Magnitude dos autovetores associados a (a) CP5 da TSM e a (b) CP3 da ROL do mês de janeiro.

4.2 Climatologia da Precipitação no Brasil

A climatologia da precipitação no Brasil foi realizada por meio de dados mensais de estações da ANA, INMET e FEPAGRO, correspondentes ao período de 1982 até 2004, para os meses de outubro a março. A seguir é apresentada uma breve análise dessa climatologia, que não visa verificar pontualmente o que acontece em cada área ou região do país, mas sim, observar, em cada mês do estudo, as características mais marcantes do regime de chuvas no Brasil no período de primavera e verão.

4.2.1 Outubro

Na Fig. 21 nota-se que em outubro há uma grande escassez de chuva no Nordeste do Brasil, abaixo dos 50 mm. No extremo norte do país e Minas Gerais o total mensal fica abaixo dos 100 mm. Nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste as primeiras chuvas da estação chuvosa já ocorrem, no entanto, com uma distribuição espacial irregular.

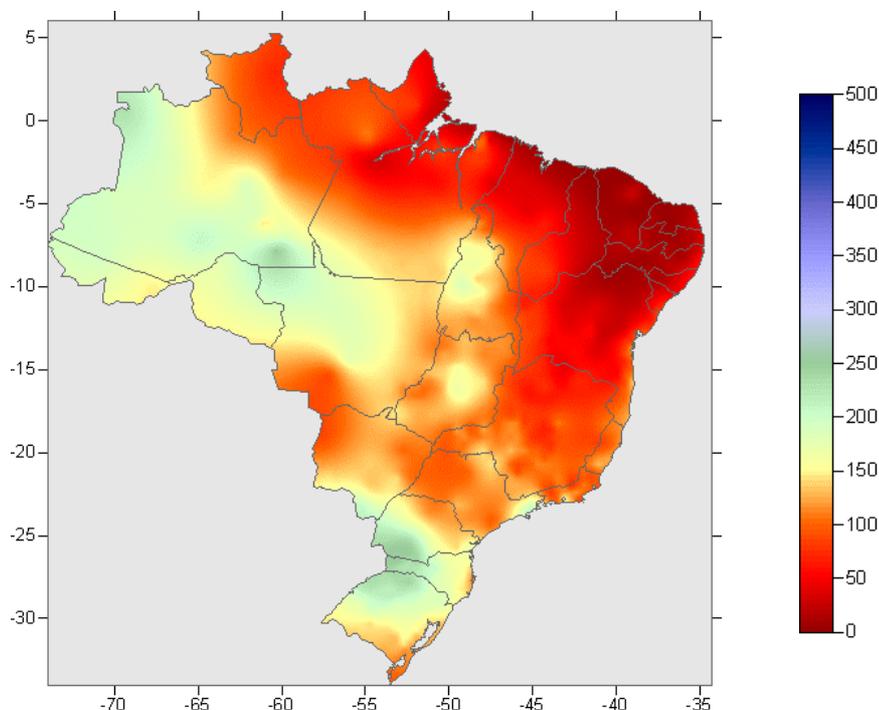


Figura 21 – Precipitação média mensal de outubro, do período de 1982 a 2004.

No oeste e sul do Amazonas as chuvas ficam em torno dos 200 mm, bem como no Acre, norte de Rondônia, noroeste do Mato Grosso e em grande parte da

região Sul do país. No oeste do Paraná, Santa Catarina e norte do Rio Grande do Sul verificam-se os maiores volumes, com valores acima de 240mm. A Região Sul apresenta uma boa quantidade de chuvas quando comparada ao resto do Brasil, porém, excluindo-se o extremo norte do Paraná e o extremo sul do Rio Grande do Sul.

4.2.2 Novembro

No mês de novembro (Fig. 22) o máximo de precipitação não está localizado no sul do país, mas em uma faixa que vai do oeste do Amazonas até o centro do Brasil, com chuvas em torno dos 240 mm. Nota-se também que o oeste e sul da Bahia e Minas Gerais já não estão mais tão secos, com uma média mensal acima dos 150 mm. Assim, em novembro, o período chuvoso apresenta-se bem definido nos estados do Centro-Oeste e Sudeste.

Praticamente em todo Nordeste e no extremo norte do país, a chuva não passa dos 100 mm, sendo que no norte da Região Nordeste fica abaixo dos 50 mm. Nos estados da região Sul e em São Paulo o máximo fica em torno dos 150 mm. No oeste de Santa Catarina e Paraná, há um maior volume de chuvas do que no litoral desses estados, fato ainda melhor verificado no mês anterior.

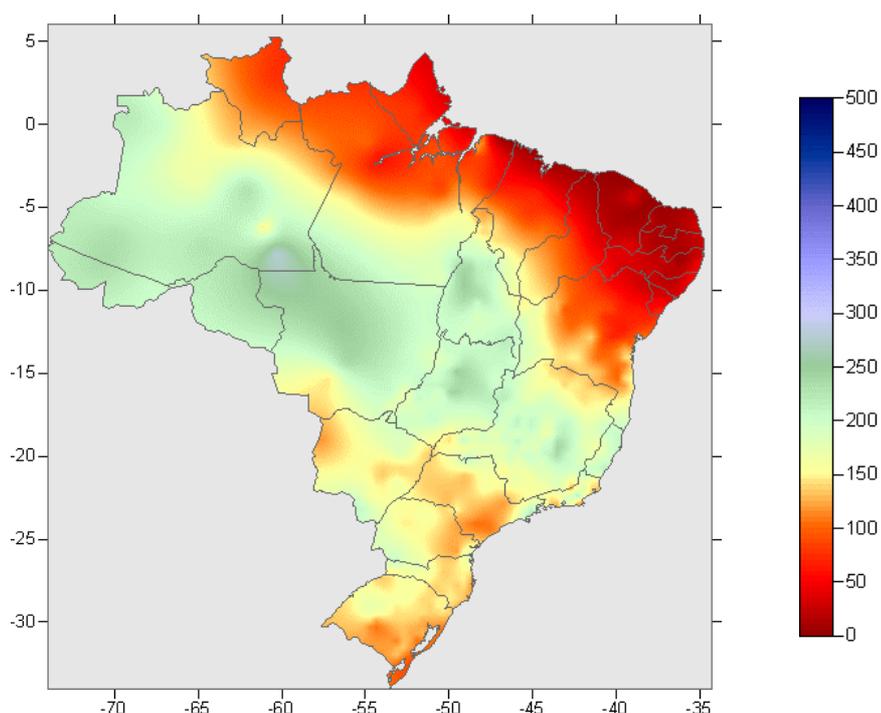


Figura 22 – Precipitação média mensal de novembro, do período de 1982 a 2004.

4.2.3 Dezembro

Em dezembro (Fig. 23) observa-se uma faixa de precipitação de orientação noroeste-sudeste que se estende desde o oeste do Amazonas até o litoral da região Sudeste, com máximos acima de 300 mm. Essa faixa deve-se a maior atividade convectiva das áreas de instabilidade atmosférica entre as regiões Norte e Sudeste, devido ao calor, a umidade, a Alta da Bolívia, e a ZCAS.

No sul do país, o Rio Grande do Sul tem uma redução no volume de chuvas, chegando abaixo dos 100 mm no extremo sul deste estado. Já no Paraná e em Santa Catarina, o volume fica em torno dos 200 mm. No Nordeste brasileiro há uma diminuição na área com baixa concentração de precipitação, quando comparada aos meses anteriores do estudo, onde se verifica um aumento das chuvas no centro-sul do Maranhão, sul do Piauí e oeste e sul da Bahia. No extremo norte do Brasil, aumenta a quantidade de chuvas, porém, Roraima continua com baixos valores.

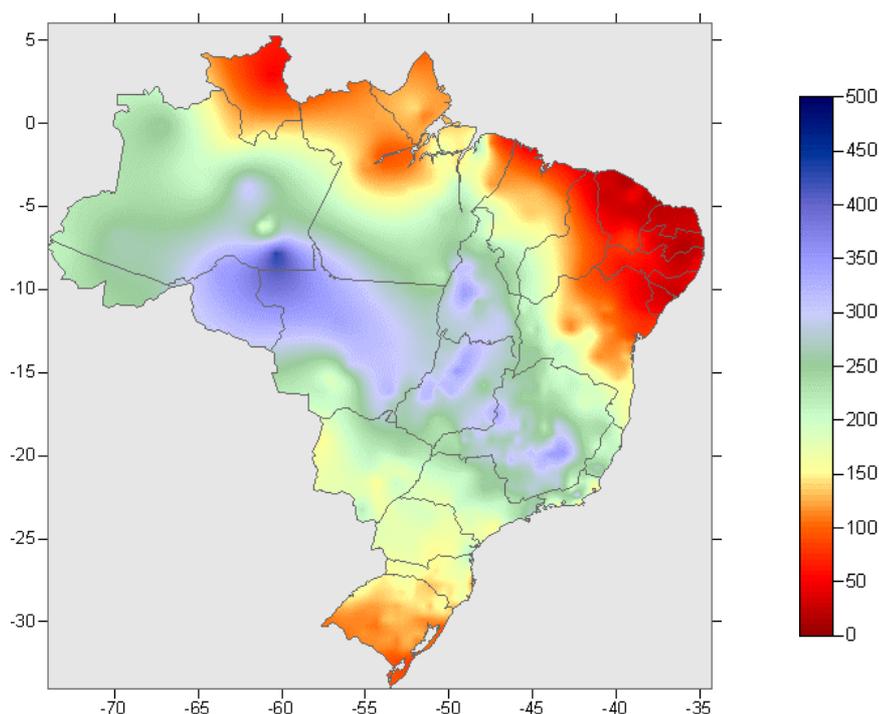


Figura 23 – Precipitação média mensal de dezembro, do período de 1982 a 2004.

4.2.4 Janeiro

Janeiro é o mês em que a atividade convectiva está mais intensa entre o Norte e o Sudeste do Brasil, se estendendo até o litoral paranaense, o que favorece os maiores valores de precipitação (Fig. 24). Em algumas áreas dessa região há

máximos em torno de 400 mm. Praticamente todo o Brasil apresenta volumes de chuva acima de 200 mm.

Na Região Nordeste, o litoral apresenta-se mais seco que o interior, com valores abaixo dos 100 mm, assim como o estado de Roraima. Novamente, o Rio Grande do Sul possui uma quantidade de chuvas menor que os demais estados da região, com um volume em torno dos 150 mm.

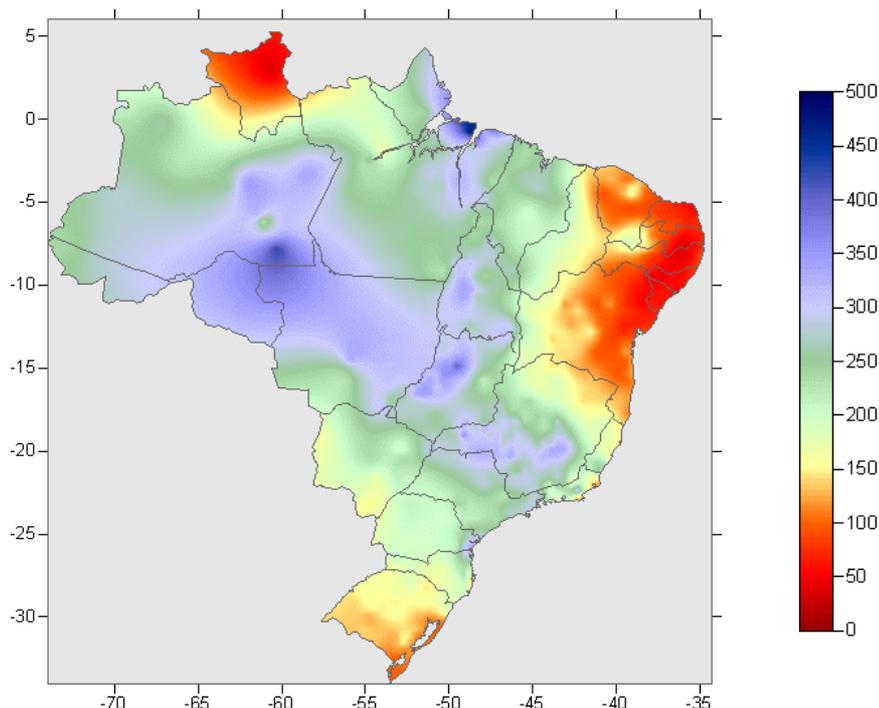


Figura 24 – Precipitação média mensal de janeiro, do período de 1982 a 2004.

4.2.5 Fevereiro

No mês de fevereiro (Fig. 25) verifica-se uma redução na quantidade de chuvas na área de atuação da ZCAS, diminuindo mais de 100 mm em algumas áreas do Sudeste e Centro-Oeste. Em contraste, no extremo norte do Pará há um total mensal de chuva superior há 400 mm, assim como no sudeste do Amazonas. O estado de Roraima permanece com valores abaixo dos 100 mm.

O litoral e centro-sul nordestino apresenta-se bastante seco, ocorrendo também uma diminuição das chuvas na metade norte de Minas Gerais e no Espírito Santo, onde os máximos de precipitação não passam dos 100 mm. As chuvas no sul do país mantêm um padrão semelhante aos demais meses do período de estudo,

em que o Rio Grande do Sul possui um menor volume mensal de precipitação do que as outras áreas da região Sul.

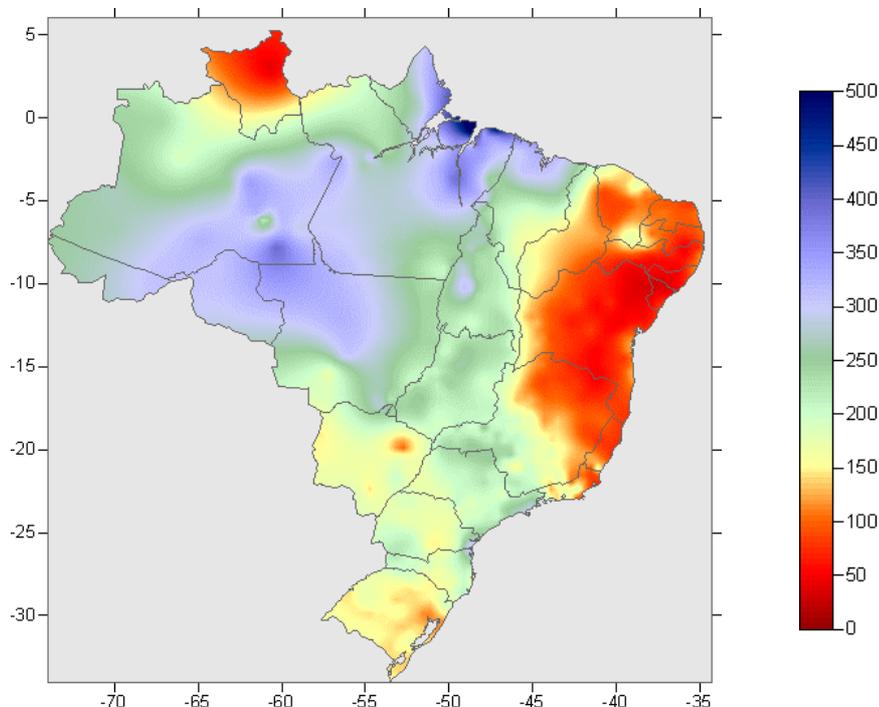


Figura 25 – Precipitação média mensal de fevereiro, do período de 1982 a 2004.

4.2.6 Março

Um grande volume de chuvas pode ser notado na região Norte do Brasil no mês de março (Fig. 26), onde Amazonas, Amapá, Pará e Maranhão apresentam volumes acima dos 350 mm. Por outro lado, o estado de Roraima apresenta uma baixa quantidade de chuvas.

Na porção norte da Região Nordeste, e principalmente no centro-norte do Maranhão, nordeste do Pará e Amapá, nota-se um aumento nas chuvas, apresentando os maiores valores no período do estudo, atingindo em algumas áreas mais de 400 mm. Toda a Região Sul do país encontra-se bastante seca nesse mês, excluindo-se o oeste e o noroeste do Rio Grande do Sul e os litorais de Santa Catarina e Paraná, onde a precipitação é superior a 200 mm.

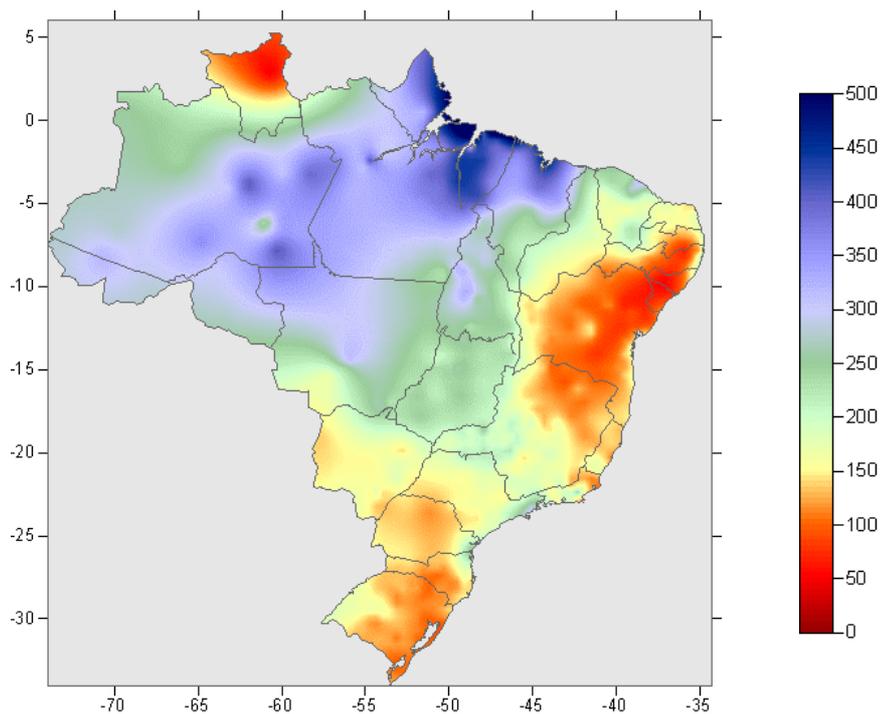


Figura 26 – Precipitação média mensal de março, do período de 1982 a 2004.

4.3 Correlação da TSM com a precipitação no Brasil

No item 4.1 foram correlacionados os escores da TSM com os escores da ROL e encontrou-se a relação entre os padrões das CP's dos Oceanos Atlântico e Pacífico com sistemas atuantes na AS que geram convecção. Nesta seção são mostrados os resultados da correlação entre a precipitação no Brasil, do período de outubro a março, com os cinco primeiros escores da TSM, de modo a se obter uma resposta mais clara da relação entre as anomalias da TSM com a atividade convectiva no Brasil.

As correlações mais significativas entre a TSM e a precipitação no Brasil são apresentadas nesta seção, tanto para o mesmo mês como também para um período defasado de até dois meses. A relação defasada entre as duas variáveis tem por intuito descobrir influências de padrões oceânicos, principalmente do período de primavera, na chuva de verão do Brasil, período que é de grande importância para a atividade agrícola do país. Assim, a relação dentro do mesmo mês (p. ex. a TSM de outubro com a chuva de outubro), será chamada de T_0 ; defasada um mês (p. ex. a TSM de outubro com a chuva de novembro), chamada de T_{-1} ; e defasada dois meses (p. ex. a TSM de outubro com a chuva de dezembro), chamada de T_{-2} .

A CP's 1 da TSM (Fig. 3, 4 e 5), mostram claramente o padrão associado ao ENOS, e apresentam as relações mais evidentes com a precipitação no Brasil. Porém, em certos meses, como outubro, janeiro e fevereiro, outras CP's mostram uma resposta bastante significativa. Além disso, na análise do período defasado T_{-2} e T_{-1} , também é observado que apenas as CP's 1 da TSM possuem uma clara relação com a precipitação. Assim, a análise da correlação entre a precipitação no Brasil e a CP1 da TSM para T_{-2} , T_{-1} e T_0 é apresentada no item 4.3.1, e as relações com outras CP's (que foram encontradas apenas para T_0) são mostradas em 4.3.2.

4.3.1 Padrão ENOS associado com a precipitação no Brasil

As relações com um período defasado de até dois meses são para os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março. Para novembro foi feita apenas a defasagem de um mês, ou seja, associando as precipitações com as anomalias da TSM de outubro. Já no mês de outubro, foi realizada apenas a relação da precipitação com as anomalias de TSM do próprio mês.

O padrão associado ao ENOS encontrado nas CP's 1 da TSM em todos os meses da análise, visto em 4.1, possui as seguintes características: duas áreas de mesmo sinal, uma no Pacífico Equatorial e outra no Pacífico Sul em latitudes médias, e outra de sinal oposto na região da ZCPS estendendo-se até o Pacífico Leste. Tal padrão apresentou importantes resultados em todos os meses na relação com a precipitação no Brasil. Além disso, pode-se notar em alguns meses uma semelhança entre as áreas de convecção encontradas nas CP's 1 da ROL com a precipitação no país.

Na correlação da precipitação de outubro com a CP1 da TSM de outubro (Fig. 27), os resultados não são muito expressivos, porém mostram uma clara relação entre um padrão de El Niño (La Niña) com anomalias positivas (negativas) de precipitação no Rio Grande do Sul, sendo que no extremo sul deste estado a correlação passa de 0,53, ou seja, significativa a 0,5%. Há áreas entre a Região Sudeste e o Amazonas com anomalias negativas (positivas) de precipitação que também são importantes significativamente.

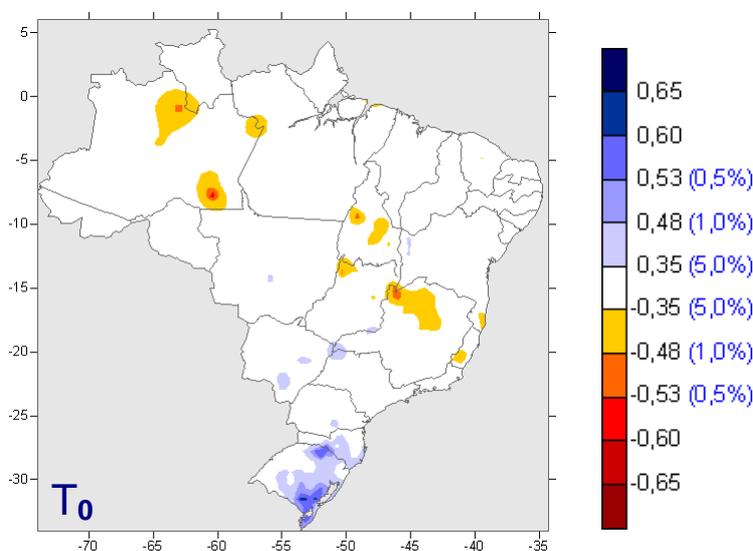


Figura 27 – Chuva de outubro correlacionada com a CP1 da TSM de outubro.

Ao contrário de outubro, novembro apresenta relações extremamente significativas tanto na relação da chuva com a TSM do mês, quanto defasada um mês, assim como mostrado na Fig. 28.

Em T_{-1} (Fig. 28a) nota-se no Sul do Brasil e sul dos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul uma área de forte correlação, com alta significância, principalmente nos estados de Santa Catarina e Paraná, em que um padrão de El

Niño (La Niña) em outubro está associado a anomalias positivas (negativas) de precipitação nestas regiões em novembro. Já em algumas áreas do país, como o litoral da Região Sudeste, e em Minas Gerais, oeste da Bahia, e parte do Norte e Nordeste do Brasil, verificam-se anomalias negativas (positivas) de chuva associada a um período de El Niño (La Niña).

Mantém-se em T_0 (Fig. 28b) as áreas de correlação vistas no Brasil em T_{-1} , porém, há um aumento na intensidade das mesmas, tanto no Sul e Sudeste, como no Norte e Nordeste do país. Portanto, concluí-se que tanto as anomalias de TSM associadas ao ENOS de novembro como as de outubro influenciam as chuvas de novembro nestas regiões do Brasil, sendo maior a influência no próprio mês de novembro.

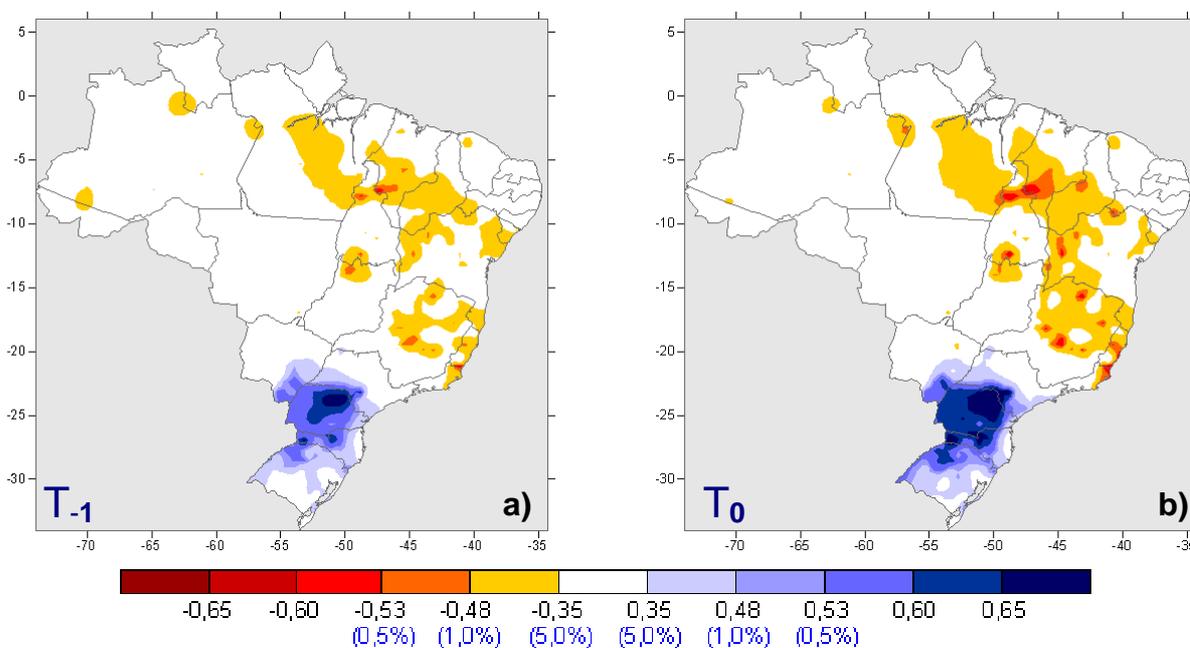


Figura 28 – Chuva de novembro correlacionada com as CP's 1 da TSM (a) defasada um mês (T_{-1}) e (b) do mês (T_0).

As áreas de correlação mostradas na Fig. 28 se assemelham bastante as anomalias de ROL que foram encontradas na CP1 de novembro (Fig. 29), analisada em 4.1.1, sendo que naquele caso, as anomalias estavam associadas à padrões opostos na atividade convectiva entre a área de atuação da ZCAS e o Sul do Brasil. Isto fortalece ainda mais a idéia de que tais áreas estão relacionadas a um padrão oceânico de El Niño ou La Niña. Cabe lembrar, que sempre as CP's 1 da ROL

estiveram altamente correlacionadas com as CP's 1 da TSM em todos os meses do estudo.

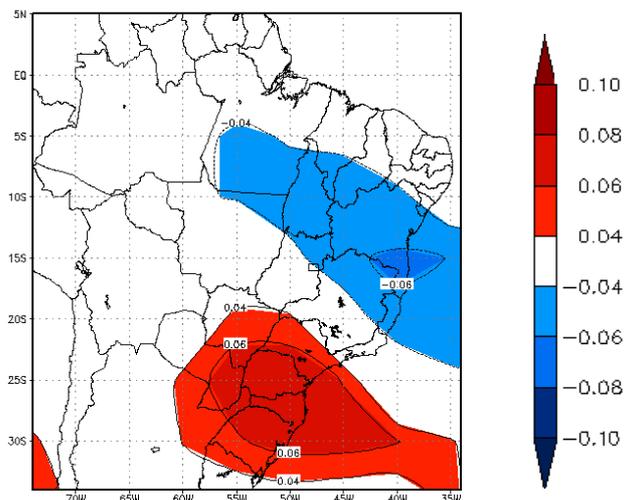


Figura 29 – Magnitude dos autovetores associados a CP1 da ROL do mês de novembro no Brasil.

Assim como em novembro, o mês de dezembro (Fig. 30) mostra uma relação oposta entre a chuva do Sul e do Norte-Nordeste do Brasil, porém no Sul, somente o Rio Grande do Sul apresenta área de significativa correlação, quando comparada ao mês anterior.

Para a análise da precipitação de dezembro associada às anomalias de TSM de outubro e novembro, ou seja, em T_{-2} (Fig. 30a) e T_{-1} (Fig. 30b) respectivamente, observa-se que uma situação de El Niño (La Niña) em outubro acarreta numa maior intensidade de anomalias negativas (positivas) de precipitação no Nordeste do Brasil, e de anomalias positivas (negativas) de menor intensidade no Rio Grande do Sul.

Em T_0 (Fig. 30c) nota-se que anomalias negativas (positivas) de precipitação associadas a um padrão de El Niño (La Niña), ambas em dezembro, podem ser vistas no extremo norte do país, e com uma maior significância em Roraima, porém, bem mais fracas em todo o Nordeste em comparação aos períodos defasados (Fig. 30a e 30b). Por outro lado, as anomalias positivas (negativas) no Rio Grande do Sul, estão mais intensas que em T_{-2} e T_{-1} .

Fontana e Berlato (1997), Puchalski (2000) relacionaram eventos El Niño e a precipitação no Sul do Brasil, e verificaram que há aumento da chuva em relação a normal climatológica principalmente nos meses de outubro, novembro e dezembro.

Coelho et al. (1999) que além de achar resultados semelhantes pra Região Sul em eventos fortes do fenômeno El Niño, ainda associa com anomalias negativas no Nordeste do país.

Os autovetores verificados na CP1 da ROL em dezembro (Fig. 31a), que mostram convecção e supressão sobre o Brasil, têm localizações semelhantes às encontradas na correlação da precipitação de dezembro com a CP1 da TSM de outubro, novembro e dezembro (Fig. 30a, 30b e 30c, respectivamente), em que há um padrão oposto entre o Sul e o Norte-Nordeste do país.

A precipitação em janeiro, correlacionada tanto com as anomalias de TSM de novembro, T_{-2} (Fig. 30d), dezembro, T_{-1} (Fig. 30e), como com as do próprio mês T_0 (Fig. 30f), mostram um mesmo padrão: em períodos de El Niño (La Niña) têm-se anomalias negativas (positivas) de precipitação no extremo norte do país, compreendendo os estados do Amapá, Roraima, Pará e o norte do Amazonas. Esse padrão também foi observado quando correlacionou-se a CP1 da TSM de janeiro com a CP1 da ROL deste mesmo mês (ver Fig. 9), na qual esta última apresenta uma área de anomalia no norte do Brasil (Fig. 31b). Portanto, em janeiro não há indicação da relação entre as anomalias de precipitação no Sul e Nordeste com o ENOS entre os meses de novembro e janeiro, diferentemente do que foi encontrado nos meses anteriores do estudo.

Grimm (2003 e 2004) sugere que no início do verão as teleconexões associadas aos fenômenos El Niño e La Niña têm uma menor influência na atividade convectiva que os processos termodinâmicos regionais no Centro-Leste do Brasil, tais processos favoreceriam a formação de anomalias de circulação ciclônica ou anticiclônica em baixos níveis na região e, portanto, direcionariam o fluxo de umidade oriunda do norte do continente para o Sudeste ou Sul do país, respectivamente.

Semelhante aos resultados encontrados para o mês de janeiro, Veiga et al. (2000) ao correlacionarem anomalias de TSM do Pacífico Equatorial com a precipitação de sub-regiões na Amazônia, concluem que tanto o norte quanto o noroeste da região apresentam anomalias negativas (positivas) de chuva em situações de El Niño (La Niña) no período de verão. Sousa (2003) constata significativas correlações simultâneas e defasadas entre eventos La Niña (El Niño) e precipitação acima (abaixo) do normal no noroeste da região no primeiro trimestre do ano.

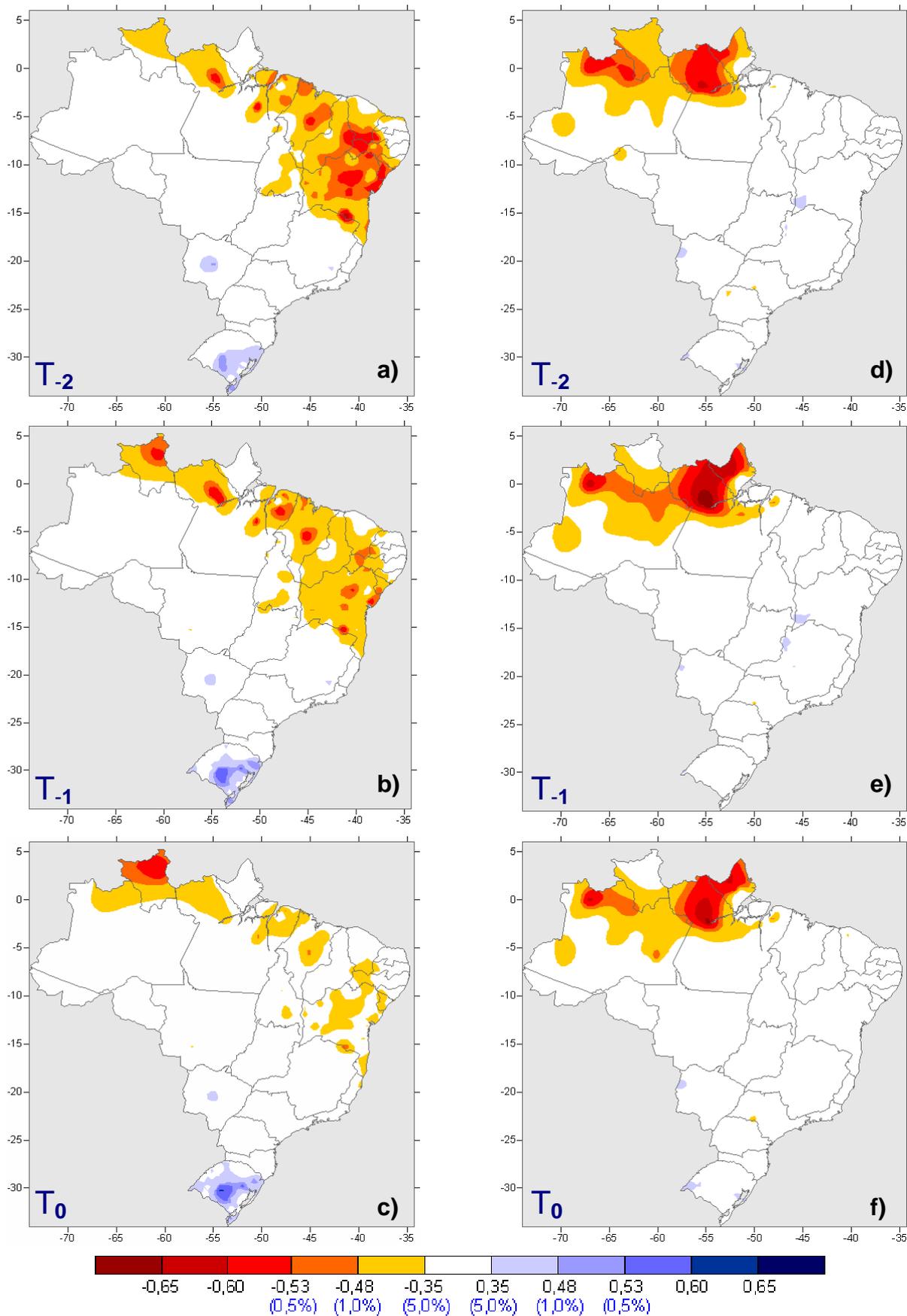


Figura 30 – Chuva de dezembro (a; b; c) e janeiro (d; e; f) correlacionada com as CP's 1 da TSM do mês (T_0), defasada um mês (T_{-1}) e defasada dois meses (T_{-2}).

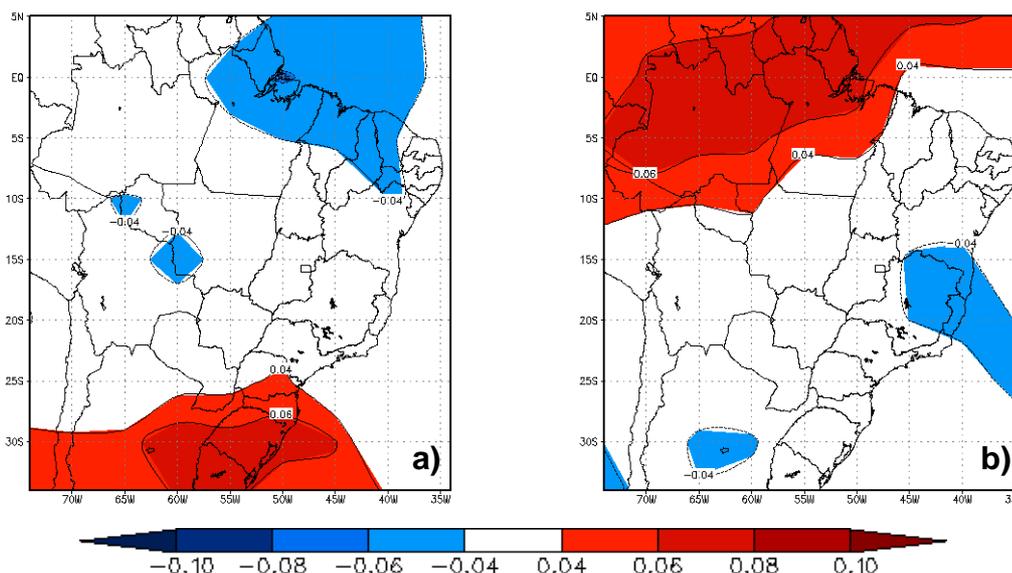


Figura 31 – Magnitude dos autovetores associados a CP1 da ROL no Brasil de (a) dezembro e (b) janeiro.

As relações de T_{-2} , T_{-1} e T_0 entre a TSM e a precipitação de fevereiro (Fig. 32a, 32b e 32c) praticamente não mostram diferenças entre si. O estado do Rio Grande do Sul novamente apresenta anomalias positivas (negativas) de precipitação quando associados a uma situação de El Niño (La Niña), assim como uma área na porção central do Brasil, sendo que esta última é significativa a 5%, esse resultado pode ser importante, visto que na literatura não é comum se observar relações entre o ENOS e a precipitação da Região Centro-Oeste. Já no centro-leste do Amazonas e noroeste do Pará verificam-se anomalias negativas (positivas) de precipitação associadas ao El Niño (La Niña).

No mês de março, tanto nas relações defasadas quanto na do próprio mês (Fig. 32d, 32e e 32f), existem poucas áreas de correlação significativa entre as anomalias de TSM da CP1 e a precipitação no Brasil. Em destaque, uma área no oeste dos estados de Santa Catarina e Paraná, a qual, em períodos de El Niño (La Niña) dois meses e um mês antes, apresentam anomalias positivas (negativas) de precipitação em março. Em T_0 (Fig. 32f), as correlações mostram valores opostos a T_{-1} e T_{-2} para o oeste dos estados de Santa Catarina e Paraná e norte do país, isso porque a CP1 da TSM de março apresenta sinais opostos as CP's 1 da TSM de janeiro e fevereiro (ver Fig. 5b).

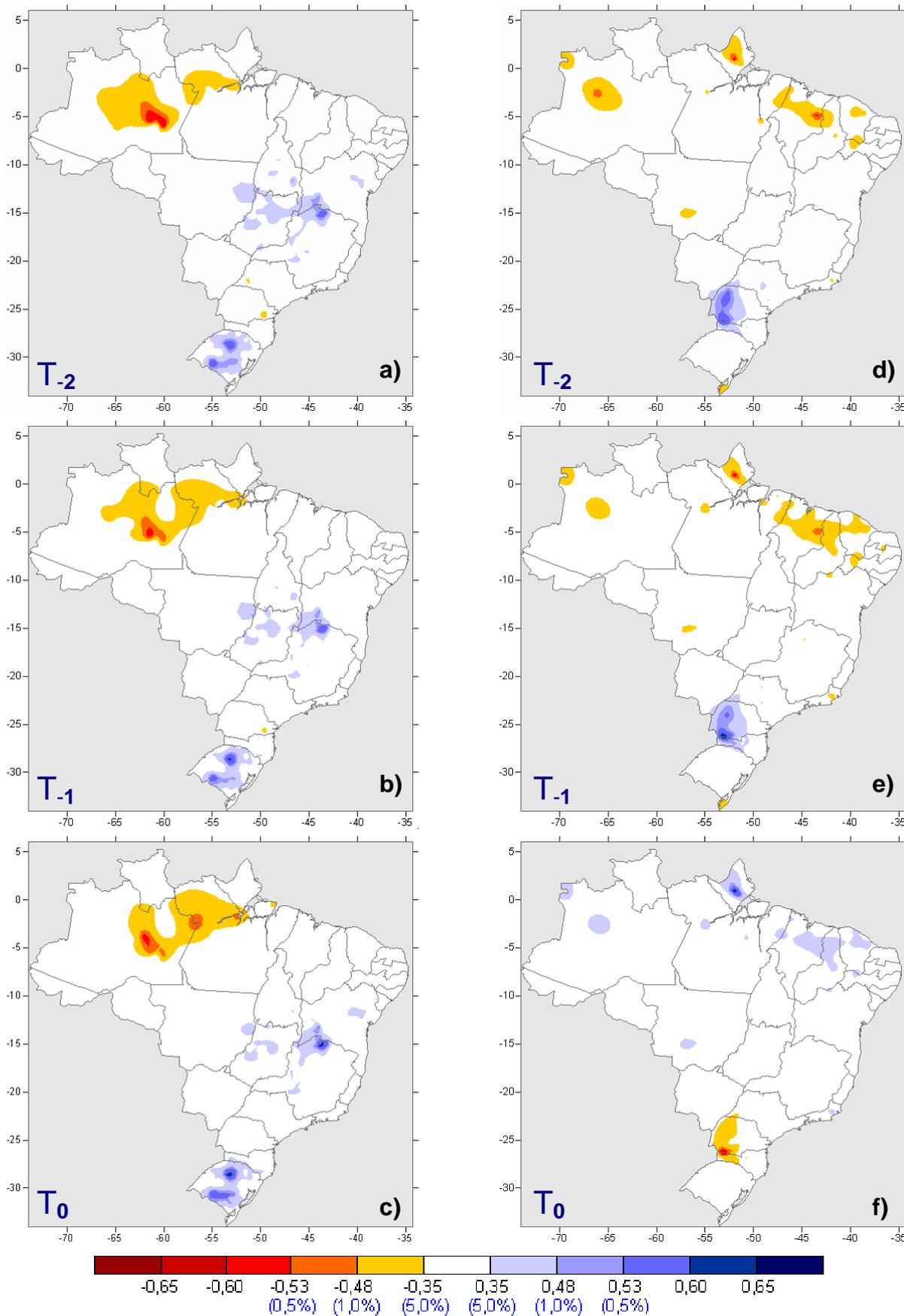


Figura 32 – Chuva de fevereiro (a; b; c) e março (d; e; f) correlacionada com as CP's 1 da TSM: defasada dois meses (T₋₂), defasada um mês (T₋₁) e do mês (T₀).

Os meses de fevereiro e março apresentaram-se bastante fracos na relação entre as anomalias do padrão ENOS e a precipitação no país, tal fato também já tinha sido verificado quando esses mesmos padrões de oceano foram correlacionados com as CP's 1 da ROL (Fig. 33). Além disso, não há semelhança nas anomalias de ROL desses meses com as áreas de correlação entre a chuva e a TSM (Fig. 32).

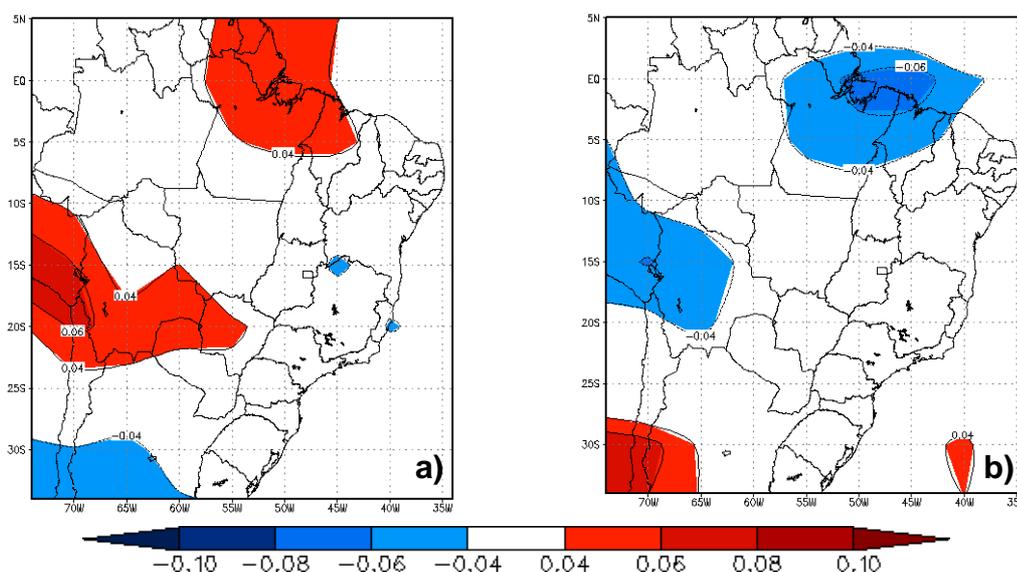


Figura 33 – Magnitude dos autovetores associados a CP1 da ROL no Brasil de (a) fevereiro e (b) março.

4.3.2 Relações entre as CP's da TSM e a precipitação no Brasil

Neste item serão apresentadas as relações mais significativas entre as CP's da TSM (menos as CP's 1 que foram mostradas no item anterior) e a chuva no Brasil. Nos períodos defasados T_{-2} e T_{-1} não foram encontradas associações marcantes da precipitação com as anomalias de TSM, portanto, a discussão se restringe apenas as relações que ocorreram dentro do próprio mês.

As relações observadas em 4.1.2 entre as CP's 2 da TSM (que mostram um padrão de dipolo no Oceano Atlântico Sul) e as CP's da ROL, praticamente não se verificam quando esse padrão oceânico é correlacionado com a precipitação no Brasil. Além disso, não foi expressiva a quantidade de casos em que outras CP's (3, 4 ou 5) estão associadas com a precipitação, porém, observa-se em alguns casos, relações bem significativas. Vale ressaltar que em novembro não há nenhuma CP, exceto a primeira, que apresente áreas de significativa correlação com a

precipitação. Já em fevereiro e março, as correlações também não mostram áreas em que haja uma forte associação das anomalias de oceano com a precipitação no país, porém, com as CP's 2 e 3 da TSM em fevereiro e CP3 em março, se verifica uma melhor relação, e essas serão discutidas.

Abaixo são destacadas as anomalias de TSM das CP's que apresentam as melhores correlações com a precipitação no Brasil.

Na Fig. 34 observa-se que em outubro existe uma alta correlação, fortemente significativa, entre a precipitação na Região Sudeste do Brasil e a CP3 da TSM de outubro (Fig. 16a). Assim, anomalias positivas (negativas) de TSM no Oceano Atlântico na costa nordeste do país e costa Argentina, bem como no Pacífico Oeste e Sudoeste e anomalias negativas (positivas) no Pacífico Sudeste (ver Fig. 16a), podem estar associadas à anomalias negativas (positivas) de precipitação no Sudeste do Brasil. Portanto, esse padrão oceânico poder ter relação com o atraso ou adiantamento do período chuvoso nessa região.

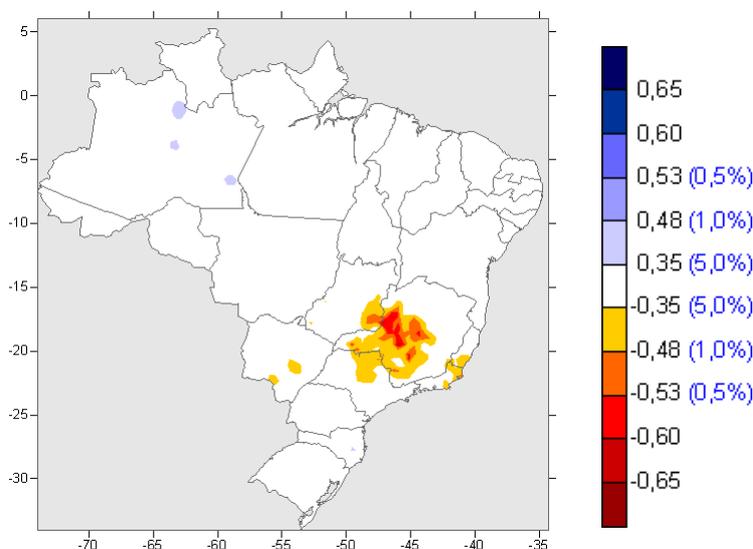


Figura 34 – Chuva de outubro correlacionada com a CP3 da TSM de outubro.

Em dezembro nota-se que no Rio Grande do Sul existe uma correlação alta entre a precipitação e a CP3 da TSM deste mês (Fig. 35). A CP3 da TSM de dezembro (Fig. 36) tem um padrão interessante no Pacífico, pois há em latitudes médias anomalias positivas (negativas) no Oeste e Sudeste deste oceano, e entre essas duas áreas tem-se uma região com anomalias negativas (positivas). Já no Atlântico observa-se que a costa do Rio Grande do Sul está entre uma região de gradiente de TSM, com anomalias negativas (positivas) ao sul e negativas (positivas)

mais ao norte, podendo ser este o padrão predominante para as anomalias positivas (negativas) de precipitação observadas nesse estado.

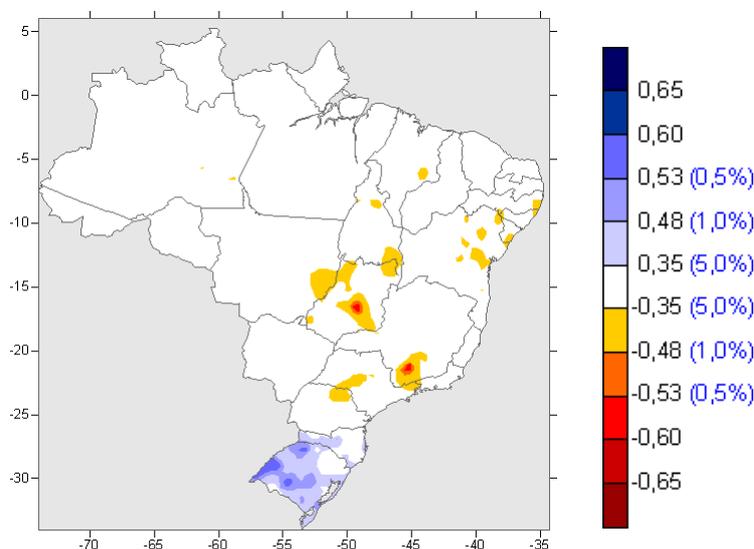


Figura 35 – Chuva de dezembro correlacionada com a CP3 da TSM de dezembro.

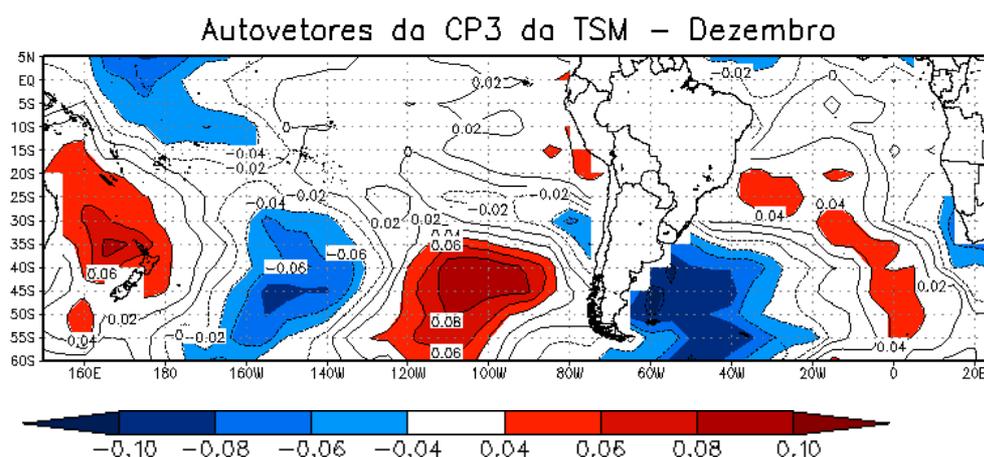


Figura 36 – Magnitude dos autovetores associados a CP3 da TSM do mês de dezembro.

A correlação entre a CP5 da TSM (Fig. 20a) de janeiro e a precipitação neste mês mostrou-se muito significativa (Fig. 37), a qual indica que anomalias positivas (negativas) na costa Nordeste do Brasil e no Pacífico Sudeste e Sudoeste e negativas (positivas) no Pacífico Central e Leste, estão associadas com anomalias positivas (negativas) de precipitação em todo Nordeste, Sudeste (menos São Paulo) e em Tocantins, Goiás e centro-leste de Mato Grosso, e negativas (positivas) no Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

O padrão visto nas áreas de correlação da Fig. 37 é bastante semelhante ao encontrado na CP3 da ROL (Fig. 38). Esta CP quando correlacionada com a CP5 da TSM, obteve uma significância de 5%. Portanto, esse padrão de oceano pode estar realmente vinculado a um aumento ou diminuição nas precipitações do Brasil, mostrando uma relação oposta entre as Eegiões Nordeste, Sudeste e central do Brasil e o Sul do país.

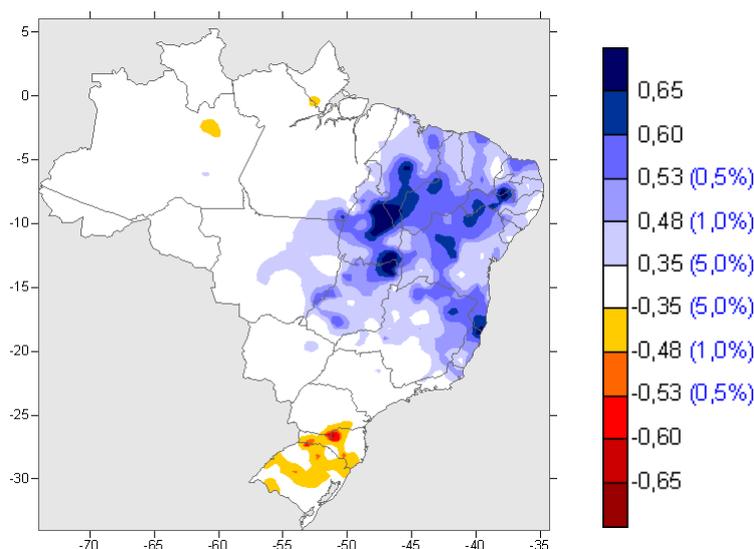


Figura 37 – Chuva de janeiro correlacionada com a CP5 da TSM de janeiro.

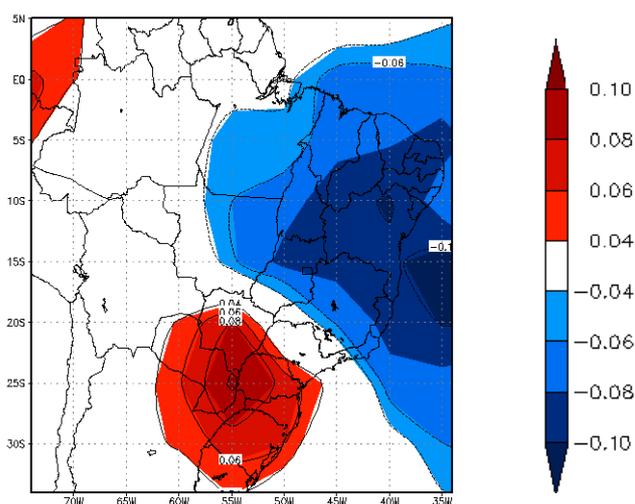


Figura 38 – Magnitude dos autovetores associados a CP3 da ROL do mês de janeiro no Brasil.

Não se verifica em fevereiro e março relações muito significativas entre as variações de oceano com a precipitação no Brasil, fato que foi observado inclusive na associação com o padrão ENOS, mostrado no item 4.3.1. Entretanto,

praticamente todos os diferentes padrões de oceano observados nas CP's da TSM de fevereiro e março mostraram pequenas relações com a precipitação em seus respectivos meses.

Em fevereiro se observa o único caso em que alguma CP2 da TSM obteve um bom resultado na correlação com a precipitação (Fig. 39a). Portanto, essa CP (Fig. 14a) que tem um padrão de dipolo no Oceano Atlântico de anomalias negativas (positivas) na costa nordeste do Brasil e positivas (negativas) na costa do Rio Grande do Sul e Argentina, e também anomalias negativas (positivas) no Pacífico Oeste, Equatorial Leste e Sudeste e positivas (negativas) no oeste e sul em latitudes médias, podem estar associadas com anomalias positivas (negativas) de precipitação no estado do Espírito Santo e costa Sudeste da Bahia e negativas (positivas) no Rio de Janeiro e no litoral de São Paulo.

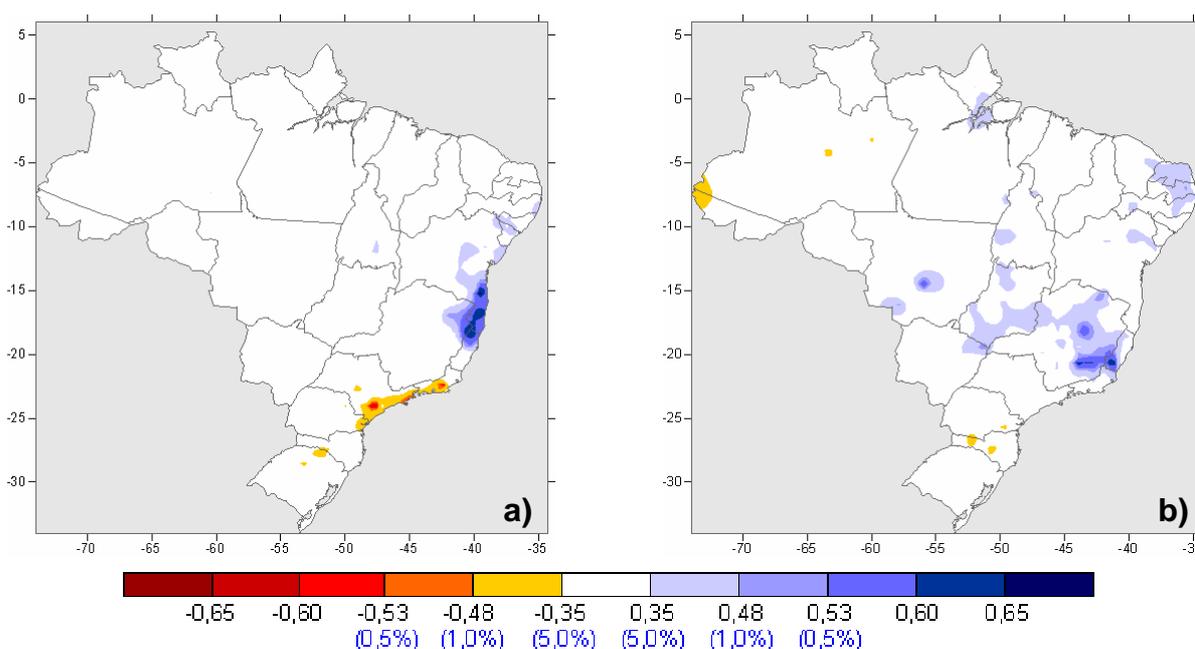


Figura 39 – Chuva de fevereiro correlacionada com a (a) CP2 e (b) CP3 da TSM de fevereiro.

Na Fig. 39b tem-se a correlação da precipitação de fevereiro com a CP3 da TSM deste mesmo mês (Fig. 40), na qual pode-se notar que anomalias positivas (negativas) de precipitação, principalmente no Sudeste do Brasil. Estas podem estar associadas com anomalias negativas (positivas) de TSM na costa Sul-Sudeste do Brasil e Pacífico Leste e positivas (negativas) na costa Argentina e Pacífico Oeste e Equatorial Oeste.

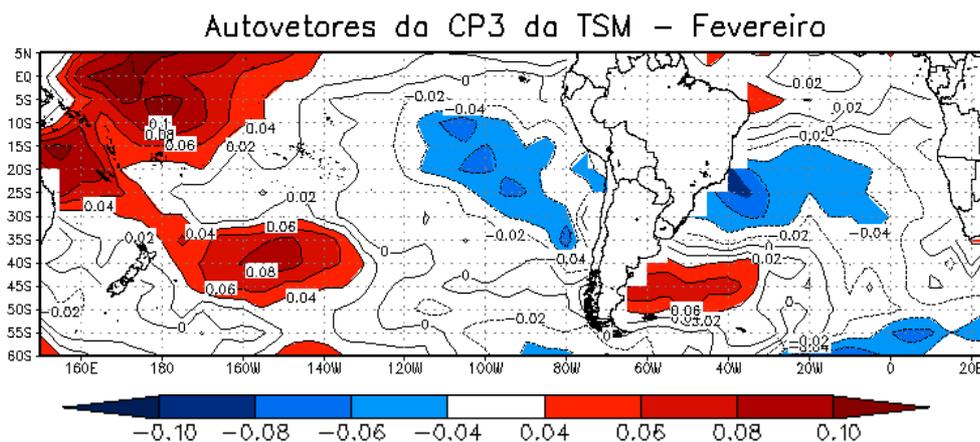


Figura 40 – Magnitude dos autovetores associados a CP3 da TSM do mês de fevereiro.

A Fig. 41 mostra a correlação da CP3 da TSM (Fig. 42) de março com a precipitação deste mesmo mês, destacando-se as anomalias negativas (positivas) de precipitação em Santa Catarina, Paraná e sul do Mato Grosso do Sul. Estas estão diretamente correlacionadas com as anomalias de TSM positivas (negativas) no Pacífico Equatorial Oeste, Leste e Sudoeste e negativas (positivas) no Pacífico Equatorial Leste, Oeste e Sudeste.

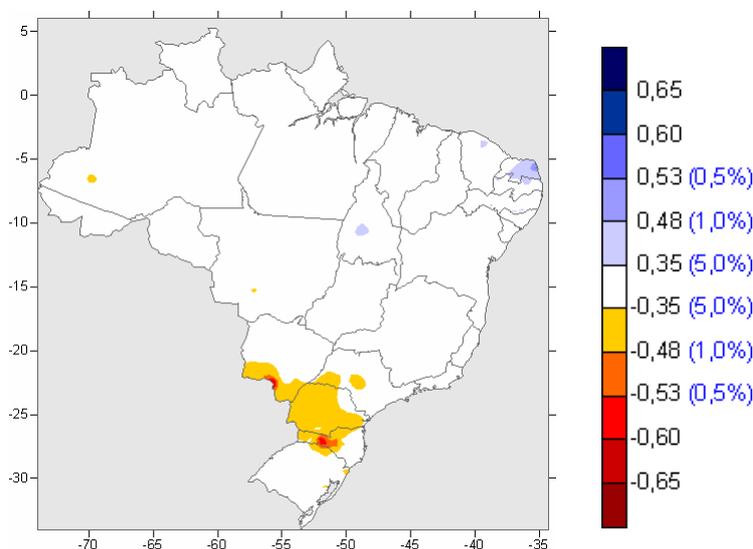


Figura 41 – Chuva de março correlacionada com a CP3 da TSM de março.

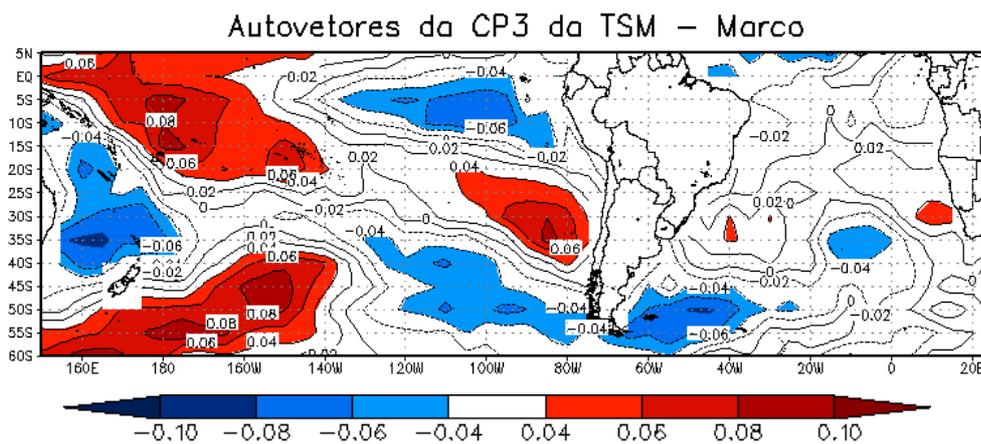


Figura 42 – Magnitude dos autovetores associados a CP3 da TSM do mês de março.

4.4 Modelo de previsão da precipitação no Brasil utilizando a TSM

Os resultados do modelo de previsão da precipitação para os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março é apresentado nesta seção. Para tal, a técnica empregada foi a de regressão linear múltipla, utilizando como variáveis dependentes, i. e. dados preditantes, a precipitação mensal de dezembro a março no Brasil, de 691 estações, e como variáveis independentes (preditores) os 5 primeiros escores obtidos nas componentes principais da TSM (ver seção 4.1) dos meses de outubro a janeiro. Portanto, há um período de defasagem de 2 meses entre os escores mensais da TSM e a precipitação prevista.

Para obtenção das equações do modelo de regressão e seus coeficientes, o PD utilizado compreende os anos de 1983 a 2004. A partir disso, pôde-se estabelecer tanto a previsão da precipitação no PD quanto no PI, sendo que o último corresponde aos anos de 2005 e 2006 e serve para o teste do modelo.

Para fins de aplicação do modelo foram escolhidas 7 estações do INMET no Brasil para discussão dos resultados do PI, as quais são: Porto Alegre (Est_1), São Paulo (Est_2), Brasília (Est_3), Cuiabá (Est_4), Recife (Est_5), São Luís (Est_6) e Manaus (Est_7).

Nas 7 estações a técnica dos percentis é utilizada para avaliar o desempenho do modelo no período de teste, sendo considerado como ótimo o resultado quando o valor previsto se encontra no mesmo percentil do valor observado. Usando essa técnica, a precipitação observada foi dividida em 5 grupos: muito abaixo do normal (MAB), abaixo do normal (AB), normal (N), acima do normal (AC) e muito acima do normal (MAC). Além disso, também é determinada a correlação entre a precipitação prevista e a observada no PD destas estações, com o intuito de se avaliar a precisão do modelo (skill).

Os principais resultados do desempenho do modelo no PD e PI dos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março são discutidos a seguir.

4.4.1 Dezembro

Em dezembro as áreas com um melhor potencial para previsão da precipitação com 2 meses de antecedência podem ser vistas na Fig. 43. Nota-se que no centro-oeste e sudoeste do Rio Grande do Sul, na Região Nordeste e no extremo norte do Brasil a correlação entre os dados observados e previstos no PD é alta,

mostrando ser fortemente significativa. Outras áreas como no Paraná, oeste de São Paulo e Mato Grosso do Sul a correlação é significativa a 5%. Já no sudeste dos estados de Minas Gerais e Mato Grosso a significância é maior. No Acre, Rondônia, sul do Amazonas e Pará e, em praticamente todo o estado do Mato Grosso não há correlação significativa.

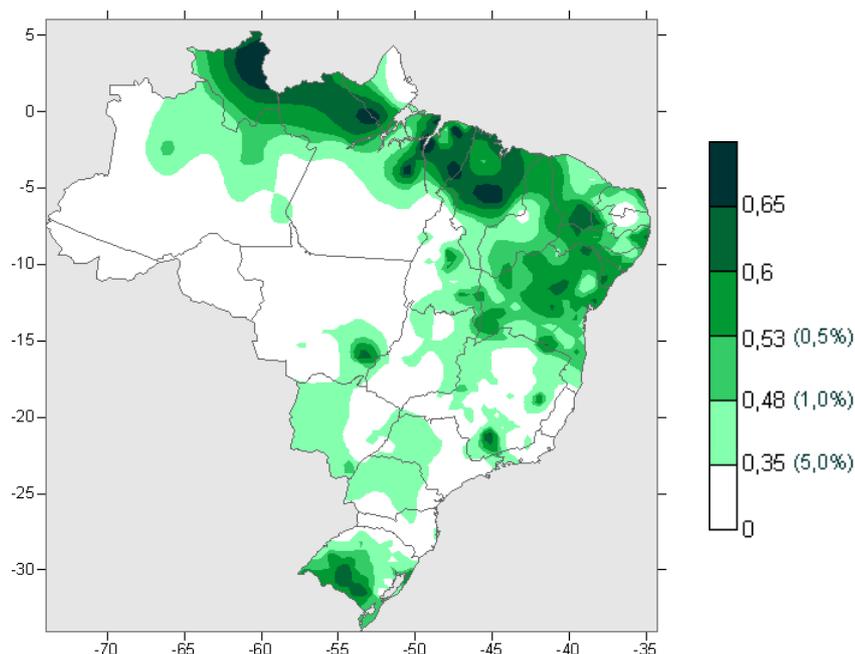


Figura 43 – Correlação entre a precipitação observada e prevista no PD em dezembro no Brasil.

Na Fig. 44 são mostrados os resultados da previsão tanto no PD quanto no PI de 5 das 7 estações utilizadas no estudo, além dos dados observados. As estações do Norte e Nordeste do país apresentam as melhores correlações no PD, entretanto, a Est_1 e a Est_4 são as únicas em que há uma concordância no percentil entre os valores observados e previstos no PI em 2005 (Fig. 45), porém, a correlação do PD na Est_4 é praticamente nula. A Est_2 não apresentou boas relações nos períodos de ajuste e teste. Nas estações onde a correlação é mais significativa, o modelo não mostrou-se tão eficaz no PI, em que observa-se consideráveis diferenças entre o que foi observado com o que foi previsto, principalmente em 2005, ano em que o percentil observado na precipitação foi muito acima do normal nas estações 3, 5 e 6.

Há um melhor ajuste do modelo no PD na Est_1 em períodos de El Niño e La Niña, mostrando, a influência do primeiro modo da CP da TSM, no qual está relacionado ao padrão ENOS.

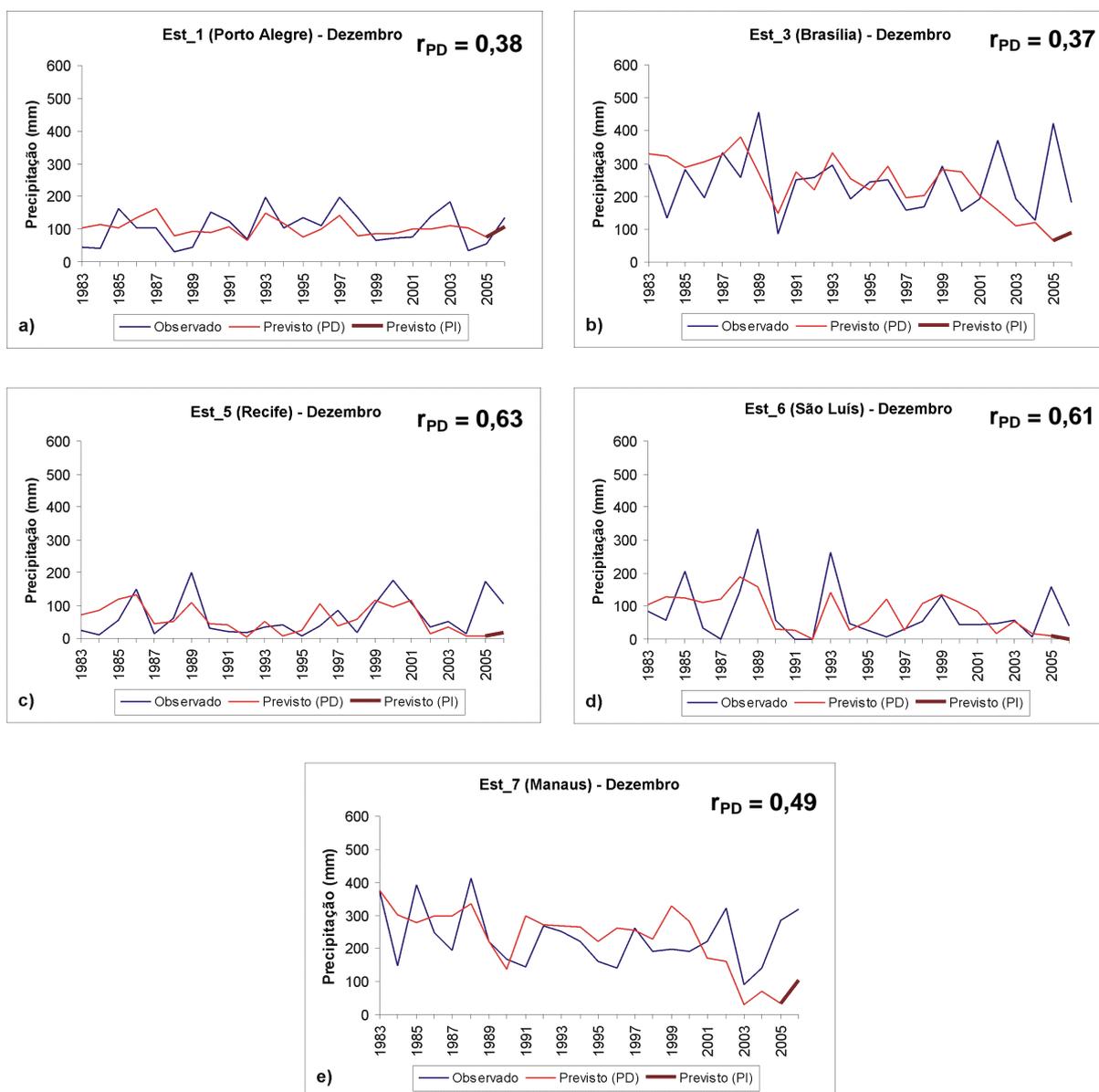


Figura 44 – Precipitação observada e prevista no PD (1983 – 2004) e PI (2005 – 2006) na (a) Est_1, (b) Est_3, (c) Est_5, (d) Est_6 e (e) Est_7 em dezembro.

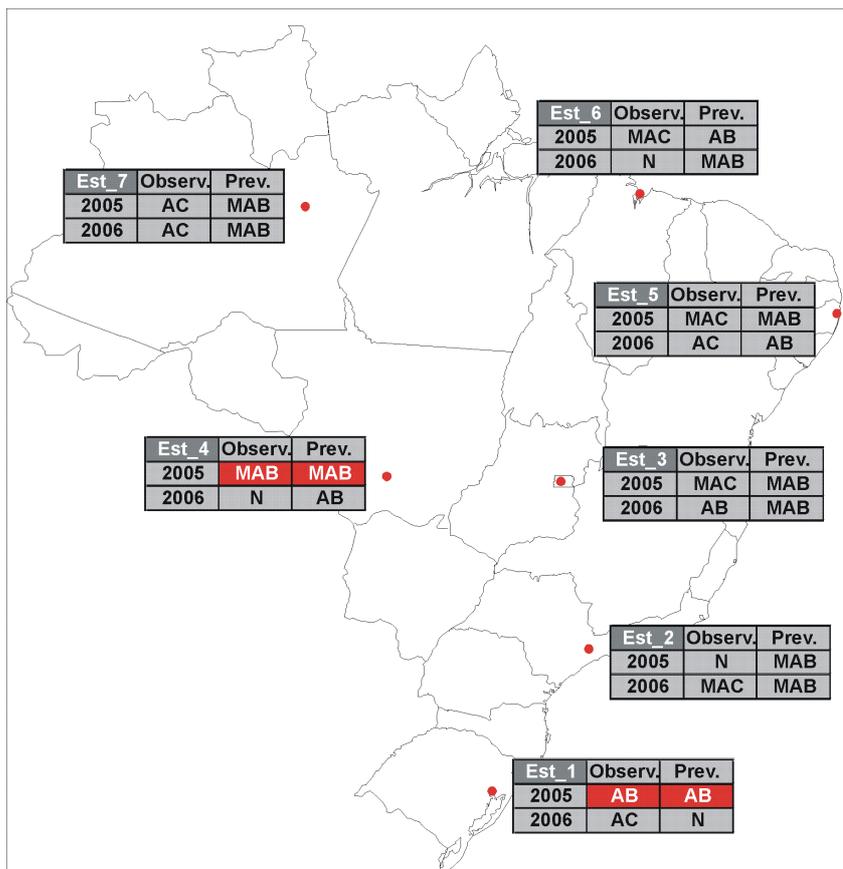


Figura 45 – Percentis dos dados observados e previstos das 7 estações no Brasil que mostram o desempenho do modelo no PI no mês de dezembro.

4.4.2 Janeiro

Em janeiro observa-se na Fig. 46 que as melhores áreas de previsão da precipitação no PD, ou seja, com correlações mais significativas, concentram-se no norte do Amazonas e Roraima e, também nos estados de Alagoas e Sergipe. Além disso, áreas com até 0,5% de significância podem ser vistas em vários estados da Região Nordeste, no Amapá, noroeste do Pará e nordeste do Amazonas. Em comparação com o mês de dezembro, janeiro apresenta correlação em praticamente todo o oeste do Brasil, excluindo-se o Acre, contudo, além da correlação no Rio Grande do Sul ser mais fraca, áreas como no sul da Bahia e nos estados de Tocantins e Goiás não há correlação. Em grande parte de Santa Catarina e Paraná, sul dos estados do Amazonas e Pará e, em grande parte da Região Sudeste também não há correlação.

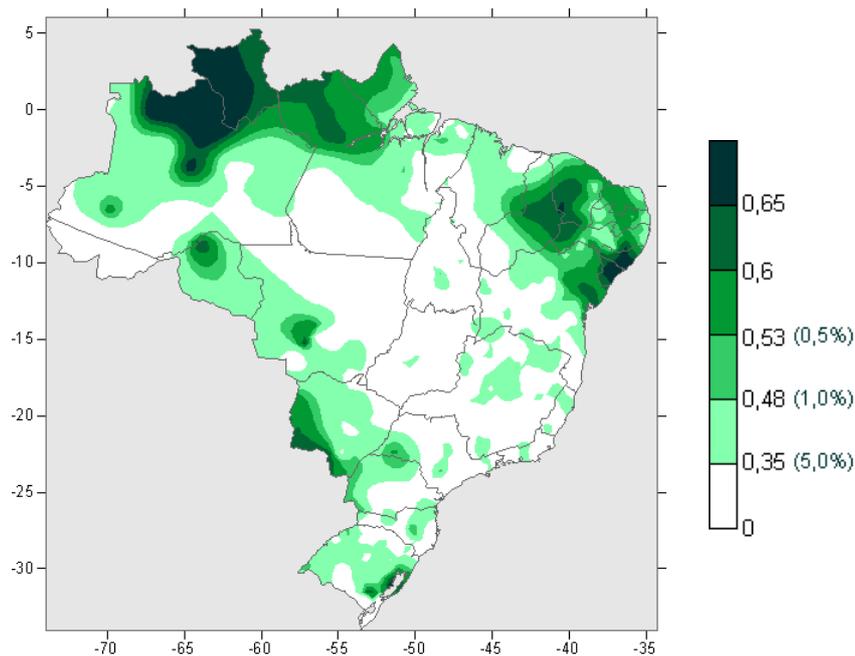


Figura 46 – Correlação entre a precipitação observada e prevista no PD em janeiro no Brasil.

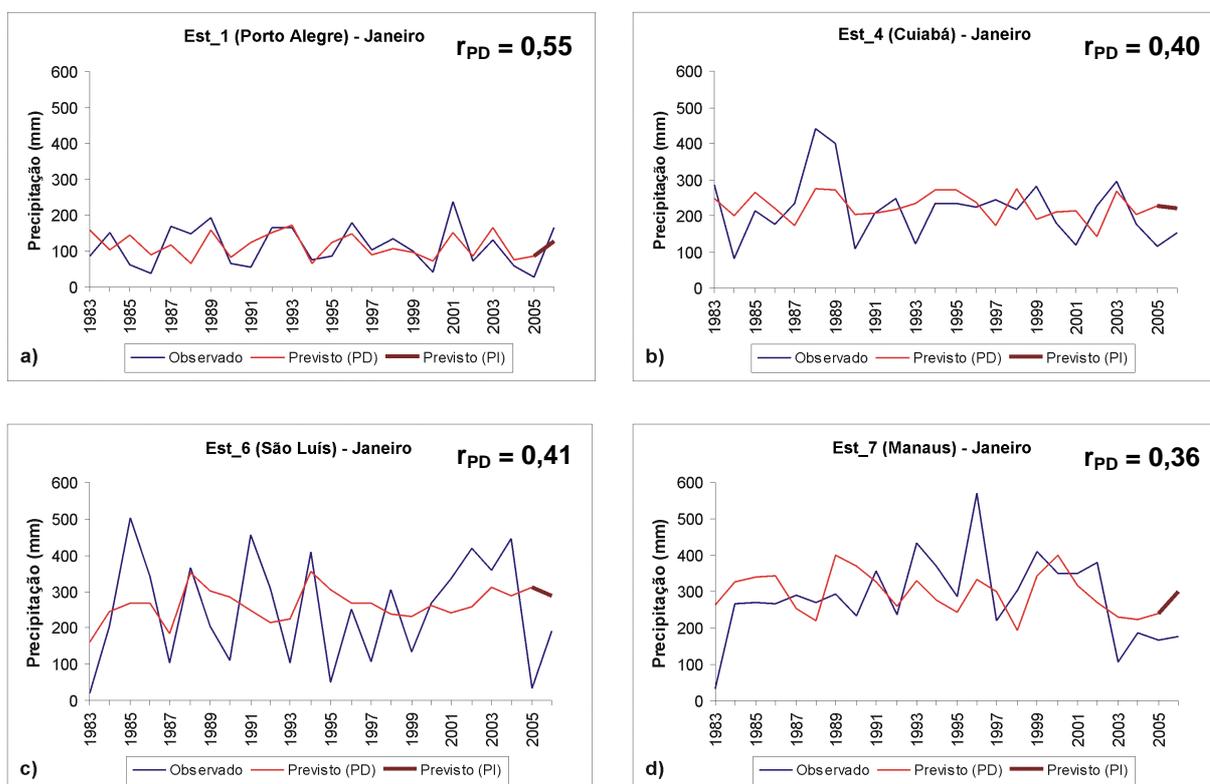


Figura 47 – Precipitação observada e prevista no PD (1983 – 2004) e PI (2005 – 2006) na (a) Est_1, (b) Est_4, (c) Est_6 e (d) Est_7 em janeiro.

Na análise das 7 estações, a Est_2 e a Est_3 não apresentam correlações no PD entre o previsto e o observado. Observa-se na Fig. 47, que com exceção da Est_1 a precipitação observada mostra grande variabilidade, sendo esse o provável motivo do modelo não se ajustar bem em nenhuma das estações, por consequência, o valor previsto no PI esteve sempre no grupo do percentil normal (menos em 2005 na Est_7), como pode ser visto na Fig. 48.

Fischer et al. (2008) ao correlacionarem a TSM com o número de dias de chuva no Rio Grande do Sul, citam que apesar da correlação entre o observado e o previsto mostrar bons resultados no PD durante todo o ano, janeiro é o período que apresenta as maiores diferenças no PD. Resultado semelhante é visto na Est_1, em que a correlação no PD possui uma significância de 0,5%, entretanto, o PI não obteve o mesmo desempenho, assim, não houve nenhum percentil coincidente entre o previsto e o observado.

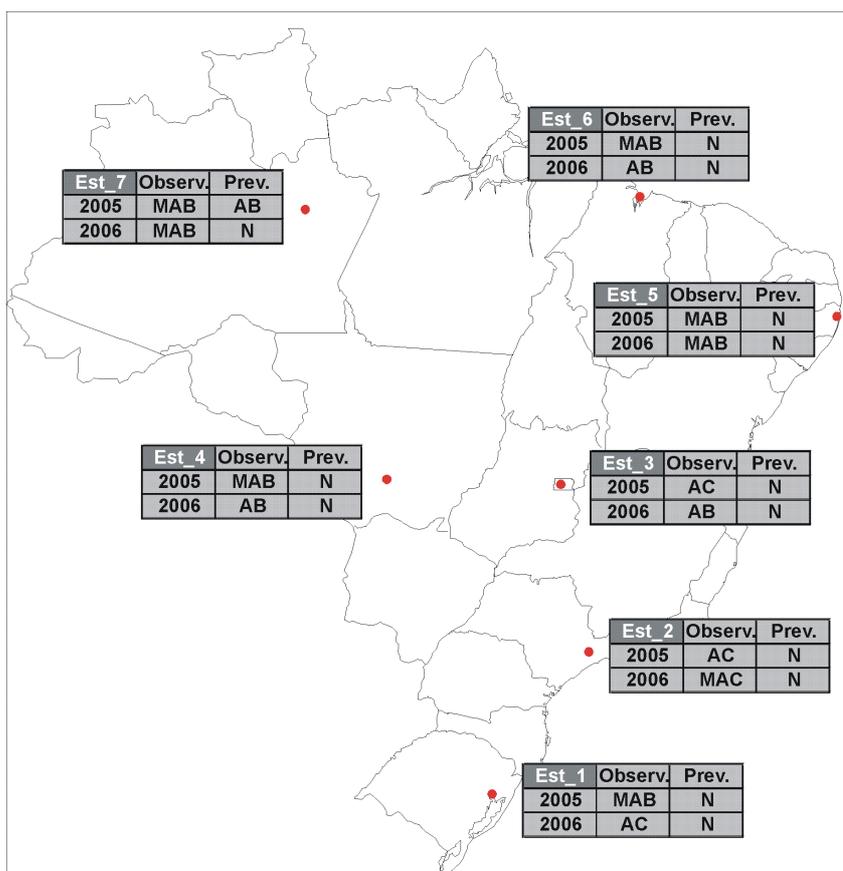


Figura 48 – Percentis dos dados observados e previstos das 7 estações no Brasil que mostram o desempenho do modelo no PI no mês de janeiro.

4.4.3 Fevereiro

Em fevereiro (Fig. 49) há uma grande redução na área de correlação entre os dados previstos e observados em relação aos meses anteriores de dezembro e janeiro. Nas Regiões Norte e Centro-Oeste praticamente não se observam áreas com bons potenciais de previsão da precipitação. As melhores áreas estão concentradas no litoral do país, nos estados da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo. No sudeste do Amazonas, leste de Minas Gerais, sudeste do Paraná e extremo norte do Rio Grande do Sul verificam-se as correlações mais significativas, acima de 0,5%. Assim como já foi visto na seção 4.3, fevereiro é um mês em que a correlação no Brasil entre a TSM e a precipitação não apresentam bons resultados.

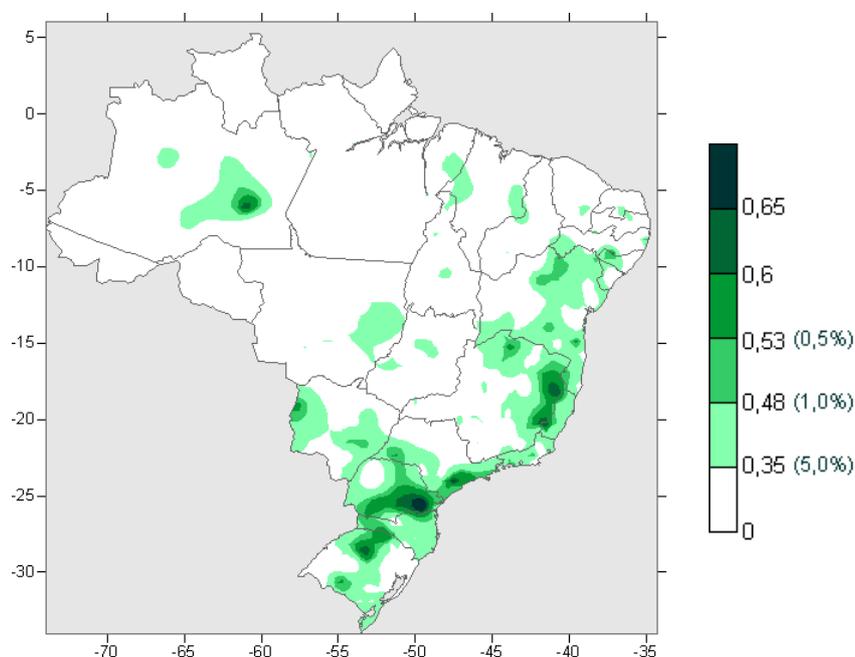


Figura 49 – Correlação entre a precipitação observada e prevista no PD em fevereiro no Brasil.

Nota-se na Fig. 50 que a Est_1 possui uma baixa correlação entre o previsto e o observado, sendo este é o mês em que houve a pior relação nessa estação no PD. Entretanto, quando é feita a análise do PI, há uma igualdade nos percentis nos anos de 2005 e 2006 (Fig. 51). A Est_2 apresentou um ótimo ajuste no PD, algo que não visto nessa estação em nenhum dos outros três meses de análise, por consequência, a previsão em 2005 esteve no mesmo grupo do percentil observado, ano esse em que a precipitação foi muito abaixo da normal. Apesar da correlação nas estações 3 e 5 não ser fortemente significativa, em 2006 na Est_3 e em 2005 na

Est_5 os percentis se enquadram no mesmo grupo. O modelo não mostrou um bom ajuste nas demais estações, sendo que os melhores resultados são vistos nas estações que estão mais à leste do país.

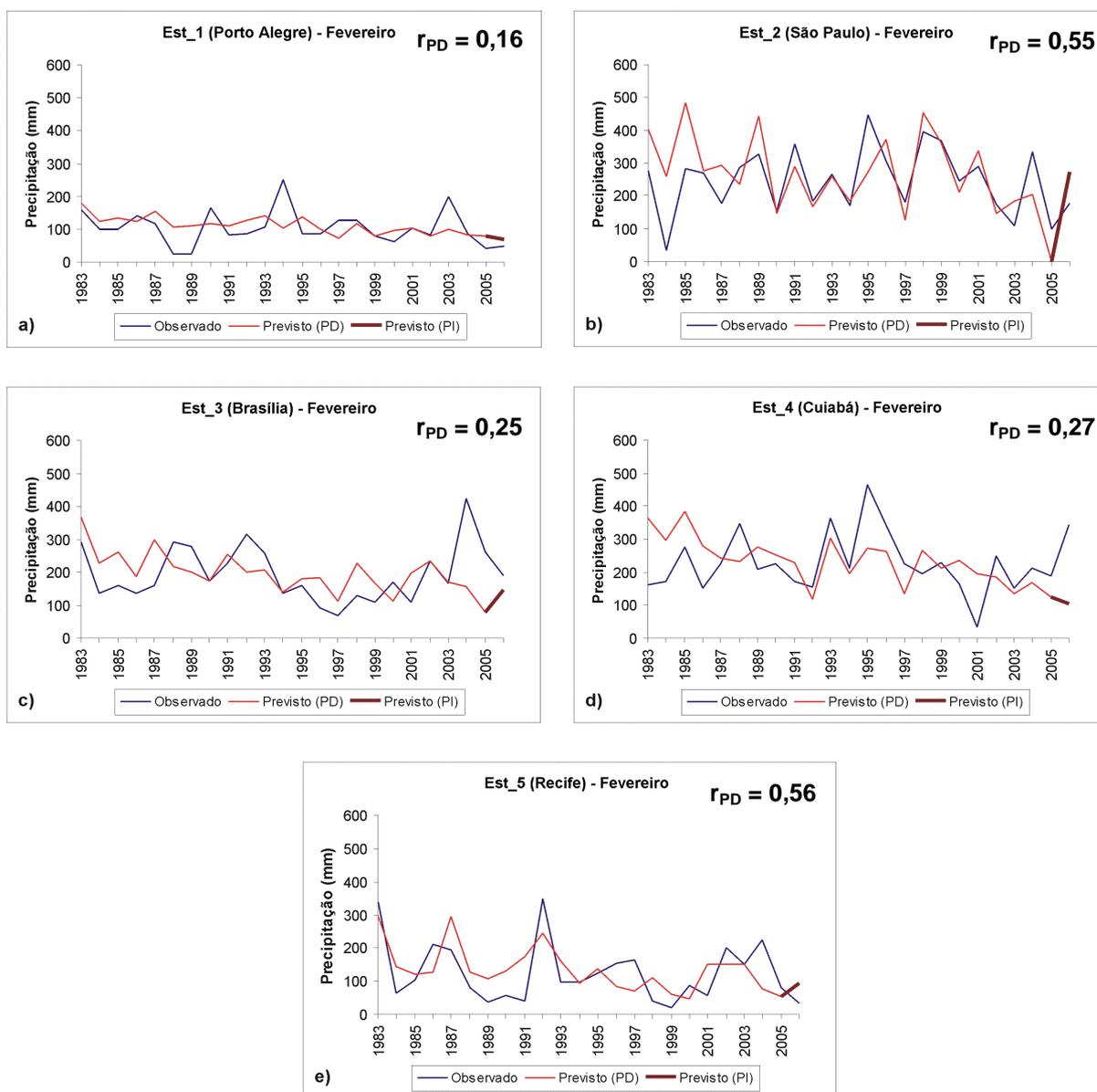


Figura 50 – Precipitação observada e prevista no PD (1983 – 2004) e PI (2005 – 2006) na (a) Est_1, (b) Est_2, (c) Est_3, (d) Est_4 e (e) Est_5 em fevereiro.

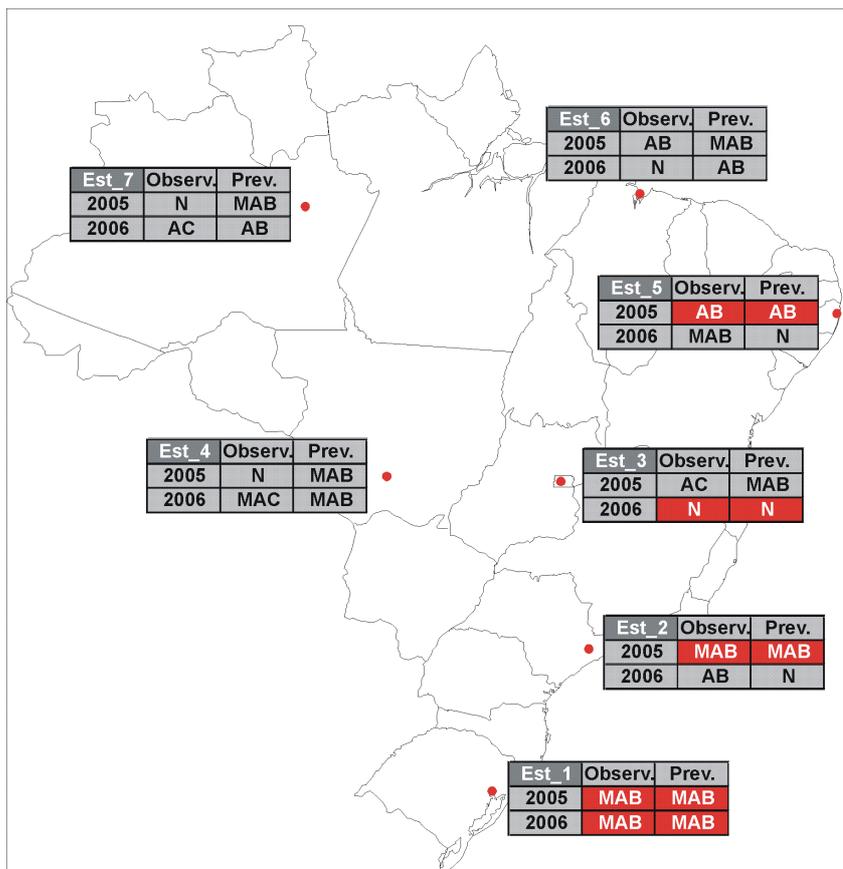


Figura 51 – Percentis dos dados observados e previstos das 7 estações no Brasil que mostram o desempenho do modelo no PI no mês de fevereiro.

4.4.4 Março

No mês de março o modelo no PD não mostrou-se muito eficaz, como pode ser verificado na Fig. 52. O maior destaque é dado a duas regiões no Brasil: no norte da Região Nordeste, abrangendo o norte do Maranhão e os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Alagoas, Sergipe e com maior significância em Pernambuco. A outra área está no sul do Brasil, com significância maior de 0,5% no noroeste do Paraná e sudeste do Mato Grosso do Sul. Nas Regiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste praticamente não há áreas com correlação entre a precipitação observada e a prevista. Portanto, março caracteriza-se por ser o mês na análise em que a previsão do modelo mostrou-se mais imprecisa.

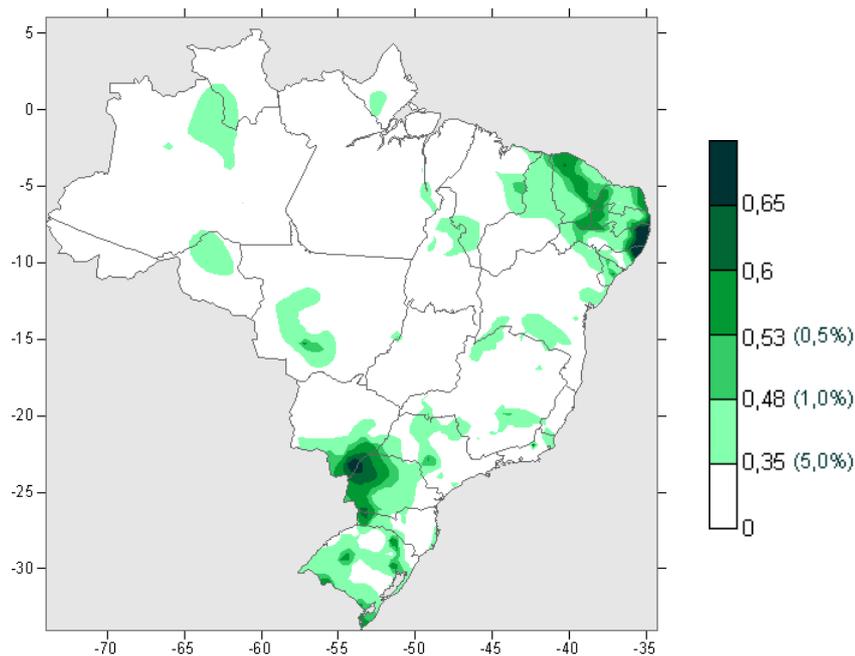


Figura 52 – Correlação entre a precipitação observada e prevista no PD em março no Brasil.

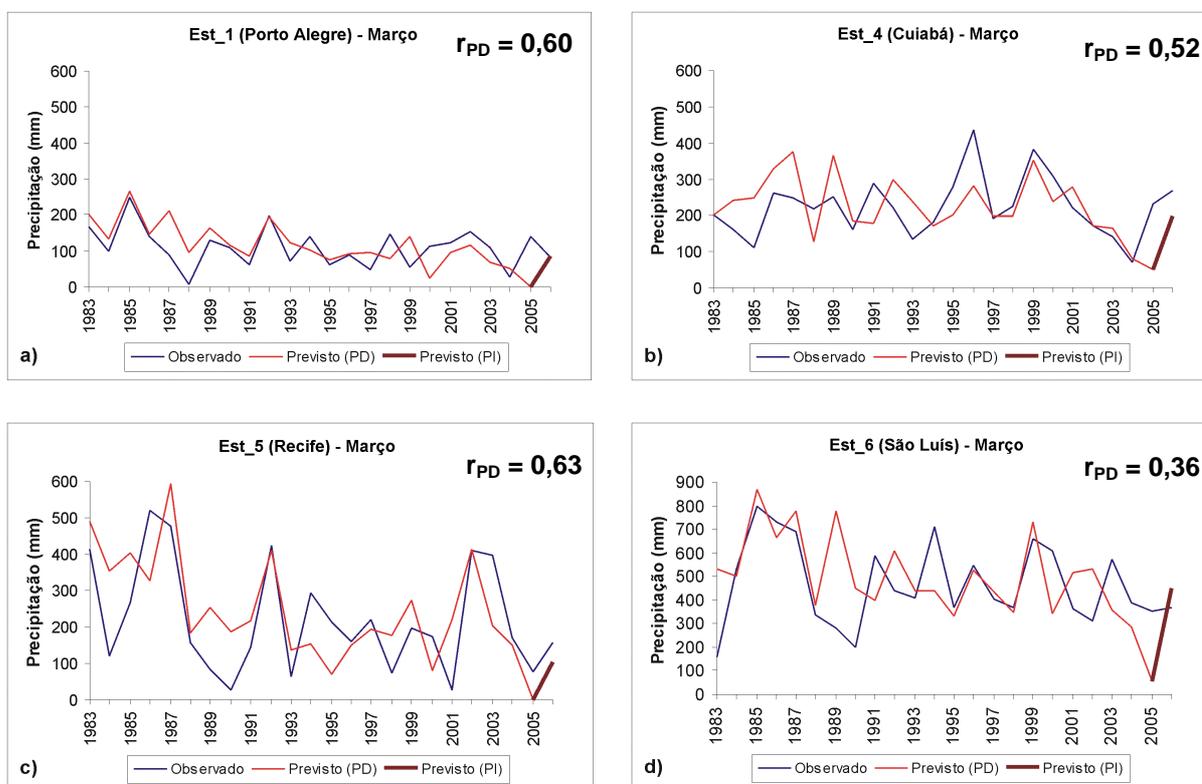


Figura 53 – Precipitação observada e prevista no PD (1983 – 2004) e PI (2005 – 2006) na (a) Est_1, (b) Est_4, (c) Est_5 e (d) Est_6 em março.

Na análise das 7 estações, a Est_1 e Est_5 apresentam as melhores correlações no PD, com significância maior que 0,5% (Fig. 53), tal fato se reflete nos grupos de percentil observado e previsto, sendo que no PI há concordância nos percentis em 2005 e 2006 na Est_5 e, em 2006 na Est_1 (Fig. 54). Nas estações 2 e 3 não se observa correlação e, na Est_7 a correlação é muito pequena, entretanto em 2006 o percentil observado coincidiu com o previsto. Já na Est_4 apesar da correlação significativa a 1%, a mesma não apresentou o mesmo potencial no PI.

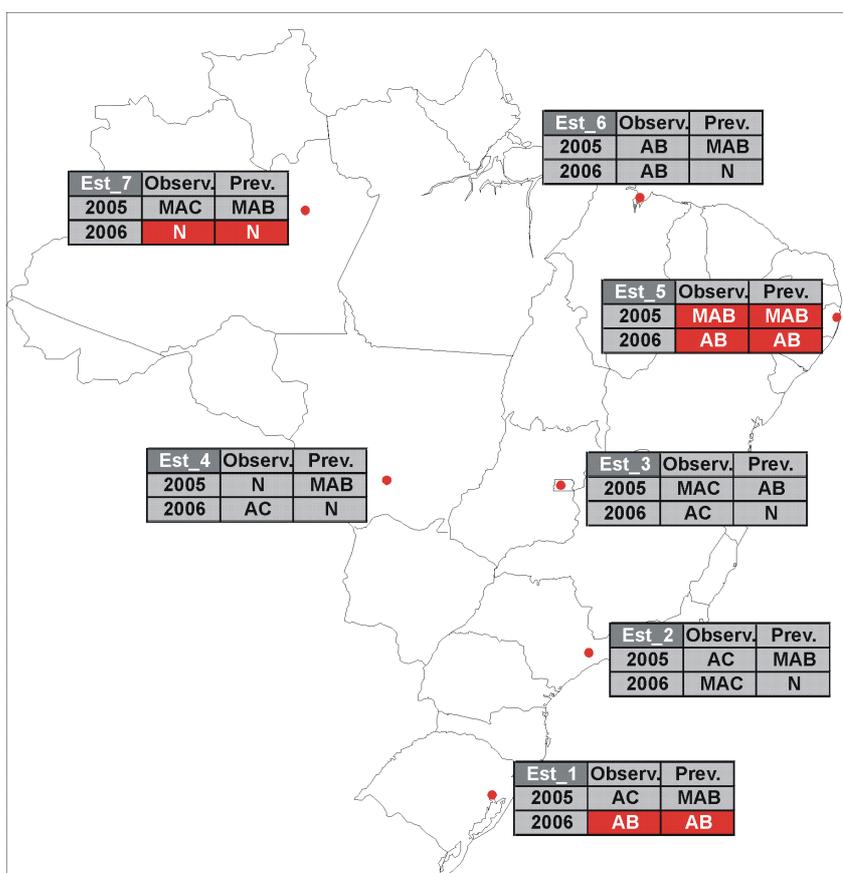


Figura 54 – Percentis dos dados observados e previstos das 7 estações no Brasil que mostram o desempenho do modelo no PI no mês de março.

5 Conclusões

A partir da aplicação da técnica estatística multivariada de Componentes Principais obtiveram-se os escores da TSM e ROL do período de outubro a março. A correlação entre os cinco primeiros escores destas duas variáveis em cada mês foi realizada, encontrando assim, importantes relações.

A CP1 da TSM apresenta claramente um padrão associado ao ENOS em todos os meses, mostrando no Oceano Pacífico duas áreas de anomalias de temperatura de mesmo sinal, uma na região Equatorial e outra em latitudes médias, além de outra área com o sinal oposto a essas duas, localizada entre a região da ZCPS e o Pacífico Leste. A partir de dezembro até março, nota-se também a presença de uma quarta área, localizada no Atlântico Sul, a qual sempre apresenta sinal contrário à região do Pacífico Equatorial.

As correlações entre os escores das CP's 1 da TSM e as CP's 1 da ROL foram sempre altas e significativas a 1%, e mostram uma relação com o padrão de El Niño (La Niña) em:

- Outubro, com a intensificação (desintensificação) da convecção no centro e sul da Argentina;
- Novembro, com a redução (aumento) da atividade convectiva associada à ZCAS, entre as Regiões Norte e Sudeste do Brasil, e o aumento (redução) da convecção no Sul do país, mostrando um padrão oposto de anomalias de ROL entre essas duas regiões;
- Janeiro, com a desintensificação (intensificação) da convecção no noroeste da AS;

- Dezembro, fevereiro e março, com a redução (aumento) da convecção associada à Alta da Bolívia e, também, no norte das Regiões Norte e Nordeste do Brasil, mostrando nesses três meses um padrão semelhante.

Na CP2 da TSM tem-se no Oceano Atlântico a indicação de um padrão de dipolo em todos os meses da análise, entre o Atlântico Equatorial e Central adjacente à costa Nordeste do Brasil, com anomalias negativas (positivas) de temperatura, e o Atlântico Sul em latitudes médias, com anomalias positivas (negativas). Em fevereiro e março, juntamente com esse padrão no Atlântico, existem três áreas no Oceano Pacífico de mesmo sinal ao encontrado na costa Nordeste do Brasil, localizadas no Pacífico Oeste, Sudeste e Equatorial Leste, e duas áreas de sinal oposto no Pacífico Leste e Pacífico Sul em latitudes médias, que estão associadas à intensificação (desintensificação) da convecção na região de ocorrência da ZCAS e a desintensificação (intensificação) no Sul do Brasil, Uruguai e no centro e nordeste da Argentina.

Áreas de anomalias de ROL associadas com um padrão de ZCAS mais oceânica - vistas nos meses de outubro, novembro e março - parecem estar diretamente relacionadas com um forte gradiente de anomalias de TSM, com anomalias positivas na costa nordeste do Brasil e negativas na costa Sul-Sudeste do país.

O padrão oceânico visto na CP5 da TSM de janeiro, o qual apresenta anomalias positivas (negativas) de temperatura na costa nordeste do Brasil, Pacífico Oeste e Sudeste, em latitudes médias, e negativas (positivas) no Atlântico Sudeste, Pacífico Central e Leste, mostra uma forte associação com o aumento (redução) da convecção nas Regiões Norte, Nordeste e Sudeste do Brasil e com redução (aumento) da atividade convectiva no Paraguai, nordeste da Argentina e Sul do Brasil.

A climatologia da precipitação no Brasil feita para os meses de primavera e verão, na qual utilizou 691 estações, permitiu um claro entendimento do regime de chuvas no país durante esse período. As características mais marcantes nesses meses mostraram que em outubro, apesar da distribuição irregular, as primeiras chuvas da estação chuvosa já ocorrem nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste. Nesse mesmo mês nota-se que o maior volume de chuvas (em torno de 200 mm) acontece no oeste e sul do Amazonas e no norte do Rio Grande do Sul e oeste dos estados do Paraná e Santa Catarina. Porém, nos meses seguintes há uma diminuição das

chuvas na Região Sul, ficando em torno dos 150 mm, com maior destaque para o extremo sul do Rio Grande do Sul que sempre apresenta menores valores que as demais áreas da região.

A partir de novembro o período chuvoso apresenta-se bem definido nos estados do Centro-Oeste e Sudeste, sendo janeiro o mês em que há maior atividade convectiva entre as Regiões Norte e Sudeste, com máximos chegando a valores em torno de 400 mm, essa situação está muito vinculada à atividade da ZCAS. A partir de fevereiro já se nota um decaimento desse padrão de chuvas.

A Região Nordeste e o extremo norte do Brasil mostram volumes extremamente reduzidos de chuvas em outubro e novembro, principalmente no sertão nordestino, em que os valores são praticamente nulos. Entre dezembro e janeiro há uma diminuição nessas áreas mais secas entre o norte do Pará e o Piauí, porém no norte da Região Nordeste, só a partir de março há um considerável aumento nas chuvas da região, devido ao início da estação chuvosa.

Na relação da TSM com a precipitação no Brasil no mês de outubro, há uma indicação de anomalias positivas (negativas) de precipitação no Rio Grande do Sul, associadas com um padrão de El Niño (La Niña), sendo que a associação é mais intensa com o extremo sul deste estado. Ao contrário de outubro, em novembro tem-se anomalias positivas (negativas) de precipitação na Região Sul do país (menos metade sul do Rio Grande do Sul) e no sul dos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul, e negativas (positivas) no litoral da Região Sudeste, Minas Gerais, oeste da Bahia, Maranhão, Pará, Piauí e norte do Tocantins associadas a situações de El Niño (La Niña). Essas relações vistas em novembro são ainda mais intensas quando relacionadas com a TSM de outubro.

Há uma maior intensidade na correlação defasada 2 meses entre a TSM e a precipitação de dezembro do que quando associada à TSM do próprio mês, na qual mostra que em praticamente todo o Nordeste do Brasil anomalias negativas (positivas) de precipitação e positivas (negativas) no Rio Grande do Sul estão associadas com episódios de El Niño (La Niña).

Tanto em relações defasadas de até 2 meses quanto na relação da TSM do próprio mês com a chuva de janeiro, há no extremo norte do Brasil (Amapá, Roraima e norte do Amazonas e Pará) relações entre anomalias negativas (positivas) de precipitação e padrão de El Niño (La Niña).

As correlações entre a TSM e a chuva dos meses de fevereiro e março são fracas, inclusive em relações defasadas de 1 e 2 meses. Em fevereiro se observam anomalias positivas (negativas) de precipitação no Rio Grande do Sul e negativas (positivas) no nordeste do Amazonas, associadas com uma situação de El Niño (La Niña). Já em março têm-se anomalias positivas (negativas) apenas no oeste dos estados de Santa Catarina e Paraná.

Nas relações entre as demais CP's da TSM com a precipitação no Brasil (menos a CP1, que está associada ao ENOS) não ocorreram casos em que houvesse significativas correlações nos períodos defasados de 1 e 2 meses. Já nas relações dentro do próprio mês, tem-se em outubro anomalias negativas (positivas) de precipitação na Região Sudeste do país associadas a anomalias negativas (positivas) no Pacífico Sudeste e, positivas (negativas) em quatro áreas: na costa Nordeste do Brasil, costa Argentina, e Pacífico Oeste e Sudoeste.

Em janeiro as correlações entre a CP5 da TSM e a precipitação mostraram extrema semelhança nas áreas de convecção encontradas na relação dessa mesma CP da TSM com a CP3 da ROL, a saber: um padrão oposto de anomalias entre as Regiões Norte, Nordeste e Sudeste e a Região Sul do Brasil.

Em novembro, dezembro, fevereiro e março as correlações entre a precipitação e as CP's 2, 3, 4 e 5 não foram muito significativas.

De forma a concluir e melhor elucidar as relações da TSM com a ROL na AS e a precipitação no Brasil é mostrado no apêndice D padrões obtidos na análise da correlação entre essas variáveis, visto que em alguns casos houve coincidência nas áreas de atividade convectiva obtidas na ROL e precipitação associadas à TSM.

O modelo de previsão da precipitação no Brasil com 2 meses de antecedência, utilizando os 5 primeiros escores da TSM, mostra em dezembro um ótimo potencial de previsão na Região Nordeste, extremo Norte e Rio Grande do Sul, conforme visto no período dependente. Já no período independente, das 7 estações escolhidas para o teste do modelo, a Est_1 (Porto Alegre) foi a que apresentou os melhores resultados.

Em janeiro as melhores áreas de previsão da precipitação encontram-se no Nordeste do país e no norte da Região Norte. Já o menor poder de previsão está no oeste do Brasil e na Região Sul.

As áreas mais favoráveis à previsão da chuva em fevereiro concentram-se no litoral da Região Sudeste e Região Sul do país. Neste mês encontrou-se os

melhores resultados do período independente do modelo dentre os quatro meses da análise, sendo as estações litorâneas e a Est_4 (Brasília) as que apresentam igualdades nos percentis observados e previstos.

Em março, as principais áreas que apresentaram o melhor poder de previsão estão na Região Sul e extremo nordeste do Brasil, fato também observado no período independente nas estações de Porto Alegre (Est_1) e Recife (Est_5), em que ocorreu igualdade entre os percentis observado e previsto, em 2005 e 2006 na Est_5, e em 2006 na Est_1.

Nos quatro meses em que foi aplicado o modelo, utilizando a técnica de regressão linear múltipla, pôde-se notar que as Regiões Sul e Nordeste do Brasil apresentam as melhores áreas para previsão da precipitação. Nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste o modelo não mostrou uma boa eficiência, já o extremo norte do país ganha destaque nos meses de dezembro e janeiro.

6 Referências

ALVES, L. M.; MARENGO, J. A.; CAMARGO JR, H.; CASTRO, C. Início da estação chuvosa na região sudeste do Brasil: Parte 1- Estudo observacionais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.20, n.03, p.385-394, dez. 2005.

ANDREOLI, R. V.; KAYANO, M. T. A importância relativa do Atlântico Tropical Sul e Pacífico Leste na variabilidade de precipitação do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.22, n.1, p.63-74, abr. 2007.

BARBIERI, P. R. B. **Caracterização da estação chuvosa nas regiões sul e sudeste do Brasil associado com a circulação atmosférica**. 2005. 116f. Dissertação de Mestrado - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C.; LIEBMANN, B. The South Atlantic Convergence Zone: intensity, form, persistence, relationships with intraseasonal to interannual activity and extreme rainfall. **Journal of Climate**, Boston, v.17, n.1, p.88-108, jan. 2004.

CASARIN, D. P.; KOUSKY, V. E. Anomalias de precipitação no Sul do Brasil e variações na circulação atmosférica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.1, n.2, p.83-90, dez. 1986.

CEBALLOS, J. C.; LIMA, W. F. A.; SOUZA, J. M. Radiação de onda longa emergente no topo da atmosfera: uma comparação entre estimativas com GOES-8 imager e dados do NCEP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., 2002, Foz de Iguaçu. **Anais...** 2002. p.3264-3269. CD-ROM, Papel. Br.

CHAVES, R. R. **Variabilidade da precipitação na região sul do nordeste e sua associação com padrões atmosféricos**. 1999. 159f. Dissertação de Mestrado – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

CHAVES, R. R. **Conexões entre a temperatura da superfície do oceano atlântico e a convecção de verão sobre a América do sul e áreas adjacentes** 2003. 204f. Tese de Doutorado – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

COELHO, C. A. S.; DRUMOND A. R. M.; AMBRIZZI T.; SAMPAIO G. Estudo climatológico Sazonal da Precipitação sobre o Brasil em Episódios Extremos da Oscilação Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.14, n.1, p.49-65, jan. 1999.

DIAZ, A. F.; STUDZINSKI, C. D.; MECHOSO, C. R. Relationships between Precipitation Anomalies in Uruguay and Southern Brazil and Sea Surface Temperature in the Pacific and Atlantic Oceans. **Journal of Climate**, Boston, v.11, n.2, p.251-271, fev. 1998.

FISCHER, G. R.; DINIZ, G. B.; MARQUES, J. R. Q. Previsão do número de dias de chuva para a metade sul do Rio Grande do Sul utilizando a temperatura da superfície do mar (TSM). **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.23, n.2,p.143-158, jun. 2008.

FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A. Influência do El Niño Oscilação Sul sobre a precipitação do Estado do Rio grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n.1, p.127-132, 1997.

GRIMM, A. M.; FERRAZ, S. E. T.; GOMES, J. Precipitation anomalies in Southern Brazil associated with El Niño and La Niña events. **Journal of Climate**, Boston, v.11, n.11, p.2863-2880, nov. 1998.

GRIMM, A. M. The El Niño Impact on Summer Monsoon in Brazil: Regional Processes versus Remote Influences. **Journal of Climate**, Boston, v.16, n.2, p.263-280, jan. 2003.

GRIMM, A. M. How do La Niña events disturb the summer monsoon system in Brazil? **Climate Dynamics**, v. 22, n.2-3, p.123-138, mar. 2004.

GRIMM, A. M.; VERA, C.; MECHOSO, C.R. The South American Monsoon System. In: THE 3rd INTERNATIONAL WORKSHOP ON MONSOON (IWM-III), Hangzhou, China, p.111-129, Nov, 2004.

KODAMA, Y. Large-scale common features of subtropical precipitation zones (the Baiu Frontal Zone, the SPCZ, and the SACZ). Part I: Characteristics of Subtropical Frontal Zones. **Journal of the Meteorological Society of Japan**, v.70, n.4, p.813-835, 1992a.

KODAMA, Y. Large-scale common features of subtropical precipitation zones (the Baiu Frontal Zone, the SPCZ, and the SACZ). Part II: Conditions for generating the STCZs. **Journal of the Meteorological Society of Japan**, v.71, n.5, p.581-610, 1992b.

KOUSKY, V. E.; KAYANO, M. T.; CAVALCANTI, I. F. A. A review of the southern oscillation oceanic atmospheric circulation changes and related rainfall anomalies. **Tellus, Series A (Dynamic Meteorology and Oceanography)**, v.36A, n.5, p. 490-504, 1984.

KOUSKY, V. E. Pentad outgoing longwave radiation climatology for the South American sector. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.3, n.1, p.217-231, jun. 1988.

KOUSKY, V. E.; KAYANO, M. T. Principal modes of outgoing longwave radiation and 250-mb circulation for the South American sector. **Journal of Climate**, Boston, v.7, n.7, p.1131-1143, jul. 1994.

MADDEN, R.A.; P. R. JULIAN. Detection of a 40-50 day oscillation in the zonal wind in the tropical Pacific. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v.28, p.702-708. 1971

MADDEN, R.A.; P. R. JULIAN. Description of global-scale circulation cells in the tropics with a 40-50 day period. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v.29, p.1109-1123. 1972.

MADDEN, R.A.; P. R. JULIAN. Observations of the 40-50 day tropical oscillation - a review. **Monthly Weather Review**, Boston, v.122, p.814-837. 1994.

MECHOSO, C.R.; ROBERTSON, A. W.; ROPELEWSKI, C. F. GRIMM, A. M. The American Monsoon Systems. In: THE 3rd INTERNATIONAL WORKSHOP ON MONSOON (IWM-III), Hangzhou, China, p.89-98, Nov, 2004.

NOBRE, C. A.; MOLION, L. C. B. The climatology of drought and drought prediction. **The Impact of Climatic Variations on Agriculture**. Ed.1, Kluwer Academic Publishers. v. 2, p. 305-323. 1988.

NOGUÉS-PAEGLE, J.; MO, K. C. Alternating wet and dry conditions ver South America during summer. **Monthly Weather Review**, Boston, v.125, n.2, p.279-291, fev. 1997.

OHRING, G.; GRUBER, A.; ELLINGSON, R. Satellite determination of the relationship between total longwave radiation flux and infrared window radiance. **Journal of Climate and Applied Meteorology**, Boston, v.23, n.3, p.416-425, mar. 1984.

OLIVEIRA, A. S. **Interações entre sistemas frontais na América do Sul e a convecção da Amazônia**. 1986. 134f. Dissertação de Mestrado - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

OLIVEIRA, G. S. **El Niño / La Niña** - Tópicos em Meio Ambiente e Ciências Atmosféricas. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2005. 13p. INPE-13136-PRE/8395.

PAEGLE, J. N.; BYERLE L. A.; MO, K. C. Intraseasonal Modulation of South American Summer Precipitation. **Monthly Weather Review**, Boston, v.128, n.3, p.837-850, mar. 2000.

PEZZI, L. P.; CAVALCANTI, I. F. A. Precipitação sobre a América do Sul para uma situação de El Niño conjugada com dipolo positivo e negativo de TSM no Atlântico em simulações com o MCG CPTEC/COLA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10., 1998, Brasília. **Anais...** 1998. CD-ROM.

PUCHALSKI, L. A. **Efeito associado ao El Niño e La Niña na temperatura média, precipitação pluvial e no déficit hídrico no Rio Grande do Sul.** 2000. 83f. Dissertação de Mestrado em Agrometeorologia - Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

QUADRO, M. F. L. **Estudo de episódios de zonas de convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul.** 1994. 124f. Dissertação de Mestrado - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

QUADRO, M. F. L.; MACHADO, L. H. R.; CALBETE, S.; BATISTA, N. N. M.; SAMPAIO G. Climatologia de Precipitação e Temperatura. **Climanálise Especial - Edição comemorativa de 10 anos.** São José dos Campos, MCT/INPE/CPTEC. Cap. 9, 1996.

ROPELEWSKI, C. F.; HALPERT, M. S. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. **Monthly Weather Review**, Boston, v.115, n.8, p.1606-1626, ago. 1987.

SEVERO, D. L.; GAN, M. A. Anomalias de precipitação na região sul do Brasil: resultados preliminares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004, Fortaleza. **Anais...** 2004. CD-ROM, On-line.

SILVA, I. R. **Variabilidade sazonal e interanual das precipitações na região sul do Brasil associadas às temperaturas dos oceanos atlântico e pacífico.** 2001. 98f. Dissertação de Mestrado - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

SOUSA, E. P. P. **Relações entre as anomalias de TSM do atlântico e pacífico e as precipitações na Amazônia oriental.** 2003. 78f. Tese de Doutorado - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

SOUZA, E. B.; KAYANO, M. T.; TOTA, J.; PEZZI, L.; FISCH, G.; NOBRE, C. A. On the influences of the El Niño, La Niña and Atlantic dipole pattern on the Amazonian rainfall during 1960-1998. **Acta Amazônica**, v.30, n.2, p.305-318, 2000.

STORCH, H. V.; ZWIERS, F. W. **Statistical analysis in climate research.** 2000. 484p. Cambridge University Press, New York.

UVO, C. B. ; NOBRE, C. A. A zona de convergência intertropical (ZCIT) e a precipitação no norte do nordeste do Brasil. Parte I: a posição da ZCIT no Atlântico Equatorial. **Climanálise**, São José dos Campos, MCT/INPE/CPTEC, v.4, n.7, p.34-42, 1989.

VEIGA, J. A. P. **A influência das TSMS dos oceanos Pacífico e Atlântico nas chuvas de monção da América do Sul.** 2000. 132f. Dissertação de Mestrado - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

VEIGA, J. A. P. ; MENDES, David ; YOSHIDA, Marcos Cezar. O impacto das anomalias de TSM do Oceano Pacífico Tropical Sul sobre o padrão de precipitação na Amazônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** 2000. CD-ROM.

VELASCO, I.; FRITSCH, J. M. Mesoscale Convective Complexes in the Americas. **Journal of Geophysical Research**, v.92, p.9591-9613. 1987.

WILKS, D. S. **Statistical Methods in the Atmospheric Sciences.** 2006. 2ª Edition. Elsevier Science & Technology Books. Academic Press, California.

Apêndices

APÊNDICE A

– Estações ANA

Tabela A.1 - Relação das estações da ANA utilizadas no estudo.

CÓD.	NOME	Lon	Lat	CÓD.	NOME	Lon	Lat
2552009	LARANJEIRAS DO SUL	-52,42	-25,42	3253003	GRANJA OSORIO	-53,12	-32,95
2749035	BOCAINA DO SUL	-49,93	-27,73	3052011	QUITERIA	-52,07	-30,42
2750012	PONTE DO RIO ANTINHAS	-50,43	-27,03	3253001	ARROIO GRANDE	-53,08	-32,23
2750009	PASSO MAROMBAS	-50,75	-27,32	3153004	FERRARIA	-53,05	-31,73
2750010	PONTE ALTA DO NORTE	-50,47	-27,15	3152013	PEDRO OSORIO	-52,80	-31,87
2650019	LEBON REGIS	-50,68	-26,92	3252008	GRANJA SANTA MARIA	-52,55	-32,40
2750007	PAINEL	-50,08	-27,92	3152016	PONTE CORDEIRO DE FARIAS	-52,45	-31,57
2751012	CAPINZAL	-51,60	-27,03	3252006	GRANJA CERRITO	-52,53	-32,03
2750020	SÃO JOSÉ DO CERRITO	-50,57	-27,65	3053017	PASSO DOS FREIRES	-53,70	-30,43
2750008	PASSO CARU	-50,85	-27,53	2954020	SANTIAGO	-54,85	-29,18
2749031	VILA CANOAS	-49,77	-27,80	2954001	CACEQUI	-54,82	-29,87
2651036	QUILOMETRO 30	-51,25	-26,77	3054016	GRANJA UMBU	-54,77	-30,05
2652031	SAO LOURENÇO DO OESTE	-52,08	-26,35	2955007	UNISTALDA	-55,15	-29,03
2653007	SAUDADES	-53,00	-26,92	3055003	FAZENDA ENCERRA	-55,08	-30,68
2653003	MODELO	-53,05	-26,77	2751007	SANANDUVA	-51,80	-27,95
2849023	DESPRAIADO	-49,80	-28,37	2754001	ALTO URUGUAI	-54,13	-27,30
2753006	PALMITOS	-53,15	-27,07	2753016	MIRAGUAI	-53,07	-27,05
2652000	ABELARDO LUZ	-52,32	-26,55	2853014	SANTA CLARA DO INGAI	-53,18	-28,72
2849021	URUBICI	-49,57	-27,98	2752006	EREBANGO	-52,30	-27,85
2653013	PALMA SOLA	-53,27	-26,35	3252005	GRANJA COR. PEDRO OSORIO	-52,65	-32,00
2651001	CAMPINA DA ALEGRIA	-51,78	-26,87	1947006	PONTE JOÃO CÂNDIDO	-47,18	-19,13
2652001	BONITO	-52,02	-26,95	1946004	IBIÁ	-46,53	-19,47
2652021	JARDINÓPOLIS	-52,90	-26,73	1946005	SALITRE	-46,78	-19,07
2651040	PONTE SERRADA	-52,02	-26,85	1946007	FAZENDA SÃO MATEUS	-46,57	-19,52
2651022	SANTO AGOSTINHO	-51,87	-26,60	1946009	SÃO GOTARDO	-46,03	-19,30
2852046	TAPEJARA	-51,98	-28,05	1946010	PRATINHA	-46,40	-19,75
2954007	JAGUARI	-54,68	-29,48	1946011	TAPIRA	-46,82	-19,92
2954005	FURNAS DO SEGREDO	-54,05	-29,35	1947001	SANTA JULIANA	-47,52	-19,30
2955008	MANOEL VIANA (PCD INPE)	-55,47	-29,58	1945035	ABAETÉ	-45,43	-19,15
2955002	CACHOEIRA SANTA CECÍLIA	-55,47	-29,18	1947007	PERDIZES	-47,28	-19,03
2954004	ERNESTO ALVES	-54,73	-29,35	1947008	LAGOA	-47,35	-19,87
2951028	SAPUCAIA DO SUL	-51,48	-29,82	2046007	FAZENDA AJUDAS	-46,05	-20,10
2952003	BOTUCARAI	-52,88	-29,72	1948006	FAZENDA LETREIRO	-48,18	-18,98
2950038	TERRA DE AREIA	-50,05	-29,57	2045013	SANTO ANTÔNIO DO MONTE	-45,28	-20,08
2951022	NOVA PALMIRA	-51,18	-29,03	1949002	FAZENDA BURITI DO PRATA	-49,02	-19,35
2951027	SAO VENDELINO	-51,37	-29,35	2045012	PIUM-I	-45,93	-20,45
2951024	PORTO GARIBALDI	-51,37	-29,82	1949003	GURINHATÁ	-49,78	-19,20
2851043	ESMERALDA	-51,18	-28,05	1946022	CARMO DO PARANAIBA	-46,30	-19,00
2751015	BARRACAO	-51,45	-27,07	1944021	VELHO DA TAIPA	-44,92	-19,68
3253004	HERVAL	-53,38	-32,02	1944024	FAZENDA VARGEM BONITA	-44,12	-19,23
2754009	TUCUNDUVA	-54,43	-27,65	1944026	BARRO PRETO	-44,45	-19,95
2753014	LIBERATO SALZANO	-53,07	-27,58	6194600	SÃO FRANCISCO DE SALES	-49,07	-19,08
2852007	COLONIA XADREZ	-52,73	-28,18	2046013	VARGEM BONITA	-46,35	-20,32
3152003	CANGUÇU	-52,68	-31,38	1944031	PONTE DA TAQUARA	-44,53	-19,42
3153008	PINHEIRO MACHADO	-53,37	-31,57	1944049	PAPAGAIOS	-44,72	-19,42
3051017	FAZENDA DA BOA VISTA	-51,65	-30,77	1945002	BARRA DO FUNCHAL	-45,88	-19,38
3152008	GRANJA SÃO PEDRO	-52,02	-31,07	1945008	BOM DESPACHO	-45,25	-19,73
3051004	CERRO GRANDE	-51,75	-30,58	1945019	DORES DO INDÁIA	-45,60	-19,47
3152011	PASSO DO MENDONCA	-52,03	-31,00	2047037	DESEMBOQUE	-47,02	-20,00
3153021	EST. EXPERIM. DE PIRATINI	-53,10	-31,42	2045005	LAMOUNIER	-45,03	-20,47
3051023	BARRA DO RIBEIRO	-51,30	-30,28	2043043	REPRESA DO MIGUELÃO	-43,95	-20,12
3153017	TORRINHAS	-53,48	-31,30	2043042	REPRESA DAS CODORNAS	-43,88	-20,15
3151002	PACHECA	-51,78	-31,12	2041005	CAIANA	-41,92	-20,68
3153006	PASSO DA CAPELA	-53,05	-31,13	2045011	LAGOA DA PRATA	-45,53	-20,03
3151003	SAO LOURENÇO DO SUL	-51,98	-31,37	2044006	DIVINÓPOLIS	-44,88	-20,13
3152002	BOQUEIRÃO	-52,07	-31,27	2043002	LAGOA GRANDE	-43,93	-20,02
3050002	PALMARES DO SUL	-50,05	-30,25	2044026	FAZENDA COQUEIROS	-44,47	-20,12
3153007	PEDRAS ALTAS	-53,58	-31,73	1949004	CAMPINA VERDE	-49,47	-19,53
2953008	DONA FRANCISCA	-53,35	-29,62	1949006	PONTE DO PRATA	-49,68	-19,03
3152005	VILA FREIRE	-52,78	-31,65	1949005	COMENDADOR GOMES	-49,08	-19,68

Tabela A.1 - Relação das estações da ANA utilizadas no estudo (continuação).

CÓD.	NOME	LON	LAT	CÓD.	NOME	LON	LAT
2045002	IGUATAMA	-45,70	-20,02	1950000	ITURAMA	-50,18	-19,72
2044047	SERRA DA SAUDADE	-44,47	-20,02	2044043	ESTIVA	-44,45	-20,00
2044042	CARMO DA MATA	-44,87	-20,55	1847000	MONTE CARMELO	-47,52	-18,72
2044002	ITAÚNA - MONTANTE	-44,57	-20,07	1846019	ROCINHA	-46,90	-18,37
2044040	USINA JOÃO RIBEIRO	-44,03	-20,63	1846017	LEAL DE PATOS	-46,03	-18,63
2044024	FAZENDA CURRALINHO	-44,32	-20,00	1846016	PONTE FIRME	-46,42	-18,03
2044021	ALTO DA BOA VISTA	-44,40	-20,10	1848006	TUPACIGUARA	-48,68	-18,60
2044020	CALAMBAU	-44,48	-20,07	2045020	CANDÉIAS	-45,27	-20,75
2044019	FAZ. VISTA ALEGRE	-44,45	-20,05	2146027	JURÉIA	-46,35	-21,27
2044016	FAZ. BENEDITO CHAVES	-44,05	-20,02	2146030	MUZAMBINHO	-46,52	-21,37
2044012	IBIRITÉ	-44,03	-20,03	2146029	CACHOEIRA POÇO FUNDO	-46,12	-21,78
2044009	FAZ. CAMPO GRANDE	-44,43	-20,62	2145032	COQUEIRAL	-45,43	-21,18
2044008	MELO FRANCO	-44,12	-20,18	2045021	FORMIGA	-45,42	-20,45
2044007	ENTRE RIOS DE MINAS	-44,07	-20,65	2145021	USINA NEPOMUCENO	-45,02	-21,25
2045010	ARCOS (COPASA)	-45,53	-20,28	1948007	CAMPO FLORIDO	-48,57	-19,77
2044041	FAZ. LARANJEIRAS	-44,48	-20,10	1848008	BRILHANTE	-48,90	-18,48
1747005	GUARDA-MOR	-47,08	-17,77	1848010	ARAGUARI	-48,20	-18,65
1746007	PONTE DA BR-040 - PARACATU	-46,57	-17,05	2046011	USINA SANTANA	-46,80	-20,80
1746006	PONTE DA BR-040 - PRATA	-46,35	-17,65	2145007	USINA COURO DO CERVO	-45,02	-21,03
1746002	SANTA ROSA	-46,47	-17,25	2044037	SANTO ANTÔNIO DO AMPARO	-44,90	-20,93
1746001	PORTO DA EXTREMA	-46,00	-17,02	1542015	RIO PARDO DE MINAS	-42,53	-15,58
1745007	PORTO DO CAVALO	-45,53	-17,02	1542014	SÃO JOÃO DO PARAÍSO	-42,02	-15,32
1745001	CACHOEIRA DO PAREDÃO	-45,43	-17,10	1541010	ITAMARATI	-41,40	-15,57
1744010	LASSANCE	-44,57	-17,88	2141014	PONTE DE ITABAPOANA	-41,45	-21,20
1944009	PEDRO LEOPOLDO	-44,05	-19,63	2141017	SÃO JOSÉ DAS TORRES	-41,23	-21,05
1544017	PEDRAS DE MARIA DA CRUZ	-44,38	-15,60	2141015	MIMOSO DO SUL (DNOS)	-41,35	-21,05
1544018	FAZENDA CANADÁ	-44,05	-15,02	2141016	SÃO JOSÉ DO CALÇADO	-41,65	-21,03
1544012	SÃO FRANCISCO	-44,87	-15,93	2041001	GUAÇUÍ	-41,01	-20,77
1543013	JANAÚBA	-43,27	-15,77	2041014	DORES DO RIO PRETO	-41,08	-20,68
1543002	COLÔNIA DO JAIBA	-43,07	-15,03	2142014	PAQUEQUER	-42,63	-21,87
1444005	LAGOA DAS PEDRAS	-44,40	-14,27	2041046	VARRE - SAI	-41,85	-20,92
1444003	MIRAVANIA	-44,40	-14,73	2242004	GALDINÓPOLIS	-42,37	-22,35
1444001	CAPITÃNEA	-44,48	-14,42	2250024	PORTO JAÚ	-50,02	-22,88
6144400	USINA BRAGA	-44,08	-22,23	2349005	PORTO ERMIÃO	-49,73	-23,07
1443001	MANGA	-43,92	-14,75	2348034	CAMPINA DO MONTE ALEGRE	-48,48	-23,58
1544019	SÃO JOÃO DA PONTE	-44,00	-15,92	2349023	OLARIA DOS PADRES	-49,55	-23,72
1645005	VILA URUCUIA	-45,73	-16,30	2349020	ITAPORANGA	-49,47	-23,70
1645013	FAZ. ÁGUA BRANCA	-45,02	-16,80	2348033	ANGATUBA	-48,38	-23,55
1645007	PORTO ALEGRE	-45,37	-16,90	2349007	PIRAJU	-49,38	-23,18
1645002	SANTO INÁCIO	-45,40	-16,27	2348037	CERRADINHO	-48,27	-23,95
6164500	PORTO CARRITO	-46,08	-20,95	2347063	JUQUITIBA - 1	-47,07	-23,92
1644028	SÃO JOÃO DA VEREDA	-44,12	-16,70	2447042	BARRA DO AÇUNGUI	-47,62	-24,02
1644027	BRÁSILIA DE MINAS	-44,42	-16,20	2448017	IPORANGA	-48,58	-24,58
1643020	CAPITÃO ENÉAS	-43,70	-16,32	2447044	MIRACATU	-47,37	-24,27
1645009	CACHOEIRA DA MANTEIGA	-45,07	-16,65	2246023	AMPARO	-46,77	-22,70
1944011	JAGUARUNA - JUSANTE	-44,80	-19,72	2249103	TURVINHO	-49,02	-22,73
1944010	HORTO FLORESTAL	-44,40	-19,27	2348088	ENGENHEIRO BACELAR	-48,77	-23,87
1944007	FAZ. ESCOLA FLORESTAL	-44,42	-19,87	2447075	FAU	-47,48	-24,18
2043004	RIO DO PEIXE	-43,88	-20,13	1753000	ALTO ARAGUAIA	-53,22	-17,30
1944004	PONTE NOVA DO PARAPEBA	-44,30	-19,95	1653004	ALTO GARÇAS	-53,52	-16,93
1943049	PONTE RAUL SOARES	-43,92	-19,55	1754000	ITIQUIRA	-54,03	-17,20
1943024	JOSÉ DE MELO	-43,58	-19,68	1557000	PORTO ESTRELA	-57,22	-15,32
1943023	TAQUARAÇU	-43,68	-19,65	1456001	ARENÁPOLIS (CANAÃ)	-56,08	-14,52
1943023	TAQUARAÇU	-43,68	-19,65	1456004	QUEBÓ	-56,12	-14,65
1943010	CAETÉ	-43,07	-19,90	1652002	TORIXOREU	-52,53	-16,20
1943009	VESPASIANO	-43,92	-19,68	1653000	TESOURO	-53,53	-16,07
1943035	VAU DA LAGOA	-43,58	-19,22	1549002	ITAPURANGA	-49,93	-15,55
1844009	PRESIDENTE JUSCELINO	-44,03	-18,63	1649007	ITABERÁI	-49,80	-16,02
1846003	MAJOR PORTO	-46,03	-18,70	1349003	ENTRONCAMENTO SÃO MIGUEL	-49,20	-13,27
1845021	CANOEIROS	-45,52	-18,03	1449000	PILAR DE GOIÁS	-49,57	-14,75
1845014	TIROS	-45,95	-18,98	1448000	COLINAS DO SUL	-48,07	-14,15
1845013	SÃO GONÇALO DO ABAETÉ	-45,08	-18,03	1550001	JEROAQUARA	-50,05	-15,37
1845004	LAGOA DO GOUVÉIA	-45,85	-18,08	1752002	FAZENDA SÃO BERNARDO	-52,87	-17,68
1844001	SANTO HIPÓLITO	-44,22	-18,30	1350000	BANDEIRANTES	-50,80	-13,68
1843000	USINA PARAUNA	-43,95	-18,63	1551001	MONTES CLAROS DE GOIÁS	-51,35	-15,60
1849006	AVANTIGUARA	-49,07	-18,77	1551000	UHE SÃO DOMINGOS	-46,38	-13,38
1844010	PONTE DO LICÍNIO	-44,18	-18,07	1551003	SANTA FÉ	-51,10	-15,77

Tabela A.1 - Relação das estações da ANA utilizadas no estudo (continuação).

CÓD.	NOME	LON	LAT	CÓD.	NOME	LON	LAT
1846007	SANTANA DE PATOS	-46,55	-18,08	1350001	RIO PINTADO (FAZ.PONTAL)	-50,18	-13,52
1849002	IPIAÇU	-49,93	-18,68	1450002	GOVERNADOR LEÔNINO	-50,32	-14,08
1849000	ITUIUTABA	-49,45	-18,93	1451000	ARUANÃ	-51,07	-14,92
1846005	PRESIDENTE OLEGÁRIO	-46,42	-18,40	1551002	PERES	-51,85	-15,88
1848004	FAZENDA CACHOEIRA	-48,77	-18,68	737027	FLORES (DNOCS)	-37,97	-7,03
1944020	PIRAPAMA	-44,03	-19,00	835068	VITÓRIA DE SANTO ANTÃO	-35,28	-8,10
1847010	IRAÍ DE MINAS	-47,45	-18,97	1036005	PENEDO	-36,55	-10,28
1847007	CASCALHO RICO	-47,87	-18,57	935012	MURICI - PONTE	-35,93	-9,30
1847003	ABADIA DOS DOURADOS	-47,40	-18,48	937013	DELMIRO GOUVÉIA	-37,98	-9,38
1847001	ESTRELA DO SUL	-47,68	-18,73	937023	PIRANHAS	-37,75	-9,62
1450001	MOZARLÂNDIA	-50,57	-14,73	937032	SANTANA DO IPANEMA	-37,23	-9,37
1450000	LAGOA DA FLECHA	-50,72	-14,32	937018	PÃO DE AÇÚCAR	-37,43	-9,75
1449002	SANTA TEREZINHA DE GOIÁS	-49,70	-14,43	1036007	PIACABUÇU	-36,42	-10,40
1549004	NOVA AMÉRICA	-49,88	-15,02	1137017	ESTÂNCIA	-37,43	-11,27
1550000	ITAPIRAPUA	-50,60	-15,80	1037049	STA ROSA DE LIMA	-37,18	-10,65
1550002	TRAVESSÃO	-50,70	-15,37	1037007	FAZENDA BELÉM	-37,03	-10,93
1651002	PIRANHAS	-51,82	-16,42	1444017	FAZENDA PORTO ALEGRE	-44,52	-14,27
1651003	SÃO FERREIRA	-51,47	-16,30	1443002	CARINHANHA	-43,77	-14,30
1652000	BOM JARDIM DE GOIÁS	-52,02	-16,20	1238046	EMBOACICA	-38,13	-12,60
1650002	ISRAELÂNDIA	-50,90	-16,30	1241017	PORTO	-41,28	-12,48
1349001	NOVO PLANALTO	-49,05	-13,23	1339030	MUTUÍPE	-39,05	-13,22
1349000	ESTRELA DO NORTE	-49,07	-13,87	1241008	ANDARAÍ	-41,32	-12,80
1651000	CAIAPONIA	-51,80	-16,93	1241001	FAZENDA IGUAÇU	-41,05	-12,93
1650000	CACHOEIRA DE GOIÁS	-50,63	-16,07	1339038	VALENÇA	-39,07	-13,37
1650001	CÓRREGO DO OURO	-50,55	-16,28	1339034	NAZARÉ	-39,02	-13,02
2153000	PORTO PINDAÍBA	-53,05	-21,60	1240012	ITAETÉ	-40,95	-12,98
2254003	GLÓRIA DE DOURADOS	-54,23	-22,40	1239007	ARGOIM (DNOCS)	-39,52	-12,58
2152005	XAVANTINA DO SUL	-52,80	-21,28	1240016	IAÇU	-40,20	-12,75
2354000	NAVIRAI	-54,20	-23,05	1145004	FAZENDA BOM JARDIM	-45,52	-10,98
2152001	PORTO UERÊ	-52,43	-21,70	1245004	FAZENDA REDENÇÃO	-45,10	-12,13
2053000	RIBAS DO RIO PARDO	-53,75	-20,43	1244019	FAZENDA COQUEIRO	-44,92	-12,38
2154002	VAU DO BALSAMO	-54,05	-20,98	1244011	BARREIRAS	-45,00	-11,15
2154001	PORTO RIO BRILHANTE	-54,62	-21,78	1339020	ARATUIPE	-39,00	-13,57
2052002	ÁGUA CLARA	-52,90	-20,43	1339027	WENCESLAU GUIMARÃES	-39,47	-13,68
2254001	DOURADOS	-54,78	-22,38	1243000	GAMELEIRA	-43,37	-12,87
2154000	AROEIRA	-54,42	-21,63	1242016	PONTE BR-242	-42,75	-12,25
2355000	AMAMBAI	-55,23	-23,08	1339000	SANTA LUZIA	-39,48	-13,60
245001	ALTO TURI	-45,65	-2,95	1039019	QUEIMADAS	-39,62	-10,97
245003	MARACACUME	-45,95	-2,05	1137027	ITANHY	-37,55	-11,53
747000	CAROLINA	-47,45	-7,32	839031	IBÓ	-39,23	-8,62
638014	ICÓ	-38,85	-6,03	1145014	NOVA VIDA - MONTANTE	-45,12	-11,85
640003	ARNEIROZ	-40,15	-6,32	1138002	INHAMBUPE	-38,03	-11,77
438021	CHOROZINHO	-38,48	-4,30	940018	CAMPO DOS CAVALOS	-40,63	-9,55
438022	CRISTAIS	-38,35	-4,48	940028	JUNCO (CODEVASF)	-40,60	-9,07
440005	CROATA	-40,90	-4,40	1042012	RIO VERDE II (CODEVASF)	-42,03	-10,98
438011	BAÚ	-38,57	-4,12	1238042	BURACICA	-38,05	-12,25
339000	AMONTADA (SUDENE)	-39,08	-3,35	1238010	ARAÇAS	-38,20	-12,20
539037	SENADOR POMPEU	-39,00	-5,57	1238000	TIRIRICA	-38,05	-12,57
339028	SÃO LUIZ DO CURU	-39,23	-3,80	1145013	PONTE SERAFIM	-45,60	-11,88
538008	CASTANHÃO	-38,40	-5,47	1245007	SÍTIO GRANDE	-45,08	-12,42
638044	AÇUDE BONITO	-38,42	-6,20	1145001	FORMOSA DO RIO PRETO	-45,20	-11,03
635013	ENGENHO OLHO D'ÁGUA	-35,23	-6,08	1144005	FAZENDA MACAMBIRA	-44,15	-11,60
535038	FAZENDA POTENJI	-35,52	-5,08	1143010	BOQUEIRÃO	-43,82	-11,03
537019	UPANEMA	-37,25	-5,63	1143002	MORPARÁ	-43,27	-11,05
537008	PEDRAS DE ABELHAS	-37,68	-5,58	1142020	FAZENDA REFRIGÉRIO	-42,27	-11,35
735124	BODOCONGO	-35,98	-7,52	1142017	FAZENDA CABACEIRAS	-42,30	-11,32
737006	PIANCÓ	-37,92	-7,20	1140010	FRANÇA	-40,60	-11,55
735009	MULUNGU (CAMARAZAL)	-35,47	-7,02	1140000	MIGUEL CALMON	-40,60	-11,42
735036	PONTE DA BATALHA	-35,03	-7,12	1344002	MOCAMBO	-44,55	-13,27
839034	FAZENDA TAPERA	-39,63	-8,52	1539010	MASCOTE	-39,30	-15,55
735050	ENGENHO SÍTIO	-35,15	-7,97	1539008	ITAJU DO COLÔNIA	-39,72	-15,13
838004	BELÉM DE SÃO FRANCISCO	-38,95	-8,75	1245005	DEROCAL	-45,12	-12,40
838002	AÇUDE SERRINHA	-38,52	-8,23	1439044	SANTA CRUZ DA VITÓRIA	-39,80	-14,95
836043	SANHARO	-36,55	-8,35	1441000	SANTO ANTÔNIO	-41,28	-14,08
837038	INAJÁ	-37,82	-8,92	1439023	ITAJUÍPE (PIRANJI)	-39,38	-14,07
735100	LIMOIEIRO	-35,45	-7,87	1344013	GATOS	-44,62	-13,70

Tabela A.1 - Relação das estações da ANA utilizadas no estudo (continuação).

CÓD.	NOME	LON	LAT	CÓD.	NOME	LON	LAT
735066	PAUDALHO	-35,02	-7,88	1539002	SÃO JOSÉ	-39,03	-15,08
735067	SALGADINHO	-35,63	-7,93	1439006	PEDRINHAS	-39,47	-14,32
838021	FLORESTA	-38,57	-8,60	1344016	ARROJADO	-44,55	-13,45
838031	SERRA TALHADA	-38,23	-8,00	1344017	SANTA MARIA DA VITÓRIA	-44,18	-13,40
937031	ÁGUAS BELAS	-37,12	-9,10	1539014	FAZENDA NANCY	-39,52	-15,60
835106	CARUARU	-36,00	-8,28	1344014	CORRENTINA	-44,65	-13,03
838000	AIRI (ROCHEDO)	-38,18	-8,03	1439002	FLORESTA AZUL	-39,65	-14,85
848001	GUARAI	-48,52	-8,82	748002	FAZ. PRIMAVERA - BRASÍLIA	-48,42	-7,55
1541001	CÂNDIDO SALES	-41,22	-15,05	749000	ARAPOEMA	-49,05	-7,65
1343008	PORTO NOVO	-43,90	-13,28	848000	COLINAS DO TOCANTINS	-48,47	-8,05
1539016	FAZENDA MANAUS	-39,77	-15,15	847001	ITACAJA	-47,75	-8,38
1344015	COLÔNIA DO FORMOSO	-44,30	-13,57	1147002	PINDORAMA DO TOCANTINS	-47,57	-11,13
1540003	INHOBIM	-40,92	-15,03	948000	MIRACEMA DO TOCANTINS	-48,38	-9,55
1539022	CAMACAN (VARGITO)	-39,48	-15,42	948001	PORTO REAL	-47,92	-9,30
1346007	FAZENDA PRAINHA	-46,05	-13,32	949000	ABREULÂNDIA	-49,15	-9,62
1346006	FAZENDA PLANALTO	-46,13	-13,75	1047001	NOVO ACORDO	-47,07	-9,95
661000	SÃO RAFAEL	-61,08	-6,07	1047002	PORTO GILÂNDIA	-47,80	-10,78
660000	SERINGAL JENIPAPO	-60,18	-6,00	1048001	PARAÍSO DO TOCANTINS	-48,88	-10,15
760000	PRAINHA VELHA	-60,40	-7,25	1048005	TAQUARUSSU DO PORTO	-48,15	-10,30
658000	SANTAREM SUCUNDURI	-59,03	-6,78	52000	SÃO FRANCISCO	-52,57	-0,57
760001	BOCA DO GUARIBA	-60,30	-7,68	8052000	SERRA DO NAVIO	-52,00	0,87
147008	SÃO DOMINGOS DO CAPIM	-47,77	-1,07	51002	NAVIO	-51,42	0,38
148003	SANTA ISABEL DO PARÁ	-48,02	-1,12	548000	ARAGUATINS	-48,20	-5,63
154001	BOCA DO INFERNO	-54,87	-1,05	647001	WANDERLÂNDIA - BRASÍLIA	-47,97	-6,08
254000	SANTARÉM	-54,70	-2,43	648001	ANANAS	-48,07	-6,35
350000	FAZ. ESTRELA DO NORTE	-50,45	-3,85	648002	PIRAQUE	-48,47	-6,07
47002	SALINÓPOLIS	-47,35	-0,62	748003	MURICILÂNDIA	-48,47	-7,15
147002	CAPANEMA	-47,02	-1,20	648000	XAMBIOÁ	-48,53	-6,40
347001	GURUPIZINHO	-47,48	-3,73	949001	DOIS IRMÃOS DO TOCANTINS	-49,05	-9,25
148009	ACARÁ	-48,20	-1,95	1148000	FAZENDA LOBEIRA	-48,28	-11,52
448000	RONDON DO PARÁ	-48,05	-4,77	1147003	PORTO ALEGRE	-47,03	-11,60
146009	WISEU	-46,18	-1,22	1147000	ALMAS	-47,02	-11,57
147010	IGARAPÉ-AÇU	-47,62	-1,12	1146000	DIANÓPOLIS	-46,80	-11,62
950001	BARREIRA DO CAMPO	-50,20	-9,22	1048000	FÁTIMA	-48,90	-10,75
148010	ABAETETUBA	-48,85	-1,73	1248001	COLONHA	-48,70	-12,38
148011	VILA DO CONDE	-48,77	-1,55	849002	ARAGUACEMA	-49,55	-8,80
248001	FAZENDA URUCURE	-48,07	-2,40	848002	ITAPORÃ DO TOCANTINS	-48,68	-8,57
48006	VIGIA	-48,10	-0,87	848003	TUPIRATINS	-48,12	-8,38
8150000	APOREMA	-50,88	1,22	647000	TOCANTINÓPOLIS	-47,38	-6,28
748001	COLÔNIA	-48,88	-7,87	747001	GOIATINS	-47,30	-7,70

– Estações INMET / FEPAGRO

Tabela A.2 - Relação das estações do INMET e FEPAGRO utilizadas no estudo.

CÓD.	NOME	LON	LAT	CÓD.	NOME	LON	LAT
82024	BOA VISTA	-60,65	2,82	82807	TARAUACA	-70,77	-8,17
82067	IAUARETÊ	-69,20	0,62	82825	PORTO VELHO	-63,92	-8,77
82098	MACAPA	-51,12	-0,05	82861	CONCEICAO DO ARAGUAIA	-49,27	-8,27
82106	S.G.DA CACHOEIRA(UAUPES)	-67,08	-0,12	82863	PEDRO AFONSO	-48,18	-8,97
82113	BARCELOS	-62,92	-0,97	82886	CABROBO	-39,33	-8,52
82141	SOURE	-48,52	-0,73	82890	ARCOVERDE	-37,05	-8,43
82145	TRACUATEUA	-46,90	-1,07	82892	PESQUEIRA	-36,70	-8,36
82178	OBIDOS	-55,52	-1,92	82893	GARANHUNS	-36,52	-8,88
82181	MONTE ALEGRE	-54,08	-2,00	82900	RECIFE (CURADO)	-34,95	-8,05
82184	PORTO DE MOZ	-52,23	-1,73	82915	RIO BRANCO	-67,80	-9,97
82188	BREVES	-50,48	-1,68	82970	ALTO PARNAIBA	-45,93	-9,10
82191	BELEM	-48,43	-1,43	82975	BOM JESUS DO PIAUI	-44,12	-9,10
82198	TURIACU	-45,37	-1,67	82979	REMANSO	-42,10	-9,63
82212	FONTE BOA	-66,17	-2,53	82983	PETROLINA	-40,48	-9,38
82240	PARINTINS	-56,73	-2,63	82986	PAULO AFONSO	-38,22	-9,37
82246	BELTERRA	-54,95	-2,63	82989	AGUA BRANCA	-37,90	-9,28
82263	CAMETA	-49,50	-2,25	82992	PALMEIRA DOS INDIOS	-36,70	-9,45
82280	SAO LUIS	-44,22	-2,53	82996	PORTO DE PEDRAS	-35,43	-9,18
82287	PARNAIBA	-41,77	-3,08	83007	ALTO DA BOA VISTA	-43,27	-22,95
82317	TEFE	-64,70	-3,83	83013	MUNIZ FREIRE	-41,40	-20,45
82326	CODAJAS	-62,08	-3,83	83034	ITARANA	-52,87	-19,87
82331	MANAUS	-59,95	-3,12	83054	JACAREPAGUA (AEROPORTO)	-43,37	-22,98
82336	ITACOATIARA	-58,43	-3,13	83064	PORTO NACIONAL	-48,42	-10,72
82353	ALTAMIRA	-51,22	-3,22	83076	STa. R. DE CASSIA (IBIPETUBA)	-44,52	-11,02
82361	TUCURUI	-49,67	-3,77	83096	ARACAJU	-37,05	-10,95
82376	ZE DOCA	-45,65	-3,27	83097	PROPRIA	-36,87	-10,20
82382	CHAPADINHA	-43,35	-3,73	83114	IGUABA GRANDE	-42,18	-22,83
82392	SOBRAL	-40,33	-3,73	83179	BARRA	-43,17	-11,08
82397	FORTALEZA	-38,55	-3,77	83182	IRECE	-41,87	-11,30
82410	BENJAMIN CONSTANT	-70,03	-4,38	83184	MORRO DO CHAPEU	-41,22	-11,22
82425	COARI	-63,13	-4,08	83186	JACOBINA	-40,47	-11,18
82445	ITAITUBA	-56,00	-4,28	83190	SERRINHA	-38,97	-11,63
82460	BACABAL	-44,77	-4,22	83192	CIPO	-38,52	-11,08
82476	CAXIAS	-43,35	-4,87	83195	ITABAIANINHA	-37,82	-11,12
82487	GUARAMIRANGA	-39,00	-4,28	83228	PEIXE	-48,53	-12,02
82533	MANICORE	-61,30	-5,82	83229	SALVADOR (ONDINA)	-38,52	-13,02
82562	MARABA	-49,13	-5,37	83235	TAGUATINGA	-46,43	-12,40
82564	IMPERATRIZ	-47,48	-5,53	83236	BARREIRAS	-45,00	-12,15
82571	BARRA DO CORDA	-45,23	-5,50	83242	LENCOIS	-41,38	-12,57
82586	QUIXERAMOBIM	-39,28	-5,17	83244	ITABERABA	-40,28	-12,52
82588	MORADA NOVA	-38,37	-5,12	83249	ALAGOINHAS	-38,55	-12,28
82590	APODI	-37,82	-5,62	83264	GLEBA CELESTE	-56,50	-12,20
82591	MOSSORO	-37,30	-5,20	83288	BOM JESUS DA LAPA	-43,42	-13,27
82598	NATAL	-35,20	-5,92	83295	ITIRUÇU (JAGUAQUARA)	-40,12	-13,35
82610	EIRUNEPE	-69,87	-6,67	83309	DIAMANTINO	-56,45	-14,40
82676	COLINAS	-44,23	-6,03	83332	POSSE	-46,37	-14,10
82678	FLORIANO	-43,02	-6,77	83334	FORMOSO	-46,23	-14,95
82686	IGUATU	-39,30	-6,37	83338	ESPINOSA	-42,85	-14,92
82689	SÃO GONÇALO	-38,22	-6,75	83339	CAETITE	-42,48	-14,07
82691	FLORANIA	-36,82	-6,12	83344	VITORIA DA CONQUISTA	-40,80	-14,88
82693	CRUZETA	-36,58	-6,43	83361	GUIABA	-56,12	-15,55
82704	CRUZEIRO DO SUL	-72,67	-7,63	83368	ARAGARCAS	-52,23	-15,90
82723	LABREA	-64,83	-7,25	83374	GOIAS	-50,13	-15,92
82765	CAROLINA	-47,47	-7,33	83376	PIRENOPOLIS	-48,97	-15,85
82768	BALSAS	-46,03	-7,53	83377	BRASILIA	-47,93	-15,78
82780	PICOS	-41,48	-7,03	83379	FORMOSA	-47,33	-15,53
82784	BARBALHA	-39,30	-7,32	83384	ARINOS	-46,05	-15,90
82789	TRIUNFO	-38,12	-7,82	83389	MOCAMBINHO	-44,02	-15,08
82792	MONTEIRO	-37,07	-7,88	83393	PEDRA AZUL	-41,28	-16,00
82795	CAMPINA GRANDE	-35,88	-7,22	83395	JANAUBA	-43,30	-15,78
82797	SURUBIM	-35,72	-7,83	83398	CANAVIEIRAS	-38,95	-15,67
83408	CARINHANHA	-43,77	-14,28	83718	CORDEIRO	-42,35	-22,02
83423	GOIANIA	-49,25	-16,67	83726	SAO CARLOS	-47,87	-21,97
82798	JOAO PESSOA	-34,87	-7,10	83405	CACERES	-57,68	-16,05

Tabela A.2 - Relação das estações do INMET e FEPAGRO utilizadas no estudo (continuação).

CÓD.	NOME	LON	LAT	CÓD.	NOME	LON	LAT
83428	UNAI	-46,55	-16,37	83736	SAO LOURENCO	-45,02	-22,10
83441	SALINAS	-42,30	-16,17	83738	RESENDE	-44,43	-22,45
83442	ARACUAI	-42,05	-16,83	83741	ECOLOGIA AGRÍCOLA	-43,68	-22,80
83446	GUARATINGA	-39,55	-16,73	83773	AVARE	-48,90	-23,08
83464	JATAI	-51,71	-17,88	83781	SAO PAULO (MIR.de SANTANA)	-46,62	-23,50
83470	RIO VERDE	-50,92	-17,80	83786	UBATUBA	-45,07	-23,45
83479	PARACATU	-46,88	-17,23	83897	FLORIANOPOLIS	-48,57	-27,58
83481	JOAO PINHEIRO	-46,17	-17,70	83980	BAGÉ	-54,10	-31,32
83483	PIRAPORA	-44,92	-17,35	83919	BOM JESUS	-50,42	-28,07
83488	ITAMARANDIBA	-42,85	-17,85	83942	CAXIAS DO SUL	-51,02	-29,02
83492	TEOFILO OTONI	-41,50	-17,85	83912	CRUZ ALTA	-53,60	-28,63
83498	CARAVELAS	-39,25	-17,73	83881	IRAÍ	-53,25	-27,18
83514	CAPINOPOLIS	-49,55	-18,72	83916	LAGOA VERMELHA	-51,52	-28,20
83522	IPAMERI	-48,17	-17,72	83914	PASSO FUNDO	-52,40	-28,25
83526	CATALAO	-47,95	-18,18	83967	PORTO ALEGRE	-51,22	-30,02
83531	PATOS DE MINAS	-46,43	-18,52	83995	RIO GRANDE	-52,08	-32,03
83538	DIAMANTINA	-43,60	-18,25	83936	SANTA MARIA	-53,80	-29,68
83543	GOVERNADOR VALADARES	-41,93	-18,85	83997	SANTA VITÓRIA DO PALMAR	-53,37	-33,52
83546	ECOPORANGA	-40,83	-18,35	83948	TORRES	-49,72	-29,03
83550	SAO MATEUS	-39,85	-18,70	83927	URUGUAIANA	-57,08	-29,75
83552	CORUMBA	-57,65	-19,02	83766	LONDRINA	-51,22	-23,53
83565	PARANAIBA	-51,18	-19,70	83767	MARINGA	-52,53	-23,07
83570	POMPEU	-45,00	-19,22	83783	CAMPO MOURÃO	-52,62	-24,08
83574	FRUTAL	-48,93	-20,03	83836	IRATI	-51,05	-25,78
83577	UBERABA	-47,95	-19,73	83842	CURITIBA	-49,45	-25,72
83579	ARAXA	-46,93	-19,60	83844	PARANAGUÁ	-48,87	-25,88
83582	BAMBUI	-46,00	-20,03	83883	CHAPECÓ	-53,03	-27,20
83586	SETE LAGOAS	-44,25	-19,47	83891	LAGES	-50,55	-28,37
83587	BELO HORIZONTE	-43,93	-19,93	83897	ANGELINA	-48,98	-27,57
83589	C. DO MATO DENTRO	-43,43	-19,02	83920	SÃO JOAQUIM	-50,55	-28,05
83595	AIMORES	-41,07	-19,48	83923	URUSSANGA	-49,32	-28,52
83596	MARILANDIA (COLATINA)	-40,53	-19,40	83907	SÃO LUIZ GONZAGA	-55,03	-28,07
83597	LINHARES	-40,07	-19,42	83964	ENCRUZILHADA DO SUL	-52,87	-30,88
83611	CAMPO GRANDE	-54,72	-20,43	83941	BENTO GONÇALVES	-51,52	-29,02
83630	FRANCA	-47,37	-20,58	83985	PELOTAS	-52,03	-31,77
83639	CAPARAÓ	-41,90	-20,52	83953	SANTANA DO LIVRAMENTO	-55,52	-30,88
83642	VIÇOSA	-42,85	-20,75	83961	CAMPO BOM	-51,05	-29,07
83648	VITORIA	-40,32	-20,32	83946	CAMBARÁ DO SUL	-50,13	-29,03
83669	SAO SIMAO	-47,55	-21,48	83932	IBIRUBÁ	-53,08	-28,62
83676	CATANDUVA	-48,93	-21,12		FARROUPILHA*	-51,03	-29,22
83683	MACHADO	-45,92	-21,67		IJUI*	-53,57	-28,38
83692	JUIZ DE FORA	-43,35	-21,77		JÚLIO DE CASTILHOS*	-53,07	-29,22
83695	ITAPERUNA	-41,90	-21,20		SÃO BORJA*	-56,00	-28,65
83696	SANTA MARIA MADALENA	-42,00	-21,95		TAQUARÍ*	-51,85	-29,78
83698	CAMPOS	-41,33	-21,75		VACARIA*	-50,93	-28,05
83702	PONTA PORA	-55,53	-22,53		SANTA ROSA*	-54,47	-27,87
83704	IVINHEMA	-53,93	-22,32		VERANÓPOLIS*	-51,53	-28,93
83714	CAMPOS DO JORDAO	-45,60	-22,75		SÃO GABRIEL*	-54,32	-30,03
83716	PRESIDENTE PRUDENTE	-51,38	-22,12				

*Estações pertencentes a FEPAGRO.

APÊNDICE B

– Gráficos das CP's TSM e ROL

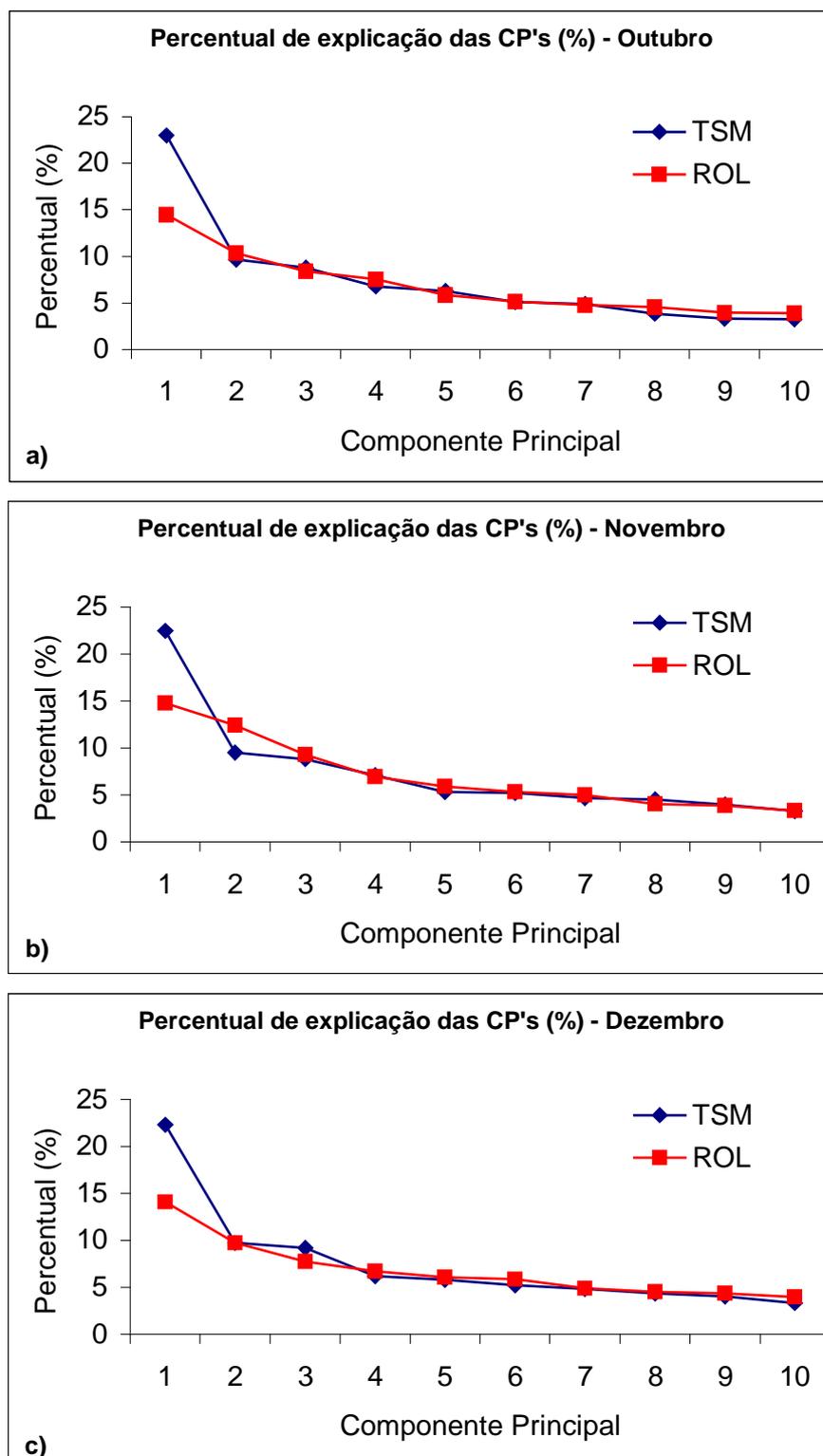


Figura B.1 – Percentuais de explicação das 10 primeiras Componentes Principais da TSM e ROL de (a) outubro, (b) novembro e (c) dezembro.

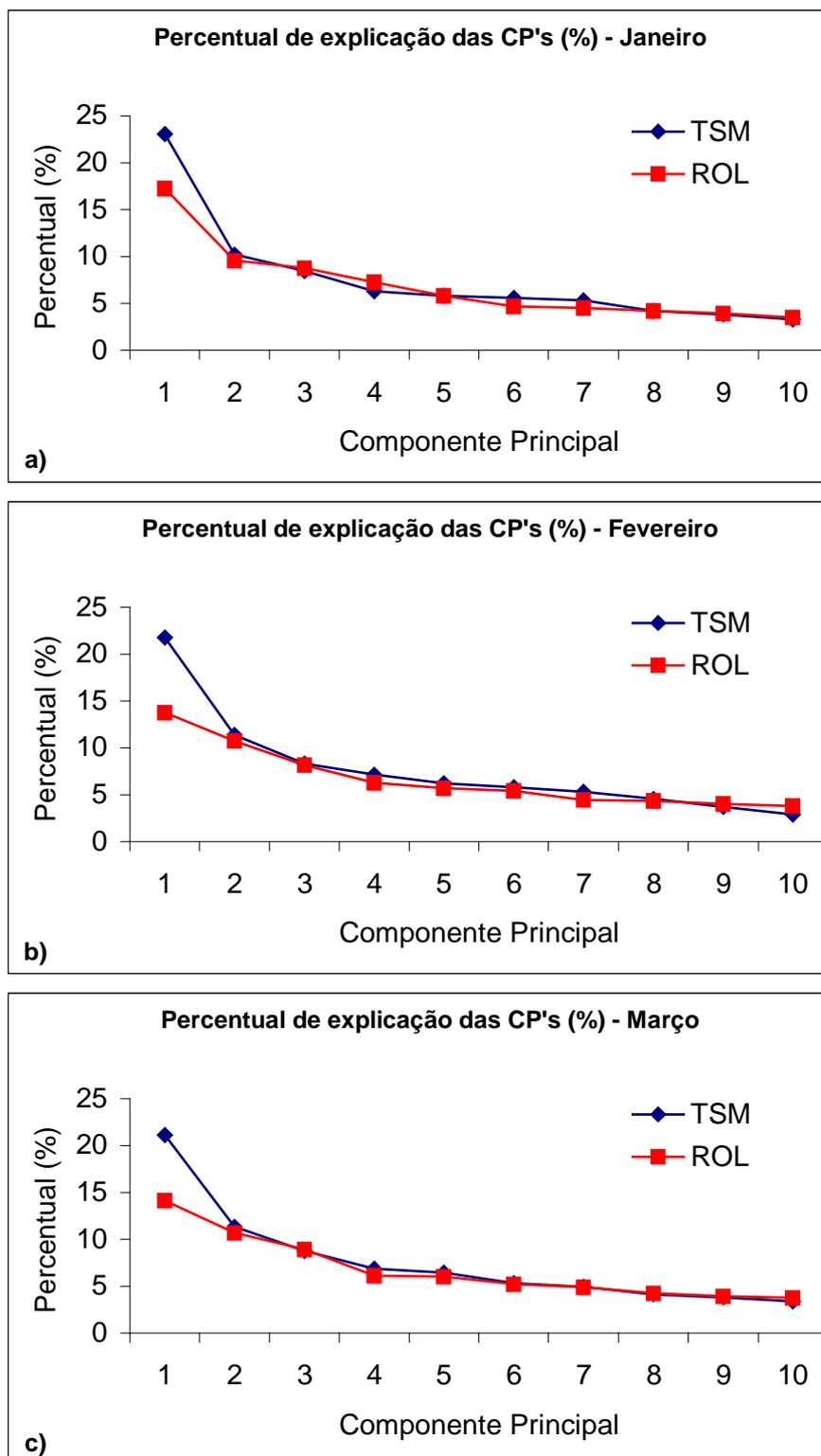


Figura B.2 – Percentuais de explicação das 10 primeiras Componentes Principais da TSM e ROL de (a) janeiro, (b) fevereiro e (c) março.

APÊNDICE C

– Validação de casos da correlação entre os padrões das CP's da
TSM e ROL

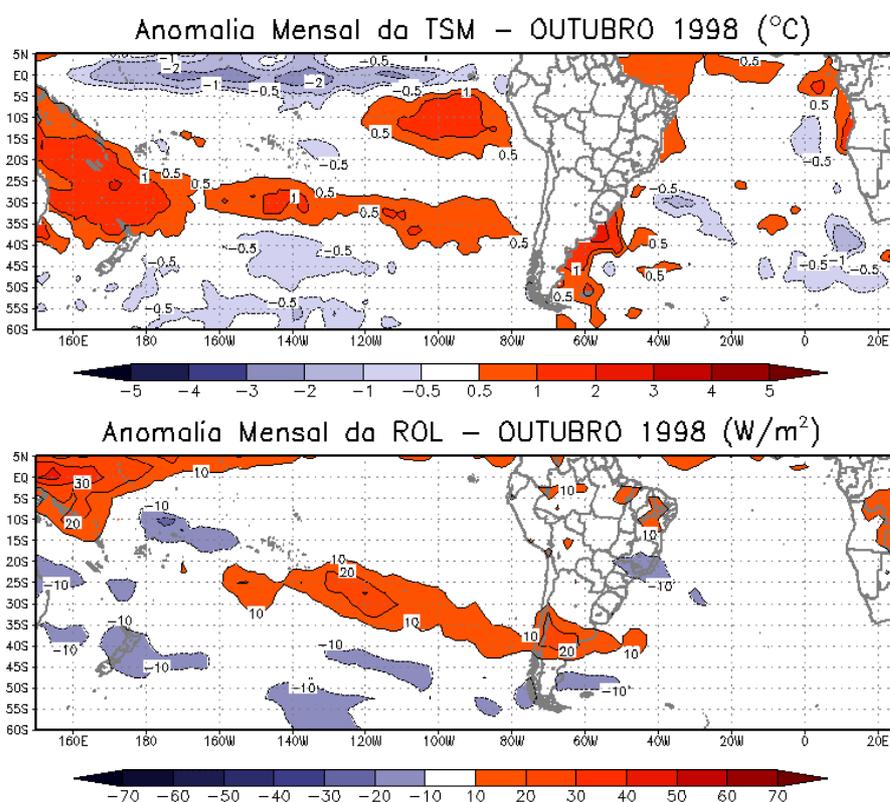


Figura C.1 – Anomalias mensais de (a) TSM e (b) ROL de outubro de 1998 que apresentam um padrão semelhante a CP1 da TSM e CP1 da ROL de outubro.

CP1 da TSM com CP1 da ROL (Novembro)

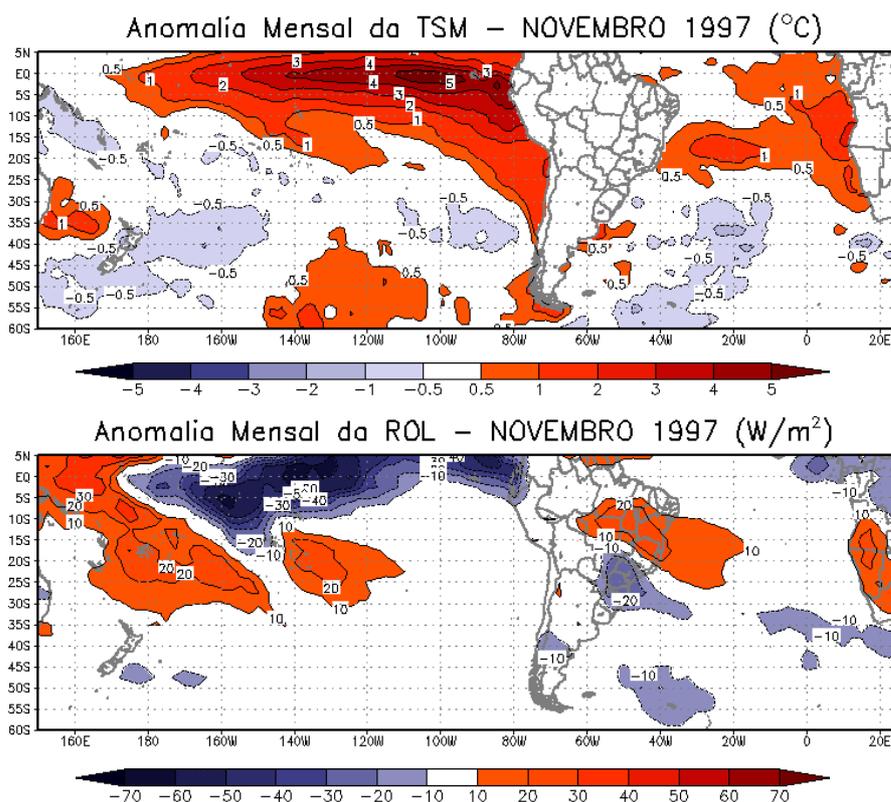


Figura C.2 – Anomalias mensais de (a) TSM e (b) ROL de novembro de 1997 que apresentam um padrão semelhante a CP1 da TSM e CP1 da ROL de novembro.

CP3 da TSM com CP5 da ROL (Novembro)

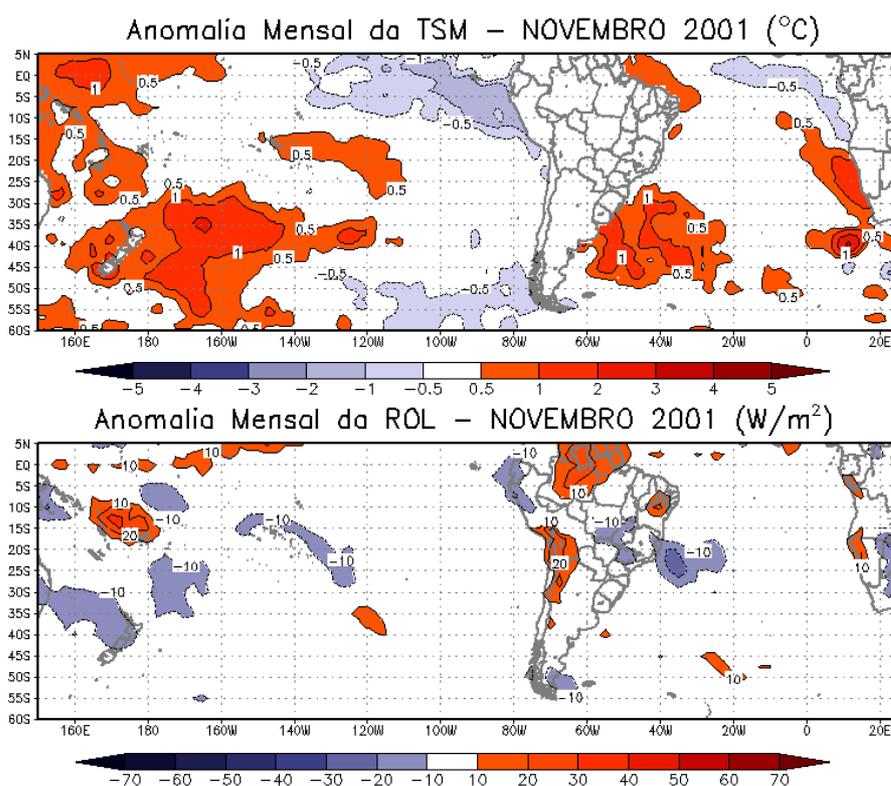


Figura C.3 – Anomalias mensais de (a) TSM e (b) ROL de novembro de 2001 que apresentam um padrão semelhante a CP3 da TSM e CP5 da ROL de novembro.

CP1 da TSM com CP1 da ROL (Dezembro)

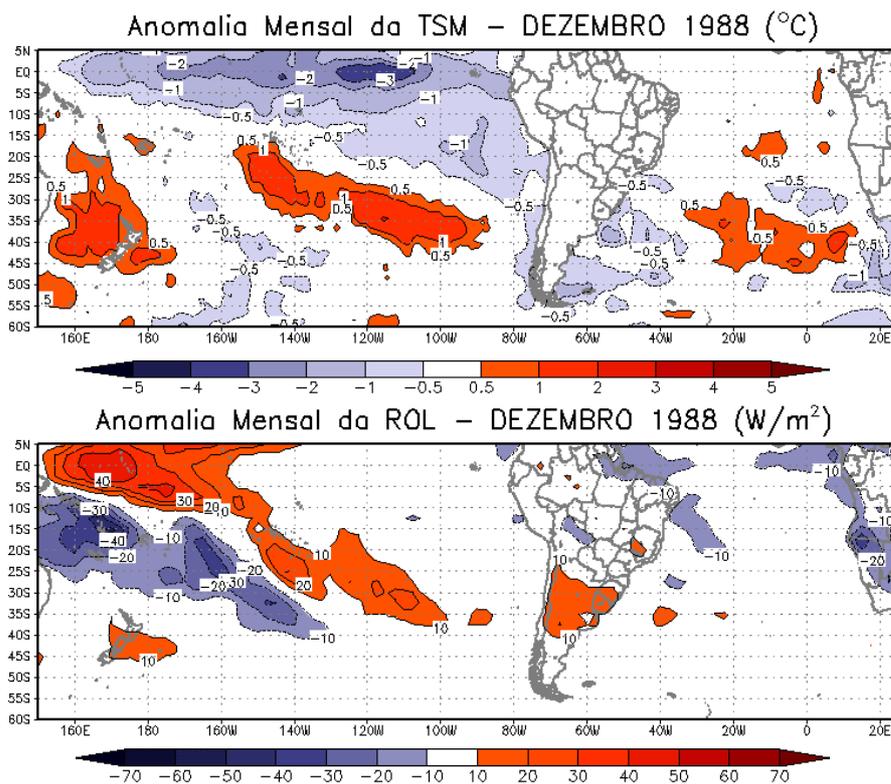


Figura C.4 – Anomalias mensais de (a) TSM e (b) ROL de dezembro de 1988 que apresentam um padrão semelhante a CP1 da TSM e CP1 da ROL de dezembro.

CP1 da TSM com CP1 da ROL (Dezembro)

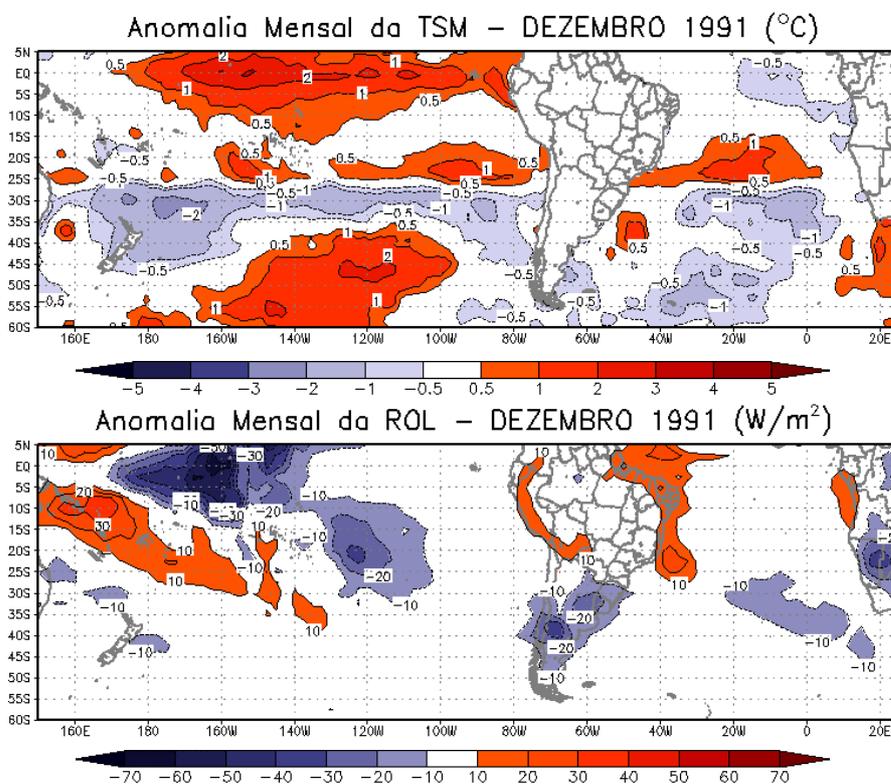


Figura C.5 – Anomalias mensais de (a) TSM e (b) ROL de dezembro de 1991 que apresentam um padrão semelhante a CP1 da TSM e CP1 da ROL de dezembro.

CP1 da TSM com CP1 da ROL (Janeiro)

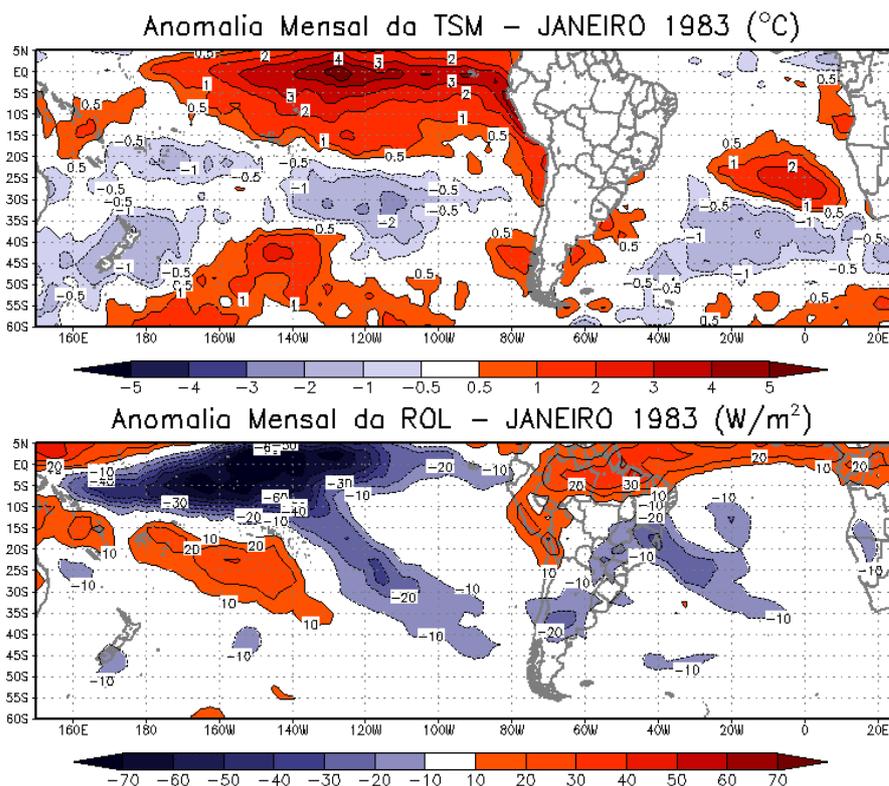


Figura C.6 – Anomalias mensais de (a) TSM e (b) ROL de janeiro de 1983 que apresentam um padrão semelhante a CP1 da TSM e CP1 da ROL de janeiro.

CP1 da TSM com CP1 da ROL (Janeiro)

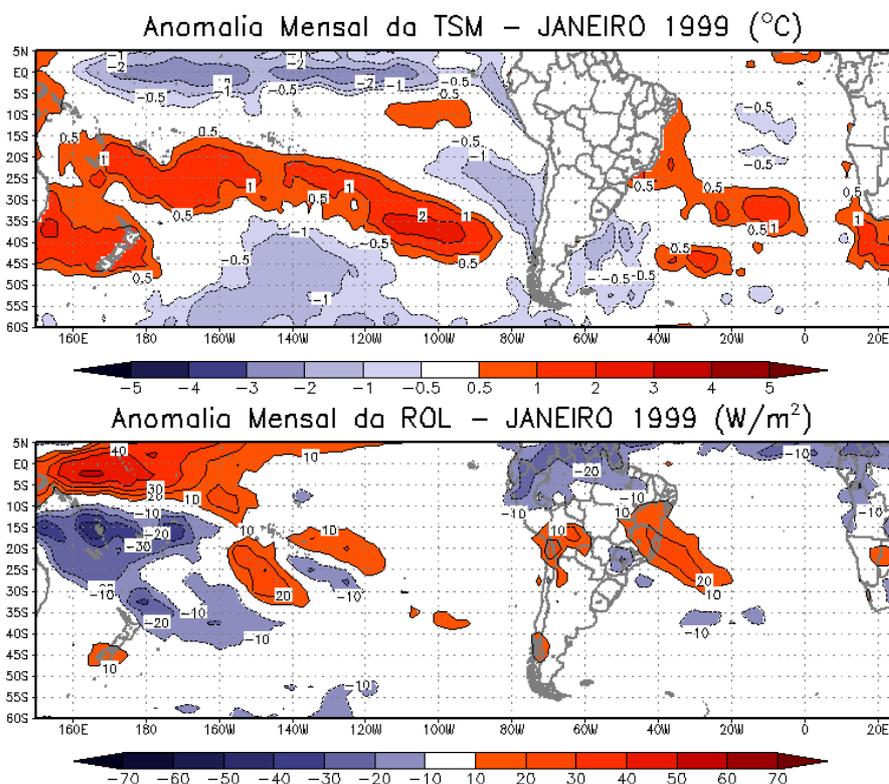
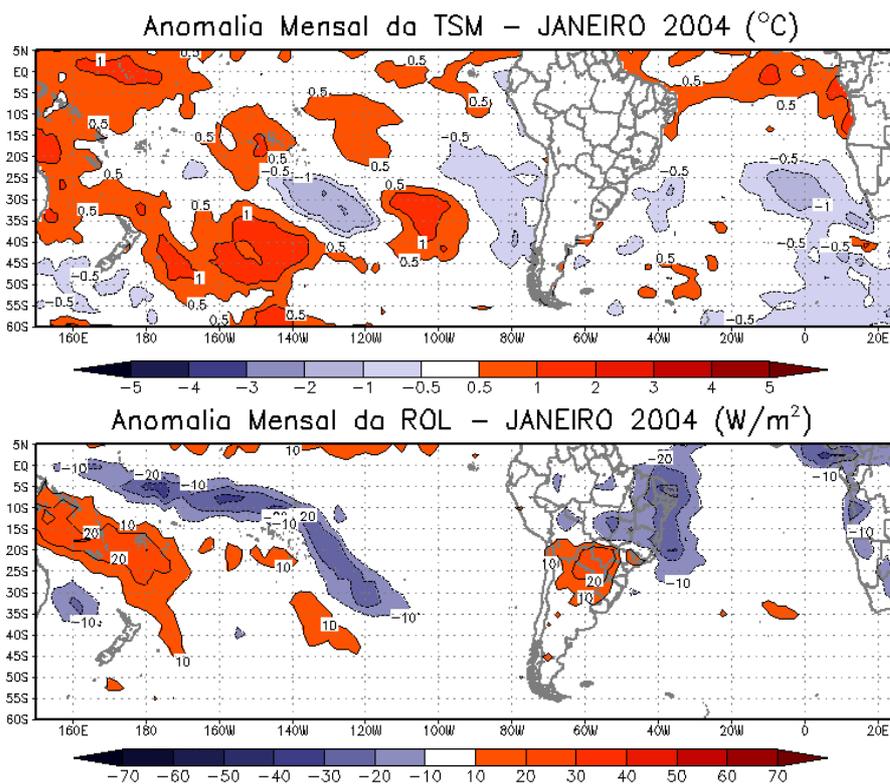
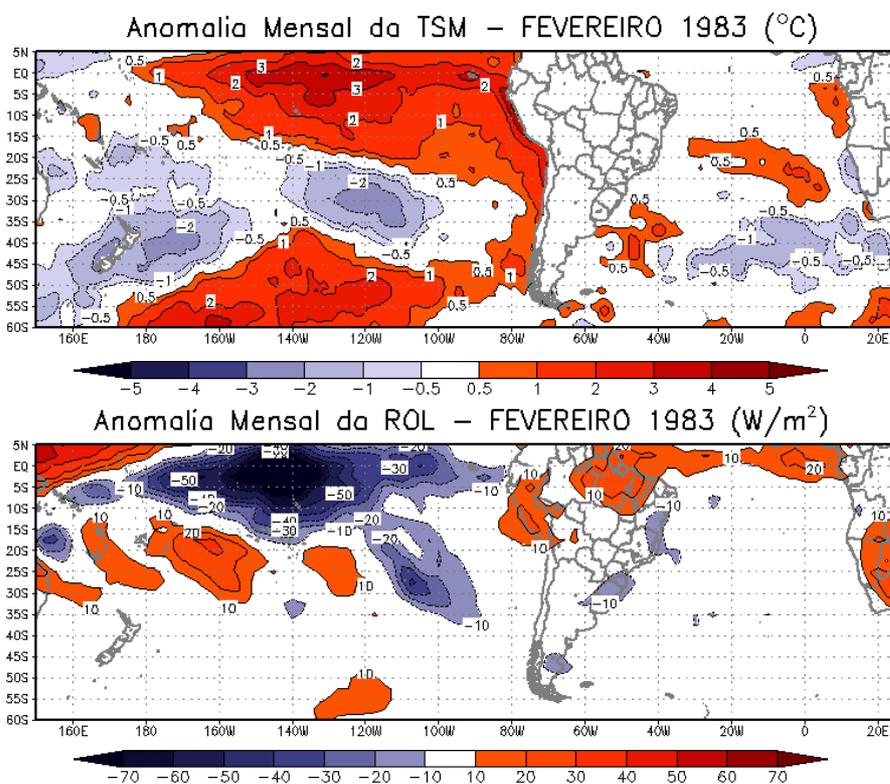


Figura C.7 – Anomalias mensais de (a) TSM e (b) ROL de janeiro de 1999 que apresentam um padrão semelhante a CP1 da TSM e CP1 da ROL de janeiro.



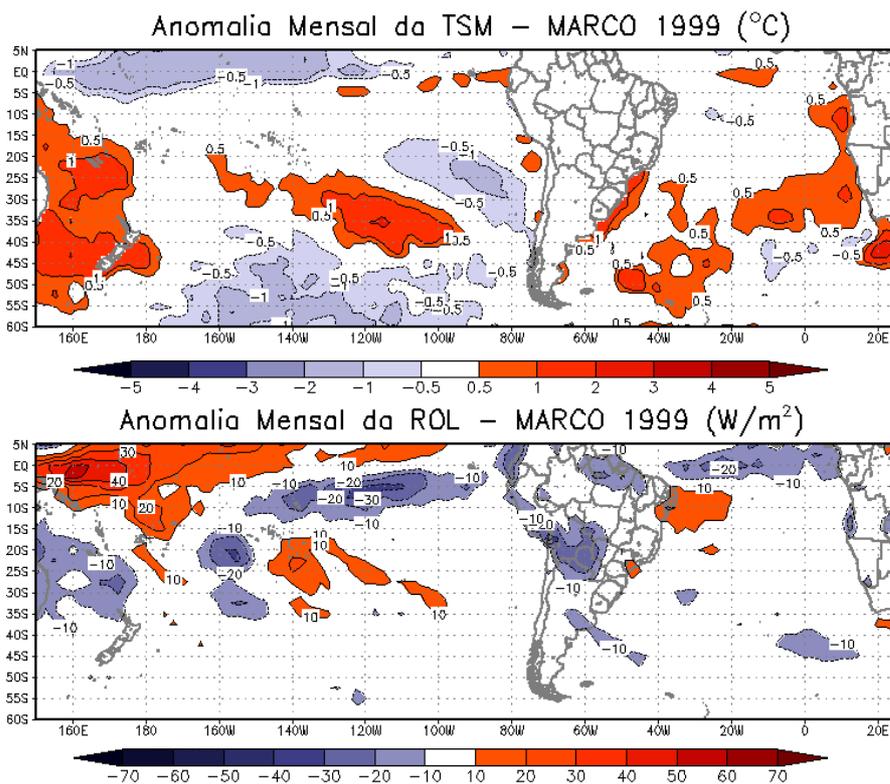
CP5 da TSM com CP3 da ROL (Janeiro)

Figura C.8 – Anomalias mensais de (a) TSM e (b) ROL de janeiro de 2004 que apresentam um padrão semelhante a CP5 da TSM e CP3 da ROL de janeiro.



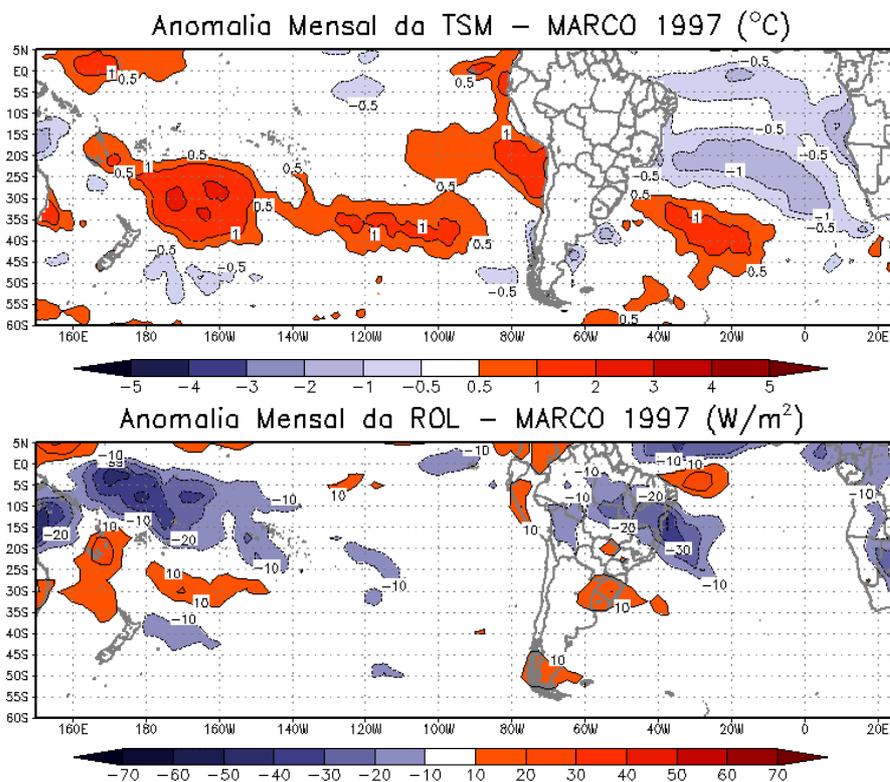
CP1 da TSM com CP1 da ROL (Fevereiro)

Figura C.9 – Anomalias mensais de (a) TSM e (b) ROL de fevereiro de 1983 que apresentam um padrão semelhante a CP1 da TSM e CP1 da ROL de fevereiro.



CP1 da TSM com CP1 da ROL (Março)

Figura C.10 – Anomalias mensais de (a) TSM e (b) ROL de março de 1999 que apresentam um padrão semelhante a CP1 da TSM e CP1 da ROL de março.



CP2 da TSM com CP5 da ROL (Março)

Figura C.11 – Anomalias mensais de (a) TSM e (b) ROL de março de 1997 que apresentam um padrão semelhante a CP2 da TSM e CP5 da ROL de março.

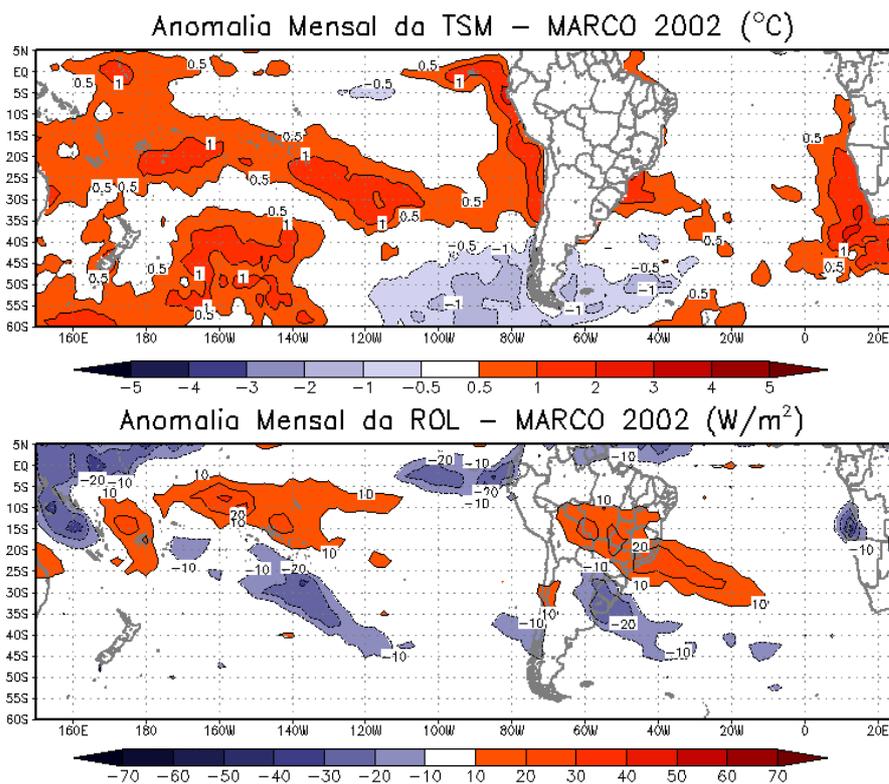


Figura C.12 – Anomalias mensais de (a) TSM e (b) ROL de março de 2002 que apresentam um padrão semelhante a CP4 da TSM e CP3 da ROL de março.

APÊNDICE D

– Padrões de Anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (ATSM) associados com a convecção na AS

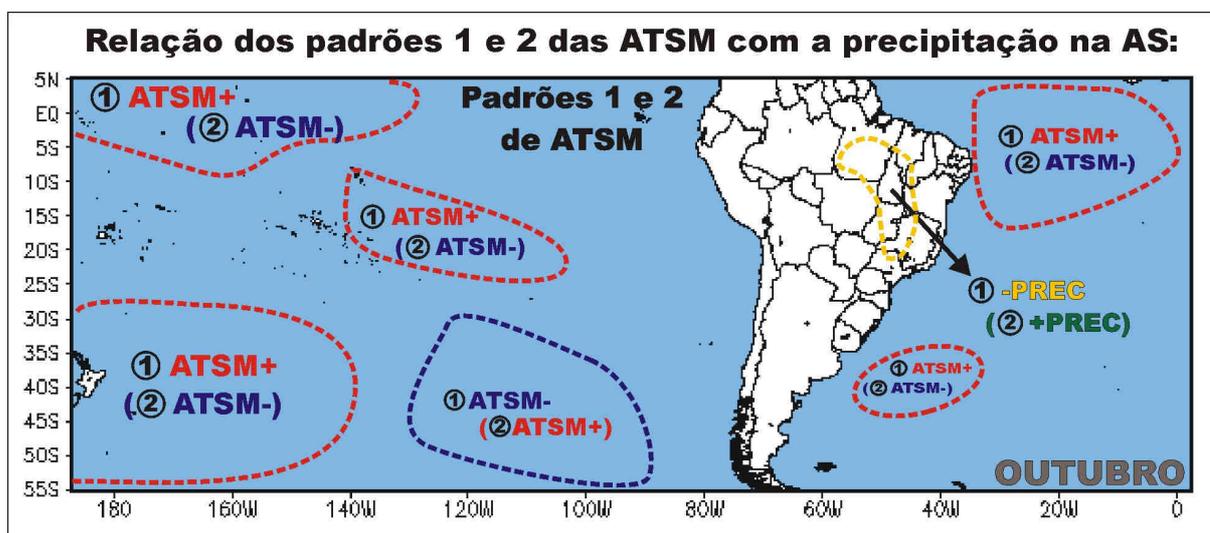


Figura D.1 – Relação entre padrões opostos de ATSM e a atividade convectiva na AS em outubro.

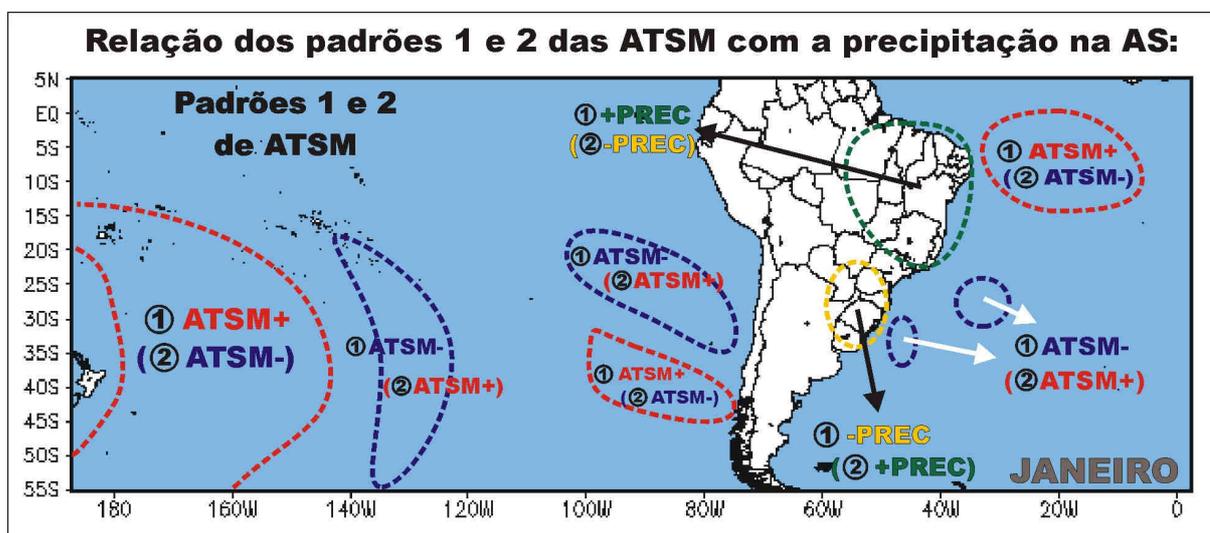


Figura D.2 – Relação entre padrões opostos de ATSM e a atividade convectiva na AS em janeiro.

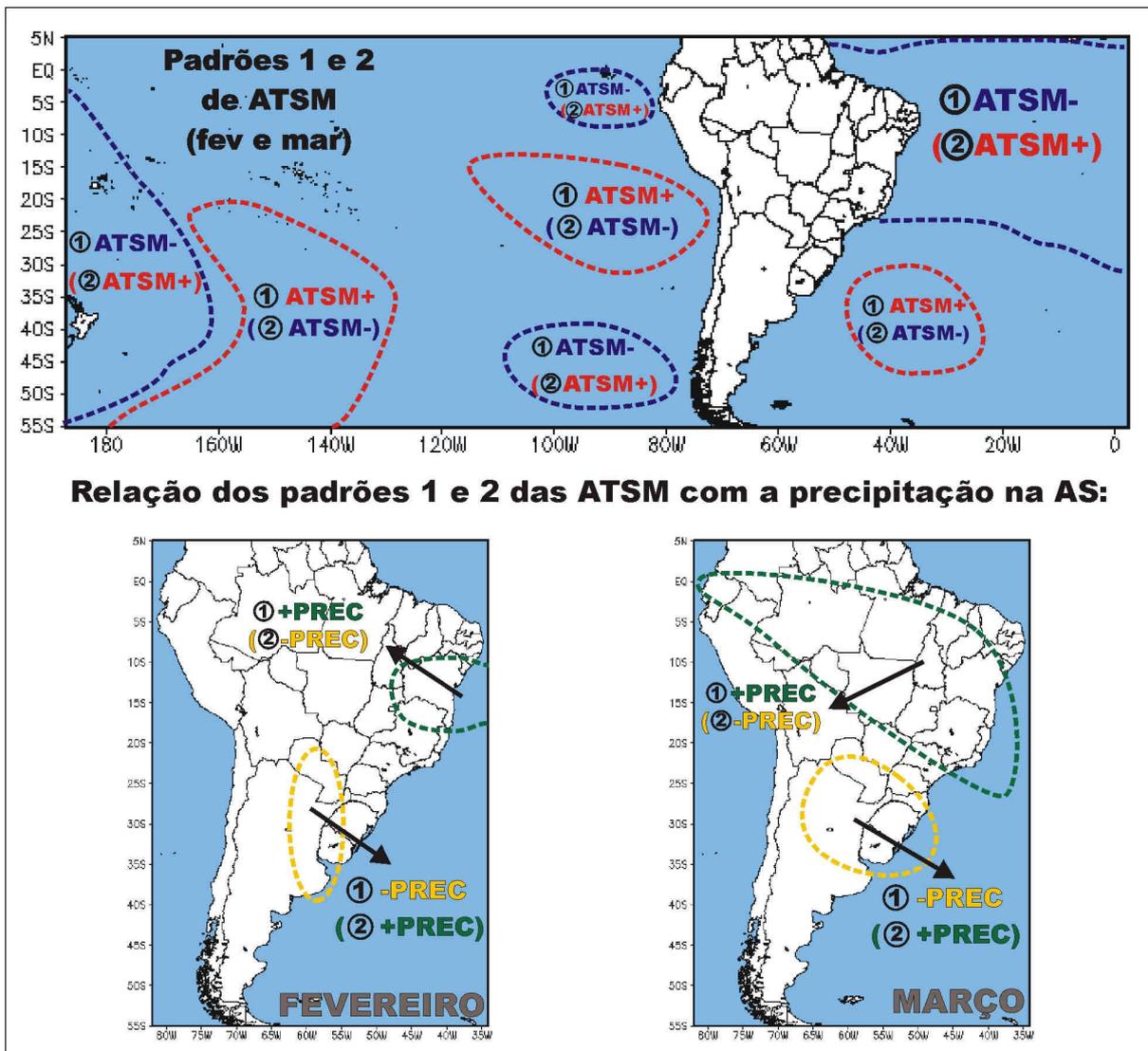


Figura D.3 – Relação entre padrões opostos de ATSM e a atividade convectiva na AS em fevereiro e março.

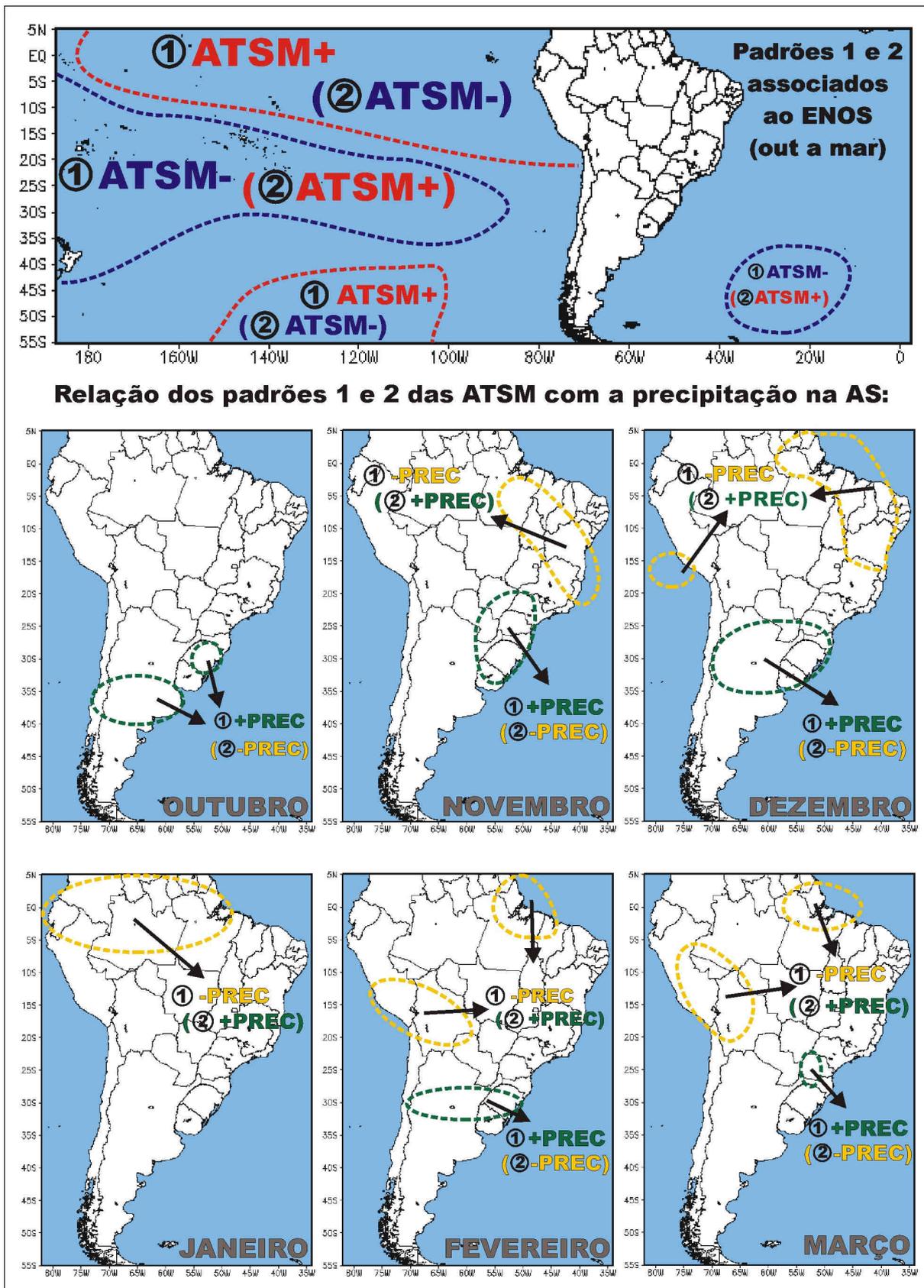


Figura D.4 – Relação entre padrões opostos de ATSM, associados com o ENOS, e a atividade convectiva na AS de outubro a março.