

ROSANDRO BOLIGON MINUZZI

INFLUÊNCIA DE ALGUMAS FORÇANTES CLIMÁTICAS NO PERÍODO  
CHUVOSO DA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL E SUAS CONSEQÜÊNCIAS  
PARA AS CULTURAS DA SOJA E DO MILHO

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Meteorologia Agrícola, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2006

ROSANDRO BOLIGON MINUZZI

INFLUÊNCIA DE ALGUMAS FORÇANTES CLIMÁTICAS NO PERÍODO  
CHUVOSO DA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL E SUAS CONSEQÜÊNCIAS  
PARA AS CULTURAS DA SOJA E DO MILHO

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Meteorologia Agrícola, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 6 de setembro de 2006.

---

Prof. José Maria Nogueira da Costa  
(Co-Orientador)

---

Prof. Rubens Leite Vianello  
(Co-Orientador)

---

Pesq. Francisca Zenaide de Lima

---

Prof. Luiz Cláudio Costa

---

Prof. Gilberto Chohaku Sedyama  
(Orientador)

"Certo dia, uma pequena abertura surgiu num casulo. Um homem sentou e observou a borboleta por várias horas, conforme ela se esforçava para fazer com que seu corpo passasse através daquele pequeno buraco. Então, pareceu que ela havia parado de fazer qualquer progresso. Parecia que ela tinha ido o mais longe que podia e não conseguia ir além. Então, o homem decidiu ajudar a borboleta. Ele pegou uma tesoura e cortou o restante do casulo. A borboleta então saiu facilmente. Mas seu corpo estava murcho, era pequeno e tinha as asas amassadas. O homem continuou a observá-la, porque ele esperava que, a qualquer momento, as asas dela se abrissem e esticassem para serem capazes de suportar o corpo que iria se afirmar a tempo.

Nada aconteceu!

Na verdade, a borboleta passou o resto de sua vida rastejando com um corpo murcho e asas encolhidas. Ela nunca foi capaz de voar.

O que o homem em sua gentileza e vontade de ajudar não compreendia era que o casulo apertado e o esforço necessário à borboleta para passar através da pequena abertura era o modo pelo qual Deus fazia com que o fluido do corpo da borboleta fosse para as suas asas, de forma que ela estaria pronta para voar, uma vez que estivesse livre do casulo.

Algumas vezes, o esforço é justamente o que precisamos em nossa vida. Se Deus nos permitisse passar através de nossas vidas sem quaisquer obstáculos, ele nos deixaria aleijados. Nós não iríamos ser tão fortes como poderíamos ter sido. Nós nunca poderíamos voar.

Eu pedi forças... Deus deu-me dificuldades para fazer-me forte.

Eu pedi sabedoria... Deus deu-me problemas para resolver.

Eu pedi prosperidade... Deus deu-me cérebro e músculos para trabalhar.

Eu pedi coragem... Deus deu-me obstáculos para superar.

Eu pedi amor... Deus deu-me pessoas com problemas para ajudar.

Eu pedi favores... Deus deu-me oportunidades.

Eu não recebi nada do que pedi, mas eu recebi tudo de que precisava."

Ao nosso Senhor Deus, o criador do Universo,  
e seu Filho unigênito, Jesus Cristo.

À minha família.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha existência, saúde e força nos momentos difíceis.

Aos meus pais José Nereu e Rosa Maria, pelo carinho, pela educação, cultura, confiança e pelos conselhos, fundamentais nas minhas decisões.

À minha irmã Liliane, por saber que “As diferenças também são aprendizados e nos fazem crescer”.

Ao meu amigo e paciente orientador Professor Gilberto C. Sedyama, por, desde o mestrado, ter acreditado na minha capacidade e instruído-me sabiamente, enriquecendo o meu lado pessoal e profissional.

Aos Professores José Maria Nogueira da Costa e Rubens Leite Vianello, pela amizade, pelos incentivos e pelas sugestões a este trabalho.

Ao CNPq, pelo auxílio financeiro, pois “Uma nação somente cresce com ciência”; e à UFV, pelos conhecimentos recebidos.

À ANA, ao DAEE e ao INMET, pela disponibilidade de dados pluviométricos e meteorológicos – “Sem dados, não há pesquisa. Sem pesquisa, não há ciência.”

Ao meu grande amigo “seu” Balbino, pelos cinco anos de lição de vida, de história sobre Viçosa e cortes de cabelo.

Ao “casal 20” Vitor e “Lady” Suzana, pelos inesquecíveis momentos no maravilhoso mundo do “heavy metal” em que passei em Minas Gerais.

Aos meus colegas e funcionários do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV, pelo apoio, pela amizade, pelos momentos de descontração e, em especial, aos meus colegas de sala Evaldo, Rafael, Ricardo “Salsicha”, Rochane e Sady “Falcon”, por também terem-me suportado.

## **BIOGRAFIA**

ROSANDRO BOLIGON MINUZZI, filho de José Nereu Minuzzi e Rosa Maria Boligon Minuzzi, nasceu em 16 de julho de 1977, na cidade de Santiago, Estado do Rio Grande do Sul.

Em 1996, iniciou o Curso de Meteorologia na Universidade Federal de Pelotas, graduando-se em agosto de 2001.

Em agosto de 2001, iniciou o Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Meteorologia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (UFV), área de concentração em Agrometeorologia, diplomando-se em julho de 2003.

Em março de 2004, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Doutorado, em Meteorologia Agrícola da UFV, área de concentração em Agrometeorologia, submetendo-se à defesa de tese em setembro de 2006.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	xvi
ABREVIATURAS.....	xxiii
RESUMO.....	xxv
ABSTRACT.....	xxvii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS.....	4
CAPÍTULO 1.....	5
INFLUÊNCIA DO EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL E DIPOLO DO ATLÂNTICO NO COMPORTAMENTO DO PERÍODO CHUVOSO DA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL.....	5
RESUMO.....	5
INFLUENCE OF THE EL NIÑO SOUTHERN OSCILLATION AND ATLANTIC DIPOLE ON THE BEHAVIOUR OF THE RAINY PERIOD IN THE SOUTHEAST REGION OF BRAZIL.....	7
ABSTRACT.....	7
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVO.....	11
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	12

	Página
3.1. Sistemas meteorológicos atuantes na Região Sudeste do Brasil	12
3.2. Período chuvoso na Região Sudeste do Brasil.....	17
3.3. Influência dos oceanos Atlântico e Pacífico no clima.....	20
3.4. Outras forçantes climáticas.....	34
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	39
4.1. Dados e área de estudo.....	39
4.2. Análise dos dados.....	39
4.3. El Niño Oscilação Sul.....	40
4.4. Padrão Dipolo do Atlântico.....	41
4.5. Período Chuvoso .....	42
4.6. Transição entre períodos chuvoso e seco .....	46
4.7. Relação entre IOS e TSM do Atlântico tropical e do Pacífico equatorial com a precipitação.....	46
4.8. Análise diária da precipitação .....	47
4.9. Análise de ocorrências isoladas das forçantes climáticas.....	49
4.10. Análise de ocorrências simultâneas das forçantes climáticas....	49
4.11. Ferramentas computacionais.....	50
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	52
5.1. Seleção das estações.....	52
5.2. Cronologia das fases do Dipolo do Atlântico.....	52
5.3. Período chuvoso .....	60
5.3.1. Início do período chuvoso .....	60
5.3.2. Final do período chuvoso.....	62
5.3.3. Transição entre períodos chuvoso e seco .....	66
5.3.4. Precipitação mensal durante o período chuvoso .....	67
5.3.5. Precipitação trimestral durante o período chuvoso .....	76
5.4. Relação climatológica mensal entre a precipitação e IOS e TSM do Atlântico tropical e Pacífico equatorial.....	81
5.5. Relação entre a precipitação e o IOS e a TSM do Atlântico tropical e Pacífico equatorial em anos de ocorrência ENOS e Dipolo do Atlântico.....	84
5.5.1. Análise mensal.....	84

	Página
5.5.2. Análise trimestral .....	93
5.6. Análise diária da precipitação .....	101
5.7. Análise de ocorrências isoladas das forçantes climáticas.....	110
5.8. Análise de ocorrências simultâneas das forçantes climáticas.....	115
5.9. Variabilidade climática da precipitação .....	137
6. RESUMO E CONCLUSÕES.....	140
REFERÊNCIAS .....	145
APÊNDICES .....	156
APÊNDICE A .....	157
APÊNDICE B .....	167
APÊNDICE C .....	171
APÊNDICE D.....	175
APÊNDICE E .....	176
CAPÍTULO 2.....	177
INFLUÊNCIA DO EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL NA ÉPOCA DE PLANTIO E FENOLOGIA DAS CULTURAS DA SOJA E DO MILHO NA <b>REGIÃO SUDESTE DO BRASIL</b> .....	177
RESUMO .....	177
INFLUENCE OF THE EL NIÑO SOUTHERN OSCILLATION IN THE PLANTING DATES AND PHENOLOGY OF SOYBEAN AND CORN OF THE SOUTHEAST REGION OF BRAZIL .....	179
ABSTRACT.....	179
1. INTRODUÇÃO.....	181
2. OBJETIVO .....	183
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	184
3.1. Impacto de fenômenos meteorológicos na agricultura.....	184
3.1.1. Veranicos .....	184
3.1.2. Geadas .....	186
3.1.3. Chuvas intensas ou tempestades .....	187
3.2. Características de cultivares e suas respostas a anomalias e forçantes climáticas .....	188
3.2.1. Soja.....	188



	Página
3.2.2. Milho .....	192
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	196
4.1. Dados e área de estudo.....	196
4.2. Influência do ENOS nas culturas do milho e da soja .....	198
4.2.1. Índice de Seca Efetiva .....	199
4.2.2. Balanço hídrico seqüencial de cultura.....	201
4.3. Ferramentas computacionais.....	203
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	204
5.1. Análise pelo Índice de Seca Efetiva (ISE).....	204
5.1.1. El Niño .....	204
5.1.2. La Niña.....	207
5.2. Balanço hídrico seqüencial de cultura .....	210
5.2.1. Influência do El Niño na cultura do milho .....	211
5.2.2. Influência do La Niña na cultura do milho .....	216
5.2.3. Influência do El Niño na cultura da soja .....	222
5.2.4. Influência da La Niña na cultura da soja .....	227
6. RESUMO E CONCLUSÕES.....	234
REFERÊNCIAS .....	236

## LISTA DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO 1	
1. Cronologia das ocorrências e respectivas intensidades das fases do ENOS .....	41
2. Subdivisões de classes referentes ao início do período chuvoso, tendo como referência a data média dos anos neutros (AN) em relação a cada forçante climática .....	43
3. Fatores de ponderação de acordo com a classificação obtida do IPC, baseados nos seus valores médio, máximo e mínimo .....	44
4. Informações referentes às estações localizadas na Região Sudeste do Brasil (código, coordenadas geográficas, altitude e número de períodos chuvosos utilizados, referentes aos eventos El Niño (EN), La Niña (LN), Dipolo Positivo (DP), Dipolo Negativo (DN) e anos neutros (AN)) .....	54
5. Cronologia de ocorrências das fases positiva e negativa do Dipolo do Atlântico .....	58
6. Índices de desvios normalizados médios mensais da TSM, das bacias norte e sul do Atlântico tropical, em anos de ocorrência do Dipolo do Atlântico .....	59
7. Classificações do FPC em cada evento El Niño, nas áreas selecionadas do SEB .....	63

	Página
8. Classificações do FPC para cada evento La Niña, nas áreas selecionadas do SEB.....	64
9. Classificações do FPC em cada evento do Dipolo Positivo do Atlântico, nas áreas selecionadas do SEB .....	64
10. Classificações do FPC em cada evento do Dipolo Negativo do Atlântico, nas áreas selecionadas do SEB .....	65
11. Áreas do SEB correlacionadas, significativamente, com os respectivos modelos de previsão da precipitação bimestral para determinadas forçantes climáticas.....	66
12. Coeficientes de correlação entre a precipitação mensal com o IOS e TSM de regiões do Pacífico equatorial, durante anos El Niño.....	85
13. Coeficientes de correlação entre a precipitação mensal com o IOS e TSM de regiões do Pacífico equatorial, durante anos de La Niña .	87
14. Coeficientes de correlação entre a precipitação mensal com a TSM das bacias norte e sul do Atlântico tropical, durante anos do Dipolo Positivo do Atlântico .....	91
15. Coeficientes de correlação da precipitação mensal com a TSM das bacias norte e sul do Atlântico tropical, durante anos do Dipolo Negativo do Atlântico.....	94
16. Coeficientes de correlação da precipitação trimestral com o IOS e TSM de regiões do Pacífico equatorial, durante anos El Niño.....	95
17. Coeficientes de correlação da precipitação trimestral com o IOS e TSM de regiões do Pacífico equatorial, durante anos La Niña.....	97
18. Coeficientes de correlação da precipitação trimestral com a TSM das bacias norte e sul do Atlântico tropical, durante anos do Dipolo Positivo do Atlântico .....	100
19. Coeficientes de correlação da precipitação trimestral com a TSM das bacias norte e sul do Atlântico tropical, durante anos do Dipolo Negativo do Atlântico.....	101
20. Classificação da precipitação trimestral em anos de ocorrência El Niño, em algumas estações pluviométricas do Sudeste do Brasil....	111
21. Classificação da precipitação trimestral em anos de ocorrência La Niña, em algumas estações pluviométricas do Sudeste do Brasil....	113

22. Classificação da precipitação trimestral em anos de ocorrência Dipolo Positivo do Atlântico, em algumas estações pluviométricas do Sudeste do Brasil.....	114
23. Classificação da precipitação trimestral em anos de ocorrência Dipolo Negativo do Atlântico, em algumas estações pluviométricas do Sudeste do Brasil.....	115
24. Resumo da análise de componentes principais e regressões lineares na área MG1, em diferentes defasagens, durante o período chuvoso 1955/56 .....	118
25. Resumo da análise de componentes principais e regressões lineares na área MG1, em diferentes defasagens, durante o período chuvoso 1969/70 .....	121
26. Resumo da análise de componentes principais e regressões lineares na área MG1, em diferentes defasagens, durante o período chuvoso 1973/74 .....	124
27. Resumo da análise de componentes principais e regressões lineares na área MG1, em diferentes defasagens, durante o período chuvoso 1986/87 .....	126
28. Resumo da análise de componentes principais e regressões lineares da área SP3, em diferentes defasagens, durante o período chuvoso 1955/56 .....	129
29. Resumo da análise de componentes principais e regressões lineares da área SP3, em diferentes defasagens, durante o período chuvoso 1969/70 .....	131
30. Resumo da análise de componentes principais e regressões lineares da área SP3, em diferentes defasagens, durante o período chuvoso 1973/74 .....	134
31. Resumo da análise de componentes principais e regressões lineares da área SP3, em diferentes defasagens, durante o período chuvoso 1986/87 .....	136
32. Resumo referente às tendências nos comportamentos do IPC, FPC, precipitação mensal e trimestral e número de dias chuvosos em diferentes quantidades de precipitação, durante a ocorrência das forçantes climáticas ENOS e Dipolo do Atlântico.....	143
1A. Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área MG1 e a TSM de quatro regiões do Pacífico equatorial e o IOS .....	157

2A. Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área MG1 e a TSM do Atlântico Tropical Norte (ATN) e Atlântico Tropical Sul (ATS) .....	158
3A. Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área MG2 e a TSM de quatro regiões do Pacífico equatorial e o IOS .....	158
4A. Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área MG2 e a TSM do Atlântico Tropical Norte (ATN) e Atlântico Tropical Sul (ATS) .....	159
5A. Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área MG3 e a TSM de quatro regiões do Pacífico equatorial e o IOS .....	159
6A. Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área MG3 e a TSM do Atlântico Tropical Norte (ATN) e Atlântico Tropical Sul (ATS) .....	160
7A. Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área ES1 e a TSM de quatro regiões do Pacífico equatorial e o IOS .....	160
8A. Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área ES1 e a TSM do Atlântico Tropical Norte (ATN) e Atlântico Tropical Sul (ATS) .....	161
9A. Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área RJ1 e a TSM de quatro regiões do Pacífico equatorial e o IOS .....	161
10A. Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área RJ1 e a TSM do Atlântico Tropical Norte (ATN) e Atlântico Tropical Sul (ATS) .....	162
11A. Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área SP1 e a TSM de quatro regiões do Pacífico equatorial e o IOS .....	162
12A. Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área SP1 e a TSM do Atlântico Tropical Norte (ATN) e Atlântico Tropical Sul (ATS) .....	163
13A. Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área SP2 e a TSM de quatro regiões do Pacífico equatorial e o IOS .....	163

14A. Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área SP2 e a TSM do Atlântico Tropical Norte (ATN) e Atlântico Tropical Sul (ATS) .....	164
15A. Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área SP3 e a TSM de quatro regiões do Pacífico equatorial e o IOS.....	164
16A. Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área SP3 e a TSM do Atlântico Tropical Norte (ATN) e Atlântico Tropical Sul (ATS) .....	165
17A. Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área SP4 e a TSM de quatro regiões do Pacífico equatorial e o IOS.....	165
18A. Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área SP4 e a TSM do Atlântico Tropical Norte (ATN) e Atlântico Tropical Sul (ATS) .....	166
1E. Fontes na internet de informação sobre o acompanhamento da TSM dos oceanos Atlântico e Pacífico .....	176

## CAPÍTULO 2

1. Informações referentes às estações meteorológicas localizadas em Minas Gerais (código, municípios aos quais pertencem, coordenadas geográficas e altitude).....	198
2. Valores dos coeficientes de cultura ( $K_c$ ) de cada estágio fenológico das culturas do milho e da soja .....	202
3. Capacidade de água disponível no solo (mm) em função do tipo de solo.....	202
4. Classificações decendiais e respectivas quantidades de precipitação (mm) necessárias para retornarem à condição normal em anos de El Niño, de moderada (M) e forte (F) intensidades, nas áreas MG1 (4a), MG2 (4b), SP1 (4c), SP2 (4d) e SP3 (4e) .....	205
5. Classificações decendiais e respectivas quantidades de precipitação (mm) necessárias para retornarem à condição normal em anos de La Niña, de moderada (M) e forte (F) intensidades, nas áreas MG1 (5a), MG2 (5b), SP1 (5c), SP2 (5d) e SP3 (5e) .....	208

6. ISNA médio dos estádios fenológicos do milho em anos de El Niño, de moderada (M) e forte (F) intensidades, nos solos com CAD igual a 30 mm e duas datas de plantio, em 1º de outubro (6a) e em 1º de novembro (6b) .....	212
7. ISNA médio dos estádios fenológicos do milho em anos de El Niño, de moderada (M) e forte (F) intensidades, nos solos com CAD igual a 50 mm e duas datas de plantio, em 1º de outubro (7a) e em 1º de novembro (7b) .....	213
8. ISNA médio dos estádios fenológicos do milho em anos de El Niño, de moderada (M) e forte (F) intensidades, nos solos com CAD igual a 70 mm e duas datas de plantio, em 1º de outubro (8a) e em 1º de novembro (8b) .....	214
9. ISNA médio dos estádios fenológicos do milho em anos de La Niña, de forte (F) intensidade, nos solos com CAD igual a 30 mm e duas datas de plantio, em 1º de outubro (9a) e em 1º de novembro (9b) .....	217
10. ISNA médio dos estádios fenológicos do milho em anos de La Niña, de forte (F) intensidade, nos solos com CAD igual a 50 mm e duas datas de plantio, em 1º de outubro (10a) e em 1º de novembro (10b) .....	218
11. ISNA médio dos estádios fenológicos do milho em anos de La Niña, de forte (F) intensidade, nos solos com CAD igual a 70 mm e duas datas de plantio, em 1º de outubro (11a) e em 1º de novembro (11b) .....	219
12. ISNA médio dos estádios fenológicos da soja em anos de El Niño, de moderada (M) e forte (F) intensidades, nos solos com CAD igual a 30 mm e duas datas de plantio, em 1º de outubro (12a) e em 1º de novembro (12b) .....	223
13. ISNA médio dos estádios fenológicos da soja em anos de El Niño, de moderada (M) e forte (F) intensidades, nos solos com CAD igual a 50 mm e duas datas de plantio, em 1º de outubro (13a) e em 1º de novembro (13b) .....	224
14. ISNA médio dos estádios fenológicos da soja em anos de El Niño, de moderada (M) e forte (F) intensidades, nos solos com CAD igual a 70 mm e duas datas de plantio, em 1º de outubro (14a) e em 1º de novembro (14b) .....	225

15. ISNA médio dos estádios fenológicos da soja em anos de La Niña, de forte (F) intensidade, nos solos com CAD igual a 30 mm e duas datas de plantio, em 1º de outubro (15a) e em 1º de novembro (15b) .....	228
16. ISNA médio dos estádios fenológicos da soja em anos de La Niña, de forte (F) intensidade, nos solos com CAD igual a 50 mm e duas datas de plantio, em 1º de outubro (16a) e em 1º de novembro (16b) .....	229
17. ISNA médio dos estádios fenológicos da soja em anos de La Niña, de forte (F) intensidade, nos solos com CAD igual a 70 mm e duas datas de plantio, em 1º de outubro (17a) e em 1º de novembro (17b) .....	230



## LISTA DE FIGURAS

	Página
CAPÍTULO 1	
1. Comportamento da Célula de Walker em situações de El Niño.....	21
2. Comportamento da célula de Walker em situações de La Niña.....	22
3. Áreas no oceano Pacífico conhecidas como Niños 1+2, 3, 4 e 3.4 e o local das medições da pressão atmosférica .....	40
4. Representação das anomalias da TSM das bacias norte e sul do Atlântico tropical e o deslocamento característico da ZCIT durante as duas fases do Dipolo do Atlântico.....	42
5. Localização geográfica das estações estudadas na Região Sudeste do Brasil e as regiões pluviométricamente homogêneas ...	53
6. Classificação e porcentual do IPC em não ser afetado pelas forçantes El Niño (6a e 6b), La Niña (6c e 6d), Dipolo Positivo do Atlântico (6e e 6f) e Dipolo Negativo do Atlântico (6g e 6h), respectivamente .....	61
7. Localização das áreas selecionadas do SEB, com as respectivas estações e simbologias utilizadas no estudo.....	62
8. Gráficos de tendência e respectivas regiões de 95% de previsão para a precipitação bimestral, com base nos resultados da Tabela 10, nas áreas MG1 (8a), SP1 (8b) e SP2, nas forçantes La Niña (8c), Dipolo Positivo (8d), Dipolo Negativo (8e) e SP4 (8f).....	68

9. Classificação mensal da precipitação em anos do El Niño, nos meses de setembro (9a), outubro (9b), novembro (9c), dezembro (9d), janeiro (9e), fevereiro (9f) e março (9g).....	69
10. Classificação mensal da precipitação em anos do La Niña, nos meses de setembro (10a), outubro (10b), novembro (10c), dezembro (10d), janeiro (10e), fevereiro (10f) e março (10g).....	71
11. Classificação mensal da precipitação em anos do Dipolo Positivo do Atlântico tropical, nos meses de setembro (11a), outubro (11b), novembro (11c), dezembro (11d), janeiro (11e), fevereiro (11f) e março (11g) .....	73
12. Classificação mensal da precipitação em anos do Dipolo Negativo do Atlântico tropical, nos meses de setembro (12a), outubro (12b), novembro (12c), dezembro (12d), janeiro (12e), fevereiro (12f) e março (12g) .....	75
13. Classificação trimestral da precipitação em anos do El Niño, nos trimestres setembro/novembro (13a), outubro/dezembro (13b), novembro/janeiro (13c), dezembro/fevereiro (13d) e janeiro/março (13e) .....	77
14. Classificação trimestral da precipitação em anos do La Niña nos trimestres setembro/novembro (14a), outubro/dezembro (14b), novembro/janeiro (14c), dezembro/fevereiro (14d) e janeiro/março (14e) .....	79
15. Classificação trimestral da precipitação em anos do Dipolo Positivo do Atlântico tropical, nos trimestres setembro/novembro (15a), outubro/dezembro (15b), novembro/janeiro (15c), dezembro/fevereiro (15d) e janeiro/março (15e) .....	80
16. Classificação trimestral da precipitação em anos do Dipolo Negativo do Atlântico tropical, nos trimestres setembro/novembro (16a), outubro/dezembro (16b), novembro/janeiro (16c), dezembro/fevereiro (16d) e janeiro/março (16e) .....	82
17. Intervalos de confiança de 95% das médias do número de dias chuvosos em diferentes quantidades de precipitação (classes), nos anos neutros e de El Niño em novembro, nas áreas R2b-C (17a) e R2b-MC (17b).....	102

18. Intervalos de confiança de 95% das médias do número de dias chuvosos em diferentes quantidades de precipitação (classes) nos anos neutros e de El Niño no trimestre setembro-novembro na área R2b-C (18a), no trimestre outubro-dezembro nas áreas R1-S (18b), R2a-S (18c) e R3-C (18d), no trimestre novembro-janeiro nas áreas R1-S (18e) e R2b-C (18f) e no trimestre janeiro-março na área R3-C (18g).....	102
19. Intervalos de confiança de 95% das médias do número de dias chuvosos em diferentes quantidades de precipitação (classes) nos anos neutros e de La Niña, em setembro nas áreas R2b-S (19a), R3-S (19b) e R5-S (19c), em novembro na área R3-S (19d), em dezembro nas áreas R1-S (19e), R2a-S (19f), R5-S (19g) e R2b-C (19h), em janeiro nas áreas R1-S (19i), R2a-S (19j), R3-S (19k) e R2b-C (19l), em fevereiro nas áreas R2a-S (19m) e R3-C (19n) e em março na área R5-C (19o).....	105
20. Intervalos de confiança de 95% das médias do número de dias chuvosos em diferentes quantidades de precipitação (classes) nos anos neutros e de La Niña, no trimestre outubro-dezembro na área R2b-C (20a), no trimestre novembro/janeiro nas áreas R1-S (20b), R2a-MS (20c), R3-S (20d), R4-S (20e), R5-S (20f) e R5-C (20g), no trimestre dezembro-fevereiro nas áreas R1-MS (20h), R2b-C (20i) e R2b-MC (20j) e no trimestre janeiro-março na área R3-C (20k) .....	106
21. Intervalos de confiança de 95% das médias do número de dias chuvosos em diferentes quantidades de precipitação (classes) nos anos neutros e Dipolo Positivo do Atlântico, em dezembro na área R3-C (21a), em janeiro nas áreas R2b-C (21b) e R2a-MS (21c) e em março na área R3-S (21d) .....	108
22. Intervalos de confiança de 95% das médias do número de dias chuvosos em diferentes quantidades de precipitação (classes) nos anos neutros e Dipolo Positivo do Atlântico, no trimestre outubro-dezembro na área R1-C (22a), no trimestre dezembro-fevereiro na área R3-S (22b) e no trimestre janeiro-março na área R3-S (22c)...	108
23. Intervalos de confiança de 95% das médias do número de dias chuvosos em diferentes quantidades de precipitação (classes) nos anos neutros e Dipolo Negativo do Atlântico, em setembro na área R5-C (23a) e em novembro na área R2b-S (23b).....	110

24. Anomalias de precipitação dos anos de ocorrência El Niño, no trimestre setembro-novembro, nas estações E5-014 e D5-008 (24a), no trimestre outubro-dezembro nas estações 01641002 e 01642002 (24b), no trimestre novembro-janeiro, nas estações E5-014 e D6-022 (24c) e no trimestre janeiro-março nas estações 01847003 e 01946004 (24d) .....	111
25. Anomalias de precipitação dos anos de ocorrência La Niña, no trimestre outubro-dezembro nas estações E5-014 e E4-053 (25a), no trimestre novembro-janeiro nas estações 01943023 e C3-040 (25b), no trimestre dezembro-fevereiro nas estações C8-030 e D8-041 (25c) e no trimestre janeiro-março nas estações C7-011 e D8-041 (25d) .....	113
26. Anomalias de precipitação nos anos de ocorrência Dipolo Positivo do Atlântico, no trimestre outubro-dezembro nas estações D7-032 e D7-036 (26a), no trimestre dezembro-fevereiro nas estações 02143003 e 02045002 (26b) e no trimestre janeiro-março nas estações D7-036 e C8-030 (26c).....	114
27. Anomalias de precipitação nos anos de ocorrência Dipolo Negativo do Atlântico, no trimestre dezembro-fevereiro nas estações 01847003 e 02046001 .....	115
28. Gráfico de dispersão dos escores mensais na área MG1, com defasagem zero (28a), defasagem -1 (28b), defasagem -2 (28c), defasagem -3 (28d), defasagem -4 (28e) e defasagem -5 (28f), durante o período chuvoso 1955/56 .....	117
29. Gráfico de dispersão dos escores mensais na área MG1, com defasagem zero (29a), defasagem -1 (29b), defasagem -2 (29c), defasagem -3 (29d), defasagem -4 (29e) e defasagem -5 (29f), durante o período chuvoso 1969/70 .....	120
30. Gráfico de dispersão dos escores mensais na área MG1, com defasagem zero (30a), defasagem -1 (30b), defasagem -2 (30c), defasagem -3 (30d), defasagem -4 (30e) e defasagem -5 (30f), durante o período chuvoso 1973/74 .....	123
31. Gráfico de dispersão dos escores mensais na área MG1, com defasagem zero (31a), defasagem -1 (31b), defasagem -2 (31c), defasagem -3 (31d), defasagem -4 (31e) e defasagem -5 (31f), durante o período chuvoso 1986/87 .....	125
32. Gráfico de dispersão dos escores mensais da área SP3, com defasagem zero (32a), defasagem -1 (32b), defasagem -2 (32c), defasagem -3 (32d), defasagem -4 (32e) e defasagem -5 (32f), durante o período chuvoso 1955/56 .....	128

33. Gráfico de dispersão dos escores mensais da área SP3, com defasagem zero (33a), defasagem -1 (33b), defasagem -2 (33c), defasagem -3 (33d), defasagem -4 (33e) e defasagem -5 (33f), durante o período chuvoso 1969/70 .....	130
34. Gráfico de dispersão dos escores mensais da área SP3, com defasagem zero (34a), defasagem -1 (34b), defasagem -2 (34c), defasagem -3 (34d), defasagem -4 (34e) e defasagem -5 (34f), durante o período chuvoso 1973/74 .....	133
35. Gráfico de dispersão dos escores mensais da área SP3, com defasagem zero (35a), defasagem -1 (35b), defasagem -2 (35c), defasagem -3 (35d), defasagem -4 (35e) e defasagem -5 (35f), durante o período chuvoso 1986/87 .....	135
36. Densidade espectral referente à quantidade total de precipitação, nos períodos chuvosos de 1949/50 a 1999/2000, nas áreas MG1 (36a) e SP3 (36b) .....	138
37. Variabilidade temporal da precipitação, nos períodos chuvosos de 1949/50 a 1999/2000, com tendência na média móvel, nas áreas MG1 (37a) e SP3 (37b) .....	139
1B. Sobreposições dos mapas referentes às regiões pluviometricamente homogêneas e das áreas com percentuais de precipitação maior que 20% e menor que -20%, durante eventos El Niño, em outubro (1Ba), novembro (1Bb), fevereiro (1Bc) e março (1Bd).....	167
2B. Sobreposições dos mapas referentes às regiões pluviometricamente homogêneas e das áreas com percentuais de precipitação maior que 20% e menor que -20%, durante eventos La Niña, em setembro (2Ba), outubro (2Bb), novembro (2Bc), dezembro (2Bd), janeiro (2Be), fevereiro (2Bf) e março (2Bg) .....	168
3B. Sobreposições dos mapas referentes às regiões pluviometricamente homogêneas e das áreas com percentuais de precipitação maior que 20% e menor que -20%, durante eventos Dipolo Positivo, em setembro (3Ba), outubro (3Bb), dezembro (3Bc), janeiro (3Bd), fevereiro (3Be) e março (3Bf) .....	169
4B. Sobreposições dos mapas referentes às regiões pluviometricamente homogêneas e das áreas com percentuais de precipitação maior que 20% e menor que -20%, durante eventos Dipolo Negativo, em setembro (4Ba), outubro (4Bb), novembro (4Bc), dezembro (4Bd), janeiro (4Be), fevereiro (4Bf) e março (4Bg) .....	170

1C. Sobreposições dos mapas referentes às regiões pluviometricamente homogêneas e das áreas com percentuais de precipitação maior que 20% e menor que -20%, durante eventos El Niño, nos trimestres setembro-novembro (1Ca), outubro-dezembro (1Cb), novembro-janeiro (1Cc), dezembro-fevereiro (1Cd) e janeiro-março (1Ce).....	171
2C. Sobreposições dos mapas referentes às regiões pluviometricamente homogêneas e das áreas com percentuais de precipitação maior que 20% e menor que -20%, durante eventos La Niña, nos trimestres setembro-novembro (2Ca), outubro-dezembro (2Cb), novembro-janeiro (2Cc), dezembro-fevereiro (2Cd) e janeiro-março (2Ce).....	172
3C. Sobreposições dos mapas referentes às regiões pluviometricamente homogêneas e das áreas com percentuais de precipitação maior que 20% e menor que -20%, durante eventos Dipolo Positivo, nos trimestres setembro-novembro (3Ca), outubro-dezembro (3Cb), novembro-janeiro (3Cc), dezembro-fevereiro (3Cd) e janeiro-março (3Ce).....	173
4C. Sobreposições dos mapas referentes às regiões pluviometricamente homogêneas e das áreas com percentuais de precipitação maior que 20% e menor que -20%, durante eventos Dipolo Negativo, nos trimestres outubro-dezembro (4Ca), novembro-janeiro (4Cb), dezembro-fevereiro (4Cc) e janeiro-março (4Cd).....	174
1D. Diferenças das anomalias de precipitação trimestral e durante o PC, em relação ao desvio-padrão, nas áreas MG1 (1Da), MG2 (1Db), MG3 (1Dc), ES1 (1Dd), RJ1 (1De), SP1 (1Df), SP2 (1Dg), SP3 (1Dh) e SP4 (1Di) .....	175

## CAPÍTULO 2

1. Localização geográfica das estações pluviométricas e meteorológicas nas áreas de cultivo do milho (1a) e da soja (1b), na Região Sudeste do Brasil .....	197
2. Valores diários de precipitação e do ISNA observados em 1997/98, nos Municípios de Machado (2a) e de Patos de Minas (2b).....	215
3. Valores diários de precipitação e do ISNA observados em 1970/71, nos Municípios de Machado (3a) e de Patos de Minas (3b).....	220

4. ISNA médio do milho em solos com CAD igual a 30 mm e data de plantio em 1 <sup>o</sup> de outubro, durante o estágio vegetativo (4a) e de florescimento/enchimento de grãos (4b), e data de plantio em 1 <sup>o</sup> de novembro, durante o estágio vegetativo (4c) e de florescimento/enchimento de grãos (4d), observados no evento La Niña de 1975/76 .....	221
5. Valores diários de precipitação e do ISNA observados em 1972/73, nos Municípios de Lavras (5a) e de Patos de Minas (5b).....	226
6. ISNA médio da soja em solos com CAD igual a 30 mm e data de plantio em 1 <sup>o</sup> de outubro, durante o estágio vegetativo (6a) e de florescimento/enchimento de grãos (6b), e data de plantio em 1 <sup>o</sup> de novembro, durante o estágio vegetativo (6c) e de florescimento/enchimento de grãos (6d), observados no evento El Niño de 1972/73 .....	227
7. Valores diários de precipitação e do ISNA observados em 1970/71, nos Municípios de Lavras (7a) e de Patos de Minas (7b).....	232
8. ISNA médio da soja em solos com CAD igual a 30 mm e data de plantio em 1 <sup>o</sup> de outubro, durante o estágio vegetativo (8a) e de florescimento/enchimento de grãos (8b), e data de plantio em 1 <sup>o</sup> de novembro, durante o estágio vegetativo (8c) e de florescimento/enchimento de grãos (8d), observados no evento La Niña de 1975/76 .....	233

## ABREVIATURAS

AMAS	= Anomalia Magnética do Atlântico Sul
AN	= Anos neutros
ANA	= Agência Nacional de Águas
ASAS	= Alta Subtropical do Atlântico Sul
ACC	= Análise de Correlação Canônica
BH	= Belo Horizonte
CAD	= Capacidade de água disponível
COADS	= Comprehensive Ocean Data Set
DAEE	= Departamento de Águas e Energia Elétrica
DPC	= Duração do período chuvoso
EN	= El Niño
ENOS	= El Niño Oscilação Sul
ES	= Espírito Santo
FPC	= Final do período chuvoso
INMET	= Instituto Nacional de Meteorologia
IOS	= Índice de Oscilação Sul
IPC	= Início do período chuvoso
ISE	= Índice de Seca Efetiva
ISNA	= Índice de Satisfação das Necessidades de Água
LN	= La Niña
MCG	= Modelo de Circulação Geral



MG	= Minas Gerais
N	= Nitrogênio
NAO	= North Atlantic Oscillation
OMJ	= Oscilação de Madden e Julian
OMM	= Organização Meteorológica Mundial
OS	= Oscilação Sul
PC	= Período chuvoso
PDO	= Pacific Decadal Oscillation
PE	= Precipitação efetiva
PNM	= Pressão ao nível do mar
RJ	= Rio de Janeiro
ROLE	= Radiação de Onda Longa Emergente
RS	= Rio Grande do Sul
SEB	= Sudeste do Brasil
SP	= São Paulo
TSM	= Temperatura da Superfície do Mar
VCAS	= Vórtice Ciclônico de Ar Superior
ZCAS	= Zona de Convergência do Atlântico Sul
ZCIT	= Zona de Convergência Intertropical
ZCPS	= Zona de Convergência do Pacífico Sul

## RESUMO

MINUZZI, Rosandro Boligon, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2006. **Influência de algumas forçantes climáticas no período chuvoso da Região Sudeste do Brasil e suas conseqüências para as culturas da soja e do milho.** Orientador: Gilberto Chohaku Sedyama. Co-Orientadores: José Maria Nogueira da Costa e Rubens Leite Vianello.

Dados diários de estações pluviométricas e meteorológicas foram utilizados com o propósito de analisar estatisticamente a influência dos forçantes climáticos El Niño Oscilação Sul (ENOS) e Dipolo do Atlântico Tropical no comportamento da precipitação em diferentes escalas temporais, durante o período chuvoso (PC) da Região Sudeste do Brasil (SEB). A influência do ENOS também foi analisada nos diferentes estádios fenológicos e épocas de plantio (1<sup>o</sup> de outubro e 1<sup>o</sup> de novembro) das culturas de ciclo médio (duração de 120 dias) do milho e da soja, em áreas cultiváveis do SEB. As classificações do início e final dos períodos chuvosos (IPC e FPC, respectivamente) e quantidade total da precipitação foram baseadas, respectivamente, nos valores médio, máximo e mínimo, na técnica dos quantis e nos desvios normalizados. Além da classificação, as quantias mensal e trimestral da precipitação em anos de ocorrência das forçantes climáticas foram correlacionadas com o Índice de Oscilação Sul (IOS) e com a temperatura da superfície do mar (TSM) de regiões do Pacífico Equatorial e das Bacias Norte e Sul do Atlântico Tropical, fazendo-se uso das correlações *lag*, totais e parciais,

defasadas em até nove meses. Nas áreas do SEB, que tiveram ao menos duas correlações *lag* significativas a 95% de probabilidade entre a precipitação mensal e, ou, trimestral, com as regiões dos oceanos Pacífico Equatorial e Atlântico Tropical, foi determinado o intervalo de confiança para a média do número de dias chuvosos, divididos em quatro classes de intensidade. Baseando em duas áreas correlacionadas entre si e localizadas nos extremos norte e sul do SEB (MG1 e SP3), empregou-se a técnica dos Componentes Principais e da Regressão Linear Múltipla e Total para analisar quatro situações de ocorrências simultâneas das forçantes climáticas. Já o Índice de Seca Efetiva e o Índice de Satisfação das Necessidades de Água (somente para Minas Gerais), em solos com três diferentes capacidades de retenção de água (30 mm, 50 mm e 70 mm), foram adotados para avaliar o risco climático da soja e do milho durante ocorrências do ENOS. A fase positiva do Dipolo do Atlântico mostrou ser a forçante climática de maior evidência no início do período chuvoso, enquanto no FPC os resultados mais expressivos foram notados em anos do Dipolo Negativo do Atlântico, com tendência a término tardio nas áreas MG1, ES1, SP3 e SP4, havendo comportamento oposto na área RJ1. As anomalias expressivas de precipitações mensal e trimestral, observadas em anos da forçante climática LN, pouco estiveram relacionadas com a TSM do Pacífico Equatorial, enquanto o El Niño foi o de menor influência no início e final dos períodos chuvosos e nas chuvas mensal e trimestral do Sudeste do Brasil. As influências na cultura da soja são mais visíveis durante ocorrências do La Nina, em que Patos de Minas, Lavras e Sete Lagoas foram os municípios mais atingidos, principalmente nos plantios realizados em 1º de outubro. Em anos de El Niño, as regiões de Sete Lagoas e Lavras são as mais suscetíveis aos efeitos da estiagem, resultante da forçante climática, principalmente em plantios de soja realizados em 1º de novembro. Já com relação à cultura do milho a região centro-sul de Minas Gerais é mais suscetível aos efeitos do La Niña, independentemente da época de plantio e do tipo de solo. Ao passo que em anos de El Niño as regiões de Lavras e de Sete Lagoas sofrem maior influência, principalmente em plantios realizados em 1º de outubro, nos estádios vegetativo e de maturação e solos com capacidade de água disponível (CAD) igual a 30 mm em ambas as regiões e CAD igual a 50 mm na região de Lavras.

## ABSTRACT

MINUZZI, Rosandro Boligon, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, September 2006. **Influence of climate forcings on the rainy period of Southeastern Brazil and consequences for soybean and corn crops.** Adviser: Gilberto Chohaku Sedyama. Co- Advisers: José Maria Nogueira da Costa and Rubens Leite Vianello.

Daily data from pluviometric and meteorological stations were used to analyze statistically the influence of the climate forcings El Niño-southern oscillation (ENOS) and tropical Atlantic dipole on the rainfall behavior at different temporal scales during the rainy period (PC) in Southeastern Brazil (SEB). The influence of ENOS on the different phenological stages and planting times (October 1<sup>st</sup> and November 1<sup>st</sup>) of medium-cycle crops (120 days duration) corn and soybean, in SEB's arable lands, was also analyzed. The classifications of the beginning (IPC) and end (FPC) of rainy periods and total amount of rainfall were based on average, maximum and minimum values, respectively, using the quantis technique and the normalized deviations. Besides the classification, monthly and quarterly rainfall amounts in years of occurrence of climate forcings were correlated with the Southern Oscillation Index (IOS) and the sea surface temperature (TSM) of equatorial Pacific regions and North and South Tropical Atlantic Basins, using total and partial *lag* correlations, lagging up to nine months. In SEB areas that had at least two

significant *lag* correlations at 95% of probability between the monthly and/or quarterly rainfall and the regions of Equatorial Pacific and Tropical Atlantic oceans, the confidence interval was determined for the average number of rainy days, which were divided into four intensity classes. On the basis of two areas correlated with each other and located in the far north and far south of SEB (MG1 and SP3), Principal Components Analysis and Multiple and Total Linear Regression were used to analyze four situations of simultaneous occurrences of climate forcings. The Effective Drought Index and the Water Requirement Satisfaction (only for Minas Gerais), in soils with three different water retention capacities (30 mm, 50 mm and 70 mm) were chosen to evaluate the climate risk on soybean and corn during ENOS occurrences. The positive phase of the Atlantic Dipole was shown to be the most evident climate forcing at the beginning of the rainy period, whereas at the FPC, the most significant results were found in Negative Dipole years of the Atlantic, tending to end late in the MG1, ES1, SP3 and SP4 regions, with reverse behavior in the RJ1 region. The expressive anomalies of monthly and quarterly rainfalls, observed in years of LN climate forcing, were barely related with equatorial Pacific TSM, while El Niño had less influence on the beginning and end of rainy periods and on the monthly and quarterly rains of Southeastern Brazil. The influences on the soybean crop are more visible during La Niña occurrences, in which the municipal districts “Patos de Minas”, “Lavras” and “Sete Lagoas” were reached, mainly plantings carried out on October 1<sup>st</sup>. In El Niño years, the regions of “Lavras” and “Sete Lagoas” are more susceptible to drought effects, resulting from the climate forcing, mainly soybean plantings carried out on November 1<sup>st</sup>. With respect to the corn crop, the middle-south region of Minas Gerais is more susceptible to La Niña effects, regardless of the planting time and soil type. In El Niño years, however, the regions of “Lavras” and “Sete Lagoas” are more affected, mainly plantings carried out on October 1<sup>st</sup>, during the vegetative and maturation stages and soils with available water capacity (CAD) of 30 mm in both regions and CAD of 50 mm in the “Lavras” region.

## INTRODUÇÃO GERAL

Desde os tempos em que se acreditava que a Terra era considerada plana e circular, com o oceano circulando como um rio e havendo terríveis redemoinhos, até os dias atuais sabemos quão importante são os oceanos na manutenção da vida na Terra. Campos (1997) resumiu bem essa afirmação, destacando que o papel dos oceanos é importante não somente pelo imenso reservatório de água, um elemento vital à vida, mas principalmente pelo controle climático através da redistribuição de calor sobre o Planeta. Esse autor recorreu à dinâmica dos fluidos para justificar essa colocação, destacando que a água é cerca de mil vezes mais densa que o ar e, desde que a quantidade de energia térmica transportada por um fluido em movimento é proporcional à sua densidade, um volume de água pode transportar cerca de mil vezes mais calor do que um volume equivalente de ar. Dessa forma, flutuações de curto período no vento ou na temperatura podem influenciar diretamente as correntes e a temperatura dos oceanos, enquanto as flutuações oceânicas podem aumentar, diminuir ou modificar as flutuações atmosféricas, mostrando que os oceanos e a atmosfera são fortemente acoplados e juntos formam o componente mais dinâmico do sistema climático. Somado a isso, os oceanos desempenham um papel crítico no armazenamento de calor e carbono. Por ser um fluido, os oceanos difundem os efeitos da variação de temperatura por grandes distâncias, através de misturas verticais. Uma consequência da habilidade dos oceanos em armazenar mais calor é que, quando numa área do oceano ocorre

aquecimento ou resfriamento, leva-se muito mais tempo para essa área reverter para as condições “normais”, principalmente quando se tratar de uma área muito extensa.

Outra proposição importante que se pode tirar do papel desempenhado pelos oceanos no transporte global de calor é que uma alteração aparentemente pequena em apenas um dos componentes do oceano pode produzir grandes anomalias climáticas sobre extensas áreas da Terra.

Dentre as forçantes climáticas oriundas dos oceanos, o El Niño Oscilação Sul e o Dipolo do Atlântico estão entre os mais estudados, sendo o primeiro, de ocorrência no Pacífico Equatorial e influente em várias regiões do mundo; e o segundo, de ocorrência no Atlântico Tropical e de influência nas regiões continentais adjacentes.

Na sua essência para a vida na Terra, o clima influencia profundamente a qualidade dos alimentos, a segurança da vida humana, os recursos hídricos e o desenvolvimento sustentável (OBASE, 2003). A agricultura é uma atividade econômica que depende diretamente dos fatores climáticos. Qualquer mudança no clima pode afetar o zoneamento agrícola, a produtividade de diversas culturas e as técnicas de manejo. Nos trópicos, o conhecimento da distribuição de chuvas e da duração do período de disponibilidade de água, em relação com a fisiologia das culturas e condições do solo, é pré-requisito essencial para o planejamento e produtividades agrícolas (COSTA et al., 1986), ou seja, o sucesso ou fracasso de um investimento agrícola depende diretamente do comportamento da precipitação local. Em relatório elaborado pelo Ministério do Planejamento sobre seguro agrícola e citado por Farias et al. (2001) consta a ocorrência de secas como maior evento danoso (71% dos casos), seguida por chuva excessiva (22% dos casos), granizo e geada.

A extensão das regiões onde ocorrem as anomalias da temperatura da superfície do mar (TSM), somado à grande capacidade de um fluido, como a água, em transportar energia, faz que as forçantes climáticas provoquem mudanças no padrão normal de circulação atmosférica. Por isso, a ocorrência dessas forçantes é vista como agente de anomalias climáticas, principalmente nas variáveis temperatura e precipitação e, por conseqüência, afetando os diversos setores da sociedade e da economia, como a agricultura. Como exemplo, eventos El Niño foram associados com baixos rendimentos de grãos

no sul da Ásia e Austrália e altos rendimentos de grãos nas pradarias da América do Norte (GARNETT; KHANDEKAR, 1992). Handler (1990) mostrou que rendimentos do milho foram correlacionados com a TSM do Pacífico para os meses que antecediam ao inverno em várias regiões do meio oeste e sudeste dos Estados Unidos e com a primavera e outono no estado norte-americano da Flórida.



## REFERÊNCIAS

CAMPOS, E.J.D. **A circulação oceânica e as mudanças globais**. Indicadores ambientais. [S.l.: s.n.], 1997. p. 23-33.

COSTA, J.M.N. da; ANTUNES, F.Z.; SANTANA, D.P. Zoneamento agroclimático e planejamento agrícola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 138, p. 14-17, 1986.

FARIAS, J.R.B.; ASSAD, E.D.; ALMEIDA, I.R. de; EVANGELISTA, B.A.; LAZAROTTO, C.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A.L. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 3, p. 415-421, 2001.

GARNETT, E.R.; KHANDEKAR, M.L. The impact of large-scale atmospheric circulations and anomalies on Indian monsoon droughts and floods and on world grain yields – A statistical analysis. **Agricultural and Forest Meteorology**, Boston, v. 61, p. 113-128, 1992.

HANDLER, P. USA corn yields, the El Niño and agricultural drought: 1967-1988. **Int. Journal Climatology**, v. 10, p. 819-828, 1990.

OBASE, G.O.P. Nosso clima futuro. **Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 36-40, 2003.

## **CAPÍTULO 1**

# **INFLUÊNCIA DO EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL E DIPOLO DO ATLÂNTICO NO COMPORTAMENTO DO PERÍODO CHUVOSO DA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL**

## **RESUMO**

Dados diários de 203 estações pluviométricas, localizadas na Região Sudeste do Brasil (SEB), foram utilizados com o propósito de analisar estatisticamente a influência das forçantes climáticas El Niño (EN), La Niña (LN) e Dipolos Positivo e Negativo do Atlântico, nos comportamentos diário, mensal e trimestral da precipitação durante o período chuvoso (PC). As datas de início dos períodos chuvosos (IPC) das séries referentes a cada forçante climática foram classificadas com base nos seus valores médio, máximo e mínimo. A análise das influências dessas forçantes no final do período chuvoso (FPC) foi realizada mediante a adoção da técnica dos quantis, para nove áreas pré-definidas do SEB. A quantidade de precipitações mensal e trimestral foi classificada e correlacionada com o Índice de Oscilação Sul (IOS), a temperatura da superfície do mar (TSM) de regiões do Pacífico Equatorial e das Bacias Norte e Sul do Atlântico Tropical, durante ocorrências das forçantes climáticas, com a aplicação dos desvios normalizados e correlações “lag”, totais e parciais, respectivamente. Nas áreas do SEB que tiveram ao menos

duas correlações “lag” significativas a 95% de probabilidade entre a precipitação mensal e, ou, trimestral, com as regiões dos oceanos Pacífico Equatorial e Atlântico Tropical, foi determinado o intervalo de confiança para a média do número de dias chuvosos, divididos em quatro classes de intensidade. Conjuntamente, foram realizadas análises de ocorrências isoladas e simultâneas das forçantes climáticas, baseadas, respectivamente, nas anomalias e técnicas dos quantis e na Análise dos Componentes Principais e das Regressões Lineares Múltipla e totais. Na Serra da Mantiqueira, envolvida pela região pluviometricamente homogênea R4, foi unânime em ter o início do período chuvoso influenciado durante a ocorrência de cada forçante climática, com tendência de um início precoce. Enquanto baseado somente nos valores médios do IPC a fase positiva do Dipolo do Atlântico foi forçante de maior influência. Nos eventos El Niño, considerados os mais fortes do século 20 (1982/83 e 1997/98), o PC tardou em terminar, principalmente, no Estado de São Paulo. Enquanto nas duas situações de “El Niño-duplo”, sendo 1986/88 e 1991/93, foram observados, respectivamente, termos precoce e tardio do PC, nas três áreas pertencentes à região pluviometricamente homogênea R3 (MG2, MG3 e SP1). Os resultados mais expressivos referentes ao FPC foram notados em anos do Dipolo Negativo do Atlântico, com tendência a término tardio nas áreas MG1, ES1, SP3 e SP4, havendo comportamento oposto na área RJ1. Em situações do Dipolo Positivo, o PC tende a terminar precocemente nas áreas MG1 e SP4. As anomalias expressivas de precipitações mensal e trimestral, observadas em anos do LN, pouco estiveram relacionadas com a TSM do Pacífico Equatorial, enquanto o El Niño foi a forçante de menor influência no início e final dos períodos chuvosos e nas chuvas mensal e trimestral do Sudeste do Brasil. Já no Dipolo do Atlântico, nas duas fases, a TSM da Bacia Sul mostrou-se estar mais relacionada com o comportamento da precipitação. Dentre os PCs com ocorrências simultâneas entre as forçantes oriundas do Pacífico Equatorial com os do Atlântico Tropical, o IOS e, ou, a TSM da região Niño 3.4 tiveram maior contribuição no comportamento da precipitação do PC de 1955/56, na área SP3 e, de 1986/87, nas áreas MG1 e SP3.

# **INFLUENCE OF THE EL NIÑO SOUTHERN OSCILLATION AND ATLANTIC DIPOLE ON THE BEHAVIOUR OF THE RAINY PERIOD IN THE SOUTHEAST REGION OF BRAZIL**

## **ABSTRACT**

Daily data from 203 pluviometric stations, located in the Southeast of Brazil (SEB), were used in order to analyze, statistically, the influence of the El Niño (EN), La Niña (LN) and Positive and Negative Dipoles of Atlantic phenomenon, in the rainfall regime for daily, monthly and three months periods during the rainy period (RP). The dates for the beginning of the rainy periods (BRP) of the rainfall data series regarding each climatic phenomenon were classified based on their average, maximum and minimum values. The analysis of the influence of these phenomena for the end of the rainy period (ERP) was accomplished by using the quantis technique, for nine areas of SEB defined previously. The monthly amount and threemonthly of precipitation data were classified and correlated with the Southern Oscillation Index (SOI), the sea surface temperature (SST) of areas of Equatorial Pacific and the North and South Basins of Tropical Atlantic Ocean, during the occurrences of that climatic phenomena, with the application of the normalized deviations and lags correlations (total and partial lags), respectively. In the areas of SEB, in which occurred at least two significant lags correlations of 95% probability among the monthly precipitation and, or, for four months precipitations, with the regions of

the Equatorial Pacific Ocean and Tropical Atlantic Ocean, the confidence interval was determined for the average number of rainy days, divided into four intensity classes. Moreover, analyses of isolated and simultaneous occurrences of the climatic phenomena were accomplished, based on the anomalies and of the quantis technique, Principal Components Analysis, and Multiple Lineal Regressions. In the Serra da Mantiqueira, involved by the homogeneous pluviometric region R4, it was unanimous in having the beginning of the rainy period influenced during the occurrence of each climatic phenomenon, with tendency of early beginning. While, only based on the medium values of BRP, the positive phase of Atlantic Dipole, was the phenomenon of greater influence. In the events El Niño, considered the most evident of the 20<sup>th</sup> century (1982/83 and 1997/98), RP delayed in finishing, mainly, in the State of São Paulo. While, for the two situations of "El Niño-double", i.e., 1986/88 and 1991/93, was observed, respectively, early and later end of RP, in the areas of homogeneous pluviometric region R3 (MG2, MG3 and SP1). The most expressive results regarding ERP, were noticed in years of Negative Dipole, with tendency to later end in the areas MG1, ES1, SP3 and SP4, having opposite behavior in the area RJ1. In situations of Positive Dipole, RP tends to finish early in the areas MG1 and SP4. The expressive anomalies of monthly and four months precipitation, observed in years of LN events, little were related to sea surface temperature (SST) of Equatorial Pacific, while, the El Niño, was the phenomenon of smaller influence in the beginning and end of the rainy periods, and in the monthly rains and threemonthly of the Southeast of Brazil. Already, for Atlantic Dipole, in the two phases, SST of the South Basin showed to be more related to precipitation. Among RPs with simultaneous occurrences between the phenomena originating from of Equatorial Pacific with the one of Tropical Atlantic, SOI and, or, SST of the Niño 3.4 area, the RP 1955/56 had larger contribution in the behavior of the precipitation regime, in the area SP3 and, in 1986/87, in the areas MG1 and SP3.

## 1. INTRODUÇÃO

Registros paleoclimáticos e atualmente por meio de instrumentos postos em bóias e, ou, por sensores remotos postos em satélites comprovam períodos de aquecimento e, ou, resfriamento da temperatura da superfície do oceano Pacífico Equatorial. A essas anomalias, marinheiros de Paita (Peru) começaram a denominar El Niño (EN) em referência ao Menino Jesus, haja vista que os efeitos dessa forçante eram mais visíveis na época do Natal.

Na década de 1920, o matemático *Sir* Gilbert Walker estabeleceu uma correlação inversa entre a pressão atmosférica nos extremos leste e oeste do oceano Pacífico. O Índice de Oscilação Sul (IOS) é utilizado no monitoramento desse componente, sendo definido como a diferença entre os desvios normalizados da pressão na superfície entre as regiões do Tahiti, no Pacífico Central-Sul e em Darwin, ao norte da Austrália. Assim, o El Niño Oscilação Sul (ENOS) é uma forçante de grande escala que ocorre no oceano Pacífico Equatorial. Essa forçante mostra, de forma marcante, o forte acoplamento oceano-atmosfera, que se manifesta sobre a região. De acordo com Cane (1992), o EN representa o componente oceânico do fenômeno, enquanto a Oscilação Sul (OS) representa a contrapartida atmosférica. A variação irregular em torno das condições normais de ambos os componentes revela duas fases opostas do ENOS: um desses extremos é representado pelas condições de El Niño, quando se verifica um aquecimento das águas simultaneamente com diminuição da pressão atmosférica no Pacífico leste (também denominada fase quente ou fase negativa), e a situação oposta, ou seja, quando ocorre

resfriamento das águas e aumento na pressão atmosférica na região leste do Pacífico (também denominada fase fria ou fase positiva), representando condições de La Niña (LN).

Outro modo de variabilidade oceano-atmosfera de grande escala ocorre sobre o Atlântico Tropical. Conhecido como modo do Dipolo do Atlântico, caracteriza-se pela manifestação simultânea de anomalias de TSM, configurando-se espacialmente com sinais opostos sobre as Bacias Norte e Sul do Atlântico Tropical (NOBRE; SHUKLA, 1996). Assim como o ENOS, o Dipolo do Atlântico possui duas fases distintas: a fase positiva, quando ocorrem simultaneamente anomalias positivas de TSM na Bacia Norte e negativas na Bacia Sul; e a fase negativa, numa situação inversa. O Dipolo do Atlântico praticamente é conhecido apenas no meio científico. Porém, a sua relação com o clima de vários países é, muitas vezes, maior do que o próprio ENOS, mesmo em situações de não-ocorrência na configuração do Dipolo. Moura et al. (2004) mostraram isso no estudo sobre o leste da Região Nordeste do Brasil, onde encontraram maior correlação da precipitação durante o período chuvoso com a TSM do Atlântico do que com a TSM do Pacífico. Igualmente, Rodrigues da Silva et al. (1999) concluíram que o Dipolo do Atlântico melhor se correlaciona com o regime de chuva no Estado da Paraíba do que durante o EN. Além disso, as anomalias da TSM do Atlântico Tropical podem ser utilizadas na previsão do período chuvoso da mesoregião do Sertão da Paraíba. Pesquisadores como Xavier (2001) e Kane (2001) engrandeceram essa questão quando ressaltaram que as anomalias do Atlântico Tropical também estão associadas às ocorrências do ENOS.

Assim, envolto à complexidade desse assunto, observa-se grande número de estudos enfatizando a relação das anomalias do Pacífico e do Atlântico com o clima em várias partes do mundo, inclusive no Brasil. Os impactos do ENOS no Brasil são mais estudados e marcantes nas Regiões Sul e Nordeste, possuindo uma vasta literatura. Todavia, no Nordeste do Brasil, particularmente os resultados em dadas situações de atuação do forçante climático são inconsistentes. Enquanto no modo do Dipolo do Atlântico, mesmo que os estudos sejam aplicados somente nas região nordeste da Amazônia e Nordeste do Brasil, isso pode vir a ter influência no Sudeste, devido à sua relação com sistemas sinóticos influentes no comportamento climático dessa região do País.

## **2. OBJETIVO**

Diante das considerações apresentadas, este capítulo visa atender ao seguinte objetivo:

- Analisar os comportamentos diário, mensal e trimestral da precipitação durante o período chuvoso da Região Sudeste do Brasil e suas relações com a temperatura da superfície dos oceanos Atlântico Tropical e Pacífico Equatorial e com o Índice de Oscilação Sul, durante episódios El Niño Oscilação Sul e Dipolo do Atlântico, bem como em anos de ocorrências simultâneas dessas forçantes climáticas.



### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1. Sistemas meteorológicos atuantes na Região Sudeste do Brasil**

Os anticiclones subtropicais (sistemas de alta pressão) são sistemas semi-permanentes de bom tempo que se localizam sobre os oceanos e, em média, em torno de 30° de latitudes Norte e Sul. Entre os inúmeros estudos realizados sobre os anticiclones subtropicais, vale ressaltar o de Mätchel et al. (1998), que analisaram o comportamento desses sistemas de circulação sobre o oceano Atlântico desde 1881. Em particular, quanto à Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), observaram que sua variação sazonal é caracterizada por uma dupla oscilação longitudinal, com sua posição mais a leste ocorrendo em outubro e abril e a posição mais a oeste, em julho/agosto e janeiro a março.

Chaves e Ambrizzi (2004) destacaram o estudo realizado por Ito (1999) referente a algumas características da ASAS. Dentre essas, citaram a regularidade nas oscilações longitudinais do sistema, com periodicidade similar à de sistemas frontais. Em um estudo de caso (inverno de 1995), caracterizado por temperaturas acima da média sobre a Região Sudeste do Brasil, a ASAS apresentou-se intensificada e deslocada para oeste, sugerindo que a não-propagação dos sistemas frontais para latitudes menores esteve associada com o comportamento desse sistema de alta pressão.

Um aspecto importante é que os sistemas de alta pressão exercem forte influência sobre o tempo e o clima. Quando um anticiclone persiste numa

região por vários dias (no Hemisfério Sul, pelo menos seis dias segundo Wright (1974)), impedindo a progressão normal de sistemas frontais, diz-se que ele atua como um sistema de bloqueio anticiclônico.

Na Região Sudeste do Brasil (SEB), os ventos dominantes dos quadrantes norte e leste estão relacionados com ASAS que, no verão, induz uma circulação norte e conseqüente invasão do ar tropical quente e úmido, principal responsável pelas chuvas de verão, especialmente quando aquela massa se encontra com a massa fria polar oriunda do sul. Outro centro de destaque sobre o continente é a Baixa do Chaco, localizada sobre o Chaco Paraguai e formada pelo grande aquecimento continental. Esse sistema, quando suprido de vapor d'água pela ASAS, provoca elevados índices pluviométricos. Em Minas Gerais, as frentes frias raramente atingem o interior do Estado no verão, limitando suas atuações no litoral da Região Sudeste, deslocando-se em seguida para o mar. Quando ocorrem situações de bloqueio pela ASAS, as frentes frias mantêm-se semi-estacionárias sobre o Sudeste, num processo de regeneração aparente ou ocorre um "retorno da frente" (VIANELLO; MAIA, 1986).

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) é uma nebulosidade característica dominante durante o verão na faixa subtropical da América do Sul e parte oeste do oceano Atlântico sul. Normalmente, a ZCAS é vista como uma banda de nuvens que parecem emanar ou emergir com a convecção da Bacia Amazônica, estendendo na direção sudeste da América do Sul e alcançando o oceano Atlântico sul. A ZCAS varia em muitas escalas de tempo, como exemplo ela pode persistir por mais de 10 dias (FIGUEROA et al., 1995), mostrando ser um importante fenômeno de escala intra-sazonal, responsável por períodos de enchentes de verão na Região Sudeste e veranicos no Sul do Brasil e vice-versa (CASARIN; KOUSKY, 1986), conforme indicado por Sugahara (1991), em que os períodos mais úmidos durante o período chuvoso em São Paulo são caracterizados pela presença da ZCAS. Seguindo esse raciocínio, Herdies et al. (2002) verificaram dois padrões distintos na circulação de verão sobre a América do Sul, um associado à ZCAS e o outro à sua ausência. Durante os eventos da ZCAS, os autores observaram intenso Jato de Baixos Níveis transportando umidade tropical oriunda do Atlântico e Amazônia para os subtrópicos, gerando convergência do fluxo de umidade e precipitação

no Amazonas, Sudeste do Brasil, noroeste da Argentina, Paraguai, sul da Bolívia e norte do Chile, devido ao enfraquecimento do transporte de umidade para a Bacia do Prata. Na ausência da ZCAS, o comportamento é inverso, ou seja, o deslocamento para oeste do Jato de Baixos Níveis ocasiona transporte de umidade primariamente em direção à Bacia do Prata.

Ambrizzi et al. (1994), usando um modelo baroclínico com escoamento básico climatológico de dezembro a fevereiro, mostraram que uma forçante na região da Zona de Convergência do Pacífico Sul (ZCPS) pode influenciar a região da ZCAS, através da propagação de ondas de Rossby. Kodama (1992) realizou uma minuciosa descrição comparativa entre a ZCPS, a ZCAS e a Zona Frontal Baiu, esta última atuante na costa leste da Ásia. A partir de uma técnica de composição, ele diagnosticou diversas características da ZCAS sobre o oceano. Dentre elas, pode-se citar o transporte de umidade em baixos níveis, a manutenção da convecção pela convergência de umidade na baixa e média troposfera e o alto contraste de umidade.

Possíveis influências das configurações de Temperatura da Superfície do Mar (TSM), no Atlântico Tropical sul, quanto ao posicionamento e intensidade da ZCAS, vêm sendo levantadas em alguns estudos recentes (SILVA DIAS, 1995; FIGUEROA et al., 1995; LENTERS; COOK, 1995). De forma geral, os argumentos para isso estão baseados no alinhamento da ZCAS com uma região de forte gradiente de TSM. Silva Dias (1995) destacou, entretanto, a possibilidade de as anomalias de TSM serem uma resposta oceânica à anomalia de vento na superfície do oceano, devido à atuação da própria ZCAS. Estabelecida a circulação da ZCAS, espera-se, através de uma interação oceano-atmosfera, que haja realimentação entre a circulação atmosférica e a anomalia de TSM gerada. De forma semelhante, Robertson e Mechoso (1998) encontraram que a intensidade da ZCAS em escala interanual coincide com anomalias negativas (positivas) de TSM ao norte (sul) de 40°S, sugerindo que essas anomalias negativas de TSM sobre o Atlântico sudoeste podem incrementar a persistência das anomalias de Radiação de Onda Longa associadas à ZCAS, que por sua vez podem intensificar as anomalias de TSM. Dessa forma, estabelecendo a circulação da ZCAS, as áreas oceânicas adjacentes a esse sistema tenderiam a resfriar, intensificando a circulação de monção sobre a América do Sul, através do aumento do gradiente leste-oeste

de temperatura entre o oceano e a atmosfera; com o aumento da convecção, a TSM tornar-se-ia mais fria, havendo, então, retroalimentação entre a atmosfera e o oceano.

Sanches (2002), utilizando as reanálises do National Centers for Environmental Prediction-National Center for Atmospheric Research para os meses de verão no período de 1980 a 2000, realizou amplo estudo sobre composição de todos os casos de ZCAS. Os resultados apontaram que a atividade convectiva na parte continental da ZCAS é mais profunda que na região oceânica, de forma que, no continente, é sugerida a existência de fatores favoráveis para tal, como a Alta da Bolívia, a topografia e a alta umidade.

Figuerola et al. (1995) relataram que, ao contrário do caso da ZCPS, a TSM não seria muito importante para a geração da ZCAS, em função do posicionamento não coincidente observado entre a banda de mínima radiação de onda longa emergente e a língua quente de TSM no Atlântico. Lenters e Cook (1995) também verificaram que os padrões de TSM não são uma fonte dominante nas estruturas do campo de precipitação na América do Sul, porém a posição e a magnitude de alguns máximos de precipitação, especialmente aqueles mais a leste, são moderadamente afetados pela TSM.

Os sistemas frontais determinam a modificação do tempo, sendo responsáveis por fortes mudanças de temperatura, nebulosidade e zonas de precipitação. A análise das interações entre sistemas frontais na América do Sul e a convecção tropical na Amazônia foi feita no trabalho de Oliveira (1986). Foi verificado que essa interação se dá predominantemente quando os sistemas frontais estão associados a cavados que se estendem dos baixos aos altos níveis, com inclinação preferencial noroeste-sudeste. Há forte advecção de ar frio e subsidência no lado polar da faixa de nebulosidade convectiva associada e advecção de ar quente e movimento ascendente na região dessa faixa.

Os sistemas frontais, os quais atuam no litoral do Brasil entre as cidades de Porto Alegre e Rio de Janeiro, provocam vários fenômenos adversos.

Os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS) caracterizam-se por movimentos descendentes de ar frio e seco, em seu centro, e movimentos ascendentes de ar quente e úmido em sua periferia, ou seja, dependendo do

posicionamento geográfico do seu centro de subsidência, eles podem intensificar a precipitação ou provocar seguidos dias sem chuva, nas regiões envolvidas pelo sistema. Segundo Cavalcanti e Kousky (2001), a ocorrência da seca na Região Sudeste no verão e outono de 2001 esteve associada à atuação anômala dos VCAS, a intensa atividade convectiva na região da Indonésia e as Oscilações de Madden e Julian (OMJ), haja vista que, nesse período, o Pacífico Equatorial não se caracterizou por anomalias de TSM significativas. Igualmente, Rocha et al. (2002) estudaram o comportamento das chuvas em dois verões e os sistemas atuantes nesse período. Mostram evidência da atuação dos VCAS em modular o padrão de chuvas sobre a Região Sudeste, onde a baixa precipitação durante a estação de verão sobre a região concorda com a atuação dos VCAS e a inibição da subida das frentes frias para latitudes tropicais sobre a América do Sul. Como exemplo, citaram a região central de MG, como tendo sido uma das regiões mais críticas em ambos os verões, apresentando anomalias negativas de 50 e 100 mm. Já Brambila et al. (2004) analisaram a interação entre a ZCAS e o VCAS, nos verões de 1996-2002. Verificaram que, dos 16 casos de ZCAS ocorridos no período, 12 estiveram associados à presença do VCAS, ocasionando chuvas mais intensas na Região Sudeste, mais bem distribuídas e com picos significativos em relação à atuação isolada da ZCAS. Destacaram, ainda, a interação da Alta da Bolívia com o padrão ZCAS-VCAS, pois, quando esse padrão se encontrava associado à Alta da Bolívia, na maioria dos casos a convecção era claramente reforçada não somente na Região Sudeste, mas como em grande parte do Brasil.

Silva et al. (2001) destacaram que os VCAS, que penetram no Nordeste do Brasil, possuem maior frequência de novembro a março, sendo janeiro o mês com a maior ocorrência e seu tempo médio de vida variando de quatro até 11 dias.

A OMJ (ou Oscilação 30-60 dias) consiste basicamente da propagação de uma onda atmosférica na direção zonal (sentido leste) ao longo do globo terrestre e em torno da linha do Equador. Em geral, observa-se uma perturbação nos campos de pressão e convergência de ventos nos baixos níveis, originando a formação de nuvens convectivas, cuja origem se dá sobre o Pacífico oeste. Essas oscilações se constituem no principal fenômeno de

escala intra-sazonal capaz de ocasionar variações na convecção de larga escala no cinturão tropical. Devido à sua variabilidade intra-sazonal, o estudo e possível previsibilidade da OMJ são importantes para as atividades agrícolas, pois períodos de seca dentro do período chuvoso, sejam nas regiões tropicais, sejam nas extratropicais, podem estar associados com esse fenômeno. Estudos observacionais indicam que as atividades da OMJ tendem a ser fracas ou ausentes durante os episódios de El Niño (EN) moderados ou fortes, enquanto nos anos neutros ou durante os eventos de La Niña (LN) fracas as atividades da OMJ são freqüentemente substanciais (NCEP, 2003). No entanto, mesmo em anos de ausência do El Niño – Oscilação Sul (ENOS), a OMJ possui, de fato, grande influência no padrão de nebulosidade sobre a América do Sul, tanto na sua fase positiva (quando a onda faz que haja intensificação da nebulosidade convectiva sobre a América do Sul) quanto na fase negativa (quando a onda está inibindo a nebulosidade sobre a América do Sul) (KOUSKY; KAYANO, 1994).

### **3.2. Período chuvoso na Região Sudeste do Brasil**

De acordo com Alves et al. (2002) e Paiva (1997), o período chuvoso (PC) na Região Sudeste do Brasil concentra-se entre os meses de outubro a março, quando ocorrem mais de 80% do total anual de chuvas. Devido a essa característica, esse regime bem definido de precipitação caracteriza-se como um sistema de monção, semelhante ao de uma região monçônica do sudeste da Ásia (VEIGA et al., 2002).

Almeida (1995) mostrou que, anualmente, em Minas Gerais há um decréscimo de dias com chuva de sudoeste para nordeste, apresentando médias superiores a 100 dias nas microrregiões do Alto Paranaíba, Sul e Zona da Mata, enquanto a microrregião do Alto e Médio São Francisco apresenta média anual de apenas 61 dias de chuva. Para a precipitação média decenal, os maiores totais encontrados no Estado foram observados no terceiro decêndio de janeiro.

As datas de início e final do período chuvoso (IPC e FPC, respectivamente) têm sido obtidas através de diversos critérios, sendo alguns baseados na precipitação, outros no vento (MURAKAMI; SUMI, 1982) e, ainda,

outros na nebulosidade (DAVIDSON et al., 1983). Quanto à utilização dos valores de precipitação, a definição mais usual, baseada somente nas quantidades, leva freqüentemente a falsas datas de início, visto que as quantidades de precipitações podem reduzir-se nos dias subseqüentes.

Sansigolo (1989), num estudo sobre a variabilidade do período chuvoso na cidade de Piracicaba (SP), considerou como IPC o primeiro dia após a data de referência, no caso 1º de setembro, com 20 mm acumulados em um ou dois dias consecutivos e condicionado à não-ocorrência de 10 dias secos (precipitação menor que 1 mm) nos 30 dias seguintes.

Virmani (1975) definiu o IPC como aquela semana com precipitação acumulada maior que 20 mm em um ou mais dias e com a condição de que, na semana seguinte, a probabilidade de chuva de pelo menos 10 mm seja maior que 70%.

Sugahara (1991) e D'Almeida (1997) pesquisaram a data do IPC na série temporal das precipitações do Estado de São Paulo, a partir do quinquídeo de número 37, que está dentro do período seco, usando o critério da primeira ocorrência de quinquídeos com precipitação média  $\geq 2$  mm/dia (ou 10 mm acumulados em cinco dias), não sendo seguida por uma seqüência de três quinquídeos com precipitação média  $\leq 3$  mm/dia. O FPC foi determinado por condições semelhantes, considerando-se a primeira ocorrência, após o início das chuvas, de uma seqüência de três quinquídeos, cuja média conjunta seja  $\leq 3$  mm/dia, considerando-se também o primeiro quinquídeo dos três utilizados como sendo o FPC. Essa condição não pode ser seguida por uma seqüência de três quinquídeos, cuja média conjunta seja  $\geq 2$  mm/dia. Somado a isso, Sugahara (1991) comparou o IPC no Estado de São Paulo com o de outras regiões utilizando a definição dada por Kousky (1988), que usa dados de Radiação de Onda Longa Emergente (ROLE) para a determinação das datas iniciais e finais do período chuvoso. Igualmente metodologia para a definição do IPC foi utilizada por Alves et al. (2005) que, além de determinarem o IPC na Região Sudeste do Brasil, analisaram a evolução dos campos de circulação atmosférica, convecção e as características oceânicas típicas que antecedem e sucedem o IPC, bem como suas variações interanuais. Os resultados apontaram que, em média, o IPC acontece na pênstada 57 (8 a 12 de outubro), com um desvio-padrão de +/- 2 pênstadas. Variações interanuais do IPC têm

mostrado uma associação com anomalias mais quentes nas águas superficiais do oceano Pacífico. Ou seja, o período chuvoso parece começar mais cedo em anos nos quais a TSM está mais quente no Pacífico equatorial e mais tarde em anos nos quais se observam a TSM mais fria no Pacífico central. Porém, essa variabilidade localiza-se entre os limites do desvio-padrão e não parece ser tão forte como em outras regiões tropicais.

Segundo Sugahara (1991), o IPC no Estado do Paraná está fora do período por ele analisado, podendo ocorrer 12 quinzenas antes ou depois do IPC em São Paulo. Alves et al. (2002) utilizaram dados diários de ROLE e de precipitação para a determinação do IPC na Região Sudeste. Dentre as conclusões mais relevantes, destacaram que o período chuvoso tem início mais provável entre 23 de setembro e 7 de outubro, estando essas datas, associadas ao ciclo sazonal da ZCAS e outras mudanças atmosféricas de grande escala. Acrescentam que, de qualquer modo, as datas de início são completamente sensíveis à variação do limiar escolhido.

Segundo Stewart (1990), em agricultura de sequeiro, a estação de crescimento das culturas depende da época em que as chuvas efetivamente começam. Períodos chuvosos com início precoce, em geral, são potencialmente superiores na produtividade das culturas, em relação aos períodos chuvosos de início tardio. Para Keating et al. (1991), a precipitação, ou a sua falta, exerce influência dominante sobre o consumo de nitrogênio (N) dos sistemas de produção de cereais, nas regiões semi-áridas, onde o suprimento de N de uma cultura depende dos seus estádios de desenvolvimento, os quais são fortemente influenciados pelas condições meteorológicas e pelo manejo, que incluem a densidade de plantas, a época de aplicação do fertilizante e as datas de início do período chuvoso. Machado et al. (1996) também atentaram para a importância do comportamento do período chuvoso para a agricultura. Esses autores definiram os IPCs através de classes e as probabilidades de ocorrência de que as estações chuvosas excedessem durações especificadas. Como resultado, encontraram estreita relação entre a data de IPC e a duração do período chuvoso (DPC). Como exemplo, relataram que os inícios precoces do PC redundam, na maioria das vezes, em PCs significativamente menores, sendo que o oposto ocorre quando se têm períodos chuvosos iniciados tardiamente, com maior duração dos PCs. Em



áreas com estação seca bem definida e, por vezes, severa, como é o caso da região norte de Minas Gerais, a data de início do estação chuvosa (ou período chuvoso) é um importante parâmetro agroclimático.

### **3.3. Influência dos oceanos Atlântico e Pacífico no clima**

As anomalias climáticas mais conhecidas e de maior impacto provocado pelo ENOS e o Dipolo do Atlântico são relacionadas ao regime térmico, principalmente o pluviométrico. Num contexto geral, tem-se em mente que as anomalias climáticas relacionadas ao El Niño e à La Niña ocorrem nas mesmas regiões, mas de maneiras opostas. Porém, Mason e Goddard (2001) chamaram a atenção para um exagero em relação à influência do ENOS, pois somente cerca de 20 a 30% das áreas continentais utilizadas no estudo tiveram probabilidades significativas de precipitação sazonal acima da média, ao menos durante parte do ano. Considerando que várias áreas são afetadas em diferentes períodos do ano, a fração de áreas afetadas em qualquer período particular foi somente de 15 a 25%. As respostas das fases do ENOS em muitas áreas nem sempre são contrárias, e os eventos La Niña afetam 5 a 15% mais áreas continentais do que durante eventos El Niño. Os referidos autores ainda destacaram outros estudos que sustentam essa afirmação, como de Hoerling et al. (1997) e Vega et al. (1998). Algumas anomalias que ocorrem em várias partes do globo, decorrentes do ENOS, podem ser explicadas pelas alterações observadas nas células de Walker. Essas células de circulação zonal são definidas na região equatorial e se organizam entre os continentes e os mares, estando sobre o oceano Pacífico a maior célula de Walker. Em condições normais da TSM do Pacífico, observa-se a oeste do oceano, onde estão situadas as águas mais quentes do mundo, um ramo ascendente. Na meteorologia, como sempre deve haver uma compensação, esse ar que ascende a oeste vai descender a leste do oceano, onde as suas águas são relativamente mais frias. Como consequência desse comportamento na atmosfera, o clima da região no Pacífico oeste tende a ser chuvoso e na costa oeste da América do Sul equatorial, seco.

Em condições de El Niño, com o enfraquecimento dos alísios diminui o acúmulo de água quente no Pacífico oeste, bem como a ressurgência das águas frias no Pacífico leste. Essas mudanças enfraquecem a célula de Walker e, em casos de eventos fortes de El Niño, pode desaparecer. Com o deslocamento das águas quentes da TSM, o ar ascende no Pacífico centro-leste e desce no Pacífico oeste e norte da América do Sul (Figura 1). Com o “afastamento” das águas quentes a oeste do Pacífico, a pressão de superfície em Darwin fica acima da média, enquanto no Pacífico sul-central, representado pela estação no Tahiti, a pressão fica abaixo da média, resultando IOS negativo.

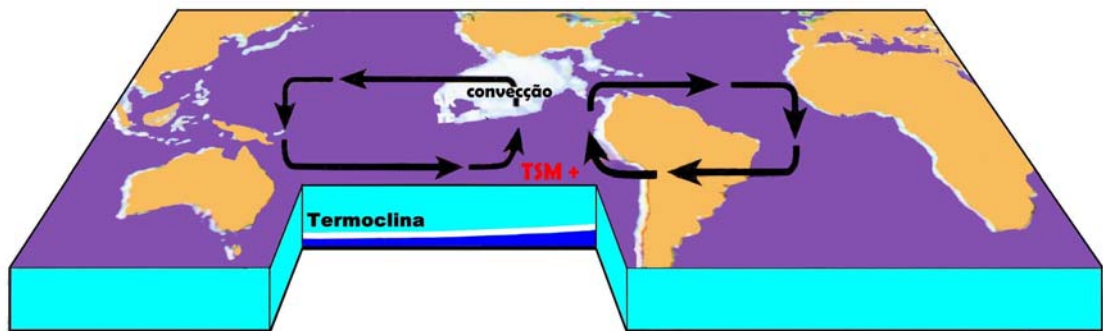


Figura 1 – Comportamento da Célula de Walker em situações de El Niño.

Em condições de La Niña, os ventos alísios se intensificam, causando aumento no carregamento de águas quentes para oeste, aumentando a diferença de temperatura entre leste e oeste e da ressurgência das águas frias no Pacífico leste (Figura 2). O comportamento da pressão a superfície é o oposto do observado em condições de El Niño, ou seja, a pressão fica abaixo da média na região ao norte da Austrália, onde as águas estão mais quentes, e acima da média no Pacífico sul-central, resultando num IOS positivo.

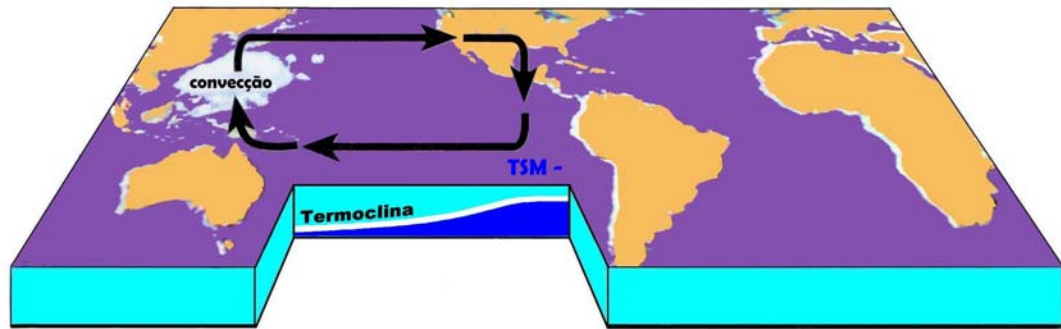


Figura 2 – Comportamento da célula de Walker em situações de La Niña.

A definição de ocorrências do modo Dipolo do Atlântico é relativamente mais simples, por basear-se somente nos índices de desvios-padrão normalizados da TSM das Bacias Norte e Sul do Atlântico Tropical. Porém, é importante ressaltar que a determinação de sua cronologia é baseada nos meses que convêm aos objetivos do estudo. Como exemplo, na Região Nordeste do Brasil a caracterização das ocorrências e respectivas fases do fenômeno são baseadas nos valores da TSM de março a maio, quando ocorre o período chuvoso na região. Nessa região, Nobre (1993) e Souza et al. (1997) mostraram que os anos de ocorrência da fase positiva do Dipolo do Atlântico associam-se com a predominância de percentuais negativos de precipitação (chuvas abaixo do normal) sobre o semi-árido nordestino. No entanto, os anos da fase negativa do Dipolo associam-se com a predominância de desvios positivos de precipitação (chuvas acima do normal). No entanto, ao contrário do comportamento do oceano Pacífico equatorial, Tourre et al. (1999) citaram que o Atlântico apresenta uma baixa variabilidade interanual, mas significativas variabilidades sazonais e interdecadais. Apesar de a variabilidade interanual da TSM sobre o Atlântico tropical ser menor do que a amplitude de seu ciclo anual, este tem forte influência na distribuição de chuva sobre a América Tropical (HASTENRATH, 1984).

A literatura indica grande número de estudos enfatizando a relação das anomalias do Pacífico e do Atlântico com o clima em várias partes do mundo, inclusive no Brasil. Cardoso e Silva Dias (2000) identificaram regiões dos oceanos Atlântico Sul e Pacífico Sul que possuem correlações significativas

com a temperatura da cidade de São Paulo durante o inverno. No caso do oceano Atlântico, a região positiva desse dipolo localiza-se em praticamente toda parte costeira das Regiões Sul e Sudeste do Brasil, estendendo-se para leste do oceano e alcançando, em alguns meses, a parte central. Correlações com sinais opostos também foram verificadas a norte de 10°S, a oeste do oceano. No oceano Pacífico, o dipolo possui correlações positivas sobre toda a costa oeste da América do Sul, através de uma banda com orientação sudeste/noroeste, estendendo-se até aproximadamente 10° N, a oeste do oceano. Em outro estudo sobre São Paulo, Pauliqueves Júnior (1996) mostrou que o clima da cidade apresenta boa correlação com anomalias de TSM na faixa tropical do Pacífico e com o Dipolo do Atlântico.

Chaves e Ambrizzi (2004) mostraram a associação entre as anomalias positivas de TSM sobre a região central do Atlântico sul e a convecção sobre parte da Região Sudeste do Brasil (SEB), nos meses de inverno. Aparentemente, a convecção sobre o norte da região SEB, associada à penetração dos sistemas frontais nessas latitudes, está relacionada às anomalias positivas de TSM sobre o Atlântico sul. Mas atentaram para o fato de que a relação causa-efeito não foi estabelecida, havendo diversos fatores contribuintes, por exemplo o comportamento da TSM do oceano Pacífico. Diante dessa situação, a relação clima e oceano, torna-se mais complexa, pois os episódios quentes do ENOS, desde os anos de 1970, têm adquirido características diferentes em relação à dos eventos documentados por Rasmusson e Carpenter (1982), que caracterizaram a distribuição e evolução da circulação atmosférica em baixos níveis, chuva e anomalias da TSM associados com seis eventos entre 1950 e 1975. Como exemplo, Mitchell e Wallace (1996) fizeram referência ao EN de 1982/83, considerado um dos mais fortes do século passado. Esse episódio não foi precedido por uma “fase de formação” com anomalias de vento leste no Pacífico equatorial oeste, que até então era creditado ser um pré-requisito para eventos EN. Por meio de outros estudos (RASMUSSON; WALLACE, 1983; TRENBERTH; HOAR, 1996), seus autores destacaram que os episódios mais recentes da fase quente do ENOS não exibem a mesma seqüência de anomalias de TSM em relação à marcha anual dos fenômenos mais “antigos”. Somadas a essa afirmação, características dos eventos EN e LN podem variar em escalas interdecadais

porque, além da variação interanual da TSM do Pacífico, associada a esses eventos, há modos de variabilidade interdecadal cujos padrões espaciais reproduzem, cada qual, características específicas de eventos EN, acrescidas de algumas adicionais, como anomalias de TSM no Pacífico equatorial central, anomalias de TSM na costa oeste da América do Sul, no Pacífico leste subtropical, além de anomalias em outras regiões e até em outros oceanos (ENFIELD; MESTAS NUÑES, 1999).

Grimm et al. (1998) mostraram que existe uma relação consistente entre anomalias de precipitação na Região Sul do Brasil com os forçantes EN e LN, sendo que, no ano seguinte a eventos quentes do ENOS, as anomalias de precipitação podem ser influenciadas pela TSM no sudoeste do oceano Atlântico. Mais recentemente, Grimm e Tedeschi (2004) relataram que, em episódios EN, o número de eventos extremos de precipitação tende a diminuir no Centro-Sudeste do Brasil durante a primavera. Enquanto em eventos LN eles notaram um comportamento oposto na região, especialmente em outubro e novembro do ano de início do forçante, ocorrendo diminuição expressiva em janeiro no número de eventos extremos. As correlações da TSM do Atlântico com a precipitação no Centro-Sudeste do Brasil na primavera, em especial durante novembro, indicam que chuva excessiva (deficiente) na região está associada com TSM mais fria (quente), devido ao aumento (diminuição) de nebulosidade e conseqüente redução (aumento) da radiação absorvida na superfície. Essa correlação é mais forte na costa sudeste do Brasil e na parte nordeste do Atlântico sul. Na correlação com a temperatura da superfície do oceano Pacífico em eventos ENOS, há uma influência remota do forçante climático sobre a chuva, ficando esta abaixo (acima) da média climática para eventos EN (LN). Já Studizinski (1995) encontrou relação quente-chuvosa e fria-seca entre a TSM do Pacífico e Atlântico com as precipitações no Sul do Brasil. A influência do Pacífico equatorial seria indireta através da variação interanual da posição da ZCPS e de uma anomalia ciclônica próxima à costa oeste da América do Sul.

Sansigolo et al. (2004) definiram a região do Atlântico sudoeste (latitudes de 10°S a 40°S e longitudes de 60°W a 10°W) como a de maior influência nas precipitações da Região Sul do Brasil do que a do Atlântico sul (latitudes de 0° a 20°S e longitudes de 30°W a 10°E), ocorrendo predominantemente no 2º

trimestre do ano, nas categorias de TSM e precipitação acima do normal, nos grupos homogêneos denominados pelos autores como litorâneo e sul. Também observaram influências nas precipitações do terceiro e quarto trimestres dos citados grupos, simultaneamente e com defasagem de um a três meses. O grupo Continental somente se relacionou com TSM do Atlântico sudoeste no verão, simultaneamente e com defasagem de dois meses.

Cardoso e Silva Dias (2004) relacionaram as anomalias trimestrais sazonais de TSM dos oceanos Atlântico e Pacífico e da precipitação sobre regiões homogêneas das Regiões Sul e Sudeste do Brasil, onde observaram um padrão de correlação mais persistente sobre ambos os oceanos, nos trimestres março-abril-maio e setembro-outubro-novembro. Outro aspecto verificado foi que o oceano Pacífico apresentou poucas correlações significativas no verão, em que o padrão do oceano Atlântico foi mais representativo. Diferenças significativas no padrão espacial da correlação entre anomalias de TSM do oceano Atlântico e os casos extremos de precipitação nas regiões homogêneas evidenciam que a possível associação de ambos varia de acordo com a localidade e a defasagem considerada.

Anomalias positivas de TSM registradas no Atlântico subtropical sul, ao longo das costas sul e sudeste do Brasil, ocorridas simultaneamente com chuvas intensas nos verões de 1995 e 1996 (dezembro a fevereiro) nos estados das citadas regiões brasileiras, motivaram Abreu e Moura (1996) a investigar a possível relação entre tais anomalias de precipitação ser uma resposta da atmosfera às anomalias do Atlântico, bem como dos outros oceanos. Utilizando o Modelo de Circulação Geral da Atmosfera, os referidos autores concluíram que todos os oceanos são importantes na determinação dos padrões de precipitação no verão das Regiões Sul e SEB e que seus efeitos apresentam características distintas, porém o Atlântico parece predominar na Região Sudeste.

Os padrões de circulação atmosférica e oceânica associados com a seca no Brasil têm sido investigados por diversos autores. Uma revisão informativa dada por Hastenrath et al. (1984) apontou para as seguintes condições que conduzem para a seca no Nordeste do Brasil, em situações do Dipolo Positivo do Atlântico:

- A ASAS fortalece-se e desloca-se em direção ao equador, enquanto a Alta do Atlântico Norte se enfraquece e se desloca em direção ao Pólo Norte.

- Os ventos alísios do Atlântico sul tornam-se mais fortes que a média, enquanto os ventos alísios do Atlântico norte se enfraquecem. Assim, o cavado equatorial e a convergência associada são deslocados mais para o norte em relação ao seu local médio.

- Conjuntamente, o aquecimento da TSM é observado no Atlântico tropical norte, enquanto a TSM do Atlântico tropical sul está abaixo da média.

No entanto, anos chuvosos sobre o Nordeste do Brasil também estão associados ao padrão de anomalias da TSM do Atlântico tropical (MOURA; SUKLA, 1981; SERVAIN, 1991), com o diferencial de que as condições meteorológicas são inversas às apresentadas por Hastenrath et al. (1984), ou seja, em condições de Dipolo Negativo do Atlântico. Mais recentemente, Souza e Nobre (1998) investigaram, do ponto de vista observacional, as características atmosféricas e oceânicas de grande escala na superfície e circulação de ar superior, associadas aos eventos do Padrão do Dipolo, selecionados através dos anos que apresentaram sinais contrários de TSM ao norte e ao sul do Atlântico tropical, nos meses de março a maio. Porém, também foram incluídos na investigação os meses de dezembro a fevereiro, com o objetivo de estudar a possível fase de formação do Dipolo. Dentre os resultados encontrados, é notável destacar o acoplamento entre os campos de TSM, pressão ao nível do mar (PNM) e vento, em ambas as fases do Dipolo, de maneira que o aquecimento acima (abaixo) do normal das águas oceânicas superficiais, em ambos os hemisférios, está associado com a presença simultânea de pressões mais baixas (altas) do que o normal e, também, o enfraquecimento (fortalecimento) relativo dos centros de alta pressão climatológicos (altas subtropicais). A intensidade das altas subtropicais, por sua vez, influencia a intensidade dos ventos alísios que sopram na superfície oceânica, ou seja, a manifestação da alta subtropical mais forte (fraca) do que o normal relaciona-se com a presença de alísios também mais intensos (fracos) do que o normal.

Os mecanismos responsáveis pelo desenvolvimento de padrões anômalos da TSM, no Atlântico tropical, ainda são, entretanto, poucos conhecidos. Há algumas evidências de que a variabilidade interanual da TSM

do Atlântico tropical esteja relacionada com a dinâmica local e perturbações de forçantes remotos, como aqueles associados com o ENOS (HASTENRATH et al., 1987; ACEITUNO, 1988). Evidências observacionais e resultados de simulações numéricas indicam que valores positivos do IOS (La Niña) estão associados com ocorrências da fase negativa do Dipolo do Atlântico (HASTENRATH; HELLER, 1977; HASTENRATH et al., 1987; ACEITUNO, 1988; HASTENRATH; GREISCHAR, 1993). Adicionalmente, há evidências de que um forçante como o EN também ocorre sobre o Atlântico equatorial (PHILANDER; PACANOWSKI, 1986; ZEBIACK, 1993). Contudo, o modo “ENOS do Atlântico”, conhecido também como modo equatorial, parece ser insuficiente para determinar a variabilidade total da TSM por si próprio. Esse modo de variabilidade é mais presente na escala interanual (ZEBIACK, 1993), enquanto o modo Dipolo ocorre aproximadamente em escala decadal (HASTENRATH, 2002). Souza et al. (1998) estudaram a distribuição pluviométrica sobre a região do semi-árido nordestino nos anos em que se configura um quadro de aquecimento ou de resfriamento, mas em toda a bacia do Atlântico tropical durante o período chuvoso da região (fevereiro a maio), donde concluíram que a distribuição espacial da precipitação nos anos de predominância do padrão de aquecimento (resfriamento) associa-se com a manifestação de chuvas variando de normal a ligeiramente abaixo da média climatológica (normal a acima da média). Nos anos de padrão de aquecimento, notaram-se dois fatores físicos desfavoráveis à ocorrência de chuvas no semi-árido nordestino: o aquecimento no Pacífico e a tendência de maior aquecimento sobre a bacia norte do Atlântico tropical.

Alguns estudos baseados em modelagens numéricas como de Lau (1997) apontaram que as mudanças da TSM no Atlântico tropical durante anos de EN são forçadas por mudanças na circulação atmosférica, indicando que ambos são modulados pelos padrões de TSM no Pacífico. Alves et al. (2000) especificaram essa afirmação destacando que, em anos de EN, a TSM tem tendência de aquecimento (resfriamento) nos setores norte (sul) da bacia do Atlântico tropical, principalmente, entre janeiro e maio, enquanto em anos de LN essa característica é contrária, sendo evidente a partir do mês de outubro. Pezzi e Cavalcanti (2001), através de uma série de experimentos numéricos, investigaram o papel das anomalias de TSM em configuração de EN e LN no



Pacífico e fases do Dipolo do Atlântico sobre a precipitação sazonal do Nordeste brasileiro. Os resultados evidenciaram que sob condições de Dipolo Positivo do Atlântico, junto com EN no Pacífico, a precipitação tende a ficar abaixo da média na região. Uma reversão na anomalia da precipitação foi encontrada na presença de EN e fase negativa do Dipolo. Porém, quando foram testadas condições de LN e Dipolo negativo, ocorreram anomalias de precipitação positivas no Nordeste, enquanto em condições de Dipolo positivo a precipitação na mesma região ficou abaixo da média climatológica. Hameed et al. (1993) mostraram que o estabelecimento do gradiente de temperatura norte-sul no Atlântico e seu impacto no Nordeste do Brasil e regiões vizinhas seja uma consequência da oscilação sul. Isso é consistente com a condição de que a Alta Subtropical do Atlântico Norte é enfraquecida, enquanto a ASAS é intensificada. Enfield e Mayer (1997) indicaram que há no Atlântico tropical norte (principalmente em abril-maio-junho) e no Atlântico subtropical oeste (durante todo o ano, mas mais forte em junho-julho-agosto), anomalias de TSM associadas com ENOS no Pacífico. Essas anomalias estariam defasadas em relação às do Pacífico, de quatro a cinco meses. Já Ferreira e Alves (2003) estudaram a tendência termodinâmica no Atlântico tropical em anos de LN, EN e neutros. Os resultados indicaram uma relação consistente entre as anomalias das variáveis termodinâmicas (TSM, estresse do vento, PNM e balanço de calor), no Atlântico tropical da pré-estação (novembro a janeiro) ao período chuvoso (fevereiro a maio) no setor norte do Nordeste do Brasil. Observaram que em anos de EN o setor norte (sul) da bacia apresenta predomínio de balanço de calor positivo (negativo), a TSM permanece mais quente (fria), a PNM diminui (aumenta) e os estresses de ventos nordeste (sudeste) permanecem mais fracos (fortes). Nos anos de LN, em geral, essas características foram contrárias.

Venegas et al. (1997) encontraram grande correlação correspondente a um mês de defasagem entre a TSM e a PNM do Atlântico sul com o IOS, sendo as correlações significativamente negativas, indicando que os valores negativos do IOS correspondem à fase madura do ENOS. De acordo com os autores, isso evidencia que um aquecimento no oceano Atlântico sul central ocorre aproximadamente um mês antes do máximo aquecimento no Pacífico equatorial.

Grimm (2002) destacou que durante anos de EN anomalias de precipitação negativa no norte e centro-leste do Brasil e positiva em algumas regiões do Sul do Brasil são favorecidas pelas perturbações na circulação de Walker e Hadley sobre o leste do Pacífico e América do Sul e pela onda de Rossby sobre o sul da América do Sul, que se origina a leste do Pacífico. Realizando análises mensais durante a monção de verão, a autora destacou que, em janeiro, há convergência em baixos níveis e circulação ciclônica sobre o SEB, enquanto em níveis superiores prevalecem anomalias de divergência e circulação anticiclônica. Essa circulação direciona o fluxo de umidade para o centro-leste do Brasil, causando convergência de umidade nessa região. Em fevereiro, após a precipitação acima do normal de janeiro, as anomalias de temperatura na superfície tornam-se negativas, e a precipitação diminui no centro-leste do país. Quanto à relação com o oceano Atlântico, análises de correlação simultânea e com defasagens da TSM e precipitação no centro-leste do Brasil mostraram que as anomalias da TSM do Atlântico a certa distância da costa sudeste do país oscilam na mesma escala de tempo, com as anomalias da circulação e de precipitação.

Nobre e Shukla (1996) relataram que anomalias da TSM com sinais opostos ao norte e sul do equador estão associadas com anomalias  $\tau^x$  (estresse do vento) com um padrão de dipolo similar e anomalias de  $\tau^y$  direcionadas de regiões frias em direção a regiões de TSM quentes. Assim, isso indica que o maior aquecimento da TSM fora da região equatorial está associado ao maior enfraquecimento do vento, enquanto o resfriamento da TSM se associa com o fortalecimento do vento. Relataram que a teleconexão atmosférica associada com o ENOS sobre o Pacífico equatorial influencia a formação do gradiente da anomalia da TSM no Atlântico equatorial. Quanto ao fato de a chuva no Norte-Nordeste do Brasil mostrar grande diferença entre anos chuvosos e secos em abril, os autores concluíram que o deslocamento para o norte da Zona de Convergência Inter-Tropical (ZCIT) a oeste do Atlântico inicia em março, quando o Atlântico tropical norte está mais quente que o normal. Contudo, quando o Atlântico sul está mais quente que o normal, a ZCIT começa a mover-se para o norte durante abril. Inclusive, é notável destacar que a citação de outros autores na influência do deslocamento norte-sul da ZCIT devido à ocorrência de um padrão térmico inverso sobre o Atlântico equatorial (NOBRE;

SHUKLA, 1996; NOBRE, 1993) não é por acaso, haja vista que a ZCIT constitui-se no principal sistema meteorológico indutor de chuvas na região do semi-árido nordestino, durante os meses de fevereiro a maio, os quais compreendem, em média, o período chuvoso dessa região (HASTENRATH, 1990). Quanto aos desvios da precipitação sobre o semi-árido nordestino, em associação aos eventos do Padrão do Dipolo de TSM observados no Atlântico tropical (entre 1945 e 1993), Souza et al. (1997) e Nobre (1993) mostraram que os anos de ocorrência da fase positiva do Dipolo de TSM se associam com a predominância de percentuais negativos de precipitação (chuvas abaixo do normal). Entretanto, os anos da fase negativa do Dipolo se associam com a predominância de desvios positivos de precipitação (chuvas acima do normal). Resultados semelhantes também foram encontrados por Souza et al. (1999).

Mechoso et al. (1990) compararam simulações do Modelo de Circulação Geral (MCG) UCLA com e sem as anomalias da TSM global observada de março a maio de 1984, quando a Região Nordeste experimentou chuvas exageradamente acima da média. Eles concluíram que a elevação da precipitação foi devida ao aumento da convergência de umidade convectiva pelos ventos de sudoeste sobre o Atlântico, embora a tendência dos ventos seja de reduzir a intensidade.

Kane (2001) encontrou para Fortaleza que somente metade dos eventos EN se associaram com as secas na cidade. Além disso, muitas secas ocorreram quando não houve ocorrências do EN ou igualmente em condições de LN. Similarmente, de 21 eventos LN, apenas 12 foram associados com chuvas em excesso. Esse autor também realizou previsões considerando os parâmetros do Atlântico, sendo os resultados satisfatórios.

Veiga et al. (2002) encontraram, em grande parte da região central do Brasil, um padrão de precipitação semelhante ao de uma região monçônica como a do sudeste da Ásia. Dessa forma, relacionaram as chuvas de monção de verão com a TSM dos oceanos Pacífico e Atlântico através do teste de significância “t”, de Student, do que concluíram que, quando o Atlântico sul apresenta anomalias negativas de TSM, o gradiente entre continente e oceano aumenta, a ASAS intensifica-se e o transporte de umidade para o continente aumenta, fazendo que as chuvas de monção da América do Sul sejam mais intensas. No Pacífico, as áreas de maior significância localizam-se na costa

oeste do Chile, na região do Niño 3.4 e na parte central-sul do oceano. Resultado semelhante foi encontrado por Barros e Silvestri (2002), que verificaram influência comparável da TSM do Pacífico subtropical central-sul com a do Pacífico equatorial central-leste sobre a variabilidade interanual da precipitação observada durante a primavera austral no sudeste da América do Sul.

No Uruguai e no Estado do Rio Grande do Sul (RS), Ropelewski e Halpert (1987) mostraram que a chuva durante o período de novembro a fevereiro tende a ser acima da média em anos EN, sendo que, durante o período de junho a dezembro, tende a ser abaixo da média em eventos LN. Resultados encontrados por Diaz et al. (1998) também confirmaram a ligação entre o ENOS e as anomalias de chuva para os citados região e período. Aparentemente, as anomalias de chuva também estão associadas com anomalias da TSM nas regiões da ZCAS e ZCPS. Associando sistemas sinóticos com os fenômenos provenientes dos dois oceanos, na variabilidade pluviométrica do Uruguai e do RS, os referidos autores concluíram que, primeiramente, as anomalias de chuva na região e as anomalias de TSM do Atlântico subtropical sudoeste podem ser a manifestação de perturbações complexas nas circulações atmosféricas e oceânicas associadas com o ENOS, mas são relativamente independentes entre si. Segundo, os eventos no Pacífico podem produzir uma resposta defasada no Atlântico, que por sua vez pode tornar-se o responsável direto na ocorrência de anomalias de chuva. Terceiro, pode ocorrer o fato de as anomalias da TSM do Atlântico serem independentes do ENOS, tendo a sua própria contribuição nas anomalias pluviométricas. Já Gan e Rao (1991), utilizando cartas de superfície, analisaram, no período de janeiro de 1979 a dezembro de 1988, as variações sazonais e interanuais de ciclogênese sobre a América do Sul. Eles encontraram maior ocorrência de ciclogênese durante os anos de El Niño e que a ciclogênese estava relacionada com o aumento de precipitação na Região Sul do Brasil.

Aceituno (1988) concluiu que o IOS e a chuva na bacia do rio Paraná estão negativamente correlacionados no período novembro-dezembro. A existência de chuvas em excesso na Região Sul do Brasil em anos de eventos El Niño, em decorrência de as zonas frontais permanecerem estacionárias,

ocasiona diminuição na frequência com que as frentes frias atingem o norte de Minas Gerais (DINIZ et al., 1998).

Grimm e Ferraz (1998) utilizaram a técnica da análise harmônica para caracterizar o comportamento da precipitação na região SEB em eventos LN. Regiões coerentes em grande parte do Estado de São Paulo apresentam características semelhantes às da Região Sul, com anomalias negativas na primavera do ano de início do evento e positivas no ano seguinte, embora não-significativas em geral. Situação oposta foi encontrada em parte do Triângulo Mineiro, ao norte de Minas Gerais e em praticamente todo o Estado do Espírito Santo, com tendência a anomalias úmidas no ano inicial, principalmente na primavera, e secas no ano seguinte, principalmente no verão, com algumas anomalias significativas.

Marin et al. (1999), analisando a influência de 22 El Niños e 13 La Niñas no clima de Piracicaba (SP), observaram que, em relação à chuva, o evento EN de 1982/83 foi o que apresentou a maior variação, superando em 1.000 mm o valor normal. Nos anos LN, em 60% dos eventos as chuvas superaram a média, sendo o episódio de 1975/76 o que proporcionou o maior desvio das chuvas, na ordem de 485 mm. Na região de Pelotas (RS), Araújo e Diniz (2004) analisaram o comportamento mensal no número de dias chuvosos para 16 eventos de El Niño ocorridos no período de 1950 a 2000. Dentre esses eventos, nove apresentaram os meses com número de dias acima do normal, cinco abaixo e os restantes entre normal e acima da normal.

Coelho e Ambrizzi (1998) relacionaram o padrão de precipitação sobre a América do Sul com a circulação de grande escala durante o verão austral (dezembro, janeiro e fevereiro) dos eventos de El Niño de 1982/83 e 1986/87. Seus resultados indicam que o padrão de circulação sobre a América do Sul tem grande variabilidade de um evento para outro. Sobre a região central da América do Sul há indícios de eventuais elevações dos índices pluviométricos. No entanto, a porção norte da América do Sul apresentou anomalias negativas marcantes de precipitação durante esses eventos.

As técnicas estatísticas multivariadas de Decomposição em Valores Singulares e Análise de Correlações Canônicas foram empregadas por Coelho e Ambrizzi (2000), para analisarem as regiões do Pacífico equatorial de maior influência na precipitação sobre a América do Sul, em anos de EN e LN. Seus

resultados indicaram que a região do Niño 3 parece ser a região que exerce maior influência sobre os padrões de precipitação sobre o continente. Para eventos EN, destacaram a transição do sinal na região SEB sobre o norte do Estado de São Paulo, dividindo o padrão de precipitação na faixa leste do Brasil, com anomalias positivas ao sul de 22,5°S e negativos ao norte. Para episódios de LN, de dezembro a maio, citam algumas regiões de destaque marcadas por anomalias positivas de precipitação, como o sudoeste da região SEB e algumas faixas do litoral da Região Nordeste, como o sul da Bahia.

Abreu et al. (1998) investigaram a relação entre a TSM nas regiões do Niño 1+2, Niño 3 e Niño 4, com o clima na cidade de Belo Horizonte (BH), no período de 1960 a 1989. As análises de correlação cruzada indicaram a existência de um *lag* de seis meses entre a região do Niño 1+2 e a variabilidade climática em BH, no que se refere ao comportamento térmico das temperaturas máximas e ao comportamento pluviométrico local, ligados pela coincidência do ciclo sazonal.

Fedorova e Carvalho (2000) estudaram o comportamento de sistemas frontais no período de julho/1997 a março/1998 (representando ano de EN), julho/1998 a março/1999 (representando ano de LN) e julho/1996 a março/1997 (representando um ano neutro em relação ao ENOS). Na Região Sudeste, destacaram o fato de que, nos meses em que os forçantes LN e EN estavam na fase madura, a quantidade de dias com frentes frias na faixa de latitudes entre 20°S e 40°S no ano EN atingiu 90,3% dos dias analisados e no ano LN, diminuiu até 56,7%. Referente ao comportamento da ZCAS, Fedorova et al. (2000) concluíram que a frequência de ocorrências da ZCAS durante a La Niña (98/99) foi maior do que durante o El Niño (97/98) e o ano normal (96/97), respectivamente, principalmente no período em que esses eventos climáticos estavam mais intensos. Nos anos analisados, a ZCAS cruzou a costa leste da América do Sul mais frequentemente nas latitudes de 22°S até 30°S do que mais ao norte, nas latitudes de 15°S até 22°S. Silva (2000) destacou que, quando o El Niño se encontra em sua fase “madura”, geralmente em dezembro e janeiro, uma de suas componentes atinge o Centro-Oeste do Brasil, reforçando o sistema estacionário sob a influência da ZCAS. Já Ferreira et al. (2004) fizeram uso de uma técnica de composição para analisar os padrões atmosféricos dominantes em situações de ZCAS durante anos de EN e LN, no

período de 1980 a 2000. Os resultados evidenciaram algumas características, como maior variabilidade da ocorrência de episódios de ZCAS em anos de LN e uma tendência de ocorrerem três episódios em anos de EN; a maior intensificação da convecção sobre o oceano Atlântico sudoeste em anos EN e maior sobre o continente em anos de LN. Além disso, em anos de LN os autores observaram que anomalias negativas de vorticidade ao sul da ZCAS estendem-se para o continente, modulando a atividade convectiva, tanto na parte oceânica quanto na continental.

Mais recentemente, Fedorova et al. (2002) estudaram sistemas e processos sinóticos associados a quatro grupos de diferentes quantidades de precipitação diária na cidade de Pelotas, no RS, em uma situação de evento EN, uma de LN e uma de ano neutro em relação a ambos os forçantes. Concluíram que as precipitações muito intensas foram associadas, principalmente, a zonas frontais em todos os anos analisados, mas muito mais freqüentemente no ano de EN (28 zonas frontais) e mais raramente (nove e cinco zonas frontais) nos anos de LN e neutro. As precipitações intensas foram associadas às mesmas situações sinóticas que as precipitações muito intensas, enquanto as precipitações fracas estiveram associadas com quase todas as situações sinóticas determinadas no estudo. A quantidade de dias com precipitações fracas, associadas a nuvens “stratocumulus”, variaram de 14 no ano de LN até 19 no ano de EN.

### **3.4. Outras forçantes climáticas**

Os vários termos usados para descrever as variações no clima, como variabilidade climática, flutuações climáticas, tendências climáticas, ciclos climáticos e mudança climática, referem-se a algumas escalas apropriadas de tempo e somente podem ser válidos quando usados dentro de tais escalas temporais.

Apoiado nos conceitos da dinâmica dos fluídos e evidenciado por vários estudos, sabe-se que os oceanos influenciam o clima tanto em escalas de tempo curtas quanto longas. Padrões da circulação oceânica e de ressurgências (ou seja, o afloramento de águas mais profundas) podem mudar muito mais rapidamente, resultando em variações climáticas e flutuações em

uma escala de tempo humana. Campos (1997) destacou que mudanças em fatores externos, como a energia solar, a distribuição de várias espécies de plantas, ou a emissão de gases que provocam o efeito-estufa na atmosfera, podem alterar a temperatura e os padrões de circulação do sistema oceano-atmosfera. Flutuações de curto período no vento ou na temperatura (isto é, nas condições do tempo) podem influenciar diretamente as correntes e a temperatura do oceano, enquanto flutuações oceânicas podem aumentar, diminuir ou modificar as flutuações atmosféricas, sendo o ENOS um exemplo para tal situação.

A abrangência de fatores responsáveis por anomalias climáticas é relevante, sendo eles de origens terrestre ou extraterrestre, atuando direta ou indireta no clima do mundo. No contexto de fator extraterrestre, um exemplo que se sobressai, especialmente quando implica o clima da Região Sudeste do Brasil, é a Anomalia Magnética do Atlântico Sul (AMAS). Essa estrutura ovalada, caracterizada por uma diminuição nos valores do campo magnético terrestre, ainda é pouco conhecida do ponto de vista científico, e seus efeitos no ambiente são praticamente ignorados. Costa e Mendes Júnior (2004) explicaram que essa depressão no campo magnético é causada pela excentricidade do dipolo magnético da Terra. Assim, de forma semelhante à região auroral, as partículas eletricamente carregadas penetram com mais facilidade na região da AMAS, tornando essa região uma das mais vulneráveis do planeta aos efeitos das partículas energéticas e às radiações. Esse aumento de emissão está relacionado com o ciclo médio de 11 anos do Sol, quando há aumento na liberação de radiação sob a forma de plasma, denominado vento solar. Partindo do princípio de que alterações da atmosfera decorrem de variações recentes e remotas da atividade solar e podem ser responsáveis pelas variações climáticas que as acompanham, os referidos autores salientaram que a presença ou ausência de campo magnético desempenha papel importante nas condições atmosféricas planetárias, com conseqüências geoquímicas significativas.

Focando fatores terrestres, mais precisamente forçantes climáticas oriundas dos oceanos, têm-se a Oscilação Decadal do Pacífico (Pacific Decadal Oscillation – PDO). A designação PDO deve-se a Steven Hare, que a propôs em 1995/96, ao pesquisar conexões entre “ciclos” de produção de



salmão no Alaska e condições climáticas no Pacífico, tema de sua dissertação sob a orientação de Robert Francis. Usualmente, utiliza-se o índice médio da PDO no intervalo novembro-março, sendo classificado em duas fases: uma fase quente ou positiva, caracterizada por anomalias positivas ao longo da costa oeste da América do Norte e negativas no restante da bacia do Pacífico norte, desde aproximadamente 20 °N na direção do pólo (neste caso, a forma de cálculo do índice conduz a valores positivos) e a fase fria ou negativa quando o aquecimento/resfriamento nas duas áreas se inverte (neste caso, o índice torna-se negativo). O seu comportamento assemelha-se ao de uma “gangora” entre a TSM ao longo da costa oeste da América do Norte e o restante da bacia do Pacífico norte. Uma segunda característica da PDO é sua grande persistência temporal, ou seja, as fases quentes (positivas) ou frias (negativas) permanecem predominantes por anos seguidos, por vezes ao longo de duas ou três décadas, considerando-se algumas oscilações esparsas em sentidos contrários.

Xavier e Xavier (2004) destacaram alguns estudos (HARE; FRANCIS, 1995; MANTUA et al., 1997; NIGAN et al., 1999; MANTUA, 2002; VACCARO, 2002), que indicam as maiores influências do PDO, como no clima e biodiversidade da América do Norte, especificamente nas populações de salmão no Alaska e no noroeste dos Estados Unidos. Uma possível evidência ocorreu na fase multidecadal positiva do PDO, de 1977, em meados da década de 1990, quando ocorreu aumento na produção de salmão no Alaska, simultaneamente a um decréscimo dessa produção na costa noroeste dos Estados Unidos. Em princípio, numa fase negativa, dá-se o contrário. Do ponto de vista climático continental, comportamentos opostos também foram observados durante as fases do PDO, no que se refere principalmente à temperatura do ar e à precipitação, de outubro a março, em várias regiões da América do Norte. Por exemplo, a precipitação no noroeste da América do Norte e nos Grandes Lagos geralmente está associada com valores acima da média, durante a fase negativa e abaixo da média, durante a fase positiva do PDO.

A PDO é, por vezes, descrita como um “long-lived El Nino-like pattern”, embora com características próprias que permitem diferenciá-la de sua contrapartida no Pacífico sul e o ENOS. Porém, a PDO possui uma relação

com o último, conforme indicado no estudo de Xavier e Xavier (2004). No período de 1964-2004, os autores correlacionaram o índice de Mantua no intervalo de novembro a março com a TSM das regiões Niño 1+2, Niño 3.4 e com o IOS. O valor mais significativo foi encontrado para o IOS, com fator de correlação negativo de 0,50. Referente ao Atlântico tropical, não foram encontradas correlações significativas, assim como algum indício de que o PDO tenha influência na pré-estação ou no início da estação chuvosa no Ceará. Harshburger et al. (2002) especificaram, em estudo realizado no estado de Idaho (EUA), que condições chuvosas e secas provavelmente estão associadas com a combinação La Niña-PDO Negativo e El Niño-PDO Positivo, respectivamente, ocorrendo durante a primeira combinação as maiores anomalias de precipitação. Por ser uma forçante relativamente conhecida há pouco tempo, particularmente no Brasil, estudos quanto à possível influência do PDO no clima são praticamente inexistentes.

Assim como no Pacífico, no oceano Atlântico também há a ocorrência de mais de uma forçante climática. A Oscilação do Atlântico Norte (North Atlantic Oscillation – NAO) constitui um modo de grande escala, com impactos no tempo, no clima e no ambiente marinho, na região do Atlântico norte e nos continentes próximos. Eshel (2003) citou alguns estudos como de Hurrell (1995), Johansson et al. (1998), Eshel e Ferrel (2000) e Eshel et al. (2000), que apontaram as regiões mais afetadas pela NAO o Mediterrâneo e a Europa, principalmente nas variáveis temperatura e precipitação.

A NAO consiste numa alternância da pressão atmosférica ao nível do mar em torno da Baixa Polar da Islândia e da Alta Subtropical do Atlântico Norte (ASAN), adquirindo maior intensidade durante o inverno boreal. Teixeira (2002) explicou que durante a fase positiva do NAO se observam um deslocamento para sul do sistema de ventos alísios do Atlântico norte e uma intensificação dos ventos alísios de nordeste, ao sul da ASAN e próximo ao noroeste da África. Essa intensificação dos alísios de nordeste pode vir a abaixar a TSM em boa parte da bacia norte do Atlântico tropical. Já o índice negativo da NAO pode levar a um comportamento oposto. Essas possíveis consequências de ambas as fases da NAO motivaram o referido autor a realizar estudo relacionando essas fases com o comportamento das quadras chuvosas no Ceará. Dentre as conclusões mais notáveis, em apenas 47% dos

anos houve concordância entre o sinal do índice NAO e a qualidade da quadra chuvosa do Ceará, e nem sempre a fase do Dipolo do Atlântico correspondeu ao índice NAO observado. Assim, a dinâmica do Dipolo não parece ter forte ligação com a NAO, provavelmente devido à não-relação da TSM do Atlântico entre os dois hemisférios.

Um aspecto importante citado por Langenberg (2000) refere-se a mudanças no comportamento da NAO. Dados indiretos dos últimos quatro séculos apontaram que a amplitude na variabilidade pode ter aumentado significativamente por volta de 1850. Somadas a isso, as conseqüências do padrão dependem das posições exatas dos dois centros de pressão, as quais podem diferir significativamente em anos com o mesmo índice que distingue as duas fases da forçante climática.

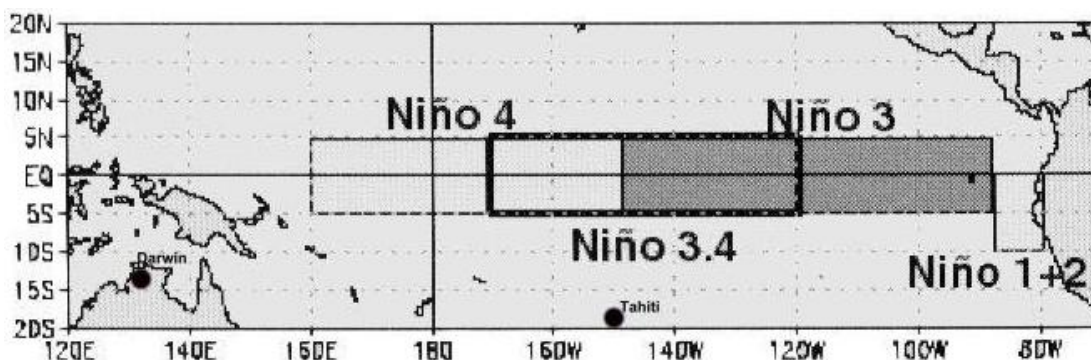
## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Dados e área de estudo**

No desenvolvimento do presente trabalho, foram utilizados dados pluviométricos de 1.160 estações, localizadas na Região Sudeste do Brasil (SEB), sendo 39 pertinentes ao Estado do Espírito Santo, 46 ao Estado do Rio de Janeiro e 654 ao Estado de Minas Gerais, estando incorporadas à Rede Hidrometeorológica, da Agência Nacional de Águas (ANA), 421 estações localizadas no Estado de São Paulo, pertencentes ao Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE). Os valores mensais do Índice de Oscilação Sul (IOS) e da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) das quatro regiões Niños do Pacífico equatorial (Figura 3) foram obtidos na base de dados do International Research Institute for Climate Prediction e os da TSM mensal das Bacias Norte e Sul do Atlântico Tropical, da base de dados da Comprehensive Ocean Data Set (COADS).

### **4.2. Análise dos dados**

Foram desconsideradas as estações que possuíam quantidade insuficiente de dados no período de 1949 a 2000, as quais não atenderam ao número mínimo de eventos das fases do Dipolo do Atlântico e do El Niño Oscilação Sul (ENOS), sendo considerados esses valores como a metade do número total de ocorrências das fases de ambos as forçantes climáticas no período de estudo.



Fonte: Oliveira (1999)

Figura 3 – Áreas no oceano Pacífico conhecidas como Niños 1+2, 3, 4 e 3.4 e o local das medições da pressão atmosférica.

Dada a importância em se trabalhar com medidas confiáveis de precipitação, visto que seus registros apresentam, muitas vezes, erros instrumentais de exposição ou de localização, principalmente quando o estudo envolve comparações entre dados de estações, testou-se a homogeneidade das séries, usando o teste não-paramétrico, por ser um teste sensível aos desvios da média e tendências, conforme recomendado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), em sua Nota Técnica nº 81. O referido teste, denominado “run test”, ou teste de seqüência, consiste na contagem do número de ocorrências de valores observados; no caso, totais anuais de precipitação de anos sem falhas, situados acima e abaixo da mediana, testando o resultado da contagem mediante o uso de uma tabela de distribuição. As séries caracterizadas como não-homogêneas (heterogêneas) foram desconsideradas do estudo.

#### 4.3. El Niño Oscilação Sul

O emprego da cronologia de eventos El Niño (EN) e La Niña (LN) foi a mesma da utilizada por Minuzzi (2003), isto é, foram considerados anos de EN e LN de forte e moderada intensidades no período de 1949 a 2000, sendo os eventos de fraca intensidade considerados anos neutros. Assim, as classificações referentes a cronologia e intensidades das fases do ENOS

(Tabela 1) foram baseadas através da TSM, referente à região Niño 3.4 e do IOS, obtido por meio do Índice de Troup, tendo em vista que a referida região do Pacífico vem sendo considerada como referência na obtenção dos índices de anomalias da TSM para tais caracterizações, devido à alta correlação com o IOS (TRENBERTH, 1997).

Tabela 1 – Cronologia das ocorrências e respectivas intensidades das fases do ENOS

El Niño	La Niña
1997/98 (forte)	1999/00 (forte)
1994/95 (moderado)	1998/99 (forte)
1992/93 (moderado)	1988/89 (forte)
1991/92 (forte)	1975/76 (forte)
1987/88 (forte)	1973/74 (forte)
1986/87 (forte)	1970/71 (forte)
1982/83 (forte)	1964/65 (moderado)
1977/78 (moderado)	1955/56 (forte)
1972/73 (forte)	1954/55 (moderado)
1969/70 (moderado)	1950/51 (forte)
1965/66 (moderado)	1949/50 (moderado)
1957/58 (forte)	
1951/52 (moderado)	

#### 4.4. Padrão Dipolo do Atlântico

Foram considerados anos de ocorrência do Dipolo do Atlântico aqueles em que o índice de desvio normalizado da TSM da bacia norte do Atlântico ( $5^{\circ}\text{N} - 20^{\circ}\text{N}$  e  $60^{\circ}\text{W} - 30^{\circ}\text{W}$ ) e da bacia sul do Atlântico ( $0^{\circ} - 20^{\circ}\text{S}$  e  $30^{\circ}\text{W} - 10^{\circ}\text{E}$ ) estiver com sinais opostos simultaneamente nos meses de outubro do ano  $i$  (início) a março do ano  $i+1$ , ou seja, o período que concentra a maior quantidade de chuva anual da região de estudo. Devido à significativa variabilidade sazonal do oceano Atlântico, os valores absolutos da TSM menores que 0,5 ou maiores que -0,5 foram desconsiderados na análise para fins de classificação das fases do Dipolo do Atlântico.

O Dipolo Positivo do Atlântico será considerado quando à bacia norte estiver com valores da TSM acima da média simultaneamente a valores abaixo

da média na bacia sul. O Dipolo Negativo ocorre numa situação inversa ao comportamento observado durante o Dipolo Positivo (Figura 4).

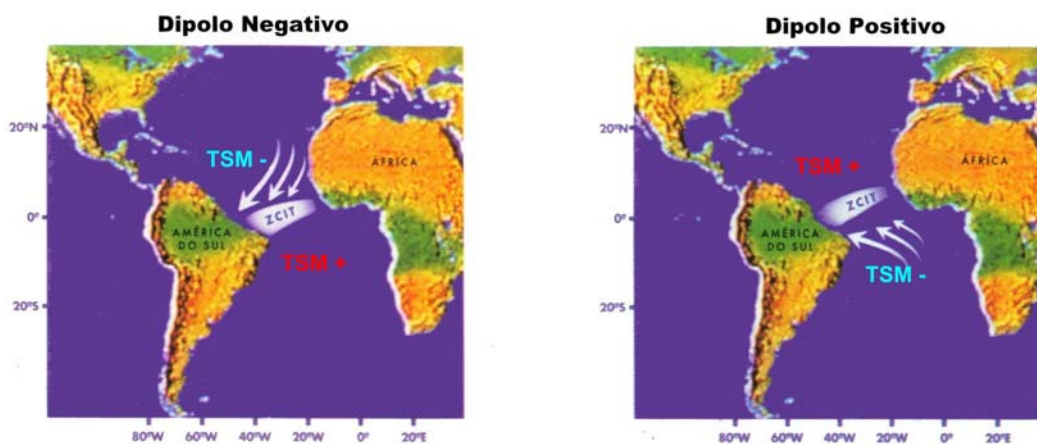


Figura 4 – Representação das anomalias da TSM das bacias norte e sul do Atlântico tropical e o deslocamento característico da ZCIT durante as duas fases do Dipolo do Atlântico.

#### 4.5. Período Chuvoso

As datas inicial e final do período chuvoso (IPC e FPC, respectivamente) foram determinadas conforme critério proposto por Sansigolo (1989), no qual o seu início consta como sendo o primeiro dia, após uma data específica, no caso 1<sup>o</sup> de setembro, que teve a primeira ocorrência de uma quantidade mínima de 20 mm de chuva totalizada em um ou dois dias seguidos, desde que tenha ocorrido pelo menos um dia de chuva em cada período de 10 dias durante os próximos 30 dias. Foi considerado como dia chuvoso aquele em que ocorreu uma precipitação de pelo menos 1 mm, pois uma lâmina de precipitação menor do que essa geralmente não infiltra no solo. A exigência de 20 mm, em um ou dois dias, serve para evitar o problema de que, durante o horário da medição (meio-dia TMG), possa estar chovendo. Assim, essa chuva após a medição só seria considerada no dia seguinte, além de ser uma quantidade suficiente para que ocorra a germinação de sementes.

Para o FPC, considerou-se o primeiro dia de um período seco com pelo menos 15 dias de duração que termina após o dia 15 de março.

Os dados diários de precipitação foram utilizados para obter o IPC e o FPC, para cada estação pluviométrica, agrupando os anos de acordo com as fases do ENOS e do Dipolo do Atlântico. As médias obtidas do IPC para cada fase das referidas forçantes foram classificadas como muito precoce, precoce, normal, tardia e muito tardia, segundo o critério proposto por Paiva (1997), acrescentando-se ainda as classes I e V (Tabela 2), em decorrência das peculiaridades da região em estudo.

Tabela 2 – Subdivisões de classes referentes ao início do período chuvoso, tendo como referência a data média dos anos neutros (AN) em relação a cada forçante climática

Classe	Classificação	Descrição
I	Muito precoce	de 30 a 20 dias anteriores à data média do IPC dos AN
II	Precoce	a partir de 10 dias anteriores à data média do IPC dos AN
III	Normal	10 dias antes e 10 dias após a data média do IPC dos AN
IV	Tardia	a partir de 10 dias posteriores à data média do IPC dos AN
V	Muito tardia	de 20 a 30 dias posteriores à data média do IPC dos AN

Além das médias, foram obtidos os valores extremos do IPC, pois a “normal” não deve ser representada apenas em termos de sua média, considerando-se que cada valor médio calculado deve ser acompanhado de informações sobre outras medidas de dispersão. Assim, o mesmo critério utilizado na Tabela 2 foi, também, empregado para realizar novas classificações do IPC, porém baseadas nos valores extremos, máximo e mínimo. Cada classificação obtida para o IPC, baseada nos valores médio, máximo e mínimo, recebeu um valor como fator de ponderação, apresentado na Tabela 3, sendo que as duas últimas medidas receberam um valor menor do fator de ponderação em relação ao valor médio obtido.



Tabela 3 – Fatores de ponderação de acordo com a classificação obtida do IPC, baseados nos seus valores médio, máximo e mínimo

Classificação	Fatores de Ponderação	
	Valor Médio	Valor Máximo e, ou, Mínimo
Normal	4	3
Precoce/Tardio	3	2
Muito precoce/Muito tardio	2	1

A soma dos três valores representa, portanto, o percentual de ocorrência que dada estação tem pelo fato de o IPC não ser afetado pela forçante climática, sendo o valor máximo possível 10 e o mínimo 4, ou seja, 100 ou 40%, respectivamente, de que o IPC seja classificado como “normal”. Por exemplo, o IPC de uma estação foi classificado como “normal” baseado nos valores médio (4) e mínimo (3) de sua série e como “muito precoce” com base no valor máximo (1); assim, o valor total do fator de ponderação será 8 (4+3+1), ou seja, haverá 80% de chance de o IPC não sofrer influência.

Para o FPC, o estudo será restrito a áreas predefinidas do SEB. Para essas áreas, primeiramente, optou-se na escolha de pelo menos uma estação como referência, com série de dados a mais completa possível, de forma a representar uma região pluviometricamente homogênea. A partir dessa seleção, foram consideradas as estações envolvidas num raio de 80 km, desde que estejam na mesma região pluviometricamente homogênea da estação de referência.

Com o valor médio do FPC computado entre as estações pluviométricas de dada área, fez-se o uso da técnica dos quantis ( $Q_p$ ), pois uma grande vantagem dessa é ser imune à “assimetria” na função densidade de probabilidade que descreve o fenômeno, como são os casos da precipitação e das datas do FPC, que possuem maior variabilidade em relação às datas do IPC.

As ordens quantílicas 0,15; 0,35; 0,65; e 0,85 foram delimitadas nas mesmas classes utilizadas para o IPC, ou seja, muito precoce, precoce, normal, tardio e muito tardio. Assim, ao longo dos  $n$  anos de observações

foram calculados os quantis  $Q_{0,15}$ ,  $Q_{0,35}$ ,  $Q_{0,65}$  e  $Q_{0,85}$ , classificando o FPC para cada evento climático  $i$ , como:

Muito precoce	=	$X_i \leq Q_{0,15}$
Precoce	=	$Q_{0,15} < X_i \leq Q_{0,35}$
Normal	=	$Q_{0,35} < X_i < Q_{0,65}$
Tardio	=	$Q_{0,65} \leq X_i < Q_{0,85}$
Muito tardio	=	$X_i \geq Q_{0,85}$

A delimitação das regiões pluviometricamente homogêneas foi feita mediante a soma total da precipitação de cada período chuvoso (setembro a março) e posterior obtenção da média para cada uma das estações utilizadas no estudo.

Quanto à precipitação, foram obtidos os totais mensais e trimestrais (de setembro a março), nas fases do ENOS e do Dipolo do Atlântico. As análises são baseadas na distribuição dos desvios normalizados (D), conforme equação (1), inserindo os períodos temporais nas seguintes classificações: muito chuvoso:  $D \geq 40\%$ ; chuvoso:  $40\% > D \geq 20\%$ ; levemente chuvoso:  $20\% > D \geq 10\%$ ; normal:  $10\% > D > -10\%$ ; levemente seco:  $-10\% \geq D > -20\%$ ; seco:  $-20\% \geq D > -40\%$ ; e muito seco:  $D \leq -40\%$ , após estudos preliminares, adaptados de Minuzzi (2003).

$$D = \frac{(x - \bar{u})}{s} \cdot 100\% \quad (1)$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n_x} + \frac{1}{n_u}}$$

em que:

$x$  = valor médio da série em estudo (ENOS/Dipolo do Atlântico);

$\bar{u}$  = valor médio da série de referência (AN);

$n_x$  = número de dados da série em estudo (ENOS/Dipolo do Atlântico);

$n_u$  = número de dados da série de referência (AN); e

$s$  = desvio-padrão ponderado, obtido por meio de:

$$s = \sqrt{\frac{(n_x - 1) \cdot s_x^2 + (n_u - 1) \cdot s_u^2}{n_x + n_u - 2}} \quad (2)$$

sendo  $s_x^2$  e  $s_u^2$  as variâncias da série em estudo (ENOS/Dipolo do Atlântico) e da série de referência (AN), respectivamente.

Devido às diferenças no número de eventos entre as estações pluviométricas, admitiu-se uma correção para valores no intervalo de 2% para mais ou para menos do valor de referência, tendo-se como base as classificações das estações circunvizinhas localizadas em altitudes relativamente semelhantes entre si e a da estação a ser corrigida.

#### **4.6. Transição entre períodos chuvoso e seco**

Nas áreas do SEB definidas de acordo com o proposto no item (4.5), foi relacionado o FPC com o período seco do ano  $i+1$ , durante a ocorrência dos fenômenos climáticos. Assim, correlacionaram-se as precipitações de fevereiro e de março, com as precipitações dos bimestres março/abril e abril/maio, respectivamente.

Para tais análises, fez-se uso do método da Regressão Linear, com o intuito de descrever a relação funcional entre as variáveis  $X$  e  $Y$ , por meio de uma função polinomial. Nas áreas correlacionadas com 5% de significância, foram gerados modelos estatísticos de previsão e gráficos de tendência.

#### **4.7. Relação entre IOS e TSM do Atlântico tropical e do Pacífico equatorial com a precipitação**

Para as áreas com valores de desvios normalizados mensal e trimestral superior a 20% e inferior a -20% (equação 1), devido a pelo menos duas estações pluviométricas que pertençam a uma mesma região pluviometricamente homogênea, utilizou-se a técnica de correlação 'lag' entre a TSM e a precipitação. Primeiramente, as referidas variáveis foram normalizadas e, depois, calculados os coeficientes de correlação em fase (lag 0) e para diferentes intervalos de tempo (lags), sendo  $k= 1, 2, \dots, 9$  meses de

TSM antes de cada mês ou trimestre do período chuvoso. As linearidades das regressões foram testadas no nível de 5% de significância, pelo teste F.

Para as situações dos eventos ENOS, foi utilizado o método da Regressão Linear Simples para correlacionar a variável dependente, no caso a precipitação, com as variáveis independentes, o Índice de Oscilação Sul e a TSM de quatro regiões do Pacífico equatorial: Niño 1+2 (0° - 10°S e 90° - 80°W), Niño 3 (5°N - 5°S e 150°W - 90°W), Niño 4 (5°N - 5°S e 160°E - 150°W) e Niño 3.4 (5°N - 5°S e 170°W - 120°W).

A Regressão Linear Múltipla foi utilizada para determinar a correlação envolvendo a TSM do oceano Atlântico tropical, sendo a precipitação a variável dependente e as variáveis independentes, a TSM das bacias norte e sul do Atlântico.

Para as áreas do Sudeste do Brasil, que obtiveram correlação “lag” significativa com a TSM do Atlântico tropical, foram calculados os coeficientes de correlações totais e parciais entre as variáveis, em que  $x_1$  foi considerado a precipitação, enquanto  $x_2$  e  $x_3$ , as anomalias das bacias norte e sul do Atlântico tropical, respectivamente. Assim, foram designados os coeficientes de correlação por  $r_{12}$ ,  $r_{13}$  e  $r_{23}$ , ou seja,  $r_{12}$  mede a correlação total entre  $x_1$  e  $x_2$ , englobando-se os efeitos que  $x_3$  possa ter causado sobre o comportamento dessas variáveis. Semelhante consideração é válida também para  $r_{13}$  e  $r_{23}$ .

Entretanto, muitas vezes é importante considerar a correlação entre duas variáveis, descontado o efeito de uma terceira. Isso equivale a calcular a correlação, por exemplo, entre  $x_1$  e  $x_2$ , mantida  $x_3$  constante. Dessa feita, o coeficiente de correlação entre  $x_1$  e  $x_2$ , depois de descontado o efeito de  $x_3$ , foi denominado coeficiente de correlação parcial entre  $x_1$  e  $x_2$ , com respeito a  $x_3$ , sendo denotado por  $r_{12.3}$ . Seu cálculo foi feito de acordo com a equação (3):

$$r_{12.3} = \frac{r_{12} - r_{13}r_{23}}{\sqrt{(1 - r_{13}^2)(1 - r_{23}^2)}} \quad (3)$$

#### 4.8. Análise diária da precipitação

Nas áreas do Sudeste do Brasil, que tiveram ao menos duas correlações “lag” significativas entre a precipitação mensal e, ou, trimestral, com as regiões

dos oceanos Pacífico e Atlântico, durante os episódios ENOS e do Dipolo do Atlântico (item 4.7), foi realizado estudo que diz respeito à média no número de dias de precipitação, em diferentes quantidades, para identificar de que forma determinada forçante climática influencia a área. A escolha do valor mínimo de correlações significativas visa à maior confiabilidade, quanto à influência dos eventos climáticos na precipitação. Assim, foi determinado o intervalo de confiança para a média do número de dias com precipitação, divididos pelas seguintes classes de intensidade, conforme critérios definidos pela OMM: chuva fraca: 1 mm/h até 4,99 mm/h (classe 1); chuva moderada: 5 mm/h até 24,99 mm/h (classe 2); chuva forte: 25 mm/h até 49,99 mm/h (classe 3); e chuva muito forte: acima de 50 mm/h (classe 4).

Em razão de os dados de precipitação não serem fornecidos por meio de pluviogramas ou de outra forma que possibilite determinar precisamente a intensidade da precipitação, os citados critérios somente foram utilizados com o objetivo de separar os valores por classes, supondo-se que valores dentro dos intervalos possam ter ocorrido no tempo considerado (período de 1 hora), haja vista que é característica do período chuvoso na Região Sudeste ocorrerem chuvas em grandes quantidades em curto período de tempo.

Utilizou-se a distribuição “t” na obtenção do intervalo de confiança de 95%, mediante a aplicação da equação (4), elaborada para pequenas amostras ( $n < 30$ ).

$$x \pm t_{0,975} \left( \frac{s}{\sqrt{n-1}} \right) \quad (4)$$

em que:

x = valor médio do número de dias chuvosos para dada classe de intensidade;

s = desvio-padrão da série; e

n = número de amostras da série.

#### **4.9. Análise de ocorrências isoladas das forçantes climáticas**

Este estudo foi realizado mediante a comparação de duas estações pluviométricas, estando uma estação em área influenciada e correlacionada significativamente (item 4.7) e a outra, localizada em área próxima e não-influenciada por determinada forçante climática, porém estando as duas na mesma região pluviometricamente homogênea. Para tais escolhas, foram consideradas estações pluviométricas com o menor número de falhas nos anos de ocorrência das forçantes climáticas em análise.

Os cálculos foram baseados nas anomalias trimestrais e classificação dos anos de ocorrência de cada forçante climática, fazendo-se uso das ordens quantílicas definidas no item (4.5), porém classificando-as como: muito seca ( $X_i \leq Q_{0,15}$ ), seca ( $Q_{0,15} < X_i \leq Q_{0,35}$ ), normal ( $Q_{0,35} < X_i < Q_{0,65}$ ), chuvosa ( $Q_{0,65} \leq X_i < Q_{0,85}$ ) e muito chuvosa ( $X_i \geq Q_{0,85}$ ).

#### **4.10. Análise de ocorrências simultâneas das forçantes climáticas**

Um estudo deste gênero visa indicar qual das forçantes climáticas, em ocorrências simultâneas, exerce maior influência sobre a precipitação da região SEB. Diante desse propósito, foi aplicada a técnica da Análise de Componentes Principais, pela possibilidade de se obterem resultados mais facilmente interpretáveis, avaliando a importância de cada variável e promovendo a eliminação daquelas que contribuem pouco em termos de variação.

A metodologia foi aplicada em quatro situações ou períodos chuvosos de duas áreas (dentre as selecionadas no item 4.5, para o estudo do FPC) localizadas em extremos opostos norte-sul do SEB, nas quais houve ocorrência simultânea entre uma das fases do ENOS, com alguma das fases do Dipolo do Atlântico.

Para cada uma das quatro situações, foram realizadas seis análises, sendo a primeira, com os valores das variáveis em fase, de setembro a março, e a partir da segunda análise, mantendo fixos os valores de precipitação, mas defasando em um mês, os valores das demais variáveis. Dessa forma, na sexta análise ter-se-á, como exemplo, a precipitação de setembro, relacionada

com o IOS, a TSM da região Niño 3.4 e das bacias norte e sul do Atlântico, do mês de abril, ou seja, com uma defasagem de cinco meses, da mesma forma em relação aos demais meses do período chuvoso.

Assim, o grau de correlação ou fator de carga ( $r_{Z_j, Y_i}$ ) entre cada variável ( $Z_j$ ) de cada componente principal ( $Y_i$ ) foi obtido pela equação (5):

$$r_{Z_j, Y_i} = \sqrt{\lambda_i} \frac{a_{ij}}{\text{Var}(Z_j)} \quad (5)$$

em que:

$\lambda_i$  = autovalor da componente principal  $Y_i$ ;

$a_{ij}$  = autovetor ou coeficiente de dado componente principal  $i$ ; e

$\text{Var}(Z_j)$  = variância média das variáveis padronizadas.

Conjuntamente, foram empregadas as análises de Regressão Linear Múltipla e totais, entre a variável dependente (precipitação) e as variáveis independentes (IOS e TSM das regiões Niño 3.4 e bacias norte e sul do Atlântico tropical).

#### 4.11. Ferramentas computacionais

Foi utilizado um programa desenvolvido em linguagem Object Pascal para Delphi, versão 5, para o cálculo das datas de IPC e FPC. As correlações lineares Análise Espectral Cruzada e Análise dos Componentes Principais foram determinadas por meio do programa Statistica, versão 6.0. Para a organização e demais cálculos de parâmetros estatísticos, foi utilizada a planilha eletrônica Microsoft Excel.

O software ArcView GIS 3.2a foi utilizado para a geoespacialização dos resultados referentes à influência dos fenômenos climáticos no IPC e à precipitação mensal e trimestral durante o período chuvoso, bem como na sobreposição das feições de dois temas.

Utilizou-se o interpolador linear IDW do software, em que o peso da célula a ser interpolada ( $G_i$ ) é dado por uma média ponderada que utiliza o peso dos pontos de controle mais próximos (definido pelo usuário), ponderados

pelo inverso da distância elevado a um expoente  $m$  (definido pelo usuário), sendo representado, matematicamente, por:

$$G_i = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{x_i}{d_i^m} \right)}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{d_i^m} \right)} \quad (6)$$

em que:

$x_i$  = peso do  $i$ -ésimo ponto amostrado;

$d_i$  = distância euclidiana do  $i$ -ésimo ponto amostrado ao ponto atual; e

$m$  = expoente da função de distância euclidiana.

Foram considerados os 12 pontos mais próximos para interpolação, e, após análises preliminares, empregou-se a quarta potência para o cálculo da distância euclidiana, salvo exceções com o objetivo de corrigir falhas, em algumas interpolações.

A delimitação das áreas na Região Sudeste significativamente correlacionadas com as forçantes climáticas (item 4.6) foi feita mediante a superposição das feições de dois temas, utilizando-se a extensão “Geoprocessing Wizard”.



## **5. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **5.1. Seleção das estações**

Feitas as análises de homogeneidade e consistência dos dados, foram selecionadas 16 estações localizadas no Estado do Rio de Janeiro (RJ), 15 no Estado do Espírito Santo (ES), 73 no Estado de Minas Gerais (MG) e 99 estações no Estado de São Paulo (SP). A Figura 5 representa a localização espacial dessas estações, bem como das regiões pluviometricamente homogêneas e respectivos símbolos utilizados no estudo. Enquanto na Tabela 4 constam os dados referentes ao município a que pertencem, o código de identificação, as coordenadas geográficas, a altitude e o número de períodos chuvosos (PCs) utilizados em cada fase dos fenômenos climáticos. Ressalta-se que a série de dados referentes ao Dipolo do Atlântico possui um período chuvoso a menos do que ENOS, devido à indisponibilidade de dados da TSM do Atlântico tropical, do ano de 1949.

### **5.2. Cronologia das fases do Dipolo do Atlântico**

A classificação das séries referentes às fases positiva e negativa do Dipolo do Atlântico é apresentada na Tabela 5.

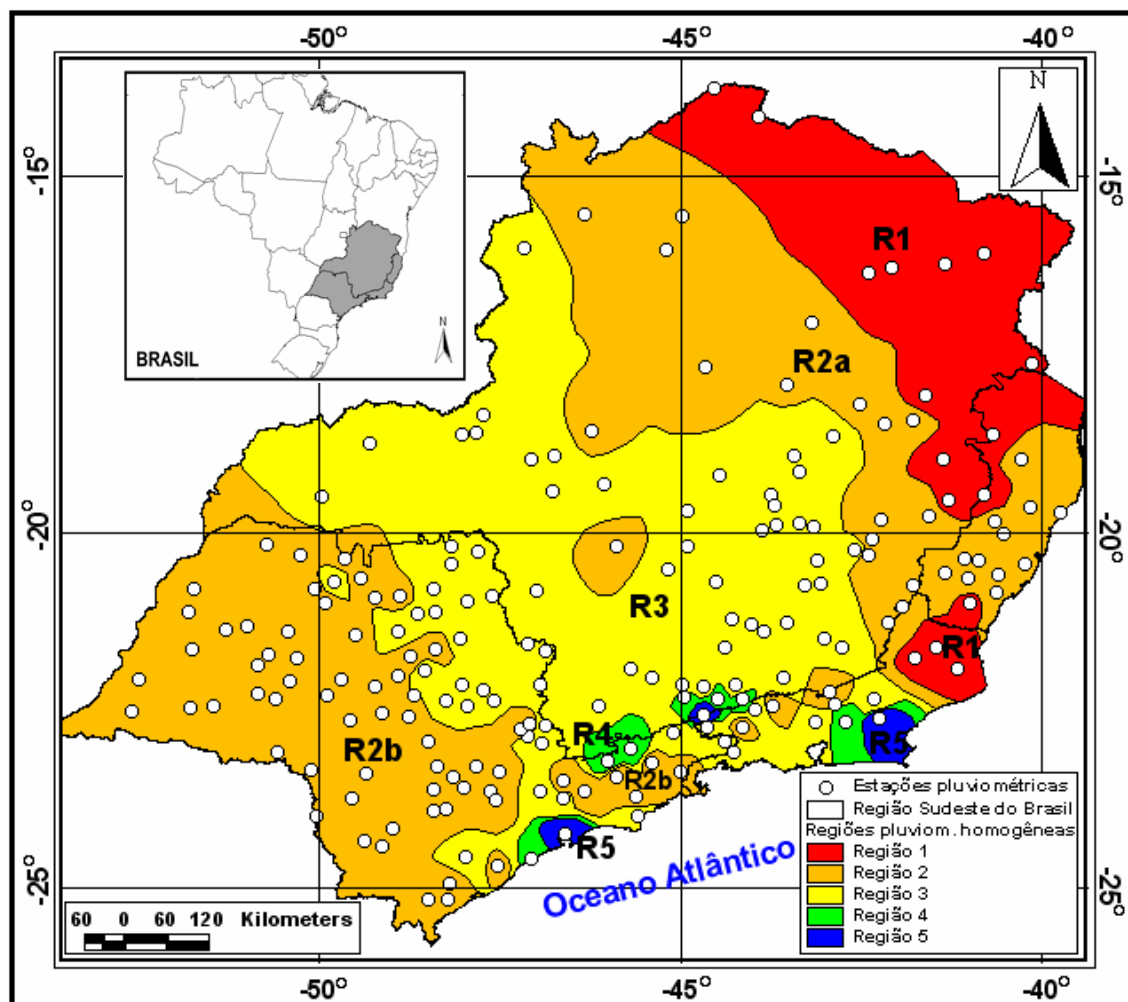


Figura 5 – Localização geográfica das estações estudadas na Região Sudeste do Brasil e as regiões pluviométricamente homogêneas.

Tabela 4 – Informações referentes às estações localizadas na Região Sudeste do Brasil (código, coordenadas geográficas, altitude e número de períodos chuvosos utilizados, referentes aos eventos El Niño (EN), La Niña (LN), Dipolo Positivo (DP), Dipolo Negativo (DN) e anos neutros (AN))

Código	Município	UF	Lat.(°)	Long.(°)	Alt.(m)	EN	LN	AN	DP	DN	AN
01840004	Barra de São Francisco	ES	-18,75	-40,89	192	11	7	21	<sup>2</sup> J	9	27
01940000	Itarana	ES	-19,87	-40,87	165	12	10	26	9	9	30
01940003	Aracruz	ES	-19,75	-40,03	5	13	11	27	9	9	32
01940005	Ibiraçu	ES	-19,69	-40,40	50	13	10	25	9	9	29
01940016	São Gabriel da Palha	ES	-19,06	-40,51	<sup>1</sup> J	10	6	15	<sup>2</sup> J	9	18
01941003	Baixo Guandu	ES	-19,52	-41,01	70	13	10	24	9	8	29
02040001	Viana	ES	-20,41	-40,48	80	11	9	24	9	9	26
02040005	Iconha	ES	-20,78	-40,83	25	13	10	26	8	9	32
02040007	Santa Leopoldina	ES	-20,03	-40,74	710	12	10	24	9	8	28
02040011	Alfredo Chaves	ES	-20,55	-40,81	515	13	10	26	8	9	32
02041000	Atílio Vivacqua	ES	-20,91	-41,19	76	13	9	27	9	9	30
02041002	Castelo	ES	-20,60	-41,20	107	11	10	26	9	8	29
02041011	Conceição do Castelo	ES	-20,35	-41,24	600	13	11	27	9	9	32
02041019	Muniz Freire	ES	-20,53	-41,51	380	13	11	27	9	9	32
02041020	Domingos Martins	ES	-20,36	-41,06	1075	12	10	26	8	9	31
02042027	Porciúncula	RJ	-20,96	-42,04	188	10	7	20	6	7	23
02141003	Campos	RJ	-21,49	-41,61	20	11	9	21	6	9	25
02141007	Cambuci	RJ	-21,62	-41,88	42	11	9	21	6	9	25
02141022	Campos	RJ	-21,75	-41,33	<sup>1</sup> J	7	<sup>2</sup> J	14	<sup>2</sup> J	6	16
02242003	Nova Friburgo	RJ	-22,40	-42,34	670	13	9	26	9	9	30
02242013	Cachoeiras de Macacu	RJ	-22,44	-42,77	40	8	<sup>2</sup> J	14	<sup>2</sup> J	6	17
02242021	Bom Jardim	RJ	-22,15	-42,42	530	10	9	19	6	8	23
02242027	Teresópolis	RJ	-22,20	-42,90	650	11	9	19	6	8	24
02242028	Sapucaia	RJ	-22,04	-42,99	230	10	9	21	6	8	25
02243004	Valença	RJ	-22,28	-43,93	550	9	9	19	6	7	23
02243005	Valença	RJ	-22,22	-43,70	549	10	9	20	6	8	24
02243011	Petrópolis	RJ	-22,44	-43,17	704	11	9	21	6	9	25
02244031	Itatiaia	RJ	-22,50	-44,55	380	10	<sup>2</sup> J	18	<sup>2</sup> J	9	21
02244039	Resende	RJ	-22,34	-44,59	1460	11	9	19	6	8	24
02244040	Rio Claro	RJ	-22,83	-44,20	554	10	6	15	5	6	20
02244041	Volta Redonda	RJ	-22,50	-44,09	360	8	9	20	5	8	23
01444000	Montalvânia	MG	-14,31	-44,46	475	10	8	22	7	9	23
01543002	Manga	MG	-14,67	-43,88	450	7	<sup>2</sup> J	17	<sup>2</sup> J	5	21
01544012	São Francisco	MG	-15,95	-44,87	448	12	10	17	8	9	21
01546000	Arinos	MG	-15,92	-46,11	492	7	6	14	<sup>2</sup> J	7	18
01641001	Itaobim	MG	-16,57	-41,50	241	11	7	21	8	6	25
01641002	Jequitinhonha	MG	-16,43	-41,01	254	11	9	21	8	8	24
01642002	Coronel Murta	MG	-16,61	-42,19	279	12	10	26	9	8	30
01642007	Grão Mogol	MG	-16,68	-42,49	273	13	11	26	9	9	31
01645000	São Romão	MG	-16,37	-45,08	472	10	9	24	8	9	26
01646001	Unaí	MG	-16,35	-46,89	<sup>1</sup> J	8	6	12	<sup>2</sup> J	8	16
01740001	Nanuque	MG	-17,84	-40,38	92	13	9	19	8	8	25
01743002	Bocaiúva	MG	-17,31	-43,21	630	10	6	22	9	9	20
01744010	Lassance	MG	-17,89	-44,58	536	10	10	25	9	7	28
01841001	Vila Matias	MG	-18,57	-41,92	174	13	10	24	9	9	28

Continua...

Tabela 4 – Cont.

Código	Município	UF	Lat.(°)	Long.(°)	Alt.(m)	EN	LN	AN	DP	DN	AN
01841003	Campanário	MG	-18,24	-41,75	240	11	10	22	7	9	26
01842004	São Pedro do Suaçuí	MG	-18,36	-42,6	498	13	8	22	6	8	28
01842005	Coroaci	MG	-18,61	-42,28	530	12	10	26	9	8	30
01842007	Guanhães	MG	-18,77	-42,93	808	12	9	25	7	9	30
01843003	Diamantina	MG	-18,11	-43,52	803	9	8	21	6	8	23
01846001	Carmo do Paranaíba	MG	-19,01	-46,51	1067	12	10	26	8	8	31
01846003	Patos de Minas	MG	-18,71	-46,04	672	10	<sup>2</sup> J	11	<sup>2</sup> J	8	14
01847000	Monte Carmelo	MG	-18,72	-47,52	880	10	8	17	6	9	19
01847001	Estrela do Sul	MG	-18,74	-47,69	461	10	10	25	8	9	27
01847003	Abadia dos Dourados	MG	-18,49	-47,41	784	12	10	25	8	9	29
01848000	Monte Alegre de Minas	MG	-18,87	-48,87	730	10	<sup>2</sup> J	16	5	6	20
01941000	Ipanema	MG	-19,80	-41,71	260	13	9	27	9	9	30
01941005	Conselheiro Pena	MG	-19,06	-41,53	<sup>1</sup> J	12	10	20	7	8	26
01941006	Pocrane	MG	-19,59	-41,46	172	13	11	26	9	9	31
01942002	Bom Jesus do Galho	MG	-19,83	-42,32	505	13	9	23	8	8	28
01943000	Nova Lima	MG	-19,98	-43,85	770	13	9	25	8	8	30
01943001	Rio Piracicaba	MG	-19,92	-43,18	623	11	11	21	8	6	28
01943002	Conceição do Mato Dentro	MG	-19,02	-43,44	675	13	11	26	8	9	32
01943004	Jaboticatubas	MG	-19,52	-43,74	716	12	11	26	9	9	30
01943010	Caeté	MG	-19,90	-43,67	950	13	9	25	8	8	30
01943023	Taquaraçu de Minas	MG	-19,66	-43,69	710	12	11	26	9	9	30
01943025	Morro do Pilar	MG	-19,22	-43,37	560	12	11	26	7	9	32
01943027	São Gonçalo do Rio Abadia	MG	-19,88	-43,37	1110	12	11	27	9	9	31
01944010	Paraopeba	MG	-19,27	-44,40	733	9	7	17	5	7	21
01944011	Onça de Pitangui	MG	-19,73	-44,81	685	10	7	19	5	7	24
01945002	Serra da Saudade	MG	-19,39	-45,88	720	9	7	14	6	8	15
01946004	Ibiá	MG	-19,48	-46,54	855	11	9	20	5	7	27
01946005	Patrocínio	MG	-19,07	-46,80	870	10	8	22	7	7	25
01949004	Campina Verde	MG	-19,54	-49,48	460	10	6	21	8	7	21
02041005	Caiana	MG	-20,69	-41,92	747	7	5	20	9	<sup>2</sup> J	20
02042008	Raul Soares	MG	-20,10	-42,44	305	12	11	26	9	9	30
02042010	Abre Campo	MG	-20,30	-42,48	532	13	8	27	9	9	29
02042011	Rio Casca	MG	-20,23	-42,65	330	11	7	26	7	9	28
02043009	Acaiaca	MG	-20,36	-43,14	423	13	11	26	8	9	32
02043010	Piranga	MG	-20,69	-43,30	620	12	9	25	7	9	30
02043014	Porto Firme	MG	-20,67	-43,09	598	13	11	26	9	8	32
02044003	Carmo do Cajuru	MG	-20,19	-44,79	746	7	8	21	5	5	25
02044009	Passa Tempo	MG	-20,63	-44,43	915	10	7	19	7	8	21
02045002	Iguatama	MG	-20,18	-45,70	606	10	9	16	7	8	19
02045005	Lamounier	MG	-20,47	-45,04	738	11	10	24	8	8	28
02046001	Itaú de Minas	MG	-20,74	-46,73	808	12	10	25	9	9	28
02142002	Patrocínio do Muriaé	MG	-21,15	-42,22	177	11	9	21	6	9	25
02142006	Itamarati de Minas	MG	-21,47	-42,81	214	11	9	21	6	9	25
02143001	Guarani	MG	-21,36	-43,05	398	11	9	18	6	7	24
02143003	Desterro do Melo	MG	-21,15	-43,52	780	13	11	25	9	9	30
02143005	Antonio Carlos	MG	-21,28	-43,82	997	13	10	26	9	9	30
02143006	Barroso	MG	-21,19	-43,98	881	13	10	23	7	8	30
02143016	Juiz de Fora	MG	-21,87	-43,56	442	10	8	18	6	8	22
02144001	Bom Jardim de Minas	MG	-21,95	-44,19	1075	11	8	21	8	<sup>2</sup> J	27

Continua...

Tabela 4 – Cont.

Código	Município	UF	Lat.(°)	Long.(°)	Alt.(m)	EN	LN	AN	DP	DN	AN
02144002	Tiradentes	MG	-21,12	-44,23	956	11	10	25	8	9	28
02144004	Baependi	MG	-21,95	-44,88	880	12	10	23	7	9	28
02144007	Madre de Deus de Minas	MG	-21,49	-44,33	875	13	10	25	8	9	30
02144018	Aiuruoca	MG	-21,98	-44,60	966	13	10	24	8	9	29
02145008	Cambuquira	MG	-21,87	-45,26	843	12	9	20	8	9	23
02145017	Monsenhor Paulo	MG	-21,76	-45,54	810	11	9	22	9	8	24
02244035	Santa Rita de Jacutinga	MG	-22,15	-44,09	530	8	9	15	6	5	20
02244054	Baependi	MG	-22,12	-44,84	1150	13	10	27	9	9	31
02244057	Bocaina de Minas	MG	-22,13	-44,41	1180	11	9	26	8	9	28
02245077	Pouso Alegre	MG	-22,24	-45,93	820	12	8	23	9	6	27
B4005	Altinópolis	SP	-20,83	-47,30	720	13	11	25	9	8	31
B4032	Aramina	SP	-20,17	-47,83	570	12	10	25	8	9	30
B4035	Guará	SP	-20,42	-47,82	580	8	9	20	6	5	25
B4037	Pedregulho	SP	-20,25	-47,48	1020	11	9	22	6	8	27
B4040	Batatais	SP	-20,88	-47,62	860	11	10	21	7	5	29
B5004	Morro Agudo	SP	-20,73	-48,05	540	13	11	25	8	8	32
B5009	Olímpia	SP	-20,60	-48,98	550	12	11	24	8	9	29
B5024	Bebedouro	SP	-20,82	-48,48	540	13	9	27	9	8	31
B5035	Cajobi	SP	-20,85	-48,80	600	13	10	24	7	9	30
B6001	Icen	SP	-20,33	-49,20	430	13	10	24	7	9	30
B6003	Onda Verde	SP	-20,63	-49,33	460	12	10	26	9	9	29
B6006	Bady Bassit	SP	-20,92	-49,45	520	11	8	23	6	6	30
B6022	Bálsamo	SP	-20,73	-49,58	530	11	8	25	8	9	27
B6033	Américo de Campos	SP	-20,30	-49,77	510	9	<sup>2</sup> J	22	<sup>2</sup> J	8	25
B7012	Macedônia	SP	-20,15	-50,20	500	11	7	22	<sup>2</sup> J	9	28
B8001	Pereira Barreto	SP	-20,73	-51,13	350	12	11	26	8	8	32
C3014	Caconde	SP	-21,53	-46,63	880	13	11	26	9	9	31
C3034	Águas da Prata	SP	-21,95	-46,70	940	9	9	22	6	7	27
C3040	Mococa	SP	-21,43	-46,85	840	13	11	26	9	9	31
C4007	Cravinhos	SP	-21,37	-47,72	700	12	10	27	8	9	31
C4021	Descalvado	SP	-21,95	-47,70	840	11	10	25	6	9	30
C4033	Pirassununga	SP	-22,03	-47,42	670	11	11	23	8	9	27
C5016	Gavião Peixoto	SP	-21,85	-48,50	440	13	11	25	8	9	31
C5020	Guataporã	SP	-21,50	-48,03	500	12	10	24	8	9	28
C5024	Pontal	SP	-21,02	-48,03	500	12	9	21	9	6	26
C5040	Pitangueiras	SP	-21,05	-48,27	520	12	9	22	<sup>2</sup> J	9	29
C5050	Araraquara	SP	-21,78	-48,17	670	13	9	25	9	7	30
C5055	Itaju	SP	-21,98	-48,8	500	12	7	20	8	9	21
C5070	Monte Alto	SP	-21,27	-48,50	720	11	10	23	8	9	27
C5074	Matão	SP	-21,60	-48,35	560	13	10	25	8	9	30
C6003	Barbosa	SP	-21,27	-49,93	400	12	11	23	8	6	31
C6008	Guaiçara	SP	-21,62	-49,80	460	13	10	27	9	9	31
C6040	Itajobi	SP	-21,32	-49,05	470	11	9	23	9	7	27
C6050	Reginópolis	SP	-21,88	-49,23	380	11	10	25	8	9	28
C6071	Guaimbe	SP	-21,92	-49,90	440	11	10	27	9	9	29
C7009	Aracatuba	SP	-21,20	-50,45	390	11	10	25	7	9	29
C7011	Alto Alegre	SP	-21,58	-50,17	510	13	10	25	8	9	30
C7012	Guararapes	SP	-21,25	-50,72	390	10	7	19	<sup>2</sup> J	9	23
C7064	Luisiânia	SP	-21,70	-50,30	420	12	9	23	7	8	29

Continua...

Tabela 4 – Cont.

Código	Município	UF	Lat.(°)	Long.(°)	Alt.(m)	EN	LN	AN	DP	DN	AN
C8011	Presidente Venceslau	SP	-21,88	-51,83	400	12	<sup>2</sup> J	23	<sup>2</sup> J	9	27
C8022	Guaraçaí	SP	-21,03	-51,20	430	11	11	23	7	8	29
C8030	Flórida Paulista	SP	-21,50	-51,15	380	13	10	27	9	9	31
D1001	Bananal	SP	-22,68	-44,32	460	10	10	21	7	6	27
D1006	Cruzeiro	SP	-22,58	-44,98	540	11	8	22	7	7	26
D2020	Monterio Lobato	SP	-22,93	-45,83	680	12	9	22	5	7	30
D2065	Aparecida	SP	-22,95	-45,25	690	11	6	22	5	8	26
D2068	Pindamonhangaba	SP	-22,77	-45,52	1840	7	7	20	5	5	24
D3009	Mogi-Mirim	SP	-22,52	-46,95	590	13	11	25	8	9	31
D3015	Itapira	SP	-22,45	-46,82	660	12	11	26	8	9	31
D3024	Águas de Lindóia	SP	-22,47	-46,63	1040	13	11	26	8	9	32
D3027	Monte Alegre do Sul	SP	-22,70	-46,67	750	13	11	26	8	9	32
D3031	Amparo	SP	-22,62	-46,85	760	12	10	24	8	9	28
D4030	Leme	SP	-22,17	-47,28	600	13	11	27	9	9	32
D4033	Itapirina	SP	-22,17	-47,90	690	8	9	22	8	5	25
D4043	Corumbataí	SP	-22,22	-47,62	600	13	9	25	7	8	31
D4069	Capivari	SP	-23,00	-47,50	500	13	11	27	9	9	32
D5008	Dois Córregos	SP	-22,37	-48,38	700	12	9	27	9	8	30
D5039	Itapuí	SP	-22,32	-48,72	450	11	9	25	8	9	27
D5044	Anhembi	SP	-22,68	-48,12	560	13	10	26	8	9	31
D5053	Dourado	SP	-22,10	-48,30	690	11	9	27	9	9	28
D6022	Piratinga	SP	-22,42	-49,13	530	13	9	27	9	9	30
D6059	Presidente Alves	SP	-22,10	-49,43	580	10	8	23	7	8	26
D7012	Ibirarema	SP	-22,82	-50,07	450	10	7	24	7	9	24
D7032	Oiente	SP	-22,15	-50,08	590	12	8	22	7	9	26
D7033	Quintana	SP	-22,07	-50,30	600	13	9	26	9	9	29
D7036	Rancharia	SP	-22,22	-50,88	550	12	10	25	9	8	29
D8008	Mirante do Parapanema	SP	-22,30	-51,92	440	12	8	24	6	9	29
D8041	Martinópolis	SP	-22,25	-51,17	430	12	11	27	9	9	31
E1001	Cunha	SP	-23,08	-44,90	900	11	7	23	<sup>2</sup> J	9	28
E2008	Natividade da Serra	SP	-23,38	-45,45	720	12	10	25	7	9	30
E2034	Caçapava	SP	-23,13	-45,72	620	12	9	26	9	9	29
E2046	Caraguatatuba	SP	-23,63	-45,43	20	12	11	24	8	9	29
E3002	Guarulhos	SP	-23,42	-46,40	770	12	11	25	9	8	30
E3038	Cubatão	SP	-23,87	-46,38	5	11	10	25	8	9	28
E3047	Franco da Rocha	SP	-23,33	-46,68	740	13	10	27	9	9	31
E3054	Guararema	SP	-23,32	-46,12	600	10	<sup>2</sup> J	19	<sup>2</sup> J	6	25
E3099	Nazaré Paulista	SP	-23,18	-46,40	790	13	11	25	9	8	31
E4015	Indaiatuba	SP	-23,08	-47,22	630	11	11	22	7	7	29
E4023	Itu	SP	-23,33	-47,33	640	11	8	22	6	8	27
E4031	Alambari	SP	-23,55	-47,90	580	12	6	24	6	8	27
E4043	Mairinque	SP	-23,43	-47,25	810	11	9	27	9	9	29
E4046	Boituva	SP	-23,28	-47,67	630	11	<sup>2</sup> J	23	5	9	25
E4053	Jurumirim	SP	-23,15	-47,80	490	13	9	26	9	9	29
E5001	Conchas	SP	-23,00	-48,02	500	10	7	19	<sup>2</sup> J	6	26
E5014	Avaré	SP	-23,10	-48,92	780	13	9	24	6	9	30
E5015	Itapetinga	SP	-23,58	-48,05	650	13	9	27	9	9	30
E5023	Quadra	SP	-23,3	-48,05	620	13	10	27	9	9	31
E5045	Itapeva	SP	-23,97	-48,95	620	11	10	23	8	9	27

Continua...

Tabela 4 – Cont.

Código	Município	UF	Lat.(°)	Long.(°)	Alt.(m)	EN	LN	AN	DP	DN	AN
E5051	Buri	SP	-23,80	-48,58	580	13	8	26	9	8	30
E6010	Barão de Antonina	SP	-23,63	-49,55	610	11	7	23	5	9	27
E6021	Ipauçu	SP	-23,05	-49,62	560	10	8	22	7	8	24
E6022	Itaí	SP	-23,42	-49,10	630	11	7	24	5	9	28
F3005	Itanhaném	SP	-24,18	-46,80	3	9	7	25	7	8	25
F4005	Registro	SP	-24,50	-47,85	20	13	9	26	9	9	30
F4007	Juquiá	SP	-24,17	-47,65	40	10	7	21	<sup>2</sup> J	8	26
F4016	Pariquera-Açu	SP	-24,72	-47,88	30	12	9	27	9	9	30
F4019	Pedro Toledo	SP	-24,28	-47,23	60	11	6	23	<sup>2</sup> J	9	27
F5012	Itapeva	SP	-24,02	-48,72	670	13	8	26	9	8	30
F5028	Cajati	SP	-24,72	-48,12	50	12	9	27	9	9	30

<sup>1</sup> Informação não disponível.

<sup>2</sup> Não atendeu ao número mínimo estabelecido de eventos.

Tabela 5 – Cronologia de ocorrências das fases positiva e negativa do Dipolo do Atlântico

Dipolo Positivo do Atlântico	Dipolo Negativo do Atlântico
1996/97	1994/95
1980/81	1993/94
1979/80	1988/89
1969/70	1986/87
1958/59	1985/86
1957/58	1984/85
1955/56	1983/84
1953/54	1973/74
1952/53	1972/73

Algumas questões interessantes, a serem comentadas, referem-se primeiramente ao predomínio de ocorrências da fase positiva, durante a década de 1950, com cinco eventos. Da mesma forma foi observado na fase negativa durante a década de 1980; além disso, nessa fase a primeira ocorrência dentro do período de estudo deu-se somente no início da década de 1970.

Como forma de enriquecer esta discussão, tendo em vista que essa cronologia diverge da dos estudos realizados sobre a Região Nordeste do Brasil, os índices de desvios normalizados médios mensais no período de

outubro a março, em anos de ocorrência do Dipolo do Atlântico, estão destacados na Tabela 6, bem como os valores reduzidos em valor absoluto <0,5 ou >-0,5. Tais valores evidenciaram a afirmação de Tourre et al. (1999), referente à pequena variabilidade sazonal e amplitude da temperatura da superfície do mar (TSM) do Atlântico tropical, em relação à TSM do Pacífico equatorial.

Tabela 6 – Índices de desvios normalizados médios mensais da TSM, das bacias norte e sul do Atlântico tropical, em anos de ocorrência do Dipolo do Atlântico

PCs	Bacia do Atlântico Norte						Bacia do Atlântico Sul					
	out.	nov.	dez.	jan.	fev.	mar.	out.	nov.	dez.	jan.	fev.	mar.
52/53	0,35	<b>-0,22</b>	1,21	1,24	1,58	0,31	-0,61	-0,06	-0,37	-0,44	-1,05	-0,58
53/54	0,24	0,90	0,36	0,15	0,04	<b>-0,31</b>	<b>0,25</b>	-0,85	-1,13	-1,47	-1,48	-1,40
55/56	1,00	1,66	0,81	1,44	0,91	0,89	-0,66	-0,11	-1,20	-1,14	-1,41	-1,77
57/58	1,08	0,87	0,91	1,57	2,42	2,68	-1,40	-0,93	-0,60	-1,07	-0,28	-1,55
58/59	0,35	0,65	0,51	1,04	0,68	<b>-0,31</b>	-1,57	-1,48	0,00	-0,17	-0,16	<b>0,39</b>
69/70	0,86	1,41	1,24	1,64	1,49	1,83	-0,72	-0,27	-0,60	-1,32	-1,20	-1,02
72/73	<b>0,17</b>	-0,29	-0,62	-0,92	-0,31	-0,69	1,19	1,37	2,18	2,00	1,78	1,36
73/74	-0,96	<b>0,43</b>	-0,59	-0,85	-1,41	-1,61	1,56	1,42	0,63	0,65	0,33	0,29
79/80	0,60	0,58	0,45	1,24	1,01	0,51	<b>0,39</b>	<b>0,26</b>	-0,16	-0,37	-0,69	-0,55
80/81	0,50	0,14	0,30	1,37	0,68	1,78	-0,06	-0,16	-1,08	-0,19	-1,05	-1,35
83/84	-1,10	-0,40	<b>0,30</b>	-0,09	-0,28	-0,51	<b>-0,43</b>	0,26	1,02	1,58	1,78	1,78
84/85	-1,43	-1,91	-1,62	-1,21	-1,12	-1,41	1,70	1,08	1,04	1,18	1,37	0,62
85/86	-0,96	-0,29	-1,07	-1,55	-0,92	-0,74	0,88	0,89	0,70	0,48	1,19	1,01
86/87	-1,17	-0,65	-2,11	-1,18	-0,51	<b>0,46</b>	0,56	0,07	0,42	0,23	0,35	0,39
88/89	-0,16	-0,25	-0,74	-1,55	-1,34	-1,76	1,05	0,52	0,84	1,80	1,14	1,16
93/94	-0,05	-0,76	-0,86	-1,45	-1,47	-1,21	1,82	2,08	1,74	0,90	0,43	0,94
94/95	-0,16	-0,18	-0,71	-0,02	-0,09	<b>0,26</b>	<b>-0,12</b>	0,63	0,44	0,68	1,45	2,03
96/97	0,60	<b>-0,29</b>	0,36	0,97	0,33	<b>-0,41</b>	<b>0,42</b>	-0,01	-0,34	-1,34	-1,35	-1,37

A definição de uma periodicidade nas ocorrências de ambas as fases do Dipolo torna-se incompreensível, à medida que estudos indicam a fraca ligação da TSM do Atlântico tropical entre os dois hemisférios. Como exemplo, Mehta (1998) revelou um período de 12-13 anos como dominante ou distinto na variação da TSM do Atlântico tropical sul e a ausência de um período decadal no Atlântico tropical norte.



### 5.3. Período chuvoso

#### 5.3.1. Início do período chuvoso

Na Figura 6a-h constam os resultados referentes à classificação do início do período chuvoso (IPC) e o percentual quanto ao fato de o IPC não ser afetado pelo El Niño Oscilação Sul (ENOS) e Dipolo do Atlântico. Observou-se, durante eventos El Niño (EN), que as áreas mais afetadas restringiam-se à metade nordeste da Região Sudeste do Brasil (SEB) (Figura 6a), em especial as áreas centrais do ES e MG, onde o PC tende a tardar iniciar-se. Ressalta-se que a classificação significativa nas extensas áreas a noroeste e norte de MG são resultantes de apenas duas e uma estação pluviométrica, respectivamente. A Figura 6b vem confirmar as áreas influenciadas pelo EN, incluindo as “ilhas” observadas no Estado de SP e na serra da Mantiqueira.

Durante La Niña (LN) ocorre uma situação inversa à observada durante a fase quente do ENOS, quanto à concentração das áreas mais atingidas, ou seja, estas se localizam na metade sudoeste do SEB (Figura 6c). Nessa comparação, a exceção refere-se ao retardamento do PC. Porém, na inclusão dos valores extremos (Figura 6d), a possibilidade de o IPC ser influenciado durante LN é maior na metade nordeste do SEB. Isso indica haver maior amplitude total entre os valores extremos das séries pertinentes à forçante e nos anos neutros, ocasionando os baixos percentuais.

Quanto ao Dipolo do Atlântico, a fase positiva indica várias áreas afetadas e distribuídas pelo SEB, com tendências de um IPC precoce (Figura 6e). No Estado de SP, os resultados mostrados na Figura 6f são difusos, com muitas “ilhas” e áreas que vão de 70 a 100% de chance de o IPC não ser influenciado pela forçante climática. Considerando que nesse estado as estações estão bem distribuídas no espaço, uma conclusão baseada nos valores extremos torná-se confusa.

Já a Figura 6gh indica que o IPC durante eventos da fase negativa não é relativamente muito afetado. Do ponto de vista quantitativo, destaca-se o sudeste de SP, onde o PC tende a iniciar-se precocemente.

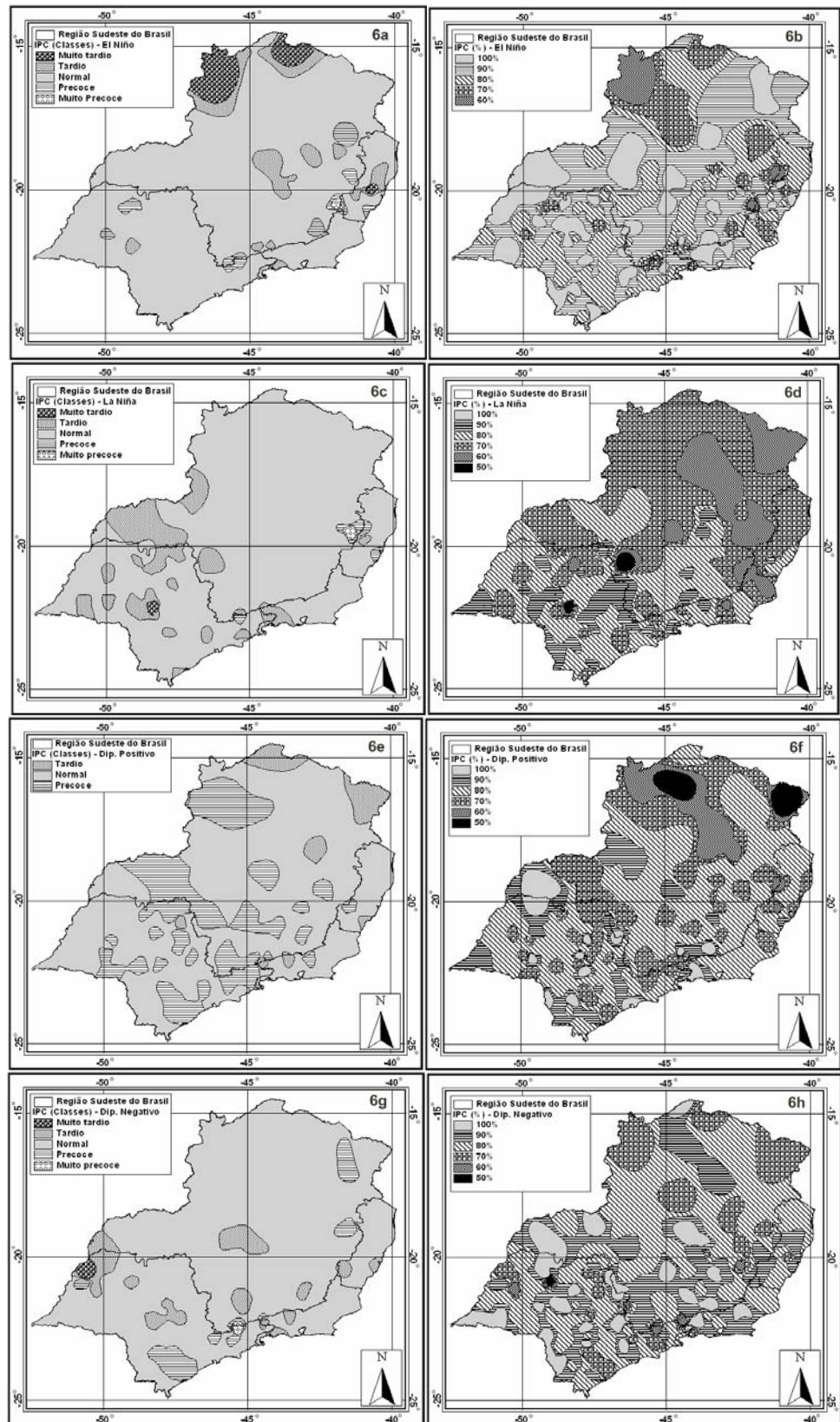


Figura 6 – Classificação e porcentual do IPC em não ser afetado pelas forçantes El Niño (6a e 6b), La Niña (6c e 6d), Dipolo Positivo do Atlântico (6e e 6f) e Dipolo Negativo do Atlântico (6g e 6h), respectivamente.

Observação interessante a ser destacada, quanto aos resultados, refere-se a uma parcela da serra da Mantiqueira influenciada durante a ocorrência de cada uma das forçantes climáticas. Nessas situações, o PC tende a iniciar-se precocemente, além de ter sempre envolvido ao menos uma estação pertencente à região pluviometricamente homogênea R4 (Figura 5).

Baseado somente nos valores médios do IPC, a fase positiva do Dipolo do Atlântico mostrou ser a forçante com maior influência.

### 5.3.2. Final do período chuvoso

Primeiramente, foram selecionadas nove áreas dispostas espacialmente com as respectivas estações (Figura 7), atendendo aos critérios estabelecidos no item 4.5. Nessa ilustração, também é destacado o comportamento da precipitação mensal das estações definidas como “referência”, demonstrando a diferença sazonal da precipitação no SEB.

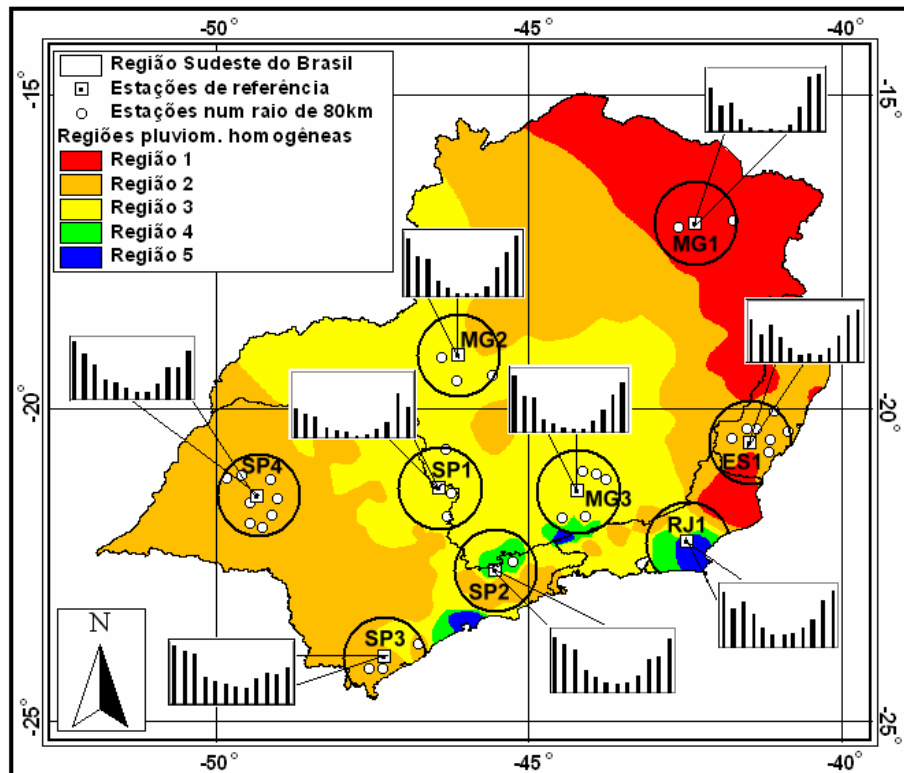


Figura 7 – Localização das áreas selecionadas do SEB, com as respectivas estações e simbologias utilizadas no estudo.

As classificações do final do período chuvoso (FPC) em ocorrências do EN e baseadas na técnica dos quantis estão destacadas na Tabela 7. Alguns resultados relevantes podem ser apontados, como exemplo o forte evento EN de 1982/83, quando, em todas as áreas, o PC tardou em terminar. Em contrapartida, no evento de 1977/78 ocorreu o oposto, salvo as duas áreas localizadas na metade nordeste do SEB, a MG1 e ES1. Outro ponto a ser destacado refere-se aos resultados num contexto geral, dos primeiros quatro eventos em que o PC acabou precocemente, enquanto nos últimos quatro El Niños o PC acabou tardiamente. Dentre a cronologia do evento, têm-se duas situações de “duplo” El Niño, sendo 1986/87-1987/88 e 1991/92-1992/93. Nessas situações, houve, respectivamente, FPC precoce e tardio, nas áreas MG2, MG3 e SP1, ou seja, todas localizadas na faixa central do SEB e pertencentes à mesma região pluviometricamente homogênea. Diante das observações realizadas, deduz-se que a forçante climática não exerce influência única nessas áreas.

Tabela 7 – Classificações do FPC em cada evento El Niño, nas áreas selecionadas do SEB

	51/52	57/58	65/66	69/70	72/73	77/78	82/83	86/87	87/88	91/92	92/93	94/95	97/98
MG1	N	MP	N	MP	T	N	MT	N	T	MT	MP	MT	N
MG2	N	N	P	P	N	MP	MT	P	MP	MT	T	MT	T
MG3	N	T	MP	P	MT	MP	T	P	MP	MT	MT	N	N
ES1	MP	P	N	P	MT	N	T	T	P	N	N	T	T
RJ1	N	P	MP	N	N	MP	MT	P	*	MP	MT	N	N
SP1	N	T	N	N	P	MP	MT	MP	MP	MT	MT	MT	T
SP2	MP	N	N	P	N	P	MT	MP	MP	N	*	P	MT
SP3	MP	MT	MP	N	N	MP	MT	MT	MP	MT	P	N	T
SP4	N	MP	MP	N	P	MP	MT	T	MP	MT	P	T	MT

Em situações de La Niña, destaca-se o duplo evento 1949/50 e 1950/51, em que o PC se prolongou na maioria das áreas (Tabela 8). Com a mesma característica, o evento de 1973/74 pode ser citado, exceto a área RJ1, com característica contrária. Considerado um dos mais fortes LN, o de 1988/89 foi o evento que menos influenciou o FPC. Na análise por áreas, os resultados indicaram que o PC tende a se prolongar na área SP2, pois, dos nove períodos analisados, cinco foram classificados como “tardio” ou “muito tardio” e os

demais como “normal”. Para a área ES1, é notável destacar que, nos cinco primeiros eventos, o PC adiou o seu término, ocorrendo o oposto nos eventos restantes, mesmo que de forma não muito significativa em relação ao primeiro comportamento.

Tabela 8 – Classificações do FPC para cada evento La Niña, nas áreas selecionadas do SEB

	49/50	50/51	54/55	55/56	64/65	70/71	73/74	75/76	88/89	98/99	99/00
MG1	T	P	MP	N	P	P	T	MP	N	N	MT
MG2	T	N	N	N	P	P	MT	T	MP	N	N
MG3	N	T	N	T	P	T	N	MT	N	P	*
ES1	T	T	MT	N	MT	P	N	P	N	P	N
RJ1	*	MT	MP	T	N	T	MP	T	*	MT	*
SP1	MT	N	MP	MT	P	MT	T	P	N	N	P
SP2	MT	MT	*	*	N	T	T	MT	N	N	N
SP3	*	*	MP	P	T	P	T	MT	N	T	P
SP4	T	T	T	N	N	P	T	N	T	P	N

Quanto à fase positiva do Dipolo do Atlântico, no contexto geral nota-se uma característica marcante nos eventos 1953/54, 1958/59, 1969/70 e 1979/80, em que o PC terminou precocemente, salvo algumas áreas classificadas como “normal” e apenas a MG3, no evento de 1979/80, classificada como “muito tardia”. O evento 1952/53 foi o único a apresentar comportamento de FPC “tardio”. As classificações obtidas na área SP4 evidenciaram que o PC tende a um término precoce durante os eventos do Dipolo Positivo (Tabela 9).

Tabela 9 – Classificações do FPC em cada evento do Dipolo Positivo do Atlântico, nas áreas selecionadas do SEB

	52/53	53/54	55/56	57/58	58/59	69/70	79/80	80/81	96/97
MG1	N	MP	N	MP	N	MP	P	MT	T
MG2	MT	MP	N	N	P	P	MP	N	T
MG3	T	N	T	T	N	P	MT	P	MP
ES1	T	MP	N	P	N	P	N	MT	T
RJ1	T	N	T	P	P	N	N	T	P
SP1	MT	MP	MT	T	N	N	MP	P	P
SP2	*	*	*	N	P	P	P	T	MP
SP3	T	P	P	MT	P	N	MP	N	N
SP4	T	P	N	MP	N	N	MP	MP	MP

Igualmente, na fase negativa também se observam eventos com características marcantes no FPC, como os de 1973/74, 1984/85, 1993/94 e 1994/95, no qual o PC se prolongou. Já no evento de 1985/86 o comportamento foi oposto. Porém, ao contrário dos resultados encontrados para o IPC, a fase negativa apresentou valores mais significativos dentre as forçantes climáticas. Assim, percebeu-se a tendência do PC em tardar o término nas áreas MG1, ES1, SP3 e SP4, havendo comportamento oposto em RJ1 (Tabela 10).

Tabela 10 – Classificações do FPC em cada evento do Dipolo Negativo do Atlântico, nas áreas selecionadas do SEB

	72/73	73/74	83/84	84/85	85/86	86/87	88/89	93/94	94/95
MG1	T	T	MT	T	P	N	N	T	MT
MG2	N	MT	P	MT	P	P	MP	N	MT
MG3	MT	N	P	MT	P	P	N	N	N
ES1	MT	N	T	N	MP	T	N	MT	T
RJ1	N	MP	P	MT	MP	P	*	N	N
SP1	P	T	P	T	N	MP	N	T	MT
SP2	N	T	MT	*	MP	MP	N	MT	P
SP3	N	T	T	T	MT	MT	N	N	N
SP4	P	T	T	MT	N	T	T	MT	T

É interessante destacar uma relação entre os resultados encontrados nas áreas MG1 e SP4, em eventos do Dipolo do Atlântico, ou seja, essas áreas apresentaram comportamentos significativos, mas com características contrárias entre as forçantes. Enquanto na fase positiva o PC tendeu a terminar precocemente, mesmo que na MG1 esse comportamento não fosse relativamente muito marcante, na fase negativa observou-se tendência oposta. Assim, a localização e a tendência de ambas as áreas dificultam uma analogia quanto à influência dos eventos climáticos em sistemas sinóticos que, por sua vez, ocasionariam tais comportamentos.

### 5.3.3. Transição entre períodos chuvoso e seco

Dentre as Regressões Lineares de 2º Grau das áreas destacadas na Figura 7, apresentam-se, na Tabela 11, somente as informações pertinentes às áreas com correlações com 5% de significância, bem como o coeficiente de determinação, o valor-P e os modelos gerados, com o intuito de prever as precipitações dos bimestres março/abril ( $P_{m/a}$ ) e, ou, abril/maio ( $P_{a/m}$ ), baseadas nas precipitações de fevereiro ( $P_{fev}$ ) e, ou, março ( $P_{mar}$ ), respectivamente, durante ocorrências de determinada forçante climática.

Tabela 11 – Áreas do SEB correlacionadas, significativamente, com os respectivos modelos de previsão da precipitação bimestral para determinadas forçantes climáticas

Áreas	Fenômeno	R <sup>2</sup>	Valor-P	Modelo
MG1	Dipolo Negativo	0,73	0,01963	$P_{m/a}=344,22-10,52.P_{fev}+0,106.P_{fev}^2 \pm 50,1$
SP1	Dipolo Positivo	0,75	0,01636	$P_{a/m}=-328,34+7,2.P_{mar}-0,024.P_{mar}^2 \pm 38$
SP2	La Niña	0,92	0,00004	$P_{a/m}=678,8-3,9.P_{mar}+0,007.P_{mar}^2 \pm 79,1$
SP2	Dipolo Positivo	0,91	0,00064	$P_{a/m}=317,04-1,66.P_{mar}+0,004.P_{mar}^2 \pm 91,3$
SP2	Dipolo Negativo	0,68	0,03226	$P_{a/m}=1014,1-5,64.P_{mar}+0,01.P_{mar}^2 \pm 65,74$
SP4	La Niña	0,59	0,02798	$P_{a/m}=416,9-3,27.P_{mar}+0,008.P_{mar}^2 \pm 51,4$

Apenas na área MG1 houve correlação significativa entre as precipitações de fevereiro com a do bimestre março/abril. Enquanto na área SP2 a precipitação de março se correlacionou significativamente com a precipitação do bimestre abril/maio, durante o LN e em ambas as fases do Dipolo do Atlântico.

Esses e outros resultados apresentados até o momento, quanto ao comportamento do PC em ocorrências dos eventos climáticos, permitem definir características de algumas áreas do SEB. Como exemplo, na área SP2, em que mais precisamente se resume a região pluviometricamente homogênea R4 em eventos La Niña, o PC tende a durar mais do que a média, tendo em vista o seu início precoce (Figura 6cd) e final tardio (Tabela 8), além da relação encontrada na transição entre o período chuvoso e o seco (Tabela 11). Em situações da fase positiva do Dipolo do Atlântico, o PC inicia-se e termina

precocemente na área SP2, ou seja, supõe-se que a duração do PC seja a mesma que a média, mas com extremos diferentes.

Os gráficos de tendência e respectivas regiões de 95% de previsão para as áreas destacadas na Tabela 11 estão ilustrados na Figura 8 (a-f). O comportamento observado nas duas situações de Dipolo Negativo (áreas MG1 e SP2) foi semelhante, mesmo que o período em questão tenha leve diferença. Porém, o diferencial expressivo foi notado entre as áreas SP1 e SP2, durante ocorrências da fase positiva do Dipolo do Atlântico, em que os comportamentos das linhas de regressão foram opostos.

#### **5.3.4. Precipitação mensal durante o período chuvoso**

O comportamento mensal da precipitação de setembro a março, durante os anos de EN, pode ser observado na Figura 9a-g. Nos dois primeiros meses (Figura 9ab), não houve indicativos significativos de anomalias, e isso provavelmente reflete nos resultados encontrados, quanto à possível influência do evento no IPC (Figura 6ab). Apenas a leste de MG e grande porção do ES, observou-se tendência de seca em outubro, mas não se confirmou no mês seguinte (Figura 9c). Em compensação, no mês de novembro foi notável o comportamento da precipitação na metade sudoeste do Estado de SP, com anomalias positivas. Porém, nos dois meses seguintes (Figura 9de) o panorama não mostra nenhuma área com anomalia de precipitação expressiva. Já em fevereiro (Figura 9f), no centro-oeste mineiro e no norte de SP, a precipitação voltou a apresentar índices positivos, característica essa contrária à observada na metade sul do ES. Em março (Figura 9g), somente o sul do RJ mostrou anomalia significativa, em que a chuva tende a ficar abaixo da média em anos EN. Mas é importante destacar que a área classificada como “seca” é devida apenas a uma estação, ou seja, numa análise geral, a região SEB, no mês de março, praticamente ficou isenta de algum efeito da fase quente do ENOS. Um sustento para tal afirmação é baseada nos resultados do FPC (Tabela 7).



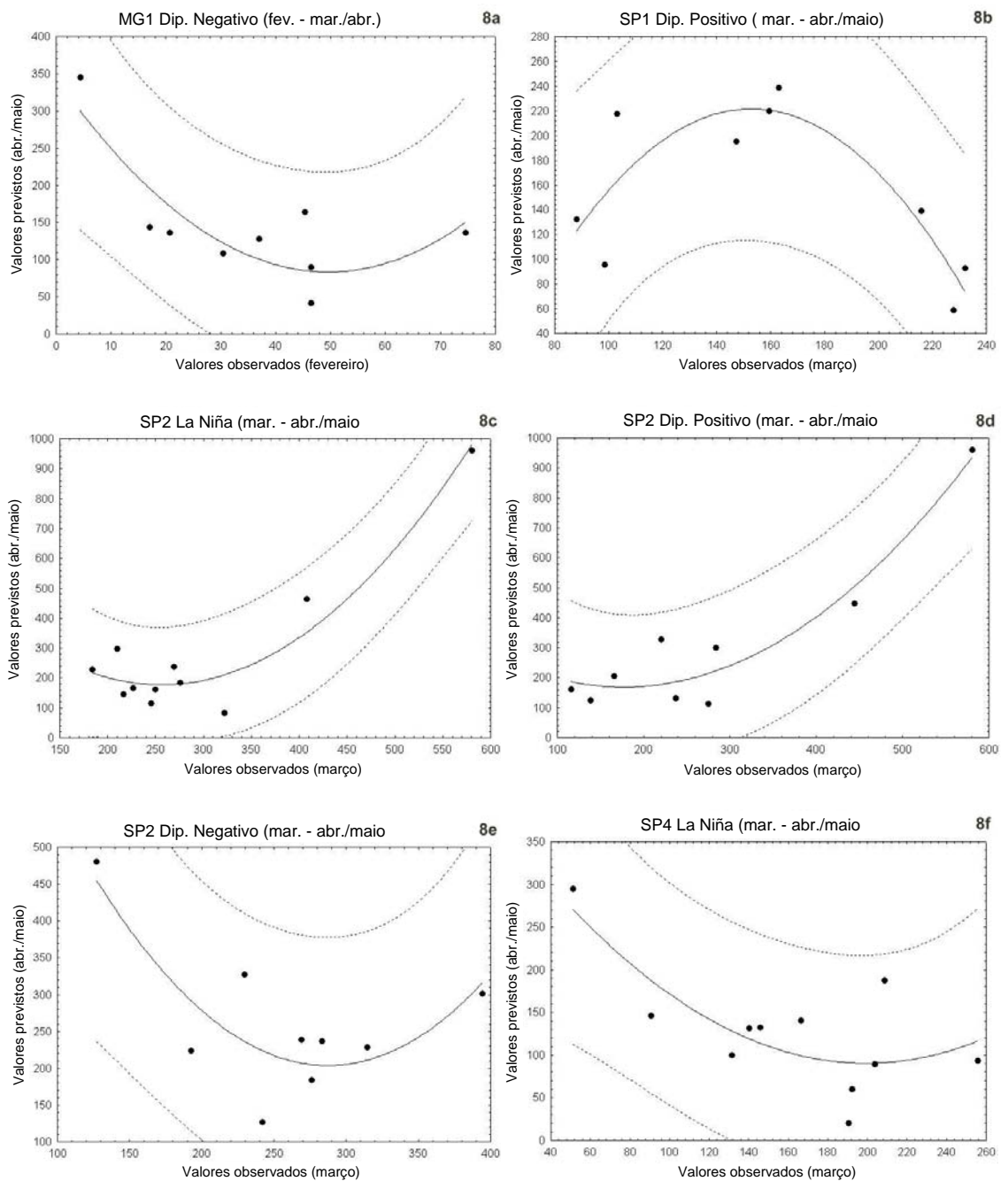


Figura 8 – Gráficos de tendência e respectivas regiões de 95% de previsão para a precipitação bimestral, com base nos resultados da Tabela 10, nas áreas MG1 (8a), SP1 (8b) e SP2, nas forçantes La Niña (8c), Dipolo Positivo (8d), Dipolo Negativo (8e) e SP4 (8f).

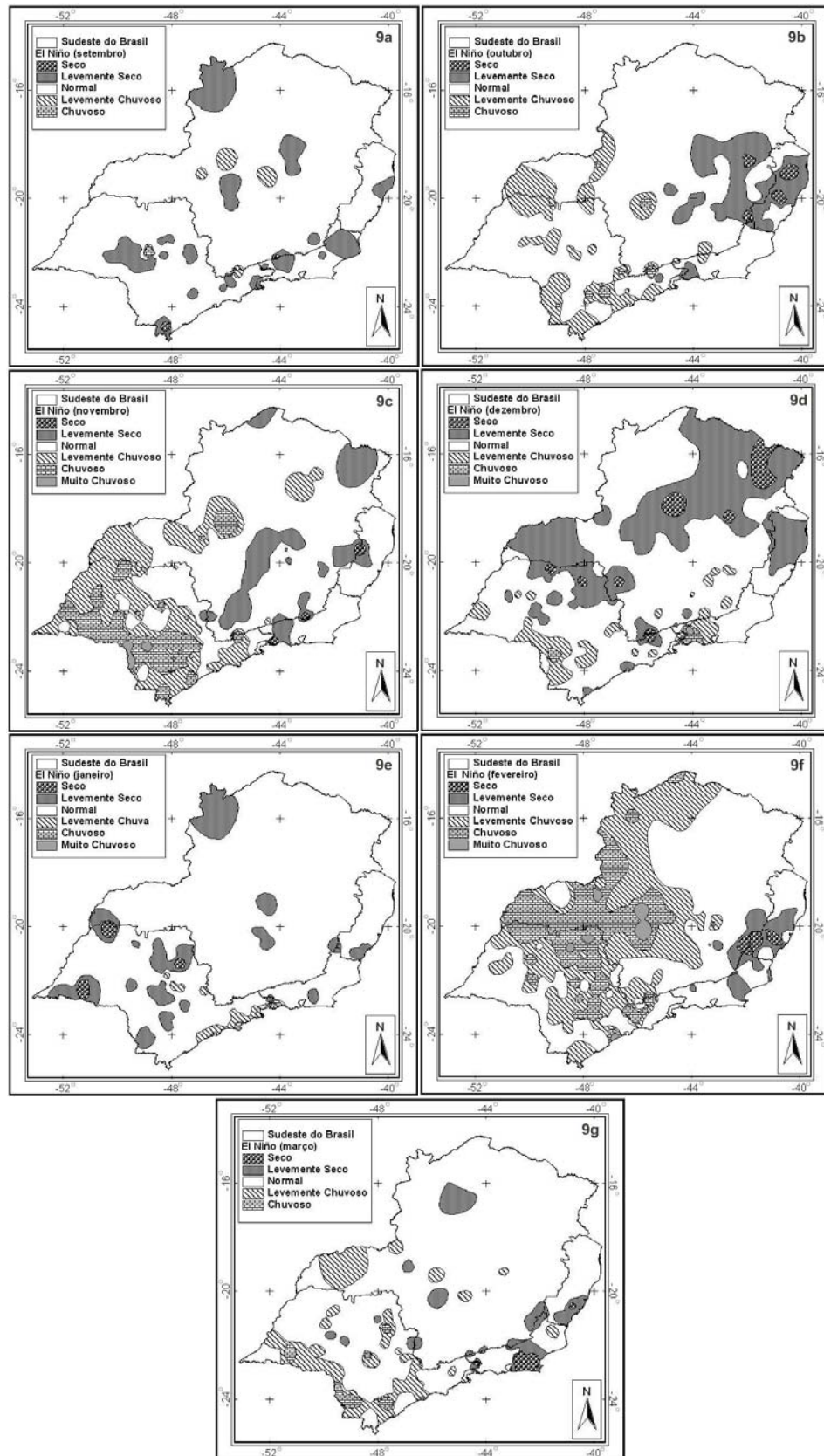


Figura 9 – Classificação mensal da precipitação em anos do El Niño, nos meses de setembro (9a), outubro (9b), novembro (9c), dezembro (9d), janeiro (9e), fevereiro (9f) e março (9g).

Quanto ao comportamento da precipitação durante ocorrências do La Niña, de imediato notou-se uma situação relevante no mês de setembro (Figura 10a), quando houve tendência de estiagem em praticamente toda a região SEB, principalmente nos Estados de MG e RJ. As raras exceções de normalidade foram nas regiões litorâneas de SP e ES. Esse comportamento, somado aos apresentados nas Figuras 6cd, indicou que o PC dificilmente irá iniciar em setembro, mas sim em outubro, tendo em vista as precipitações acima da média observadas durante o La Niña (Figura 10b).

Numa análise mais sucinta, esse comportamento foi visível na metade nordeste do SEB, salvo áreas localizadas ao norte e nordeste de MG e norte do ES. Pois é justamente nessas regiões de MG que ocorreram os únicos índices positivos de precipitação notados no mês de novembro (Figura 10c), como se houvesse uma mudança de posição de determinado sistema sinótico em direção ao nordeste, como exemplo a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Nos três meses seguintes, observou-se uma configuração de características contrárias no SEB, com seca na metade nordeste e chuvosa na metade sudoeste, mesmo que nesta a abrangência não seja muito marcante. Todavia, quanto à região atingida por estiagem, a caracterização começa em dezembro (Figura 10d), atingindo o ápice em janeiro (Figura 10e) e diminuindo em fevereiro (Figura 10f). Uma explicação para tal comportamento pode ser fundamentada no posicionamento do Vórtice Ciclônico de Ar Superior (VCAS) ou da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS).

Em suma, a atuação desses sistemas sinóticos sobre o SEB inibiria a ocorrência de chuvas frontais na região central de atuação, ocorrendo o oposto na região periférica ou impendendo a progressão para latitudes menores das frentes frias que, no caso, atingiriam somente o Estado de SP e seriam deslocadas para o oceano Atlântico ou, no entanto, resultando na formação da ZCAS. Na possibilidade de ocorrência da ASAS, estaria caracterizada uma situação de bloqueio anticiclônico.

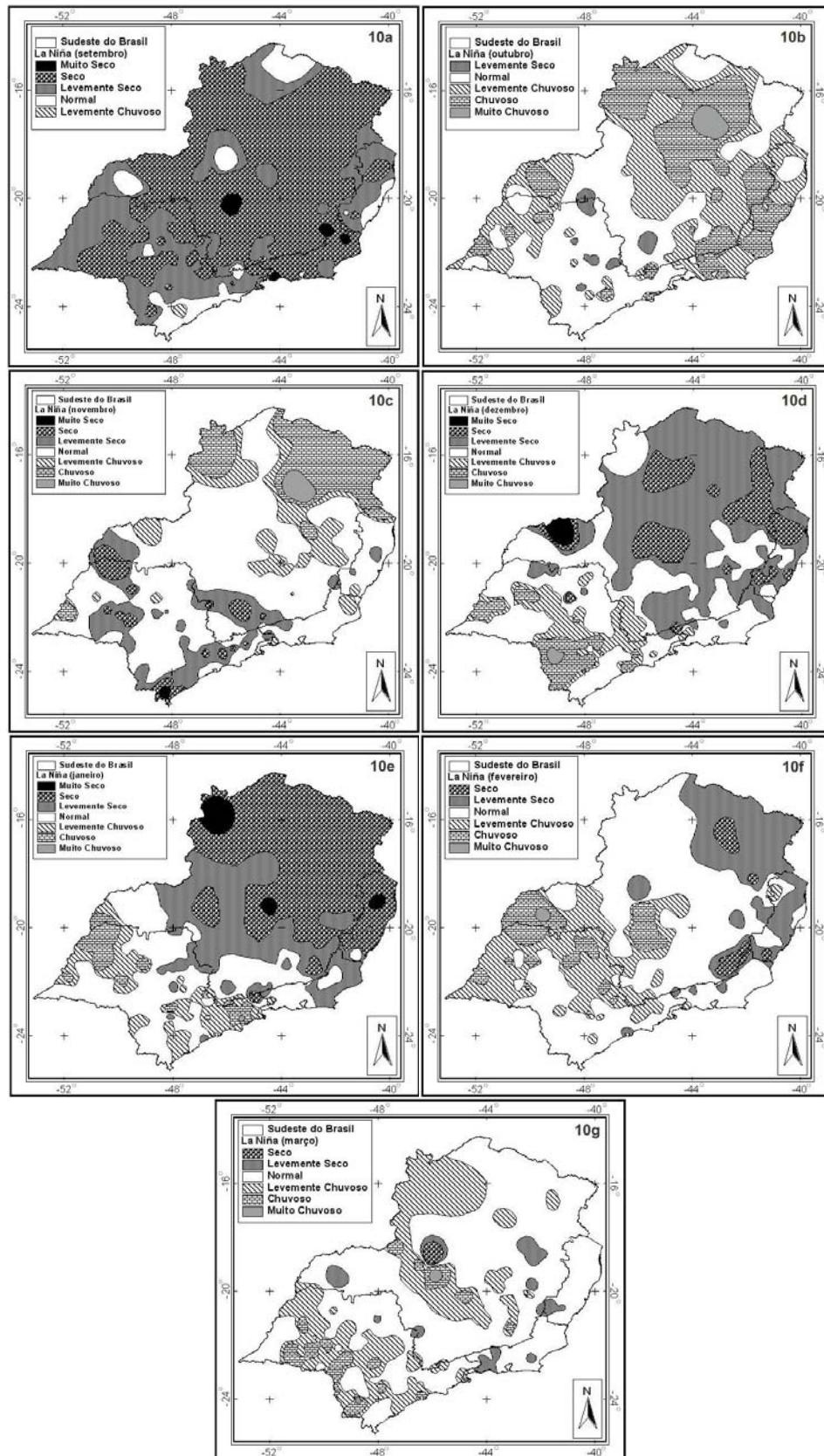


Figura 10 – Classificação mensal da precipitação em anos do La Niña, nos meses de setembro (10a), outubro (10b), novembro (10c), dezembro (10d), janeiro (10e), fevereiro (10f) e março (10g).

Finalmente, no mês de março (Figura 10g) apenas sobre a metade sul de SP o comportamento da precipitação se manteve em relação à dos últimos três meses, sendo coerente com o achado por Coelho e Ambrizzi (2000). Enquanto nas demais regiões do SEB, num contexto geral, houve normalidade. Em suma, as anomalias foram mais visíveis na metade nordeste da região SEB, com estiagem em setembro, dezembro e janeiro e chuvoso em outubro. Na porção oposta do SEB, salvo o mês de setembro, observaram-se chuvas acima da média de dezembro a março, porém pouco configurado no espaço.

A Figura 11a-g ilustra o comportamento da precipitação mensal durante o PC, em anos de ocorrência da fase positiva do Dipolo do Atlântico. Em setembro, já se observou uma característica marcante, em que as chuvas ficaram acima da média em grande parte do SEB, principalmente em SP (Figura 11a). Esses resultados são coerentes com os achados para o IPC, em que se verificou, em grande parte da região SEB, que o PC tende a iniciar-se precocemente durante a ocorrência da forçante. Isso indica que o PC pode se iniciar em setembro. Tal afirmação somente não ganha mais ênfase, pois no mês de outubro (Figura 11b) o comportamento se inverteu, mesmo que de forma não muito significativa, salvo o centro-leste de Minas Gerais.

Em novembro, observou-se uma situação de normalidade (Figura 11c), enquanto em dezembro se tem, na metade leste da região SEB, uma tendência a anomalias positivas e negativas no centro-sul paulista (Figura 11d). Nessa região de SP ocorreu uma inversão no comportamento da precipitação no mês seguinte (Figura 11e). Além disso, no RJ e sudeste de MG houve um resultado interessante: praticamente toda a área foi classificada como “muito seca”, com exceção de uma pequena área no RJ, com comportamento oposto. É notável destacar que o resultado dessa área classificada como “chuvosa” é devido a apenas uma estação, que por sua vez é a única representativa da região pluviometricamente homogênea R5. Em fevereiro, a estiagem se “dispersou” sobre MG e algumas áreas de SP (Figura 11f). Já em março essa tendência abrangeu praticamente e somente o Estado de São Paulo (Figura 11g).

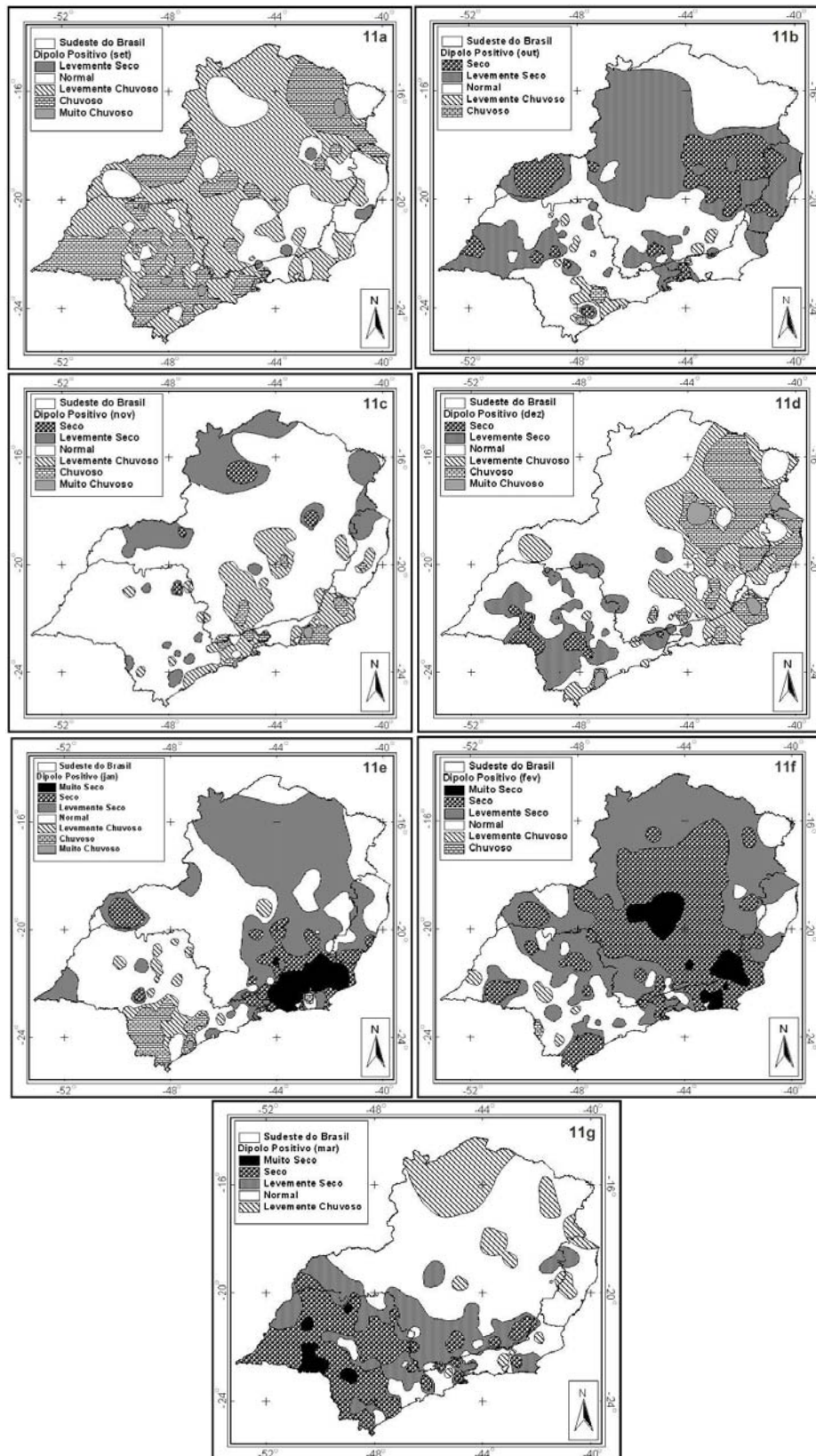


Figura 11 – Classificação mensal da precipitação em anos do Dipolo Positivo do Atlântico tropical, nos meses de setembro (11a), outubro (11b), novembro (11c), dezembro (11d), janeiro (11e), fevereiro (11f) e março (11g).

O comportamento relevante e a seqüência observada nos últimos três meses do PC, da forma como envolveu as áreas do SEB, torna não conclusiva o possível efeito do Dipolo Positivo do Atlântico em algum sistema meteorológico. Porém, com o auxílio da Tabela 9 e das características na precipitação registradas de janeiro a março, pode-se inferir que houve grande possibilidade de o PC terminar precocemente no Estado de São Paulo, principalmente no centro-oeste.

Assim como observado no mês de setembro, em situações do Dipolo Positivo, durante a fase negativa, a precipitação acima da média também abrangeu parte de SP, em especial a metade sudeste paulista (Figura 12a). Justamente, essa região foi a única a mostrar resultados significativos quanto à classificação do IPC, com tendência precoce (Figura 6g).

Em outubro, a situação se inverteu em termos de comportamento da precipitação, pois a área atingida continuou ocorrendo em SP, mais especificamente nas regiões litorânea e oeste daquele estado (Figura 12b). A mesma qualificação foi observada no ES, no mês de novembro, sendo a única área com anormalidade significativa (Figura 12c). Enquanto em dezembro a precipitação voltou a adquirir porcentuais positivos numa faixa que se estendeu do centro-sul de SP até o ES, sendo igualmente influente no centro-sul do Rio de Janeiro (Figura 12d).

Durante o mês de janeiro (Figura 12e), a precipitação tendeu a valores abaixo da média, em grande parte de MG, o que veio a se confirmar no mês seguinte, inclusive no ES (Figura 12f). Há de se destacar que essa área e o respectivo comportamento observado da precipitação também foram notado durante as ocorrências do Dipolo Positivo, no mês de fevereiro (Figura 11f). Abruptamente, o comportamento da precipitação é alterado em março, na metade nordeste do SEB (Figura 12g). Esse achado sustenta o resultado encontrado na área MG1, onde o término do PC tendeu a prolongar-se (Tabela 10); inclusive, nessa área houve correlação significativa na precipitação de fevereiro com a do bimestre março/abril (Tabela 11). Assim, pela tendência da linha de regressão (Figura 8a) e os comportamentos da precipitação observados em fevereiro e março, pode-se concluir que, realmente, à medida que a precipitação de fevereiro diminui a valores inferiores a 50 mm, ao menos a precipitação de março aumentará. Pois, quanto à contribuição da quantidade pluvial de abril, também houve a necessidade de realizar estudo, classificando o comportamento dessa precipitação.

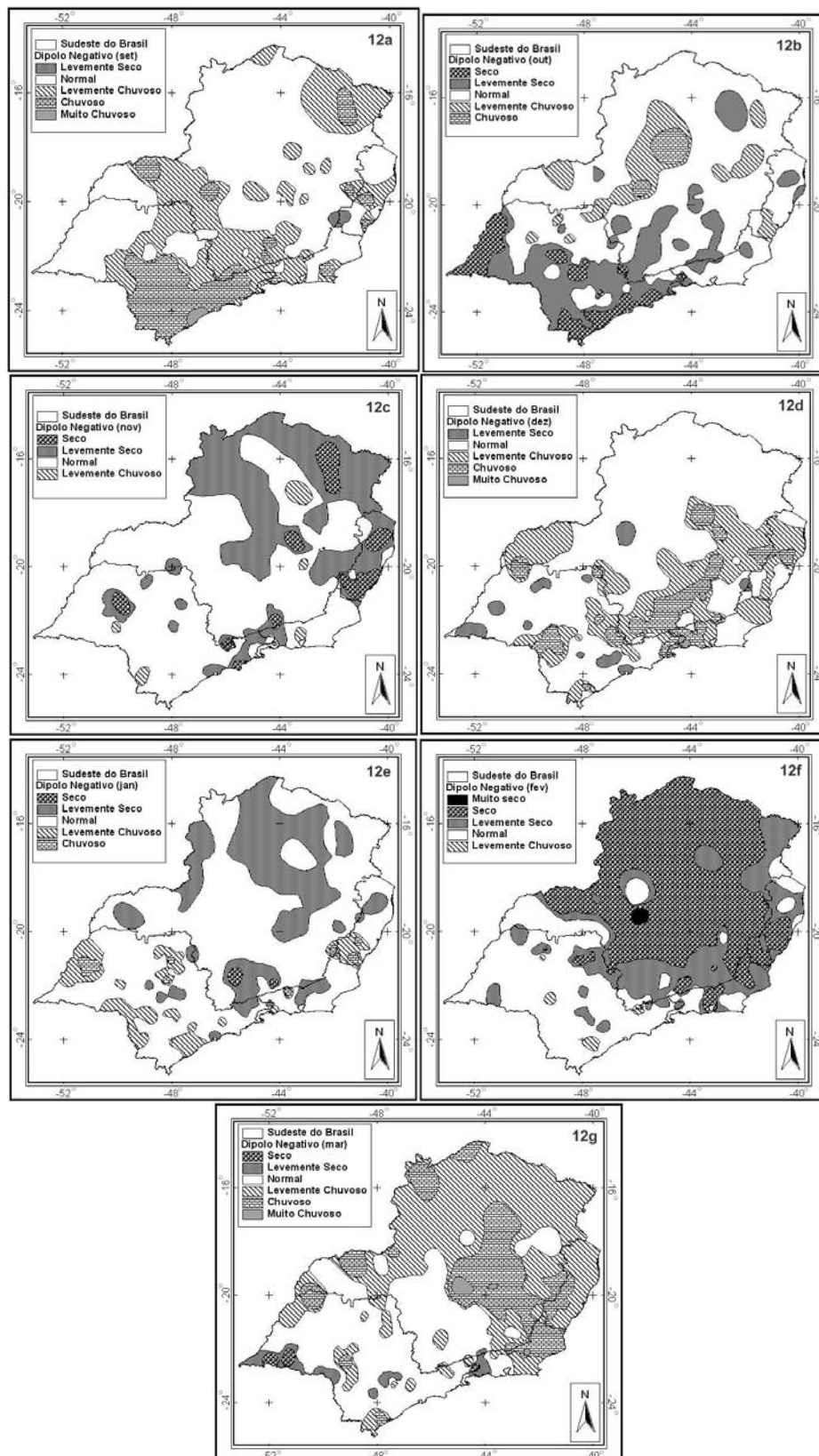


Figura 12 – Classificação mensal da precipitação em anos do Dipolo Negativo do Atlântico tropical, nos meses de setembro (12a), outubro (12b), novembro (12c), dezembro (12d), janeiro (12e), fevereiro (12f) e março (12g).



Resumindo, na fase negativa do Dipolo do Atlântico, em SP, mais especificamente no centro-sul paulista, somente houve anomalia de precipitação em setembro, com tendência positiva. Enquanto nos demais estados do SEB apenas no final do PC foram observadas anomalias, sendo negativas em fevereiro e positivas em março.

Numa análise comparativa entre os resultados das forçantes climáticas, a precipitação mensal, em anos El Niño, mostrou as maiores normalidades; mesmo assim, nos meses que contrariam essa afirmação as anomalias não abrangeram extensas áreas. Em anos LN, houve predomínio de seca na metade nordeste do SEB e chuvoso na metade sudoeste. Durante as ocorrências de ambas as fases do Dipolo do Atlântico, em setembro foram observadas chuvas acima da média em MG, ES e RJ, evidenciando um possível início precoce do PC. Comportamento contrário foi verificado em fevereiro, nos citados estados. Diante das características mais notáveis, apresentadas em anos de ocorrência de cada evento climático, de forma sintetizada destacaram-se os meses de setembro, janeiro, fevereiro e março, como os mais influenciados.

### **5.3.5. Precipitação trimestral durante o período chuvoso**

O comportamento dos cinco trimestres envolvidos dentro do PC, durante as ocorrências do EN, são ilustrados na Figura 13a-e. Nos trimestres setembro/novembro (Figura 13a), outubro/dezembro (Figura 13b) e novembro/janeiro (Figura 13c) foram observadas duas tendências em extremos da região SEB, sendo de precipitação acima da média no centro-sul paulista e abaixo da média no norte e nordeste de MG coerentes com os comportamentos observados nas Regiões Sul e Nordeste do Brasil (ROPELEWSKI; HALPERT, 1987; DIAZ et al., 1998; GRIMM et al., 1998; GRIMM, 2002), respectivamente. Já, nos trimestres dezembro/fevereiro e janeiro/março, a existência de algumas “ilhas” de anomalias significativas nas regiões citadas anteriormente e com as mesmas características indicaram aparente dissipação do efeito do EN. Os resultados nos três primeiros trimestres provavelmente se devem ao comportamento da precipitação observado no mês de novembro (Figura 9c), tendo em vista que, nos demais meses inseridos nos referidos trimestres, não houve porcentuais positivos significativos em São Paulo.

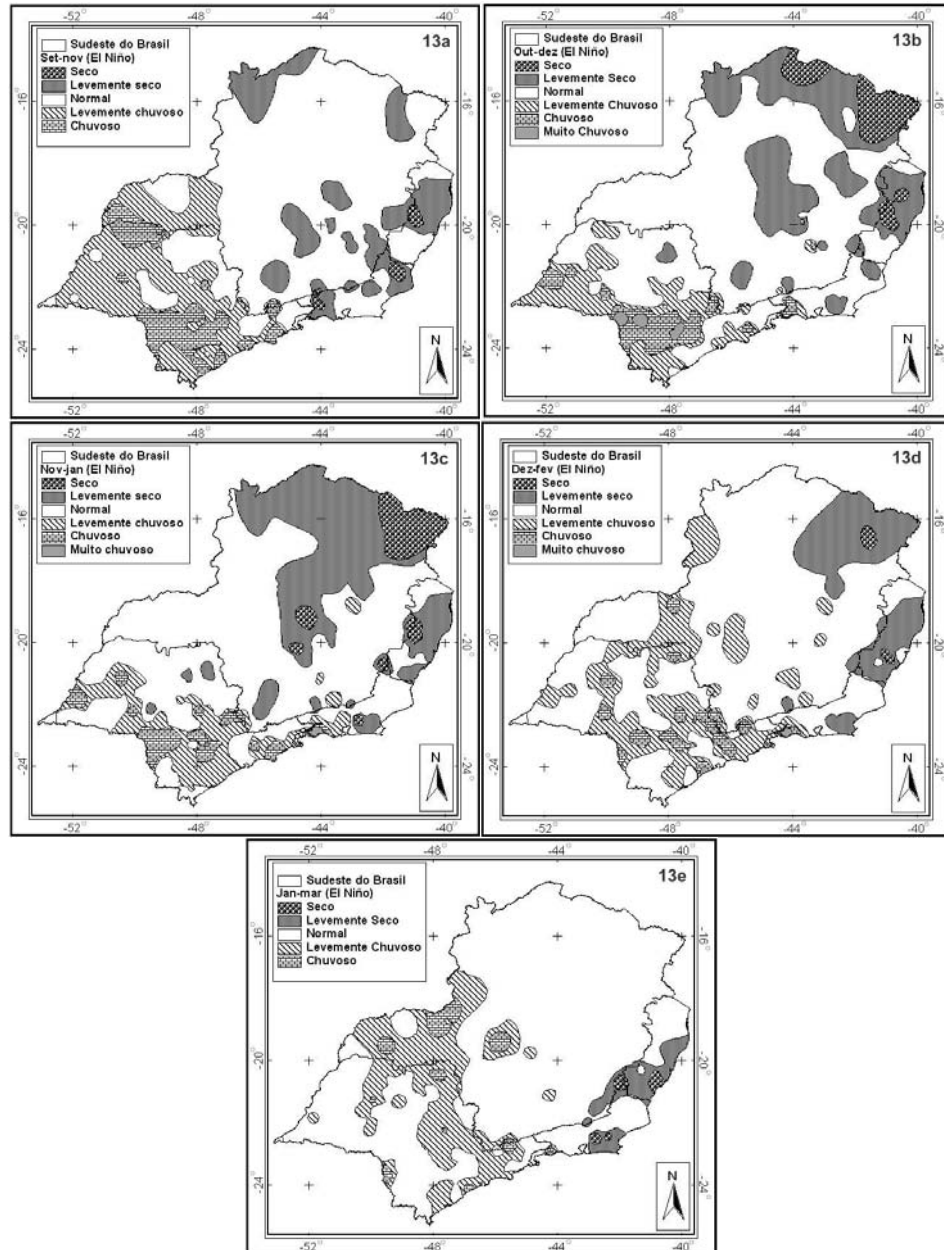


Figura 13 – Classificação trimestral da precipitação em anos do El Niño, nos trimestres setembro/novembro (13a), outubro/dezembro (13b), novembro/janeiro (13c), dezembro/fevereiro (13d) e janeiro/março (13e).

No comportamento da precipitação durante o primeiro trimestre do PC, em ocorrências do LN é notável destacar os extremos norte e sul de MG, com chuvas acima e abaixo da média, respectivamente (Figura 14a). No trimestre seguinte, a abrangência espacial nas citadas áreas mineiras diminuiu (Figura 14b); porém, no centro-sul de SP, começou a manifestar-se tendência chuvosa, adquirindo maior espaçamento nos trimestres novembro/janeiro (Figura 14c) e dezembro/fevereiro (Figura 14d). Igualmente ocorreu em grande parte de MG e em todo o estado capixaba um panorama de forte estiagem, principalmente em dezembro/fevereiro, sendo a divisa entre MG e SP o marco dessa divergência de tendências que permanece durante o trimestre janeiro/março, mas de forma que subentendesse estar perdendo as devidas características (Figura 14e). Fazendo uma analogia entre os resultados trimestrais e mensais, percebeu-se que, em dadas situações, um exame em grande escala temporal pode ocultar valores significativos num espaço de tempo menor, a exemplo de novembro (Figura 10c), quando na metade norte de MG foram vistas áreas com percentuais positivos, não sendo perceptível nos valores indicados para o trimestre novembro/janeiro (Figura 14c).

Os primeiros trimestres do PC durante eventos do Dipolo Positivo, ou seja, setembro/novembro (Figura 15a) e outubro/dezembro (Figura 15b), mostram anomalias expressivas de precipitação acima da média somente no litoral norte de SP e grande parte do RJ, respectivamente. Os resultados expressivos de estiagem, observados na análise mensal de janeiro a março (Figura 11e-g), começaram a ser notados a partir do trimestre novembro/janeiro (Figura 15c), mais especificamente no RJ. Assim como a configuração tomou forma por meio da análise mensal, igualmente foi observado no trimestre dezembro/fevereiro (Figura 15d), em que a estiagem começou a “dissipar-se” por MG e, na seqüência, pelo Estado de SP (Figura 15e), sendo esse o comportamento mais percebido nesse último trimestre (janeiro/março).

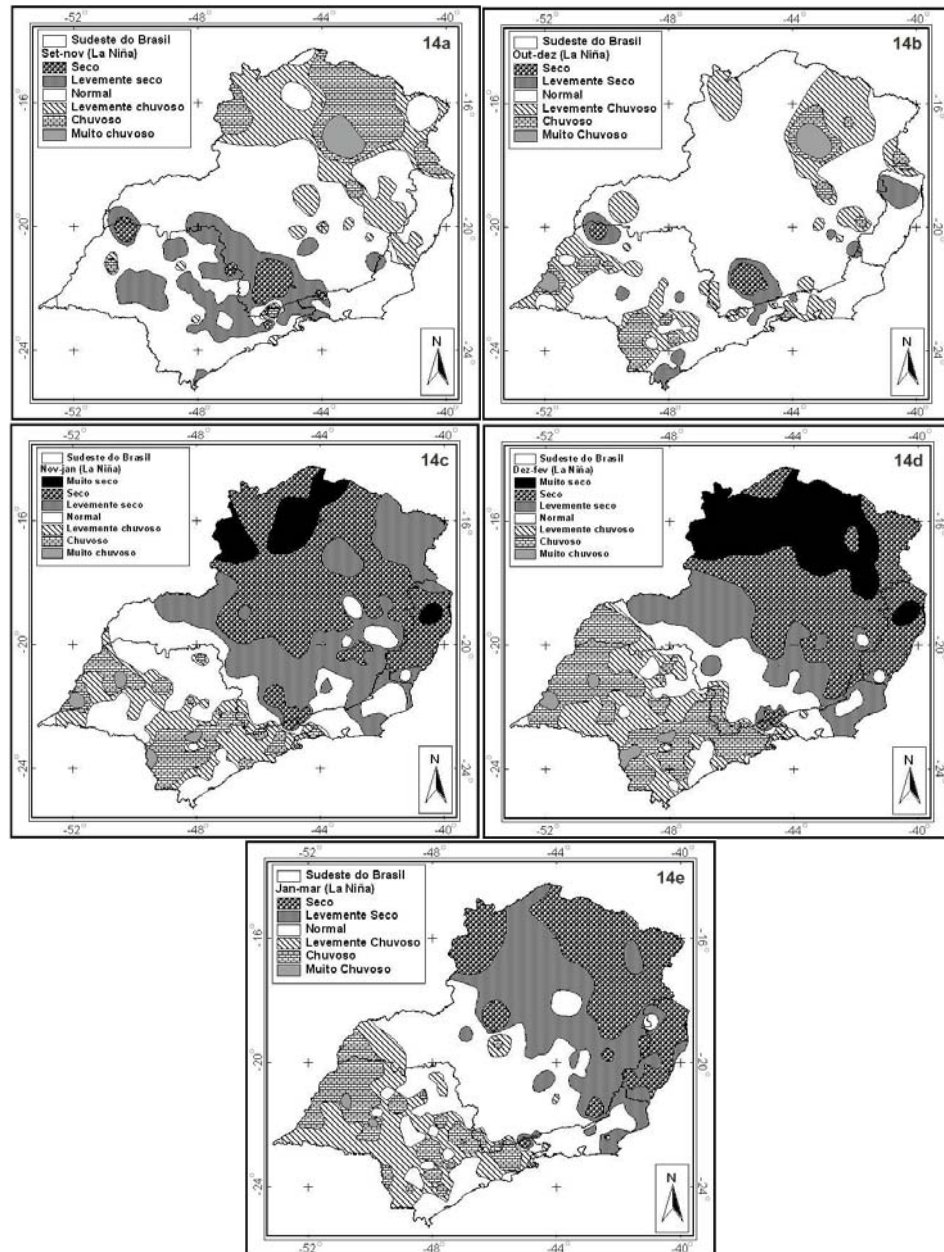


Figura 14 – Classificação trimestral da precipitação em anos do La Niña nos trimestres setembro/novembro (14a), outubro/dezembro (14b), novembro/janeiro (14c), dezembro/fevereiro (14d) e janeiro/março (14e).

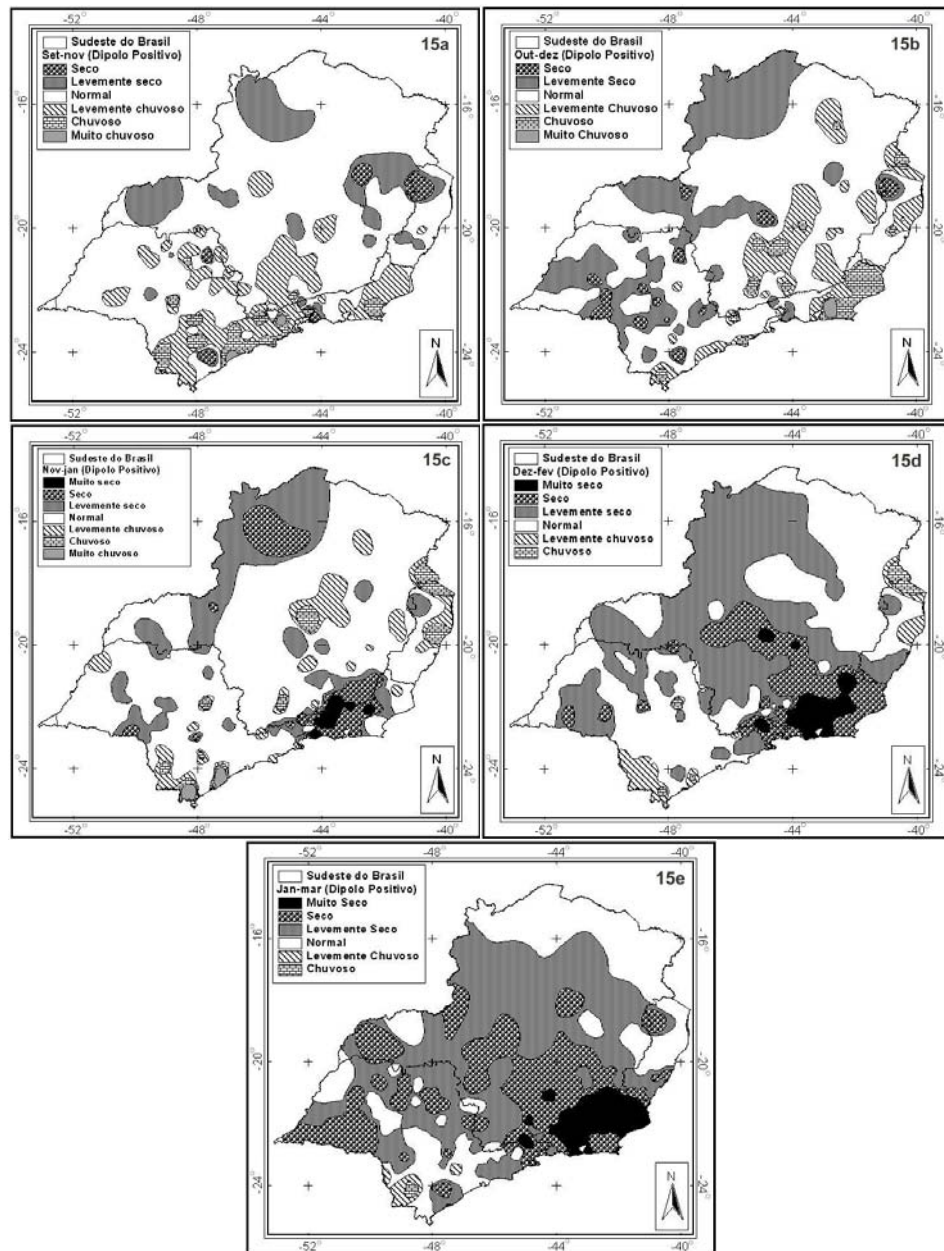


Figura 15 – Classificação trimestral da precipitação em anos do Dipolo Positivo do Atlântico tropical, nos trimestres setembro/novembro (15a), outubro/dezembro (15b), novembro/janeiro (15c), dezembro/fevereiro (15d) e janeiro/março (15e).

Referente à fase negativa do Dipolo do Atlântico, nos três trimestres iniciais em estudo, setembro/novembro (Figura 16a), outubro/dezembro (Figura 16b) e novembro/janeiro (Figura 16c), não houve uma situação marcante de anomalia da precipitação. Inclusive, somente no trimestre dezembro/fevereiro (Figura 16d) observou-se uma configuração expressiva e, mesmo assim, é importante ressaltar que, na área em destaque (oeste e noroeste de MG), houve poucas estações. No último trimestre do PC, novamente a precipitação na região SEB voltou à normalidade (Figura 16e). A explicação para a aparente normalidade da precipitação durante eventos do Dipolo Negativo foi devida ao fato de que o comportamento da precipitação mensal é muito variável, ou seja, à medida que em um mês se observou anomalia negativa em dada região, no mês seguinte, na mesma região, teve-se um comportamento oposto, como notado na análise mensal do fenômeno (Figura 12a-g).

Em suma, os resultados trimestrais das quatro forçantes vêm confirmar os achados na análise mensal, bem como atentar para o fato de que estudos climáticos em longo período muitas vezes podem encobrir resultados significativos. Porém, quanto a qual análise temporal utilizar, isso dependerá dos objetivos em questão.

#### **5.4. Relação climatológica mensal entre a precipitação e IOS e TSM do Atlântico tropical e Pacífico equatorial**

Neste item, objetivaram-se tecer, sucintamente, algumas considerações sobre a dependência do comportamento pluvial das áreas do SEB selecionadas no item 5.3.2, nos meses abrangentes do PC, com o Índice de Oscilação Sul (IOS) e a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) de quatro regiões do Pacífico equatorial (Figura 3) e das bacias norte e sul do Atlântico tropical, independentemente das ocorrências ou não de forçantes climáticos decorrentes das citadas regiões oceânicas, ou seja, em âmbito climático. Por consequência, essa análise estabeleceu a possibilidade de utilização dessas variáveis (TSM e, ou, do IOS) como elementos previsores da precipitação na região SEB.

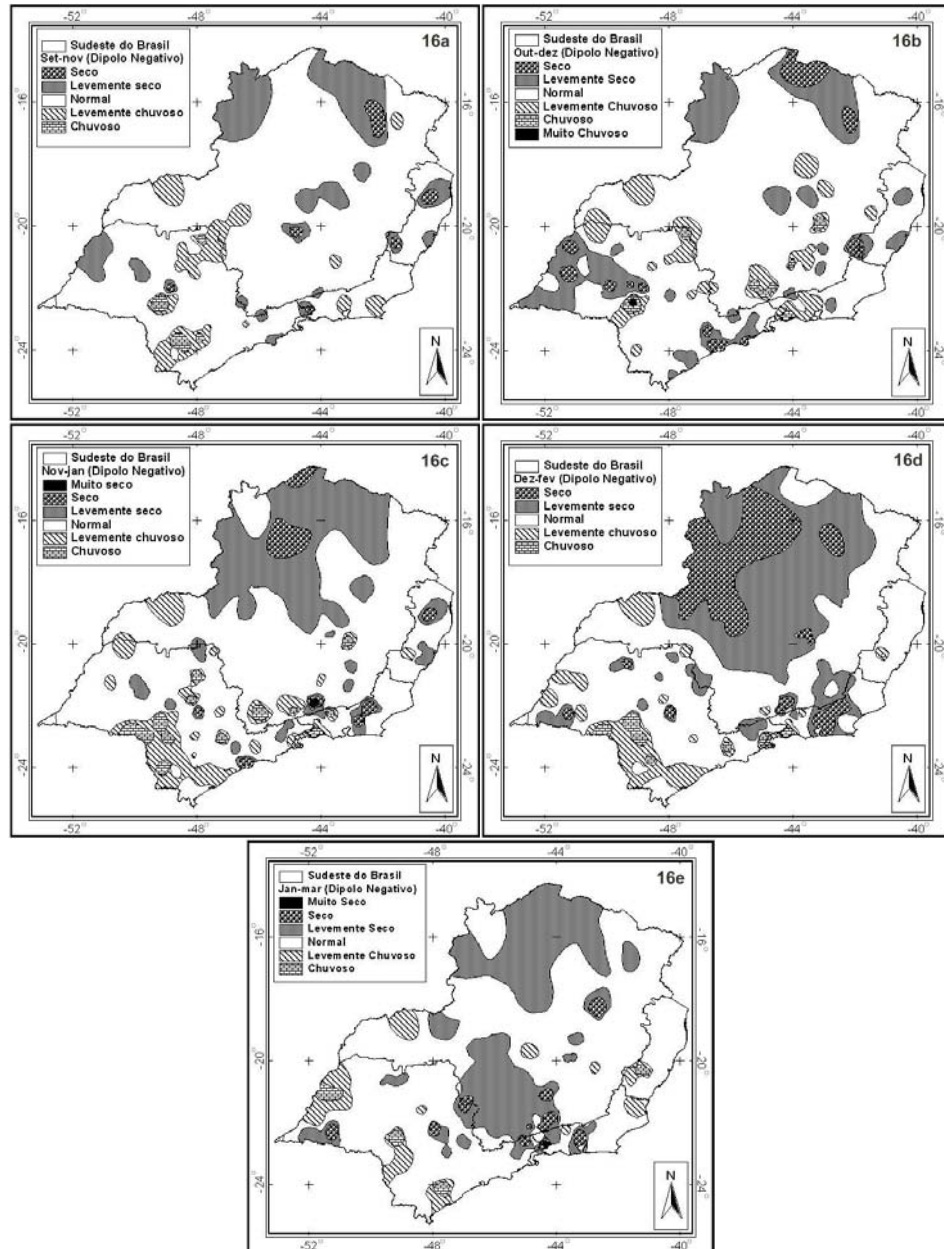


Figura 16 – Classificação trimestral da precipitação em anos do Dipolo Negativo do Atlântico tropical, nos trimestres setembro/novembro (16a), outubro/dezembro (16b), novembro/janeiro (16c), dezembro/fevereiro (16d) e janeiro/março (16e).

As regressões lineares simples foram realizadas em fase e com nove defasagens (lags), ou seja, mantendo a quantidade de precipitação mensal fixa e defasando mensalmente o valor da TSM ou do IOS. Assim, na correlação “lag” 8 tem-se, como exemplo, a precipitação de dezembro, correlacionada com o valor da TSM da região Niño 1+2 do mês de abril. As correlações para setembro, com nove meses de defasagem (“lag” 9), não foram possíveis determinar devido à indisponibilidade de dados da TSM do ano de 1949. Somado a isso, os coeficientes de correlação com 5% de significância, pelo teste F, estão destacados nas próximas tabelas.

Dentre as áreas utilizadas nas regressões, o IOS foi o que obteve os resultados mais expressivos nas áreas localizadas em MG (Tabelas 1A, 3A e 5A) e ES (Tabela 7A), enquanto as regiões do Pacífico equatorial se correlacionaram melhor com as áreas localizadas em SP (Tabelas 11A, 13A, 15A e 17A). Nesse estado paulista, encontraram-se os maiores valores do coeficiente de correlação, mais especificamente nas áreas SP3 (Tabela 15A) e SP4 (Tabela 17A), no mês de setembro e na região Niño 1+2. Em compensação, a precipitação de setembro somente não se correlacionou em 5% de significância com o IOS e regiões do Pacífico equatorial, nas áreas ES1 (Tabela 7A) e RJ1 (Tabela 9A). Inclusive a área RJ1 não apresentou nenhuma correlação significativa com o IOS e o Pacífico.

As áreas localizadas próximas à região litorânea do SEB (ES1, RJ1 e SP3) foram as que melhor se correlacionaram com o Atlântico tropical (Tabelas 8A, 10A e 16A, respectivamente). Inclusive, a SP3 é a área que teve o maior número de meses com coeficientes expressivos com o Atlântico tropical. Coincidentemente, esses meses se referem aos dois primeiros e dois últimos do período chuvoso, com relevância ao Atlântico tropical norte, em setembro, com cinco “lags” significativos e em outubro, em todas as correlações. Da mesma forma, a área SP3 é a de maior número de correlações expressivas, sendo, assim, a área do SEB, dentre as estudadas, mais dependente das condições do IOS e dos oceanos Pacífico equatorial e Atlântico tropical.



## **5.5. Relação entre a precipitação e o IOS e a TSM do Atlântico tropical e Pacífico equatorial em anos de ocorrência ENOS e Dipolo do Atlântico**

### **5.5.1. Análise mensal**

No item 5.4 foram vistas, em várias situações, a dependência da precipitação mensal em relação ao comportamento da TSM de áreas oceânicas do Atlântico tropical e Pacífico equatorial e do IOS. Nessa análise, foi relacionada a TSM das citadas áreas oceânicas e do IOS em anos de ocorrência do ENOS e Dipolo do Atlântico com as anomalias significativas da precipitação mensal observadas nas Figuras 9 a 12, no item 5.3.4, ou seja, quanto essas anomalias são relacionadas com as forçantes climáticas.

Na Figura 1Ba-d (Apêndice B) são apresentados os resultados das sobreposições dos mapas referentes às regiões pluviometricamente homogêneas (Figura 5) e das áreas com percentuais mensais de precipitação maior que 20% e menor que -20%, durante anos El Niño (Figuras 9a-g), desde que os resultados dessas áreas tenham sido devidos a pelo menos duas estações e pertençam à mesma região pluviometricamente homogênea. A região R5 foi exceção, pois suas três áreas são devidas a apenas uma estação cada.

A simbologia utilizada na identificação das áreas, destacadas na Figura 1B e nas subseqüentes, referentes às demais forçantes climáticas, é uma junção da utilizada na Figura 5, acrescida da letra correspondente à classificação obtida por meio do desvio normalizado (equação 1). Como exemplo, analisando o mês de março, em anos El Niño, uma dada área está destacada como 'R2b-S', significando que ela está localizada na região pluviometricamente homogênea R2b e foi classificada como "Seca" no referido mês.

O comportamento da precipitação em anos El Niño, ilustrado na Figura 9, evidencia os resultados encontrados na Tabela 12, ou seja, relativamente são poucos meses e áreas com anomalias significativas. Somados a isso, os poucos coeficientes correlacionados significativamente com a TSM do Pacífico equatorial e IOS comprovam a fraca influência do EN na precipitação da região SEB.

Tabela 12 – Coeficientes de correlação entre a precipitação mensal com o IOS e TSM de regiões do Pacífico equatorial, durante anos El Niño

		lag 0	lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
R2a-S	Niño 1+2	-0,08	-0,13	-0,1	-0,04	0,17	0,4	0,53	0,28	0,14	0,2
Outubro	Niño 3	-0,09	-0,01	-0,13	-0,15	0,03	0,48	0,35	0,46	0,34	0,39
	Niño 4	-0,07	-0,11	-0,18	0,27	0,01	0,19	0,17	0,33	0,27	0,16
	Niño 3.4	-0,12	0,02	-0,17	0,04	0,14	0,52	0,38	0,53	0,42	0,41
	IOS	-0,47	0,31	0,18	-0,41	-0,43	0,5	-0,3	-0,21	0,01	<b>-0,77</b>
R2b-C	Niño 1+2	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	0,37	0,3	0,27	0,27	0,18	0,04	-0,11	-0,31
Novembro	Niño 3	0,46	0,52	0,48	0,27	0,15	0,29	0,33	0,07	0,11	0,05
	Niño 4	-0,18	0,03	0,09	-0,2	0,19	0,35	0,33	0,27	0,22	0,13
	Niño 3.4	0,28	0,4	0,43	0,17	0,18	0,36	0,39	0,16	0,12	0,11
	IOS	-0,23	<b>-0,56</b>	-0,1	-0,38	-0,36	-0,53	-0,05	0,04	0,03	0,34
R2b-MC	Niño 1+2	<b>0,63</b>	0,57	0,38	0,13	0,06	-0,03	-0,14	-0,28	-0,3	-0,25
Novembro	Niño 3	0,49	0,47	0,42	0,24	0,13	0,34	0,18	-0,03	-0,02	-0,14
	Niño 4	0,38	0,37	0,55	0,54	0,48	0,59	0,42	0,43	0,34	0,22
	Niño 3.4	0,44	0,4	0,41	0,34	0,26	0,47	0,28	0,23	0,03	-0,03
	IOS	-0,24	-0,28	-0,31	<b>-0,66</b>	0	-0,31	-0,21	-0,15	-0,15	-0,03
R2a-S	Niño 1+2	0,05	-0,03	0,01	0,23	0,31	0,2	0,24	0,29	0,16	-0,05
Fevereiro	Niño 3	-0,07	-0,07	0,03	0,13	0,22	0,22	0,18	0,24	0,01	-0,16
	Niño 4	-0,52	-0,31	-0,27	0,07	-0,23	-0,16	-0,24	-0,18	0,3	-0,26
	Niño 3.4	-0,2	-0,15	-0,15	0,05	0,16	0,19	0,15	0,16	0,06	-0,18
	IOS	-0,3	0,16	-0,18	0,01	-0,13	-0,08	-0,24	-0,29	-0,33	-0,43
R2b-C	Niño 1+2	-0,04	-0,04	-0,06	-0,1	-0,1	-0,2	-0,34	-0,25	-0,15	-0,11
Fevereiro	Niño 3	-0,05	-0,11	-0,11	-0,15	-0,18	-0,2	-0,27	-0,37	-0,18	0
	Niño 4	0,19	0,11	0,17	0,08	0,17	0,17	0,49	0,11	0,11	0
	Niño 3.4	-0,08	-0,14	-0,06	-0,13	-0,18	-0,17	-0,11	-0,25	-0,08	0,02
	IOS	0,44	-0,03	0,14	0,1	-0,12	-0,15	-0,11	-0,01	0,19	0,31
R3-C	Niño 1+2	0	0,09	0,04	0,06	0,11	-0,05	-0,16	-0,04	0,08	0,08
Fevereiro	Niño 3	-0,02	-0,06	0,01	-0,03	-0,01	-0,01	-0,12	-0,23	-0,01	0,27
	Niño 4	-0,14	-0,07	0,1	0,03	0,17	0,13	0,4	0,26	0,46	0,21
	Niño 3.4	-0,16	-0,2	-0,05	-0,09	-0,08	-0,02	-0,02	-0,1	0,14	0,31
	IOS	0,27	0,01	0,09	0,22	-0,46	-0,19	-0,13	-0,27	-0,13	0,12
R2b-C	Niño 1+2	0,4	0,34	0,11	0,16	0,21	0,17	0,17	0,11	0,19	0,16
Março	Niño 3	0,37	0,29	0,18	0,16	0,13	0,12	0,04	0,04	0,2	0,25
	Niño 4	-0,14	-0,13	-0,19	0,07	-0,02	-0,08	0,03	0,13	0,22	0,46
	Niño 3.4	0,2	0,25	0,17	0,13	0,05	0,06	-0,01	-0,01	0,16	0,25
	IOS	-0,46	-0,22	-0,54	-0,35	-0,08	<b>-0,61</b>	-0,26	-0,13	0,11	-0,37
R5-C	Niño 1+2	-0,09	0,15	0,22	0,16	0,23	0,29	0,38	0,43	<b>0,57</b>	0,55
Março	Niño 3	-0,05	0,08	0,17	0,24	0,27	0,28	0,26	0,33	0,31	0,16
	Niño 4	-0,12	-0,32	-0,36	-0,43	-0,43	-0,49	-0,51	-0,41	-0,08	0,02
	Niño 3.4	-0,11	-0,03	0,05	0,14	0,16	0,2	0,17	0,2	0,24	0,04
	IOS	-0,1	-0,17	-0,19	0,25	-0,41	-0,48	-0,1	-0,15	-0,52	-0,49

Apenas em outubro, novembro e março houve resultados expressivos, principalmente em novembro. Um ponto interessante a ser destacado refere-se às regiões que mostraram ter influência na precipitação. Em todas as situações, somente a região Niño 1+2 e o IOS se correlacionaram com a precipitação, com pequenas defasagens no mês de novembro e grandes

defasagens nos demais meses, a exemplo do expressivo valor de -0,77 para o IOS, com nove meses de defasagem em relação à precipitação de outubro.

Quanto à LN, as áreas e respectivos meses em estudo estão ilustrados na Figura 2B (Apêndice B). Em setembro, somente as anomalias das regiões localizadas na metade sudoeste do SEB relacionaram-se com o Pacífico, em destaque a R2b-S, nas regiões Niños 3 e 3.4, com alguns coeficientes superiores a 0,8 e defasadas de quatro a nove meses. Os sinais dos coeficientes confirmaram a tendência pluviométrica em anos LN, ou seja, quanto mais frias forem as águas superficiais do Pacífico nas citadas regiões, maior será a estiagem em setembro (Tabela 13). Depois, somente em dezembro e janeiro foram observados resultados expressivos, mesmo que neste último tenham ocorrido diferentes tendências na precipitação.

Uma curiosidade refere-se à diferença nos sinais das correlações significativas do IOS, com as regiões Niños, num mesmo período em estudo. Isso é coerente, diante da conexão observada entre a TSM do Pacífico equatorial e o IOS durante as ocorrências do ENOS, ou seja, à medida que a TSM tende a diminuir, o IOS tende a aumentar (LN) e vice-versa (EN). Porém, foram observadas duas exceções na Tabela 12, sendo uma em dezembro e outra em fevereiro, nas regiões R5-S e R3-C, respectivamente. Três apontamentos são importantes para serem destacados em ambas as situações: 1<sup>o</sup>) a região do Pacífico equatorial envolvida foi a Niño 1+2, ou seja, os sinais dos coeficientes de correlação significativos do IOS e da região Niño 1+2 foram iguais; 2<sup>o</sup>) a região Niño 3 foi a única a não ter nenhuma relação significativa, ou seja, os sinais entre os coeficientes da região Niño 1+2 foram diferentes somente em relação às regiões Niño 3.4 e Niño 4; e 3<sup>o</sup>) os coeficientes de correlação significativos da região Niño 3.4 foram menores que os observados na região Niño 4. Por analogia, deduz-se que, na situação da R5-S, a precipitação no mês de dezembro é dependente da TSM do Pacífico equatorial sob condições opostas. Isso dá a entender que, ao mesmo tempo, a precipitação tende a diminuir, ocorre resfriamento nas águas do Pacífico leste (normal em ocorrências LN), mas no Pacífico centro-oeste (regiões Niño 3.4 e Niño 4) a TSM tende a valores maiores. Porém, essa tendência ao aumento da TSM não constitui necessariamente anomalias positivas, mas sim TSM negativa próxima à normalidade.

Tabela 13 – Coeficientes de correlação entre a precipitação mensal com o IOS e TSM de regiões do Pacífico equatorial, durante anos de La Niña

		lag 0	lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
R1-S	Niño 1+2	-0,28	-0,22	-0,23	-0,2	-0,16	-0,05	-0,3	-0,23	-0,04	0,38
Setembro	Niño 3	0,05	-0,15	-0,2	-0,01	-0,08	0,02	-0,25	-0,23	-0,01	0
	Niño 4	-0,53	-0,28	0,23	-0,19	0,09	0,17	0,05	0,19	0,08	0,15
	Niño 3.4	0,07	0,3	0,17	0,17	-0,01	0,1	-0,07	-0,08	0,05	0,11
	IOS	0,41	0,09	-0,23	0,52	-0,27	0,24	0,39	-0,14	-0,21	-0,1
R2a-S	Niño 1+2	-0,25	-0,32	-0,4	-0,3	-0,22	-0,23	-0,39	-0,27	-0,08	0,5
Setembro	Niño 3	0,03	-0,27	-0,36	-0,03	-0,13	-0,08	-0,28	-0,31	-0,07	0,04
	Niño 4	-0,37	-0,06	0,4	-0,05	0,18	0,15	0,04	0,14	0,11	0,22
	Niño 3.4	0,2	0,35	0,17	0,29	-0,06	0,09	-0,08	-0,17	-0,01	0,14
	IOS	0,25	-0,17	-0,49	0,34	-0,27	0,19	0,39	-0,23	-0,1	-0,03
R2b-S	Niño 1+2	-0,39	-0,18	-0,2	-0,14	0	-0,19	0,04	-0,04	-0,07	0,1
Setembro	Niño 3	0,51	0,19	0,12	0,54	<b>0,83</b>	<b>0,77</b>	<b>0,76</b>	<b>0,68</b>	<b>0,76</b>	<b>0,68</b>
	Niño 4	0,35	0,33	0,55	0,62	0,63	0,61	0,54	0,52	0,42	0,47
	Niño 3.4	0,59	-0,19	-0,19	0,26	<b>0,86</b>	<b>0,8</b>	<b>0,71</b>	0,62	<b>0,66</b>	0,6
	IOS	-0,17	-0,36	-0,32	0,2	<b>-0,76</b>	-0,44	-0,62	<b>-0,73</b>	-0,57	-0,36
R3-S	Niño 1+2	0,02	-0,18	-0,19	0,03	0,11	0,04	0	0,16	0,22	0,49
Setembro	Niño 3	0,11	-0,3	-0,39	0,14	0,25	0,21	0,07	0,04	0,21	0,19
	Niño 4	0,18	0,27	<b>0,66</b>	0,35	0,43	0,34	0,19	0,23	0,18	0,3
	Niño 3.4	0,56	0,03	-0,04	0,29	0,32	0,38	0,17	0,06	0,18	0,21
	IOS	-0,12	-0,61	<b>-0,68</b>	0,07	-0,52	0,03	0,1	-0,41	-0,06	0,06
R5-S	Niño 1+2	-0,33	-0,27	0,16	0,58	<b>0,8</b>	0,57	0,52	<b>0,72</b>	<b>0,78</b>	0,51
Setembro	Niño 3	0,11	-0,43	-0,54	-0,23	0,28	0,57	0,61	0,32	0,6	0,61
	Niño 4	-0,04	-0,1	0,17	-0,01	0,38	0,38	0,54	0,65	0,52	<b>0,77</b>
	Niño 3.4	0,3	-0,46	-0,62	-0,32	0,16	0,48	0,54	0,41	0,53	0,65
	IOS	0,51	0	-0,13	0,17	-0,1	-0,09	0,27	-0,65	-0,42	-0,38
R1-C	Niño 1+2	-0,13	-0,29	-0,11	0,1	0	0,01	0,24	-0,03	0,03	0,22
Outubro	Niño 3	-0,15	-0,07	-0,07	-0,02	-0,02	0,03	0,16	-0,05	0,13	0,24
	Niño 4	-0,16	-0,46	-0,42	-0,03	-0,28	0,08	0,25	0,21	0,34	0,14
	Niño 3.4	-0,16	-0,19	0,01	-0,07	-0,13	0,11	0,15	0,1	0,25	0,25
	IOS	0,35	0,56	0,43	0,2	<b>0,72</b>	-0,17	0,18	0,3	-0,09	-0,29
R2a-C	Niño 1+2	0,09	-0,14	-0,4	-0,04	-0,05	-0,04	0,19	-0,14	0,14	0,36
Outubro	Niño 3	-0,06	-0,01	-0,42	-0,29	-0,3	-0,1	0,08	0,05	0,31	0,44
	Niño 4	0,06	-0,25	0,05	0,43	0,13	0,41	0,53	0,4	0,58	0,48
	Niño 3.4	-0,13	0,05	-0,01	-0,18	-0,21	0,13	0,25	0,28	0,46	0,51
	IOS	0,24	0,46	0,22	-0,22	0,37	-0,37	0,14	0,24	-0,33	-0,27
R3-C	Niño 1+2	-0,15	-0,35	-0,59	-0,41	-0,45	-0,39	-0,26	-0,55	-0,26	0,03
Outubro	Niño 3	-0,04	-0,16	-0,51	-0,4	-0,37	-0,42	-0,26	-0,29	-0,07	0,11
	Niño 4	0,06	-0,45	0,05	0,43	-0,02	0,29	0,32	0,24	0,38	0,38
	Niño 3.4	0,01	-0,1	0,33	0,06	0,04	-0,18	0	0,04	0,14	0,24
	IOS	0,09	0,42	0,17	-0,35	0,35	-0,15	0,2	0,45	-0,2	-0,09
R1-C	Niño 1+2	0,44	0,44	0,47	0,2	0,19	0,27	0,06	0,19	0,2	0,28
Novembro	Niño 3	0,31	0,45	0,09	0,22	0,38	0,56	0,44	0,27	0,24	0,4
	Niño 4	0,61	0,36	0,32	0,53	0,6	0,61	0,36	0,32	0,15	0,04
	Niño 3.4	0,35	0,44	0,17	0,46	0,5	<b>0,68</b>	0,59	0,36	0,26	0,31
	IOS	-0,4	-0,38	-0,53	-0,44	-0,42	0,21	-0,64	-0,24	-0,36	-0,16

Continua...

Tabela 13 – Cont.

		lag 0	lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
R2b-S	Niño 1+2	-0,29	-0,06	-0,18	0,13	0,28	0,12	0,17	0,3	0,09	0,03
Novembro	Niño 3	0,11	-0,05	0,08	0,23	0,23	0,14	0,09	0,19	-0,03	-0,02
	Niño 4	-0,13	-0,06	-0,55	-0,65	-0,32	-0,51	-0,21	-0,1	-0,02	0,09
	Niño 3.4	0,03	-0,12	-0,2	0,05	-0,01	-0,26	-0,06	-0,03	-0,04	0,03
	IOS	0,43	0,44	0,56	0,48	0,43	<b>0,72</b>	-0,05	0,15	0,23	-0,01
	R3-S	Niño 1+2	<b>-0,66</b>	-0,32	-0,34	0,03	-0,14	-0,23	-0,12	-0,16	-0,28
Novembro	Niño 3	-0,04	-0,1	0,02	0,16	-0,04	-0,12	-0,27	-0,13	-0,36	-0,55
	Niño 4	-0,39	-0,26	-0,66	-0,72	-0,51	-0,67	-0,45	-0,38	-0,27	-0,17
	Niño 3.4	0,07	-0,09	-0,26	0,13	0,03	-0,16	-0,45	-0,28	-0,35	-0,45
	IOS	0,32	0,48	<b>0,7</b>	0,55	0,43	0,41	0,47	0,21	0,41	0,2
	R1-S	Niño 1+2	0,12	0,1	-0,01	0,02	-0,18	0,05	0,01	0,07	0,12
Dezembro	Niño 3	-0,48	-0,57	-0,39	-0,27	-0,08	-0,05	-0,43	-0,26	-0,04	-0,09
	Niño 4	0,38	0,32	0,37	0,25	-0,15	-0,21	-0,05	-0,31	-0,26	-0,24
	Niño 3.4	-0,29	<b>-0,65</b>	-0,5	-0,25	-0,3	-0,29	<b>-0,68</b>	-0,35	-0,24	-0,24
	IOS	-0,48	-0,08	0,55	0,14	0,11	0,33	-0,26	0,42	0,04	0,04
	R2a-S	Niño 1+2	0,48	0,55	0,35	0,22	-0,13	-0,02	0,01	-0,13	-0,03
Dezembro	Niño 3	0,25	0,46	<b>0,68</b>	0,58	-0,05	0,19	-0,09	-0,13	-0,19	0,02
	Niño 4	-0,02	-0,01	0,26	-0,38	31	0,38	0,14	0,14	0,15	-0,06
	Niño 3.4	0,4	0,4	0,6	0,48	0,38	0,35	-0,04	-0,09	-0,12	0,05
	IOS	<b>-0,81</b>	-0,49	-0,09	-0,13	-0,01	-0,39	-0,26	-0,64	0,27	0,04
	R3-S	Niño 1+2	0,35	0,42	0,18	0,09	-0,02	0,26	0,14	0,16	0,14
Dezembro	Niño 3	0,11	-0,21	0,11	0,23	0,13	0,33	-0,08	-0,11	-0,1	0,04
	Niño 4	0,2	0,24	0,49	-0,09	-0,11	-0,19	-0,22	-0,32	-0,36	-0,27
	Niño 3.4	-0,11	-0,37	-0,03	0,1	-0,04	-0,03	-0,6	-0,35	-0,38	-0,13
	IOS	-0,46	0,17	0,27	0,01	0,12	0,27	-0,09	-0,09	0,18	0,08
	R2b-C	Niño 1+2	0,38	0,41	0,43	0,39	0,14	0,43	0,39	0,41	0,55
Dezembro	Niño 3	-0,21	0,09	0,07	0,1	0	-0,02	0,15	0,34	0,56	0,49
	Niño 4	-0,27	0,07	0,09	0,02	0,12	0,48	0,43	0,56	0,6	<b>0,66</b>
	Niño 3.4	-0,39	-0,17	-0,18	-0,07	0,05	-0,24	0,07	0,48	<b>0,63</b>	<b>0,65</b>
	IOS	-0,03	0,44	0,09	0,43	0,19	-0,17	0,64	-0,27	-0,53	-0,38
	R5-S	Niño 1+2	-0,07	-0,06	-0,17	-0,1	0,24	<b>0,85</b>	0,37	0,1	0,5
Dezembro	Niño 3	0,03	0,12	0,13	0,32	0,45	0,55	-0,17	-0,49	-0,23	-0,34
	Niño 4	-0,01	-0,11	0,05	<b>-0,79</b>	-0,66	-0,59	<b>-0,77</b>	-0,59	-0,42	-0,38
	Niño 3.4	0,16	-0,01	-0,02	-0,27	0,14	0,13	-0,64	<b>-0,71</b>	<b>-0,66</b>	-0,37
	IOS	-0,4	-0,09	0,62	0,54	<b>0,77</b>	0,69	0,31	0,12	0,48	0,68
	R1-S	Niño 1+2	-0,13	0,07	0,38	-0,01	-0,06	-0,08	-0,17	-0,09	-0,21
Janeiro	Niño 3	0,08	0,4	0,47	0,39	0,24	-0,19	0,04	0,23	0,13	-0,33
	Niño 4	-0,05	-0,1	-0,15	-0,17	0,22	<b>0,69</b>	0,29	0,25	0,34	0,19
	Niño 3.4	-0,01	0,36	0,51	0,6	0,55	0,02	0,25	0,42	0,25	-0,05
	IOS	-0,36	-0,07	-0,23	<b>-0,89</b>	<b>-0,81</b>	-0,49	-0,53	-0,55	-0,57	0,25
	R2a-S	Niño 1+2	0,04	0,3	0,56	0,16	0,03	-0,09	-0,06	0	-0,11
Janeiro	Niño 3	0,11	0,31	0,43	0,48	0,37	-0,15	0,12	0,17	0,09	-0,29
	Niño 4	0,04	-0,11	-0,08	0,08	0,13	0,62	0,31	0,2	0,27	0,12
	Niño 3.4	0,05	0,28	0,39	0,6	0,63	0,04	0,22	0,17	0,13	-0,13
	IOS	-0,25	-0,29	-0,17	<b>-0,69</b>	<b>-0,7</b>	-0,44	-0,48	-0,53	-0,65	0,29

Continua...

Tabela 13 – Cont.

		lag 0	lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
R3-S	Niño 1+2	0,41	0,3	0,46	0,16	0,05	0,01	-0,1	-0,03	-0,15	-0,31
Janeiro	Niño 3	0,33	0,5	0,49	0,62	0,52	0,02	0,25	0,18	0,02	-0,39
	Niño 4	0,23	0,03	-0,12	0,1	0	0,47	0,1	0,02	-0,01	-0,16
	Niño 3.4	0,19	0,51	0,53	<b>0,74</b>	<b>0,69</b>	0,12	0,36	0,12	-0,07	-0,34
	IOS	-0,45	-0,36	-0,43	-0,62	<b>-0,78</b>	-0,44	-0,42	<b>-0,72</b>	-0,59	0,41
	R2b-C	Niño 1+2	<b>0,68</b>	<b>0,64</b>	0,6	0,48	0,52	0,58	0,55	0,53	0,5
Janeiro	Niño 3	0,44	0,53	0,57	<b>0,65</b>	<b>0,86</b>	0,48	0,45	0,28	0,32	0,2
	Niño 4	-0,02	-0,16	-0,41	-0,04	-0,2	0	-0,19	-0,06	-0,06	-0,14
	Niño 3.4	0,08	0,25	0,35	0,41	0,51	-0,06	-0,05	-0,23	0,01	-0,01
	IOS	0,19	-0,22	-0,17	-0,18	-0,1	0,14	0,16	-0,35	-0,35	-0,2
	R2a-S	Niño 1+2	0,7	<b>0,72</b>	<b>0,75</b>	0,65	0,54	0,52	-0,09	0,21	0,22
Fevereiro	Niño 3	0,43	0,61	0,21	0,22	0,58	0,65	0,11	0,25	-0,23	-0,55
	Niño 4	0,3	0,49	0,03	-0,04	0,43	-0,53	0,03	0,11	-0,1	-0,15
	Niño 3.4	0,4	0,52	0,26	0,1	0,39	0,38	0,33	0,22	-0,35	-0,57
	IOS	<b>-0,9</b>	-0,23	<b>-0,81</b>	-0,24	0,21	0,2	0,24	-0,13	-0,26	-0,33
	R3-C	Niño 1+2	<b>0,74</b>	0,47	-0,07	-0,21	-0,06	-0,04	0,13	0,22	0,11
Fevereiro	Niño 3	0,24	-0,02	-0,18	-0,1	-0,06	0,12	0,37	0,38	-0,19	-0,19
	Niño 4	0,33	0,4	0,22	0,12	0,18	-0,4	<b>-0,71</b>	-0,62	-0,58	<b>-0,7</b>
	Niño 3.4	0,22	0,17	0,08	-0,1	-0,17	-0,22	-0,05	0,06	<b>-0,67</b>	-0,45
	IOS	-0,59	-0,04	-0,37	-0,37	<b>0,8</b>	0,37	0,48	0,65	0,08	0,24
	R2b-C	Niño 1+2	0,61	0,6	-0,39	-0,4	-0,3	-0,26	0,15	0,08	0,01
Fevereiro	Niño 3	0,41	-0,21	-0,01	0,24	0,01	0,22	0,42	0,49	-0,01	-0,11
	Niño 4	0,3	0,45	0,26	0,01	-0,09	-0,44	-0,74	-0,74	-0,72	<b>-0,92</b>
	Niño 3.4	0,35	0,07	0,46	0,41	0,11	-0,09	-0,11	0,29	-0,48	-0,38
	IOS	0,29	-0,3	-0,15	-0,64	0,73	0,01	0,3	0,61	-0,1	0,07
	R2b-C	Niño 1+2	-0,06	-0,12	0,11	-0,1	-0,01	-0,24	-0,36	-0,27	-0,27
Março	Niño 3	-0,17	-0,03	-0,05	0,16	0,06	0,09	0,07	-0,27	-0,18	-0,09
	Niño 4	0,01	-0,22	-0,15	-0,44	-0,41	-0,14	-0,16	0,01	0,1	-0,27
	Niño 3.4	-0,24	-0,07	-0,26	-0,02	0,06	0,22	0,18	0,06	0,01	-0,01
	IOS	0,43	0,46	0,3	0,29	0,56	-0,43	-0,07	-0,03	-0,23	-0,14
	R5-C	Niño 1+2	-0,13	-0,26	-0,33	-0,35	-0,3	-0,22	0,09	-0,22	-0,05
Março	Niño 3	-0,1	-0,11	-0,25	-0,35	<b>-0,86</b>	-0,62	<b>-0,89</b>	0,03	0	-0,12
	Niño 4	-0,38	0,18	0,11	0,7	<b>0,76</b>	0,45	0,22	0,3	-0,28	0,21
	Niño 3.4	-0,13	-0,04	0,07	-0,22	<b>-0,72</b>	-0,61	<b>-0,83</b>	0,06	-0,04	-0,05
	IOS	0,01	0,03	0,24	-0,13	0,14	0,42	0,13	-0,03	0,32	0,35

Pelas defasagens em que se observaram os coeficientes expressivos, isso não significa que o Pacífico equatorial tenha necessariamente configuração característica da La Niña. Nesse processo, a região Niño 3 pode ser considerada como a região de transição (por isso não houve coeficientes significativos), tendo “influenciado” os valores de correlação mais baixos da região Niño 3.4 em relação a Niño 4. Na região R3-C, o raciocínio é o mesmo, porém oposto, devido à tendência chuvosa nessa situação.

No contexto geral, não houve predomínio de alguma região Niño ou do IOS, dentre os coeficientes significativos.

Na fase positiva do Dipolo do Atlântico (Tabela 14) constam os valores dos coeficientes de correlação múltipla, e, dentre os valores com 5% de significância, os coeficientes de correlação totais e parciais entre a precipitação ( $x_1$ ) e a TSM das bacias norte ( $x_2$ ) e sul ( $x_3$ ) do Atlântico, objetivando definir qual das referidas regiões oceânicas possui maior ligação com o comportamento pluvial das regiões do SEB, como mostrado na Figura 3Ba-f (Apêndice B).

Em setembro, mesmo que tenham sido observadas extensas áreas somente com anomalias superiores a 20%, nenhuma destas mostrou alguma relação com a TSM do Atlântico tropical. No mês seguinte, houve apenas um fator de correlação significativo com a defasagem de sete meses na “R2a”. O coeficiente  $r_{12}$  indica a relação da precipitação com a TSM da bacia norte do Atlântico, enquanto  $r_{12,3}$  dá maior ênfase a essa dependência, por desconsiderar o efeito da TSM da bacia sul. Em dezembro, na região “R3-C”, ocorreu o maior número de defasagens significativas, com precipitação dependente com a bacia norte nas maiores defasagens e com a bacia sul do Atlântico tropical na correlação em fase (“lag” 0). As anomalias negativas e expressivas de precipitação observadas em janeiro, bem como a região localizada ao sul de SP, com chuvas acima da média, relacionaram-se com o comportamento da TSM do Atlântico tropical, havendo leve predomínio da TSM da bacia sul na dependência com a variável meteorológica.

Tabela 14 – Coeficientes de correlação entre a precipitação mensal com a TSM das bacias norte e sul do Atlântico tropical, durante anos do Dipolo Positivo do Atlântico

	lag 0	lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
R1-C/Setembro	0,37	0,26	0,51	0,21	0,55	0,42	0,38	0,34	0,39	0,64
R2b-C/Setembro	0,31	0,44	0,28	0,61	0,14	0,36	0,1	0,46	0,15	0,51
R3-C/Setembro	0,53	0,74	0,46	0,78	0,38	0,48	0,24	0,55	0,64	0,73
R5-C/Setembro	0,1	0,39	0,53	0,35	0,36	0,49	0,43	0,6	0,52	0,35
R1-S/Outubro	0,18	0,21	0,5	0,54	0,52	0,4	0,5	0,48	0,53	0,55
R2a-S/Outubro	0,15	0,5	0,5	0,74	0,35	0,69	0,78	<b>0,86</b>	0,72	0,63
r <sub>12</sub>								<b>0,79</b>		
r <sub>13</sub>								0,45		
r <sub>12,3</sub>								<b>0,83</b>		
r <sub>13,2</sub>								0,57		
R3-S/Outubro	0,16	0,29	0,17	0,75	0,22	0,48	0,62	0,66	0,54	0,51
R2b-C/Outubro	0,56	0,41	0,42	0,29	0,27	0,32	0,5	0,66	0,75	0,17
R1-C/Dezembro	0,76	0,27	0,38	0,23	0,49	0,13	0,44	0,25	0,24	0,37
R2a-C/Dezembro	0,64	0,49	0,53	0,51	0,61	0,46	0,48	0,44	0,45	0,59
R3-C/Dezembro	<b>0,8</b>	0,52	0,68	0,1	0,71	0,68	<b>0,94</b>	<b>0,84</b>	0,78	<b>0,83</b>
r <sub>12</sub>	0,32						<b>-0,94</b>	<b>-0,71</b>		-0,64
r <sub>13</sub>	<b>-0,71</b>						0,55	0,56		0,45
r <sub>12,3</sub>	0,55						<b>-0,92</b>	<b>-0,75</b>		<b>-0,79</b>
r <sub>13,2</sub>	<b>-0,78</b>						-0,2	0,64		0,7
R2b-S/Dezembro	0,62	0,42	0,41	0,45	0,56	0,53	0,46	0,4	0,44	27
R1-MS/Janeiro	0,52	0,89	0,78	0,83	0,6	0,83	0,75	0,81	0,72	0,52
R2a-MS/Janeiro	0,68	0,88	0,73	<b>0,93</b>	0,87	<b>0,94</b>	<b>0,96</b>	0,83	0,84	0,56
r <sub>12</sub>				-0,05		<b>0,91</b>	0,48			
r <sub>13</sub>				<b>-0,85</b>		<b>-0,91</b>	<b>-0,96</b>			
r <sub>12,3</sub>				-0,74		0,61	0			
r <sub>13,2</sub>				<b>-0,93</b>		-0,6	<b>-0,95</b>			
R3-MS/Janeiro	0,74	<b>0,92</b>	0,41	0,74	0,82	0,76	0,76	0,81	0,87	0,73
r <sub>12</sub>		0,35								
r <sub>13</sub>		<b>0,9</b>								
r <sub>12,3</sub>		0,41								
r <sub>13,2</sub>		<b>0,9</b>								
R3-S/Janeiro	0,23	0,67	0,5	0,38	0,57	0,74	0,56	<b>0,84</b>	0,64	0,77
r <sub>12</sub>								0,21		
r <sub>13</sub>								0,5		
r <sub>12,3</sub>								<b>0,79</b>		
r <sub>13,2</sub>								<b>0,84</b>		
R5-S/Janeiro	0,41	0,83	0,89	0,79	0,7	0,82	0,82	0,73	0,71	0,47
R2b-C/Janeiro	0,02	0,56	0,75	0,33	0,68	<b>0,86</b>	0,66	<b>0,84</b>	0,67	0,8
r <sub>12</sub>						0,2		0,16		
r <sub>13</sub>						0,61		0,53		
r <sub>12,3</sub>						<b>0,78</b>		<b>0,77</b>		
r <sub>13,2</sub>						<b>0,86</b>		<b>0,84</b>		
R2a-S/Fevereiro	0,22	0,34	0,37	0,56	0,38	0,42	0,56	0,41	0,32	0,21

Continua...



Tabela 14 – Cont.

	lag 0	lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
R3-MS/Fevereiro	0,64	0,26	0,6	0,33	0,13	0,22	<b>0,84</b>	0,39	0,6	0,56
$r_{12}$							<b>-0,78</b>			
$r_{13}$							0,15			
$r_{12,3}$							<b>-0,84</b>			
$r_{13,2}$							-0,5			
R2b-S/Fevereiro	0,12	0,18	0,35	0,45	0,36	0,46	0,12	0,43	0,25	0,24
R3-S/Fevereiro	0,35	0,55	0,35	0,6	0,19	0,21	0,39	0,41	0,12	0,24
R2b-MS/Março	0,69	0,25	0,27	0,46	0,56	0,46	0,49	0,2	0,42	0,22
R2b-S/Março	0,69	0,68	0,17	0,37	0,77	0,76	0,75	0,73	<b>0,85</b>	0,63
$r_{12}$									0,15	
$r_{13}$									<b>-0,82</b>	
$r_{12,3}$									-0,36	
$r_{13,2}$									<b>-0,84</b>	
R3-S/Março	0,37	0,55	0,55	0,14	<b>0,85</b>	<b>0,81</b>	0,6	0,6	0,64	0,64
$r_{12}$					-0,07	-0,42				
$r_{13}$					<b>-0,81</b>	-0,51				
$r_{12,3}$					-0,43	<b>-0,73</b>				
$r_{13,2}$					<b>-0,85</b>	<b>-0,76</b>				

Um fato interessante e de certa forma coerente que mostra a variabilidade da TSM do Atlântico pode ser observada nos sinais dos coeficientes significativos. Diante das características da TSM de ambas as bacias do Atlântico tropical durante a sua fase positiva, espera-se que na bacia sul a TSM tenda ao decréscimo, ocorrendo o oposto na bacia norte. Porém, associando com a classificação da precipitação em dado mês e região do SEB, observou-se comportamento oposto, porém nas maiores defasagens, ou seja, quando provavelmente ainda não estava configurada a situação de Dipolo. Em contrapartida, nas menores defasagens o comportamento característico do Dipolo Positivo foi observado. Como exemplo, na região “R3-MS” a precipitação de janeiro tende a diminuir proporcionalmente a TSM da bacia sul, observada em dezembro ( $r_{13}$  e  $r_{13,2}=0,90$ ), enquanto na região ‘R3-C’ os expressivos coeficientes encontrados em dezembro, nas maiores defasagens (“lags” 6, 7 e 9), indicaram que a precipitação tende a aumentar à medida que a TSM da bacia norte assume tendência contrária, ou seja, fora das condições de Dipolo Positivo.

Em quatro situações, a precipitação mostrou, ao mesmo tempo, ser dependente da TSM de ambas as bacias do Atlântico com tendências iguais

(“R3-S” em janeiro, “R2b-C” em duas situações durante janeiro e “R3-S” em março).

Na fase negativa, as características da TSM foram mais evidenciadas em relação à sua contraposição do Dipolo do Atlântico, mesmo que tenha havido relativa igualdade quanto ao número de regiões influenciadas pela referida variável oceânica (Tabela 15 e Figura 4B – Apêndice B). Já em setembro, dentre as cinco regiões com anomalias significativas, três mostraram-se estar correlacionadas significativamente. Inclusive, quanto a essa afirmação, é importante notar que, na região “R4-C”, com quatro meses de defasagem, não houve nenhuma correlação total ou parcial significativa, ou seja, a precipitação se relacionou com a TSM de ambas as bacias do Atlântico tropical, porém não o suficiente para indicar qual a de maior influência.

Os resultados encontrados na região “R5-C” chamaram a atenção pelos valores e pela quantidade de correlações expressivas, sendo influenciadas pela TSM das duas bacias. Mas, num contexto geral, a precipitação foi mais relacionada com a TSM da bacia sul do Atlântico tropical, salvo a precipitação de dezembro, na região “R1-C”. O mesmo raciocínio apresentado na discussão da fase positiva do Dipolo é empregado nos valores da Tabela 14, no que tange aos sinais dos coeficientes e suas relações com a tendência da TSM e ao comportamento da precipitação apresentado em anos de Dipolo Negativo.

### **5.5.2. Análise trimestral**

Na Tabela 16, mostra-se o maior número de regiões e correlações significativas da precipitação trimestral em relação à mensal, durante eventos EN (Tabela 12). Ao contrário do observado na análise mensal, as áreas do Pacífico, correlacionáveis com a precipitação trimestral, foram mais diversificadas e predominantes em defasagens superiores a 4. Da mesma forma, em algumas regiões, como a “R1-S” e “R2a-S” no trimestre outubro-dezembro e a “R2b-C” no trimestre novembro-janeiro, observou-se maior ligação do comportamento da precipitação com as regiões do Pacífico. Inclusive, somente nessa última região e respectivo período foram observados fatores de correlação negativos envolvendo alguma das regiões Niños. Em princípio, é uma situação desfavorável em condições da TSM em anos El Niño, ou seja, indica que a precipitação tende a aumentar à medida que a TSM diminui.

Tabela 15 – Coeficientes de correlação da precipitação mensal com a TSM das bacias norte e sul do Atlântico tropical, durante anos do Dipolo Negativo do Atlântico

	lag 0	lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
R2a-C/Setembro	0,46	0,21	0,15	0,4	0,61	0,64	0,49	0,12	0,15	0,55
R2b-C/Setembro	0,43	0,33	0,2	0,41	0,49	0,33	0,54	0,78	0,74	0,56
R3-C/Setembro	0,2	0,28	0,39	0,75	<b>0,88</b>	0,77	0,75	0,64	0,32	0,6
r <sub>12</sub>					0,7					
r <sub>13</sub>					<b>-0,72</b>					
r <sub>12,3</sub>					<b>0,72</b>					
r <sub>13,2</sub>					<b>-0,74</b>					
R4-C/Setembro	0,12	0,29	0,46	0,72	<b>0,81</b>	0,79	0,72	0,46	0,17	0,46
r <sub>12</sub>					0,65					
r <sub>13</sub>					-0,66					
r <sub>12,3</sub>					0,62					
r <sub>13,2</sub>					-0,63					
R5-C/Setembro	0,35	0,71	0,74	<b>0,91</b>	<b>0,93</b>	<b>0,89</b>	<b>0,88</b>	0,58	0,41	0,66
r <sub>12</sub>				0,56	<b>0,72</b>	<b>0,7</b>	0,58			
r <sub>13</sub>				<b>-0,77</b>	<b>-0,79</b>	<b>-0,69</b>	-0,66			
r <sub>12,3</sub>				<b>0,76</b>	<b>0,81</b>	<b>0,79</b>	<b>0,78</b>			
r <sub>13,2</sub>				<b>-0,86</b>	<b>-0,85</b>	<b>-0,78</b>	<b>-0,81</b>			
R2b-S/Outubro	0,65	0,25	0,23	0,39	0,31	0,29	0,48	0,66	0,32	0,32
R3-S/Outubro	0,58	0,17	0,2	0,35	0,33	0,44	0,57	0,4	0,35	0,25
R2a-S/Novembro	0,44	0,46	0,19	0,4	0,12	0,04	0,3	0,26	0,13	0,54
R3-S/Novembro	0,64	0,1	0,3	0,04	0,24	0,18	0,36	0,43	0,17	0,4
R2b-S/Novembro	0,14	0,43	0,43	0,49	0,62	<b>0,83</b>	<b>0,91</b>	<b>0,92</b>	<b>0,81</b>	0,36
r <sub>12</sub>						0,33	0,41	0,46	0,41	
r <sub>13</sub>						<b>-0,79</b>	<b>-0,9</b>	<b>-0,88</b>	<b>-0,7</b>	
r <sub>12,3</sub>						0,41	0,3	0,61	0,58	
r <sub>13,2</sub>						<b>-0,8</b>	<b>-0,89</b>	<b>-0,9</b>	<b>-0,76</b>	
R1-C/Dezembro	0,28	<b>0,88</b>	0,61	0,51	0,46	0,11	0,27	0,3	0,17	0,41
r <sub>12</sub>		<b>-0,89</b>								
r <sub>13</sub>		-0,03								
r <sub>12,3</sub>		<b>-0,89</b>								
r <sub>13,2</sub>		-0,11								
R2b-C/Dezembro	0,56	0,44	0,54	0,48	0,49	0,51	0,38	0,2	0,23	0,25
R3-C/Dezembro	0,55	0,64	0,7	0,64	0,56	0,6	0,51	0,42	0,42	0,17
R3-MC/Dezembro	0,7	0,4	0,45	0,68	0,77	0,74	0,66	0,54	0,55	0,4
R5-C/Dezembro	0,03	0,35	0,54	0,56	0,61	0,65	0,81	<b>0,86</b>	<b>0,84</b>	0,68
r <sub>12</sub>								-0,24	-0,27	
r <sub>13</sub>								<b>-0,72</b>	<b>-0,75</b>	
r <sub>12,3</sub>								-0,68	-0,59	
r <sub>13,2</sub>								<b>-0,85</b>	<b>-0,83</b>	
R2b-C/Janeiro	0,61	0,53	0,52	<b>0,82</b>	0,46	0,39	0,69	0,57	0,47	0,37
r <sub>12</sub>				0,57						
r <sub>13</sub>				0,64						
r <sub>12,3</sub>				0,67						
r <sub>13,2</sub>				<b>0,72</b>						
R1-S/Fevereiro	0,38	0,27	0,47	0,42	0,47	0,49	0,44	0,24	0,26	0,49
R2a-S/Fevereiro	0,62	0,34	0,19	0,21	0,29	0,3	0,63	0,49	0,42	0,54
R3-S/Fevereiro	0,4	0,1	0,25	0,17	0,41	0,36	0,13	0,15	0,4	0,53
R1-C/Março	0,11	0,05	0,45	<b>0,87</b>	0,54	0,53	0,51	0,45	0,16	0,17
r <sub>12</sub>				-0,02						
r <sub>13</sub>				<b>0,84</b>						
r <sub>12,3</sub>				-0,46						
r <sub>13,2</sub>				<b>0,87</b>						
R2a-C/Março	0,16	0,17	0,39	<b>0,83</b>	0,56	0,69	0,56	0,5	0,31	0,07
r <sub>12</sub>				-0,09						
r <sub>13</sub>				<b>0,78</b>						
r <sub>12,3</sub>				-0,48						
r <sub>13,2</sub>				<b>0,83</b>						
R2b-C/Março	0,74	0,56	0,28	0,42	0,49	0,54	0,61	0,62	0,55	0,5
R3-C/Março	0,27	0,12	0,43	0,79	0,63	0,59	0,8	0,64	0,49	0,15

Tabela 16 – Coeficientes de correlação da precipitação trimestral com o IOS e TSM de regiões do Pacífico equatorial, durante anos El Niño

		lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
R2b-C Setembro/Novembro	Niño 1+2	0,48	0,48	0,55	<b>0,56</b>	0,43	0,32	0,11	-0,2	-0,07
	Niño 3	0,47	0,32	0,5	<b>0,6</b>	0,46	0,22	0,1	0,07	0,01
	Niño 4	-0,24	0,24	0,2	<b>0,65</b>	0,52	0,3	0,33	0,04	-0,06
	Niño 3.4	0,29	0,28	0,36	<b>0,59</b>	0,42	0,24	0,21	0,1	0,22
	IOS	-0,07	-0,2	-0,39	-0,11	0,29	0,18	0,25	-0,19	-0,08
R5-C Setembro/Novembro	Niño 1+2	0	0,1	0,36	0,64	0,57	0,43	0,06	-0,54	-0,01
	Niño 3	-0,12	-0,19	0,05	0,46	0,42	0,39	0,27	0,12	0,2
	Niño 4	-0,34	-0,07	-0,39	0,53	0,52	0,33	0,48	0,3	0,21
	Niño 3.4	-0,34	-0,28	-0,23	0,43	0,41	0,4	0,42	0,29	0,29
	IOS	<b>0,68</b>	0,56	0,16	0,54	0,29	-0,1	-0,15	-0,49	0,08
R1-S Outubro/Dezembro	Niño 1+2	-0,47	-0,35	-0,37	-0,15	0,15	0,46	<b>0,59</b>	<b>0,7</b>	0,36
	Niño 3	-0,31	-0,33	-0,25	-0,11	0,24	0,29	<b>0,62</b>	0,45	0,46
	Niño 4	0,16	0	0,22	-0,29	0,14	0,19	0,44	0,46	0,34
	Niño 3.4	-0,19	-0,27	-0,04	0,02	0,33	0,31	<b>0,61</b>	0,47	0,53
	IOS	0,51	0,49	0,01	-0,06	0,14	-0,32	-0,32	-0,38	<b>-0,71</b>
R2a-S Outubro/Dezembro	Niño 1+2	0,16	0,22	0,32	<b>0,59</b>	<b>0,75</b>	<b>0,81</b>	<b>0,86</b>	0,53	0,03
	Niño 3	0,06	0,21	0,15	0,24	0,55	<b>0,6</b>	<b>0,68</b>	0,45	0,26
	Niño 4	0,02	-0,07	0,04	-0,3	0,34	0,5	0,46	0,53	0,35
	Niño 3.4	-0,01	0,12	0,15	0,08	0,49	<b>0,62</b>	<b>0,6</b>	<b>0,57</b>	0,38
	IOS	0,51	0,43	0,2	-0,13	-0,12	-0,19	-0,35	-0,17	<b>-0,62</b>
R3-C Outubro/Dezembro	Niño 1+2	-0,13	-0,16	-0,31	-0,34	-0,25	-0,3	-0,5	-0,47	-0,11
	Niño 3	0,06	0,21	0,15	0,24	0,55	<b>0,6</b>	<b>0,68</b>	0,45	0,26
	Niño 4	0,01	-0,15	0,05	0,04	-0,01	-0,17	-0,03	-0,03	-0,03
	Niño 3.4	0,05	-0,28	-0,2	-0,03	-0,04	-0,32	-0,19	-0,28	-0,08
	IOS	-0,05	-0,12	-0,04	0,1	<b>0,57</b>	0,33	0,37	0,02	-0,04
R2b-C Outubro/Dezembro	Niño 1+2	0,12	0,04	-0,11	-0,23	-0,23	-0,32	-0,51	-0,4	-0,09
	Niño 3	0	-0,23	-0,24	-0,14	-0,09	-0,31	-0,26	-0,36	-0,11
	Niño 4	0,15	-0,07	0,24	0,35	0,22	-0,03	0,02	-0,03	-0,09
	Niño 3.4	0,35	0,06	0,08	0,3	0,14	-0,21	-0,17	-0,27	-0,09
	IOS	-0,35	-0,49	-0,34	-0,22	0,29	0,38	0,48	0,13	0,16
R2b-MC Outubro/Dezembro	Niño 1+2	0,15	0,14	0,09	0,15	0,18	-0,01	-0,22	-0,56	0,06
	Niño 3	0,31	0,07	-0,01	0,17	0,07	-0,17	-0,24	-0,29	-0,05
	Niño 4	-0,19	-0,47	-0,3	0,16	0,28	0,12	0,17	0,28	0,18
	Niño 3.4	0,18	-0,04	-0,13	0,1	0,26	-0,03	0,01	0,09	0,09
	IOS	-0,12	-0,01	-0,09	0,04	0,3	0,37	0,44	0,04	-0,12
R1-S Novembro/Janeiro	Niño 1+2	-0,54	-0,45	-0,44	-0,51	-0,39	-0,11	0	0,29	0,33
	Niño 3	-0,49	-0,45	-0,41	-0,27	-0,02	0,18	0,08	0,42	0,3
	Niño 4	0,18	0,3	0,19	0,18	-0,08	0,45	0,48	<b>0,59</b>	<b>0,66</b>
	Niño 3.4	-0,27	-0,4	-0,38	-0,18	0,02	0,31	0,25	0,44	0,42
	IOS	-0,11	0,27	0,42	<b>0,61</b>	0,23	0,02	-0,13	-0,37	-0,45
R2b-C Novembro/Janeiro	Niño 1+2	-0,11	-0,23	-0,32	-0,52	<b>-0,64</b>	<b>-0,62</b>	<b>-0,59</b>	<b>-0,63</b>	-0,31
	Niño 3	0	-0,09	-0,33	-0,42	-0,38	-0,43	-0,37	-0,26	-0,33
	Niño 4	0,27	0,22	0,07	-0,03	-0,02	-0,19	-0,27	-0,13	-0,14
	Niño 3.4	0,2	-0,01	-0,26	-0,33	-0,18	-0,35	-0,38	-0,28	-0,36
	IOS	0,13	0,07	-0,3	0,15	0,36	0,38	0,37	0,31	-0,33
R2b-C Dezembro/Fevereiro	Niño 1+2	0,16	0,03	-0,12	-0,27	-0,38	-0,41	-0,31	-0,3	-0,46
	Niño 3	0,09	0,03	-0,02	-0,23	-0,39	-0,21	-0,05	-0,03	-0,02
	Niño 4	-0,05	0,17	0,19	0,16	0,15	0,14	0,06	0,01	0,11
	Niño 3.4	0,24	0,19	0,01	-0,16	-0,23	-0,02	0,01	0	0,01
	IOS	-0,41	-0,03	0,06	-0,31	0,01	0,15	0,5	0,17	0,16

Continua...

Tabela 16 – Cont.

		lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
R3-C	Niño 1+2	0,14	0,05	-0,16	-0,3	-0,41	-0,38	-0,35	-0,41	-0,45
Dezembro/Fevereiro	Niño 3	0,08	0,05	-0,01	-0,2	-0,39	-0,14	-0,08	-0,13	-0,05
	Niño 4	0,05	0,33	0,3	0,16	-0,02	0,07	0,16	0,07	0,19
	Niño 3.4	-0,1	-0,13	0,02	-0,11	-0,33	-0,02	0	-0,11	-0,01
	IOS	-0,21	-0,06	-0,15	-0,25	0,06	0,3	0,24	0,19	0,34
R3-C	Niño 1+2	0,28	0,32	0,23	0,17	0,14	0,2	0,02	-0,17	-0,31
Janeiro/Março	Niño 3	0,4	0,33	0,32	0,22	0,22	0,2	0,13	-0,13	-0,16
	Niño 4	-0,15	-0,08	0,01	-0,28	-0,16	-0,19	0,35	-0,2	-0,4
	Niño 3.4	0,23	0,19	0,24	0,15	0,17	0,07	0,07	-0,16	-0,36
	IOS	-0,3	<b>-0,56</b>	-0,48	<b>-0,64</b>	-0,54	<b>-0,56</b>	-0,33	-0,16	0,3
R2a-S	Niño 1+2	0,25	0,37	0,32	0,17	0,23	0,14	0,04	-0,04	-0,17
Janeiro/Março	Niño 3	0,2	0,2	0,25	0,23	0,13	0,06	-0,03	0,09	0,2
	Niño 4	-0,47	-0,34	-0,21	-0,26	-0,5	-0,26	0,39	0,07	0,05
	Niño 3.4	-0,27	-0,25	-0,18	-0,15	-0,27	-0,27	-0,22	-0,19	-0,01
	IOS	-0,15	-0,1	-0,09	0,11	0,07	0,01	0,09	0	0,32

Um argumento mais plausível seria possível se houvesse relação com outras regiões Niños ou o IOS, independentemente dos sinais dos coeficientes. Mesmo não envolvendo apenas anos de ocorrência do ENOS, Pinto et al. (2004) encontraram melhores correlações entre a região Niño 1+2 com a precipitação observada no trimestre outubro-dezembro, defasadas em quatro meses, na bacia do Alto São Francisco. Igualmente, a referida região do Pacífico também apresentou as melhores correlações com a precipitação do trimestre janeiro-março, mas com maiores defasagens, enquanto o IOS foi o de melhor correlação com um mês de defasagem. Para fins de localização no espaço, na Figura 1Ca-e, do Apêndice C, constam as regiões envolvidas neste estudo.

Como notado em análises mensais e trimestrais realizadas até então, durante ocorrências La Niña o comportamento da precipitação mostrou-se bastante relevante. A Figura 2Ca-e, do Apêndice C, ilustra esse aspecto, principalmente a partir do trimestre novembro-janeiro. No entanto, estatisticamente os valores da Tabela 17 não apontam resultados à altura, ou seja, relativamente há pouca influência do LN nas anomalias. Comparando com os valores da Tabela 16, uma divergência é notada, ou seja, o maior número de coeficientes significativos com pequena defasagem temporal.

Tabela 17 – Coeficientes de correlação da precipitação trimestral com o IOS e TSM de regiões do Pacífico equatorial, durante anos La Niña

		lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
R1-C Setembro/Novembro	Niño 1+2	-0,01	-0,01	0,01	-0,12	0,13	0,01	0,05	0,1	-0,15
	Niño 3	-0,01	0,07	0,29	0,24	0,22	0	0,33	0,27	-0,03
	Niño 4	0,1	0,32	0,28	0,31	0,42	0,27	0,2	0,03	-0,29
	Niño 3.4	0,25	0,26	0,57	0,53	0,39	0,17	0,33	0,23	-0,01
	IOS	-0,04	-0,14	0,65	-0,28	-0,12	-0,03	0,02	-0,35	0,09
R3-S Setembro/Novembro	Niño 1+2	0,13	0,32	0,27	0,34	0,49	0,12	0,13	0,3	0,17
	Niño 3	0,15	0,03	-0,08	0,09	0,38	0,12	0,04	0,2	0,23
	Niño 4	-0,58	-0,11	-0,27	-0,06	0,1	0,1	0,31	0,17	0,41
	Niño 3.4	-0,06	-0,22	-0,43	-0,03	0,18	0,1	0,13	0,21	0,32
	IOS	0,47	0,29	0,52	-0,09	0	0,04	-0,2	-0,51	-0,28
R2b-C Outubro/Dezembro	Niño 1+2	-0,08	0,07	0,36	0,11	0,22	0,29	0,09	0,14	0,34
	Niño 3	-0,09	0,09	0,09	-0,22	-0,13	0,12	0,12	0,21	0,22
	Niño 4	-0,35	-0,5	-0,44	-0,39	-0,15	-0,05	0,2	0,27	0,19
	Niño 3.4	-0,5	-0,21	-0,39	-0,59	-0,23	-0,07	0,15	0,28	0,21
	IOS	<b>0,71</b>	<b>0,74</b>	0,65	0,47	0,41	-0,15	0,01	-0,05	-0,29
R3-S Outubro/Dezembro	Niño 1+2	-0,13	-0,09	0,09	-0,08	0	0,11	-0,19	-0,05	0,25
	Niño 3	0,03	-0,04	-0,05	-0,17	-0,19	0,05	-0,02	0,05	0,21
	Niño 4	-0,61	-0,37	-0,05	-0,28	0,06	0,15	0,27	0,39	0,34
	Niño 3.4	-0,32	0,18	-0,1	-0,19	-0,16	0,04	0,16	0,22	0,28
	IOS	<b>0,75</b>	0,62	0,23	0,63	0,1	-0,07	0,16	-0,25	-0,42
R1-S Novembro/Janeiro	Niño 1+2	0,11	0,02	-0,01	-0,09	0,04	-0,07	-0,17	0,19	0,13
	Niño 3	0,15	-0,02	-0,02	0,16	0,31	0,23	-0,16	0,04	0,04
	Niño 4	0,59	0,58	0,53	0,18	0,26	0,05	-0,1	-0,22	-0,35
	Niño 3.4	0,34	0,43	-0,09	0,23	0,26	0,22	-0,11	-0,09	-0,12
	IOS	-0,56	<b>-0,95</b>	<b>-0,73</b>	-0,36	-0,55	-0,41	0,24	-0,02	0,15
R2a-MS Novembro/Janeiro	Niño 1+2	-0,04	0,02	-0,03	-0,14	-0,17	-0,41	-0,31	-0,26	-0,38
	Niño 3	0,55	0,28	0,25	0,55	0,14	-0,21	-0,46	-0,33	-0,39
	Niño 4	0,48	-0,31	0,13	-0,07	-0,18	-0,36	-0,35	-0,56	-0,51
	Niño 3.4	<b>0,68</b>	0,18	0,54	<b>0,76</b>	0,16	-0,25	-0,53	-0,43	-0,4
	IOS	-0,15	-0,51	-0,07	-0,09	-0,3	-0,4	0,51	0,21	0,42
R2a-S Novembro/Janeiro	Niño 1+2	0,24	0,02	-0,1	0,05	0,03	-0,08	-0,04	-0,01	-0,01
	Niño 3	0,42	0,28	0,11	0,41	0,15	-0,01	-0,23	-0,11	-0,14
	Niño 4	0,42	-0,1	0,13	0,09	-0,12	-0,21	-0,26	-0,41	-0,32
	Niño 3.4	0,46	0,39	0,23	0,41	-0,16	-0,15	-0,38	-0,25	-0,19
	IOS	-0,03	-0,42	-0,25	-0,15	-0,18	-0,57	0,48	0,23	0,17
R3-S Novembro/Janeiro	Niño 1+2	-0,03	-0,01	0,16	0,19	0,02	-0,08	-0,08	-0,05	-0,19
	Niño 3	0,44	0,4	0,43	<b>0,66</b>	0,15	-0,16	-0,33	-0,18	-0,37
	Niño 4	0,15	-0,52	-0,29	-0,46	-0,56	-0,57	-0,58	-0,56	-0,46
	Niño 3.4	0,43	0,09	0,31	0,44	-0,32	-0,46	<b>-0,65</b>	-0,38	-0,38
	IOS	0,11	-0,12	0,29	0,37	-0,06	-0,21	0,48	0,23	0,32
R4-S Novembro/Janeiro	Niño 1+2	0,11	0,14	0,47	0,62	0,46	0,42	0,58	0,37	0,16
	Niño 3	0,1	0,38	0,58	0,58	0,15	0,2	0,32	0,16	0,01
	Niño 4	-0,44	-0,53	<b>-0,76</b>	-0,63	-0,56	-0,5	-0,33	-0,27	-0,1
	Niño 3.4	-0,12	-0,15	-0,13	-0,06	-0,59	-0,11	-0,14	-0,09	-0,02
	IOS	0,66	0,65	<b>0,82</b>	<b>0,78</b>	0,45	0,02	0,1	-0,07	0,17
R5-S Novembro/Janeiro	Niño 1+2	-0,26	-0,46	0,4	0,79	0,76	0,33	0,54	0,38	-0,16
	Niño 3	0,12	0,46	0,38	0,4	-0,02	-0,07	-0,05	-0,12	-0,36
	Niño 4	-0,22	<b>-0,86</b>	<b>-0,71</b>	-0,66	<b>-0,87</b>	-0,49	<b>-0,34</b>	-0,32	<b>-0,07</b>
	Niño 3.4	0,05	0	-0,14	-0,03	-0,54	-0,41	-0,48	-0,27	-0,23
	IOS	0,42	0,6	<b>0,83</b>	0,61	0,28	-0,03	<b>0,76</b>	<b>0,87</b>	0,16
R2b-C Novembro/Janeiro	Niño 1+2	0,15	0,07	0,25	0,48	0,32	0,35	0,45	0,2	0,16
	Niño 3	0,17	0,43	0,33	0,35	0,02	0,07	0,22	0,15	0,01
	Niño 4	-0,31	-0,62	-0,61	-0,38	-0,48	-0,26	-0,14	-0,05	0,14
	Niño 3.4	-0,05	-0,01	-0,04	-0,12	-0,58	-0,18	-0,1	0,05	0,08
	IOS	0,53	0,61	0,62	0,52	0,44	-0,09	0,1	0,04	-0,12

Continua...

Tabela 17 – Cont.

		lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
R5-C	Niño 1+2	-0,37	-0,59	0,36	0,7	0,64	0,19	0,65	0,36	-0,26
Novembro/Janeiro	Niño 3	-0,02	0,25	0,38	0,4	0,04	0,03	0,11	-0,3	-0,3
	Niño 4	-0,33	<b>-0,8</b>	<b>-0,78</b>	-0,64	<b>-0,84</b>	-0,5	-0,27	-0,33	-0,1
	Niño 3.4	-0,04	-0,16	-0,12	0,04	-0,43	-0,23	-0,36	-0,35	-0,2
	IOS	0,5	0,58	<b>0,79</b>	0,64	0,44	-0,03	<b>0,76</b>	<b>0,92</b>	0,33
R1-MS	Niño 1+2	0,54	0,1	0,24	0,19	0,09	0,12	-0,04	-0,16	0,2
Dezembro/Fevereiro	Niño 3	0,42	0,45	0,33	0,12	0,33	0,28	0,17	-0,22	0,23
	Niño 4	0,45	0,62	0,28	0,59	0,07	0,25	0,12	-0,02	-0,04
	Niño 3.4	0,39	0,53	0,4	0,03	0,25	0,25	0,16	-0,13	0,14
	IOS	-0,44	<b>-0,72</b>	<b>-0,78</b>	-0,33	-0,23	-0,61	-0,37	0,05	-0,26
R1-S	Niño 1+2	0,41	0,02	-0,08	-0,28	-0,2	-0,22	-0,3	-0,36	-0,24
Dezembro/Fevereiro	Niño 3	0,13	0,38	0,27	-0,14	0,16	-0,17	-0,31	-0,54	-0,18
	Niño 4	0,39	0,54	-0,1	0,35	0,07	-0,08	-0,14	-0,24	-0,35
	Niño 3.4	0,14	0,46	0,39	0,16	0,3	-0,2	-0,37	-0,53	-0,24
	IOS	-0,32	-0,27	-0,48	-0,21	-0,27	-0,62	-0,35	0,49	0,25
R2a-MS	Niño 1+2	0,26	0,11	0,08	0	0,1	0,02	-0,07	-0,04	-0,05
Dezembro/Fevereiro	Niño 3	-0,02	0,28	0,24	0,26	0,48	-0,05	-0,21	-0,28	-0,2
	Niño 4	0,18	0,17	-0,17	-0,12	-0,27	-0,3	-0,53	-0,54	-0,61
	Niño 3.4	-0,01	0,25	0,13	0,16	0,32	-0,45	-0,45	-0,59	-0,44
	IOS	-0,41	0,26	-0,23	0,02	0,2	-0,32	-0,13	0,41	0,16
R2a-S	Niño 1+2	0,42	0,04	-0,04	-0,29	-0,16	-0,22	-0,32	-0,3	-0,31
Dezembro/Fevereiro	Niño 3	0,19	0,45	0,3	-0,11	0,23	-0,16	-0,34	-0,5	-0,19
	Niño 4	0,34	0,44	-0,3	0,29	0,14	-0,09	-0,1	-0,15	-0,27
	Niño 3.4	0,17	0,5	0,3	0,34	0,39	-0,17	-0,36	-0,48	-0,19
	IOS	-0,29	-0,17	-0,3	-0,04	-0,24	-0,37	-0,41	0,46	0,27
R3-S	Niño 1+2	0,38	0,05	0,07	-0,11	-0,05	-0,13	-0,25	-0,25	-0,22
Dezembro/Fevereiro	Niño 3	0,13	0,45	0,31	0,11	0,4	-0,1	-0,31	-0,46	-0,2
	Niño 4	0,25	0,37	-0,25	0,15	-0,09	-0,18	-0,33	-0,38	-0,46
	Niño 3.4	0,14	0,46	0,2	0,32	0,42	-0,24	-0,45	-0,59	-0,32
	IOS	-0,45	-0,06	-0,34	0,01	-0,03	-0,44	-0,25	0,41	0,17
R3-C	Niño 1+2	0,44	0,19	0,34	0,48	0,59	0,45	0,33	0,35	0,42
Dezembro/Fevereiro	Niño 3	0,34	0,35	0,48	0,55	<b>0,71</b>	0,25	0,21	0,08	0,28
	Niño 4	0,03	0,06	-0,12	-0,17	-0,46	-0,24	-0,36	-0,33	-0,26
	Niño 3.4	0,16	0,2	0,12	-0,08	0,1	-0,41	-0,07	-0,26	-0,01
	IOS	-0,37	0,08	-0,16	0,27	0,5	-0,15	-0,16	0,07	-0,27
R4-C	Niño 1+2	-0,2	-0,43	-0,17	0,11	-0,08	-0,15	-0,26	-0,31	0,01
Dezembro/Fevereiro	Niño 3	-0,05	-0,12	-0,23	0,22	0,35	0,12	-0,1	-0,36	-0,23
	Niño 4	0,01	0,08	0,2	0	-0,51	-0,25	-0,45	-0,46	-0,44
	Niño 3.4	0,1	0,08	-0,22	-0,04	0,28	0,07	-0,17	-0,46	-0,39
	IOS	-0,45	-0,23	-0,52	-0,05	0,31	-0,36	0,25	0,23	0,06
R2b-C	Niño 1+2	0,58	0,49	0,43	0,39	<b>0,67</b>	0,61	0,61	<b>0,64</b>	0,51
Dezembro/Fevereiro	Niño 3	0,24	0,26	0,58	0,33	0,36	0,05	0,29	0,39	0,49
	Niño 4	-0,07	-0,07	-0,12	-0,21	-0,18	-0,06	-0,06	-0,01	0,07
	Niño 3.4	-0,09	-0,05	0,27	-0,29	-0,31	<b>-0,65</b>	0,04	0,08	0,28
	IOS	0,02	0,34	0,24	0,29	0,36	-0,01	-0,21	-0,12	-0,34
R2b-MC	Niño 1+2	0,34	0,18	0,27	-0,05	0,2	0,14	0,16	0,31	-0,06
Dezembro/Fevereiro	Niño 3	0,13	0,1	0,27	-0,21	-0,24	-0,38	-0,11	0,24	0,32
	Niño 4	-0,37	-0,28	-0,37	0,04	0,29	0,27	0,48	<b>0,67</b>	<b>0,67</b>
	Niño 3.4	-0,16	-0,22	-0,12	0,01	-0,37	-0,23	0,09	0,42	0,55
	IOS	0,1	0,21	<b>0,67</b>	0,55	0,01	0,22	0,02	-0,38	-0,26
R1-S	Niño 1+2	0,32	0,48	0,27	0,13	0,03	0,16	0,15	0,15	0,01
Janeiro/Março	Niño 3	0,11	0,03	0,23	0,13	0,06	0,25	0,31	0,2	-0,06
	Niño 4	0,23	0,38	0,34	0,29	0,35	0,17	0,11	0,06	-0,13
	Niño 3.4	-0,05	-0,05	0,25	0,35	0,02	0,1	-0,01	0,06	-0,14
	IOS	-0,11	0,27	-0,36	0,51	-0,42	-0,2	-0,16	-0,39	-0,07

Continua...

Tabela 17 – Cont.

		lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
R2a-S Janeiro/Março	Niño 1+2	0,37	0,39	0,19	-0,01	-0,17	-0,03	-0,09	-0,1	-0,16
	Niño 3	0,17	0,18	0,47	0,44	-0,01	0,21	-0,09	-0,23	-0,34
	Niño 4	0,26	0,24	0,37	-0,39	0,07	0,05	-0,23	-0,16	-0,25
	Niño 3.4	0,17	0,12	0,44	0,4	0,25	0,24	-0,32	-0,41	-0,44
	IOS	-0,51	0,03	-0,03	-0,11	-0,02	-0,18	-0,25	-0,42	0,43
R2b-C Janeiro/Março	Niño 1+2	0,5	0,36	0,34	0,21	0,31	0,47	0,4	0,46	0,39
	Niño 3	0,02	0,29	0,32	<b>0,66</b>	0,28	0,26	0	0,13	0,17
	Niño 4	-0,06	-0,13	0,04	-0,37	-0,34	-0,31	-0,33	-0,19	-0,19
	Niño 3.4	-0,16	0,04	0,08	0,36	-0,23	-0,25	-0,64	-0,19	-0,12
	IOS	-0,11	0,17	0,3	0,31	0,33	0,33	-0,08	-0,18	0,07
R4-C Janeiro/Março	Niño 1+2	-0,31	-0,15	-0,31	-0,05	0,13	-0,03	-0,08	-0,16	-0,23
	Niño 3	0,25	-0,22	-0,18	-0,27	0,26	0,32	0,09	-0,09	-0,26
	Niño 4	0,5	-0,06	-0,01	0,32	-0,02	-0,49	-0,18	-0,49	-0,53
	Niño 3.4	0,37	-0,08	-0,04	-0,25	-0,07	0,19	-0,03	-0,21	-0,43
	IOS	-0,13	-0,39	-0,1	-0,47	-0,1	0,33	-0,38	0,37	0,11
R3-C Janeiro/Março	Niño 1+2	0,56	0,5	0,52	0,48	<b>0,67</b>	<b>0,75</b>	<b>0,74</b>	<b>0,68</b>	<b>0,66</b>
	Niño 3	0,18	0,57	0,46	<b>0,78</b>	0,56	0,54	0,36	0,54	0,45
	Niño 4	0,21	0,14	0,17	-0,1	-0,23	-0,31	-0,12	-0,13	-0,09
	Niño 3.4	0,02	0,32	0,21	0,48	-0,31	-0,16	-0,4	0,22	0,12
	IOS	-0,11	-0,23	0,13	-0,03	0,15	0,36	-0,1	-0,38	-0,07

Quanto ao evento Dipolo do Atlântico, na Tabela 18 mostram-se os coeficientes de correlação na fase positiva e, na Figura 3Ca-e, do Apêndice C, as regiões envolvidas nesta análise. Ao contrário do observado no estudo da precipitação mensal (Tabela 14), a análise trimestral indicou um predomínio da TSM da bacia sul do Atlântico, principalmente nos trimestres novembro-janeiro e dezembro-fevereiro, sendo que, nesse último período, na região “R3-S” ocorreram os resultados mais expressivos com correlações significativas em sete defasagens. Apenas no trimestre outubro-dezembro houve maior influência da TSM do Atlântico tropical norte. Considerando o comportamento da precipitação em todas as situações, nas quais os sinais dos coeficientes parciais significativos foram iguais (“R1-C”, no trimestre outubro-dezembro, “R2b-S” e “R3-S”, no trimestre janeiro-março), a TSM tendeu ao decréscimo, ou seja, em termos de Dipolo Positivo, a TSM da bacia norte afastou-se de suas características. Contudo, fazendo-se uso do raciocínio exposto em outras situações semelhantes, esses acontecimentos se deram em defasagens que possivelmente ainda não estavam configurando as condições da fase positiva do Dipolo, principalmente quando a literatura mostrou a significativa variabilidade sazonal da TSM do Atlântico (TOURRE et al., 1999).



Tabela 18 – Coeficientes de correlação da precipitação trimestral com a TSM das bacias norte e sul do Atlântico tropical, durante anos do Dipolo Positivo do Atlântico

	lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
R5-C(Setembro/Novembro)	0,33	0,31	0,08	0,34	0,29	0,27	0,38	0,63	0,25
R2b-C(Setembro/Novembro)	0,14	0,25	0,12	0,2	0,43	0,67	0,73	0,46	0,5
R2b-S(Outubro/Dezembro)	0,71	0,68	0,57	0,65	<b>0,81</b>	0,74	0,51	0,52	0,55
r <sub>12</sub>					0,59				
r <sub>13</sub>					0,44				
r <sub>12,3</sub>					<b>0,75</b>				
r <sub>13,2</sub>					0,68				
R1-C(Outubro/Dezembro)	0,47	0,69	<b>0,99</b>	0,49	0,91	0,67	0,49	0,81	<b>0,97</b>
r <sub>12</sub>			-0,68						-0,71
r <sub>13</sub>			-0,25						-0,61
r <sub>12,3</sub>			<b>-0,99</b>						<b>-0,95</b>
r <sub>13,2</sub>			<b>-0,99</b>						-0,94
R5-C(Outubro/Dezembro)	0,4	0,54	0,7	0,68	0,67	0,73	0,69	0,67	0,55
R2a-S(Novembro/Janeiro)	0,42	0,57	0,49	0,26	0,46	0,71	0,48	0,22	0,19
R3-MS(Novembro/Janeiro)	0,62	0,56	0,45	0,61	0,67	0,69	0,65	0,66	0,49
R3-S(Novembro/Janeiro)	0,46	0,33	0,58	0,75	0,61	0,56	0,84	0,73	<b>0,95</b>
r <sub>12</sub>									-0,83
r <sub>13</sub>									0,23
r <sub>12,3</sub>									<b>-0,95</b>
r <sub>13,2</sub>									0,83
R5-S(Novembro/Janeiro)	<b>0,95</b>	0,81	0,7	0,86	0,55	0,66	0,18	0,39	0,44
r <sub>12</sub>	0,08								
r <sub>13</sub>	<b>-0,91</b>								
r <sub>12,3</sub>	-0,66								
r <sub>13,2</sub>	<b>-0,95</b>								
R1-S(Dezembro/Fevereiro)	0,19	0,61	0,23	0,41	0,88	0,47	0,61	0,76	0,63
R3-S(Dezembro/Fevereiro)	<b>0,81</b>	0,74	<b>0,87</b>	<b>0,9</b>	<b>0,88</b>	<b>0,92</b>	<b>0,83</b>	<b>0,81</b>	0,53
r <sub>12</sub>	-0,58		0,29	-0,22	-0,32	-0,13	0,13	0,01	
r <sub>13</sub>	<b>0,69</b>		<b>0,8</b>	<b>0,86</b>	<b>0,88</b>	<b>0,78</b>	<b>0,79</b>	<b>0,8</b>	
r <sub>12,3</sub>	-0,6		0,56	0,53	0,11	<b>0,77</b>	0,45	-0,18	
r <sub>13,2</sub>	0,7		<b>0,85</b>	<b>0,89</b>	<b>0,87</b>	<b>0,91</b>	<b>0,83</b>	<b>0,81</b>	
R2a-MS(Dezembro/Fevereiro)	0,29	0,43	0,76	0,89	0,76	0,85	0,89	0,88	0,84
R3-MS(Dezembro/Fevereiro)	0,46	0,33	0,07	0,56	0,28	0,65	0,3	0,62	0,59
R5-S(Dezembro/Fevereiro)	0,78	0,4	0,58	0,57	0,66	0,59	0,39	0,6	0,51
R1-MS(Janeiro/Março)	0,71	0,8	0,78	0,59	0,38	0,68	0,27	0,72	0,34
R2b-S(Janeiro/Março)	0,66	0,2	0,21	0,45	0,67	0,66	0,77	0,75	<b>0,85</b>
r <sub>12</sub>									<b>0,68</b>
r <sub>13</sub>									0,62
r <sub>12,3</sub>									<b>0,75</b>
r <sub>13,2</sub>									<b>0,7</b>
R2a-MS(Janeiro/Março)	0,84	0,72	0,86	0,9	0,86	0,8	0,85	<b>0,97</b>	0,76
r <sub>12</sub>								0,19	
r <sub>13</sub>								-0,94	
r <sub>12,3</sub>								-0,7	
r <sub>13,2</sub>								-0,97	
R3-MS(Janeiro/Março)	0,68	0,68	0,76	0,6	0,45	0,36	0,59	0,67	0,49
R5-S(Janeiro/Março)	0,65	0,76	0,28	0,52	0,53	0,38	0,6	0,35	0,26
R3-S(Janeiro/Março)	0,73	0,72	0,28	0,63	<b>0,84</b>	0,6	<b>0,87</b>	0,63	0,74
r <sub>12</sub>					0,3		0,34		
r <sub>13</sub>					0,51		0,4		
r <sub>12,3</sub>					<b>0,77</b>		<b>0,84</b>		
r <sub>13,2</sub>					<b>0,82</b>		<b>0,85</b>		
R2a-S(Janeiro/Março)	0,45	0,4	0,35	0,79	0,54	0,47	0,54	0,78	<b>0,85</b>
r <sub>12</sub>									0,45
r <sub>13</sub>									<b>0,79</b>
r <sub>12,3</sub>									0,54
r <sub>13,2</sub>									<b>0,81</b>

Na Figura 4Ca-e, do Apêndice C, é possível ver claramente os resultados da significativa oscilação mensal da precipitação, destacados na Figura 12a-g, durante os eventos Dipolo Negativo. Assim, na Tabela 19 tem-se um pequeno número de regiões incluídas na análise trimestral dos coeficientes de correlação. De relevante, apenas a relativa pequena defasagem das correlações significativas.

Tabela 19 – Coeficientes de correlação da precipitação trimestral com a TSM das bacias norte e sul do Atlântico tropical, durante anos do Dipolo Negativo do Atlântico

	lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
R5-S(Outubro/Dezembro)	0,66	0,78	<b>0,97</b>	0,85	0,69	0,72	0,79	0,49	0,59
r <sub>12</sub>			-0,37						
r <sub>13</sub>			0,49						
r <sub>12.3</sub>			<b>-0,97</b>						
r <sub>13.2</sub>			<b>0,97</b>						
R2b-C(Novembro/Janeiro)	0,4	0,15	0,37	0,21	0,11	0,2	0,23	0,15	0,52
R5-S(Novembro/Janeiro)	0,64	0,7	0,2	0,4	0,44	0,58	0,64	0,32	0,29
R2a-S(Dezembro/Fevereiro)	0,74	0,45	0,39	0,37	0,13	0,02	0,35	0,4	0,17
R3-S(Dezembro/Fevereiro)	<b>0,88</b>	0,56	0,56	0,65	0,45	0,36	0,36	0,44	0,39
r <sub>12</sub>	-0,84								
r <sub>13</sub>	0,29								
r <sub>12.3</sub>	-0,86								
r <sub>13.2</sub>	0,49								
R2b-C(Dezembro/Fevereiro)	0,4	0,19	0,19	0,11	0,3	0,57	0,62	0,63	0,61
R2a-C(Janeiro/Março)	0,78	0,73	0,74	<b>0,87</b>	0,65	0,57	0,4	0,13	0,08
r <sub>12</sub>				-0,26					
r <sub>13</sub>				<b>0,87</b>					
r <sub>12.3</sub>				-0,24					
r <sub>13.2</sub>				<b>0,86</b>					

## 5.6. Análise diária da precipitação

Os intervalos de confiabilidade de 95% das médias, referentes ao número de dias chuvosos em diferentes quantidades de precipitação diária (classes) nos anos neutros (AN) e ocorrências El Niño nas áreas em que se observaram ao menos duas correlações significativas, nos contextos mensal (Tabela 12) e trimestral (Tabela 16), estão destacados na Figura 17ab e na Figura 18a-g, respectivamente.

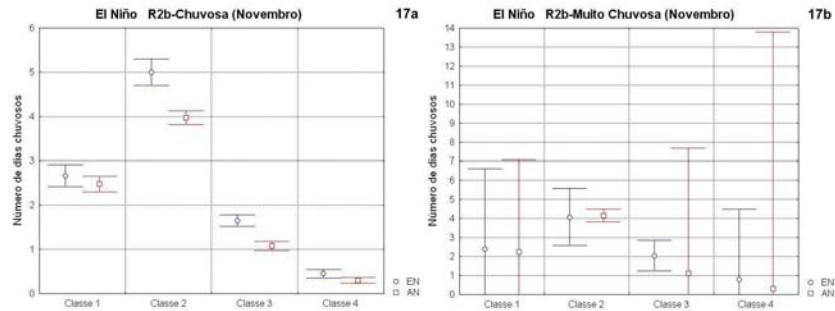


Figura 17 – Intervalos de confiança de 95% das médias do número de dias chuvosos em diferentes quantidades de precipitação (classes), nos anos neutros e de El Niño em novembro, nas áreas R2b-C (17a) e R2b-MC (17b).

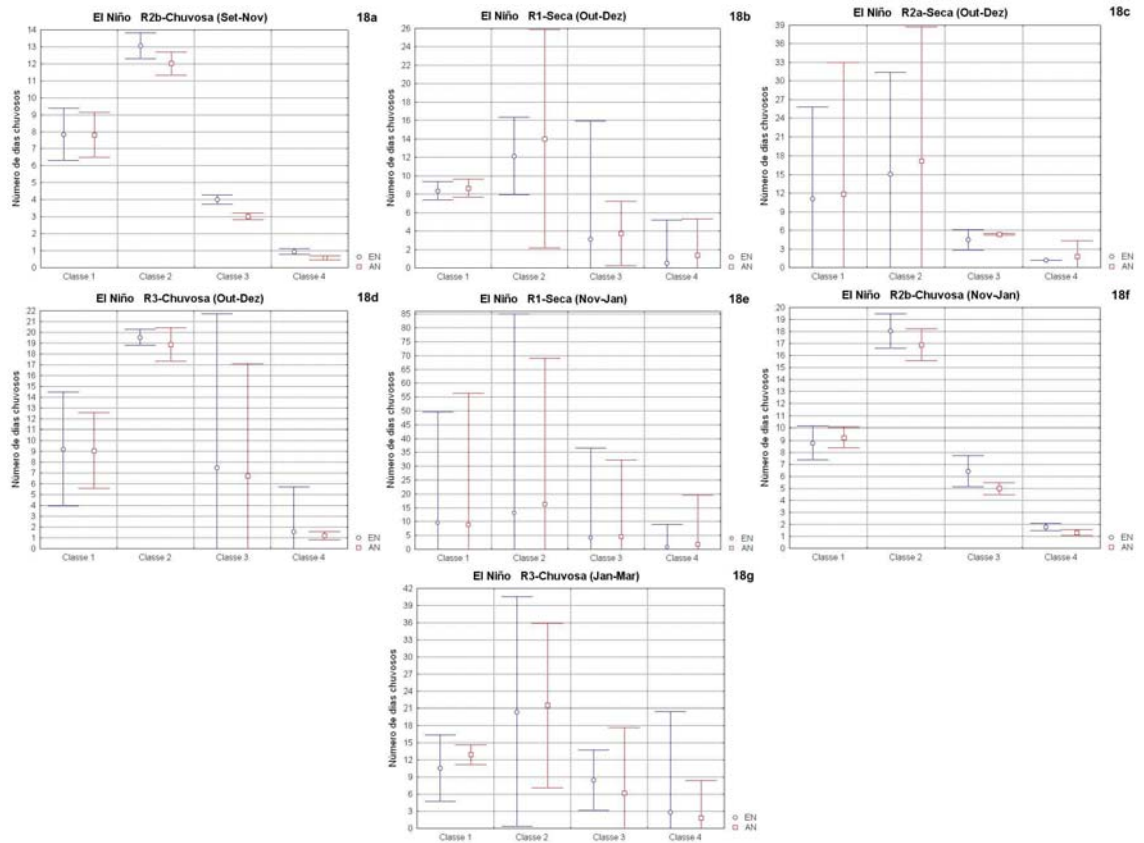


Figura 18 – Intervalos de confiança de 95% das médias do número de dias chuvosos em diferentes quantidades de precipitação (classes) nos anos neutros e de El Niño no trimestre setembro-novembro na área R2b-C (18a), no trimestre outubro-dezembro nas áreas R1-S (18b), R2a-S (18c) e R3-C (18d), no trimestre novembro-janeiro nas áreas R1-S (18e) e R2b-C (18f) e no trimestre janeiro-março na área R3-C (18g).

Na relação entre os resultados encontrados a partir da análise mensal, na área R2b-C (Figura 17a) houve aumento no número de dias chuvosos em todas as classes, em especial para quantias diárias de precipitação de 5 mm a 24,99 mm (classe 2). No entanto, justamente nessa “classe” o EN não fez jus à influência observada em R2b-MC (Figura 17b), mas a referida classificação foi resultante do aumento diário de chuvas fortes (classe 3), com um dia a mais de ocorrência, mesmo que os intervalos de confiança sejam exageradamente maiores em anos neutros do que em ocorrências EN nas classes 1, 3 e 4. Situações como essas se devem ao pequeno número de dados e, ou, ao maior valor do desvio-padrão da série.

No trimestre setembro-novembro, a precipitação acima da média na área R2b, em eventos EN, é devida principalmente ao aumento de chuvas moderadas e fortes (Figura 18a). Na “classe 3”, como exemplo, há 95% de chance de que a média seja de 3,7 a 4,3 dias de chuvas fortes durante ocorrência EN. Comportamento semelhante foi notado em R3-C, durante o trimestre outubro-dezembro (Figura 18d). Em contrapartida, no mesmo trimestre, comportamento oposto, justificável pela classificação, foi observado em R1-S (Figura 18b) e R2a-S (Figura 18c), principalmente nas chuvas classificadas como “moderada”, em que a diferença no número de dias chuvosos de anos neutros em relação ao EN foi de aproximadamente duas ocorrências em ambas as áreas. Já no trimestre novembro-janeiro, mesmo havendo anomalias positivas na área R2b, houve menor número de dias com chuvas “fracas” (Figura 18f), ocorrendo exatamente o oposto em R1-S, ou seja, mesmo com a referida classificação, em anos EN houve maior ocorrência de dias chuvosos somente de 1 mm a 4,99 mm (Figura 18e). De janeiro a março, a classificação obtida na área R3 apontou somente as chuvas “fortes” e “muito fortes”, isso por que, nas demais classes, o número de dias chuvosos foi maior em anos neutros (Figura 18g). Isso indica que na área R3-C, durante o trimestre janeiro-março, o EN tem influência em sistemas meteorológicos que ocasionam chuvas intensas, porém hipóteses ou conclusões mais precisas quanto a essa questão seriam possíveis com registros de precipitação numa escala menor de tempo, como a cada três ou uma hora, possibilitando distinguir precipitações de origem convectiva ou de origem frontal, como exemplos.

O resultado do maior número de correlações significativas a 95% de probabilidade, encontrados em situações La Niña, foi notado na análise do comportamento diário da precipitação (Figura 19a-o e Figura 20a-k), nas escalas de tempos mensal e trimestral, respectivamente.

Em setembro, as classificações apontadas nas áreas R2b-S (Figura 19a) e R3-S (Figura 19b) durante eventos LN foram devidas, em sua maioria, às chuvas “moderadas” (classe 2). Situação essa diferente da encontrada em R5-S (Figura 19c), em que a estiagem ocasionada pelo fenômeno climático se deveu a chuvas “fortes”, mesmo havendo maior número de dias chuvosos de fraca “intensidade” (classe 1), em eventos LN, do que anos neutros. Depois, somente em novembro ocorreu situação para análise diária, especificamente na área R3-S (Figura 19d), quando os intervalos de confiança foram muito dispersos. Os valores médios indicaram que a estiagem observada se deveu à redução no número de dias com chuvas intensas (fortes e muito fortes). Essa foi mais uma situação mostrando que o aumento de apenas um dia de chuvas intensas em dado mês e forçante climática é o suficiente para ocasionar chuvas significativamente abaixo da média, mesmo havendo aumento no número de dias de chuvas “fracas” e, às vezes, de chuva “moderada”. Em dezembro, nas áreas classificadas com anomalias negativas, sendo a R1-S (Figura 19e), R2a-S (Figura 19f) e R5-S (Figura 19g), o LN teve influência diária marcante em R1-S e R5-S, em que em todas as classes o número de dias chuvosos foram inferiores aos observados em anos neutros. Situação essa vista e expressiva em R2a-S, apenas na “classe 3”. Na área com qualificação contrária (Figura 19h), apenas o número de dias com chuvas “fracas” não foi consistente com a classificação obtida durante a LN.

Assim como encontrado no mês de dezembro, em janeiro houve três áreas com ao menos duas correlações significativas e chuvas abaixo da média e apenas uma com chuvas acima da média (Tabela 13). A análise diária nas áreas da primeira situação indica que a influência do LN foi marcante em todas as classes, em especial as representativas de chuvas “moderadas” e “fortes” (Figuras 19i-k). Enquanto na área R2b-C (Figura 19l) apenas na “classe 1” houve maior número de dias chuvosos em anos neutros em relação aos anos LN, porém insignificante.

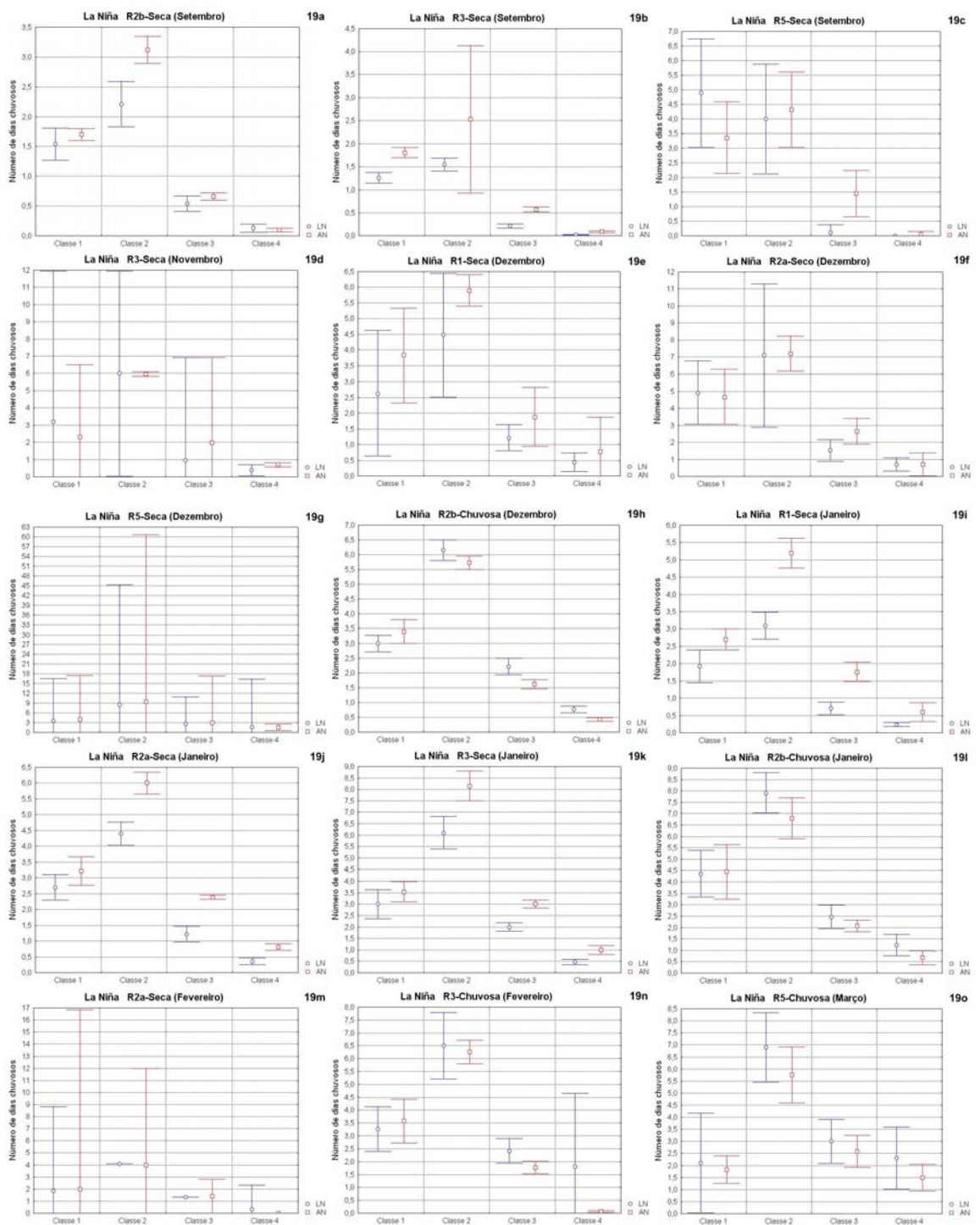


Figura 19 – Intervalos de confiança de 95% das médias do número de dias chuvosos em diferentes quantidades de precipitação (classes) nos anos neutros e de La Niña, em setembro nas áreas R2b-S (19a), R3-S (19b) e R5-S (19c), em novembro na área R3-S (19d), em dezembro nas áreas R1-S (19e), R2a-S (19f), R5-S (19g) e R2b-C (19h), em janeiro nas áreas R1-S (19i), R2a-S (19j), R3-S (19k) e R2b-C (19l), em fevereiro nas áreas R2a-S (19m) e R3-C (19n) e em março na área R5-C (19o).

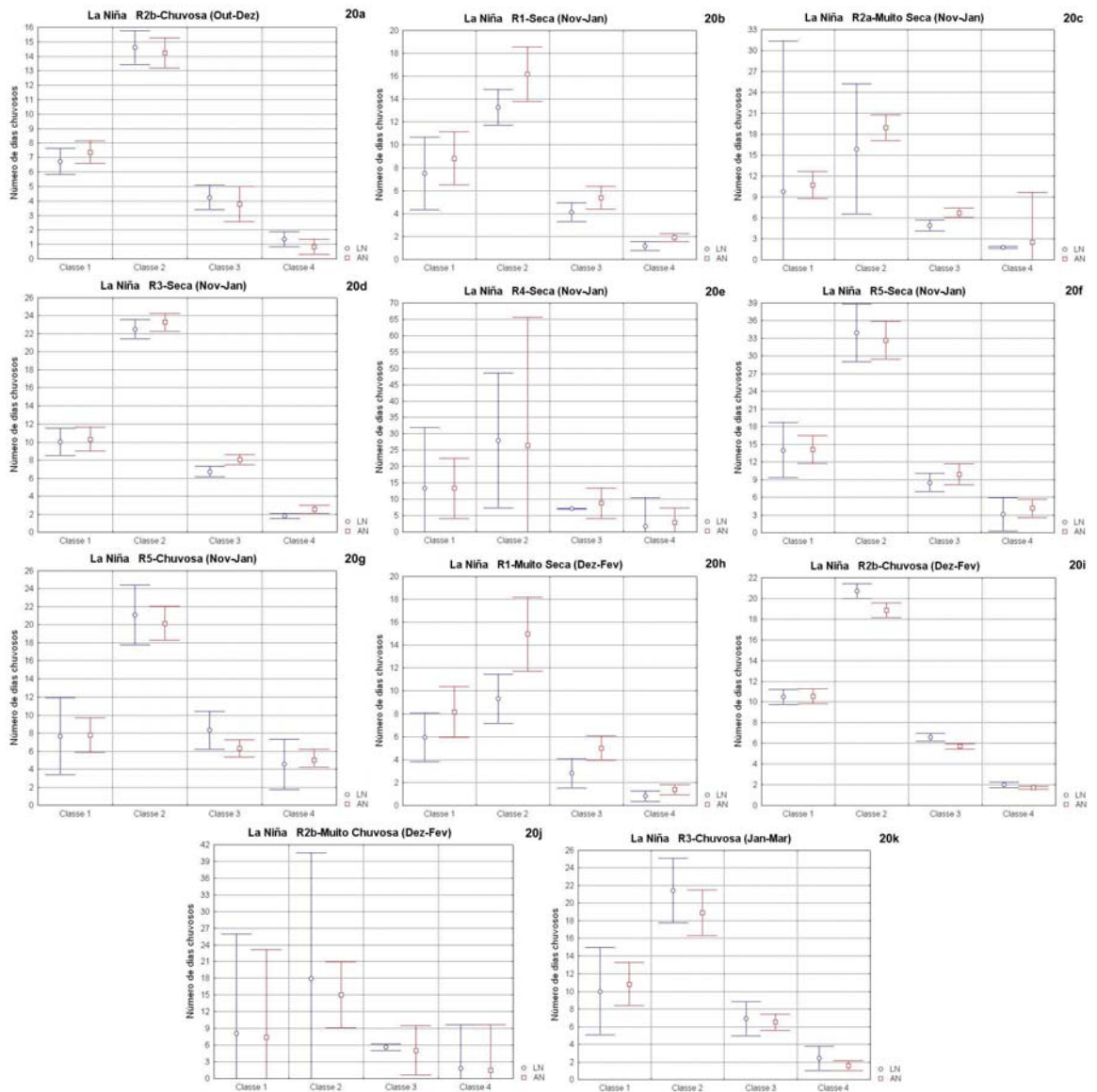


Figura 20 – Intervalos de confiança de 95% das médias do número de dias chuvosos em diferentes quantidades de precipitação (classes) nos anos neutros e de La Niña, no trimestre outubro-dezembro na área R2b-C (20a), no trimestre novembro/janeiro nas áreas R1-S (20b), R2a-MS (20c), R3-S (20d), R4-S (20e), R5-S (20f) e R5-C (20g), no trimestre dezembro-fevereiro nas áreas R1-MS (20h), R2b-C (20i) e R2b-MC (20j) e no trimestre janeiro-março na área R3-C (20k).

Em fevereiro, um fato interessante é notado na área R2a-S (Figura 19m), em que, mesmo com tal classificação, os valores médios calculados a partir de anos neutros e LN foram semelhantes, mas o diferencial reside nos intervalos de confiança exageradamente maiores obtidos nos anos neutros. Comportamento análogo à classificação para R3-C é observado na Figura 19n, salvo a inexpressiva diferença encontrada para chuvas “fracas”. Finalmente, no mês de março, na pequena área R5-C observou-se aumento em todas as classes do número de dias chuvosos durante as ocorrências LN (Figura 19o).

Quanto aos trimestres, de outubro a dezembro na área R2b-C (Figura 20a) o maior número de dias chuvosos foi para quantias diárias de precipitação de 5 mm a 24,99 mm, sendo que durante eventos LN houve 95% de credibilidade para que a média estivesse entre 13,4 e 15,7 dias de chuvas “moderadas” e entre 13,2 e 15,3 dias durante anos neutros, ou seja, pequena diferença também observada nas demais classes. No trimestre novembro-janeiro, nas áreas R1-S (Figura 20b) e R2a-MS (Figura 20c), R3-S (Figura 20d), em todas as classes, o número de dias chuvosos foi maior em anos neutros do que anos LN. Enquanto em R4-S (Figura 20e) e R5-S (Figura 20f) esse comportamento somente não foi observado em dias de chuvas com quantias de 5 mm a 24,99 mm. Na única área com anomalias positivas de precipitação no citado período (R5-C), apenas as classe 1 e 2 justificaram a classificação obtida em eventos LN, mesmo assim nas demais classes as diferenças foram mínimas (Figura 20g).

No período dezembro-fevereiro, a expressiva classificação em R1-MS (Figura 20h) foi devida principalmente ao número de dias com chuvas “moderadas”, quando a média observada, em anos neutros, foi de 11,7 a 18,2 dias, contra 7,2 a 11,5 dias verificados em anos LN. Mas as classes 1 e 3 também têm significativa participação na estiagem em R1-MS, com dois dias a mais de ocorrências notadas em anos neutros, na relação com anos LN. No comportamento oposto da precipitação no trimestre dezembro-fevereiro, seja em R2b-C (Figura 20i), seja em R2b-MC (Figura 20j), a quantia de chuva diária com contribuição mais relevante foi de 5 mm a 24,99 mm. No último trimestre do período chuvoso, apenas na área R3-C foi realizada análise diária (Figura 20k), tendo o mesmo comportamento sido notado na Figura 20ij, salvo na primeira classe, em que houve, em média, um dia chuvoso a mais, em anos neutros do que em anos LN.



A análise diária de ambas as fases do Dipolo do Atlântico é relativamente mais sucinta. Nas Figuras 21a-d e 22a-c consta o comportamento diário da precipitação em áreas do Sudeste do Brasil, relacionadas com a TSM do Atlântico tropical, durante a fase positiva do Dipolo do Atlântico, nas escalas de tempos mensal e trimestral, respectivamente.

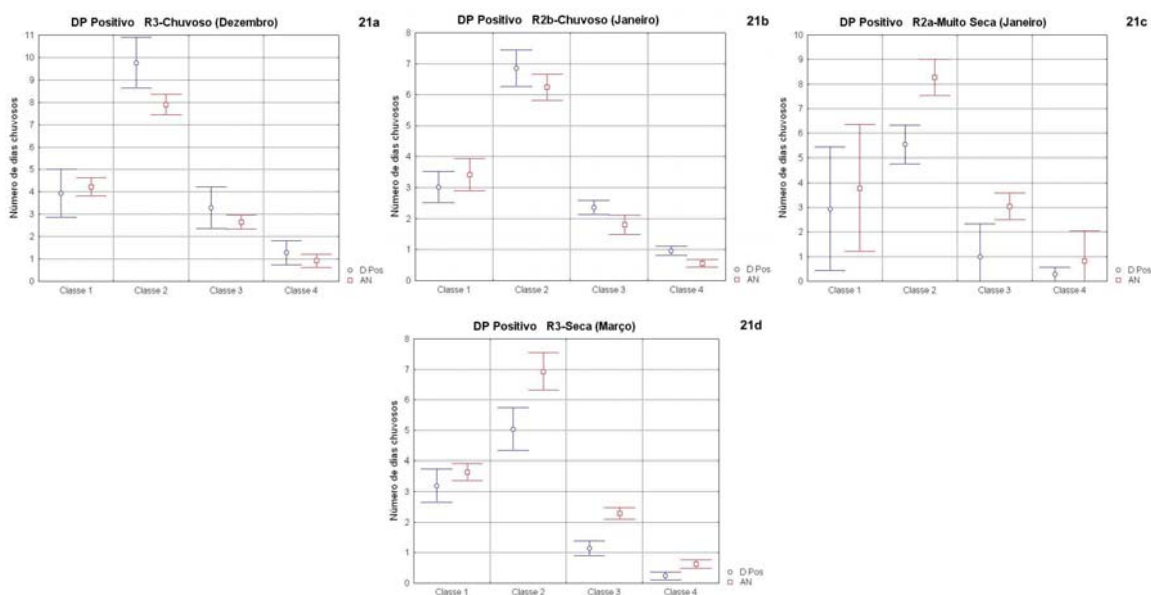


Figura 21 – Intervalos de confiança de 95% das médias do número de dias chuvosos em diferentes quantidades de precipitação (classes) nos anos neutros e Dipolo Positivo do Atlântico, em dezembro na área R3-C (21a), em janeiro nas áreas R2b-C (21b) e R2a-MS (21c) e em março na área R3-S (21d).

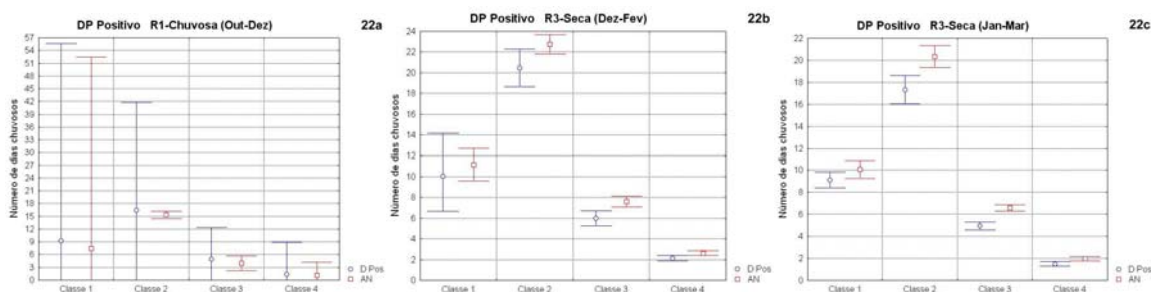


Figura 22 – Intervalos de confiança de 95% das médias do número de dias chuvosos em diferentes quantidades de precipitação (classes) nos anos neutros e Dipolo Positivo do Atlântico, no trimestre outubro-dezembro na área R1-C (22a), no trimestre dezembro-fevereiro na área R3-S (22b) e no trimestre janeiro-março na área R3-S (22c).

Em dezembro, as chuvas acima da média durante a fase positiva do Dipolo, na área R3-C (Figura 21a), deveram-se principalmente às chuvas “moderadas”, estando a média com 95% de probabilidade, entre 8,6 e 10,9 dias, contra 7,4 a 8,3 dias chuvosos, observados em anos neutros. No mês seguinte, na área R2b-C (Figura 21b) tem-se o mesmo comportamento destacado na Figura 21a, ou seja, as anomalias positivas ocasionadas pela forçante climática do Atlântico foram devidas ao maior número de dias chuvosos das classes 2, 3 e 4. Em contrapartida, a área R2a, classificada como “muito seca”, decorreu principalmente do menor número de dias com chuvas “moderadas” e “fortes”, mas, no âmbito geral, em todas as classes foi observado tal comportamento (Figura 21c). Mesmo que não tenha sido num grau acentuado, o comportamento do número diário de chuvas encontrado na área R3-S, no mês de março (Figura 21d), foi semelhante ao observado na Figura 21c.

Na análise trimestral do período outubro-dezembro, na área R1-C (Figura 22a), em todas as classes foi encontrado maior número de dias chuvosos em anos Dipolo Positivo, por isso a tendência “chuvosa”, mas a diferença dos valores médios pontuais em relação aos anos neutros foi relativamente pequena. Nas análises seqüentes, sendo os trimestres dezembro-fevereiro e janeiro-março, ambos na área R3-S (Figura 22bc, respectivamente), o comportamento foi similar, ou seja, em todas as classes o número de dias chuvosos em anos neutros foram maiores aos encontrados durante eventos Dipolo Positivo.

Quanto à fase negativa do Dipolo do Atlântico, somente houve situações propícias à análise diária, no contexto mensal e nas duas áreas, sendo a R5-C no mês de setembro e a R2b-S em novembro. No primeiro caso (Figura 23a), o Dipolo Negativo ocasionou maior número de chuvas diárias em todas as classes, mesmo não sendo diferenças significativas em relação aos anos neutros, mas coerente, devido ao relativo baixo índice pluviométrico observado em setembro, enquanto em novembro, na área R2b-S, a estiagem deveu-se ao decréscimo de chuvas intensas verificadas durante a fase negativa do Dipolo do Atlântico (Figura 23b).

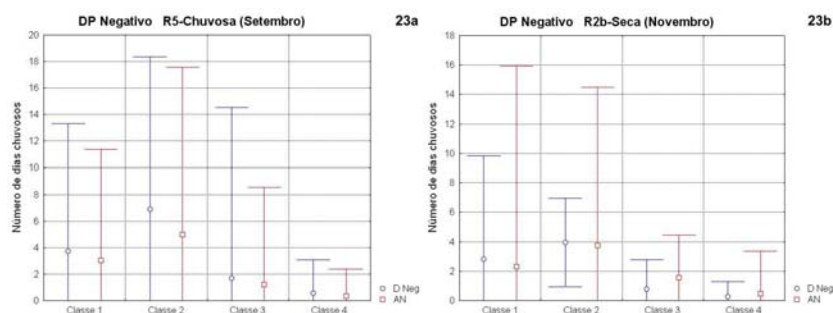


Figura 23 – Intervalos de confiança de 95% das médias do número de dias chuvosos em diferentes quantidades de precipitação (classes) nos anos neutros e Dipolo Negativo do Atlântico, em setembro na área R5-C (23a) e em novembro na área R2b-S (23b).

### 5.7. Análise de ocorrências isoladas das forçantes climáticas

Na Figura 24a-d e na Tabela 20 constam, respectivamente, os resultados de algumas estações pluviométricas pertinentes às anomalias de precipitação e quantis, na escala de tempo trimestral, em cada evento El Niño de moderada e forte intensidades, dentro do período em estudo. Na Figura 24a, têm-se as anomalias nas duas estações localizadas na região pluviometricamente homogênea R2b, sendo a estação pertencente ao Município de Avaré como referência e, nesse caso, compreendida numa área correlacionada e influenciada com chuvas acima da média durante eventos El Niño. Conforme notado, as anomalias da citada estação justificam o comportamento pluviométrico, ao contrário da estação utilizada como comparativo (D5-008), em que se observam anomalias negativas expressivas em três situações. Porém, numa comparação com as classificações determinadas pela técnica dos quantis, as análises, tendo por base somente resultados oriundos de anomalias, exigem certos cuidados. Como exemplo, em E5-014 houve apenas uma anomalia negativa e numericamente com valor aparentemente inexpressivo (-11,12 mm). Notou-se que, a partir da metodologia utilizada no cálculo dos valores quantílicos, na ocorrência do referido evento El Niño (1986/87) a classificação foi dada como “seca”. Assim, como houve anomalias positivas com valores em torno de 50 mm (1951/52, 1957/58, 1965/66 e 1977/78), mas qualificados como períodos “normais”, Xavier e Xavier (1998) atentaram para situações favoráveis e desfavoráveis na utilização de “anomalias” em estudos, principalmente, em âmbito climático.

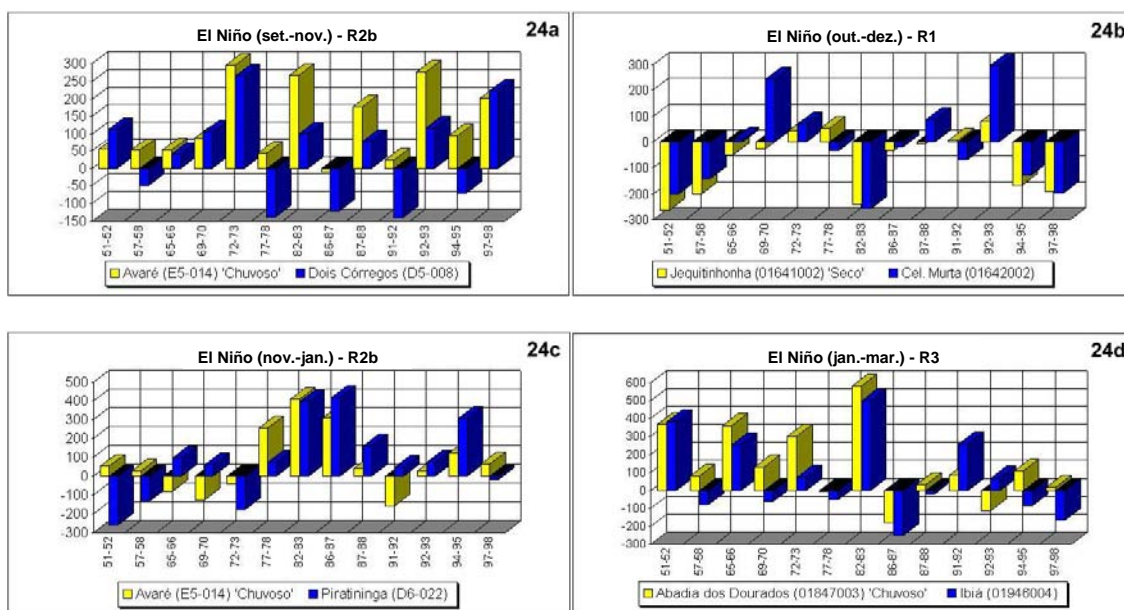


Figura 24 – Anomalias de precipitação dos anos de ocorrência El Niño, no trimestre setembro-novembro, nas estações E5-014 e D5-008 (24a), no trimestre outubro-dezembro nas estações 01641002 e 01642002 (24b), no trimestre novembro-janeiro, nas estações E5-014 e D6-022 (24c) e no trimestre janeiro-março nas estações 01847003 e 01946004 (24d).

Tabela 20 – Classificação da precipitação trimestral em anos de ocorrência El Niño, em algumas estações pluviométricas do Sudeste do Brasil

	51	57	65	69	72	77	82	86	87	91	92	94	97
E5-014 (setembro-novembro)	N	N	N	C	MC	N	MC	S	MC	N	MC	C	MC
D5-008 (setembro-novembro)	C	S	N	C	MC	MS	C	MS	C	MS	MC	S	MC
01641002 (outubro-dezembro)	MS	MS	N	N	C	C	MS	N	N	N	C	MS	MS
01642002 (outubro-dezembro)	MS	MS	N	MC	C	N	MS	N	C	S	MC	MS	MS
E5-014 (novembro-janeiro)	N	N	S	S	N	MC	MC	MC	N	MS	N	MC	C
D6-022 (novembro-janeiro)	MS	MS	C	N	MS	N	MC	MC	C	N	C	MC	S
01847003 (janeiro-março)	MC	N	MC	C	MC	N	MC	MS	N	N	S	S	N
01946004 (janeiro-março)	*	N	MC	N	C	N	MC	MS	N	MC	N	*	S

A análise do trimestre outubro-dezembro indicou que a área de R1, classificada como “seca” e representada pela estação pertencente ao Município mineiro de Jequitinhonha, foi devida basicamente às expressivas chuvas abaixo da média em cinco dos 13 eventos El Niño (Figura 24b), tendo ainda sido observados quatro períodos de anomalias positivas, mas somente três de forma significativa (1972/73, 1977/78 e 1992/93), conforme apresentado na

Tabela 20. Raciocínio semelhante, porém contrário e mais marcante, foi observado na Figura 24c, na estação E5-014. Inclusive, mesmo havendo igualdade no número de anomalias negativas entre as estações em análise no trimestre novembro-janeiro, a estação D6-022 (Piratiniga) não pertenceu à área classificada como “chuvosa”, pela expressiva estiagem ocorrida durante o evento El Niño 1951/52.

Na Figura 24d, chama a atenção o elevado índice pluviométrico observado durante o forte evento El Niño 1982/83, que num evento de mesma magnitude, como o de 1997/98, não se repetiu, pois a influência de um evento para outro de mesma intensidade pode ser diferente.

Num contexto geral, a Figura 24 e Tabela 20 comprovam que, mesmo numa análise geral, a precipitação seja classificada com tal comportamento, o que nem sempre será observado em estudos isolados durante ocorrências da forçante climática. Essas observações também são válidas em ocorrências do La Niña, conforme notado na Figura 25a-d e na Tabela 21. Outro fato notável referiu-se à significativa variabilidade espacial da precipitação, tendo em vista que as análises de cada trimestre envolveram, em sua maioria, estações relativamente próximas entre si, a exemplo da Figura 25a nos períodos 1955/56 e 1973/74 e da Figura 25bc nos períodos 1975/76 e 1998/99, respectivamente. Enquanto em outras situações, como a observada no período 1949/50 (Figura 25d), as anomalias foram exageradamente diferentes.

Na fase positiva do Dipolo do Atlântico, mesmo havendo menor número de trimestres e de ocorrências para análise, o que se observou foi uma característica mais marcante, seja nas estações tidas como “referência”, seja nas rotuladas como “comparativas”. Coincidentemente, os trimestres em análise abrangeram áreas classificadas como “seca”, sendo essa característica verificada em todos os eventos ocorridos na década de 1950, nas estações de “referência” (Figuras 26a-c). Apenas o evento de 1996/97 contrariou em todas as situações, inclusive nas classificações obtidas pela técnica dos quantis (Tabela 22). O trimestre novembro-janeiro, mesmo atendendo aos critérios estabelecidos no item 4.9, não foi incluído nesta análise, em razão de as estações pertencentes às áreas correlacionadas significativamente com a TSM do Atlântico tropical terem falhas em suas séries, o suficiente para impedir um estudo mais minucioso.

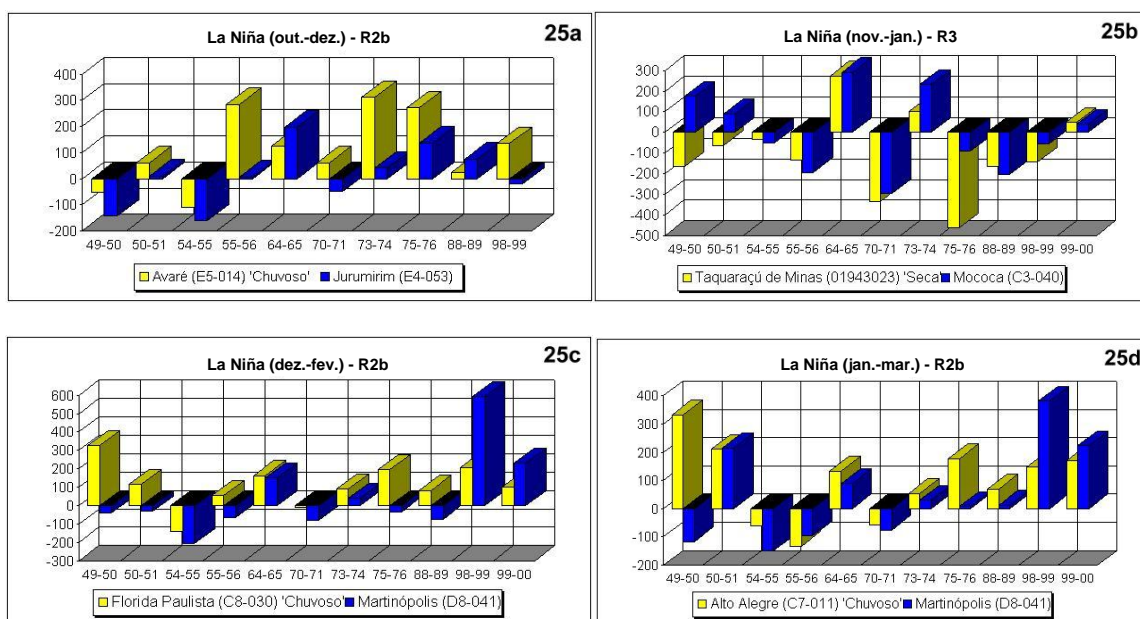


Figura 25 – Anomalias de precipitação dos anos de ocorrência La Niña, no trimestre outubro-dezembro nas estações E5-014 e E4-053 (25a), no trimestre novembro-janeiro nas estações 01943023 e C3-040 (25b), no trimestre dezembro-fevereiro nas estações C8-030 e D8-041 (25c) e no trimestre janeiro-março nas estações C7-011 e D8-041 (25d).

Tabela 21 – Classificação da precipitação trimestral em anos de ocorrência La Niña, em algumas estações pluviométricas do Sudeste do Brasil

	49	50	54	55	64	70	73	75	88	98	99
E5-014 (outubro-dezembro)	S	N	MS	MC	N	N	MC	MC	S	N	*
E4-053 (outubro-dezembro)	MS	N	MS	N	MC	S	N	MC	C	N	*
01943023 (novembro-janeiro)	S	N	N	S	MC	MS	C	MS	S	S	C
C3-040 (novembro-janeiro)	C	C	N	MS	MC	MS	MC	S	MS	N	N
C8-030 (dezembro-fevereiro)	MC	C	MS	N	C	S	N	C	N	MC	N
D8-041 (dezembro-fevereiro)	N	N	MS	S	MC	S	C	N	S	MC	MC
C7-011 (janeiro-março)	MC	MC	S	MS	C	S	N	MC	N	C	C
D8-041 (janeiro-março)	S	MC	MS	S	C	S	N	N	N	MC	MC

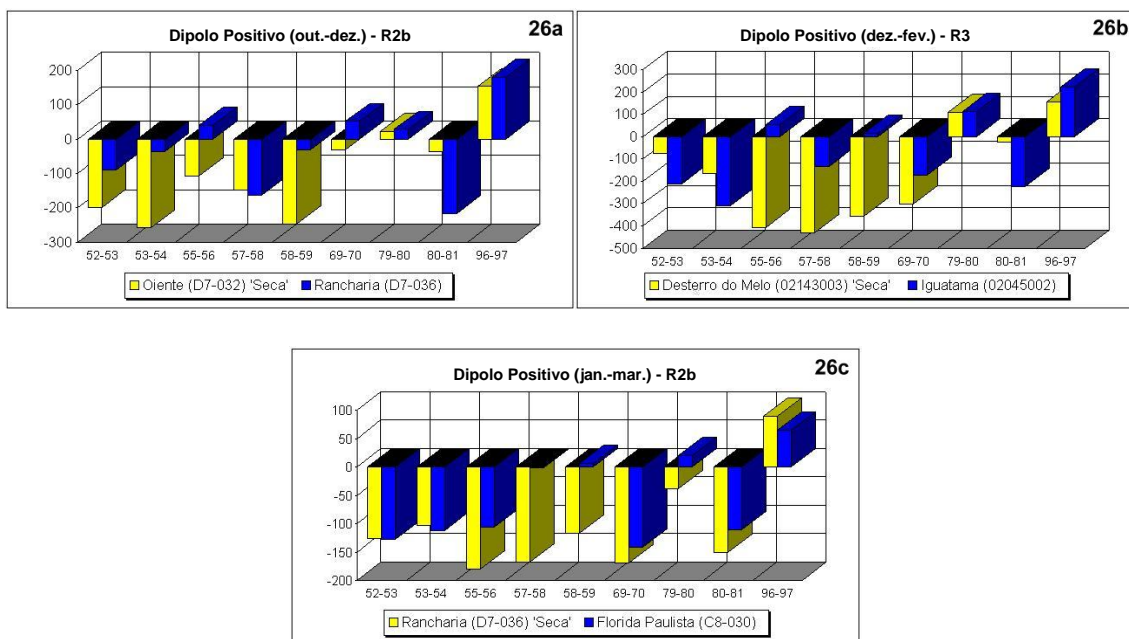


Figura 26 – Anomalias de precipitação nos anos de ocorrência Dipolo Positivo do Atlântico, no trimestre outubro-dezembro nas estações D7-032 e D7-036 (26a), no trimestre dezembro-fevereiro nas estações 02143003 e 02045002 (26b) e no trimestre janeiro-março nas estações D7-036 e C8-030 (26c).

Tabela 22 – Classificação da precipitação trimestral em anos de ocorrência Dipolo Positivo do Atlântico, em algumas estações pluviométricas do Sudeste do Brasil

	52	53	55	57	58	69	79	80	96
D7-032 (outubro-dezembro)	MS	MS	S	S	MS	N	N	N	MC
D7-036 (outubro-dezembro)	S	N	N	MS	N	C	N	MS	MC
02143003 (dezembro-fevereiro)	N	S	MS	MS	MS	MS	C	N	C
02045002 (dezembro-fevereiro)	MS	MS	C	S	N	S	C	MS	MC
D7-036 (janeiro-março)	S	S	MS	MS	S	MS	N	S	C
C8-030 (janeiro-março)	S	S	S	S	N	MS	N	S	C

Como ocorrido numa situação em fase positiva, a contrapartida do Dipolo do Atlântico também teve um trimestre não incluído neste estudo, devido a falhas na série de estações. Assim, no Dipolo Negativo do Atlântico apenas houve trimestre para análise. Os resultados das anomalias em anos da fase

negativa do Dipolo estão ilustrados na Figura 27, enquanto as classificações por quantis constam na Tabela 23. Destacaram-se os eventos 1972/73 e 1983/84, com estiagens acentuadas observadas na estação 01847003 (Abadia dos Dourados).

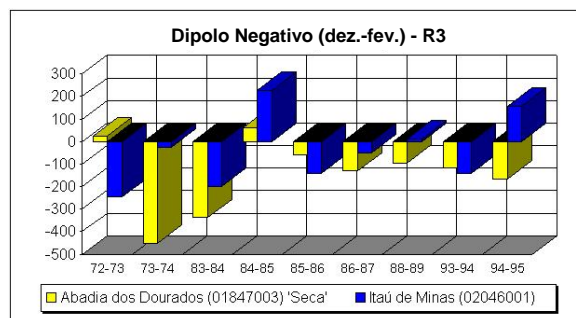


Figura 27 – Anomalias de precipitação nos anos de ocorrência Dipolo Negativo do Atlântico, no trimestre dezembro-fevereiro nas estações 01847003 e 02046001.

Tabela 23 – Classificação da precipitação trimestral em anos de ocorrência Dipolo Negativo do Atlântico, em algumas estações pluviométricas do Sudeste do Brasil

	72	73	83	84	85	86	88	93	94
01847003 (dezembro-fevereiro)	C	MS	MS	C	N	S	N	S	S
02046001 (dezembro-fevereiro)	MS	N	S	MC	S	N	N	S	C

### 5.8. Análise de ocorrências simultâneas das forçantes climáticas

Atendendo ao critério estabelecido no item 4.10, foram selecionadas as áreas MG1 e SP3, devido às suas localizações e à correlação a 5% de significância ( $r=-0,47$ ) entre o regime pluviométrico de ambas. O critério adotado nessas áreas considerou que os sistemas sinóticos atuantes no SEB não influenciaram, de forma semelhante e simultaneamente, áreas localizadas nos extremos norte-sul. Por exemplo, a atuação da Alta Subtropical do



Atlântico sul sobre o extremo norte do SEB concomitantemente inibe a formação de nuvens, impede que frentes frias avancem ou a Zona de Convergência do Atlântico sul atue na referida região. Conseqüentemente, esses sistemas acabariam influenciando o extremo sul do SEB, favorecendo a maior ocorrência de chuvas.

Quanto à escolha dos períodos chuvosos, têm-se sete situações de ocorrências simultâneas entre o ENOS e o Dipolo do Atlântico. Dentre essas, foram escolhidos quatro períodos chuvosos, em que houve duas ocorrências de El Niño, com ambas as fases do Dipolo e igualmente nas duas ocorrências do La Niña.

Observaram-se então, nessas áreas, as maiores diferenças de anomalias trimestrais de precipitação em relação ao desvio-padrão, conforme ilustrado na Figura 1D (Apêndice D). Assim, nos períodos chuvosos 1955/56, 1969/70, 1973/74 e 1986/87 ocorreram simultaneamente os eventos LN e Dipolo Positivo, EN e Dipolo Positivo, LN e Dipolo Negativo e EN e Dipolo Negativo, respectivamente.

Diante dos resultados citados na literatura, referentes à questão de quantos componentes são necessários para explicar satisfatoriamente a variância do sistema, consideraram-se, neste estudo, os componentes ( $Y_i$ ) que acumularam variâncias iguais ou superiores a 80%. As variáveis padronizadas  $Z_1$ ,  $Z_2$ ,  $Z_3$ ,  $Z_4$  e  $Z_5$  referem-se à precipitação, ao IOS e à TSM da região Niño 3.4 e das bacias norte e sul do Atlântico tropical, respectivamente.

Num âmbito geral, como houve semelhança entre o percentual de cada componente contribuinte para o acúmulo da variância de no mínimo 80%, obtidos pela análise de componentes principais não-rotacionados e rotacionados pelo método “varimax normalizado”, os gráficos de dispersão foram baseados nos escores relativos aos componentes principais não rotacionados.

Os gráficos de dispersão dos escores referentes aos meses do período chuvoso na área MG1, dos componentes principais responsáveis pelo acúmulo de pelo menos 80% na variância total (Figura 28a-f), remetem-se a grupos de similaridade quanto à(s) variável(is) que mostre(m) ser significativa(s). Nos escores mensais em fase e defasadas em três meses, houve situações de “neutralidades” em dezembro (Figura 28a) e outubro e março (Figura 28d),

respectivamente. Associando resultados deste gênero com informações dos fatores de carga, os coeficientes de correlações múltipla e totais e respectivos “valor-P”, indicando o nível de significância  $\alpha$  associado ao valor calculado de F (Tabela 24), torna-se possível definir a similaridade entre as variáveis, durante o período chuvoso de 1955/56. Assim, os fatores de carga indicaram que a TSM das bacias norte e sul do Atlântico tropical estão mais relacionadas às variações pluviométricas no período. Isso se deve ao fato de que o IOS e a região Niño 3.4 apresentaram os maiores fatores de carga para terceira e quarta componentes ( $Y_3$  e  $Y_4$ ), que responderam por apenas 5,14 e 1,71% da variação total, respectivamente. No entanto, dentre as correlações totais, o IOS apresentou o valor mais expressivo ( $r_{12}=-0,90$ ), em um nível de significância de 10%.

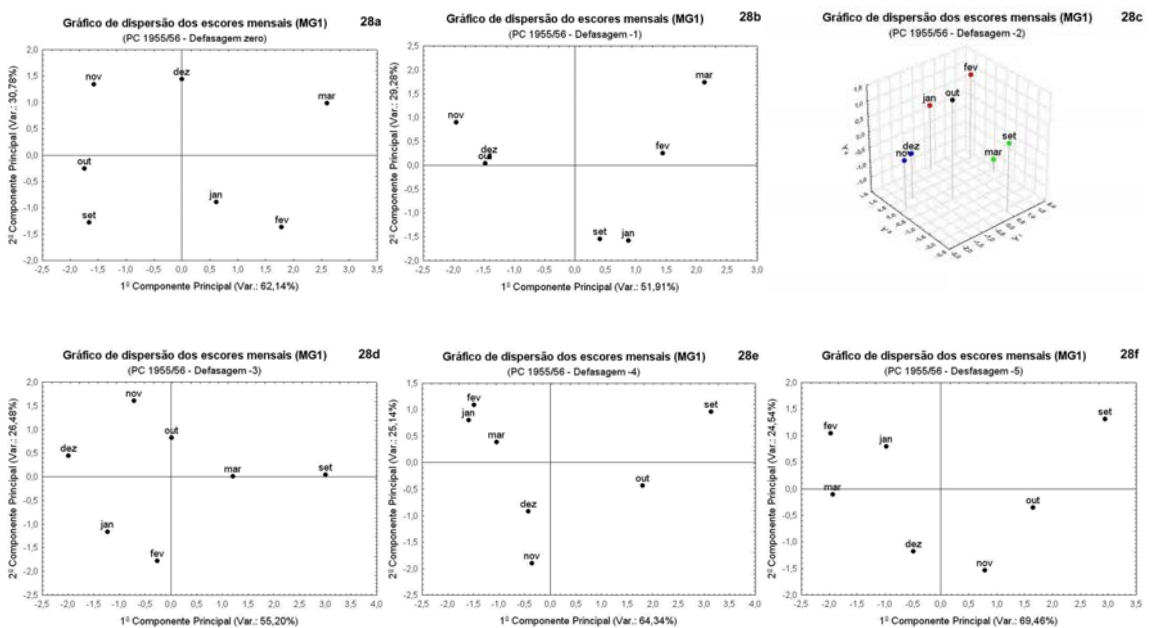


Figura 28 – Gráfico de dispersão dos escores mensais na área MG1, com defasagem zero (28a), defasagem -1 (28b), defasagem -2 (28c), defasagem -3 (28d), defasagem -4 (28e) e defasagem -5 (28f), durante o período chuvoso 1955/56.

Tabela 24 – Resumo da análise de componentes principais e regressões lineares na área MG1, em diferentes defasagens, durante o período chuvoso 1955/56

Defasagem 0	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,214	0,573	-0,93	0,977	-0,956	62,14
Y <sub>2</sub>	-0,951	0,7517	0,244	-0,069	-0,071	30,77
Y <sub>3</sub>	0,19	0,313	-0,178	-0,126	0,274	5,14
Y <sub>4</sub>	-0,114	-0,09	-0,211	-0,14	-0,019	1,71
Y <sub>5</sub>	-0,034	-0,024	-0,022	0,067	-0,068	0,22
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,95	-0,9	-0,76	0,75	0,81	
Valor-P	0,1604	0,098	0,2358	0,2445	0,188	
Defasagem -1	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,6514	0,346	-0,7565	0,943	-0,768	51,9
Y <sub>2</sub>	-0,6658	-0,8236	-0,0788	0,29	-0,5017	29,3
Y <sub>3</sub>	0,1641	-0,3662	-0,6087	-0,146	0,3947	14,17
Y <sub>4</sub>	-0,3243	0,2606	-0,2251	-0,0403	0,0146	4,51
Y <sub>5</sub>	0,0138	-0,0009	-0,0134	-0,0604	-0,0496	0,13
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,92	0,49	0,49	0,8	0,8	
Valor-P	0,2674	0,551	0,504	0,199	0,1995	
Defasagem -2	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,7085	0,4811	-0,1764	0,9026	-0,8577	46,3
Y <sub>2</sub>	-0,0675	0,5932	0,9214	-0,251	-0,1765	26
Y <sub>3</sub>	0,4764	0,503	-0,2667	-0,2485	0,469	16,65
Y <sub>4</sub>	-0,5159	0,4041	-0,2162	0,2353	0,0925	10,8
Y <sub>5</sub>	0,0131	-0,0167	0,044	0,0715	0,067	0,24
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,77	0,65	-0,68	-0,63	0,68	
Valor-P	0,637	0,3431	0,3112	0,368	0,3151	
Defasagem -3	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,4361	0,7292	-0,5612	0,9345	-0,922	55,2
Y <sub>2</sub>	-0,8135	0,0521	-0,6674	0,2918	0,3585	26,47
Y <sub>3</sub>	-0,3532	0,6575	0,4561	-0,0676	0,0067	15,4
Y <sub>4</sub>	0,1493	0,1822	-0,1764	-0,185	0,1346	2,78
Y <sub>5</sub>	0,0278	0,0058	0,0198	0,0512	0,0576	0,14
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,97	-0,57	-0,73	-0,88	-0,96	
Valor-P	0,114	0,425	0,27	0,12	0,037	
Defasagem -4	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,1378	0,8726	-0,8043	0,9755	-0,9154	64,34
Y <sub>2</sub>	0,9468	0,2358	0,4715	-0,1719	-0,2303	25,14
Y <sub>3</sub>	-0,286	0,3088	0,3316	-0,077	-0,1228	6,16
Y <sub>4</sub>	0,052	0,2959	-0,1413	-0,1022	0,3052	4,28
Y <sub>5</sub>	-0,0031	0,001	-0,025	-0,047	-0,028	0
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,74	0,25	-0,48	-0,57	-0,61	
Valor-P	0,6952	0,7421	0,5191	0,4226	0,3854	
Defasagem -5	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,0018	0,8733	-0,9078	0,9942	-0,9473	69,45
Y <sub>2</sub>	0,9877	0,4199	0,2539	-0,091	0,05	24,54
Y <sub>3</sub>	-0,0945	0,0531	0,3302	-0,014	-0,2831	4,02
Y <sub>4</sub>	-0,1243	0,2409	0,044	-0,0377	0,1401	1,93
Y <sub>5</sub>	-0,0009	0,0067	-0,017	-0,0385	-0,017	0
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,79	0,67	-0,18	-0,28	-0,17	
Valor-P	0,5985	0,33	0,819	0,7123	0,8227	

Nas situações em que as variáveis estão defasadas em um e dois meses em relação à precipitação, os resultados indicaram que não houve ligação significativa dessa variável meteorológica, tendo em vista os maiores fatores de carga de -0,3243 e -0,5159, respectivamente, em componentes principais de pouca variância. Enquanto nas defasagens de três meses os fatores de carga e de correlação linear indicaram a maior relação da precipitação com a TSM das bacias norte e sul do Atlântico. A região Niño 3.4, mesmo não tendo apresentado grandes valores de fator de carga em componentes principais de variância inexpressiva, foi desconsiderada por não apresentar nenhuma correlação significativa nas duas primeiras componentes principais, que responderam com uma variância superior a 80%.

Nas duas defasagens seguintes, a TSM da bacia norte do Atlântico tropical mostrou ser a variável mais correlacionada com a precipitação, mesmo não havendo fatores de correlação totais expressivos, além do fato de a referida variável meteorológica possuir grandes valores de fator de carga somente na segunda componente (0,9468 e 0,9877, nas defasagens -4 e -5, respectivamente). Inclusive, salvo a situação com defasagem de três meses, nas demais análises a divergência dos resultados baseados nos fatores de carga e correlações totais são uma incógnita. Uma hipótese para tal questionamento se refere ao fato de que nas regressões lineares se estipula uma variável como dependente, o que não ocorreu na técnica das componentes principais.

Em suma, observou-se maior ligação entre a TSM do Atlântico tropical com a precipitação da área MG1, no período chuvoso de 1955/56. Porém, considerando que a literatura cita estudos quanto à influência do ENOS na TSM do Atlântico e, por sua vez, na precipitação, não se podem desmerecer totalmente as condições do oceano Pacífico. Isso exige um estudo mais profundo, mas não cabível aos objetivos deste estudo.

Na ocorrência simultânea do El Niño com o Dipolo Positivo, observado em 1969/70, os fatores de carga das variáveis sem defasagem (Tabela 25) evidenciaram que a TSM da região Niño 3.4 (-0,3161) e o IOS (0,66), por terem os valores mais expressivos nas quarta e terceira componentes, pouco contribuíram na variância total. Assim, os valores dos fatores de carga, bem como das correlações totais, indicaram que a maior contribuição pelo

comportamento da precipitação mensal advém da TSM das bacias norte e sul do Atlântico tropical, tendo nos meses de setembro a novembro um exemplo da similaridade entre essas variáveis (Figura 29a).

Nas duas defasagens seguintes, o limite estabelecido de no mínimo 80% na variância somente foi obtido mediante a contribuição de três componentes principais. Com um mês de defasagem, ambas as bacias do Atlântico tropical mostram-se correlacionadas entre si, mas de pouca influência na precipitação. Situação essa semelhante à observada nos dois meses de defasagem, em especial quando o maior fator de carga da primeira variável ( $Z_1 = -0,3471$ ), em um componente inexpressivo (7,4% de variância em  $Y_4$ ), indicou que não houve nenhuma influência na precipitação. Os fatores de correlações totais também sustentaram esse questionamento. A representação da dispersão gráfica em três dimensões para um pequeno número de variáveis mostra a dificuldade em definir grupos com características homogêneas, conforme ilustrado na Figura 29bc. Como exemplo, com um mês de defasagem apenas se fixaram dois grupos similares, um nos meses de fevereiro e março e o outro em setembro e novembro (Figura 29b).

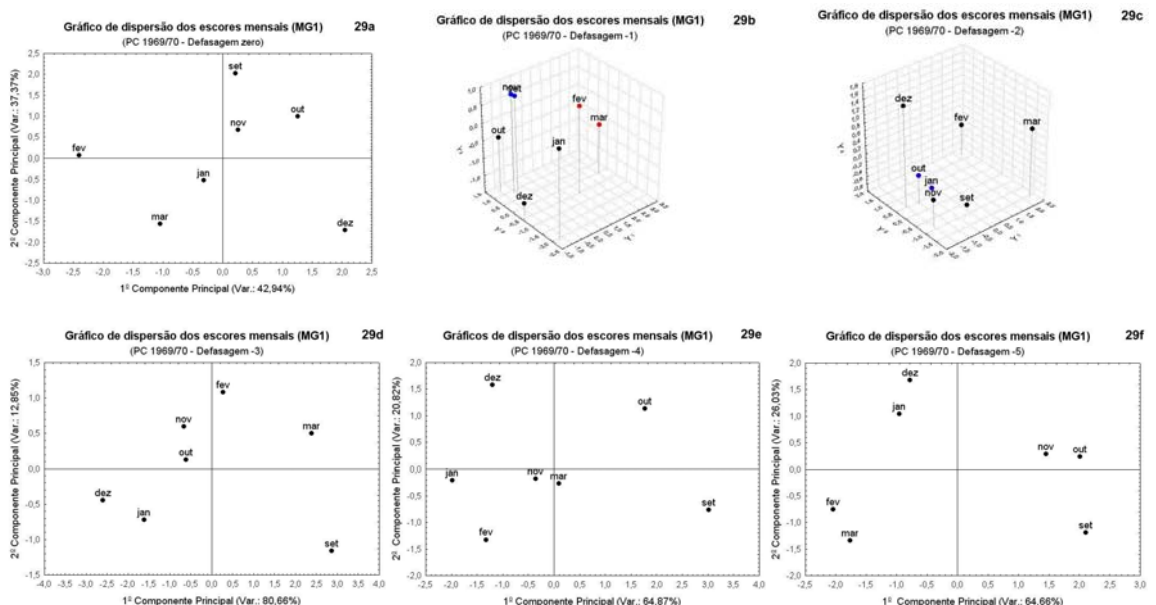


Figura 29 – Gráfico de dispersão dos escores mensais na área MG1, com defasagem zero (29a), defasagem -1 (29b), defasagem -2 (29c), defasagem -3 (29d), defasagem -4 (29e) e defasagem -5 (29f), durante o período chuvoso 1969/70.

Tabela 25 – Resumo da análise de componentes principais e regressões lineares na área MG1, em diferentes defasagens, durante o período chuvoso 1969/70

Defasagem 0	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	-0,693	-0,4212	-0,7713	-0,6626	0,675	42,94
Y <sub>2</sub>	0,4129	0,598	0,55	-0,707	0,7325	37,37
Y <sub>3</sub>	-0,5463	0,66	-0,0456	0,2352	0,0298	15,85
Y <sub>4</sub>	0,2247	0,1676	-0,3161	-0,0058	-0,0317	3,59
Y <sub>5</sub>	0,0182	-0,0152	-0,0043	0,0745	0,0773	0,24
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coeficientes	0,88	0,3	0,64	-0,69	-0,69	
Valor-P	0,399	0,6955	0,3573	0,3085	0,3097	
Defasagem -1	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,6737	0,7	0,5318	0,8538	-0,8038	52,04
Y <sub>2</sub>	0,2853	0,6082	0,5056	-0,5147	0,5566	25,63
Y <sub>3</sub>	0,6302	0,075	-0,6378	0,011	0,184	16,87
Y <sub>4</sub>	0,259	-0,3664	0,2337	0,0189	0,0727	5,2
Y <sub>5</sub>	-0,019	0,0058	0,0029	0,0745	0,069	0,21
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coeficientes	0,89	0,59	0	0,8	0,78	
Valor-P	0,3688	0,4026	0,9925	0,1951	0,2235	
Defasagem -2	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,6787	-0,2995	-0,5714	0,9523	-0,9218	52,67
Y <sub>2</sub>	-0,4457	-0,7473	-0,6153	-0,2107	0,078	23,73
Y <sub>3</sub>	-0,467	0,5773	-0,4226	0,1201	-0,1454	15,31
Y <sub>4</sub>	-0,3471	-0,1335	0,34	0,092	-0,3273	7,4
Y <sub>5</sub>	-0,0456	-0,022	0,021	0,159	0,1254	0,88
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coeficientes	0,77	-0,33	0,43	0,67	0,44	
Valor-P	0,6363	0,671	0,57	0,3284	0,5622	
Defasagem -3	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,9113	-0,8858	-0,7783	0,9524	-0,9512	80,65
Y <sub>2</sub>	0,2639	-0,4358	0,6076	-0,065	0,0958	12,84
Y <sub>3</sub>	-0,3058	-0,0679	0,1259	0,2135	-0,1189	3,47
Y <sub>4</sub>	0,0144	-0,027	-0,047	0,1877	0,2656	2,17
Y <sub>5</sub>	-0,0783	-0,1417	-0,083	-0,087	0,037	0,84
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coeficientes	0,92	-0,73	-0,43	-0,25	0,01	
Valor-P	0,2731	0,2725	0,5642	0,75	0,9862	
Defasagem -4	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,4214	-0,6312	-0,9006	0,9463	-0,9801	64,87
Y <sub>2</sub>	-0,8184	-0,5465	0,0606	0,2141	0,151	20,81
Y <sub>3</sub>	-0,3889	0,5441	-0,4167	0,0686	-0,0685	12,6
Y <sub>4</sub>	0,0314	0,081	0,099	0,2323	0,0945	1,6
Y <sub>5</sub>	-0,015	0,0139	0,0416	0,001	-0,052	0
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coeficientes	0,95	0,82	0,9	-0,03	-0,95	
Valor-P	0,1723	0,1839	0,096	0,97	0,4995	
Defasagem -5	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,0406	-0,7324	-0,93	0,9804	-0,9322	64,66
Y <sub>2</sub>	-0,9499	-0,544	0,1805	0,0515	0,2602	26,02
Y <sub>3</sub>	-0,3089	0,4082	-0,1005	0,0235	-0,209	6,33
Y <sub>4</sub>	-0,0229	-0,0166	-0,3035	-0,1784	0,1272	2,8
Y <sub>5</sub>	0,0024	0,0248	-0,013	0,0612	0,058	0,16
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coeficientes	0,61	-0,01	-0,01	-0,25	-0,28	
Valor-P	0,8562	0,988	0,99	0,7451	0,7187	

Em compensação, a variância encontrada na  $Y_1$  com defasagem -3 foi o suficiente para representar o percentual determinado de 80%. Assim, para fins de plotagem dos escores mensais, incluíram-se os valores da segunda componente (Figura 29d). Os resultados da referida defasagem evidenciaram que entre as bacias do Atlântico tropical está a maior relação.

A análise com quatro meses defasados no tempo apontou uma situação de conformidade entre os resultados oriundos dos fatores de carga e de correlação. Nesta, tem-se uma ligação entre a TSM da região Niño 3.4 e do Atlântico tropical sul, com a precipitação, sendo que a similaridade mensal é muito variável, conforme observado na Figura 29e. Situação essa completamente contrária à verificada na última defasagem em estudo do período chuvoso 1969/70 (Figura 29f). Nesta, ainda se encontra uma correlação entre a TSM das bacias do Atlântico e inexpressiva, mas existente, com a precipitação. Isso porque o IOS e a região Niño 3.4 possuem os maiores fatores de carga da  $Y_3$  (0,4082) e  $Y_4$  (-0,3035), respectivamente.

Conforme observado na análise simultânea dos eventos LN e Dipolo Positivo, a precipitação verificada no período chuvoso 1969/70 sofreu maior influência da TSM das bacias do Atlântico tropical em grande parte das defasagens examinadas, ora juntas, ora separadas. A exceção ocorreu com quatro meses de defasagem, em que a bacia sul do Atlântico teve influência na precipitação, juntamente com a TSM da região Niño 3.4.

As similaridades mensais entre as variáveis durante a ocorrência simultânea do LN com a fase negativa do Dipolo, durante o período chuvoso 1973/74, estão ilustradas na Figura 30a-f, enquanto na Tabela 26 se têm os fatores de carga e de correlação linear, na mesma situação na área MG1.

Na primeira análise, mesmo o percentual da  $Y_3$  sendo necessário para atingir 80%, o valor da precipitação nessa componente (-0,6308) pressupõe que essa variável tem ligação pouco expressiva com a TSM da região Niño 3.4 e, principalmente, a TSM do Atlântico tropical. Quanto ao IOS, este pode ser eliminado, por contribuir pouco com a variação do conjunto. Os resultados dos fatores de correlação sustentam essas afirmações.

Os valores encontrados com defasagem de um mês indicam uma situação inusitada, mas vista em outras situações, ou seja, a análise pelos componentes principais indica a rejeição de dada variável, no caso, o IOS,

enquanto o fator de correlação apresenta o valor mais significativo a 90% de probabilidade (-0,93).

Enquanto os resultados para defasagem -2 apontam que as variáveis de maior importância são as TSM do Atlântico tropical e sem relação com a precipitação, nas duas defasagens seguintes existe tal relação, porém de pouca intensidade. Isso se deve ao fato de a precipitação possuir grandes valores de fator de carga, mas em componentes principais que, mesmo contribuindo para a quantificação do limiar de pelo menos 80%, possuem variação relativamente pequena em relação ao primeiro componente. Na última defasagem em análise, o raciocínio é semelhante, sendo a exceção a relação encontrada na região Niño 3.4, com a TSM do Atlântico tropical.

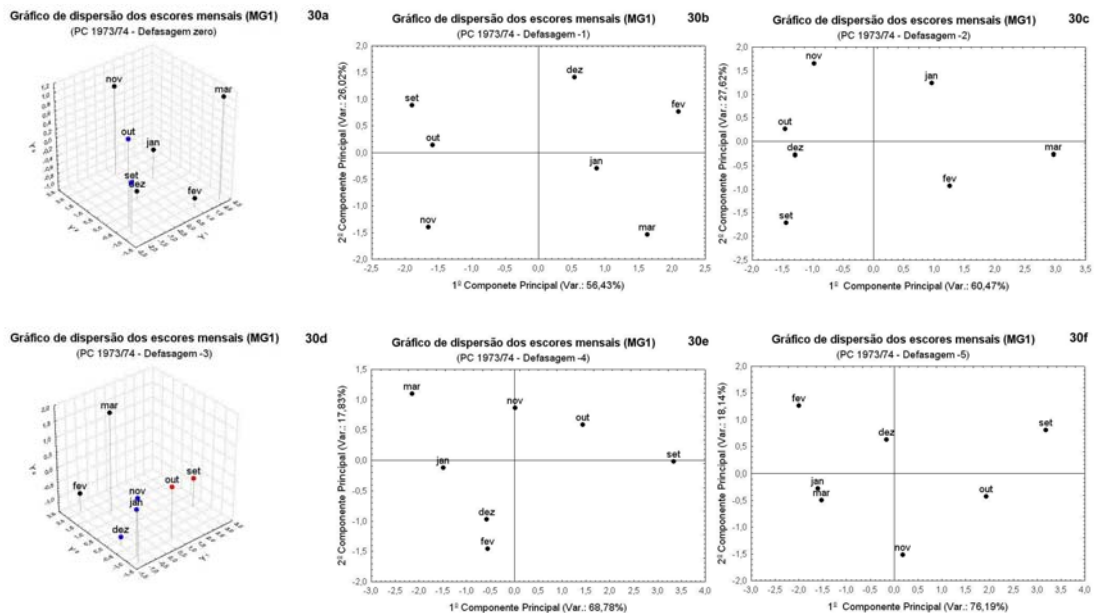


Figura 30 – Gráfico de dispersão dos escores mensais na área MG1, com defasagem zero (30a), defasagem -1 (30b), defasagem -2 (30c), defasagem -3 (30d), defasagem -4 (30e) e defasagem -5 (30f), durante o período chuvoso 1973/74.



Tabela 26 – Resumo da análise de componentes principais e regressões lineares na área MG1, em diferentes defasagens, durante o período chuvoso 1973/74

Defasagem 0	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	-0,4767	-0,6927	-0,1721	0,8924	-0,9503	48,73
Y <sub>2</sub>	-0,5763	-0,6176	0,7908	-0,3423	0,2746	30,63
Y <sub>3</sub>	-0,6308	0,083	-0,546	-0,2609	0,1097	15,66
Y <sub>4</sub>	0,206	-0,3628	-0,2163	-0,1267	0,0814	4,8
Y <sub>5</sub>	-0,006	-0,0048	-0,0058	0,047	0,052	0,1
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coeficientes	0,82	-0,01	-0,35	0,7	0,68	
Valor-P	0,5545	0,9938	0,6514	0,295	0,3135	
Defasagem -1	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,0223	-0,8155	0,7818	0,8367	-0,9189	56,42
Y <sub>2</sub>	0,8953	-0,4979	0,1902	0,3396	0,3163	26,02
Y <sub>3</sub>	-0,4294	-0,1455	0,5515	-0,4084	0,2159	14,46
Y <sub>4</sub>	-0,1155	-0,2553	-0,2199	-0,1256	-0,077	2,9
Y <sub>5</sub>	-0,0147	-0,0243	-0,0074	0,0427	0,0538	0,11
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coeficientes	0,94	-0,93	-0,69	0,86	0,89	
Valor-P	0,2231	0,0705	0,311	0,1341	0,1052	
Defasagem -2	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	-0,2958	-0,874	0,8802	0,7636	-0,9024	60,47
Y <sub>2</sub>	-0,8714	-0,3884	0,1814	-0,5411	0,3808	27,62
Y <sub>3</sub>	-0,3811	0,1342	-0,3755	0,3219	-0,0989	8,35
Y <sub>4</sub>	-0,0821	0,2475	0,2262	0,088	0,083	2,68
Y <sub>5</sub>	-0,0316	0,0773	0,0046	-0,1118	-0,1547	0,87
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coeficientes	0,73	0,65	0,14	-0,24	-0,43	
Valor-P	0,7174	0,3436	0,858	0,76	0,5722	
Defasagem -3	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,5337	0,3308	-0,704	0,7788	-0,8587	44,68
Y <sub>2</sub>	0,3788	-0,915	0,602	0,1585	-0,4672	31,77
Y <sub>3</sub>	-0,7485	0,0711	0,306	0,5957	-0,1489	20,73
Y <sub>4</sub>	-0,0783	-0,215	-0,2151	0,0637	0,1025	2,26
Y <sub>5</sub>	0,0718	0,016	0,0373	0,096	0,1072	0,55
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coeficientes	0,93	-0,46	-0,68	-0,83	-0,83	
Valor-P	0,2364	0,5397	0,3123	0,17	0,1644	
Defasagem -4	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,5557	0,7435	-0,967	0,9462	-0,864	68,77
Y <sub>2</sub>	-0,704	-0,4106	-0,1114	0,2976	-0,355	17,83
Y <sub>3</sub>	-0,441	0,5168	-0,1424	0,0022	0,323	11,72
Y <sub>4</sub>	0,0295	-0,1071	-0,1625	0,0285	0,14	1,18
Y <sub>5</sub>	-0,0137	0,0035	-0,075	-0,123	-0,0566	0,48
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coeficientes	0,66	0,45	-0,11	-0,42	-0,52	
Valor-P	0,8072	0,55	0,8905	0,5787	0,4811	
Defasagem -5	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,3592	0,9021	-0,9668	0,9803	-0,9851	76,18
Y <sub>2</sub>	0,9326	-0,0305	0,1141	-0,1402	0,0606	18,14
Y <sub>3</sub>	-0,032	0,43	0,226	-0,094	0,0662	5
Y <sub>4</sub>	0,0096	0,0155	-0,029	0,1002	0,146	0,65
Y <sub>5</sub>	0,0004	-0,005	0,0178	0,0154	-0,0065	0,01
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coeficientes	0,6	0,51	-0,5	-0,53	0,37	
Valor-P	0,865	0,4947	0,4992	0,4686	0,6261	

Diante dos questionamentos apresentados, notou-se que durante o período chuvoso 1973/74 a precipitação não teve relação expressiva com a TSM das regiões em análise e, principalmente, com o IOS. É importante ressaltar que este estudo é de apenas um caso de ocorrência simultânea do LN com o Dipolo Negativo, por isso os resultados não devem ser generalizados, mas sim somados às outras situações iguais e incluindo análises da relação entre os oceanos Pacífico e Atlântico.

Apresentam-se, na Figura 31a-f, os resultados dos meses do período chuvoso 1986/87, quanto à similaridade das variáveis em análise, em diferentes defasagens na área MG1.

A análise inicial dos valores da Tabela 27 apontou a existência de uma relação entre a TSM da região Niño 3.4 e da bacia sul do Atlântico tropical, com a precipitação, estando todas em fase (defasagem zero). Conclusões mais concretas foram obtidas mediante as correlações parciais com o IOS e as TSM do Pacífico e do Atlântico.

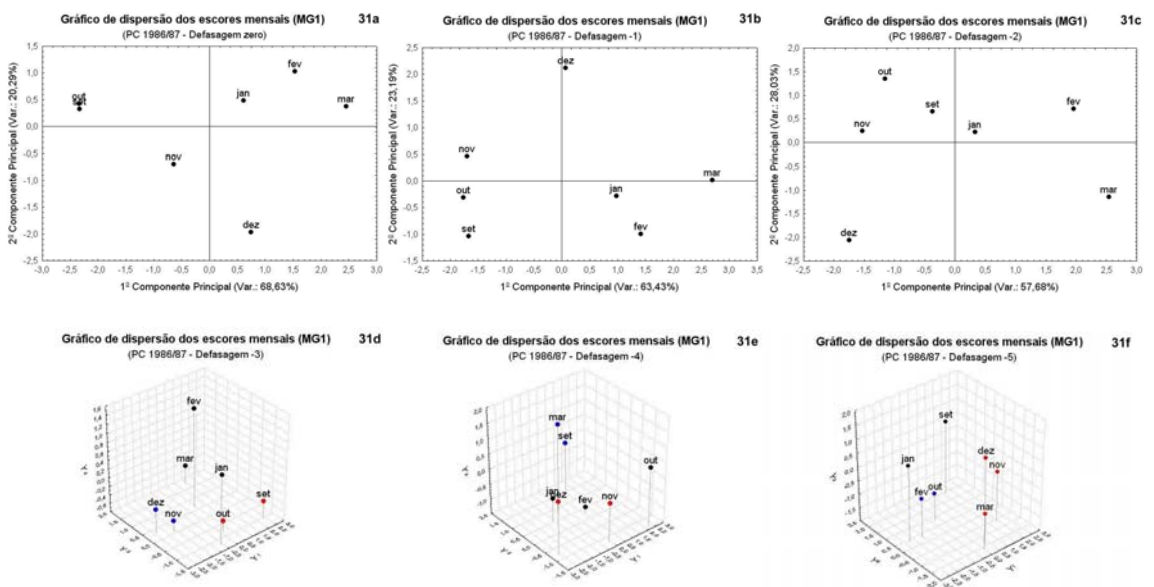


Figura 31 – Gráfico de dispersão dos escores mensais na área MG1, com defasagem zero (31a), defasagem -1 (31b), defasagem -2 (31c), defasagem -3 (31d), defasagem -4 (31e) e defasagem -5 (31f), durante o período chuvoso 1986/87.

Tabela 27 – Resumo da análise de componentes principais e regressões lineares na área MG1, em diferentes defasagens, durante o período chuvoso 1986/87

Defasagem 0	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	-0,4077	0,8377	-0,9014	0,92	-0,951	68,62
Y <sub>2</sub>	0,8854	-0,2736	-0,238	0,1002	-0,298	20,28
Y <sub>3</sub>	0,2206	0,471	0,1647	-0,1153	0,0527	6,27
Y <sub>4</sub>	-0,0322	0,0386	-0,32	-0,3597	0,0033	4,68
Y <sub>5</sub>	0,011	0,0072	-0,034	0,0307	0,0637	0,12
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,87	-0,68	0,77	-0,79	0,83	
Valor-P	0,4113	0,3145	0,2274	0,205	0,1704	
Defasagem -1	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	-0,19	0,7164	-0,8981	0,937	-0,9682	63,43
Y <sub>2</sub>	-0,98	0,075	-0,2426	-0,3317	0,1519	23,18
Y <sub>3</sub>	0,0012	0,693	0,3545	-0,0397	0,1451	12,57
Y <sub>4</sub>	0,0152	0,0106	-0,0685	0,0694	0,1355	0,56
Y <sub>5</sub>	0,0432	0,02848	-0,0638	-0,075	-0,0009	0,25
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,96	-0,86	0,91	0,82	-0,13	
Valor-P	0,146	0,1322	0,083	0,177	0,8712	
Defasagem -2	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,3458	0,6177	-0,7753	0,9281	-0,9592	57,67
Y <sub>2</sub>	0,891	0,5207	0,5366	-0,0023	0,2206	28,03
Y <sub>3</sub>	-0,2281	0,5785	-0,2487	-0,3454	0,1571	11,85
Y <sub>4</sub>	-0,1857	0,1117	0,2202	0,1291	-0,0481	2,28
Y <sub>5</sub>	-0,0047	0,002	-0,0205	0,0508	0,0653	0,14
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,85	0,66	0,13	0,45	0,3	
Valor-P	0,4757	0,3323	0,8625	0,546	0,6945	
Defasagem -3	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,7394	-0,1002	-0,777	0,8483	-0,9556	55,87
Y <sub>2</sub>	-0,3922	0,9527	-0,1608	0,2172	-0,0797	22,81
Y <sub>3</sub>	0,2792	0,1513	-0,517	-0,4663	0,2065	12,56
Y <sub>4</sub>	-0,4704	-0,2426	-0,317	-0,074	-0,1466	8,15
Y <sub>5</sub>	-0,0083	-0,0244	-0,0517	0,101	0,1278	0,5
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,66	-0,4	-0,35	0,22	0,11	
Valor-P	0,8	0,595	0,6478	0,7765	0,88	
Defasagem -4	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,8427	-0,648	-0,759	0,366	-0,743	47,85
Y <sub>2</sub>	0,415	0,489	-0,199	-0,866	-0,181	24,68
Y <sub>3</sub>	-0,313	0,5754	-0,36	0,327	-0,328	15,45
Y <sub>4</sub>	-0,033	-0,0093	0,5007	-0,021	-0,552	11,14
Y <sub>5</sub>	0,1366	0,093	0,069	0,091	0,049	0,8
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,95	-0,87	-0,81	-0,86	-0,71	
Valor-P	0,18	0,127	0,18	0,1331	0,2894	
Defasagem -5	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	-0,0821	0,8504	-0,826	0,716	-0,684	47,87
Y <sub>2</sub>	0,865	0,475	0,23	0,308	-0,6495	30,87
Y <sub>3</sub>	-0,4177	0,081	0,503	0,596	-0,035	15,8
Y <sub>4</sub>	-0,2658	0,1865	-0,055	-0,184	-0,324	4,9
Y <sub>5</sub>	0,0127	-0,0989	0,092	-0,058	-0,0502	0,48
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,71	0,47	-0,36	0,2	-0,03	
Valor-P	0,744	0,5246	0,6375	0,7981	0,9675	

Em um mês de defasagem, a única diferença em relação ao achado anterior referiu-se à “substituição” da bacia sul pela bacia norte do Atlântico na ligação com a região Niño 3.4 e a precipitação. De acordo com a dispersão gráfica dos escores na Figura 31b, a análise visual permite apontar dois grupos com características homogêneas, um envolvendo os meses de setembro e outubro e o outro, os meses de janeiro e fevereiro.

A mudança entre as variáveis correlacionadas no período 1986/87 foi novamente observada com dois meses de defasagem, quando apenas a TSM de ambas as bacias do Atlântico tropical se correlaciona com a precipitação da área MG1. Enquanto na defasagem seguinte o maior fator de carga encontrado na  $Y_4$  (-0,4704) indicou que a precipitação não estava relacionada com as demais variáveis defasadas em três meses, sendo comprovada pela inexpressiva correlação múltipla (0,66). A representação gráfica dos escores mensais dos três primeiros componentes principais indica a similaridade entre novembro e dezembro, bem como dos meses de setembro e outubro (Figura 37d).

A maior distribuição da contribuição individual dos percentuais de variância entre as componentes dificulta uma conclusão mais precisa das variáveis defasadas com quatro meses, em relação à precipitação. Assim, os valores dos fatores de correlação são mais sugestivos em apontar a TSM da bacia norte do Atlântico e o IOS, como os mais influentes na precipitação.

Finalmente, para a última defasagem em análise os fatores de carga e de correlação indicaram a ligação da precipitação com o IOS. Somando essa e outras conclusões em diferentes defasagens e comparando-as com os achados dos outros três períodos chuvosos (1955/56, 1969/70 e 1986/87), percebeu-se que a precipitação do período chuvoso 1986/87 teve maior ligação com o IOS, ou a região Niño 3.4. Em princípio, isso pode ser justificado pelo fato de o referido PC ser o primeiro de uma ocorrência de El Niño duplo, ou seja, um evento que teve início em 1986 e se estendeu até meados de 1988. Mas isso é apenas uma hipótese que ganharia maior suporte com o estudo de outros eventos de comportamento semelhante.

Os resultados iniciais da área SP3 estão destacados na Figura 32a-f, quanto à dispersão gráfica dos escores mensais; e na Tabela 28, com relação aos fatores de carga e de correlação em diferentes defasagens da precipitação no tocante às demais variáveis, ambos no PC 1955/56. Quanto à ligação entre as variáveis sem defasagem, o fator de carga do IOS na terceira componente (0,5702), além do fator de correlação total ( $r_{12}=0,25$ ), atestou a pouca importância dessa variável na avaliação do grupo. A maior contribuição para a variação do grupo parte da TSM da região Niño 3.4 e, principalmente, do Atlântico tropical sul e norte, com correlações significativas na  $Y_1$ . Porém, a ligação entre a precipitação e as citadas regiões da TSM foi pequena, havendo a formação de três possíveis grupos similares (Figura 32a).

O mesmo comportamento, quanto as variáveis de maior importância, foi mais visível com um e dois meses de defasagem, salvo a maior relação desta, com a precipitação, apoiada pelo expressivo fator de correlação linear múltipla (0,99 e 0,97, respectivamente).

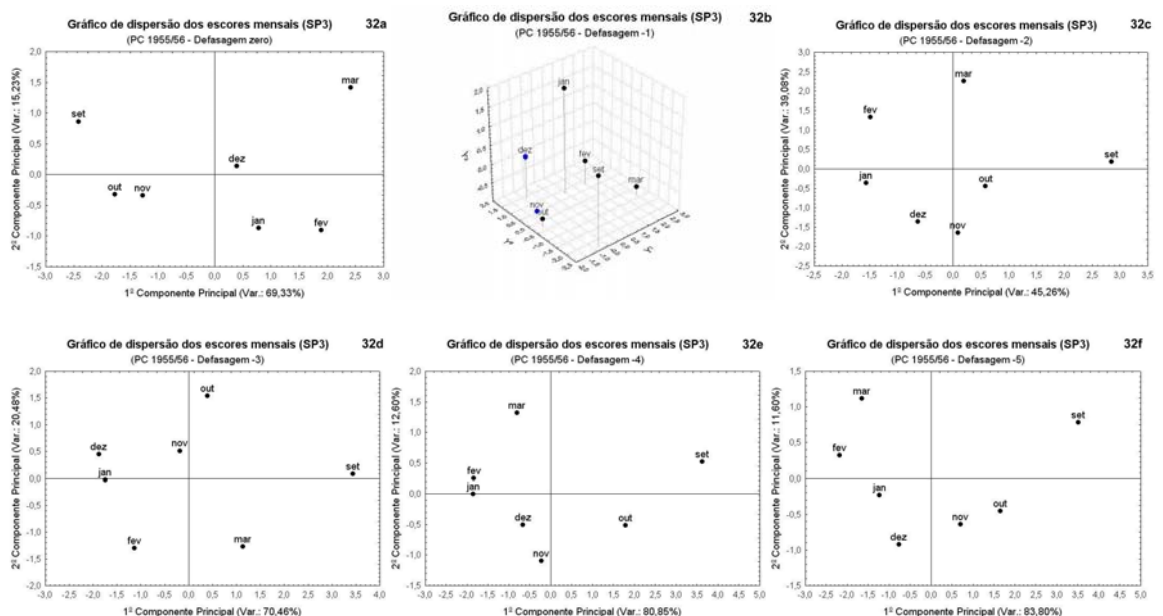


Figura 32 – Gráfico de dispersão dos escores mensais da área SP3, com defasagem zero (32a), defasagem -1 (32b), defasagem -2 (32c), defasagem -3 (32d), defasagem -4 (32e) e defasagem -5 (32f), durante o período chuvoso 1955/56.

Tabela 28 – Resumo da análise de componentes principais e regressões lineares da área SP3, em diferentes defasagens, durante o período chuvoso 1955/56

Defasagem 0	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	-0,689	0,6024	-0,8476	0,9801	-0,9744	69,33
Y <sub>2</sub>	0,6243	0,5579	-0,234	-0,0586	0,0479	15,23
Y <sub>3</sub>	-0,3569	0,5702	0,456	-0,1376	0,0698	13,68
Y <sub>4</sub>	-0,0809	0,026	-0,1188	0,0278	0,2046	1,28
Y <sub>5</sub>	-0,0386	0,0045	-0,068	-0,1269	-0,038	0,47
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,89	0,25	-0,81	-0,66	0,16	
Valor-P	0,346	0,75	0,1931	0,3384	0,833	
Defasagem -1	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	-0,3118	0,1136	-0,6029	0,9962	-0,9514	47,42
Y <sub>2</sub>	-0,9432	0,0123	0,7926	-0,0412	-0,2348	31,5
Y <sub>3</sub>	0,0029	0,9932	0,025	0,0188	0,1215	20,04
Y <sub>4</sub>	-0,1126	-0,0181	-0,0836	0,0665	0,1574	0,9
Y <sub>5</sub>	-0,017	0,0027	-0,0255	-0,032	-0,0117	0,04
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,99	0,68	-0,98	-0,93	-0,69	
Valor-P	0,028	0,3189	0,016	0,07	0,3072	
Defasagem -2	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,988	-0,6216	-0,9025	0,2083	0,2058	45,26
Y <sub>2</sub>	0,0623	0,4042	-0,1908	0,9711	-0,8985	39,08
Y <sub>3</sub>	-0,0011	-0,667	0,3734	0,0037	-0,0375	14,51
Y <sub>4</sub>	0,1328	0,0717	0,0587	-0,092	-0,0704	0,8
Y <sub>5</sub>	-0,0464	-0,0065	-0,077	-0,071	-0,0663	0,35
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,97	-0,77	-0,81	-0,14	-0,21	
Valor-P	0,1063	0,2267	0,1859	0,8583	0,7817	
Defasagem -3	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,9603	0,6935	-0,7392	0,974	-0,7903	70,46
Y <sub>2</sub>	0,2462	-0,5701	-0,6624	0,0224	0,4459	20,47
Y <sub>3</sub>	0,0445	0,4394	-0,0885	-0,091	0,4103	7,6
Y <sub>4</sub>	-0,0888	-0,0185	0,0474	0,2061	0,0854	1,2
Y <sub>5</sub>	0,085	-0,0204	0,069	0,0068	0,0291	0,26
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,99	0,7	-0,91	0,07	-0,64	
Valor-P	0,046	0,303	0,087	0,9256	0,3583	
Defasagem -4	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,9357	0,8554	-0,7722	0,9755	-0,9417	80,84
Y <sub>2</sub>	0,2364	0,2343	0,633	-0,2006	-0,2793	12,6
Y <sub>3</sub>	-0,2353	0,4614	-0,0384	-0,0662	0,1482	5,92
Y <sub>4</sub>	0,1141	0,0183	-0,0072	-0,023	0,1121	0,53
Y <sub>5</sub>	-0,0088	-0,0011	0,0316	0,0564	0,0227	0,1
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,98	-0,27	0,4	0,45	-0,29	
Valor-P	0,086	0,7231	0,5948	0,55	0,7118	
Defasagem -5	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,8789	0,911	-0,8545	0,9763	-0,9509	83,8
Y <sub>2</sub>	0,4484	0,3009	0,4919	-0,21	0,045	11,6
Y <sub>3</sub>	0,0584	-0,258	0,1437	0,0292	-0,292	3,5
Y <sub>4</sub>	0,1513	-0,1145	-0,0817	-0,0134	0,0898	1,02
Y <sub>5</sub>	-0,0007	-0,0052	0,019	0,0396	0,0178	0,04
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,94	0,54	0,24	0,11	-0,1	
Valor-P	0,1963	0,4579	0,7592	0,884	0,9088	

Com três meses de defasagem, os fatores de carga indicaram a ligação da precipitação com a região Niño 3.4 e, após, com a TSM da bacia sul do Atlântico. Em contrapartida, os maiores valores de 0,4394 e 0,2061, nas componentes  $Y_3$  e  $Y_4$ , que explicaram somente 7,6 e 1,2% da variância do grupo, comprometeram a relação do IOS e da bacia norte do Atlântico, respectivamente. O gráfico de dispersão apresenta dois grupos homogêneos, um envolvendo os meses de setembro e outubro e o outro os meses de novembro e dezembro, havendo uma situação de “neutralidade” em janeiro (Figura 32d).

Nas duas últimas defasagens em análise, os fatores de carga dos componentes de menor variância anularam a importância da região Niño 3.4. A relação entre a TSM do Atlântico tropical e a precipitação permaneceu, porém com pouca intensidade.

Ao contrário das conclusões obtidas na área MG1, em SP3, o comportamento do oceano Pacífico, representado pela região Niño 3.4, teve importante contribuição no comportamento da precipitação durante a ocorrência simultânea do LN com a fase positiva do Dipolo do Atlântico.

Os resultados durante a ocorrência simultânea de EN e Dipolo Positivo, em 1969/70, estão destacados na Figura 33a-f e na Tabela 29.

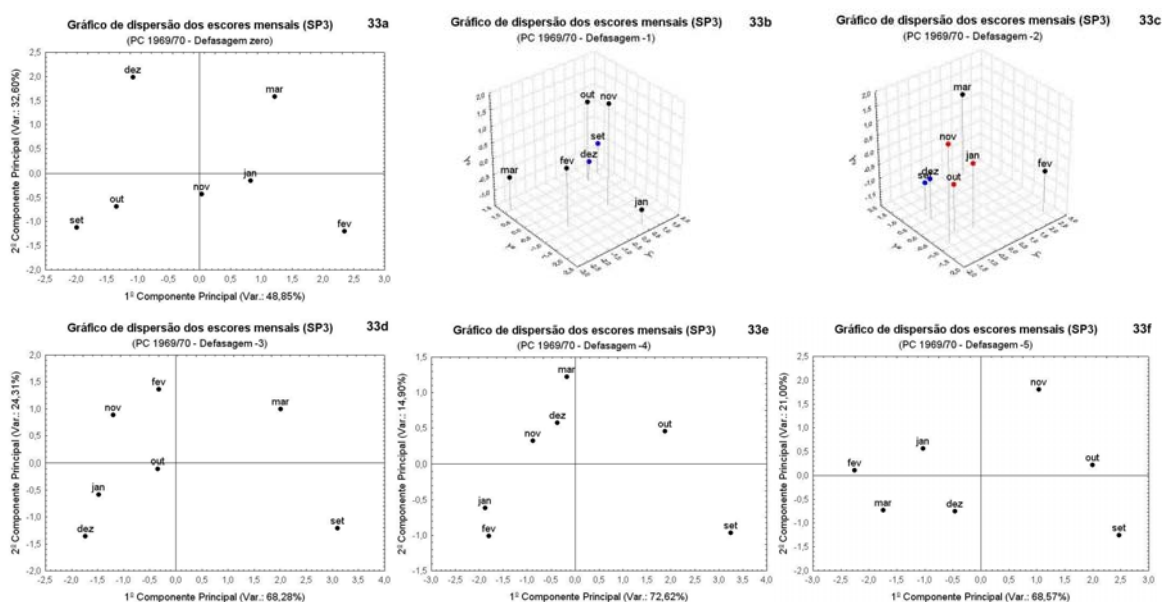


Figura 33 – Gráfico de dispersão dos escores mensais da área SP3, com defasagem zero (33a), defasagem -1 (33b), defasagem -2 (33c), defasagem -3 (33d), defasagem -4 (33e) e defasagem -5 (33f), durante o período chuvoso 1969/70.

Tabela 29 – Resumo da análise de componentes principais e regressões lineares da área SP3, em diferentes defasagens, durante o período chuvoso 1969/70

Defasagem 0	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	-0,7888	0,1386	0,4623	0,8876	-0,8939	48,85
Y <sub>2</sub>	0,1857	-0,8472	-0,7902	0,308	-0,3981	32,6
Y <sub>3</sub>	0,5056	0,4619	-0,1775	0,3269	-0,1417	12,55
Y <sub>4</sub>	-0,2957	0,221	-0,3606	-0,006	0,1027	5,54
Y <sub>5</sub>	-0,0041	-0,0285	0,0149	0,1014	0,1078	0,46
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,69	0,05	-0,42	0,07	0,2	
Valor-P	0,7653	0,9533	0,5722	0,9277	0,7976	
Defasagem -1	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,5337	-0,6212	-0,3757	-0,9009	0,905	48,85
Y <sub>2</sub>	0,63	0,3866	0,9117	-0,142	0,131	28,3
Y <sub>3</sub>	-0,5414	0,664	-0,0223	-0,3768	0,3906	20,58
Y <sub>4</sub>	0,1578	0,1532	-0,164	0,1603	0,1036	2,23
Y <sub>5</sub>	0,01	0,0102	-0,0109	-0,0174	-0,0208	0,02
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,99	-0,99	0,99	0,97	0,98	
Valor-P	0,021	0,008	0,0075	0,031	0,021	
Defasagem -2	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	-0,3888	0,4154	-0,7133	0,8638	-0,9017	47,83
Y <sub>2</sub>	0,629	0,6972	0,2096	0,4506	-0,3266	24,71
Y <sub>3</sub>	-0,6693	0,4199	0,3242	0,0547	-0,1089	14,88
Y <sub>4</sub>	-0,0693	0,4058	-0,5848	-0,1224	0,1882	11,24
Y <sub>5</sub>	-0,0201	-0,017	0,0109	0,1811	0,1814	1,33
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,41	0,17	0,14	0,24	0,26	
Valor-P	0,9718	0,835	0,8633	0,7578	0,755	
Defasagem -3	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,4753	-0,7797	-0,8667	0,9571	-0,9551	68,28
Y <sub>2</sub>	-0,8405	-0,5871	0,3589	0,1438	-0,1211	24,3
Y <sub>3</sub>	-0,2554	0,1472	-0,3344	-0,0608	-0,005	4,05
Y <sub>4</sub>	-0,0064	-0,0226	-0,0454	0,2005	0,2574	2,18
Y <sub>5</sub>	-0,042	0,1584	0,0777	-0,1388	-0,0816	1,17
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,78	0,55	-0,26	0,3	-0,2	
Valor-P	0,6213	0,4507	0,7377	0,7016	0,7947	
Defasagem -4	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,772	-0,6633	-0,912	0,9333	-0,9444	72,62
Y <sub>2</sub>	-0,0422	-0,7453	0,3908	0,0646	0,1753	14,9
Y <sub>3</sub>	0,6327	0,01	0,062	-0,2895	0,1641	10,3
Y <sub>4</sub>	0,0345	0,0485	-0,0341	0,194	0,2189	1,8
Y <sub>5</sub>	0,028	0,0448	0,1013	0,057	-0,0494	0,37
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,86	-0,73	-0,74	-0,63	0,38	
Valor-P	0,4388	0,2717	0,2572	0,3661	0,6227	
Defasagem -5	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,5112	-0,6817	-0,9004	0,9889	-0,9558	68,57
Y <sub>2</sub>	-0,8057	-0,5828	-0,1641	0,03954	0,1802	20,99
Y <sub>3</sub>	0,2902	-0,4394	0,3814	0,091	0,2034	9,4
Y <sub>4</sub>	-0,0716	0,0389	0,1293	0,088	-0,095	0,81
Y <sub>5</sub>	-0,002	0,028	-0,0118	0,064	0,057	0,16
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,87	0,36	0,64	0,34	-0,17	
Valor-P	0,4216	0,6408	0,3572	0,6578	0,8228	



Estando todas as variáveis em fase, o maior fator de carga da terceira componente principal, encontrado na precipitação (0,5056), evidenciou que essa variável teve pequena relação com as demais. No entanto, com um mês de defasagem ocorreu um fato interessante por meio da análise dos fatores de correlação, ou seja, a precipitação possui correlação significativa a 95% de probabilidade com todas as demais variáveis. Do ponto de vista interpretativo, isso facilita a compreensão desse caso, haja vista que houve a necessidade da contribuição de três componentes principais para explicar ao menos 80% da variância total, e na  $Y_4$  os fatores de carga de quatro variáveis foram semelhantes. Por meio da análise visual da dispersão gráfica tridimensional, foi possível definir apenas um grupo com similaridade entre as variáveis (Figura 33b). Em contrapartida, com defasagem -2, a ligação entre as variáveis é observada apenas entre a TSM das bacias do Atlântico.

Enquanto há razoável relação da precipitação defasada em três meses com o IOS e a TSM do Atlântico tropical norte, com defasagem -4, a precipitação na área SP3 não se relacionou com nenhuma das variáveis em análise, devido ao grande fator de carga encontrado na inexpressiva terceira componente principal (0,6327).

Na última defasagem em estudo, os valores dos fatores de carga foram contratórios com relação aos dos fatores de correlação, salvo quanto à indicação da relação praticamente inexistente do IOS com as demais variáveis, em especial a precipitação. Por isso, uma conclusão mais sucinta nesse grupo ficou comprometida.

A similaridade mensal entre as variáveis da área SP3, no PC 1973/74, consta na Figura 34a-f. Assim como observado no PC 1969/70, com as variáveis sem defasagem e baseadas nos fatores de carga o comportamento da precipitação no PC 1973/74 não se mostrou estar correlacionado com as demais, assim como a TSM da região Niño 3.4 (Tabela 30). Situação semelhante foi encontrada nas três defasagens seguintes, ou seja, o fator de carga da precipitação na terceira componente, de variância insignificante, indicou a desvinculação da precipitação com as demais variáveis. Porém, a análise com defasagem -3 exige maior atenção, pois a correlação total entre a precipitação e a TSM da região Niño 3.4 ( $r_{13}=-0,90$ ) é significativa a 90% de probabilidade.

Com quatro meses de defasagem, os resultados apontaram a ligação da precipitação com as demais variáveis. No PC 1973/74, essa situação foi única, haja vista que, na última defasagem, a precipitação esteve correlacionada com a região Niño 3.4 e a bacia norte do Atlântico, mas com intensidade pouco expressiva. Adjetivo diferente ao encontrado na relação entre as citadas variáveis do Pacífico e do Atlântico tropical.

Assim como observado em MG1, numa análise geral a precipitação durante o evento LN e Dipolo Negativo de 1973/74, nas áreas SP3 e SP4 (resultados não mostrados), não teve relação expressiva com as demais variáveis em análise.

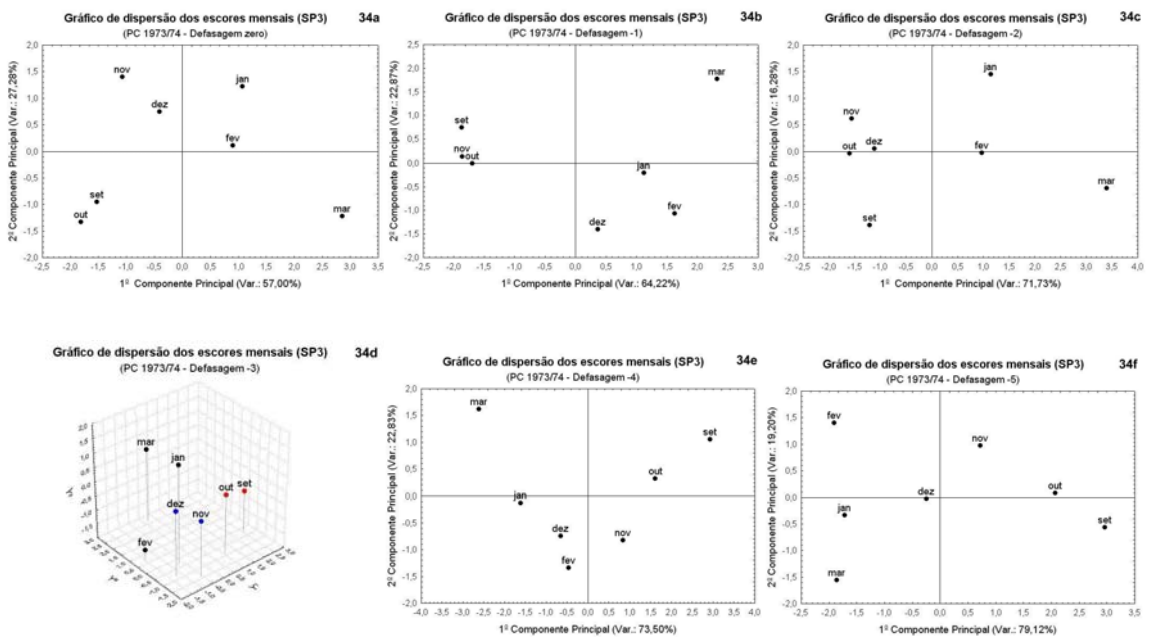


Figura 34 – Gráfico de dispersão dos escores mensais da área SP3, com defasagem zero (34a), defasagem -1 (34b), defasagem -2 (34c), defasagem -3 (34d), defasagem -4 (34e) e defasagem -5 (34f), durante o período chuvoso 1973/74.

Tabela 30 – Resumo da análise de componentes principais e regressões lineares da área SP3, em diferentes defasagens, durante o período chuvoso 1973/74

Defasagem 0	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	-0,8106	-0,4841	-0,3777	0,9451	-0,9605	57
Y <sub>2</sub>	0,1982	-0,7738	0,8483	0,045	-0,0666	27,28
Y <sub>3</sub>	-0,4834	-0,2292	-0,006	-0,2913	0,2605	8,85
Y <sub>4</sub>	-0,2642	0,3379	0,3659	0,1288	0,0355	6,71
Y <sub>5</sub>	0,0058	-0,0121	-0,0106	0,057	0,0615	0,14
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,78	0,47	0,56	-0,52	-0,45	
Valor-P	0,6309	0,5273	0,4359	0,4778	0,551	
Defasagem -1	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	-0,7013	-0,7462	0,691	0,8829	-0,9513	64,22
Y <sub>2</sub>	-0,5356	0,5467	-0,6401	0,3354	-0,1877	22,86
Y <sub>3</sub>	-0,4561	-0,209	-0,0175	-0,3085	0,201	7,75
Y <sub>4</sub>	0,1146	-0,3162	-0,335	0,029	-0,0519	4,58
Y <sub>5</sub>	-0,0074	-0,0213	0,0073	0,1089	0,1286	0,57
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,7	0,01	0,23	0,03	0,27	
Valor-P	0,758	0,9834	0,7645	0,9697	0,7259	
Defasagem -2	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	-0,833	-0,837	0,8358	0,7856	-0,936	71,73
Y <sub>2</sub>	-0,0083	-0,479	0,373	-0,5762	0,307	16,27
Y <sub>3</sub>	0,5426	-0,0102	0,303	0,1834	-0,049	8,45
Y <sub>4</sub>	-0,1004	0,2639	0,2257	-0,0596	0,049	2,68
Y <sub>5</sub>	-0,0384	-0,0127	0,0247	0,1162	0,1651	0,86
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,82	0,32	0,26	0,31	0,52	
Valor-P	0,5467	0,6769	0,7389	0,6884	0,476	
Defasagem -3	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,02145	0,5332	-0,7555	0,8206	-0,7416	41,58
Y <sub>2</sub>	-0,7485	-0,5853	0,632	0,4924	-0,5415	36,76
Y <sub>3</sub>	-0,6487	0,6045	0,078	-0,0107	0,3245	17,95
Y <sub>4</sub>	-0,1211	-0,0047	-0,1082	-0,2892	-0,2167	3,14
Y <sub>5</sub>	-0,0608	-0,0867	-0,109	0,0177	0,0666	0,55
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,91	-0,82	-0,9	0,01	0,61	
Valor-P	0,3035	0,1816	0,099	0,987	0,3807	
Defasagem -4	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,7558	0,8273	-0,9634	0,9348	-0,7853	73,5
Y <sub>2</sub>	-0,6222	-0,5299	-0,1502	0,3226	-0,5888	22,82
Y <sub>3</sub>	-0,1964	0,1273	-0,1991	-0,0712	0,1047	2,21
Y <sub>4</sub>	-0,0464	0,1322	0,0898	-0,12	-0,1587	1,34
Y <sub>5</sub>	0,0271	-0,0308	-0,0384	-0,0492	-0,018	0,12
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,98	0,94	0,8	0,84	0,69	
Valor-P	0,078	0,054	0,201	0,1598	0,311	
Defasagem -5	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,554	0,8436	-0,9903	0,9916	-0,9866	79,12
Y <sub>2</sub>	0,8264	-0,5148	-0,0786	-0,039	0,063	19,2
Y <sub>3</sub>	-0,097	-0,1426	-0,1122	0,0827	0,0193	0,9
Y <sub>4</sub>	0,0261	0,0532	0,0014	0,0895	0,1487	0,67
Y <sub>5</sub>	-0,0005	-0,0061	0,019	0,0168	-0,008	0,01
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,91	-0,59	0,24	0,33	-0,38	
Valor-P	0,3174	0,405	0,7611	0,6692	0,6152	

Apresenta-se, na Figura 35a-f, a dispersão gráfica dos escores mensais em diferentes defasagens, durante a análise do PC 1986/87, na área SP3.

Durante a ocorrência simultânea dos eventos EN e Dipolo Negativo de 1986/87, estando as variáveis em fase, os resultados expostos na Tabela 31 indicam forte ligação entre a região Niño 3.4 e a TSM da bacia sul do Atlântico e destas com a precipitação, mas relativamente com menor manifestação.

Com um mês de defasagem, a maior relação encontrada referiu-se à TSM de ambas as bacias do Atlântico tropical. Porém, envolvendo a precipitação, os fatores de carga e de correlação evidenciaram que a citada variável meteorológica estava mais vinculada ao comportamento do IOS. Situação essa totalmente oposta à encontrada na defasagem seguinte, ou seja, a expressiva correlação do IOS na terceira componente (0,6527) compromete a relação desta com as demais variáveis. O maior fator de correlação total da precipitação justamente com o IOS (0,49) pode ser explicado e aplicado em outras situações semelhantes, pelo motivo de que, nas duas primeiras componentes ( $Y_1$  e  $Y_2$ ) que respondem pela variância de pelo menos 80%, o maior fator de carga da precipitação e do IOS estava situado na segunda componente, enquanto nas demais variáveis se encontravam na primeira.

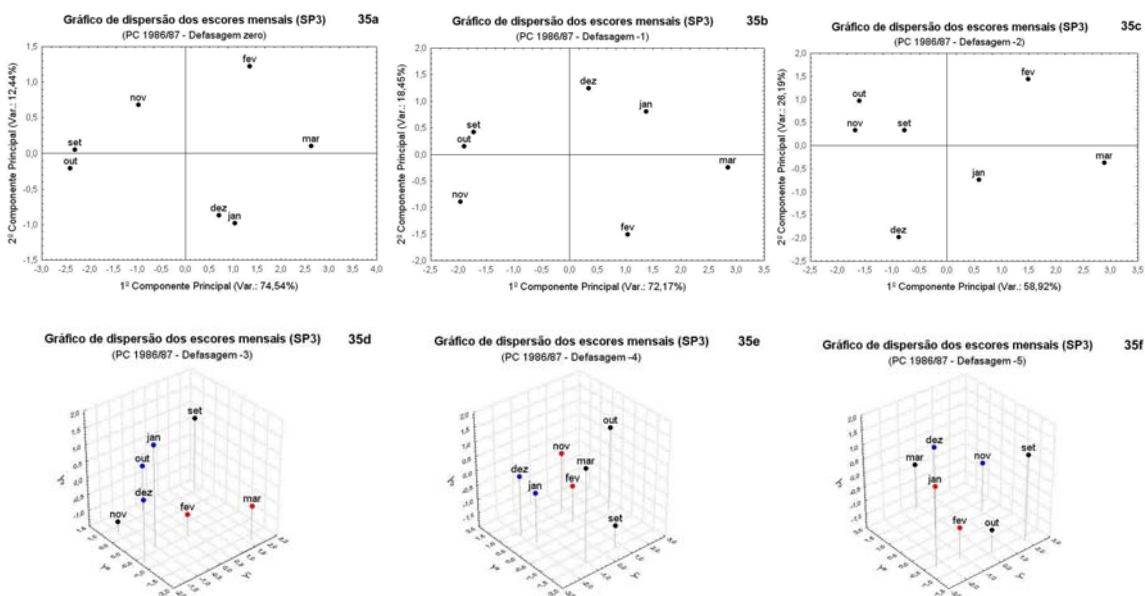


Figura 35 – Gráfico de dispersão dos escores mensais da área SP3, com defasagem zero (35a), defasagem -1 (35b), defasagem -2 (35c), defasagem -3 (35d), defasagem -4 (35e) e defasagem -5 (35f), durante o período chuvoso 1986/87.

Tabela 31 – Resumo da análise de componentes principais e regressões lineares da área SP3, em diferentes defasagens, durante o período chuvoso 1986/87

Defasagem 0	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	-0,7042	0,7903	-0,9028	0,9353	-0,9572	74,53
Y <sub>2</sub>	0,6948	0,2773	-0,1687	-0,0543	-0,1762	12,44
Y <sub>3</sub>	-0,0977	0,5414	0,2862	-0,044	0,206	8,58
Y <sub>4</sub>	-0,1068	0,0732	-0,2682	-0,3435	0,0564	4,2
Y <sub>5</sub>	-0,0131	-0,0002	0,0492	-0,0483	-0,0842	0,24
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,8	-0,01	0,58	-0,7	-0,6	
Valor-P	0,59	0,993	0,42	0,298	0,3943	
Defasagem -1	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	-0,7419	0,7854	-0,8688	0,9045	-0,9315	72,16
Y <sub>2</sub>	-0,5951	0,5212	0,2976	-0,3121	0,3327	18,45
Y <sub>3</sub>	0,2914	0,3151	0,3804	0,2506	-0,0725	8
Y <sub>4</sub>	0,0922	0,1066	-0,0882	-0,1196	-0,023	0,87
Y <sub>5</sub>	0,026	0,026	-0,063	0,067	0,1251	0,51
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,93	-0,89	0,73	0,27	-0,26	
Valor-P	0,26	0,1097	0,2696	0,7252	0,7346	
Defasagem -2	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	-0,4553	0,4856	-0,9135	0,858	-0,9655	58,92
Y <sub>2</sub>	0,8512	0,58	0,3355	0,3504	-0,1157	26,2
Y <sub>3</sub>	-0,2181	0,6527	-0,1194	-0,3625	0,222	13,37
Y <sub>4</sub>	-0,143	0,042	0,1956	0,0834	-0,0223	1,36
Y <sub>5</sub>	-0,0054	0,0008	-0,0186	0,0518	0,0666	0,15
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,9	0,49	0,44	0,44	0,28	
Valor-P	0,3296	0,5115	0,5575	0,558	0,718	
Defasagem -3	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,2597	0,0057	-0,7425	0,905	-0,9843	48,13
Y <sub>2</sub>	0,7745	-0,633	0,4053	0,0645	-0,0457	23,42
Y <sub>3</sub>	-0,4913	-0,7734	-0,2543	-0,148	-0,0784	18,64
Y <sub>4</sub>	-0,302	-0,0264	0,4659	0,3821	-0,08	9,22
Y <sub>5</sub>	0,0095	-0,0205	-0,0508	0,094	0,128	0,57
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,46	0,09	0,38	-0,19	-0,31	
Valor-P	0,9556	0,911	0,6153	0,812	0,6873	
Defasagem -4	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,9124	-0,7855	-0,5768	0,5925	-0,6879	52,13
Y <sub>2</sub>	0,07	-0,5047	0,5767	0,4047	0,5342	20,82
Y <sub>3</sub>	-0,3482	0,2069	-0,3797	0,6367	0,1687	14,84
Y <sub>4</sub>	0,0388	-0,2407	0,4363	-0,2802	0,4508	10,63
Y <sub>5</sub>	-0,1994	-0,1657	-0,0065	-0,033	-0,0982	1,5
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,92	-0,86	-0,12	-0,24	-0,72	
Valor-P	0,2694	0,1365	0,8812	0,7584	0,2758	
Defasagem -5	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Variância de Y <sub>i</sub> (%)
Y <sub>1</sub>	0,6226	-0,6992	-0,7994	0,6958	-0,8091	53,09
Y <sub>2</sub>	0,5726	0,7051	0,443	0,1428	-0,4835	25,51
Y <sub>3</sub>	-0,4742	-0,0719	0,3932	0,6817	-0,105	17,21
Y <sub>4</sub>	0,243	-0,0593	0,07	0,1709	0,3159	3,93
Y <sub>5</sub>	-0,0212	0,0719	-0,0718	0,0381	0,0252	0,25
	R	r <sub>12</sub>	r <sub>13</sub>	r <sub>14</sub>	r <sub>15</sub>	
Coefficientes	0,89	0,76	-0,77	0,59	0,25	
Valor-P	0,3724	0,2419	0,2319	0,4107	0,75	

Os resultados da análise com três meses defasados no tempo apontavam uma situação semelhante à observada sem defasagem, enquanto na defasagem -4, tanto os fatores de carga quanto os de correlação, indicaram fielmente a maior ligação do IOS com a precipitação. Situação essa igualmente observada na análise seguinte, acrescida da TSM da região Niño 3.4.

Assim, notou-se que, conforme verificado na área MG1 no mesmo PC, o IOS e, ou, a região Niño 3.4 tiveram ligação mais expressiva com a precipitação. Porém, é importante ressaltar que resultados encontrados em ambas as áreas do Sudeste do Brasil (MG1 e SP3) não podem ser generalizados. Como exemplo, na área SP4 (resultados não mostrados) a TSM da bacia sul do Atlântico tropical somente não se mostrou correlacionável com a precipitação quando estava defasada em cinco meses. Os resultados desta área (SP4), como a da MG1 e SP3, evidenciaram que não houve influência marcante de alguma das variáveis analisadas na precipitação, em diferentes defasagens. Soma-se a esse questionamento a importância em adotar diferentes metodologias visando ao mesmo objetivo, pois uma pode auxiliar a interpretação da outra.

## **5.9. Variabilidade climática da precipitação**

As características atmosféricas mudam de lugar para lugar e no decorrer do tempo em qualquer lugar e escalas de tempo. Diante desse pressuposto, torna-se importante tecer alguns comentários acerca do comportamento climático da precipitação na região SEB, auxiliando a distinção dos agentes responsáveis pelas flutuações pluviométricas.

Na Figura 36ab consta a análise de densidade espectral da precipitação, das áreas MG1 (Figura 36a) e SP3 (Figura 36b), realizada mediante a utilização de peso 11, na filtragem denominada “Janela de Parzen”. Os resultados em MG1 e SP3 indicaram, respectivamente, uma periodicidade de aproximadamente 11 e 12 anos. Esses resultados são coerentes com os de outros estudos, inclusive quando apontam a associação com outros fenômenos, como o Ciclo Solar de 11 anos. Deve-se atentar para o fato de associar pequenas periodicidades como as observadas na Figura 36 (três a quatro anos, aproximadamente) à ocorrência de forçantes climáticas como o El

Niño. Primeiro porque, de maneira geral, esse comportamento é natural da precipitação e, segundo, há controvérsias em estudos que visam definir uma periodicidade da citada forçante climática. Soma-se a isso a hipótese apresentada por Trenberth e Hoar (1997) de que o aumento incomum na frequência e amplitude dos eventos ENOS, nas décadas de 1980 e 90, significativamente diferentes dos comportamentos em séculos passados, possa estar associado a fatores antropogênicos, resultantes do evidente aumento nas concentrações dos gases de efeito-estufa nas últimas décadas. Porém, até certo ponto, esses resultados entram em conflito com os encontrados por Latif et al. (1997), que objetivaram analisar, entre três teorias, qual a responsável pelas anomalias de precipitação ocorridas na década de 1990. Esses autores chegaram a interessante conclusão de que o ENOS é certamente a mais forte flutuação na escala de tempo interanual, mas a variabilidade decadal não pode ser descrita exclusivamente como uma modulação decadal do ENOS, indicando que o modo decadal independe do ENOS e é uma fonte para a irregularidade do fenômeno climático. Além disso, foi o responsável pelas anomalias observadas em grande parte dos anos da década de 1990.

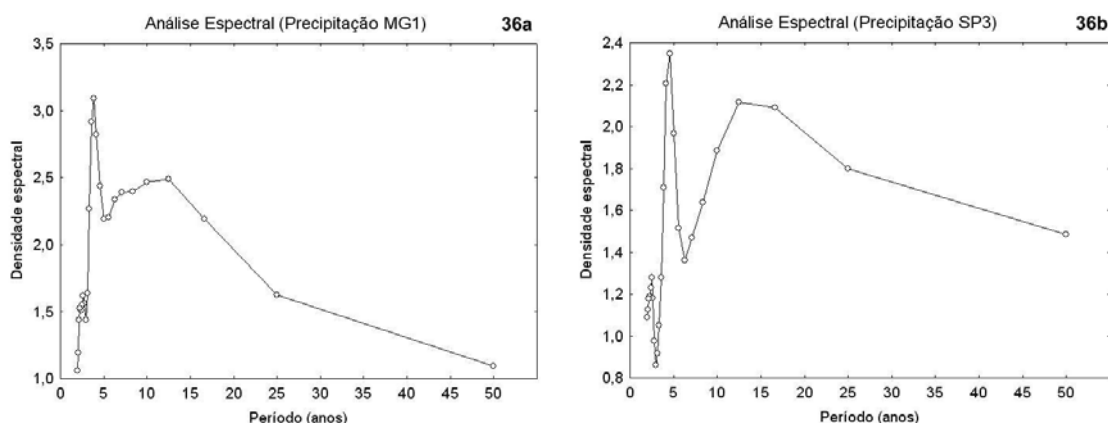


Figura 36 – Densidade espectral referente à quantidade total de precipitação, nos períodos chuvosos de 1949/50 a 1999/2000, nas áreas MG1 (36a) e SP3 (36b).

Apresenta-se, na Figura 37ab, a variação temporal da precipitação observada durante os períodos chuvosos de 1949 a 2000, nas áreas MG1 (Figura 37a) e SP3 (Figura 37b), com as respectivas médias climáticas e médias móveis de 11 e 12 anos, atendendo aos resultados encontrados na Figura 36. Em MG1, ao contrário do sugerido na área SP3, não se notou uma tendência expressiva da precipitação, enquanto nesta (SP3) se observou uma tendência de aumento da precipitação, sendo destacável o período de estiagem nos anos de 1950, tendo em 1950/51 a menor quantidade pluviométrica registrada no período em análise.

Fazendo jus a tendência estabelecida, na década de 1990 observaram sete PCs com anomalias positivas de precipitação, ocorrendo as maiores quantidades de todo o período nos anos de 1995/96 e no forte evento EN de 1997/98.

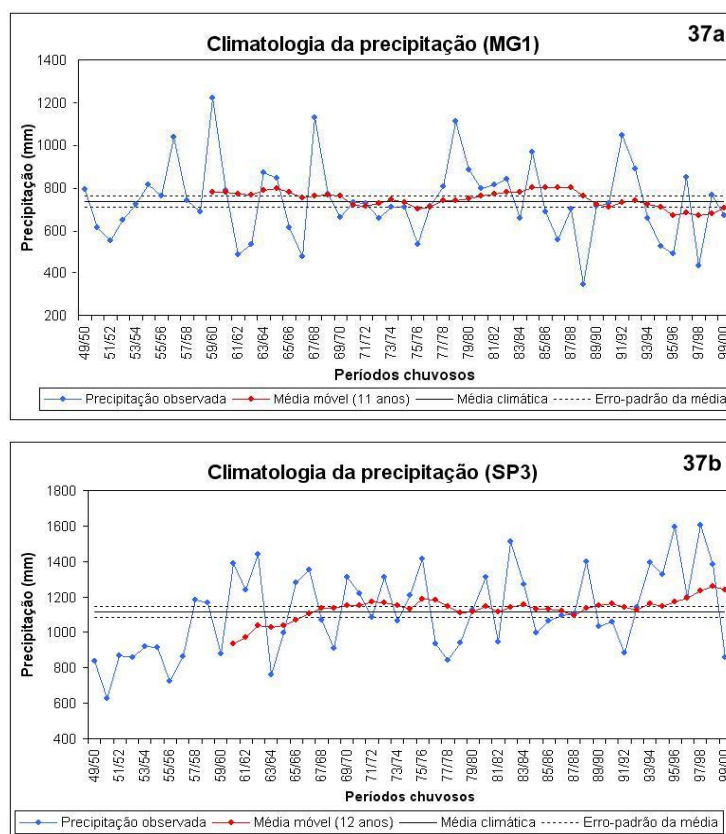


Figura 37 – Variabilidade temporal da precipitação, nos períodos chuvosos de 1949/50 a 1999/2000, com tendência na média móvel, nas áreas MG1 (37a) e SP3 (37b).



## 6. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram utilizados dados diários de precipitação de 1949 a 2000, objetivando analisar estatisticamente a influência das forçantes climáticas El Niño Oscilação Sul e Dipolo do Atlântico, nos comportamentos diário, mensal e trimestral da precipitação, durante o período chuvoso (PC) da Região Sudeste do Brasil (SEB). As classificações do início e final dos períodos chuvosos (IPC e FPC, respectivamente) e quantidade total da precipitação foram baseadas, respectivamente, nos valores médio, máximo e mínimo, na técnica dos quantis e nos desvios normalizados. Além da classificação, a quantia mensal e trimestral da precipitação em anos de ocorrência das forçantes climáticas foi correlacionada com o Índice de Oscilação Sul (IOS), a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) de regiões do Pacífico equatorial e das bacias norte e sul do Atlântico tropical, fazendo-se uso das correlações “lag”, totais e parciais, defasadas em até nove meses. Nas áreas do SEB, que tiveram ao menos duas correlações “lag” significativas a 95% de probabilidade entre a precipitação mensal e, ou, a trimestral, com as regiões dos oceanos Pacífico equatorial e Atlântico tropical, foi determinado o intervalo de confiança da média do número de dias chuvosos, divididos em quatro classes de intensidade. Com base em duas áreas correlacionadas entre si e localizadas nos extremos norte e sul do SEB (MG1 e SP3), empregou-se a técnica dos Componentes Principais e das Regressões Linear Múltipla e totais, para analisar situações de ocorrência simultânea das forçantes climáticas, nos PCs de 1955/56, 1969/70, 1973/74 e

1986/87. Assim, em concordância com os resultados, as conclusões mais notáveis apontaram que:

- Baseado somente nos valores médios, a fase positiva do Dipolo do Atlântico mostrou ser a forçante com característica mais marcante e influente no início do período chuvoso.

- Nos eventos El Niño, considerados os mais fortes do século 20 (1982/83 e 1997/98), o PC tardou em terminar, principalmente, no Estado de São Paulo. Já nas duas situações de “El Niño-duplo” (1986/88 e 1991/93) foram observados, respectivamente, términos precoce e tardio do PC, nas três áreas pertencentes à região pluviometricamente homogênea R3 (MG2, MG3 e SP1).

- Os resultados mais expressivos referentes ao FPC foram notados em anos do Dipolo Negativo do Atlântico, com tendência a término tardio nas áreas MG1, ES1, SP3 e SP4, havendo comportamento oposto na área RJ1. Em situações do Dipolo Positivo, o PC tendeu a terminar precocemente nas áreas MG1 e SP4.

- Durante a fase negativa do Dipolo do Atlântico, no litoral sul paulista, representado pela área SP3, o PC tendeu a durar mais, haja vista que o PC se inicia precocemente e tarda em terminar.

- A SP2, que se resume à região pluviometricamente homogênea R4, foi a área com o maior número de correlações significativas durante a transição entre os períodos chuvoso e seco, sendo possível prever a precipitação do bimestre abril/maio, com a precipitação observada em março, durante os eventos La Niña, Dipolo Positivo e Dipolo Negativo do Atlântico. Além disso, durante a forçante La Niña o PC tende a durar mais do que o normal, tendo em vista o seu início precoce e final tardio. Já durante a fase positiva do Dipolo do Atlântico o PC, em SP2, inicia e termina precocemente, indicando que a duração do PC é igual à média climática, mas com extremos diferentes.

- As anomalias expressivas de precipitação mensal e trimestral, observadas em anos da LN, pouco estiveram relacionadas com a TSM do Pacífico equatorial. Já nas duas fases do Dipolo do Atlântico a TSM da bacia sul mostrou-se mais relacionada com o comportamento da precipitação.

- Durante o El Niño Oscilação Sul, todos os meses com anomalias significativas de precipitação (desvio normalizado superior a 20% e inferior a -20%) nas regiões pluviometricamente homogênea R5 estiveram correlacionadas com o IOS e, ou, a TSM do Pacífico equatorial.

- O El Niño foi a forçante de menor influência no início e final dos períodos chuvosos e nas chuvas mensal e trimestral do Sudeste do Brasil.

- Dentre os PCs com ocorrências simultâneas entre as forçantes oriundas do Pacífico equatorial com os do Atlântico tropical, o IOS e, ou, a TSM da região Niño 3.4 tiveram maior contribuição no comportamento da precipitação do PC de 1955/56, na área SP3 e de 1986/87 nas áreas MG1 e SP3.

A Tabela 32 apresenta um resumo geral das conclusões em cada estado do SEB, referente às tendências nos comportamentos do IPC, FPC, precipitações mensal e trimestral e número de dias chuvosos de diferentes quantidades, durante ocorrências das forçantes climáticas.

Tabela 32 – Resumo referente às tendências nos comportamentos do IPC, FPC, precipitação mensal e trimestral e número de dias chuvosos em diferentes quantidades de precipitação, durante a ocorrência das forçantes climáticas ENOS e Dipolo do Atlântico

<b>Início do período chuvoso</b>	
El Niño	
MG	Início tardio, nas regiões noroeste e centro
ES	Início tardio, na região central
SP	Sem influência significativa
RJ	Sem influência
La Niña	
MG	Início precoce no Vale do Rio Doce (divisa com ES) e início tardio no Triângulo Mineiro
ES	Sem influência significativa
SP	Início tardio em áreas isoladas localizadas, principalmente, nas regiões norte e centro-oeste
RJ	Início tardio na Região Sul
Dipolo Positivo	
MG	Início tardio no extremo norte e baixo Jequitinhonha e início precoce no noroeste, sul e Triângulo Mineiro
ES	Sem influência significativa
SP	Início precoce nas regiões norte, centro, litoral sul e Vale do Paraíba
RJ	Sem influência significativa
Dipolo Negativo	
MG	Sem influência significativa
ES	Sem influência significativa
SP	Início precoce no sul e início tardio no noroeste e centro
RJ	Sem influência significativa
<b>Final do período chuvoso</b>	
El Niño	
MG	Sem influência significativa
ES	Sem influência significativa
SP	Sem influência significativa
RJ	Sem influência significativa
La Niña	
MG	Sem influência significativa
ES	Sem influência significativa
SP	Término tardio na área SP2
RJ	Sem influência significativa
Dipolo Positivo	
MG	Sem influência significativa
ES	Sem influência significativa
SP	Término precoce na área SP4
RJ	Sem influência significativa
Dipolo Negativo	
MG	Término tardio na área MG1
ES	Término tardio na área ES1
SP	Término tardio nas áreas SP3 e SP4
RJ	Término precoce na área RJ1

Continua...

Tabela 32 – Cont.

<b>Chuva mensal</b>	
El Niño	
Acima da média: em SP, em novembro, do oeste ao centro-sul; e em março, no sudoeste e região de Santos	
La Niña	
Acima da média: em novembro, no noroeste de MG; em dezembro, do oeste ao centro-sul de SP; e, em janeiro, a noroeste de SP	
Abaixo da média: em setembro, na faixa central do Sudeste do Brasil, que se estende do noroeste de MG ao RJ e regiões centro e sudoeste de SP; em dezembro, no Vale do Mucuri e Médio Jequitinhonha (MG); e, em janeiro, em todo ES e metade nordeste de MG	
Dipolo Positivo	
Acima da média: em dezembro, no Vale do Jequitinhonha; e, em janeiro, no sul de SP	
Abaixo da média: em outubro, nos Vales do Rio Doce e Mucuri (MG); em janeiro, no RJ e Zona da Mata (MG); em fevereiro, na região central de MG; e, em março, todo o Estado de SP, exceto regiões metropolitana, litoral sul e vale do paraíba	
Dipolo Negativo	
Acima da média: em setembro, nas regiões central, litoral sul, Vale do Paraíba e metropolitana de SP; e, em março, da região central de MG ao norte do RJ e sul do ES	
<b>Chuva trimestral</b>	
El Niño	
Acima da média: centro-sul de SP (trimestres set.-nov. e nov.-jan.)	
Abaixo da média: Baixo Jequitinhonha-MG (trimestres out.-dez. e nov.-jan.)	
La Niña	
Acima da média: em SP, nas áreas centro-sul (trimestres out.-dez. e dez.-fev.), nordeste (trimestre dez.-fev.) e centro e oeste (trimestre jan.-mar.)	
Abaixo da média: ES e metade nordeste (trimestre nov.-jan.) e norte de MG (trimestre dez.-fev.)	
Dipolo Positivo	
Abaixo da média: da região central de MG ao estado do RJ (trimestres dez.-fev. e jan.-mar.) e centro-oeste de SP (trimestre jan.-mar.)	
<b>Número de dias chuvosos em diferentes quantidades de precipitação<sup>3]</sup></b>	
El Niño	
Análise mensal - áreas chuvosas: devido ao aumento das classes 2 e 3	
Análise trimestral – áreas chuvosas: devido ao aumento das classes 2 e 3, enquanto na classe 1 o número de dias chuvosos é igual ou menor que em anos neutros	
Análise trimestral – áreas secas: devido, principalmente, à redução da classe 2	
La Niña	
Análise mensal – áreas chuvosas: devido ao aumento das classes 2 e 3, havendo praticamente igualdade na classe 1, em relação aos anos neutros	
Análise mensal – áreas secas: no mês de setembro, nas situações com intervalos de confiança relativamente pequenos, devido à redução da classe 2 e, nos demais meses, devido à redução das classes 2 e 3	
Análise trimestral – áreas chuvosas: devido, principalmente, ao aumento da classe 2, enquanto, o número de dias chuvosos da classe 1 foi praticamente igual em relação a anos neutros.	
Análise trimestral – áreas secas: devido à redução de todas as classes, exceto nas regiões pluviometricamente homogêneas R4 e R5, sendo devido à redução das classes 3 e 4, tendo em vista que o número de dias chuvosos das classes 1 e 2 foi praticamente igual e maior em relação aos anos neutros, respectivamente	
Dipolo Positivo	
Análise mensal – áreas chuvosas: devido ao aumento das classes 2, 3 e 4	
Análise mensal – áreas secas: devido à redução das classes 2 e 3	
<sup>3</sup> Classe 1: 1 mm/h até 4,99 mm/h (chuva fraca).	
Classe 2: 5 mm/h até 24,99 mm/h (chuva moderada).	
Classe 3: 25 mm/h até 49,99 mm/h (chuva forte).	
Classe 4: acima de 50 mm/h (chuva muito forte).	

## REFERÊNCIAS

ABREU, M.L. de; MOURA, A.D. Efeitos das TSMs do Atlântico e Pacífico sobre as anomalias de precipitação no verão de 1995 e 1996, simulados pelo MCGA do CPTEC/COLA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 9., 1996, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão, SP: SBMET, 1996. v. 1, p. 818-820.

ABREU, M.L. de; MOREIRA, A.A.M.; LUCIO, P.S.; TOSCANO, E.M.M. de. Comportamento temporal de séries climáticas. Parte II: correlação entre variáveis oceânicas tropicais e climatológicas de Belo Horizonte (MG). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10., 1998, Brasília. **Anais...** Brasília, DF: SBMET, 1998. CD-Rom.

ACEITUNO, P. On the functioning of the Southern Oscillation in the South American sector. Part I: Surface climate. **Monthly Weather Review**, Boston, v. 116, p. 505-524. 1988.

ALMEIDA, R.M.B. de. **Características climatológicas do regime de chuvas em Minas Gerais**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 64 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ALVES, L.M.; MARENGO, J.A.; CAMARGO JÚNIOR, H.; CASTRO, C. Início da estação chuvosa na região Sudeste do Brasil: Parte 1 – Estudos observacionais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 20, n. 3, SBMet, p. 385-394, 2005.

ALVES, L.M.; MARENGO, J.A.; CASTRO, C.A.C. Início das chuvas na região Sudeste do Brasil: análise climatológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: SBMET, 2002. CD-Rom.

ALVES, J.M.B.; FERREIRA, A.G.; XAVIER, T. de M.B. Diferenças na tendência da temperatura da superfície do mar no Atlântico intertropical em anos de contrastes climatológicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMET, 2000. CD-Rom.

AMBRIZZI, T.; SILVA DIAS, P.L.; GRIMM, A.M. A comparison between barotropic and baroclinic remote responses associated with the SPCZ and SACZ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 8., 1994, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBMET, 1994. v. 2, p. 85-87.

ARAÚJO, S.M.B.; DINIZ, G.B. Relação do evento El Niño e o número de dias de chuva na região de Pelotas, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBMET, 2004. CD-Rom.

ARAÚJO, M.A.A.; SANTOS, A.P.; VIOLA, P.E.; ARAÚJO, C.M.A. Aspectos sinóticos das chuvas intensas sobre a região sudeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 5., 1988, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMET, 1988. v. 2, p. IX.39-IX.43.

BARROS, V.R.; SILVESTRI, G.E. The relation between sea surface temperature at the subtropical South-Central Pacific and precipitation in Southeastern South America. **Journal of Climate**, Boston, v. 15, p. 251-267, 2002.

BRAMBILA, M.C.V.; FERREIRA, N.J.; VELHO, H.F. do C. Padrão de verão: ZCAS-VCAS atuando sobre a região Sudeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13, 2004, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBMET, 2004. CD-Rom.

CAMPOS, E.J.D. **A circulação oceânica e as mudanças globais.** [S.l.]: Indicadores Ambientais, 1997. p. 23-33.

CANE, M.A. Tropical Pacific ENSO modes: ENSO as a mode of coupled system. In: TRENBERTH, K.E. (Ed.). **Climate system modelling.** Cambridge: Cambridge University Press, 1992. p. 583-614.

CARDOSO, A.O.; SILVA DIAS, P.L. A influência da temperatura da superfície do mar no clima de inverno na cidade de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMET, 2000. CD-Rom.

CARDOSO, A.O.; SILVA DIAS, P.L. Identificação de trimestres extremos no regime pluviométrico do Sul e Sudeste do Brasil e relação com anomalias da TSM. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 19, n. 2, SBMet, p. 149-162. 2004.

CASARIN, D.P.; KOUSKY, V.E. Precipitation a anomalies in the southern part of Brazil and variations of the atmospheric circulation. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 1, p. 83-90, 1986.

CAVALCANTI, I.F.A.; KOUSKY, V.E. Drought in Brazil during Summer and Fall 2001 and associated atmospheric circulation features. **Climanálise**, v. 16, n. 11, 2001.

CHAVES, R.R.; AMBRIZZI, T. Influência da temperatura do oceano Atlântico Sul sobre o clima de inverno da América do Sul – Análise preliminar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBMET, 2004. CD-Rom.

COELHO, C.A.S.; AMBRIZZI, T. Estudos climatológicos da influência dos extremos negativos da Oscilação Sul durante Dez-Jan-Fev de 1982/83 e 1986/87 sobre a precipitação da América do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10., 1998, Brasília. **Anais...** Brasília, DF: SBMET, 1998. CD-Rom.

COELHO, C.A.S.; AMBRIZZI, T. Determinação dos padrões de precipitação sobre a América do Sul em associação a TSM da Bacia do Pacífico equatorial durante períodos extremos de ENOS através da utilização de técnicas estatísticas multivariadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMET, 2000. CD-Rom.

COSTA, A.M. da; MENDES JR. O. Anomalia magnética do Atlântico sul e a radiação cósmica sobre a costa do Brasil. **Scientific American**, n. 23, p. 20-29. 2004.

DAVIDSON, N.E.; McBRIDE, J.L.; McAVANEY, B.J. The onset of the Australian monsoon during winter MONEX: synoptic aspects. **Monthly Weather Review**, Boston, v. 111, p. 496-516, 1983.

D'ALMEIDA, C. **Oscilações Intrasazonais de precipitação na estação chuvosa em São Paulo e condições atmosféricas associadas.** São Paulo, SP: USP, 1997. 113 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

DIAZ, A.F.; STUDZINSKI, C.D.; MECHOSO, C.R. Relationship between precipitation anomalies in Uruguay and Southern Brazil and sea surface temperature in the Pacific and Atlantic oceans. **Journal of Climate**, Boston, v. 11, p. 251-271, 1998.

DINIZ, F. de A.; NASCIMENTO, F.A. do; SOUSA SILVA, V. B. de; FIGUEIREDO, A. de A.D. Relação do El Niño 1997/98 com a estiagem no norte e nordeste de Minas Gerais período: outubro/1997 a abril/1998. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10., 1998, Brasília. **Anais...** Brasília, DF: SBMET, 1998. CD-Rom.



ENFIELD, D.B.; MAYER, D.A.. Tropical Atlantic sea surface temperature variability and its relation to El Niño-Southern Oscillation. **Journal Geophysical Research**, v. 102, p. 929-945, 1997.

ENFIELD, D.B.; MESTAS NUÑES, A.M. Multiscale variabilities in global sea surface temperatures and their relationships with tropospheric climate patterns. **Journal of Climate**, Boston, v. 12, p. 2719-2733, 1999.

ESHEL, G. Forecasting the North Atlantic Oscillation using North Pacific Surface Pressure. **Monthly Weather Review**, Boston, v. 131, n. 5, p. 1018-1025, 2003.

FEDOROVA, N.; CARVALHO, M.H. de. Processos sinóticos em anos La Niña e El Niño. Parte II: Zonas Frontais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 15, n. 2, SBMet, p. 57-72, 2000.

FEDOROVA, N.; CARVALHO, M.H. de; SOUZA e SILVA, R. de. Processos sinóticos em anos La Niña e El Niño. Parte III: Zona de Convergência do Atlântico sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMET, 2000. CD-Rom.

FEDOROVA, N.; LEVIT, V.; CARVALHO, M.H.de. Estudo preliminar sobre a relação entre a precipitação e os sistemas sinóticos na cidade de Pelotas em anos de La Niña e de El Niño. Parte II: Associação entre os sistemas e processos sinóticos e as precipitações de diversas intensidades. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: SBMET, 2002. CD-Rom.

FERREIRA, N.J.; SANCHES, M.; SILVA DIAS, M.A.F. Composição da Zona de Convergência do Atlântico Sul em períodos de El Niño e La Niña. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 19, n. 1, p. 89-98, 2004.

FERREIRA, F.F.; ALVES, J.M.B. Uma análise da evolução termodinâmica no Atlântico tropical em anos de contrastes climáticos. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 129-140, 2003.

FIGUEROA, S.; SATYAMURTY, P.; SILVA DIAS, P.L. Simulation of the summer circulation over the South American region with an ETA coordinate model. **Journal of Atmospheric Science**, v. 52, p. 1573-1584, 1995.

GAN, M.A.; RAO, V.B. Surface cyclogenesis over South America. **Monthly Weather Review**, Boston, v. 110, p. 1293-1302, 1991.

GRIMM, A.M. The El Niño impact on the summer monsoon in Brazil: Regional processes versus remote influences. **Journal of Climate**, Boston, v. 16, n. 2, p. 263-280, 2002.

GRIMM, A.M.; TEDESCHI, R.G. Influência de eventos El Niño e La Niña sobre a frequência de eventos extremos de precipitação no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBMET, 2004. CD-Rom.

GRIMM, A.M.; FERRAZ, S.E.T. Sudeste do Brasil: uma região de transição no impacto de eventos extremos da Oscilação Sul. Parte II: La Niña. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10., 1998, Brasília. **Anais...** Brasília, DF: SBMET, 1998. CD-Rom.

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, p. 2836-2880, 1998.

HAMEED, S.; SPERBER, K.R.; MEINSTER, A. Teleconnections of the Southern Oscillation in the Tropical Atlantic sector in the OSU coupled upper ocean-atmosphere GCM. **Journal of Climate**, Boston, v. 6, n. 3, p. 487-498, 1993.

HARSHBURGER, B.; YE, H.; DZIALOSKI, J. Observational evidence of the influence of Pacific SSTs on winter precipitation and spring stream discharge in Idaho. **Journal of Hydrology**, v. 264, p. 157-169, 2002.

HASTENRATH, S. Dipoles, temperature gradients, and tropical climate anomalies. **Bulletin of American Meteorological Society**, Washington, v. 3, n. 5, p. 735-738, 2002.

HASTENRATH, S. Prediction of Northeast Brazil rainfall anomalies. **Journal of Climate**, Boston, v. 3, p. 893-904, 1990.

HASTENRATH, S. Interannual variability and annual cycle: Mechanisms of circulation and climate in the tropical Atlantic. **Monthly Weather Review**, Boston, v. 112, p. 1097-1107, 1984.

HASTENRATH, S.; HELLER, L. Dynamics of climate hazards in Northeast Brazil. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 110, p. 77-92, 1977.

HASTENRATH, S.; WU, M.C.; CHU, P.S. Towards monitoring and prediction of Northeast Brazil droughts. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 110, p. 411-425, 1984.

HASTENRATH, S.; CASTRO, L.C.; ACEITUNO, P. The Southern Oscillation in the tropical Atlantic sector. **Contrib. Atmos. Physical**, v. 60, p. 447-463, 1987.

HASTENRATH, S.; GREISCHAR, A. Circulation mechanisms related to Northeast Brazil rainfall anomalies. **Journal Geophysical Research Atmos.**, v. 98, p. 5093-5102, 1993.

HERDIES, D.L.; SILVA, A.; SILVA DIAS, M.A.F.; FERREIRA, R.N. Moisture budget of the bimodal pattern of the Summer circulation over South America. **Journal Geophysical Research**, v. 107, 2002.

KANE, R.P. Interrelationship and ENSO relationship of Fortaleza rainfall in difference seasons. **Revista Brasileira de Geofísica**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 199-214, 2001.

KEATING, B.A.; GODWIN, D.C.; WATIKI, J.M. Optimising nitrogen inputs in response to climatic risk. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CLIMATIC RISK IN CROP PRODUCTION, 1991, Brisbane. **Proceedings...** Brisbane, 1991. p. 329-358.

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

KOUSKY, V. E. Pentad Outgoing Longwave Radiation Climatology for the South American Sector. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 3, p. 217-231, 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, p. 1131-1143, 1994.

LANGENBERG, H. Oscillating opinion. **Nature**, v. 408, p. 924-925, 2000.

LATIF, M.; KLEEMAN, R.; ECKERT, C. Greenhouse warming, decadal variability, or El Niño? An attempt to understand the anomalous 1990s. **Journal of Climate**, Boston, v. 10, p. 2221-2239, 1997.

LAU, N.G. Interactions between global SST anomalies and the midlatitude atmospheric circulation. **Bulletin of the American Meteorological Society**, Washington, v. 78, p. 21-34, 1997.

LENTERS, J. D.; COOK, K. H. Simulation and diagnosis of the regional summertime precipitation climatology of South America. **Journal of Climate**, Boston, v. 8, p. 2988-3005, 1995.

MACHADO, M.A. de M.; SEDIYAMA, G.C.; COSTA, J.M.N. da; COSTA, M.H. Duração da estação chuvosa em função das datas de início do período chuvoso para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 2, p. 73-79, 1996.

MANSON, S.J.; GODDARD, L. Probabilistic precipitation anomalies associated with ENSO. **Bulletin of the American Meteorological Society**. Washington, v. 82, n. 4, p. 619-638, 2001.

MATCHEL, H.; KAPALA, A.; FLOHN, H. Behaviour of the Centres of Action Above the Atlantic since 1881. Part I: Characteristics of Seasonal and Interannual Variability. **Int. Journal of Climatology**, v. 18, p. 1-22, 1998.

MARIN, F.R.; SENTELHAS, P.C.; VILLA NOVA, N.A. Análise da influência dos fenômenos El Niño e La Niña no clima de Piracicaba-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBA, 1999. CD-Rom.

MECHOSO, C.R.; LYONS S.W.; SPAHR, J.A.. The impact of sea surface temperature anomalies on the rainfall over Northeast Brazil. **Journal of Climate**, Boston, v. 3, p. 812-826, 1990.

MEHTA, V.M. Variability of the Tropical Ocean Surface temperature at Decadal-Multidecadal timescale. Part I: The Atlantic Ocean. **Journal of Climate**, Boston, v. 11, n. 9, p. 2351-2375, 1998.

MITCHELL, T.P.; WALLACE, J.M. ENSO seasonality: 1950-78 versus 1979-92. **Journal of Climate**, Boston, v. 9, n. 12, p. 3149-3160, 1996.

MINUZZI, R.B. **Influência dos fenômenos El Niño e La Niña nos veranicos do estado de Minas Gerais**. Viçosa, MG: UFV, 2003, 96 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MOURA, G.B. de A.; ARAGÃO, J.O.R. de; MELO, J.S.P. de. Relação entre precipitação da estação chuvosa no litoral leste do Nordeste do Brasil e a temperatura da superfície do mar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBMET, 2004. CD-Rom.

MOURA, A.D.; SHUKLA, J. On the dynamics of droughts in northeast Brazil: Observations, theory and numerical experiments with a general circulation model. **Journal of Atmospheric Science**, v. 38, n. 7, p. 2653-2675, 1981.

MURAKAMI, T.; SUMI, A. Southern Hemisphere summer monsoon circulation during the 1978/79 WMONEX. Part II: onset, active and break monsoon. **Journal of Meteorological Society of Japan**, v. 60, p. 649-671, 1982.

NCEP. **Tropical Intraseasonal Activity (Madden-Julian Oscillation – MJO)**. Home page do NCEP, 2003. 9 p.

NOBRE, P. **On the genesis of anomalous SST and rainfall patterns over the Tropical Atlantic Basin**. Maryland: University of Maryland, 1993. 151 f. Tese (Ph.D.).

NOBRE, P.; SHUKLA, J. Variations of sea surface temperature, wind stress and rainfall over the Tropical Atlantic and South American. **Journal of Climate**, Boston, v. 10, n. 4, p. 2464-2479, 1996.

OLIVEIRA, G.S. de **El Niño e você: o fenômeno climático**. São José dos Campos, SP: TRANSTEC, 1999. 116 p.

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

PAIVA, C.M. **Determinação das datas de início e fim da estação chuvosa e da ocorrência de veranicos na Bacia do Rio Doce**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 65 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PAULIQUEVES JÚNIOR, T.M. **Variabilidade do clima em São Paulo**. São Paulo: IAG-USP, Relatório de Iniciação Científica, 1996.

PEZZI, L.P.; CAVCALCANTI, I.F.A. The relative importance of ENSO and tropical Atlantic SST anomalies for seasonal precipitation over South America: a numerical study. **Climate Dynamics**, v. 17, p. 205-212, 2001.

PHILANDER, S.G.H.; PACANOWSKI, R.C. A model of the seasonal cycle in the tropical Atlantic Ocean. **Journal Geophysical Research**, v. 91, n. 14, p. 192-14; 206, 1986.

PINTO, E.J. de A.; NAGHETTINI, M.; ABREU, M.L. Relação entre a Oscilação Sul e as precipitações da Bacia do Alto São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBMET, 2004. CD-Rom.

RASMUSSEN, E.M.; CARPENTER, T.H. Variations in tropical sea surface temperature and surface wind fields associated with the El Niño-Southern Oscillation. **Monthly Weather Review**, Boston, v. 110, p. 354-384, 1982.

ROBERTSON, A.W.; MECHOSO, C.R. Interannual and decadal cycles in River Flows of Southeastern South America. **Journal of Climate**, Boston, v. 11, n. 10, p. 2570-2581, 1998.

ROCHA, S.C.; TÓTA, J.; CALBETE, N.O. de; SILVA, A.S.P. Padrões de circulação de grande escala sobre a região Sudeste: Vórtices Ciclônicos de Ar Superior durante o verão 2000/01 e 2001/02. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, PR: SBMET, 2002. CD-Rom.

RODRIGUES DA SILVA, V. de P.; SARAIVA, F.A.M.; MELO, E.C. de S.; ARAÚJO, J.A.P. de; CORREA, A.M. Influência do fenômeno El Niño e dipolo do Atlântico no regime de chuva do estado da Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBA, 1999. CD-Rom.

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, p. 1606-1626, 1987.

SANCHES, M.B. **Análise sinótica da ZCAS utilizando-se a técnica de composição**. São José dos Campos, SP: INPE, 2002. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

SANSIGOLO, C.A.; PEREIRA, C.S.; SILVA, I.R.da. Relações entre as precipitações regionais no Sul do Brasil e as temperaturas da superfície dos oceanos Atlântico e Pacífico. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 19, n. 1, p. 5-11. 2004.

SANSIGOLO, A. S. Variabilidade Interanual da estação chuvosa em São Paulo. **Climanálise**, v. 4, n. 9, p. 40-43, 1989.

SERVAIN, J.M. Simple climatic indices for the Tropical Atlantic Ocean and some applications. **Journal Geophysical Research**, v. 96, n. 15, p. 137-15; 146, 1991.

SILVA, J.de F.da. **El Niño, o fenômeno climático do século**. Brasília, DF: Thesaurus Editora, 2000. 139 p.

SILVA, A.B.P. da; SILVEIRA, V.P.; MOLION, L.C.B. Efeitos de vórtices ciclônicos sobre a precipitação no Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12., 2001, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBA, 2001. p. 62-63.

SILVA DIAS, P. L. A. **Zona de convergência do Atlântico sul**. Curso de interpretação de imagens e análise meteorológica. São José dos Campos, SP: UNIVAP, 1995.

SOUZA, E.B. de; ALVES, J.M.B.; XAVIER, T. de M.B.S. Distribuição mensal e sazonal da precipitação no semi-árido nordestino durante os anos de predominância de aquecimento ou de resfriamento observados em toda a bacia do Atlântico tropical. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 14, n. 1, p. 1-9, 1999.

SOUZA, E.B. de; ALVES, J.M.B.; REPELLI, C.A. Uma revisão sobre a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico na variabilidade pluviométrica do semi-árido nordestino. **Monitoramento Climático**, v. 11, n. 122, p. 7-17, 1997.

SOUZA, E.B. de; ALVES, J.M.B.; XAVIER, T. de M.B.S. A estação chuvosa no semi-árido nordestino durante os anos de predominância de aquecimento ou de resfriamento observados em toda bacia do Atlântico tropical. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10., 1998, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: SBMET, 1998. CD-Rom.

SOUZA, E.B. de; NOBRE, P. Uma revisão sobre o Padrão de Dipolo no Atlântico Tropical. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 13, n. 1, p. 31-44, 1998.

STEWART, J. I. Effective rainfall analysis to guide farm and predict yields. In: ANNUAL GENERAL MEETING OF THE SOIL SCIENCE SOCIETY OF EAST AFRICA, 1980, Arusha. **Proceedings...** Arusha, 1990. p. 247.

STUDZINSKI, C. **Um estudo da precipitação na região Sul do Brasil e a sua relação com os oceanos Pacífico e Atlântico Tropical Sul**. São José dos Campos, SP: INPE, 1995. 99 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

SUGAHARA, S. **Flutuações interanuais, sazonais e intrasazonais da precipitação no Estado de São Paulo**. São Paulo, SP: USP, 1991. 145 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Paulo, São Paulo.

TEIXEIRA, R.F.B. A oscilação do Atlântico norte e a qualidade da quadra chuvosa do Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, PR: SBMET, 2002. CD-Rom.

TRENBERTH, K.E. The definition of El Niño. **Bulletin of the American Meteorological Society**, Washington, v. 78, n. 12, p. 2771-2777, 1997.

TRENBERTH, K.E.; HOAR, T.J. El Niño and climate change. **Geophysical Research Letters**, v. 24, p. 3057-3060, 1997.

TOURRE, Y.M.; RAJAGOPALAN, B.; KUSHNIR, Y. Dominant patterns of climate variability in the Atlantic ocean regions during the last 136 years. **Journal of Climate**, Boston, v. 12, n. 8, p. 2285-2299, 1999.

VEIGA, J.A.P.; ORSINI, J.A.M.; RAO, V.B. A influência das anomalias de TSM dos oceanos Atlântico e Pacífico sobre as chuvas de monção da América do Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 17, n. 2, p. 181-194, 2002.

VENEGAS, S.A.; MYSAK, L.A.; STRAUB, D.N. Atmosphere-Ocean coupled variability in the South Atlantic. **Journal of Climate**, Boston, v. 10, n. 11, p. 2904-2920, 1997.

VIANELLO, R.L.; MAIA, L.F.P.G. Estudo preliminar da climatologia dinâmica do estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 138, p. 6-8, 1986.

VIRMANNI, S. M. **The agricultural climate of the Hyderabad region in relation to crop planning**. Hyderabad, India: ICRISAT, 1975. (Internal Report, Farming Systems Program).

XAVIER, T. de M.B.S. **Tempo de chuva** – Estudos climáticos e de previsão para o Ceará e Nordeste setentrional. Fortaleza, CE: ABC Editora, 2001. 478 p.

XAVIER, T.de M.B.S.; XAVIER, A.F.S. A ODP (Oscilação Decadal do Pacífico) e eventos no Atlântico intertropical e no Nordeste setentrional do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBMET, 2004. CD-Rom.

XAVIER, A.F.S.; XAVIER, T. de M.B.S. Cálculo de anomalias na pesquisa climática: usos e abusos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10., 1998, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: SBMET, 1998. CD-Rom.

ZEBIAK, S.E. Air-sea interaction in the equatorial Atlantic region. **Journal of Climate**, Boston, v. 6, n. 8, p. 1567-1586, 1993.

WRIGHT, A.D.F. **Blocking action in the Australian region**. [S.l.]: Bureau of Meteorology, 1974. 29 p. (Tech. Report, 10).



## APÊNDICES

## APÊNDICE A

Tabela 1A – Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área MG1 e a TSM de quatro regiões do Pacífico equatorial e o IOS

		lag 0	lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
Setembro	Niño 1+2	0,05	-0,03	0,02	0,04	0,01	0,08	0,13	0,09	-0,04	
	Niño 3	0,08	0,13	0,09	0,11	0,05	0,06	0,01	0,07	0,03	
	Niño 4	0,24	0,22	0,17	0,06	0,12	0,18	0,08	0,11	0,11	
	Niño 3.4	0,15	0,23	0,19	0,14	0,09	0,09	0,04	0,08	0,06	
	IOS	-0,19	-0,11	-0,13	-0,19	<b>-0,30</b>	-0,02	-0,02	0,06	-0,04	
Outubro	Niño 1+2	-0,14	-0,20	-0,11	-0,05	-0,05	-0,03	0,06	-0,03	-0,13	0,04
	Niño 3	-0,19	-0,15	-0,18	-0,20	-0,18	-0,15	-0,10	0,01	0,03	0,12
	Niño 4	<b>-0,32</b>	<b>-0,30</b>	<b>-0,32</b>	-0,23	-0,19	-0,06	-0,08	0,08	0,13	0,06
	Niño 3.4	-0,24	-0,20	-0,26	-0,26	-0,20	-0,11	-0,10	0,08	0,10	0,12
	IOS	0,24	<b>0,39</b>	<b>0,33</b>	0,23	<b>0,33</b>	<b>0,29</b>	0,06	0,16	-0,11	-0,28
Novembro	Niño 1+2	<b>-0,35</b>	-0,26	-0,22	-0,20	-0,17	-0,18	-0,11	0,05	0,07	-0,01
	Niño 3	<b>-0,33</b>	<b>-0,31</b>	-0,28	-0,26	-0,22	<b>-0,29</b>	-0,16	-0,12	0,02	-0,02
	Niño 4	-0,26	-0,28	<b>-0,31</b>	<b>-0,29</b>	<b>-0,30</b>	<b>-0,31</b>	-0,27	-0,22	-0,18	-0,16
	Niño 3.4	<b>-0,29</b>	<b>-0,30</b>	<b>-0,31</b>	-0,28	-0,27	<b>-0,32</b>	-0,16	-0,18	-0,02	-0,05
	IOS	<b>0,35</b>	<b>0,45</b>	<b>0,33</b>	<b>0,35</b>	0,23	<b>0,34</b>	0,22	0,15	0,10	0,04
Dezembro	Niño 1+2	-0,23	-0,20	-0,19	-0,08	-0,06	-0,07	0,01	0,04	0,13	0,13
	Niño 3	-0,17	-0,18	-0,16	-0,11	-0,10	-0,08	-0,01	0,10	0,12	0,05
	Niño 4	-0,06	-0,06	-0,05	-0,03	-0,03	-0,09	-0,05	0,00	0,06	-0,01
	Niño 3.4	-0,14	-0,14	-0,15	-0,11	-0,11	-0,09	-0,04	0,06	0,05	0,01
	IOS	-0,09	0,07	0,20	0,10	0,14	0,08	0,07	0,05	0,03	0,06
Janeiro	Niño 1+2	0,13	0,26	0,25	0,13	0,14	0,05	0,01	-0,04	-0,06	-0,13
	Niño 3	0,25	0,27	0,23	0,19	0,17	0,10	0,10	0,10	0,09	-0,02
	Niño 4	0,20	0,19	0,23	0,28	0,27	0,16	0,14	0,05	0,10	0,05
	Niño 3.4	0,27	0,26	0,22	0,25	0,22	0,14	0,15	0,13	0,11	0,02
	IOS	<b>-0,35</b>	-0,18	-0,20	<b>-0,40</b>	-0,26	-0,18	-0,03	-0,22	0,03	0,11
Fevereiro	Niño 1+2	0,06	0,01	0,05	0,06	-0,04	-0,08	-0,07	-0,02	-0,06	-0,08
	Niño 3	0,08	0,11	0,11	0,09	0,07	-0,03	-0,03	0,02	0,03	-0,04
	Niño 4	0,25	0,21	0,18	0,14	0,13	0,07	0,05	0,01	0,00	0,07
	Niño 3.4	0,18	0,20	0,17	0,13	0,12	0,02	0,01	0,01	0,00	-0,03
	IOS	-0,15	-0,24	<b>-0,32</b>	-0,25	-0,14	-0,13	-0,10	0,02	0,06	0,10
Março	Niño 1+2	0,20	0,07	0,05	0,08	0,12	0,08	0,03	0,01	0,01	-0,03
	Niño 3	0,11	0,02	0,03	0,10	0,06	0,08	-0,02	-0,03	-0,01	0,03
	Niño 4	0,00	-0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	-0,02	0,01	0,01	0,17
	Niño 3.4	0,05	0,04	0,03	0,07	0,02	0,05	-0,05	-0,03	-0,02	0,08
	IOS	-0,07	-0,13	-0,06	0,03	-0,03	0,03	-0,13	-0,09	-0,12	-0,04

Tabela 2A – Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área MG1 e a TSM do Atlântico Tropical Norte (ATN) e Atlântico Tropical Sul (ATS)

	lag 0	lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
Setembro-ATN	0,12	0,07	0,03	0,14	-0,05	-0,08	-0,11	-0,07	-0,17	
Setembro-ATS	-0,02	0,00	-0,04	-0,01	-0,08	-0,02	0,00	0,15	0,07	
Outubro-ATN	-0,14	-0,19	-0,16	0,01	-0,05	0,01	0,06	0,16	0,07	0,00
Outubro-ATS	-0,14	-0,16	-0,12	-0,04	-0,03	-0,02	-0,04	-0,04	-0,01	-0,05
Novembro-ATN	0,01	0,00	-0,08	-0,11	-0,17	-0,12	-0,10	-0,11	0,01	0,05
Novembro-ATS	0,01	0,00	-0,16	-0,05	-0,04	-0,04	0,04	-0,06	-0,06	-0,03
Dezembro-ATN	0,07	0,08	0,10	0,16	0,17	0,17	0,13	0,18	0,17	0,14
Dezembro-ATS	-0,21	-0,17	-0,13	-0,08	-0,08	-0,17	-0,13	-0,09	-0,11	-0,05
Janeiro-ATN	-0,11	<b>-0,28</b>	-0,27	-0,20	-0,19	-0,23	-0,24	-0,12	-0,04	-0,06
Janeiro-ATS	0,06	0,16	0,08	0,15	0,08	0,10	0,01	0,02	-0,02	-0,02
Fevereiro-ATN	0,06	-0,13	-0,12	-0,19	-0,16	-0,22	-0,15	-0,22	-0,23	-0,16
Fevereiro-ATS	-0,20	-0,17	-0,18	<b>-0,34</b>	<b>-0,29</b>	-0,25	-0,08	-0,13	-0,08	-0,02
Março-ATN	0,05	-0,11	-0,21	-0,10	-0,12	-0,08	0,02	-0,01	-0,09	0,05
Março-ATS	-0,02	-0,03	0,02	0,00	0,03	0,08	0,08	0,00	0,03	-0,04

Tabela 3A – Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área MG2 e a TSM de quatro regiões do Pacífico equatorial e o IOS

		lag 0	lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
Setembro	Niño 1+2	0,19	0,12	0,18	0,22	0,22	<b>0,29</b>	0,17	0,15	0,07	
	Niño 3	0,16	0,14	0,11	0,14	0,20	0,21	0,21	0,12	0,06	
	Niño 4	0,17	0,13	0,18	0,09	0,12	0,16	0,09	0,09	0,05	
	Niño 3.4	0,16	0,12	0,13	0,10	0,18	0,17	0,20	0,12	0,07	
	IOS	-0,05	-0,07	-0,19	-0,21	-0,10	0,03	-0,03	-0,01	-0,18	
	Outubro	Niño 1+2	0,08	-0,01	0,08	0,14	0,16	0,18	0,15	0,03	0,11
Niño 3		-0,03	-0,02	0,01	0,03	0,07	0,06	0,13	0,23	0,24	<b>0,36</b>
Niño 4		-0,10	-0,09	-0,08	0,05	0,09	0,16	0,18	0,28	0,25	0,22
Niño 3.4		-0,06	-0,05	-0,03	-0,01	0,08	0,08	0,16	<b>0,32</b>	<b>0,31</b>	<b>0,34</b>
IOS		0,01	0,16	0,16	-0,16	0,04	-0,03	-0,17	-0,20	-0,26	-0,39
Novembro		Niño 1+2	0,02	0,10	0,04	0,15	0,13	0,16	0,14	0,08	0,12
	Niño 3	0,07	0,10	0,11	0,08	0,07	0,04	0,02	-0,11	-0,02	-0,17
	Niño 4	-0,02	0,02	-0,06	-0,13	-0,08	-0,18	-0,04	-0,11	-0,16	-0,19
	Niño 3.4	0,06	0,08	0,05	0,01	-0,01	-0,07	-0,07	-0,16	-0,08	-0,18
	IOS	0,11	-0,02	0,01	-0,02	-0,19	0,01	-0,06	0,06	0,08	0,09
	Dezembro	Niño 1+2	-0,07	-0,04	-0,10	-0,04	-0,01	-0,02	-0,07	-0,08	-0,09
Niño 3		-0,10	-0,13	-0,09	-0,08	-0,01	0,04	0,00	-0,15	-0,23	-0,21
Niño 4		-0,04	-0,10	-0,18	-0,10	-0,17	-0,15	-0,16	-0,21	-0,17	-0,19
Niño 3.4		-0,07	-0,12	-0,10	-0,07	-0,03	-0,01	-0,02	-0,19	-0,27	-0,23
IOS		-0,06	0,02	<b>0,28</b>	0,21	0,14	0,16	0,21	0,15	0,15	0,17
Janeiro		Niño 1+2	0,19	0,21	0,15	0,08	0,04	-0,01	-0,04	-0,05	-0,09
	Niño 3	0,20	0,24	0,20	0,19	0,13	0,08	0,08	0,10	0,06	-0,04
	Niño 4	0,20	0,27	0,23	<b>0,32</b>	0,21	0,17	0,15	0,11	0,06	-0,04
	Niño 3.4	0,21	0,27	0,21	0,26	0,19	0,15	0,15	0,16	0,08	-0,04
	IOS	-0,23	-0,10	<b>-0,30</b>	<b>-0,43</b>	<b>-0,30</b>	-0,13	-0,16	<b>-0,28</b>	0,00	0,17
	Fevereiro	Niño 1+2	<b>0,29</b>	0,16	0,11	0,13	0,06	-0,01	-0,04	-0,07	-0,11
Niño 3		0,21	0,11	0,12	0,09	0,12	0,10	0,10	0,11	-0,01	0,00
Niño 4		0,09	0,08	0,09	0,09	0,05	0,06	0,07	0,13	0,09	0,00
Niño 3.4		0,17	0,13	0,14	0,11	0,14	0,14	0,16	0,20	0,06	0,02
IOS		-0,20	-0,17	-0,20	-0,20	-0,17	-0,15	-0,09	-0,13	<b>-0,29</b>	-0,16
Março		Niño 1+2	-0,06	0,00	-0,05	-0,01	-0,03	-0,02	-0,09	-0,07	-0,04
	Niño 3	-0,11	-0,06	-0,10	-0,03	-0,05	-0,02	-0,11	-0,11	-0,10	-0,15
	Niño 4	-0,14	-0,20	-0,11	-0,09	-0,07	-0,06	-0,10	-0,07	-0,04	0,12
	Niño 3.4	-0,19	-0,13	-0,13	-0,08	-0,09	-0,04	-0,14	-0,11	-0,11	-0,12
	IOS	0,11	0,04	0,21	0,09	0,11	-0,06	-0,08	0,06	-0,07	0,07

Tabela 4A – Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área MG2 e a TSM do Atlântico Tropical Norte (ATN) e Atlântico Tropical Sul (ATS)

	lag 0	lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
Setembro-ATN	0,15	0,11	0,06	0,15	0,06	0,03	0,04	0,04	-0,04	
Setembro-ATS	0,04	-0,03	-0,05	-0,02	-0,05	-0,06	-0,02	0,19	0,03	
Outubro-ATN	-0,07	-0,08	-0,06	0,15	0,17	0,15	<b>0,28</b>	<b>0,29</b>	0,10	-0,07
Outubro-ATS	-0,07	-0,16	-0,25	-0,07	-0,09	-0,10	-0,07	-0,01	0,11	0,19
Novembro-ATN	0,13	0,16	0,00	-0,04	-0,10	-0,09	-0,07	-0,05	-0,11	-0,08
Novembro-ATS	0,13	0,16	-0,10	-0,07	-0,09	-0,07	-0,07	-0,02	0,01	0,08
Dezembro-ATN	0,21	0,28	0,06	-0,05	0,03	0,05	-0,09	-0,09	-0,08	-0,02
Dezembro-ATS	-0,16	-0,05	-0,06	-0,03	-0,05	-0,01	0,07	0,15	-0,09	-0,01
Janeiro-ATN	-0,18	-0,22	-0,32	-0,19	-0,09	-0,14	-0,12	-0,01	0,05	0,04
Janeiro-ATS	0,03	0,16	0,04	0,09	0,05	-0,02	-0,02	-0,03	-0,08	0,03
Fevereiro-ATN	-0,02	-0,04	0,12	0,06	0,05	-0,03	0,05	0,07	-0,02	-0,05
Fevereiro-ATS	0,01	-0,02	-0,12	-0,12	-0,10	-0,16	-0,05	0,02	0,03	0,05
Março-ATN	-0,14	-0,20	-0,17	0,03	-0,01	0,12	0,18	0,17	0,14	0,11
Março-ATS	-0,02	0,00	0,03	0,04	0,07	0,08	0,06	0,00	0,13	0,02

Tabela 5A – Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área MG3 e a TSM de quatro regiões do Pacífico equatorial e o IOS

		lag 0	lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
Setembro	Niño 1+2	<b>0,31</b>	<b>0,36</b>	<b>0,44</b>	<b>0,50</b>	<b>0,47</b>	<b>0,48</b>	<b>0,46</b>	<b>0,41</b>	<b>0,31</b>	
	Niño 3	0,23	0,28	<b>0,29</b>	<b>0,37</b>	<b>0,45</b>	<b>0,42</b>	<b>0,48</b>	<b>0,36</b>	<b>0,31</b>	
	Niño 4	0,15	0,17	0,19	0,18	0,23	0,28	0,24	0,21	0,16	
	Niño 3.4	0,16	0,15	0,18	0,23	<b>0,39</b>	<b>0,36</b>	<b>0,43</b>	<b>0,33</b>	<b>0,29</b>	
	IOS	-0,01	-0,11	-0,19	-0,15	0,01	-0,22	<b>-0,32</b>	<b>-0,30</b>	<b>-0,42</b>	
Outubro	Niño 1+2	0,04	-0,07	-0,10	-0,02	-0,01	0,09	0,08	-0,01	0,14	0,25
	Niño 3	-0,04	-0,06	-0,13	-0,10	-0,06	0,00	0,07	0,22	0,27	<b>0,41</b>
	Niño 4	-0,09	-0,10	-0,07	0,03	0,17	0,27	0,26	<b>0,41</b>	<b>0,41</b>	<b>0,41</b>
	Niño 3.4	-0,11	-0,10	-0,14	-0,12	0,00	0,08	0,17	<b>0,36</b>	<b>0,37</b>	<b>0,43</b>
	IOS	-0,02	0,14	0,11	-0,06	0,11	0,06	<b>-0,29</b>	-0,03	<b>-0,30</b>	<b>-0,31</b>
Novembro	Niño 1+2	-0,09	-0,05	-0,11	-0,01	-0,02	0,02	0,07	0,06	0,04	-0,05
	Niño 3	-0,02	-0,04	-0,02	-0,04	-0,05	-0,05	-0,06	-0,07	-0,01	-0,11
	Niño 4	-0,10	-0,06	-0,08	-0,16	-0,06	-0,15	0,03	0,00	0,03	0,02
	Niño 3.4	-0,02	-0,05	-0,04	-0,08	-0,05	-0,06	-0,09	-0,07	0,00	-0,05
	IOS	0,02	-0,02	0,13	0,12	-0,01	0,06	-0,08	0,04	0,05	-0,01
Dezembro	Niño 1+2	0,09	0,06	0,01	0,03	0,01	-0,02	-0,07	-0,19	-0,20	-0,20
	Niño 3	0,03	0,01	0,04	0,07	0,02	0,05	0,02	-0,12	-0,20	-0,19
	Niño 4	0,11	0,07	0,00	0,02	-0,02	-0,08	0,04	-0,12	-0,16	-0,18
	Niño 3.4	0,04	0,02	0,03	0,05	0,02	-0,01	0,02	-0,13	-0,24	-0,26
	IOS	-0,20	-0,12	0,22	0,02	0,02	0,04	0,20	0,07	0,06	0,09
Janeiro	Niño 1+2	0,10	0,21	0,15	0,12	0,06	-0,01	-0,03	-0,02	-0,02	-0,07
	Niño 3	0,20	0,22	0,23	0,20	0,18	0,11	0,16	0,12	0,13	0,05
	Niño 4	0,23	<b>0,33</b>	<b>0,31</b>	<b>0,40</b>	<b>0,30</b>	<b>0,33</b>	<b>0,34</b>	<b>0,30</b>	0,26	0,24
	Niño 3.4	0,23	0,27	0,25	0,26	0,23	0,21	0,24	0,21	0,21	0,15
	IOS	<b>-0,30</b>	-0,18	-0,25	<b>-0,37</b>	-0,28	-0,13	-0,14	-0,22	-0,14	-0,06
Fevereiro	Niño 1+2	0,21	0,17	0,09	0,13	0,06	-0,02	-0,10	-0,12	-0,19	-0,20
	Niño 3	0,14	0,08	0,08	0,08	0,07	0,06	0,06	0,04	-0,14	-0,14
	Niño 4	0,08	0,09	0,02	0,03	0,01	0,02	0,03	0,08	0,00	-0,16
	Niño 3.4	0,10	0,08	0,06	0,07	0,08	0,10	0,15	0,17	-0,03	-0,12
	IOS	-0,15	-0,06	-0,17	-0,15	-0,18	-0,05	-0,05	-0,08	-0,28	-0,08
Março	Niño 1+2	0,16	0,16	0,06	0,07	-0,01	-0,04	-0,11	-0,11	-0,10	-0,14
	Niño 3	0,07	0,09	-0,01	-0,02	-0,06	-0,01	-0,07	-0,18	-0,16	-0,19
	Niño 4	0,00	-0,11	-0,03	-0,03	-0,06	-0,02	-0,10	-0,13	-0,11	0,04
	Niño 3.4	-0,02	-0,01	-0,05	-0,06	-0,09	-0,02	-0,11	-0,18	-0,17	-0,16
	IOS	-0,10	-0,07	0,08	0,02	0,06	0,01	-0,05	0,02	0,00	0,10

Tabela 6A – Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área MG3 e a TSM do Atlântico Tropical Norte (ATN) e Atlântico Tropical Sul (ATS)

	lag 0	lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
Setembro-ATN	0,16	0,13	0,09	0,27	0,18	0,17	0,12	-0,01	-0,15	
Setembro-ATS	0,05	-0,07	-0,11	-0,12	-0,15	-0,11	-0,07	0,16	0,01	
Outubro-ATN	0,07	0,10	0,10	0,24	0,24	<b>0,29</b>	<b>0,37</b>	<b>0,41</b>	<b>0,35</b>	0,20
Outubro-ATS	0,07	-0,19	-0,25	-0,01	-0,03	0,00	0,06	0,10	0,18	<b>0,32</b>
Novembro-ATN	0,00	0,04	0,00	-0,05	-0,02	0,00	-0,01	0,09	-0,01	0,16
Novembro-ATS	0,00	0,04	-0,25	-0,20	-0,11	-0,10	-0,17	-0,11	-0,04	0,05
Dezembro-ATN	-0,04	0,02	-0,07	0,00	0,02	-0,05	-0,04	-0,04	-0,12	-0,04
Dezembro-ATS	-0,07	0,05	0,11	0,20	0,16	0,19	0,22	0,23	0,10	0,09
Janeiro-ATN	-0,12	-0,13	-0,24	0,00	0,05	-0,04	-0,03	0,08	0,13	0,08
Janeiro-ATS	0,10	0,22	0,06	0,14	0,15	0,13	0,21	0,21	0,18	<b>0,33</b>
Fevereiro-ATN	0,00	-0,05	0,00	0,00	0,04	-0,13	0,01	-0,06	-0,14	-0,15
Fevereiro-ATS	0,14	0,13	-0,01	0,02	0,00	-0,05	0,15	0,13	0,10	0,08
Março-ATN	-0,21	<b>-0,30</b>	-0,27	-0,12	-0,11	0,01	0,09	0,07	0,05	0,05
Março-ATS	-0,03	0,03	-0,08	-0,08	-0,06	0,03	0,00	-0,13	0,02	-0,06

Tabela 7A – Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área ES1 e a TSM de quatro regiões do Pacífico equatorial e o IOS

		lag 0	lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
Setembro	Niño 1+2	0,08	0,11	0,12	0,10	0,07	0,13	0,10	0,06	-0,07	
	Niño 3	0,06	0,12	0,13	0,09	0,08	0,01	0,03	-0,09	-0,02	
	Niño 4	0,00	0,04	0,02	0,00	0,05	0,05	-0,02	0,03	0,00	
	Niño 3.4	0,02	0,07	0,08	0,04	0,06	-0,02	0,01	-0,05	0,00	
	IOS	0,03	0,02	-0,12	-0,07	-0,01	0,06	0,06	-0,03	-0,17	
Outubro	Niño 1+2	-0,13	-0,17	-0,10	0,04	0,05	0,08	0,15	0,08	0,06	0,27
	Niño 3	<b>-0,29</b>	-0,24	-0,23	-0,23	-0,23	-0,10	-0,01	0,19	0,20	<b>0,33</b>
	Niño 4	<b>-0,39</b>	<b>-0,39</b>	<b>-0,35</b>	<b>-0,29</b>	-0,23	-0,08	-0,03	0,12	0,20	0,15
	Niño 3.4	<b>-0,36</b>	<b>-0,33</b>	<b>-0,35</b>	<b>-0,36</b>	<b>-0,31</b>	-0,08	-0,02	0,22	0,26	<b>0,29</b>
	IOS	<b>0,34</b>	<b>0,47</b>	<b>0,43</b>	0,16	0,26	<b>0,33</b>	-0,01	0,03	-0,27	<b>-0,42</b>
Novembro	Niño 1+2	-0,19	-0,07	-0,14	-0,11	-0,07	-0,02	0,04	0,14	0,12	-0,04
	Niño 3	-0,21	-0,15	-0,13	-0,12	-0,09	-0,12	-0,01	0,02	0,02	-0,07
	Niño 4	-0,16	-0,13	-0,13	-0,18	-0,16	-0,21	-0,12	-0,13	-0,12	-0,12
	Niño 3.4	-0,20	-0,14	-0,11	-0,12	-0,10	-0,17	-0,05	-0,07	-0,05	-0,07
	IOS	0,22	0,26	0,23	0,20	0,07	0,14	0,03	0,14	0,11	0,08
Dezembro	Niño 1+2	0,06	0,17	0,14	0,23	0,21	0,24	0,23	0,11	0,10	0,04
	Niño 3	0,05	0,08	0,12	0,13	0,13	0,17	0,19	0,12	0,04	0,04
	Niño 4	-0,01	0,07	0,04	0,04	0,05	0,01	0,05	0,08	0,08	-0,03
	Niño 3.4	0,03	0,05	0,09	0,09	0,09	0,08	0,12	0,09	0,01	-0,01
	IOS	-0,20	-0,10	0,03	-0,16	-0,19	-0,14	-0,12	-0,19	-0,08	0,06
Janeiro	Niño 1+2	0,11	0,24	0,25	0,16	0,12	0,06	0,05	0,07	0,05	0,01
	Niño 3	0,12	0,18	0,18	0,15	0,16	0,08	0,07	0,11	0,19	0,13
	Niño 4	0,12	0,17	0,20	0,24	0,30	0,17	0,20	0,22	0,17	0,12
	Niño 3.4	0,10	0,14	0,14	0,16	0,22	0,11	0,13	0,18	0,22	0,14
	IOS	-0,17	-0,06	-0,12	<b>-0,45</b>	-0,15	-0,15	-0,14	-0,24	-0,01	-0,06
Fevereiro	Niño 1+2	-0,06	-0,13	-0,14	-0,14	-0,19	-0,19	-0,20	-0,19	-0,24	-0,26
	Niño 3	-0,19	-0,14	-0,14	-0,15	-0,14	-0,16	-0,10	-0,11	-0,18	-0,26
	Niño 4	-0,01	-0,04	-0,07	-0,11	-0,09	-0,14	-0,12	-0,15	-0,18	-0,19
	Niño 3.4	-0,13	-0,09	-0,11	-0,12	-0,08	-0,12	-0,06	-0,08	-0,17	<b>-0,28</b>
	IOS	0,09	0,08	-0,15	-0,06	0,08	0,17	0,16	0,14	0,07	0,24
Março	Niño 1+2	-0,03	-0,06	0,00	0,00	0,01	0,00	-0,03	0,01	0,00	-0,01
	Niño 3	-0,08	-0,07	-0,03	0,01	-0,01	0,02	-0,06	-0,06	-0,03	-0,01
	Niño 4	-0,01	-0,05	0,01	0,04	0,00	0,06	0,01	0,02	0,03	0,05
	Niño 3.4	-0,06	-0,04	-0,02	0,00	-0,02	0,01	-0,08	-0,07	-0,04	0,01
	IOS	0,14	0,04	0,12	0,03	0,08	-0,01	0,02	0,03	0,00	0,02

Tabela 8A – Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área ES1 e a TSM do Atlântico Tropical Norte (ATN) e Atlântico Tropical Sul (ATS)

	lag 0	lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
Setembro-ATN	-0,21	-0,27	<b>-0,35</b>	-0,19	-0,25	-0,15	-0,15	-0,14	-0,19	
Setembro-ATS	-0,08	-0,05	-0,08	-0,07	-0,04	-0,10	-0,06	0,13	0,03	
Outubro-ATN	-0,09	-0,11	-0,10	0,02	0,01	0,03	0,13	0,18	0,08	-0,05
Outubro-ATS	-0,09	-0,02	0,03	0,09	0,09	0,12	0,14	0,14	0,23	0,26
Novembro-ATN	<b>0,32</b>	<b>0,30</b>	0,20	0,10	0,09	0,02	0,06	0,08	0,16	0,19
Novembro-ATS	<b>0,32</b>	<b>0,30</b>	-0,10	-0,01	0,04	0,10	0,12	0,05	0,09	0,13
Dezembro-ATN	0,05	0,08	0,06	0,05	0,04	-0,04	0,07	0,05	0,03	-0,01
Dezembro-ATS	-0,14	-0,06	-0,03	0,05	-0,01	-0,15	-0,01	-0,10	-0,01	0,04
Janeiro-ATN	-0,19	<b>-0,30</b>	-0,26	-0,15	-0,13	-0,14	-0,10	-0,02	0,11	0,16
Janeiro-ATS	<b>0,28</b>	<b>0,33</b>	0,18	0,26	0,26	0,18	0,15	0,03	0,01	0,07
Fevereiro-ATN	0,00	-0,08	0,01	-0,15	-0,06	-0,10	-0,06	-0,10	-0,08	-0,02
Fevereiro-ATS	-0,01	0,12	0,02	-0,08	-0,09	-0,07	0,09	0,07	0,03	0,01
Março-ATN	-0,22	-0,22	-0,27	-0,11	-0,10	-0,05	-0,08	-0,11	-0,07	0,00
Março-ATS	0,08	0,02	0,08	0,23	0,14	0,14	0,11	0,06	0,11	0,05

Tabela 9A – Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área RJ1 e a TSM de quatro regiões do Pacífico equatorial e o IOS

		lag 0	lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
Setembro	Niño 1+2	0,19	0,27	0,36	0,41	0,38	0,39	0,44	0,50	0,38	
	Niño 3	0,12	0,19	0,25	0,38	0,43	0,41	0,43	0,42	0,39	
	Niño 4	0,14	0,20	0,26	0,28	0,35	0,36	0,32	0,28	0,22	
	Niño 3.4	0,07	0,09	0,15	0,26	0,40	0,39	0,39	0,36	0,34	
	IOS	0,03	-0,11	-0,15	-0,09	-0,13	-0,28	-0,24	-0,28	-0,39	
Outubro	Niño 1+2	-0,17	-0,10	-0,03	0,07	0,12	0,21	0,24	0,11	0,09	0,17
	Niño 3	-0,23	-0,15	-0,10	-0,10	-0,09	0,02	0,14	0,16	0,16	0,23
	Niño 4	-0,27	-0,30	-0,24	-0,15	-0,11	-0,02	0,06	0,10	0,12	0,02
	Niño 3.4	-0,27	-0,23	-0,19	-0,18	-0,15	-0,03	0,08	0,16	0,19	0,18
	IOS	0,28	0,29	0,28	-0,04	0,06	0,08	-0,08	0,19	-0,09	-0,29
Novembro	Niño 1+2	-0,23	-0,23	-0,29	-0,28	-0,20	-0,21	-0,13	-0,02	-0,08	-0,06
	Niño 3	-0,27	-0,26	-0,26	-0,29	-0,26	-0,26	-0,19	-0,03	0,04	0,10
	Niño 4	-0,20	-0,22	-0,14	-0,17	-0,08	-0,18	-0,05	-0,05	0,08	0,10
	Niño 3.4	-0,24	-0,23	-0,21	-0,22	-0,17	-0,20	-0,12	0,01	0,14	0,16
	IOS	0,26	0,14	0,20	0,26	0,10	0,12	0,05	0,09	0,05	-0,06
Dezembro	Niño 1+2	-0,12	-0,10	-0,14	-0,02	-0,03	0,06	0,04	-0,03	-0,01	-0,11
	Niño 3	-0,08	-0,10	-0,09	-0,06	-0,04	0,04	0,01	-0,14	-0,24	-0,19
	Niño 4	-0,08	-0,06	-0,11	-0,18	-0,14	-0,19	-0,20	-0,16	-0,12	-0,23
	Niño 3.4	-0,04	-0,07	-0,06	-0,09	-0,02	-0,05	-0,09	-0,22	-0,28	-0,21
	IOS	-0,12	0,05	0,18	0,07	0,06	-0,01	0,09	-0,01	0,19	0,29
Janeiro	Niño 1+2	0,12	0,10	0,07	0,02	-0,04	-0,07	-0,14	-0,16	-0,21	-0,30
	Niño 3	0,06	0,07	0,08	0,09	0,12	0,04	0,04	-0,03	-0,11	-0,12
	Niño 4	0,08	0,19	0,17	0,23	0,20	0,17	0,17	0,10	-0,03	-0,05
	Niño 3.4	0,06	0,11	0,11	0,15	0,20	0,13	0,16	0,11	-0,06	-0,01
	IOS	-0,07	-0,16	-0,21	-0,28	-0,13	-0,05	-0,11	-0,19	0,05	0,03
Fevereiro	Niño 1+2	0,02	-0,02	-0,11	-0,11	-0,17	-0,22	-0,25	-0,27	-0,29	-0,35
	Niño 3	-0,16	-0,16	-0,16	-0,17	-0,18	-0,26	-0,19	-0,27	-0,27	-0,33
	Niño 4	-0,12	-0,15	-0,13	-0,13	-0,16	-0,20	-0,19	-0,17	-0,21	-0,25
	Niño 3.4	-0,19	-0,17	-0,16	-0,15	-0,13	-0,19	-0,10	-0,17	-0,19	-0,30
	IOS	0,01	0,24	0,03	0,05	0,02	0,15	0,16	0,03	-0,01	0,09
Março	Niño 1+2	-0,16	-0,09	0,00	-0,02	-0,09	-0,06	-0,03	0,02	0,00	-0,01
	Niño 3	-0,12	-0,10	-0,07	-0,03	-0,09	-0,07	-0,11	-0,07	-0,02	0,01
	Niño 4	-0,03	-0,10	-0,03	0,02	-0,05	-0,01	-0,04	-0,07	0,02	0,02
	Niño 3.4	-0,09	-0,09	-0,09	-0,06	-0,08	-0,07	-0,11	-0,09	-0,01	0,03
	IOS	-0,01	0,07	0,07	0,08	-0,04	-0,10	0,07	0,07	-0,04	0,01

Tabela 10A – Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área RJ1 e a TSM do Atlântico Tropical Norte (ATN) e Atlântico Tropical Sul (ATS)

	lag 0	lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
Setembro-ATN	0,09	0,05	0,06	0,15	0,09	0,03	-0,04	-0,16	<b>-0,29</b>	
Setembro-ATS	0,03	-0,06	0,01	0,05	0,05	0,13	0,13	<b>0,32</b>	0,17	
Outubro-ATN	-0,03	-0,04	-0,11	0,05	0,08	0,03	0,03	0,04	-0,02	-0,10
Outubro-ATS	-0,03	-0,23	-0,24	-0,12	-0,10	-0,07	0,00	0,00	0,06	0,04
Novembro-ATN	0,18	0,00	-0,05	-0,06	0,02	0,00	-0,01	0,10	0,07	0,22
Novembro-ATS	0,18	0,00	-0,13	-0,06	0,03	0,09	0,09	-0,02	-0,06	-0,01
Dezembro-ATN	-0,07	-0,07	-0,15	-0,17	-0,16	-0,25	-0,16	-0,24	-0,26	-0,25
Dezembro-ATS	<b>-0,42</b>	<b>-0,40</b>	<b>-0,34</b>	-0,26	-0,14	-0,23	-0,10	-0,05	-0,06	0,03
Janeiro-ATN	-0,15	-0,28	<b>-0,30</b>	-0,24	-0,22	<b>-0,28</b>	-0,19	-0,10	-0,06	-0,04
Janeiro-ATS	0,16	0,24	0,13	0,13	0,15	0,16	0,20	0,16	0,09	0,12
Fevereiro-ATN	-0,10	-0,12	-0,04	-0,14	-0,15	-0,20	-0,06	-0,14	-0,16	-0,13
Fevereiro-ATS	0,14	0,18	0,01	-0,04	-0,08	-0,02	0,08	0,02	-0,05	-0,05
Março-ATN	-0,03	-0,14	-0,17	0,00	-0,07	-0,05	-0,03	-0,10	-0,06	0,02
Março-ATS	0,05	0,10	0,11	0,18	0,06	0,03	0,07	-0,11	0,04	-0,11

Tabela 11A – Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área SP1 e a TSM de quatro regiões do Pacífico equatorial e o IOS

	lag 0	lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9	
Setembro	Niño 1+2	0,26	<b>0,29</b>	<b>0,36</b>	<b>0,40</b>	<b>0,37</b>	<b>0,43</b>	<b>0,39</b>	<b>0,31</b>	0,20	
	Niño 3	0,20	0,19	0,22	<b>0,35</b>	<b>0,39</b>	<b>0,32</b>	<b>0,37</b>	<b>0,29</b>	0,21	
	Niño 4	0,13	0,11	0,19	0,14	0,23	0,23	0,16	0,13	0,09	
	Niño 3.4	0,15	0,09	0,15	0,23	<b>0,35</b>	0,27	<b>0,32</b>	0,24	0,19	
	IOS	-0,02	-0,15	-0,16	-0,11	-0,02	-0,11	-0,20	-0,18	-0,25	
Outubro	Niño 1+2	0,08	0,06	0,10	0,18	0,19	0,26	0,19	0,08	0,21	0,28
	Niño 3	0,03	0,04	0,05	0,10	0,12	0,14	0,17	<b>0,32</b>	<b>0,34</b>	<b>0,42</b>
	Niño 4	-0,05	-0,07	0,02	0,14	0,26	<b>0,30</b>	<b>0,31</b>	<b>0,40</b>	<b>0,38</b>	<b>0,33</b>
	Niño 3.4	-0,01	-0,01	0,02	0,06	0,14	0,17	0,25	<b>0,41</b>	<b>0,41</b>	<b>0,42</b>
	IOS	-0,04	0,10	0,11	-0,09	0,04	0,01	<b>-0,33</b>	-0,23	<b>-0,31</b>	<b>-0,33</b>
Novembro	Niño 1+2	0,12	0,13	0,07	0,14	0,13	0,18	0,15	0,15	0,15	0,05
	Niño 3	0,18	0,16	0,20	0,15	0,10	0,16	0,09	0,03	0,04	-0,03
	Niño 4	0,11	0,11	0,09	-0,02	0,06	0,00	0,17	0,14	0,15	0,15
	Niño 3.4	0,17	0,15	0,17	0,10	0,10	0,14	0,09	0,05	0,08	0,05
	IOS	0,00	-0,18	-0,05	-0,09	-0,11	-0,04	-0,12	-0,05	-0,07	-0,13
Dezembro	Niño 1+2	0,01	0,00	-0,12	-0,10	-0,06	-0,09	-0,14	-0,18	-0,21	-0,24
	Niño 3	-0,08	-0,12	-0,10	-0,09	-0,20	-0,12	-0,06	-0,15	-0,22	0,01
	Niño 4	-0,13	-0,18	-0,17	-0,16	-0,22	-0,14	-0,05	-0,03	-0,07	0,05
	Niño 3.4	-0,10	-0,16	-0,13	-0,13	-0,23	-0,19	-0,04	-0,11	-0,18	0,02
	IOS	-0,02	0,00	0,19	0,21	0,19	0,18	0,26	0,17	0,01	-0,07
Janeiro	Niño 1+2	0,10	0,14	0,12	0,09	0,06	0,00	0,03	0,01	0,01	-0,05
	Niño 3	0,16	0,15	0,16	0,15	0,10	0,06	0,09	0,06	-0,04	-0,12
	Niño 4	0,15	0,18	0,22	0,26	0,13	0,14	0,10	0,08	0,09	0,05
	Niño 3.4	0,18	0,19	0,18	0,20	0,12	0,13	0,10	0,07	-0,03	-0,10
	IOS	-0,11	-0,15	-0,19	-0,10	-0,23	-0,10	-0,11	-0,02	-0,11	0,16
Fevereiro	Niño 1+2	<b>0,29</b>	0,19	0,05	0,05	0,01	-0,09	-0,14	-0,17	-0,18	-0,23
	Niño 3	0,19	0,07	0,06	0,04	0,05	0,01	-0,03	-0,08	-0,11	-0,15
	Niño 4	0,11	0,05	0,05	-0,02	-0,03	-0,08	-0,03	-0,06	-0,09	-0,12
	Niño 3.4	0,12	0,05	0,09	0,04	0,05	0,03	0,04	-0,01	-0,05	-0,11
	IOS	-0,04	0,00	0,10	-0,09	0,02	-0,02	0,00	0,12	-0,03	0,04
Março	Niño 1+2	-0,23	-0,12	-0,15	-0,04	-0,10	-0,12	-0,10	-0,07	-0,09	-0,04
	Niño 3	-0,12	-0,06	-0,07	-0,04	-0,10	-0,09	-0,10	-0,18	-0,15	-0,08
	Niño 4	-0,05	-0,12	-0,08	-0,08	-0,08	-0,06	-0,07	-0,12	-0,09	0,00
	Niño 3.4	-0,12	-0,10	-0,10	-0,09	-0,11	-0,07	-0,11	-0,17	-0,14	-0,07
	IOS	0,05	0,05	0,23	0,20	0,08	-0,06	0,01	0,08	0,12	0,18

Tabela 12A – Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área SP1 e a TSM do Atlântico Tropical Norte (ATN) e Atlântico Tropical Sul (ATS)

	lag 0	lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
Setembro-ATN	0,01	0,03	-0,03	0,18	0,08	0,04	0,05	0,02	-0,08	
Setembro-ATS	0,03	-0,08	-0,15	-0,15	-0,19	-0,16	-0,14	0,10	-0,02	
Outubro-ATN	0,04	0,09	0,09	0,27	<b>0,29</b>	<b>0,31</b>	<b>0,32</b>	<b>0,34</b>	0,19	0,11
Outubro-ATS	0,04	-0,26	<b>-0,34</b>	-0,12	-0,10	-0,09	-0,05	0,05	0,13	0,19
Novembro-ATN	-0,04	0,02	-0,07	-0,02	-0,02	0,01	0,00	0,12	-0,03	0,04
Novembro-ATS	-0,04	0,02	-0,12	-0,09	-0,09	-0,14	-0,19	-0,15	-0,08	-0,04
Dezembro-ATN	-0,16	-0,10	-0,28	-0,18	-0,15	-0,05	0,00	0,06	-0,02	0,06
Dezembro-ATS	-0,08	-0,01	0,02	0,05	-0,06	0,06	0,12	0,10	0,03	0,03
Janeiro-ATN	0,08	0,07	0,10	0,13	0,20	0,16	0,09	0,17	0,12	0,10
Janeiro-ATS	-0,11	-0,07	-0,18	-0,09	-0,08	-0,15	-0,08	0,00	-0,08	0,08
Fevereiro-ATN	0,02	0,07	0,14	0,06	0,09	-0,05	0,03	0,03	-0,17	-0,13
Fevereiro-ATS	0,01	-0,14	-0,09	-0,01	-0,09	-0,16	-0,03	-0,02	0,06	0,09
Março-ATN	-0,01	-0,08	0,02	0,16	0,05	0,06	0,16	0,19	0,22	0,15
Março-ATS	-0,04	-0,04	-0,05	0,00	0,08	0,10	0,04	-0,13	-0,01	-0,08

Tabela 13A – Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área SP2 e a TSM de quatro regiões do Pacífico equatorial e o IOS

		lag 0	lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
Setembro	Niño 1+2	0,16	0,21	0,26	<b>0,32</b>	<b>0,29</b>	<b>0,29</b>	<b>0,42</b>	<b>0,42</b>	<b>0,29</b>	
	Niño 3	0,04	0,10	0,08	0,18	<b>0,30</b>	0,25	<b>0,42</b>	<b>0,43</b>	<b>0,33</b>	
	Niño 4	0,01	0,07	0,04	0,08	0,22	0,24	0,18	0,17	0,15	
	Niño 3.4	-0,02	-0,01	-0,02	0,08	<b>0,32</b>	0,26	<b>0,33</b>	<b>0,34</b>	0,28	
	IOS	0,06	0,01	-0,09	-0,05	0,01	-0,16	-0,18	-0,25	<b>-0,31</b>	
Outubro	Niño 1+2	-0,17	-0,04	0,04	0,01	-0,04	-0,05	-0,10	-0,08	-0,13	-0,04
	Niño 3	-0,11	-0,15	-0,11	-0,09	-0,12	-0,09	-0,05	0,05	0,15	0,09
	Niño 4	<b>-0,32</b>	<b>-0,32</b>	-0,24	-0,23	-0,07	-0,07	-0,07	0,00	0,00	0,01
	Niño 3.4	-0,16	-0,22	-0,19	-0,17	-0,12	-0,05	-0,01	0,06	0,14	0,08
	IOS	0,18	0,09	0,25	0,14	0,19	0,07	-0,08	0,00	-0,01	0,04
Novembro	Niño 1+2	-0,07	-0,09	-0,05	0,00	-0,06	-0,07	-0,05	-0,04	-0,02	-0,19
	Niño 3	-0,05	-0,04	0,00	-0,05	-0,06	-0,10	-0,11	-0,05	-0,07	-0,09
	Niño 4	-0,23	-0,22	-0,13	-0,22	-0,14	-0,17	-0,13	-0,10	-0,06	-0,09
	Niño 3.4	-0,08	-0,07	-0,04	-0,11	-0,07	-0,10	-0,15	-0,05	-0,07	-0,07
	IOS	0,07	0,01	0,08	0,05	0,16	0,10	0,00	-0,05	0,05	0,09
Dezembro	Niño 1+2	-0,20	-0,18	-0,25	-0,15	-0,10	-0,19	-0,22	-0,26	<b>-0,29</b>	-0,18
	Niño 3	-0,17	-0,19	-0,20	-0,14	-0,17	-0,15	-0,19	<b>-0,28</b>	-0,24	-0,16
	Niño 4	-0,30	-0,25	-0,25	-0,18	-0,23	-0,22	-0,24	-0,29	-0,24	-0,19
	Niño 3.4	-0,20	-0,19	-0,19	-0,16	-0,21	-0,17	-0,17	-0,30	-0,19	-0,17
	IOS	0,12	0,12	0,22	0,08	0,05	0,16	0,18	0,03	0,15	0,11
Janeiro	Niño 1+2	-0,14	-0,11	-0,02	-0,05	-0,03	0,05	0,02	-0,03	-0,11	-0,20
	Niño 3	-0,16	-0,07	-0,05	-0,03	-0,05	-0,05	-0,01	-0,16	-0,14	-0,09
	Niño 4	-0,23	-0,22	-0,14	-0,09	-0,11	-0,12	-0,15	-0,06	-0,19	-0,20
	Niño 3.4	-0,20	-0,12	-0,10	-0,03	-0,08	-0,12	-0,09	-0,16	-0,15	-0,07
	IOS	0,12	0,08	0,04	-0,07	-0,11	0,06	-0,05	-0,08	-0,10	-0,05
Fevereiro	Niño 1+2	0,17	0,16	0,14	0,14	0,12	0,03	-0,06	-0,07	-0,10	-0,11
	Niño 3	0,09	0,07	0,05	0,07	0,07	0,07	0,07	-0,03	-0,14	-0,13
	Niño 4	-0,02	0,01	-0,01	0,03	0,01	0,10	0,09	0,09	0,03	-0,09
	Niño 3.4	0,01	0,03	0,03	0,05	0,07	0,10	0,13	0,07	-0,05	-0,10
	IOS	-0,09	0,12	-0,10	-0,03	-0,12	-0,13	-0,10	-0,08	-0,25	-0,22
Março	Niño 1+2	-0,20	-0,09	-0,15	-0,09	-0,13	-0,15	-0,06	-0,08	-0,08	-0,05
	Niño 3	-0,15	-0,04	-0,13	-0,09	-0,16	-0,14	-0,09	-0,12	-0,10	-0,09
	Niño 4	-0,15	-0,18	-0,10	-0,10	-0,11	-0,14	-0,01	-0,07	-0,02	0,01
	Niño 3.4	-0,18	-0,11	-0,14	-0,13	-0,16	-0,14	-0,10	-0,11	-0,06	-0,06
	IOS	-0,05	0,15	0,18	0,21	0,15	0,00	-0,03	0,01	0,07	-0,06



Tabela 14A – Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área SP2 e a TSM do Atlântico Tropical Norte (ATN) e Atlântico Tropical Sul (ATS)

	lag 0	lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
Setembro-ATN	0,16	0,09	0,09	0,23	0,17	0,06	0,08	0,01	-0,11	
Setembro-ATS	0,03	-0,08	-0,16	-0,10	-0,13	-0,06	-0,04	0,19	0,04	
Outubro-ATN	0,01	0,05	0,08	0,19	0,14	0,24	0,21	0,27	0,24	<b>0,31</b>
Outubro-ATS	0,01	-0,25	<b>-0,32</b>	<b>-0,29</b>	-0,22	-0,23	<b>-0,33</b>	<b>-0,32</b>	<b>-0,37</b>	-0,28
Novembro-ATN	0,08	0,05	-0,02	-0,09	0,01	-0,06	-0,01	-0,01	-0,06	0,10
Novembro-ATS	0,08	0,05	<b>-0,33</b>	<b>-0,30</b>	-0,24	-0,24	<b>-0,28</b>	<b>-0,37</b>	-0,27	<b>-0,35</b>
Dezembro-ATN	-0,09	-0,04	-0,16	-0,09	-0,09	-0,02	-0,09	-0,12	-0,18	-0,21
Dezembro-ATS	-0,17	-0,05	-0,01	-0,13	-0,11	-0,10	-0,06	-0,10	-0,16	-0,16
Janeiro-ATN	-0,09	-0,01	0,01	0,06	0,14	0,11	0,14	0,14	0,18	0,13
Janeiro-ATS	0,01	0,10	0,14	0,16	0,03	0,07	-0,01	-0,01	-0,13	-0,05
Fevereiro-ATN	0,06	0,03	0,13	0,16	0,18	0,09	0,12	0,15	-0,01	-0,08
Fevereiro-ATS	0,23	0,20	0,15	0,23	0,18	0,08	0,16	0,17	0,21	0,13
Março-ATN	-0,07	-0,11	0,04	0,09	0,09	0,17	0,21	0,15	0,20	0,11
Março-ATS	-0,12	-0,07	-0,06	-0,01	0,09	0,11	-0,04	-0,15	-0,06	-0,10

Tabela 15A – Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área SP3 e a TSM de quatro regiões do Pacífico equatorial e o IOS

		lag 0	lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
Setembro	Niño 1+2	<b>0,35</b>	<b>0,42</b>	<b>0,46</b>	<b>0,53</b>	<b>0,53</b>	<b>0,51</b>	<b>0,58</b>	<b>0,65</b>	<b>0,52</b>	
	Niño 3	0,15	0,26	0,23	<b>0,28</b>	<b>0,41</b>	<b>0,50</b>	<b>0,56</b>	<b>0,49</b>	<b>0,39</b>	
	Niño 4	0,08	0,07	0,14	0,12	0,25	0,28	0,25	0,27	0,22	
	Niño 3.4	0,05	0,06	0,06	0,13	<b>0,36</b>	<b>0,40</b>	<b>0,43</b>	<b>0,39</b>	<b>0,32</b>	
	IOS	0,07	-0,04	-0,05	-0,07	-0,16	-0,22	<b>-0,39</b>	<b>-0,36</b>	<b>-0,37</b>	
Outubro	Niño 1+2	0,27	<b>0,31</b>	<b>0,31</b>	0,26	0,26	0,28	0,09	0,11	0,26	0,23
	Niño 3	0,25	0,23	<b>0,32</b>	<b>0,31</b>	0,28	0,21	0,24	0,26	<b>0,30</b>	<b>0,33</b>
	Niño 4	0,11	0,12	0,21	0,23	<b>0,37</b>	<b>0,37</b>	<b>0,44</b>	<b>0,41</b>	<b>0,39</b>	<b>0,30</b>
	Niño 3.4	0,21	0,19	0,27	0,26	<b>0,32</b>	0,28	<b>0,38</b>	<b>0,33</b>	<b>0,33</b>	<b>0,33</b>
	IOS	-0,11	-0,19	-0,08	-0,08	-0,05	<b>-0,32</b>	<b>-0,29</b>	-0,16	-0,06	-0,06
Novembro	Niño 1+2	<b>0,44</b>	<b>0,36</b>	0,29	0,23	0,23	0,19	0,15	0,05	-0,09	-0,14
	Niño 3	<b>0,41</b>	<b>0,39</b>	<b>0,38</b>	<b>0,33</b>	0,27	0,28	0,21	0,06	-0,03	-0,08
	Niño 4	<b>0,29</b>	<b>0,30</b>	<b>0,35</b>	0,24	<b>0,29</b>	0,21	0,21	0,19	0,11	0,07
	Niño 3.4	<b>0,38</b>	<b>0,38</b>	<b>0,40</b>	<b>0,34</b>	<b>0,30</b>	0,28	0,20	0,08	0,00	-0,02
	IOS	<b>-0,39</b>	<b>-0,50</b>	-0,24	<b>-0,29</b>	-0,21	<b>-0,30</b>	-0,13	-0,05	0,07	0,11
Dezembro	Niño 1+2	-0,02	0,00	0,01	0,02	0,05	0,06	0,10	0,11	0,09	0,02
	Niño 3	-0,04	-0,03	-0,07	-0,07	-0,06	-0,04	0,12	0,04	0,10	0,16
	Niño 4	-0,09	-0,10	-0,11	-0,08	-0,06	0,05	0,10	0,09	0,03	0,13
	Niño 3.4	-0,06	-0,07	-0,11	-0,10	-0,09	-0,07	0,14	0,04	0,07	0,13
	IOS	0,08	-0,02	0,11	0,16	0,02	0,02	0,15	-0,07	-0,09	-0,15
Janeiro	Niño 1+2	0,00	-0,07	-0,07	-0,10	-0,09	-0,08	-0,11	-0,05	0,01	-0,01
	Niño 3	-0,12	-0,10	-0,04	-0,08	-0,02	-0,03	-0,09	-0,04	-0,02	-0,06
	Niño 4	-0,18	-0,07	-0,08	-0,09	-0,06	-0,04	0,00	0,02	0,09	0,12
	Niño 3.4	-0,17	-0,10	-0,06	-0,11	-0,04	-0,02	-0,05	0,01	0,03	0,00
	IOS	0,16	0,16	0,12	0,27	0,21	0,13	0,00	0,07	0,02	-0,04
Fevereiro	Niño 1+2	<b>0,38</b>	<b>0,30</b>	0,27	0,24	0,26	0,22	0,16	0,19	0,24	0,23
	Niño 3	0,13	0,16	0,12	0,15	0,17	0,21	0,20	0,17	0,13	0,24
	Niño 4	0,03	0,03	0,18	0,12	0,13	0,20	0,20	0,27	0,24	0,23
	Niño 3.4	0,03	0,08	0,11	0,12	0,11	0,21	0,19	0,19	0,17	<b>0,29</b>
	IOS	-0,06	-0,08	0,00	-0,09	-0,22	-0,04	-0,07	-0,19	<b>-0,39</b>	-0,17
Março	Niño 1+2	0,13	0,25	0,12	0,23	0,18	0,10	0,07	0,02	0,04	0,04
	Niño 3	0,17	0,17	0,18	0,17	0,15	0,10	0,09	0,04	0,01	0,11
	Niño 4	0,19	0,11	0,06	0,09	0,13	0,06	0,16	0,18	0,24	0,25
	Niño 3.4	0,16	0,12	0,13	0,13	0,13	0,06	0,11	0,09	0,11	0,19
	IOS	-0,07	-0,12	-0,10	0,02	-0,05	-0,20	-0,12	-0,13	-0,07	-0,16

Tabela 16A – Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área SP3 e a TSM do Atlântico Tropical Norte (ATN) e Atlântico Tropical Sul (ATS)

	lag 0	lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
Setembro-ATN	<b>0,30</b>	<b>0,31</b>	<b>0,30</b>	<b>0,38</b>	<b>0,28</b>	0,21	0,15	0,06	-0,08	
Setembro-ATS	<b>0,31</b>	0,19	0,18	0,16	0,06	0,19	0,19	<b>0,36</b>	0,19	
Outubro-ATN	<b>0,37</b>	<b>0,36</b>	<b>0,38</b>	<b>0,49</b>	<b>0,51</b>	<b>0,49</b>	<b>0,45</b>	<b>0,45</b>	<b>0,33</b>	<b>0,29</b>
Outubro-ATS	<b>0,37</b>	-0,13	-0,24	-0,07	-0,02	-0,07	-0,08	-0,16	-0,17	-0,11
Novembro-ATN	-0,04	-0,02	-0,11	-0,07	0,02	-0,06	-0,02	0,03	-0,03	0,01
Novembro-ATS	-0,04	-0,02	-0,16	-0,17	-0,20	-0,24	-0,19	-0,18	-0,03	-0,06
Dezembro-ATN	-0,09	-0,05	-0,09	-0,05	0,01	-0,01	0,11	0,13	0,11	0,16
Dezembro-ATS	-0,07	-0,12	-0,17	-0,02	-0,11	-0,04	-0,01	-0,03	0,06	0,09
Janeiro-ATN	0,15	0,11	0,08	0,13	0,15	0,20	0,22	0,19	0,14	0,05
Janeiro-ATS	0,06	-0,07	0,10	0,09	0,13	0,05	0,12	0,20	0,24	0,22
Fevereiro-ATN	-0,04	-0,06	0,06	0,16	0,25	0,12	0,04	0,18	0,04	0,01
Fevereiro-ATS	<b>0,35</b>	0,27	<b>0,30</b>	0,21	0,16	0,10	0,03	0,14	0,10	0,13
Março-ATN	0,04	0,00	-0,02	-0,05	0,00	-0,01	-0,03	0,02	0,09	0,02
Março-ATS	0,17	<b>0,33</b>	0,23	0,21	0,13	0,14	0,05	-0,08	0,05	0,11

Tabela 17A – Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área SP4 e a TSM de quatro regiões do Pacífico equatorial e o IOS

		lag 0	lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
Setembro	Niño 1+2	<b>0,34</b>	<b>0,38</b>	<b>0,46</b>	<b>0,57</b>	<b>0,58</b>	<b>0,66</b>	<b>0,60</b>	<b>0,54</b>	<b>0,40</b>	
	Niño 3	0,25	0,23	0,25	<b>0,42</b>	<b>0,58</b>	<b>0,56</b>	<b>0,56</b>	<b>0,45</b>	<b>0,35</b>	
	Niño 4	0,18	0,14	0,22	0,23	<b>0,32</b>	<b>0,33</b>	<b>0,31</b>	<b>0,28</b>	0,20	
	Niño 3.4	0,18	0,08	0,14	0,27	<b>0,50</b>	<b>0,43</b>	<b>0,48</b>	<b>0,39</b>	<b>0,31</b>	
	IOS	-0,05	-0,15	-0,11	-0,08	-0,05	-0,28	-0,32	-0,30	-0,42	
Outubro	Niño 1+2	0,10	0,05	0,11	0,05	0,03	0,08	-0,10	-0,12	0,09	0,19
	Niño 3	0,08	0,06	0,12	0,05	-0,01	-0,05	0,03	0,05	0,08	0,18
	Niño 4	-0,08	-0,14	-0,08	-0,04	0,11	0,10	0,13	0,12	0,12	0,10
	Niño 3.4	0,02	-0,02	0,05	-0,02	0,00	-0,05	0,07	0,08	0,10	0,15
	IOS	0,04	0,08	0,10	-0,06	0,16	0,01	-0,19	-0,04	-0,09	-0,04
Novembro	Niño 1+2	<b>0,30</b>	<b>0,37</b>	<b>0,29</b>	<b>0,36</b>	<b>0,35</b>	<b>0,35</b>	<b>0,30</b>	<b>0,28</b>	0,20	0,03
	Niño 3	<b>0,38</b>	<b>0,38</b>	<b>0,45</b>	<b>0,43</b>	<b>0,41</b>	<b>0,39</b>	<b>0,30</b>	0,16	0,06	-0,04
	Niño 4	0,28	0,24	0,27	0,18	0,25	0,13	0,09	0,09	0,01	-0,06
	Niño 3.4	<b>0,36</b>	<b>0,34</b>	<b>0,42</b>	<b>0,37</b>	<b>0,38</b>	<b>0,32</b>	0,20	0,09	0,02	-0,05
	IOS	-0,30	-0,33	-0,13	-0,29	-0,26	-0,25	-0,18	-0,09	-0,07	0,13
Dezembro	Niño 1+2	-0,17	-0,12	-0,14	-0,15	-0,12	-0,04	-0,07	-0,07	-0,01	-0,13
	Niño 3	-0,18	-0,15	-0,17	-0,14	-0,17	-0,10	-0,08	-0,11	-0,14	-0,03
	Niño 4	-0,13	-0,15	-0,22	-0,14	-0,19	-0,14	-0,13	-0,21	-0,25	-0,17
	Niño 3.4	-0,15	-0,16	-0,19	-0,13	-0,18	-0,17	-0,10	-0,14	-0,24	-0,09
	IOS	0,07	0,03	0,23	0,27	0,10	0,10	0,14	0,16	0,04	0,08
Janeiro	Niño 1+2	0,05	-0,02	-0,08	-0,05	-0,12	-0,11	-0,07	-0,05	0,08	0,09
	Niño 3	-0,05	-0,12	-0,08	-0,07	-0,08	-0,14	-0,15	-0,13	0,00	0,06
	Niño 4	-0,15	-0,09	-0,12	-0,05	-0,13	-0,12	-0,11	-0,07	-0,02	-0,03
	Niño 3.4	-0,10	-0,13	-0,10	-0,08	-0,13	-0,14	-0,19	-0,16	-0,05	-0,03
	IOS	0,15	-0,02	0,11	0,21	0,09	0,04	0,02	0,10	-0,06	-0,02
Fevereiro	Niño 1+2	<b>0,28</b>	0,20	0,11	0,11	0,10	0,02	-0,04	0,00	-0,03	0,01
	Niño 3	0,14	0,08	0,06	0,07	0,08	0,09	0,01	0,02	-0,04	0,07
	Niño 4	0,07	0,03	0,06	0,02	0,07	0,03	0,05	0,09	0,01	-0,04
	Niño 3.4	0,10	0,06	0,09	0,06	0,07	0,11	0,05	0,05	-0,03	0,05
	IOS	-0,01	-0,06	-0,01	-0,01	-0,07	0,04	0,10	0,03	-0,15	-0,05
Março	Niño 1+2	0,02	0,15	0,07	0,08	0,06	0,01	-0,05	0,01	0,02	0,01
	Niño 3	0,04	0,04	-0,04	-0,01	-0,02	-0,01	-0,04	-0,11	-0,09	-0,07
	Niño 4	-0,15	-0,19	-0,18	-0,14	-0,11	-0,11	-0,14	-0,15	-0,10	-0,06
	Niño 3.4	-0,12	-0,10	-0,13	-0,10	-0,09	-0,05	-0,08	-0,16	-0,12	-0,10
	IOS	0,02	-0,02	0,09	0,16	0,13	-0,15	0,03	0,06	0,05	-0,04

Tabela 18A – Coeficientes de correlação de diferentes defasagens (lags) entre a precipitação mensal da área SP4 e a TSM do Atlântico Tropical Norte (ATN) e Atlântico Tropical Sul (ATS)

	lag 0	lag 1	lag 2	lag 3	lag 4	lag 5	lag 6	lag 7	lag 8	lag 9
Setembro-ATN	0,23	0,25	0,18	<b>0,30</b>	<b>0,29</b>	0,26	0,20	0,20	0,05	
Setembro-ATS	0,10	-0,04	-0,06	-0,10	-0,13	-0,09	-0,08	0,16	0,03	
Outubro-ATN	0,05	0,05	0,04	0,14	0,16	0,18	0,26	0,24	0,12	0,09
Outubro-ATS	0,05	-0,11	-0,17	0,03	-0,03	-0,06	-0,05	0,02	0,05	0,20
Novembro-ATN	0,03	0,10	-0,01	0,06	0,06	0,02	-0,05	0,00	-0,14	-0,17
Novembro-ATS	0,03	0,10	0,00	0,00	-0,05	-0,12	-0,11	-0,08	0,00	-0,02
Dezembro-ATN	-0,17	-0,12	-0,17	-0,19	-0,15	-0,17	-0,15	-0,22	<b>-0,30</b>	-0,25
Dezembro-ATS	-0,20	-0,08	0,00	0,14	0,14	0,18	<b>0,31</b>	<b>0,37</b>	0,28	0,23
Janeiro-ATN	-0,22	-0,07	-0,04	0,08	0,18	0,13	0,07	0,12	0,01	-0,04
Janeiro-ATS	-0,22	-0,24	-0,16	-0,13	-0,02	-0,07	0,06	0,10	0,03	0,18
Fevereiro-ATN	-0,17	-0,13	0,02	0,06	0,08	-0,04	-0,07	0,05	-0,08	-0,01
Fevereiro-ATS	0,18	0,14	0,09	0,07	0,07	0,02	0,08	0,11	0,14	0,23
Março-ATN	-0,18	-0,21	-0,16	-0,03	-0,03	-0,09	-0,03	0,06	0,07	-0,03
Março-ATS	0,11	0,21	0,16	0,17	0,16	0,20	0,09	0,02	0,04	-0,03

## APÊNDICE B

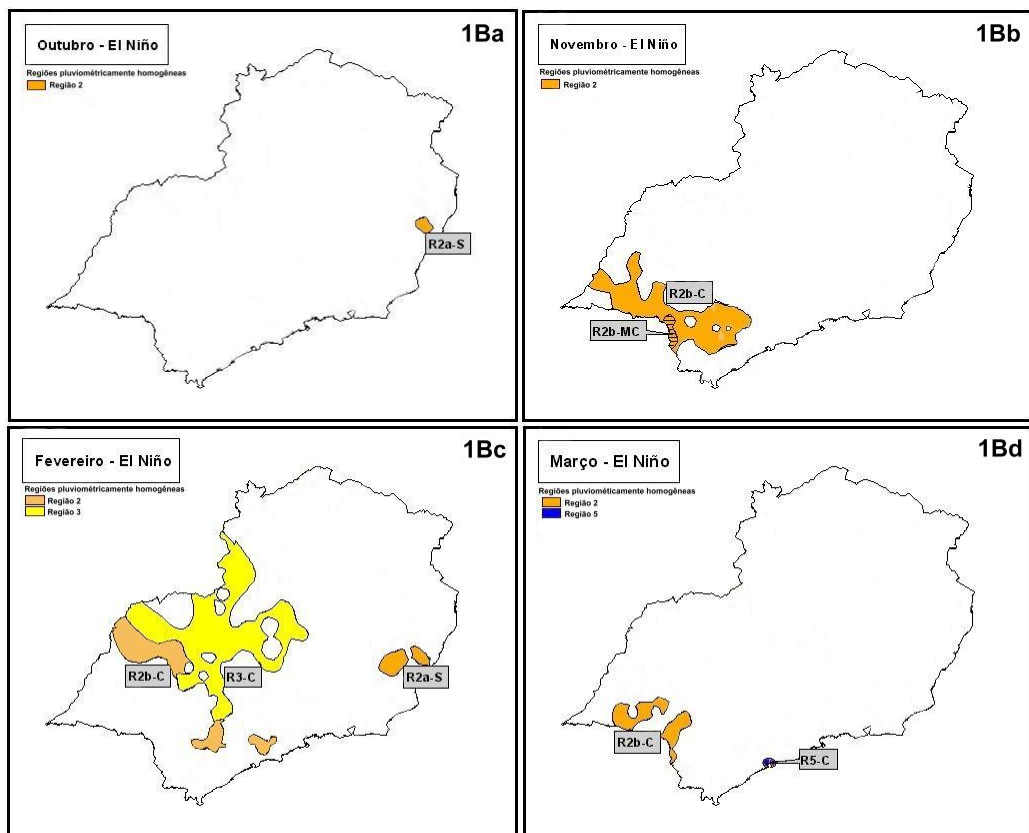


Figura 1B – Sobreposições dos mapas referentes às regiões pluviométricamente homogêneas e das áreas com percentuais de precipitação maior que 20% e menor que -20%, durante eventos El Niño, em outubro (1Ba), novembro (1Bb), fevereiro (1Bc) e março (1Bd).

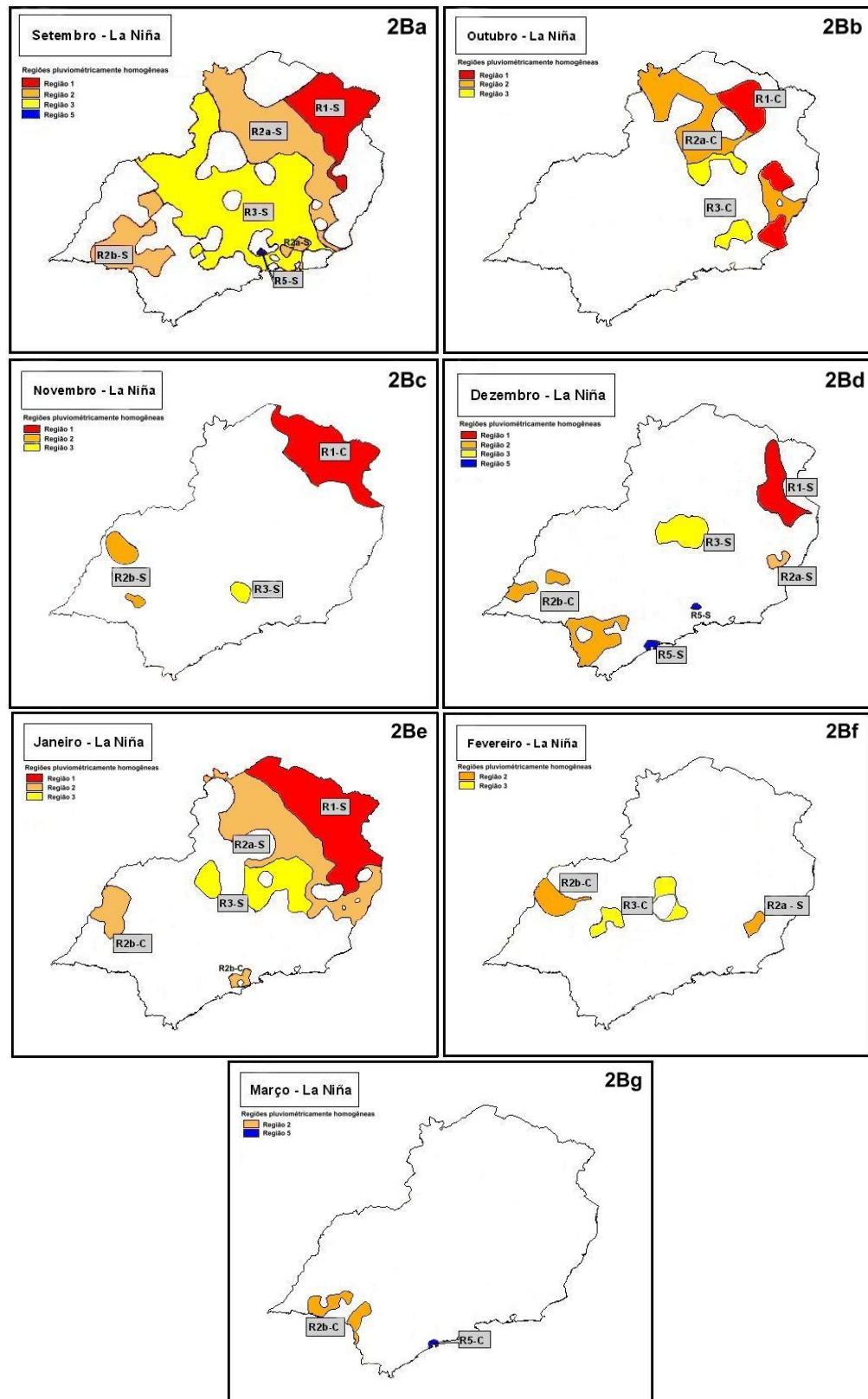


Figura 2B – Sobreposições dos mapas referentes às regiões pluviométricamente homogêneas e das áreas com percentuais de precipitação maior que 20% e menor que -20%, durante eventos La Niña, em setembro (2Ba), outubro (2Bb), novembro (2Bc), dezembro (2Bd), janeiro (2Be), fevereiro (2Bf) e março (2Bg).

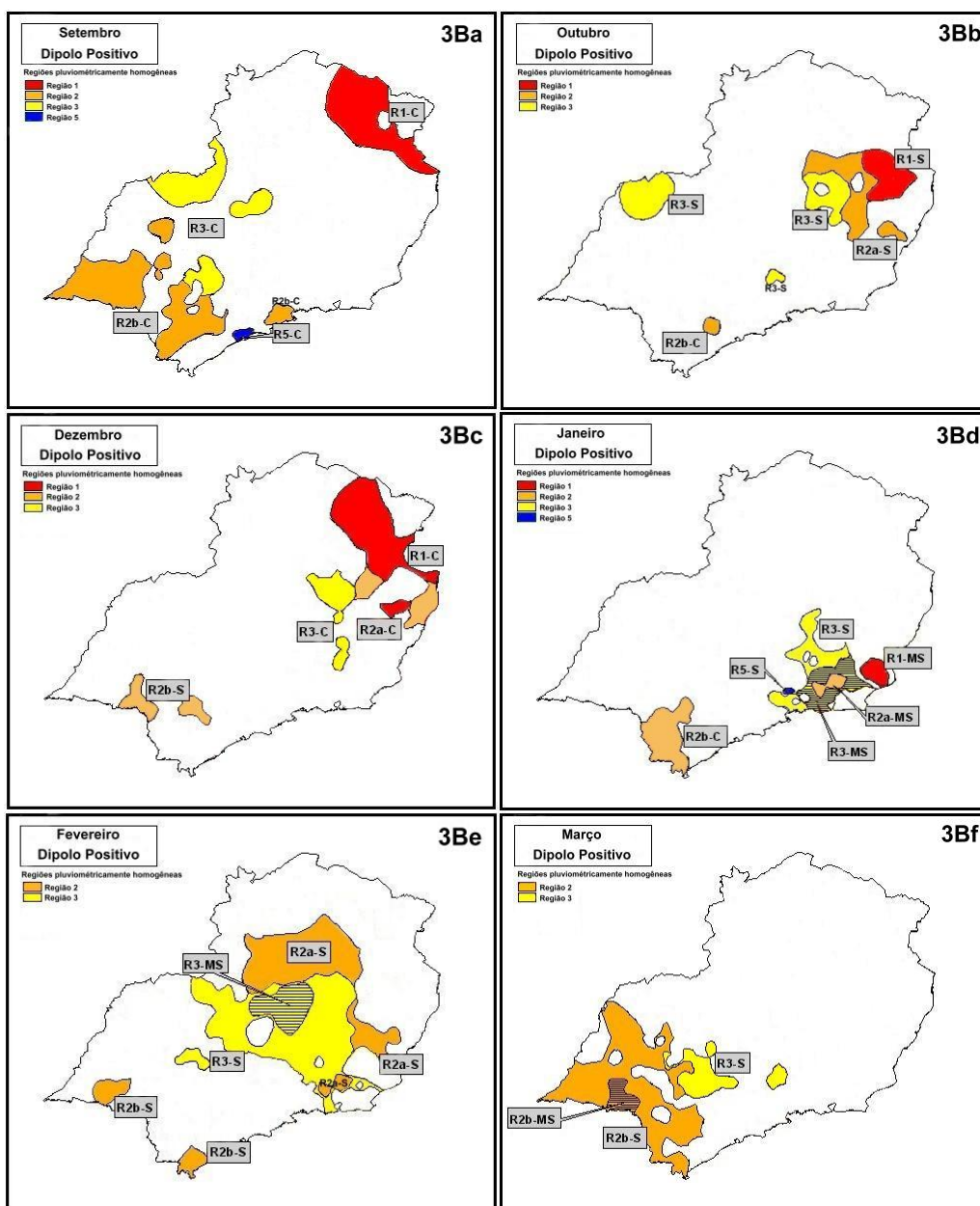


Figura 3B – Sobreposições dos mapas referentes às regiões pluviometricamente homogêneas e das áreas com percentuais de precipitação maior que 20% e menor que -20%, durante eventos Dipolo Positivo, em setembro (3Ba), outubro (3Bb), dezembro (3Bc), janeiro (3Bd), fevereiro (3Be) e março (3Bf).

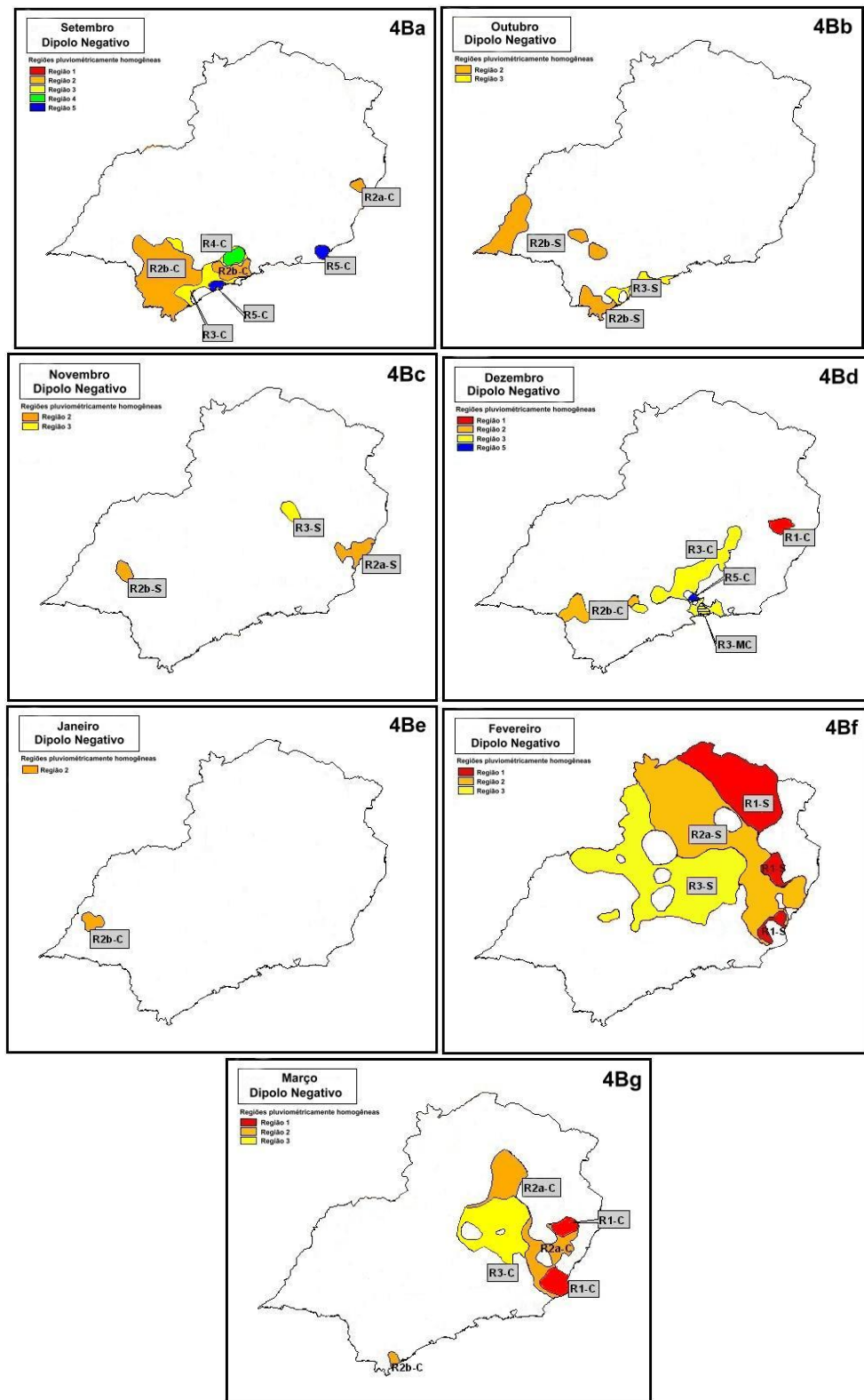


Figura 4B – Sobreposições dos mapas referentes às regiões pluviométricamente homogêneas e das áreas com percentuais de precipitação maior que 20% e menor que -20%, durante eventos Dipolo Negativo, em setembro (4Ba), outubro (4Bb), novembro (4Bc), dezembro (4Bd), janeiro (4Be), fevereiro (4Bf) e março (4Bg).

## APÊNDICE C

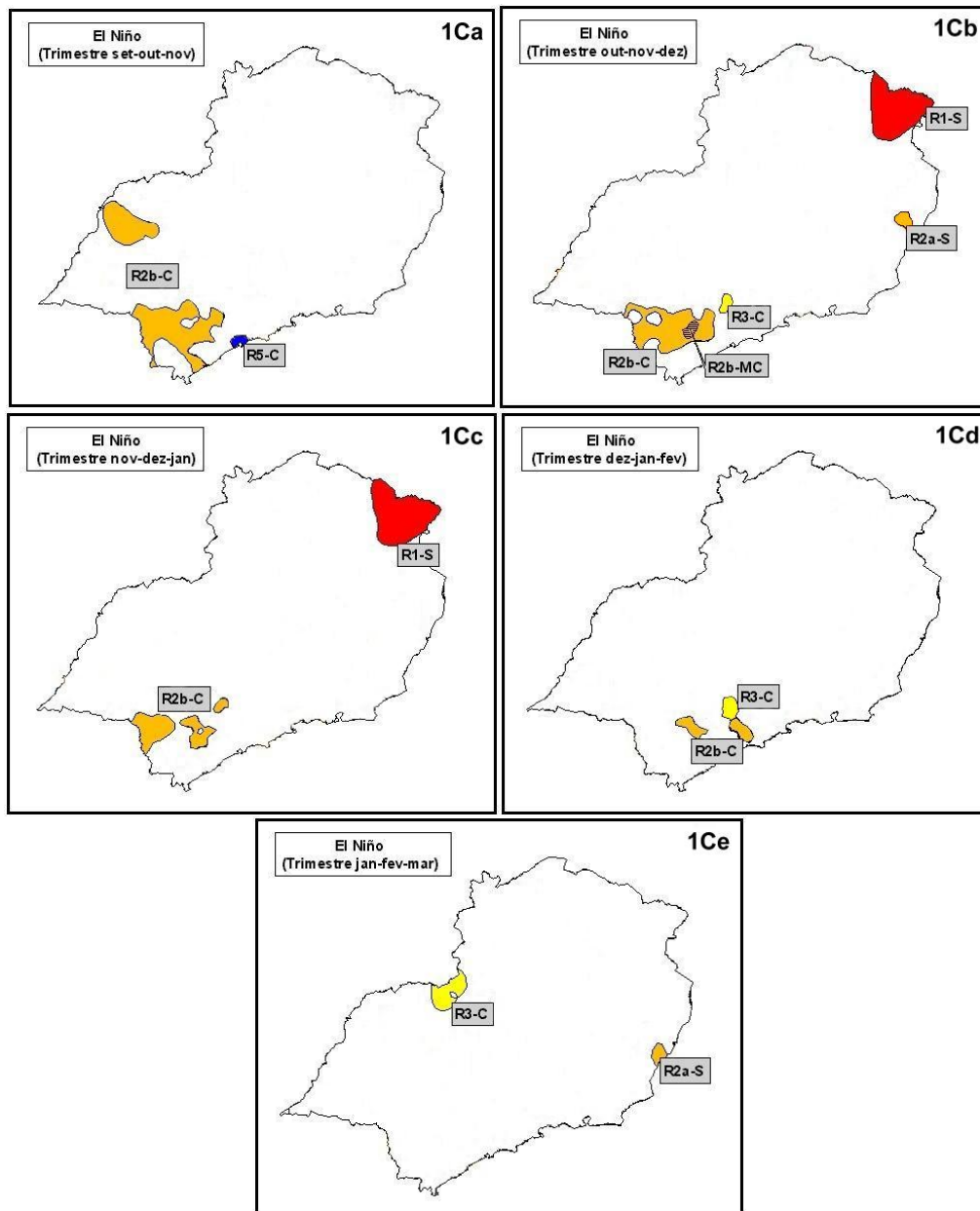


Figura 1C – Sobreposições dos mapas referentes às regiões pluviometricamente homogêneas e das áreas com percentuais de precipitação maior que 20% e menor que -20%, durante eventos El Niño, nos trimestres setembro-novembro (1Ca), outubro-dezembro (1Cb), novembro-janeiro (1Cc), dezembro-fevereiro (1Cd) e janeiro-março (1Ce).



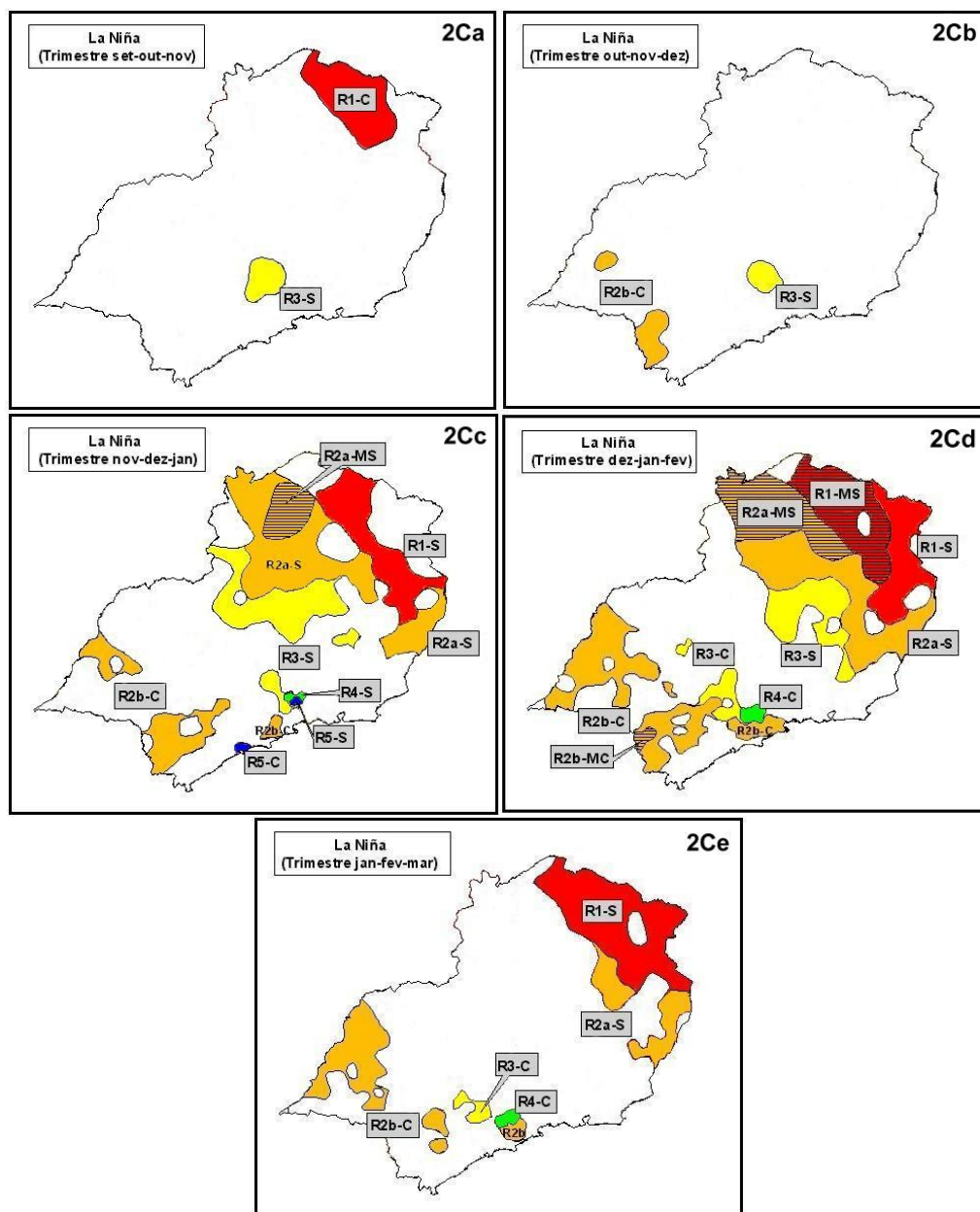


Figura 2C – Sobreposições dos mapas referentes às regiões pluviometricamente homogêneas e das áreas com percentuais de precipitação maior que 20% e menor que -20%, durante eventos La Niña, nos trimestres setembro-novembro (2Ca), outubro-dezembro (2Cb), novembro-janeiro (2Cc), dezembro-fevereiro (2Cd) e janeiro-março (2Ce).

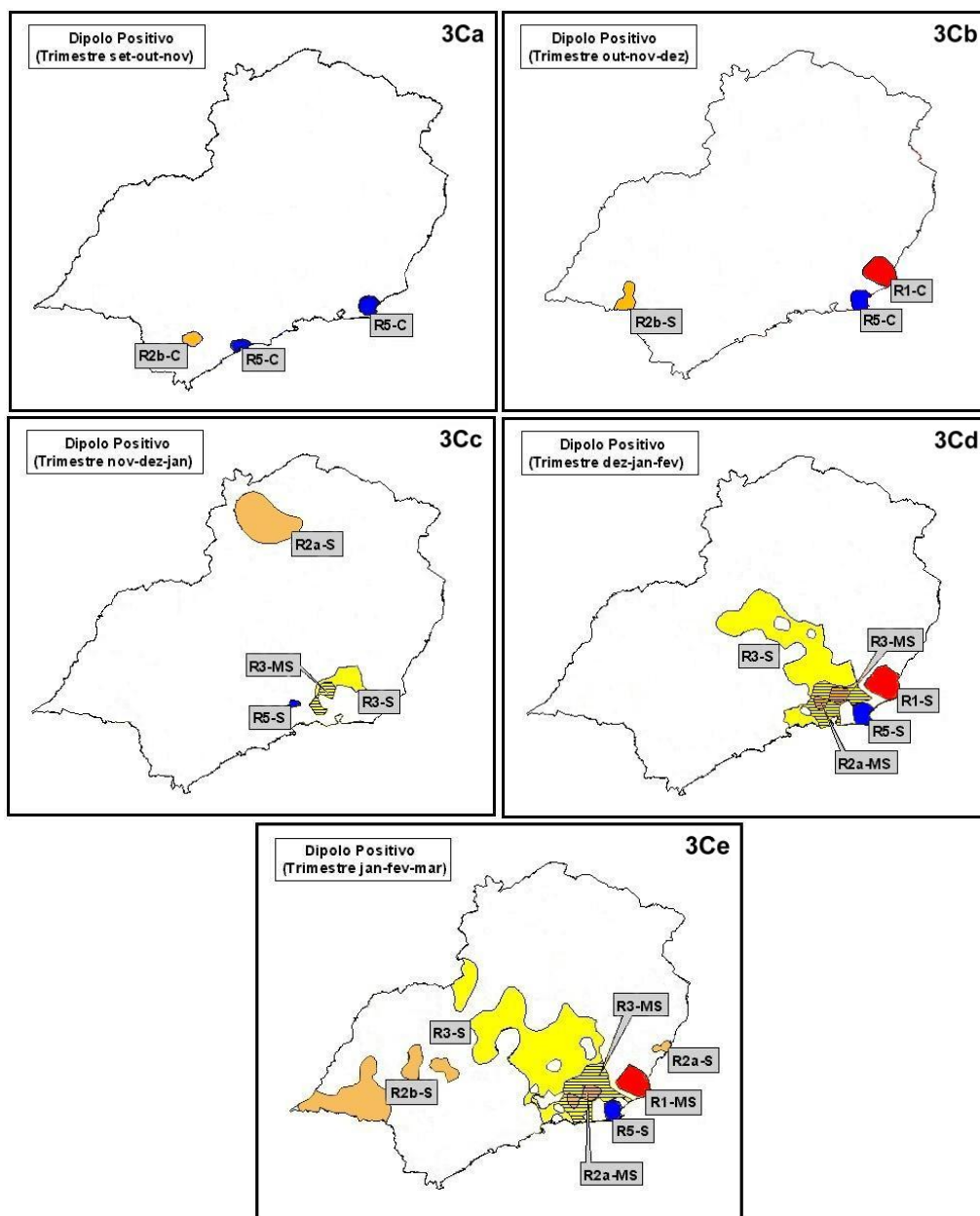


Figura 3C – Sobreposições dos mapas referentes às regiões pluviometricamente homogêneas e das áreas com percentuais de precipitação maior que 20% e menor que -20%, durante eventos Dipolo Positivo, nos trimestres setembro-novembro (3Ca), outubro-dezembro (3Cb), novembro-janeiro (3Cc), dezembro-fevereiro (3Cd) e janeiro-março (3Ce).

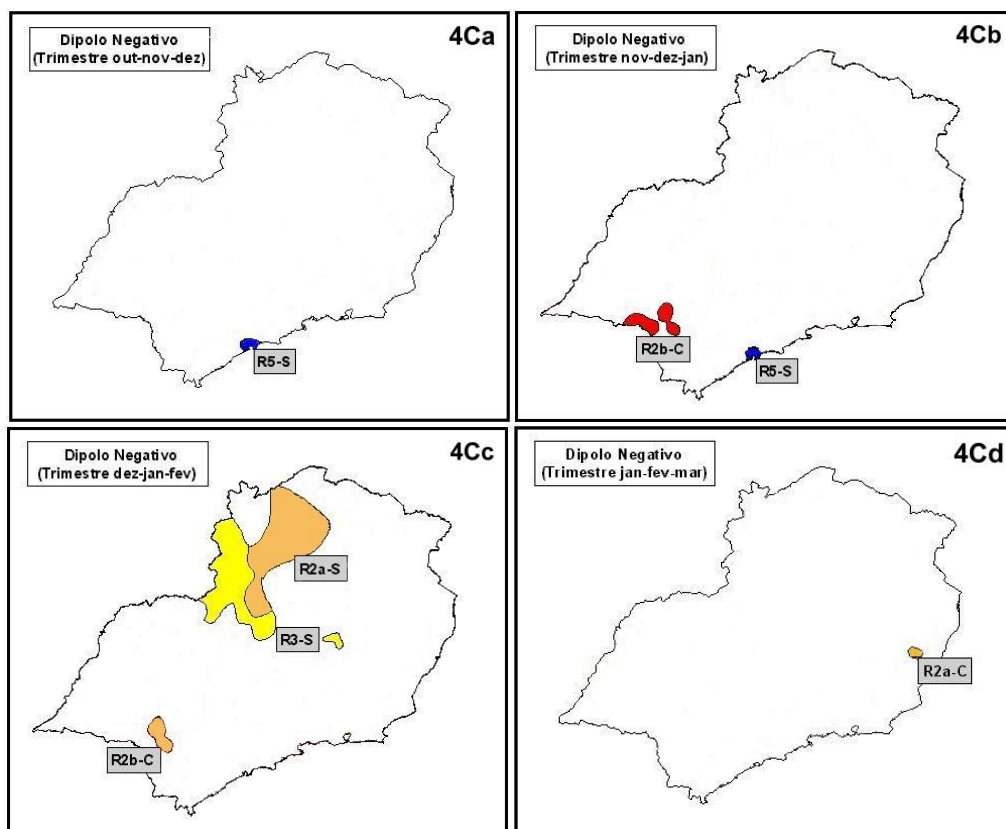


Figura 4C – Sobreposições dos mapas referentes às regiões pluviometricamente homogêneas e das áreas com percentuais de precipitação maior que 20% e menor que -20%, durante eventos Dipolo Negativo, nos trimestres outubro-dezembro (4Ca), novembro-janeiro (4Cb), dezembro-fevereiro (4Cc) e janeiro-março (4Cd).

## APÊNDICE D

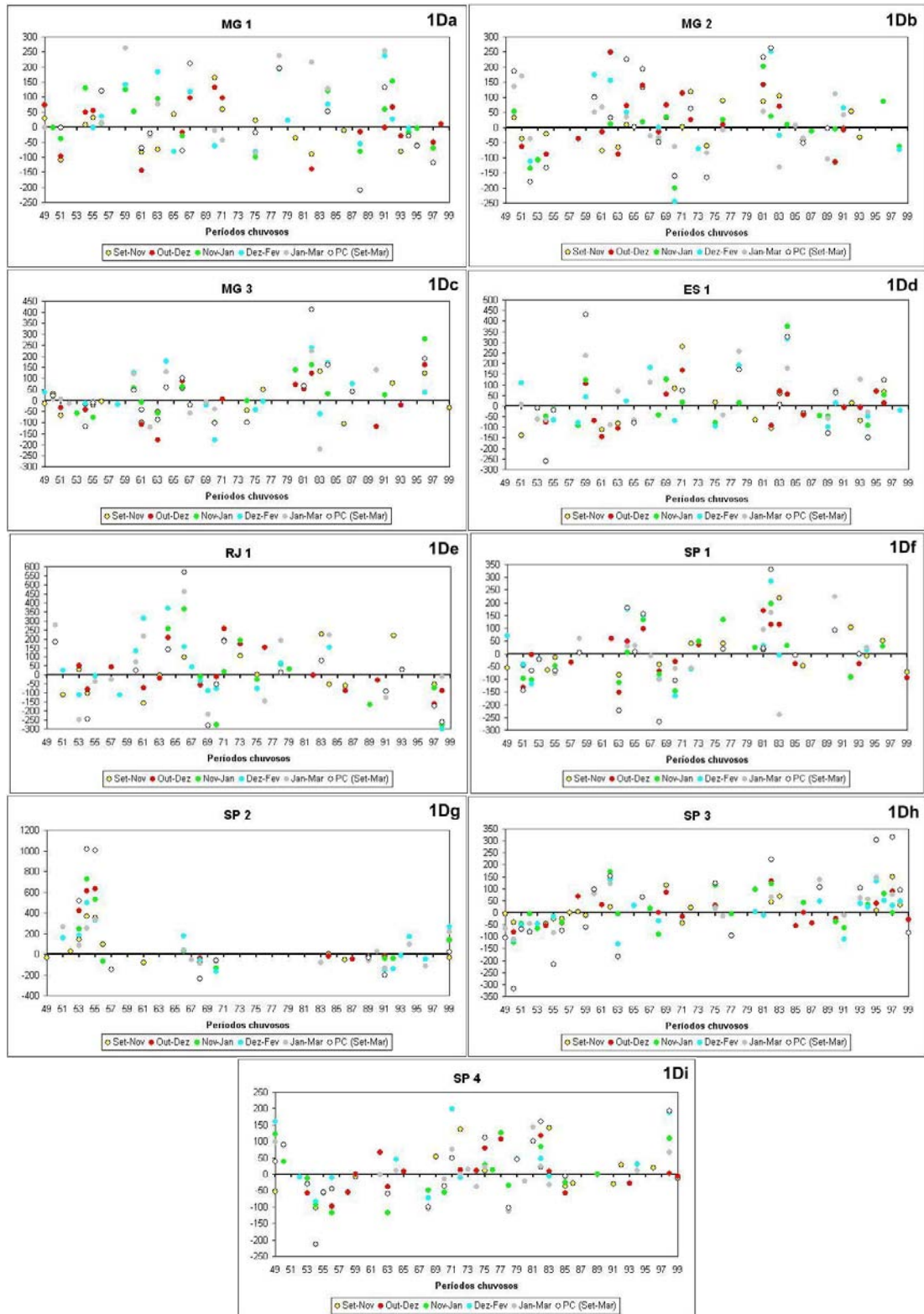


Figura 1D – Diferenças das anomalias de precipitação trimestral e durante o PC, em relação ao desvio-padrão, nas áreas MG1 (1Da), MG2 (1Db), MG3 (1Dc), ES1 (1Dd), RJ1 (1De), SP1 (1Df), SP2 (1Dg), SP3 (1Dh) e SP4 (1Di).

## APÊNDICE E

Tabela 1E – Fontes na internet de informação sobre o acompanhamento da TSM dos oceanos Atlântico e Pacífico

Instituição	Endereço na internet
CPTEC – INPE	<a href="http://www.cptec.inpe.br/enos">www.cptec.inpe.br/enos</a>
Climate Prediction Center - NOAA	<a href="http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/MD_index.html">www.cpc.ncep.noaa.gov/products/MD_index.html</a>

## **CAPÍTULO 2**

### **INFLUÊNCIA DO EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL NA ÉPOCA DE PLANTIO E FENOLOGIA DAS CULTURAS DA SOJA E DO MILHO NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL**

#### **RESUMO**

Dados de estações pluviométricas e meteorológicas foram utilizados para determinar o Índice de Seca Efetiva (ISE) e o balanço hídrico seqüencial de cultura, visando avaliar a influência da forçante El Niño Oscilação Sul (ENOS) nos diferentes estádios fenológicos e épocas de plantio (1<sup>o</sup> de outubro e 1<sup>o</sup> de novembro) das culturas de ciclo médio (duração de 120 dias) do milho e da soja, em áreas cultiváveis da Região Sudeste do Brasil (SEB). Inicialmente, os decêndios foram classificados com base no ISE, bem como definiu-se a quantidade de precipitação necessária para retornar às condições normais. Já o ISE foi aplicado a áreas restritas do SEB, possuindo um raio de 80 km cada uma, com o balanço hídrico seqüencial de cultura, sendo caracterizado o risco climático de cada estágio fenológico, de acordo com os valores do Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA), para solos com três diferentes capacidades de retenção de água, ou seja, 30 mm, 50 mm e 70 mm, porém somente para o Estado de Minas Gerais. Durante eventos La Niña foram observadas anomalias mais significativas e em maior número do

que em relação a eventos El Niño. Porém, esses comportamentos da precipitação são diversificados e independem da intensidade da forçante (moderada ou forte). Similarmente, as influências na cultura da soja são mais visíveis durante ocorrências do La Niña. Patos de Minas, Lavras e Sete Lagoas foram os municípios mais atingidos, principalmente para plantios realizados em 1º de outubro, sendo os estádios fenológicos inicial e final os mais prejudicados. Em plantios realizados em 1º de novembro, o terceiro e quarto estádios foram os mais propícios aos efeitos da fase fria do ENOS. Em anos de El Niño, as regiões de Sete Lagoas e Lavras foram as mais suscetíveis às influências da forçante climática, principalmente em plantios de soja realizados em 1º de novembro. Já, com relação à cultura do milho, a região centro-sul de Minas Gerais foi mais suscetível aos efeitos do La Niña, independentemente da época de plantio e do tipo de solo. No entanto, em anos El Niño as regiões de Lavras e de Sete Lagoas sofreram maior influência do evento climático, principalmente os plantios realizados em 1º de outubro, nos estádios vegetativo e de maturação e em solos com capacidade de água disponível (CAD) igual a 30 mm em ambas as regiões e CAD igual a 50 mm na região de Lavras.

**INFLUENCE OF THE EL NIÑO SOUTHERN OSCILLATION IN THE  
PLANTING DATES AND PHENOLOGY OF SOYBEAN AND  
CORN OF THE SOUTHEAST REGION OF BRAZIL**

**ABSTRACT**

Rainfall data from pluviometric and meteorological stations were used to determine the Effective Drought Index (EDI) and the crop sequential water balance were evaluate to study the influence of the El Niño Southern Oscillation (ENSO) phenomenon in the different crop growing stages and planting dates (October 1<sup>st</sup> and November 1<sup>st</sup>) for crops of medium cycle (duration of 120 days) of corn and soybean, in agricultural areas of the Southeast of Brazil (SEB). Initially, the ten days periods were classified based on EDI, defined as the amount of necessary precipitation to return the normal conditions. While EDI was applied to restricted areas of SEB, for areas with radius of 80 km of each reference meteorological station area, and corresponding crop sequential water balance. The climatic risk was characterized for each crop growing stage, in agreement with the values of the Crop Water Requirement Index (CWRI), for soils with three different soil water holding capacities, i.e., 30 mm, 50 mm and 70 mm, for the State of Minas Gerais. During the La Niña events, larger number and significant anomalies were observed in relation to El Niño events. However, those precipitation behaviors are diversified and they do not depend on the intensity of the phenomenon (moderate or strong). Equally, the soybean crop



was more influenced during the La Niña events. Patos de Minas, Lavras and Sete Lagoas were the locations more influenced, mainly during the planting period of October 1<sup>st</sup>, i.e., during the initial and final crop growing stages. While, for planting period occurring during November 1<sup>st</sup>, the third and the fourth crop stages were the most susceptible to the effects of the ENSO cold phase. In years of El Niño events, the areas of Sete Lagoas and Lavras, were the most susceptible to the influences of that climatic phenomenon, mainly on soybean sowings during the November 1<sup>st</sup>. However, for corn, the South-Center area of the State of Minas Gerais was the most susceptible to La Niña effects, independent on the planting date and soil type. While, in years of El Niño events, the areas of Lavras and Sete Lagoas were largely influenced by that climatic phenomenon during the vegetative and maturation stages and for soils with water holding capacity equal to 30mm, for both areas, and for water holding capacity equal to 50mm for area of Lavras, mainly for planting during October 1<sup>st</sup>.

## 1. INTRODUÇÃO

As ocorrências de forçantes climáticas têm sido associadas a variações nos rendimentos agrícolas de várias regiões do mundo. Dentre as forçantes climáticas de maior interesse para o Brasil, destaca-se o El Niño Oscilação Sul (ENOS). Os efeitos no clima mais conhecidos e de maior impacto provocado por essa forçante estão relacionados ao regime térmico e, principalmente, ao pluviométrico. Na agricultura, as conseqüências desses efeitos exigem estudo minucioso, tendo em vista que o impacto no rendimento de dada cultura depende da duração e severidade dos períodos secos (veranicos), da regularidade das chuvas e das próprias características fisiológicas de cada cultura. Assim, a inclusão de variáveis meteorológicas no estudo do desenvolvimento das plantas não pode ser analisada isoladamente, mesmo que determinadas variáveis possam responder pelas maiores influências nos rendimentos agrícolas. Como exemplo, Silva (1989) mostrou que o acúmulo de graus-dia explicou de 96 a 99% da variação total observada nos estádios fenológicos de três cultivares de milho, em Sete Lagoas (Minas Gerais). Por sua vez, a água disponível no solo influencia a variação de graus-dia acumulados do plantio ao espigamento, havendo tendência de aumento na quantidade de graus-dia para atingir determinado estágio fenológico, com decréscimo no nível de água disponível no solo.

Em estudo realizado para Queensland (Austrália), Clewett et al. (1990) concluíram que a taxa de demanda evaporativa de janeiro, fevereiro e março

foi 16% menor em situações de Índice de Oscilação Sul (IOS) fortemente positivo, em relação ao IOS fortemente negativo. A produção média de grãos em anos com IOS positivo foi de 264 toneladas, enquanto a produção média em anos com IOS fortemente negativo foi de apenas 29 toneladas. Os referidos autores ainda destacaram o trabalho de McKeon et al. (1990), que mostraram que a Oscilação Sul afetou a eficiência do uso de água pelas plantas. Com IOS fortemente positivo, o déficit de pressão de vapor foi menor e a eficiência do uso de água pela planta, maior, em termos de acúmulo de matéria seca por unidade de água transpirada. Comportamento contrário foi observado com IOS fortemente negativo.

A escolha da época de plantio é um fator importante na determinação da produção agrícola, uma vez que possibilita selecionar períodos em que as condições climáticas dominantes indiquem a disponibilidade de água para os períodos críticos. Essa disponibilidade é determinada pela distribuição e intensidade pluviométricas, capacidade de armazenamento de água do solo e consumo de água pela cultura. Como exemplo, Oliveira (1990) destacou que a duração do período de emergência ao florescimento do milho é muito variável com as diferentes épocas de semeadura, apresentando redução à medida que a semeadura é adiada, dentro do período recomendado.

Diante desses questionamentos, uma questão é de consenso, ou seja, o êxito de um investimento agrícola e o desenvolvimento de modelos agroclimáticos confiáveis dependem, diretamente, do conhecimento de forçantes climáticas e de seus efeitos nas variáveis meteorológicas. Estudos referentes à influência das forçantes climáticas têm sido, em sua maioria, baseados na análise dos rendimentos das culturas em anos de ocorrência desses eventos, mas sem considerar, por exemplo, a existência de alguma relação entre si (rendimento e forçante climática) e, se houve, em que estágio fenológico da cultura a referida forçante ocasionou maior influência no rendimento.

## **2. OBJETIVO**

Diante das considerações apresentadas, este trabalho visou atender ao seguinte objetivo:

- Avaliar a influência do El Niño Oscilação Sul nos diferentes estádios fenológicos e épocas de semeadura das culturas de ciclo médio do milho e da soja, em áreas cultiváveis da Região Sudeste do Brasil.

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1. Impacto de fenômenos meteorológicos na agricultura**

##### **3.1.1. Veranicos**

Durante o período chuvoso ocorre o fenômeno denominado regionalmente “veranico”, caracterizado por interrupções da precipitação, podendo ocasionar prejuízos a culturas e problemas no abastecimento de água potável ou para fins de geração de energia hidroelétrica, dependendo de sua duração e periodicidade. Porém, para regiões tropicais o conceito de veranico gera algumas divergências, a começar pelo que se considera como um dia seco. Como exemplos, Wolf (1977) considerou “dia sem chuva” aquele em que a evapotranspiração real é maior que a chuva ocorrida nesse mesmo dia. Já Chatfield (1966) recomendou o valor de 1 mm de chuva diária, abaixo do qual se considera “dia seco”. Castro Neto e Vilella (1986) consideram como período de precipitação pluvial inferior a 3 mm; outros, inferior a 1 mm (ASSAD; SANO, 1998); ou havendo precipitação inferior a 5 mm, num período de sete dias (SILVA et al., 1981). Já Barron et al. (2003) conceberam dia seco aquele em que a precipitação é inferior a 0,85 mm e veranico, o número de dias secos seguidos.

A Sociedade Meteorológica Americana classificou as secas em meteorológicas, agrícolas, hidrológicas e socioeconômicas. A seca

meteorológica é uma consequência do efeito de fenômenos atmosféricos na redução da pluviometria da região. A seca agrícola ocorre quando as disponibilidades hídricas do solo são inadequadas ou insuficientes para atender à demanda evaporativa dos campos cultivados, ao passo que a seca hidrológica se refere aos períodos com níveis dos fluxos superficiais de água (rios, riachos e córregos) e dos reservatórios abaixo do normal. Finalmente, a seca socioeconômica associa o fornecimento e suprimento de algum bem econômico com elementos das secas meteorológica, agrícola e hidrológica (HEIM JÚNIOR, 2002).

Palmer (1965) definiu um período de seca como “um intervalo de tempo, geralmente na ordem de meses ou anos de duração, durante o qual o fornecimento de umidade em dado local é insuficiente ao esperado climatologicamente ou ao suprimento de umidade climaticamente apropriado”.

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) definiu seca como “deficiência contínua e extensa na precipitação” (HEIM JÚNIOR, 2002), ou seja, as secas estão relacionadas com deficiências de precipitação, em períodos extensos, durante uma ou mais estações do ano.

Em experimento realizado em dois locais semi-áridos a leste da África, Barrom et al. (2003) concluíram que o impacto de veranicos nos rendimentos do milho (*Zea mays* L.) mostrou ser maior quando baseado nos estádios de desenvolvimento da cultura do que quando analisado sazonalmente. Acrescentaram que a probabilidade de a ocorrência de veranicos exceder 10 dias de duração é alta quando baseada somente em valores de precipitação. No entanto, quando condições do solo e da cultura foram incluídas com a precipitação e evapotranspiração na análise da seca agrícola, a ocorrência de veranicos afetando negativamente o rendimento do milho foi altamente dependente da capacidade de armazenamento de água no solo. As análises do balanço de água nas ocorrências de secas agrícolas indicam que o crescimento do milho, em solo arenoso, sofreu com veranicos mais freqüentes e de maior duração, em comparação com os sugeridos por meio da análise de seca meteorológica. No Brasil, especificamente no Estado de São Paulo, Brunini et al. (2001) atentaram para o fato de que, mesmo que a precipitação no período de outubro a janeiro e a água disponível no solo necessária ao desenvolvimento do milho não sejam restritivas, podem ocorrer veranicos que,

se forem de longa duração, irão comprometer seriamente a produção vegetal. No entanto, semeaduras antecipadas em setembro ou tardias de fevereiro a março estão sujeitas às altas probabilidades de estresse hídrico ou seca.

Na relação entre o comportamento de veranicos com a TSM, Nobre et al. (2004) correlacionaram séries temporais da frequência e duração (média, total e máxima) dos veranicos com campos globais de anomalias de TSM para a microrregião de Araripina, no Estado de Pernambuco. Os resultados indicaram que anomalias positivas (negativas) de TSM sobre o Atlântico Tropical Sul estão relacionadas com a diminuição (aumento) do número de períodos de estiagem e do número total e médio de dias consecutivos sem chuva durante o período chuvoso da área de estudo. Acrescentaram que as correlações entre as citadas variáveis ocorrem com três a seis meses de antecedência, possibilitando realizar prognósticos da precipitação sazonal sobre o Nordeste do Brasil.

Convencionando veranico como um período de pelo menos cinco dias consecutivos sem chuva, Santana et al. (2005) encontraram maior número de veranicos longos, em anos de El Niño considerados fortes. No entanto, a ocorrência de veranicos prolongados em Pernambuco correlacionou-se significativamente com áreas onde se situa a Alta Subtropical do Pacífico Sul e o Atlântico equatorial durante todos os meses analisados da quadra chuvosa, exceto o período maio a agosto.

Uma das ferramentas mais utilizadas para quantificar os diversos tipos de secas em diferentes escalas de tempo são os índices de seca. O Índice de Seca Efetiva (ISE) foi elaborado recentemente por Byun e Wilhite (1999) e, por ser baseado em valores padronizados, permite comparações entre áreas com diferentes características pluviométricas, além de basear-se na precipitação necessária para retornar às condições normais e representar eficientemente a severidade da seca de maneira oportuna.

### **3.1.2. Geadas**

No Sudeste do Brasil (SEB), as regiões de maior frequência na ocorrência de geadas são o Triângulo Mineiro, Sul/Sudoeste de Minas Gerais e o Estado de São Paulo. Pereira et al. (2002) destacaram a afirmação de

Camargo et al. (1993), mostrando que a suscetibilidade das culturas agrícolas às geadas varia com a espécie e com o estágio fenológico das plantas no momento da ocorrência.

Dos fatores que favorecem a ocorrência de geadas, os macroclimáticos estão mais relacionados aos efeitos ocasionados pelas forçantes climáticas, como exemplo a influência na circulação global atmosférica e oceânica. Os estudos visando determinar possíveis influências de forçantes climáticas na ocorrência de geadas são raros. Dentre esses, Pezza e Ambrizzi (2002), realizando estudo para a cidade de São Paulo, não encontraram nenhuma relação da ocorrência de geadas com o ENOS na análise sazonal do período em estudo (junho a agosto). Porém, em análise mensal, julho destacou-se por apresentar frequência de geadas significativamente maior durante anos de El Niño. Esse resultado, aparentemente em contradição com a temperatura média, estaria indicando fisicamente a possibilidade de ocorrência de eventos extremos de frio durante anos em que a temperatura média ficou sensivelmente acima da normal.

### **3.1.3. Chuvas intensas ou tempestades**

As nuvens que ocasionam tempestades podem se apresentar de dois modos: isoladas, também conhecidas como tempestades isoladas ou locais; ou em grupos, formando tempestades organizadas. A frequência de tempestades em dado local depende de vários fatores, como a topografia, a latitude, a proximidade de massas de água, a continentalidade e a presença de diferentes sistemas meteorológicos. Na Região Sudeste do Brasil, tempestades ocorrem principalmente em associação com sistemas frontais e a Zona de Convergência do Atlântico Sul. Regiões de máxima ocorrência de tempestades situam-se no centro e no norte do Estado de São Paulo e no sul de Minas Gerais (PINTO JÚNIOR; PINTO, 2000).

As chuvas, quando em excesso, acarretam vários danos à agricultura, como erosão, encharcamento das lavouras, lixiviação de nutrientes e argilas, lavagem dos defensivos pulverizados sobre as culturas ou sobre o solo e inclusive perdas de pré-colheita, devido ao apodrecimento das sementes na época da colheita (AZAMBUJA, 1996).



Em muitas situações, as tempestades podem ser acompanhadas de granizo, que por sua vez, dependendo do tamanho das pedras de gelo e da duração da tempestade, podem ocasionar prejuízos principalmente nas folhas e ramos dos cultivares.

## **3.2. Características de cultivares e suas respostas a anomalias e forçantes climáticas**

### **3.2.1. Soja**

A soja tem um sistema radicular bem desenvolvido. Em solos profundos e bem drenados, as raízes chegam a atingir 1,9 m de profundidade, sendo que 63% do sistema radicular se encontra a menos de 10 cm de profundidade e 80%, a menos de 50 cm. Devido ao fato de o sistema radicular ser bem desenvolvido, a cultura suporta bem períodos de escassez de chuva, além do que o longo período de florescimento permite que a cultura escape de secas de curta duração, compensando a perda de flores ou vagens com o aparecimento de flores tardias por ocasião de condições mais adequadas de umidade do solo. Em contrapartida, secas durante o período reprodutivo (pós-florescimento) causam reduções drásticas no rendimento de grãos, devido ao maior abortamento de flores e de vagens, menor período de florescimento, menor número de grãos por vagens, menor período de enchimento de grãos, diminuição da qualidade de grãos, diminuição da qualidade de grãos e aceleração da senescência foliar (CONFALONE; DUJMOVICH, 1999). Contudo, o período crítico ao suprimento de água se dá nas fases de floração e início de frutificação (TUBELIS, 1988).

Em experimento realizado em Viçosa, MG, Confalone et al. (1998) mostraram que a cultura de soja responde ao estresse hídrico com uma redução da sua capacidade de captura da radiação solar, que depende do subperíodo vegetativo, quando o estresse hídrico reduz o índice de área foliar máximo e a taxa de expansão das folhas.

De acordo com Berlato (1988), as exigências de água da cultura da soja variam ao longo do seu ciclo. A maioria dos trabalhos tem constatado como mais críticos dois períodos: o de germinação e o de desenvolvimento de

vagens, porque envolvem diretamente a formação dos componentes do rendimento, quais sejam: número de plantas por área, número de vagens por planta, número de grãos por vagens e peso médio dos grãos. Salinas et al. (1989) explicaram que, durante a germinação, tanto o excesso quanto a falta de água são prejudiciais ao estabelecimento da cultura, sendo que, nesse período, excessos de água são mais limitantes que déficits. No restante do ciclo, os efeitos são menos pronunciados, somente afetando indiretamente os componentes do rendimento, pois a soja tem mecanismos de compensação eficientes sempre que um dos componentes é afetado.

A determinação da melhor época de plantio de uma variedade de soja constitui fator de grande importância na obtenção de bons rendimentos de grãos. Camargo (1984), em estudo de quatro cultivares de soja no Estado de São Paulo, concluiu que o efeito da época de plantio sobre a duração do ciclo mostrou-se mais marcante, nos cultivares de ciclo médio a longo (Santa Rosa, Viçoja e UFV-1). As variedades tardias mostraram-se muito mais afetadas pelo fotoperíodo. O referido autor citou o estudo de Miyasaka (1965), que verificou que a melhor época de plantio da soja nas condições de São Paulo é a primeira quinzena de novembro. Nos plantios efetuados antes de outubro, há tendência de a cultura se tornar forrageira. De acordo com Sedyama e Reis (1979), o primeiro estudo visando determinar a melhor época de plantio da cultura no Triângulo Mineiro foi realizado em Capinópolis, nos anos agrícolas 1968/69 e 1969/70. Os resultados apontaram que as melhores produções de grãos foram obtidas quando os plantios foram efetuados em meados de novembro. Plantios antecipados em outubro ou tardio em dezembro causaram queda considerável na produção. Para aquela região é recomendado o plantio durante o mês de novembro, preferencialmente entre os dias 10 e 25. Já, em Uberaba, estudos conduzidos em três anos indicaram que a melhor época de semeadura para a região vai do final de outubro ao final de novembro. Porém, Sedyama e Reis (1979) evidenciaram que, quando o estágio de maturação da soja (95% de vagens maduras) coincide com plantios realizados em fins de outubro ou início de novembro, a qualidade das sementes pode ser prejudicada, favorecendo o seu processo de deterioração. Essa análise é coerente com os resultados obtidos por Costa Val (1972), como destacado por Rezende e Arantes (1982), que indicaram o período entre 18 e 25 de novembro

como o melhor para o plantio em Sete Lagoas e Uberaba. Estudos realizados em algumas regiões de Minas Gerais, como de Arantes (1978), Takahashi et al. (1978) e Guimarães et al. (1978), citados por Silva (1982), também mostraram que as maiores produções foram obtidas nos campos semeados em novembro, particularmente na primeira quinzena, com cultivares tardios e na segunda, os semitardios.

Resumidamente, a semente de soja, para a germinação e a emergência da plântula, requer absorção de água de pelo menos 50% do seu peso seco. A semeadura em solo seco retarda o início do processo de germinação e expõe as sementes às pragas e microrganismos do solo que prejudicam o estabelecimento de uma população adequada de plantas. Sempre que possível, a semeadura da soja não deve ser realizada quando a temperatura do solo estiver abaixo de 20 °C ou acima de 40 °C, porque prejudica a germinação e a emergência. A faixa de temperatura de solo adequada para semeadura da soja vai de 20 a 30 °C (EMBRAPA, 2005).

Matzenauer e Schacker dos Anjos (2003), avaliando as condições de disponibilidade de água para a soja em diversas épocas de semeadura durante o ENOS, em duas regiões climáticas do Rio Grande do Sul (RS), encontraram maiores deficiências de água na cultura, em anos neutros do que em anos de LN. Em anos de EN, as deficiências são, geralmente, menores que em anos de LN. Durante o subperíodo do início da floração até o início do enchimento de grãos ocorrem as maiores deficiências hídricas, enquanto a semeadura de dezembro apresenta menor risco à produção de grãos. Para a mesma cultura, porém utilizando técnicas geoestatísticas, Rizzi et al. (2003) observaram que durante o EN houve acréscimo na precipitação pluvial acompanhado de aumento na produtividade da cultura ao norte do RS, enquanto em eventos LN, além de se observarem regiões com decréscimo de precipitação, seguidos de redução na produtividade, verificaram-se regiões de acréscimo na precipitação, acompanhadas tanto de aumento quanto de redução na produtividade da cultura de soja.

Baseado nos efeitos conhecidos do El Niño no sul do Brasil, Cunha (1999) realizou uma série de esclarecimentos para reduzir os riscos associados e otimizar o aproveitamento das condições climáticas, quando for o caso, para determinadas culturas em anos de ocorrência da forçante. Em geral, os anos

de EN, pela disponibilidade de água, são de bons rendimentos para a cultura de soja na Região Sul, bem como em outras que possuem características semelhantes. Todavia, o referido autor destacou os seguintes cuidados a serem tomados:

- Escolher cultivares resistentes às principais doenças fúngicas que ocorrem na região; ano de El Niño implica alta umidade, conseqüentemente, cria um ambiente favorável às doenças.

- Preocupar-se com a sanidade e com o tratamento de sementes, pelas razões expostas no item (1).

- Escolher cultivares não-suscetíveis ao acamamento. Em anos de alta umidade, há a tendência de a soja crescer muito, e isso facilita o acamamento em alguns cultivares. E o acamamento de plantas em soja, especialmente quando ocorre na pré-floração, determina grandes perdas do rendimento potencial.

- Regular a semeadora para não colocar uma população acima de 400 mil plantas por hectare. Em anos de alta umidade e com alta população de plantas nas lavouras, as condições são favoráveis ao surgimento de doenças e ao acamamento de plantas.

- Investir no uso de tecnologia, pois, em geral, são anos bons para soja.

Referente aos anos de eventos LN, Cunha (1999) destacou os seguintes cuidados, considerando-se o efeito da forçante na região em ocasionar chuvas abaixo da média:

- Escalonar a época de semeadura e o ciclo de cultivares. Nas semeaduras de outubro, utilizar cultivares de ciclo tardio e semi-tardio.

- Utilizar o tratamento de sementes.

Ávila e Pezzi (1999) analisaram a influência da LN 1998/99 na precipitação no sul do país e suas conseqüências para a safra agrícola do período. Quanto à soja no RS, a cultura foi afetada pela falta de chuva durante o seu ciclo, ocorrendo uma perda de 26.273 ha. Em Santa Catarina, alguns municípios foram afetados pela estiagem de novembro/98 e mais ainda pela estiagem de março/99, além das baixas temperaturas no início de abril/99, que é a época de formação de grãos. Situação semelhante ocorreu no Paraná, onde alguns municípios também foram afetados pela seca de novembro, porém o clima se mostrou favorável à cultura nos meses seguintes.

### 3.2.2. Milho

A cultura do milho (*Zea mays* L.) no Brasil apresenta grande dispersão geográfica, sendo produzido em grande parte do território nacional. No Estado de Minas Gerais, os períodos mais indicados ao plantio para o cultivo de milho em condições de sequeiro, para cada localidade representando regiões climaticamente homogêneas, são os seguintes: Araçuaí, Caratinga, Governador Valadares e Viçosa, entre 01/09 e 01/10; Lavras, entre 01/09 e 30/11; Mocambinho e Teófilo Otoni, entre 01/09 e 31/10; e Montes Claros e Uberaba, entre 01/11 e 31/12 (MACHADO et al., 1999). Esses resultados contradizem, em parte, ao encontrado por Sans et al. (2001), que visaram estabelecer as melhores épocas de semeadura para o milho de sequeiro, por meio da identificação dos riscos climáticos em diferentes ambientes edafoclimáticos. Os pesquisadores concluíram que, para solos com capacidade média de armazenamento de água em Minas Gerais, é grande a área onde se pode fazer a semeadura no primeiro decêndio de outubro, reduzindo, consideravelmente, à medida que se atrasa a semeadura, com a possibilidade, em dezembro, de semear em apenas alguns locais isolados, situados principalmente no Sul do Estado, enquanto para Silva (1989) a estação de crescimento do milho em Sete Lagoas, MG, tem duração de aproximadamente 210 dias. Plantios realizados a partir do segundo decêndio de outubro até meados de novembro correspondem, geralmente, a uma distribuição adequada de chuva durante os períodos vegetativo e reprodutivo da cultura, com a diminuição da precipitação no final do ciclo, favorecendo as operações de colheita. Ele acrescenta que plantios realizados no início de outubro podem ser feitos, embora possam vir a necessitar de irrigação durante o período plantio-emergência.

O milho é caracterizado como uma planta sensível às variações térmicas, da mesma forma que a deficiência de água nas fases de germinação, florescimento e enchimento de grãos é outro fator limitante. Medeiros e Viana (1980) especificaram que, quando a temperatura é o fator limitante, deve-se procurar ajustar os períodos de desenvolvimento mais críticos da cultura às condições médias mais favoráveis. Quanto às precipitações, observa-se que a soma delas durante a estação de crescimento atingiu valores satisfatórios,

havendo, no entanto, períodos freqüentes de falta de água. Tais intervalos são mais prejudiciais onde existem solos com baixa capacidade de retenção de água, estando associado com profundidade, teor de matéria orgânica e propriedades físicas do solo. Acrescentam que o período da sementeira à emergência não varia entre cultivares de milho. As maiores variações ocorrem devido às condições meteorológicas, interagindo com o tipo de solo. De acordo com alguns estudiosos, destacados por Oliveira (1990), para produções de cinco a nove toneladas por hectare as necessidades hídricas do milho situam-se entre 500 a 800 mm, sendo que o consumo médio raramente excede 2,5 mm/dia, enquanto a planta estiver com uma altura de até 30 cm. O consumo vai aumentando gradualmente até atingir cerca de 6,5 mm/dia a 7,5 mm/dia, durante o período de espigamento até a maturação. Quando ocorrem pequenos intervalos de altas temperaturas e baixa umidade do ar, o consumo poderá atingir 10 mm/dia.

Com base em ensaios de sementeira do milho, conduzidos no Município paulista de Santa Cruz das Palmeiras, Lozada e Angelocci (1999) concluíram que a temperatura do ar foi a variável que melhor explicou a duração do subperíodo da sementeira à floração. Da mesma forma, foi a principal responsável a influenciar o rendimento durante o subperíodo do florescimento à colheita.

De modo geral, se as condições meteorológicas permitirem, a melhor época para o plantio do milho seria outubro. Caso contrário, pode-se estender até meados de novembro, atentando para o fato de que plantios mais tardios correm riscos de perdas devido à ocorrência de veranicos. Avelar (1986) acrescentou que os plantios no início do período chuvoso podem, em determinadas ocasiões, ser prejudicados pela baixa disponibilidade de água no solo, devido a pequenas precipitações e pouca reserva de água no solo. Em épocas e anos com precipitações suficientes para o início do desenvolvimento das plantas, a estimativa de dias da sementeira à emergência e a duração do subperíodo propriamente dito têm valores próximos ou idênticos. Já no período de florescimento e enchimento dos grãos, a falta de chuvas afeta a formação das estruturas reprodutivas e a translocação de nutrientes, provocando perdas no rendimento e qualidade dos grãos (EMBRAPA, 1993). Claassen e Shaw (1970) indicaram que o período de maior sensibilidade da cultura do milho, em

relação ao estresse hídrico, é a partir de aproximadamente uma semana antes e duas após o espigamento.

Numa forma generalizada, Brunini et al. (2001) destacaram que as restrições climáticas (seca, geada, frio, altas temperaturas e excesso de chuvas) sobre a cultura são muito variadas devido aos sistemas de cultivo (épocas de semeadura, principalmente). Além disso, os diferentes tipos de solo, com capacidades de retenção de água variada, induzem a um comportamento distinto dos cultivares, podendo provocar perdas drásticas de rendimento.

Aguinsky (1993) analisou a relação entre o rendimento de grãos de milho e a chuva efetiva, em diversas localidades do RS, concluindo que o rendimento de grãos de milho é linearmente dependente do volume de água disponível e que a distribuição da precipitação é mais importante que a quantidade.

Da mesma forma que a soja, no sul do Brasil a boa disponibilidade de água, em anos de EN, os rendimentos do milho tem sido bons. No entanto, Cunha (1999) citou alguns cuidados:

- Observar o estado sanitário e realizar tratamento de sementes. Ano de alta umidade e ambiente favorável às doenças.

- Evitar o plantio em áreas sujeitas ao acúmulo de água (baixadas). O milho é uma cultura muito sensível ao encharcamento do solo, particularmente na sua fase inicial.

- Cuidar com a adubação nitrogenada em cobertura. Nos anos de muita chuva, a lixiviação de N é grande, e os sintomas de deficiência de N na cultura de milho ficam evidentes. Também observar as previsões de chuva, para evitar a colocação de adubo antes de uma chuva forte e, pela mobilidade do N, esse nutriente acabar sendo perdido.

Quanto a LN, que se caracteriza por ocasionar chuvas abaixo da média no sul do país, Cunha (1999) fez as seguintes orientações, referente ao cultivo do milho:

- Escalonar a época de semeadura com cultivares de diferentes ciclos para evitar a coincidência da estiagem com o período crítico (floração) de toda a lavoura.

- Não utilizar populações de plantas superiores às recomendadas para as condições de baixa precipitação.

Estudo de Mota (1999) para o RS confirmou as indicações de Cunha (1999). No período de 1966 a 1995, a ocorrência do El Niño aumentou, em média, 11,8% o rendimento do milho no Estado do RS, e nos anos de ocorrência de eventos fortes o aumento foi em média de 5,6%. A ocorrência de La Niña diminuiu o rendimento médio do milho em 18,7%, e nos anos de ocorrência de eventos fortes a diminuição do rendimento foi de 9,5%. Igualmente, Fontana e Berlato (1996) avaliaram a influência do ENOS sobre a precipitação e o rendimento de milho no RS. Verificaram desvios positivos em relação à média de precipitação nos meses de novembro a abril, nas localidades de Passo Fundo e Cruz Alta. Os meses com desvios negativos de precipitação coincidiram com os meses mais críticos para as culturas de primavera-verão. É nessa época que as culturas estão em pleno desenvolvimento, coincidindo com elevada demanda evaporativa da atmosfera e, portanto, alto consumo de água e máxima sensibilidade ao déficit hídrico.

No evento LN de 1998/99, a cultura foi afetada no RS, devido à falta de chuva durante o desenvolvimento, em uma área de 173.910 ha totalmente perdidos. Essa quebra representou 7% da safra total, em relação à inicialmente prevista. Em Santa Catarina, o rendimento do milho foi prejudicado pela estiagem de novembro/98, época de plantio e desenvolvimento vegetativo. A floração e a formação de espigas foram prejudicadas em março/99 pela seca e em início de abril/99 pelas baixas temperaturas. A safra foi prevista inicialmente em 2.920.000 toneladas e a última estimativa de abril foi de 2.670.000 toneladas (ÁVILA; PEZZI, 1999).

Rodrigues da Silva et al. (1999) analisaram a influência das anomalias da TSM dos oceanos Atlântico tropical e Pacífico, na região do Niño 3, com os rendimentos das culturas de feijão, milho, mandioca e algodão herbáceo, cultivadas em sistema de sequeiro no Nordeste do Brasil, onde encontraram relação de ambos os oceanos, sendo o maior relacionamento no Estado da Paraíba e menor na Bahia e no Maranhão.



## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Dados e área de estudo**

Foram utilizados dados de estações pluviométricas consideradas homogêneas após a realização do teste de seqüência, estando localizadas na Região Sudeste do Brasil (SEB), em áreas de maior produtividade e climaticamente aptas para as culturas do milho (Figura 1a) e da soja (Figura 1b) (SEDIYAMA; REIS, 1979; MOURA; OLIVEIRA, 1980; ROSSING et al., 1996; ALFONSI et al., 1997; EPAMIG, 2005; IBGE, 2005). As estações pluviométricas localizadas em Minas Gerais estão incorporadas à Rede Hidrometeorológica da Agência Nacional de Águas (ANA), enquanto as localizadas no Estado de São Paulo são pertencentes ao Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE).

Os dados de temperaturas máxima e mínima, umidade relativa, insolação e velocidade do vento a 10 m de altura no período de 1961 a 2000, foram obtidos de 14 estações meteorológicas localizadas no Estado de Minas Gerais e pertencentes ao 5<sup>o</sup> Distrito de Meteorologia, do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Dentre essas estações meteorológicas, três estão localizadas a uma distância máxima de 50 km do limite das áreas de maior produtividade e climaticamente aptas para os cultivares de milho e soja, visando evitar viés no processo de interpolação dos dados.

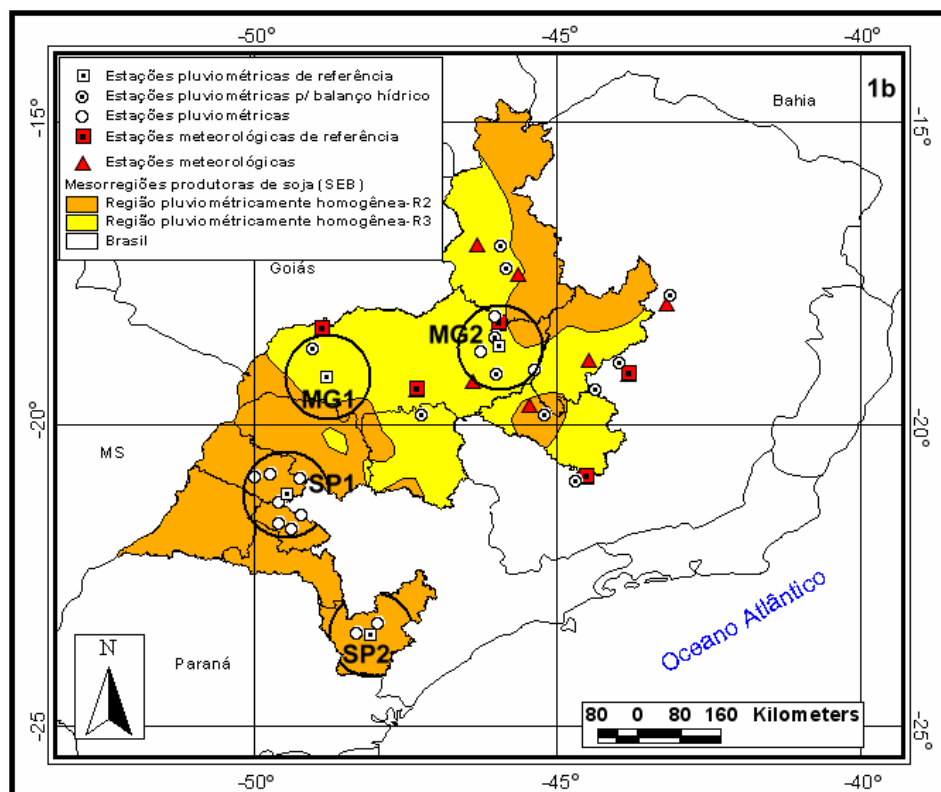
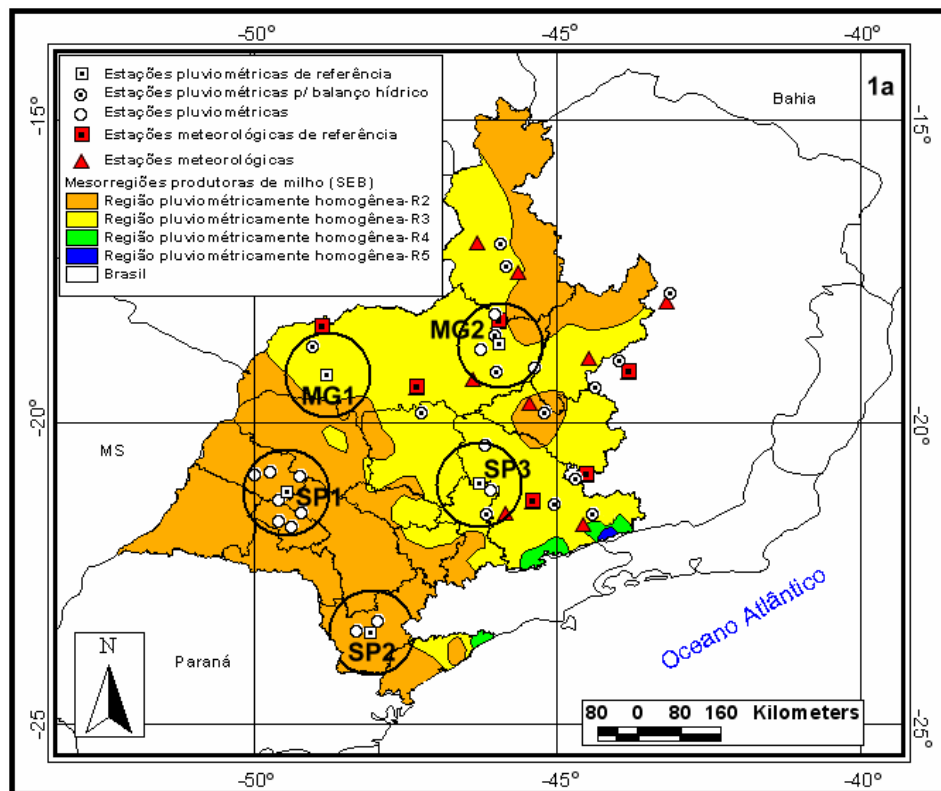


Figura 1 – Localização geográfica das estações pluviométricas e meteorológicas nas áreas de cultivo do milho (1a) e da soja (1b), na Região Sudeste do Brasil.

A Figura 1 ilustra a localização espacial das estações meteorológicas nas áreas cultiváveis de milho (Figura 1a) e da soja (Figura 1b), enquanto a Tabela 1 apresenta as informações pertinentes a essas estações, como o município ao qual pertence, o código de identificação, as coordenadas geográficas e a altitude.

Tabela 1 – Informações referentes às estações meteorológicas localizadas em Minas Gerais (código, municípios aos quais pertencem, coordenadas geográficas e altitude)

Código	Município	Latitude (°)	Longitude (°)	Altitude (m)
83479	Paracatu	-17,22	-46,87	687
83481	João Pinheiro	-17,74	-46,17	766
83514	Capinópolis	-18,68	-49,57	564
83531	Patos de Minas	-18,58	-46,52	833
83538	Diamantina	-18,25	-43,60	1.114
83570	Pompeu	-19,22	-44,94	658
83577	Uberaba	-19,75	-47,93	802
83579	Araxá	-19,59	-46,94	997
83582	Bambuí	-20,01	-45,98	706
83586	Sete Lagoas	-19,47	-44,25	762
83681	Poços de Caldas	-21,92	-46,38	1.150
83683	Machado	-21,72	-45,92	1.180
83687	Lavras	-21,25	-45,00	920
83736	São Lourenço	-22,12	-45,05	875

#### 4.2. Influência do ENOS nas culturas do milho e da soja

A análise da influência do El Niño Oscilação Sul (ENOS) durante os diferentes estádios fenológicos do milho e da soja foi realizada mediante a utilização do Índice de Seca Efetiva (ISE) e do balanço hídrico seqüencial de cultura, sendo a última adotada somente em Minas Gerais, devido à disponibilidade de dados meteorológicos.

O período de avaliação, em ambas as culturas, foi realizado nas duas datas de plantio, sendo 1º de outubro e 1º de novembro e considerando a duração de 120 dias para cultivares de ciclo médio. As fases fenológicas e respectivas durações dos cultivares foram as seguintes:

- Milho: 1<sup>o</sup>) Estabelecimento (20 dias), 2<sup>o</sup>) Vegetativo (30 dias), 3<sup>o</sup>) Floração/enchimento de grãos (60 dias) e 4<sup>o</sup>) Maturação (10 dias).

- Soja: 1<sup>o</sup>) Estabelecimento (10 dias), 2<sup>o</sup>) Vegetativo (35 dias), 3<sup>o</sup>) Floração/enchimento de grãos (65 dias) e 4<sup>o</sup>) Maturação (10 dias).

#### 4.2.1. Índice de Seca Efetiva

O ISE, elaborado por Byun e Wilhite (1999), é uma função da quantidade de precipitação necessária para recuperar o déficit acumulado desde o início da seca, sendo determinado neste estudo na escala decendial. O primeiro passo para a sua determinação é o cálculo da precipitação efetiva (PE), definida em função da precipitação observada no decêndio corrente e a precipitação dos decêndios anteriores, tendo esses os menores “pesos” (equação 1).

$$PE_j = \sum_{n=1}^i \left( \sum_{m=1}^n \frac{P_m}{n} \right) \quad (1)$$

em que:

$j$  = índice do decêndio corrente;

$i$  = duração sobre o qual a soma é calculada, sendo considerada neste estudo igual a 3, ou seja, é o decêndio corrente somado com os dois decêndios anteriores; e

$P_m$  = é a precipitação  $m-1$  decêndio, antes do decêndio corrente.

Como exemplo, se  $i=3$ , então para o cálculo da PE do primeiro decêndio de plantio (1<sup>o</sup> de outubro) foram considerados os valores de precipitação dos dois últimos decêndios do mês de setembro (11 a 20 e 21 a 30).

A quantidade de precipitação necessária para retornar a condição normal (PRN) foi calculada usando-se o desvio (DPE) entre a PE e a média de um referido decêndio.

$$PRN_j = \frac{DPE_j}{\sum_{n=1}^j \left( \frac{1}{n} \right)} \quad (2)$$

Finalmente, o ISE foi calculado conforme a equação 3.

$$ISE_j = \frac{PRN_j}{DP(PR\!N)} \quad (3)$$

sendo DP(PR<sub>N</sub>) o desvio-padrão do PR<sub>N</sub> para um referido decêndio.

Assim, o ISE de cada decêndio durante o ciclo das culturas para as duas épocas de plantio estipuladas, obtidos em anos de ocorrência do ENOS, foi inserido nas seguintes classificações: seca extrema (SE): ISE < -2; seca severa (SS): -1,99 < ISE < -1,5; seca moderada (SM): -1,49 < ISE < -1; condições próximas do normal (N): -0,99 < ISE < 0,99; chuva moderada (CM): 1 < ISE < 1,49; chuva severa (CS): 1,50 < ISE < 1,99; e chuva extrema (CE): ISE > 2.

O ISE foi restrito a áreas predefinidas, de forma a representar as áreas de cultivo do milho (Figura 1a) e da soja (Figura 1b), na Região Sudeste do Brasil. Nessas áreas, primeiramente, optou-se pela escolha de uma estação pluviométrica como referência, com série de dados a mais completa possível. A partir dessa seleção foram incluídas as estações envolvidas num raio de 80 km, desde que elas estivessem localizadas na mesma região pluviometricamente homogênea da estação de referência.

A delimitação das regiões pluviometricamente homogêneas foi feita mediante a soma total da precipitação de cada período chuvoso (setembro a março) e posterior obtenção da média de cada uma das estações pluviométricas utilizadas no Capítulo 1 deste estudo.

A definição dos eventos ENOS utilizados na aplicação do ISE foi realizada naqueles com relação entre a precipitação mensal (setembro a março) das áreas predefinidas a TSM do Pacífico, nas regiões Niño 1+2 (0° - 10°S e 90° - 80°W), Niño 3.4 (5°N - 5°S e 170°W - 120°W) e, ou, o Índice de Oscilação Sul (IOS). Os coeficientes de correlação, testados no nível de 5% de significância, pelo teste F, foram determinados mediante a correlação parcial “lag”, para oito diferentes intervalos de tempo (“lags”), ou seja, mantendo fixo o valor de precipitação e defasando em um mês os valores das demais variáveis.

#### 4.2.2. Balanço hídrico seqüencial de cultura

A utilização do balanço hídrico, nas culturas do milho e da soja, visou determinar o Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA) nos diferentes estádios fenológicos das culturas, de acordo com a equação 4.

$$ISNA = \frac{ET_r}{ET_c} \quad (4)$$

em que  $ET_r$  é a evapotranspiração real (mm), e  $ET_c$  é a evapotranspiração máxima da cultura (mm).

Por sua vez, a  $ET_c$  foi calculada em função da evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ), como se segue:

$$ET_c = K_c \cdot ET_o \quad (5)$$

em que  $ET_o$  foi estimada pelo método de Penman-Monteith (padrão FAO-1998), conforme equação 6, e  $K_c$  é o coeficiente de cultura, cujos valores dos diferentes estádios fenológicos da soja e do milho se encontram na Tabela 2.

$$ET_o = \frac{0,408 \cdot s \cdot (Rn - G) + \frac{\gamma \cdot 900 \cdot U_2 \cdot (e_s - e_a)}{t + 273}}{s + \gamma \cdot (1 + 0,34 \cdot U_2)} \quad (6)$$

em que:

$Rn$  = saldo de radiação diário ( $MJ/m^2/dia$ );

$G$  = fluxo de calor no solo ( $MJ/m^2/dia$ );

$\gamma$  = coeficiente psicrométrico ( $0,063 \text{ kPa}/^\circ\text{C}$ );

$t$  = temperatura média do ar ( $^\circ\text{C}$ );

$U_2$  = velocidade do vento a 2 m de altura (m/s);

$e_s$  = pressão de saturação de vapor (kPa);

$e_a$  = pressão parcial de vapor (kPa); e

$s$  = declividade da curva de pressão de vapor à temperatura do ar ( $\text{kPa}/^\circ\text{C}$ ).

Tabela 2 – Valores dos coeficientes de cultura ( $K_c$ ) de cada estágio fenológico das culturas do milho e da soja

Culturas	$K_c$ por Estádio Fenológico			
	1º	2º	3º	4º
Milho	0,3 - 0,5	0,7 - 0,9	1,0 - 1,2	0,8 - 0,9
Soja	0,3 - 0,4	0,6 - 0,8	1,0 - 1,2	0,7 - 0,8

Para cada data de plantio, foram considerados três valores de capacidade de água disponível no solo (CAD), que variaram em função do tipo de solo, cujos valores se encontram na Tabela 3 (BRUNINI et al., 2001; MALUF et al., 2001; SILVA; ASSAD, 2001), bem como a profundidade efetiva média das raízes entre 40 cm e 50 cm.

Tabela 3 – Capacidade de água disponível no solo (mm) em função do tipo de solo

Tipo de Solo	Características do Solo	CAD (mm)
1	Arenosos, baixa capacidade de armazenamento de água	30
2	Textura média	50
3	Argilosos, alta capacidade de armazenamento de água	70

Visando considerar as condições reais de umidade do solo no período de plantio, o cálculo do balanço hídrico seqüencial teve início 10 dias antes da data de plantio.

A escolha de alguns eventos ENOS para a realização dos balanços hídricos de cultura foi definida como aqueles com relação entre a precipitação mensal (setembro a março) da área MG2 (Figura 1), com a TSM do Pacífico, nas regiões Niño 1+2, Niño 3.4 e, ou, o IOS. Os coeficientes de correlação determinados mediante a aplicação da correlação parcial “lag”, em oito diferentes intervalos de tempo (“lags”), foram testados, igualmente conforme definido para a escolha dos eventos ENOS utilizados na aplicação do ISE.

Assim, a caracterização do risco climático para os cultivares de milho e de soja foram incluídos nas seguintes classes, de acordo com os valores do ISNA: para o milho:  $ISNA \geq 0,55$  (baixo risco climático);  $0,55 > ISNA > 0,45$  (médio risco climático); e  $ISNA \leq 0,45$  (alto risco climático), e para a soja:  $ISNA \geq 0,65$  (baixo risco climático);  $0,65 > ISNA > 0,55$  (médio risco climático); e  $ISNA \leq 0,55$  (alto risco climático) (ANDRADE JÚNIOR et al., 2001; BRUNINI et al., 2001; CUNHA et al., 2001; MALUF et al., 2001; SANS et al., 2001; ASSAD et al., 2003; SILVA et al., 2005).

### **4.3. Ferramentas computacionais**

As correlações parciais “lags” foram determinadas por meio do programa Statistica, versão 6.0. O programa REF-ET foi utilizado para a estimativa da evapotranspiração de referência, enquanto para a organização e cálculo dos balanços hídricos seqüenciais de cultura foi utilizada a planilha eletrônica Microsoft Excel.

O software ArcView GIS 3.2a foi utilizado para a geoespacialização dos resultados referentes ao ISNA médio para determinadas datas de plantio, CAD e estádios fenológicos das culturas. Para tal, utilizou-se o interpolador linear IDW do software, considerando os 12 pontos mais próximos para interpolação, e, após análises preliminares, empregou-se a quarta potência para o cálculo da distância euclidiana.



## **5. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **5.1. Análise pelo Índice de Seca Efetiva (ISE)**

#### **5.1.1. El Niño**

Na Tabela 4a-e constam as classificações por decêndio e respectivas quantidades de precipitação necessárias para retornarem a condição normal em anos de El Niño (EN), correlacionados com a precipitação de cada uma das cinco áreas selecionadas e abrangendo o período de ciclo médio das culturas do milho e da soja, tendo como referência as duas datas de plantio estabelecidas neste estudo.

A área MG1 apresenta alguns eventos com características marcantes da precipitação, como durante os primeiros decêndios do período 1972/73 e nos decêndios finais no evento de 1994/95. Considerado um dos eventos mais fortes do século 20, a precipitação observada no ano de 1982/83, na área MG1, foi a mais próxima às condições normais dentre os El Niños analisados (Tabela 4a). Em contrapartida, o referido evento foi o de maior influência na área MG2, em especial a partir do terceiro decêndio de dezembro, chegando a haver necessidade de chover 126,5 mm no primeiro decêndio de janeiro para atender às condições normais (Tabela 4b). Um comportamento dessa magnitude na precipitação ocasiona prejuízos às culturas do milho e da soja, haja vista tratar-se do período final do ciclo fenológico, favorecendo o aparecimento de fungos e pragas.

Tabela 4 – Classificações decendiais e respectivas quantidades de precipitação (mm) necessárias para retornarem à condição normal em anos de El Niño, de moderada (M) e forte (F) intensidades, nas áreas MG1 (4a), MG2 (4b), SP1 (4c), SP2 (4d) e SP3 (4e)

4a	72/73(F)	77/78(M)	82/83(F)	86/87(F)	87/88(F)	92/93(M)	94/95(M)
1/out.	CM(59,1)	N(-21,0)	N(-10,3)	SM(-57,4)	N(3,4)	N(31,4)	SM(-50,6)
2/out.	CM(62,5)	N(-37,3)	N(36,6)	N(-17,5)	N(-20,4)	N(22,8)	SM(-46,5)
3/out.	N(-16,0)	CE(124,3)	N(-25,1)	N(10,7)	N(21,5)	N(0,0)	N(14,1)
1/nov.	CE(108,1)	N(45,3)	N(-16,7)	N(17,1)	CM(78,4)	N(-13,6)	N(-27,3)
2/nov.	CM(80,2)	CS(83,2)	N(-16,0)	N(-40,0)	N(1,4)	N(-49,6)	N(53,7)
3/nov.	N(41,6)	CE(108,9)	N(-48,6)	N(-51,8)	N(-4,4)	N(22,9)	N(-44,2)
1/dez.	N(-22,1)	CE(85,6)	N(33,7)	SM(-42,1)	N(11,6)	SM(-52,7)	N(-29,8)
2/dez.	N(10,1)	N(6,9)	CE(77,0)	SM(-49,0)	CS(56,0)	N(21,3)	SM(-39,9)
3/dez.	N(32,7)	N(14,6)	N(30,2)	N(-0,9)	N(1,7)	N(10,1)	N(29,4)
1/jan.	N(-7,9)	CS(80,4)	N(36,7)	N(-39,7)	CM(57,3)	N(-47,6)	CM(71,3)
2/jan.	N(35,6)	N(50,3)	CE(151,0)	SM(-76,7)	N(-37,2)	SM(-78,5)	N(-25,1)
3/jan.	N(51,0)	SM(-70,1)	N(11,1)	CS(106,7)	N(-43,3)	SM(-93,7)	N(-32,5)
1/fev.	N(-71,4)	SM(-98,6)	N(-0,2)	N(-9,3)	N(35,9)	SM(-100,8)	CS(127,3)
2/fev.	N(-54,4)	SM(-88,3)	N(-29,7)	CM(77,6)	N(0,3)	N(-31,0)	CS(116,3)
3/fev.	N(-26,8)	SM(-44,2)	N(-24,8)	N(3,4)	N(22,3)	N(-19,1)	CM(43,0)

4b	65/66(M)	69/70(M)	72/73(F)	77/78(M)	82/83(F)	87/88(F)	91/92(F)	92/93(M)	97/98(F)
1/out.	N(-2,9)	N(-1,4)	CE(94,4)	CM(42,2)	N(-6,4)	N(-13,2)	N(11,7)	CM(41,3)	N(-26,4)
2/out.	N(4,4)	CM(35,9)	CE(87,6)	N(-4,5)	N(9,7)	N(-28,8)	N(10,2)	N(14,4)	SM(-37,3)
3/out.	N(36,0)	CE(85,7)	N(-5,3)	N(-20,2)	N(3,4)	N(34,2)	SM(-57,8)	N(25,2)	N(29,8)
1/nov.	N(-13,2)	CS(91,3)	N(39,5)	N(-32,7)	N(-32,6)	N(5,5)	N(-26,3)	CE(128,3)	N(-20,1)
2/nov.	N(20,5)	CS(85,6)	CM(65,4)	N(38,5)	N(-9,1)	N(-1,2)	SM(-60,8)	N(-5,7)	N(-17,2)
3/nov.	N(32,0)	N(-26,6)	CM(52,3)	N(30,3)	SM(-58,6)	N(-31,8)	SM(-58,3)	N(-41,5)	CM(62,4)
1/dez.	CM(60,1)	N(1,7)	N(-35,7)	N(46,8)	N(-36,9)	N(-10,8)	N(-43,8)	SM(-62,6)	CM(65,4)
2/dez.	N(-26,4)	CM(51,3)	N(-47,2)	N(-30,0)	SM(-53,4)	N(40,4)	N(8,2)	N(11,7)	CS(95,7)
3/dez.	SS(-80,0)	N(32,1)	N(17,4)	N(-20,8)	CM(56,3)	N(-16,5)	N(-36,0)	N(-0,1)	N(11,1)
1/jan.	CM(70,1)	N(3,4)	N(-23,6)	N(34,6)	CE(126,5)	N(-17,4)	N(-37,2)	N(-14,6)	N(-3,3)
2/jan.	N(62,5)	N(37,3)	N(28,6)	CM(66,5)	CS(114,8)	N(-56,1)	N(47,5)	N(-36,5)	N(-61,9)
3/jan.	N(31,9)	N(35,5)	N(-12,3)	N(-60,6)	CS(121,4)	SM(-99,5)	CM(97,6)	N(-65,7)	N(-61,4)
1/fev.	N(50,2)	N(-88,1)	N(-29,5)	SM(-118,2)	CM(119,9)	N(57,3)	CE(238,1)	N(-49,2)	SM(-124,8)
2/fev.	N(-36,7)	SM(-63,7)	N(-34,0)	N(-6,2)	CS(79,6)	CM(66,5)	N(39,4)	N(22,5)	N(0,7)
3/fev.	SM(-41,4)	N(12,8)	SM(-41,5)	CM(48,8)	CM(44,2)	N(-1,6)	N(-9,3)	CS(67,2)	N(37,9)

4c	69/70(M)	72/73(F)	82/83(F)	92/93(M)	94/95(M)
1/out.	N(62,0)	CE(151,7)	CM(72,3)	N(-22,8)	N(-57,7)
2/out.	N(3,9)	CE(100,9)	CS(89,7)	N(-14,3)	N(-38,6)
3/out.	N(9,2)	N(15,9)	N(13,9)	N(6,6)	CS(41,2)
1/nov.	N(24,5)	CM(33,5)	N(-12,2)	N(-0,1)	N(12,8)
2/nov.	CS(79,8)	N(31,6)	N(6,6)	SM(-49,5)	N(9,8)
3/nov.	N(-3,8)	N(-13,1)	N(18,7)	N(19,3)	N(-7,2)
1/dez.	N(-58,0)	N(-36,9)	N(-13,8)	N(-27,9)	N(-49,1)
2/dez.	SM(-77,7)	SM(-82,2)	N(40,1)	N(-53,2)	N(-20,9)
3/dez.	SM(-37,5)	N(-11,5)	CS(57,1)	SM(-47,9)	N(28,1)
1/jan.	N(-16,9)	SM(-53,1)	N(20,4)	N(-9,5)	CE(104,7)
2/jan.	N(15,8)	N(-18,0)	CE(140,4)	N(19,4)	N(8,7)
3/jan.	N(-18,9)	N(45,2)	N(43,4)	N(-22,5)	N(-2,1)
1/fev.	N(-9,0)	N(8,2)	N(32,6)	N(22,5)	CM(65,1)
2/fev.	N(32,0)	N(1,1)	N(7,6)	N(42,9)	CS(70,6)
3/fev.	N(6,9)	SS(-29,5)	N(-18,5)	CM(29,2)	N(17,8)

Continua...

Tabela 4 – Cont.

4d	65/66(M)	69/70(M)	77/78(M)	87/88(F)	91/92(F)	97/98(F)
1/out.	N(0,9)	N(46,2)	N(-33,8)	N(-11,8)	CM(59,8)	N(25,6)
2/out.	N(-1,9)	N(19,0)	N(-13,3)	N(-6,2)	N(-10,1)	N(-31,3)
3/out.	N(-15,7)	CM(29,9)	N(-28,5)	N(-12,7)	SS(-46,0)	SM(-33,6)
1/nov.	N(7,1)	N(18,2)	N(21,9)	N(-24,3)	SM(-28,6)	SS(-44,8)
2/nov.	N(-31,4)	CS(50,6)	N(7,2)	N(-24,9)	N(-17,5)	CM(38,4)
3/nov.	N(-24,4)	N(0,8)	N(20,5)	N(-33,7)	N(-44,8)	N(25,9)
1/dez.	CS(64,0)	N(-36,6)	N(29,1)	N(-24,2)	SM(-40,4)	N(-6,3)
2/dez.	CM(74,3)	SM(-61,1)	N(-8,6)	N(2,4)	N(44,6)	N(-33,4)
3/dez.	CS(54,0)	N(13,5)	N(-4,1)	N(-15,1)	N(21,7)	N(5,3)
1/jan.	N(-7,2)	CS(71,1)	N(-36,4)	N(-7,7)	N(-31,5)	N(21,3)
2/jan.	N(-14,5)	CM(42,8)	SM(-46,8)	N(-13,5)	SM(-47,0)	N(-23,8)
3/jan.	CM(47,5)	N(9,4)	SM(-46,8)	N(3,4)	SS(-57,9)	N(-16,4)
1/fev.	N(4,0)	CM(66,3)	SM(-55,6)	N(-3,6)	N(6,7)	SM(-48,0)
2/fev.	N(-5,3)	CM(79,8)	N(-58,7)	N(-41,4)	N(-38,6)	N(-39,9)
3/fev.	N(-33,2)	CM(34,7)	SM(-37,4)	N(26,9)	N(-31,7)	N(32,5)

4e	51/52(M)	69/70(M)	72/73(F)	92/93(M)	94/95(M)
1/out.	SM(-63,6)	N(0,1)	N(28,0)	N(41,8)	SM(-47,5)
2/out.	N(-28,4)	N(2,0)	CM(47,3)	CM(56,7)	N(-41,9)
3/out.	N(-28,8)	N(-5,7)	N(-15,6)	CE(81,7)	N(1,7)
1/nov.	SS(-50,2)	N(28,1)	CM(33,0)	CE(67,5)	N(-4,3)
2/nov.	SS(-86,7)	CS(112,9)	N(44,5)	N(-41,2)	N(-4,7)
3/nov.	N(27,8)	CM(36,8)	CM(45,7)	SM(-32,9)	N(-31,3)
1/dez.	N(-7,3)	N(-7,0)	N(-10,4)	SM(-56,3)	SM(-64,2)
2/dez.	SM(-71,6)	N(-6,4)	SM(-84,5)	N(-17,8)	N(-12,0)
3/dez.	SM(-88,0)	N(-44,4)	N(24,1)	N(-62,2)	N(38,5)
1/jan.	SM(-84,6)	N(5,2)	N(-24,2)	N(-41,1)	N(41,9)
2/jan.	N(2,0)	N(-3,1)	N(-6,6)	SM(-65,8)	N(-50,5)
3/jan.	N(3,6)	N(-11,4)	N(-34,9)	SM(-54,7)	N(-37,2)
1/fev.	N(-15,0)	N(-65,0)	N(-55,7)	N(7,9)	CS(138,7)
2/fev.	N(-12,2)	N(33,1)	N(-62,5)	N(18,0)	CE(186,4)
3/fev.	N(-3,0)	CM(54,8)	SM(-43,2)	N(19,7)	CM(51,4)

Índice:

N = normal, SE = seca extrema, SS = seca severa, SM = seca moderada, CE = chuva extrema, CS = chuva severa e CM = chuva moderada.

Na área SP1 (Tabela 4c), além de haver poucos eventos EN correlacionados com a precipitação mensal, o seu comportamento na escala decendial foi descaracterizado. Já em SP2 (Tabela 4d) os eventos de 1965/66 e 1969/70 foram marcados com chuvas acima da média, ocorrendo o oposto, nos EN de 1977/78, 1991/92 e 1997/98. A precipitação observada durante o “El Niño-duplo” 1987/88 foi unânime em ter todos os decêndios caracterizados como “normal”. Enquanto na área SP3 (Tabela 4e), salvo os eventos de 1951/52 e 1969/70, em que foram observadas precipitações efetivas abaixo e acima da média, respectivamente, a precipitação nos demais eventos foi descaracterizada, ora com decêndios chuvosos, ora com decêndios secos.

Uma análise geral indica que durante a fase quente do El Niño Oscilação Sul a precipitação nas áreas cultiváveis de milho e de soja, da Região Sudeste do Brasil, não possui uma característica significativa.

### **5.1.2. La Niña**

Os resultados da Tabela 5a-e evidenciaram uma diversidade do comportamento pluviométrico decendial em anos de La Niña, impossibilitando, por exemplo, destacar um evento com influência unânime entre as áreas e os eventos analisados.

Na área MG1, observou-se uma leve tendência do LN em ocasionar chuvas acima da média na escala decendial (Tabela 5a), comportamento oposto a MG2, salvo o evento de 1950/51, em que houve somente anomalias positivas de precipitação efetiva, sendo este observado em seis decêndios (Tabela 5b). No entanto, a pequena quantidade de eventos envolvidos na análise de MG1 impossibilita uma conclusão mais precisa quanto à influência da fase fria do ENOS.

Quanto às áreas localizadas no Estado de São Paulo, em SP1 foram observados LN com características extremas, como nos eventos de 1954/55 e de 1970/71, com chuvas decendiais abaixo da média, contradizendo o evento de 1998/99 (Tabela 5c). Em ambas as situações de estiagem, foi notável destacar que ocorreram em períodos que envolvem estádios fenológicos do milho e da soja de grande necessidade de água, seja para plantios realizados em outubro, seja em novembro.

Tabela 5 – Classificações decendiais e respectivas quantidades de precipitação (mm) necessárias para retornarem à condição normal em anos de La Niña, de moderada (M) e forte (F) intensidades, nas áreas MG1 (5a), MG2 (5b), SP1 (5c), SP2 (5d) e SP3 (5e)

5a	54/55(M)	73/74(F)	75/76(F)	88/89(F)	98/99(F)
1/out.	SM(-34,8)	N(20,7)	N(-25,4)	N(-24,6)	N(7,2)
2/out.	SM(-49,4)	CS(65,7)	N(25,1)	N(-31,5)	N(31,3)
3/out.	N(-20,7)	N(5,7)	N(-22,7)	CS(69,0)	CM(40,8)
1/nov.	N(-1,0)	N(27,1)	N(-16,3)	CM(37,9)	CM(38,9)
2/nov.	N(5,4)	CE(106,9)	N(5,6)	N(-39,9)	N(2,9)
3/nov.	N(-24,9)	CM(57,5)	CM(70,5)	N(-44,8)	N(27,4)
1/dez.	CE(149,9)	N(8,6)	N(42,3)	N(-41,0)	N(-26,3)
2/dez.	N(6,9)	N(32,5)	N(-49,8)	N(-39,3)	N(-55,0)
3/dez.	N(11,4)	N(30,0)	N(-27,4)	N(66,5)	N(-31,0)
1/jan.	N(-15,4)	CS(113,3)	N(-4,2)	N(43,5)	N(10,6)
2/jan.	CM(49,9)	N(40,8)	SM(-51,6)	N(29,2)	N(-5,0)
3/jan.	N(86,9)	N(-54,9)	N(-64,8)	N(-43,9)	N(-55,3)
1/fev.	N(-18,9)	N(-60,1)	N(-4,2)	CM(97,5)	N(-58,9)
2/fev.	N(-16,2)	CS(-79,1)	N(40,1)	N(30,2)	SM(-52,8)
3/fev.	N(-46,1)	SS(-91,1)	CM(51,5)	N(-28,7)	CM(60,8)

5b	50/51(F)	54/55(M)	70/71(F)	73/74(F)	75/76(F)	88/89(F)	98/99(F)
1/out.	N(12,7)	SM(-44,5)	N(2,7)	N(-10,8)	N(-27,9)	CM(35,6)	N(5,3)
2/out.	N(-4,9)	CS(-56,1)	N(13,2)	CM(33,2)	N(26,7)	N(10,5)	N(-8,8)
3/out.	N(21,3)	SE(-78,4)	N(-12,4)	N(15,2)	N(-31,3)	N(13,6)	N(-25,7)
1/nov.	N(9,4)	SE(-56,1)	N(-11,1)	N(16,2)	SM(-35,5)	N(14,9)	N(13,1)
2/nov.	CS(86,4)	N(13,6)	N(-38,2)	CM(45,4)	N(-23,9)	N(-21,5)	N(-6,6)
3/nov.	CE(102,4)	N(25,1)	N(13,1)	N(-1,8)	N(32,1)	SM(-47,3)	N(-13,0)
1/dez.	CM(61,9)	N(-40,4)	N(-10,5)	N(-9,8)	SM(-47,4)	SS(-74,7)	N(-9,3)
2/dez.	N(11,3)	N(-43,6)	N(-39,4)	SS(-71,6)	N(5,7)	N(28,3)	N(-6,7)
3/dez.	N(-58,0)	SM(-77,3)	SM(-96,5)	N(7,6)	N(38,2)	N(7,6)	N(-51,2)
1/jan.	N(1,8)	N(-10,4)	SS(-113,4)	N(-9,3)	N(12,6)	N(51,5)	N(-38,2)
2/jan.	CM(69,8)	CM(61,3)	SM(-51,6)	N(-17,0)	N(-36,7)	N(25,7)	SM(-59,0)
3/jan.	CS(101,6)	CM(79,2)	SM(-72,2)	N(-1,1)	N(-46,7)	N(-55,0)	N(-44,8)
1/fev.	N(81,4)	N(-25,4)	N(-88,8)	N(-54,8)	N(-9,6)	N(13,1)	N(-78,4)
2/fev.	CM(56,2)	SM(-71,1)	N(-55,6)	N(-51,4)	N(-4,0)	N(22,6)	SM(-62,2)
3/fev.	N(8,8)	N(-10,6)	N(-13,3)	SM(-41,1)	N(27,1)	N(-33,3)	CM(42,9)

5c	50/51(F)	54/55(M)	55/56(F)	64/65(M)	70/71(F)	73/74(F)	98/99(F)
1/out.	CM(48,2)	SM(-47,3)	N(-40,2)	N(30,3)	CS(64,7)	N(20,4)	N(14,8)
2/out.	CS(89,7)	SM(-53,3)	N(-11,8)	N(-17,4)	N(1,3)	N(14,6)	CM(52,4)
3/out.	N(26,2)	N(-10,8)	N(0,1)	N(16,1)	N(-37,9)	N(-34,6)	N(37,6)
1/nov.	N(-2,5)	SM(-39,8)	CM(41,6)	CS(46,9)	N(-22,9)	SM(-33,9)	N(-1,7)
2/nov.	N(-7,1)	N(-15,1)	CM(21,0)	N(9,2)	SS(-30,5)	N(9,4)	CM(17,9)
3/nov.	N(29,0)	N(-32,0)	N(-12,6)	N(-17,5)	N(-22,5)	N(-23,5)	N(-16,3)
1/dez.	N(-9,5)	N(-36,0)	N(-47,6)	N(-10,3)	N(-10,7)	N(14,2)	N(-5,7)
2/dez.	N(-40,3)	N(-6,6)	N(-37,0)	N(-13,7)	N(23,6)	N(-22,0)	N(28,9)
3/dez.	SM(-49,3)	SM(-53,1)	N(19,8)	N(37,9)	SM(-44,5)	N(32,7)	CS(62,9)
1/jan.	N(-37,1)	SM(-96,6)	N(-0,5)	N(-3,8)	N(-30,2)	N(-4,9)	CE(168,8)
2/jan.	CM(65,9)	N(-33,2)	N(-60,2)	N(-20,8)	SM(-77,7)	N(54,5)	CS(114,2)
3/jan.	CS(119,2)	SM(-69,1)	N(-54,7)	N(56,6)	SM(-87,2)	N(10,0)	N(30,5)
1/fev.	N(54,3)	SM(-75,4)	SM(-82,0)	N(30,2)	SM(-83,9)	N(-1,3)	N(32,6)
2/fev.	N(32,1)	SE(-93,4)	N(-5,4)	N(-17,3)	N(-43,3)	N(-18,9)	N(19,9)
3/fev.	SM(-29,6)	N(-13,3)	N(4,5)	CE(66,7)	N(-8,2)	SM(-40,3)	N(4,7)

Continua...

Tabela 5 – Cont.

5d	50/51(F)	54/55(M)	55/56(F)	73/74(F)	75/76(F)	98/99(F)	99/00(F)
1/out.	N(14,9)	N(-22,9)	SM(-54,7)	N(-10,8)	CS(89,1)	CS(90,7)	N(-38,4)
2/out.	CS(73,1)	N(21,5)	N(-34,3)	N(14,7)	SM(50,2)	N(22,1)	N(-32,7)
3/out.	N(-1,3)	CM(34,1)	N(5,5)	N(13,8)	N(-16,3)	N(10,3)	SM(-34,0)
1/nov.	SM(-26,1)	N(-21,3)	N(22,6)	CM(26,6)	N(1,9)	N(-13,7)	SM(-30,7)
2/nov.	N(-3,7)	SM(-30,0)	N(15,8)	CE(53,5)	N(-9,9)	N(-1,9)	N(-12,7)
3/nov.	CM(43,6)	SM(-40,2)	N(-15,5)	N(10,5)	CE(63,1)	N(-7,3)	N(-16,8)
1/dez.	N(11,0)	N(-44,9)	N(-36,9)	N(20,7)	N(-1,7)	N(-6,2)	CS(90,2)
2/dez.	N(12,0)	N(-30,6)	SM(-50,2)	N(-25,1)	N(1,2)	N(22,9)	N(30,0)
3/dez.	N(21,4)	SM(-80,4)	N(-40,6)	CS(100,2)	N(-27,4)	N(-18,5)	N(-54,9)
1/jan.	N(28,7)	SS(-90,8)	SM(-60,9)	SS(90,8)	N(-23,2)	N(26,5)	N(-44,1)
2/jan.	N(32,5)	N(6,0)	SM(-53,3)	CS(71,3)	N(-15,9)	N(23,6)	N(-23,4)
3/jan.	N(14,1)	N(-23,3)	N(-6,1)	N(11,4)	N(-19,1)	N(-4,5)	N(-21,3)
1/fev.	N(6,2)	SM(-44,8)	N(-41,0)	N(-33,4)	N(40,3)	CS(66,6)	N(-20,2)
2/fev.	CS(86,4)	SS(-83,9)	N(-48,1)	SM(-51,3)	N(-9,4)	N(10,5)	N(43,9)
3/fev.	N(20,0)	N(1,5)	N(-14,2)	N(-18,7)	N(-4,5)	N(-12,2)	CS(42,4)

5e	50/51(F)	54/55(M)	64/65(M)	70/71(F)	73/74(F)	88/89(F)	98/99(F)	99/00(F)
1/out.	N(22,1)	N(-33,8)	CE(106,4)	N(9,3)	N(-15,9)	N(7,7)	N(18,4)	N(-40,3)
2/out.	N(23,7)	SS(-51,2)	N(20,8)	N(-14,3)	N(8,2)	CM(35,1)	CM(41,7)	SM(-41,1)
3/out.	N(12,3)	N(-39,3)	N(37,8)	N(-20,4)	N(7,1)	CE(83,0)	N(-1,3)	SM(-48,6)
1/nov.	N(6,0)	SE(-62,6)	N(12,8)	N(10,6)	N(2,2)	CM(36,3)	N(-20,9)	SM(-34,3)
2/nov.	CS(59,6)	N(2,6)	N(-4,5)	N(-30,8)	CS(60,8)	N(3,4)	N(-19,4)	SM(-33,3)
3/nov.	CM(68,3)	N(-12,5)	N(-23,9)	N(-2,6)	N(-10,7)	N(-14,7)	N(-23,2)	N(-49,7)
1/dez.	CS(84,0)	N(-19,0)	N(-2,7)	SM(-53,6)	CM(47,9)	SS(-73,6)	N(26,3)	N(-36,1)
2/dez.	N(-16,3)	CS(88,5)	N(-7,6)	SM(-54,6)	CM(48,9)	SS(-75,4)	N(5,2)	N(-28,0)
3/dez.	SM(-53,9)	N(33,1)	CS(106,7)	SM(-73,8)	CM(68,0)	N(-2,3)	N(6,2)	N(-52,9)
1/jan.	N(-45,2)	N(36,9)	N(34,1)	SM(-113,0)	N(1,4)	N(43,8)	N(51,2)	CE(159,4)
2/jan.	N(36,2)	N(40,6)	N(36,8)	SM(-67,4)	CM(65,7)	N(31,5)	N(6,7)	N(41,9)
3/jan.	N(11,3)	N(-4,9)	CM(75,3)	SM(-76,6)	N(33,7)	N(-34,2)	N(7,2)	N(-1,2)
1/fev.	N(26,7)	N(-50,8)	N(13,2)	N(-80,3)	N(-58,8)	N(-17,3)	N(-15,6)	N(35,4)
2/fev.	N(48,3)	SM(-69,5)	N(19,9)	SM(-65,7)	SM(-78,5)	N(43,8)	N(-36,6)	N(46,2)
3/fev.	N(-19,6)	N(-20,2)	CE(123,8)	N(-23,6)	SS(-84,4)	N(-5,3)	N(-24,5)	N(-10,2)

Índice:

N = normal, SE = seca extrema, SS = seca severa, SM = seca moderada, CE = chuva extrema, CS = chuva severa e CM = chuva moderada.

Enquanto em SP2 se destacou somente o “La Niña-duplo” de 1954 a 1956, caracterizado basicamente por estiagens (Tabela 5d), na área SP3, que abrange somente região apta ao cultivo do milho, foi incluído o maior número de eventos LN, sendo três episódios (1954/55, 1970/71 e 1999/2000) caracterizados por chuva abaixo do normal e dois com comportamento oposto (1950/51 e 1964/65). Dentre esses eventos, vale ressaltar o número de decêndios consecutivos com anomalias negativas em 1970/71, sendo observado decêndio com 113 mm de precipitação, abaixo das condições normais (Tabela 5e).

É importante destacar os eventos de 1954/55, 1973/74 e 1998/99 como os únicos envolvidos nas análises de todas as áreas. Porém, ressalta-se que o LN de 1949/50 não foi incluído nas correlações devido à falta de valores da TSM do Pacífico no ano de 1949.

Assim como verificado em anos de El Niño, durante a fase fria do ENOS foi observado um grande número de eventos que intercalaram decêndios com precipitação acima e abaixo do normal, evidenciando-se a importância de análises em pequena escala temporal, principalmente quando se objetivaram avaliar possíveis influências em culturas não perenes, além da indiferença entre as intensidades do ENOS e as respectivas conseqüências nas anomalias de precipitação.

## **5.2. Balanço hídrico seqüencial de cultura**

A influência do ENOS nos estádios fenológicos dos cultivares do milho e da soja, mediante a adoção do balanço hídrico de culturas, foi realizado, primeiramente, tomando como base as informações de algumas estações meteorológicas de Minas Gerais, consideradas como referência (Figura 1), devido às suas localizações na área de estudo e à completude de suas séries de dados meteorológicos.

Num segundo momento, foram utilizadas todas as estações meteorológicas disponíveis, para a realização do processo de interpolação dos resultados obtidos durante alguns eventos ENOS, previamente escolhidos, tendo como principal critério o evento com dados completos na maioria das estações meteorológicas.

### 5.2.1. Influência do El Niño na cultura do milho

A Tabela 6ab apresenta o ISNA médio em anos de quatro eventos El Niño, em cada estágio fenológico do milho, considerando-se o CAD igual a 30 mm e duas datas de plantio, uma realizada em 1<sup>o</sup> de outubro (Tabela 6a) e outra em 1<sup>o</sup> de novembro (Tabela 6b). Na primeira situação, o único El Niño, de intensidade moderada (1977/78), foi o de maior influência dentre os eventos analisados, sendo mais críticas as situações nos Municípios de Lavras, com médio risco climático, e de Sete Lagoas, com alto risco climático, durante os estádios vegetativo e de maturação (Tabela 6a).

Considerando plantios do milho realizados em 1<sup>o</sup> de novembro, o risco climático foi relativamente menor, exceto no Município de Lavras, onde houve situações de médio risco climático nos estádios fenológicos finais do milho nos três eventos El Niños analisados (Tabela 6b).

Em condições do solo com CAD igual a 50 mm (Tabela 7) e CAD igual a 70 mm (Tabela 8), apenas no Município de Sete Lagoas houve valores do ISNA inferiores a 0,55, salvo no plantio realizado em 1<sup>o</sup> de outubro e com CAD igual a 70 mm (Tabela 8a).

Na Figura 2 consta o acompanhamento diário da precipitação e do ISNA para os três valores do CAD, durante o evento El Niño 1997/98, nas estações de Machado (Figura 2a) e de Patos de Minas (Figura 2b).

Conforme observado nas Tabelas 6, 7 e 8, em média o forte El Niño de 1997/98 não trouxe prejuízos ao milho cultivado em Minas Gerais, se se considerar a necessidade de água da cultura em seus diferentes estádios fenológicos. Porém, recorrendo aos resultados do ISE nas áreas MG2 (Tabela 4b) e SP3 (Tabela 4e), percebeu-se que naquela houve excesso de chuva durante o período intermediário do ciclo da cultura, ou seja, mesmo se tratando de um período crítico em termos de necessidade hídrica, a chuva em excesso pode-se tornar prejudicial à cultura.



Tabela 6 – ISNA médio dos estádios fenológicos do milho em anos de El Niño, de moderada (M) e forte (F) intensidades, nos solos com CAD igual a 30 mm e duas datas de plantio, em 1º de outubro (6a) e em 1º de novembro (6b)

6a ISNA por Estádio Fenológico para o Milho - Plantio 1º de Outubro																								
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras				Machado			
El Niños	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1972/73(F)	0,93	0,77	0,7	0,95	0,93	0,73	0,76	0,93	0,95	0,81	0,72	0,92	0,91	0,75	0,7	0,94	0,91	0,7	0,77	0,92	0,94	0,79	0,69	0,77
1977/78(M)	0,83	0,8	0,89	0,67	0,75	0,85	0,86	<b>0,51</b>	0,79	0,8	0,93	<b>0,42</b>	0,73	<b>0,37</b>	0,84	<b>0,34</b>	0,83	<b>0,49</b>	0,75	<b>0,48</b>	0,86	0,66	0,89	0,64
1982/83(F)	0,93	0,85	0,91	0,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,94	0,78	0,95	0,94	0,8	0,73	0,89	0,9
1997/98(F)	-	-	-	-	0,85	0,73	0,81	0,58	0,75	0,68	0,8	0,82	<b>0,54</b>	0,64	0,83	0,81	-	-	-	-	0,72	0,84	0,87	0,97

6b ISNA por Estádio Fenológico para o Milho - Plantio 1º de Novembro																								
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras				Machado			
El Niños	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1972/73(F)	0,98	0,76	0,78	<b>0,52</b>	0,94	0,82	0,79	0,76	0,96	0,77	0,79	0,56	0,98	0,72	0,8	<b>0,37</b>	0,9	0,74	0,85	<b>0,48</b>	0,96	0,69	0,71	0,64
1977/78(M)	0,95	0,93	0,63	0,8	0,96	0,82	0,7	0,85	0,91	0,94	0,66	0,97	0,62	0,85	0,58	0,93	0,67	0,83	<b>0,54</b>	0,82	0,93	0,93	0,74	0,86
1982/83(F)	0,89	0,92	0,87	0,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,84	0,96	0,95	<b>0,48</b>	0,86	0,92	0,88	0,59
1997/98(F)	-	-	-	-	0,74	0,96	0,64	0,91	0,64	0,98	0,6	0,96	0,59	0,94	0,71	0,92	-	-	-	-	0,87	0,92	0,8	0,95

Tabela 7 – ISNA médio dos estádios fenológicos do milho em anos de El Niño, de moderada (M) e forte (F) intensidades, nos solos com CAD igual a 50 mm e duas datas de plantio, em 1º de outubro (7a) e em 1º de novembro (7b)

7a																								
ISNA por Estádio Fenológico para o Milho - Plantio 1º de Outubro																								
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras				Machado			
El Niños	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1972/73(F)	0,95	0,83	0,76	0,97	0,95	0,8	0,83	0,95	0,97	0,86	0,77	0,94	0,95	0,82	0,76	0,96	0,95	0,76	0,82	0,95	0,96	0,85	0,76	0,85
1977/78(M)	0,88	0,86	0,92	0,77	0,83	0,89	0,9	0,65	0,86	0,86	0,95	0,58	0,82	<b>0,47</b>	0,88	<b>0,5</b>	0,88	0,57	0,78	0,62	0,91	0,72	0,93	0,74
1982/83(F)	0,95	0,9	0,94	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,97	0,85	0,97	0,96	0,86	0,81	0,92	0,93
1997/98(F)	-	-	-	-	0,9	0,81	0,86	0,7	0,82	0,76	0,85	0,89	0,66	0,71	0,87	0,87	-	-	-	-	0,78	0,9	0,92	0,98

7b																								
ISNA por Estádio Fenológico para o Milho - Plantio 1º de Novembro																								
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras				Machado			
El Niños	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1972/73(F)	0,99	0,82	0,84	0,62	0,96	0,88	0,85	0,84	0,97	0,84	0,85	0,69	0,99	0,79	0,85	<b>0,5</b>	0,9	0,81	0,9	0,62	0,97	0,77	0,79	0,74
1977/78(M)	0,97	0,96	0,69	0,79	0,97	0,87	0,76	0,91	0,95	0,96	0,71	0,98	0,66	0,9	0,64	0,96	0,7	0,88	0,64	0,82	0,9	0,95	0,79	0,91
1982/83(F)	0,93	0,95	0,91	0,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,88	0,98	0,97	0,62	0,91	0,95	0,92	0,67
1997/98(F)	-	-	-	-	0,81	0,98	0,72	0,94	0,63	0,99	0,69	0,98	0,59	0,96	0,77	0,95	-	-	-	-	0,91	0,95	0,85	0,97

Tabela 8 – ISNA médio dos estádios fenológicos do milho em anos de El Niño, de moderada (M) e forte (F) intensidades, nos solos com CAD igual a 70 mm e duas datas de plantio, em 1º de outubro (8a) e em 1º de novembro (8b)

8a																								
ISNA por Estádio Fenológico para o Milho - Plantio 1º de Outubro																								
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras				Machado			
El Niños	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1972/73(F)	0,97	0,86	0,8	0,98	0,97	0,85	0,86	0,96	0,98	0,89	0,81	0,95	0,96	0,86	0,8	0,97	0,96	0,81	0,86	0,96	0,97	0,88	0,81	0,89
1977/78(M)	0,91	0,9	0,94	0,82	0,87	0,91	0,92	0,72	0,9	0,89	0,96	0,67	0,86	0,55	0,9	0,61	0,91	0,64	0,82	0,69	0,93	0,77	0,94	0,79
1982/83(F)	0,97	0,92	0,96	0,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,97	0,89	0,98	0,97	0,89	0,86	0,94	0,95
1997/98(F)	-	-	-	-	0,93	0,85	0,89	0,77	0,87	0,8	0,88	0,92	0,73	0,76	0,9	0,9	-	-	-	-	0,83	0,92	0,94	0,98

8b																								
ISNA por Estádio Fenológico para o Milho - Plantio 1º de Novembro																								
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras				Machado			
El Niños	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1972/73(F)	0,99	0,86	0,87	0,69	0,97	0,91	0,88	0,88	0,98	0,87	0,88	0,76	0,99	0,83	0,88	0,58	0,91	0,85	0,92	0,71	0,97	0,82	0,83	0,8
1977/78(M)	0,98	0,97	0,73	0,8	0,98	0,9	0,8	0,93	0,96	0,97	0,75	0,99	0,71	0,92	0,68	0,98	0,74	0,91	0,65	0,77	0,9	0,96	0,83	0,93
1982/83(F)	0,95	0,96	0,93	0,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,92	0,98	0,97	0,7	0,93	0,96	0,94	0,73
1997/98(F)	-	-	-	-	0,85	0,98	0,77	0,96	0,61	0,99	0,75	0,98	<b>0,54</b>	0,95	0,81	0,96	-	-	-	-	0,94	0,96	0,88	0,97

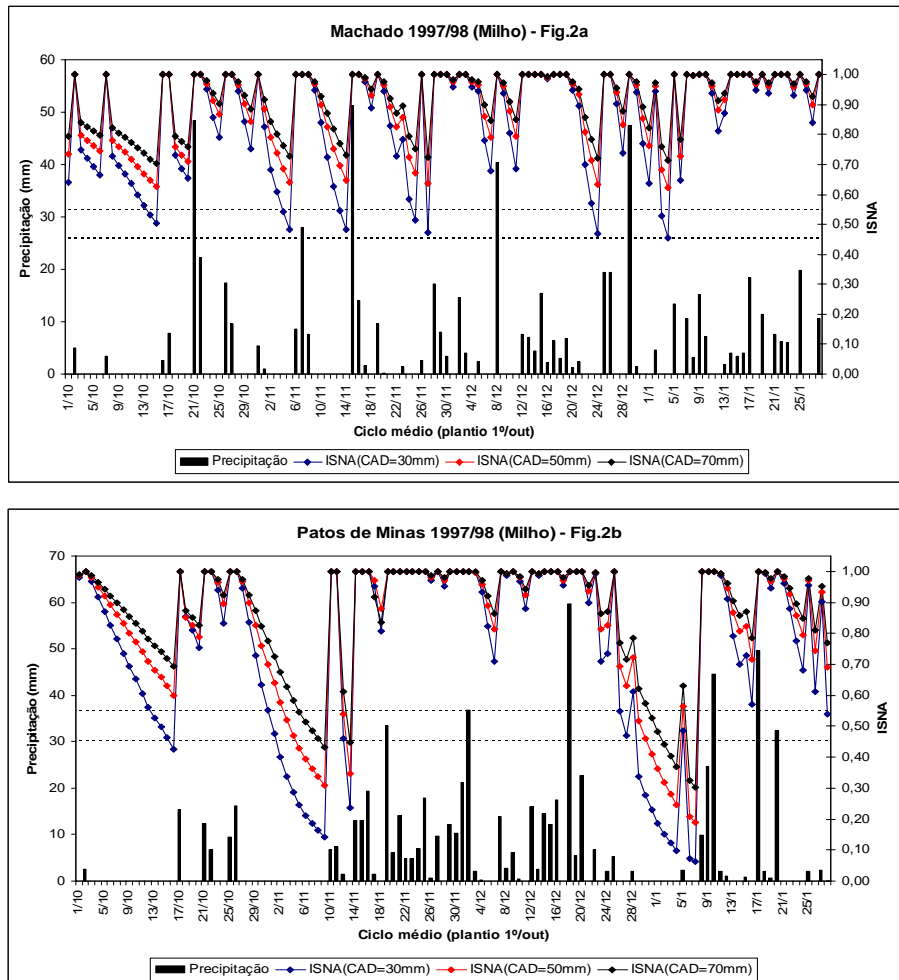


Figura 2 – Valores diários de precipitação e do ISNA observados em 1997/98, nos Municípios de Machado (2a) e de Patos de Minas (2b).

No Município de Machado, no entanto, a precipitação foi mais bem distribuída durante o ciclo do milho em relação à observada no Município de Patos de Minas. Como consequência, em raras situações o ISNA obteve valores abaixo de 0,55 no município do sul de Minas Gerais, enquanto em Patos de Minas, da data de plantio (1<sup>o</sup> de outubro) até o primeiro decêndio de novembro, houve dois longos veranicos com 14 dias de duração (chuva inferior a 1 mm), acarretando em valores diários seguidos de alto risco climático. Situação semelhante ocorreu do final de dezembro até o primeiro decêndio de janeiro, com o diferencial de que os períodos de estiagens foram relativamente menores, mas com dias chuvosos de pequenas quantidades (Figura 2b).

Na análise espacial do ISNA (figura não mostrada), durante o evento El Niño de 1972/73, nos estádios fenológicos vegetativo e de florescimento/enchimento de grãos, nas duas diferentes épocas de plantio e considerando somente o CAD igual a 30 mm, não foram observados, em nenhuma região, valores abaixo de 0,55. A opção pela geoespacialização do ISNA médio, somente nos dois citados estádios fenológicos do milho, foi escolhida por serem os períodos mais críticos em termos de necessidade hídrica e mais suscetíveis aos efeitos de veranicos de longa duração.

### **5.2.2. Influência do La Niña na cultura do milho**

Os valores do ISNA do milho foram relativamente mais preocupantes nos eventos La Niña, conforme observado nas Tabelas 9ab, 10ab e 11ab, nos CADs de 30 mm, 50 mm e 70 mm, respectivamente. Essa afirmação foi sustentada pelos baixos valores encontrados, em especial no forte evento de 1970/71. Como exemplo, considerando solos com baixa retenção de água e com plantio do milho realizado em 1<sup>o</sup> de novembro (Tabela 9b), todos os municípios analisados tiveram, em algum estágio do ciclo, valores do ISNA inferiores a 0,55, como o de Capinópolis, onde apenas a fase de estabelecimento esteve sob condições climáticas favoráveis de produção. Mas o município mais suscetível às ocorrências do La Niña foi o de Sete Lagoas. Com CAD igual a 30 mm, praticamente observaram-se duas situações de médio e, ou, alto riscos climáticos por evento, em plantios realizados em outubro, havendo durante a maturação somente condições de alto risco climático (Tabela 9a).

Inclusive, independentemente das épocas de plantio e do tipo de solo, o estágio fenológico de maturação foi o mais afetado, em especial no Município de Sete Lagoas, seguido pelo estágio de floração/formação de vagens, sendo esse um período mais crítico em termos de necessidade de água.

Para solos com CAD igual a 50 mm e 70 mm, a ocorrência do ISNA abaixo de 0,55 ficou praticamente restrito à região centro-sul de Minas Gerais, ou seja, evidenciando-se novamente que solos com maior retenção de água são menos propícios aos efeitos do ENOS.

Tabela 9 – ISNA médio dos estádios fenológicos do milho em anos de La Niña, de forte (F) intensidade, nos solos com CAD igual a 30 mm e duas datas de plantio, em 1º de outubro (9a) e em 1º de novembro (9b)

9a ISNA por Estádio Fenológico para o Milho - Plantio 1º de Outubro																								
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras				Machado			
La Niñas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1970/71(F)	-	-	-	-	0,88	0,55	0,47	0,59	0,55	0,91	0,6	0,65	0,91	0,92	<b>0,42</b>	<b>0,22</b>	0,93	0,82	0,56	<b>0,51</b>	0,93	0,7	<b>0,36</b>	<b>0,45</b>
1973/74(F)	0,75	0,81	0,85	0,62	-	-	-	-	0,82	0,79	0,86	<b>0,5</b>	<b>0,49</b>	0,88	0,82	<b>0,27</b>	0,63	0,9	0,78	<b>0,49</b>	0,8	0,87	0,9	0,72
1975/76(F)	0,77	0,67	0,71	0,75	0,82	0,8	0,69	0,72	0,72	0,81	0,73	<b>0,28</b>	0,73	0,89	0,62	<b>0,27</b>	0,98	0,7	0,8	<b>0,27</b>	0,97	0,77	0,73	0,59
1998/99(F)	0,84	0,79	0,77	<b>0,51</b>	0,9	0,84	0,82	<b>0,44</b>	0,74	0,88	0,77	<b>0,48</b>	<b>0,53</b>	0,87	0,79	<b>0,31</b>	-	-	-	-	0,97	0,82	0,79	0,83

9b ISNA por Estádio Fenológico para o Milho - Plantio 1º de Novembro																								
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras				Machado			
La Niñas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1970/71(F)	-	-	-	-	0,61	<b>0,5</b>	<b>0,41</b>	<b>0,44</b>	0,92	0,8	<b>0,51</b>	0,87	0,94	0,72	<b>0,17</b>	<b>0,1</b>	0,82	0,68	<b>0,48</b>	<b>0,4</b>	0,74	0,57	<b>0,36</b>	<b>0,5</b>
1973/74(F)	0,92	0,82	0,78	<b>0,22</b>	-	-	-	-	0,94	0,88	0,59	<b>0,42</b>	0,94	0,88	0,61	<b>0,11</b>	0,96	0,79	0,68	<b>0,49</b>	0,95	0,87	0,84	<b>0,38</b>
1975/76(F)	0,77	0,73	0,76	0,99	0,94	0,8	0,71	0,92	0,9	0,76	0,64	0,57	0,96	0,71	0,57	0,77	0,89	0,9	0,66	0,86	0,92	0,79	0,71	0,81
1998/99(F)	0,87	0,76	0,8	0,91	0,92	0,82	0,77	0,82	0,97	0,87	0,6	0,79	0,97	0,93	<b>0,49</b>	<b>0,49</b>	-	-	-	-	0,91	0,81	0,83	0,75

Tabela 10 – ISNA médio dos estádios fenológicos do milho em anos de La Niña, de forte (F) intensidade, nos solos com CAD igual a 50 mm e duas datas de plantio, em 1º de outubro (10a) e em 1º de novembro (10b)

10a																								
ISNA por Estádio Fenológico para o Milho - Plantio 1º de Outubro																								
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras				Machado			
La Niñas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1970/71(F)	-	-	-	-	0,96	0,66	0,56	0,72	0,62	0,94	0,67	0,76	0,94	0,95	<b>0,47</b>	<b>0,18</b>	0,94	0,88	0,62	0,66	0,95	0,77	<b>0,4</b>	<b>0,38</b>
1973/74(F)	0,81	0,87	0,89	0,74	-	-	-	-	0,85	0,86	0,9	0,64	0,57	0,92	0,87	<b>0,44</b>	0,74	0,93	0,84	0,63	0,87	0,91	0,93	0,81
1975/76(F)	0,79	0,75	0,78	0,81	0,82	0,85	0,75	0,74	0,77	0,87	0,81	<b>0,41</b>	0,79	0,93	0,71	<b>0,38</b>	0,99	0,78	0,86	<b>0,39</b>	0,98	0,83	0,79	0,67
1998/99(F)	0,87	0,86	0,82	0,63	0,92	0,89	0,85	0,59	0,79	0,92	0,83	0,57	0,59	0,89	0,85	<b>0,41</b>	-	-	-	-	0,98	0,88	0,84	0,89

10b																								
ISNA por Estádio Fenológico para o Milho - Plantio 1º de Novembro																								
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras				Machado			
La Niñas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1970/71(F)	-	-	-	-	0,72	0,61	0,66	0,92	0,94	0,86	0,6	0,9	0,96	0,8	<b>0,21</b>	<b>0,1</b>	0,88	0,75	0,55	<b>0,42</b>	0,81	0,65	<b>0,38</b>	<b>0,5</b>
1973/74(F)	0,95	0,88	0,81	<b>0,31</b>	-	-	-	-	0,96	0,92	0,65	<b>0,44</b>	0,96	0,92	0,7	<b>0,21</b>	0,97	0,86	0,74	<b>0,4</b>	0,97	0,91	0,88	<b>0,48</b>
1975/76(F)	0,8	0,8	0,83	0,99	0,93	0,85	0,76	0,92	0,93	0,83	0,71	0,68	0,97	0,79	0,65	0,83	0,9	0,94	0,73	0,89	0,93	0,84	0,79	0,85
1998/99(F)	0,92	0,82	0,85	0,93	0,95	0,88	0,82	0,86	0,98	0,92	0,69	0,81	0,98	0,95	0,56	<b>0,51</b>	-	-	-	-	0,95	0,87	0,87	0,83

Tabela 11 – ISNA médio dos estádios fenológicos do milho em anos de La Niña, de forte (F) intensidade, nos solos com CAD igual a 70 mm e duas datas de plantio, em 1º de outubro (11a) e em 1º de novembro (11b)

11a ISNA por Estádio Fenológico para o Milho - Plantio 1º de Outubro																								
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras				Machado			
La Niñas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1970/71(F)	-	-	-	-	0,97	0,73	0,61	0,78	0,68	0,96	0,71	0,82	0,95	0,96	<b>0,52</b>	<b>0,17</b>	0,95	0,91	0,65	0,73	0,96	0,81	<b>0,44</b>	<b>0,34</b>
1973/74(F)	0,85	0,9	0,92	0,79	-	-	-	-	0,88	0,89	0,93	0,72	0,64	0,94	0,9	0,55	0,8	0,95	0,88	0,72	0,9	0,93	0,95	0,85
1975/76(F)	0,83	0,8	0,83	0,85	0,84	0,88	0,79	0,77	0,81	0,91	0,85	<b>0,5</b>	0,83	0,95	0,76	<b>0,45</b>	0,99	0,83	0,89	<b>0,49</b>	0,99	0,87	0,83	0,73
1998/99(F)	0,9	0,89	0,85	0,71	0,94	0,92	0,86	0,68	0,82	0,94	0,87	0,64	0,65	0,9	0,88	<b>0,5</b>	-	-	-	-	0,99	0,91	0,88	0,92

11b ISNA por Estádio Fenológico para o Milho - Plantio 1º de Novembro																								
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras				Machado			
La Niñas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1970/71(F)	-	-	-	-	0,78	0,68	0,71	0,93	0,92	0,9	0,67	0,92	0,97	0,84	<b>0,25</b>	<b>0,11</b>	0,91	0,8	0,6	<b>0,44</b>	0,85	0,72	<b>0,4</b>	<b>0,48</b>
1973/74(F)	0,96	0,91	0,84	<b>0,38</b>	-	-	-	-	0,97	0,94	0,7	<b>0,46</b>	0,97	0,94	0,76	<b>0,31</b>	0,98	0,89	0,78	<b>0,43</b>	0,98	0,94	0,91	0,56
1975/76(F)	0,83	0,84	0,87	0,99	0,93	0,88	0,8	0,93	0,95	0,86	0,76	0,75	0,98	0,83	0,7	0,83	0,91	0,95	0,77	0,91	0,94	0,87	0,81	0,88
1998/99(F)	0,94	0,86	0,88	0,95	0,96	0,9	0,85	0,88	0,99	0,94	0,73	0,83	0,99	0,97	0,6	<b>0,54</b>	-	-	-	-	0,96	0,9	0,9	0,87



O comportamento pluviométrico observado durante a La Niña de maior prejuízo (1970/71) nas áreas cultiváveis de milho, em Minas Gerais, é ilustrado na Figura 3, para os Municípios de Machado (Figura 3a) e de Patos de Minas (Figura 3b). Principalmente em Machado, o grande número de veranicos com pelo menos três dias de duração, somado ao número de dias chuvosos de pequena quantidade, foi responsável pelas situações de alto risco climático observadas no terceiro e quarto estádios fenológicos. Nessas duas fases do ciclo (70 dias) ocorreram dois veranicos com quatro dias de duração e um veranico de três, cinco, oito, nove e 10 dias de duração, enquanto houve 18 dias chuvosos, sendo apenas sete com precipitação superior a 5 mm. A situação mais favorável em Patos de Minas pode ser explicada pela maior ocorrência de dias chuvosos com grande quantidade pluviométrica.

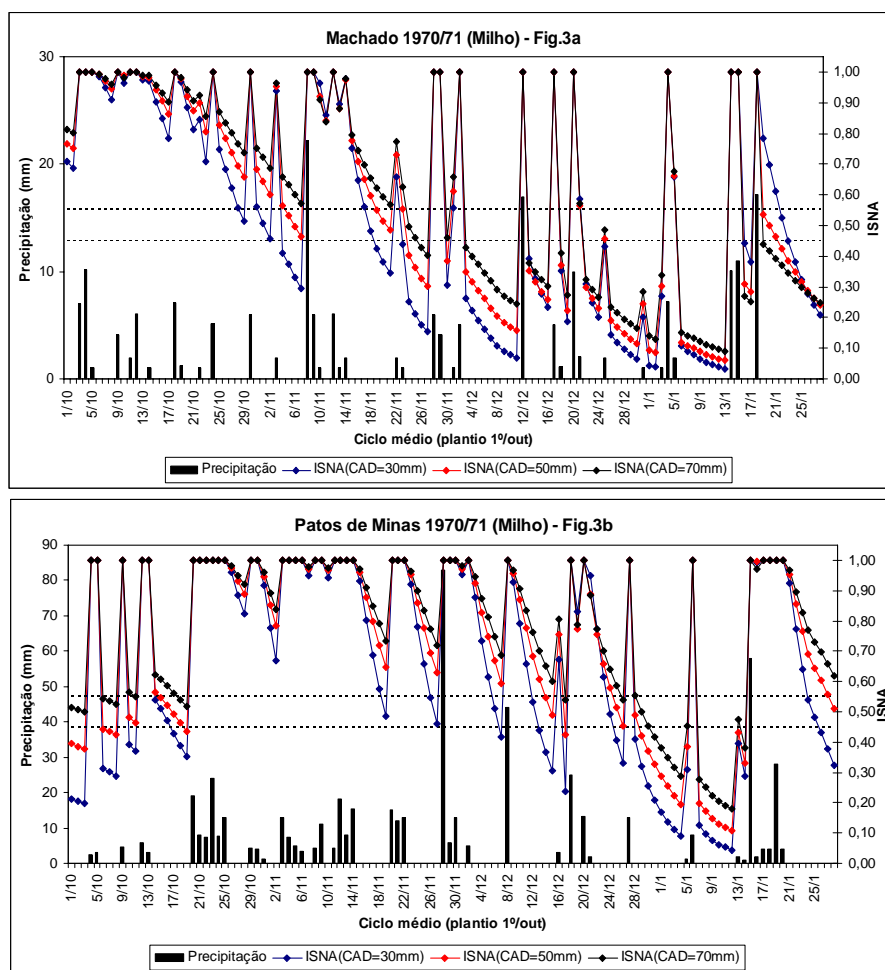


Figura 3 – Valores diários de precipitação e do ISNA observados em 1970/71, nos Municípios de Machado (3a) e de Patos de Minas (3b).

A Figura 4a-d apresenta o ISNA médio para o segundo e terceiro estádios fenológicos do milho, obtidos durante a La Niña de 1975/76, nas duas datas de plantio. Na ilustração, observam-se regiões com ISNA inferior a 0,55, apenas durante o estágio de florescimento/enchimento de grãos, sendo parte da região noroeste de Minas Gerais, nas duas datas de plantio (Figura 4bd), e o extremo nordeste da região central-mineira, em plantio realizado em 1º de novembro (Figura 4d).

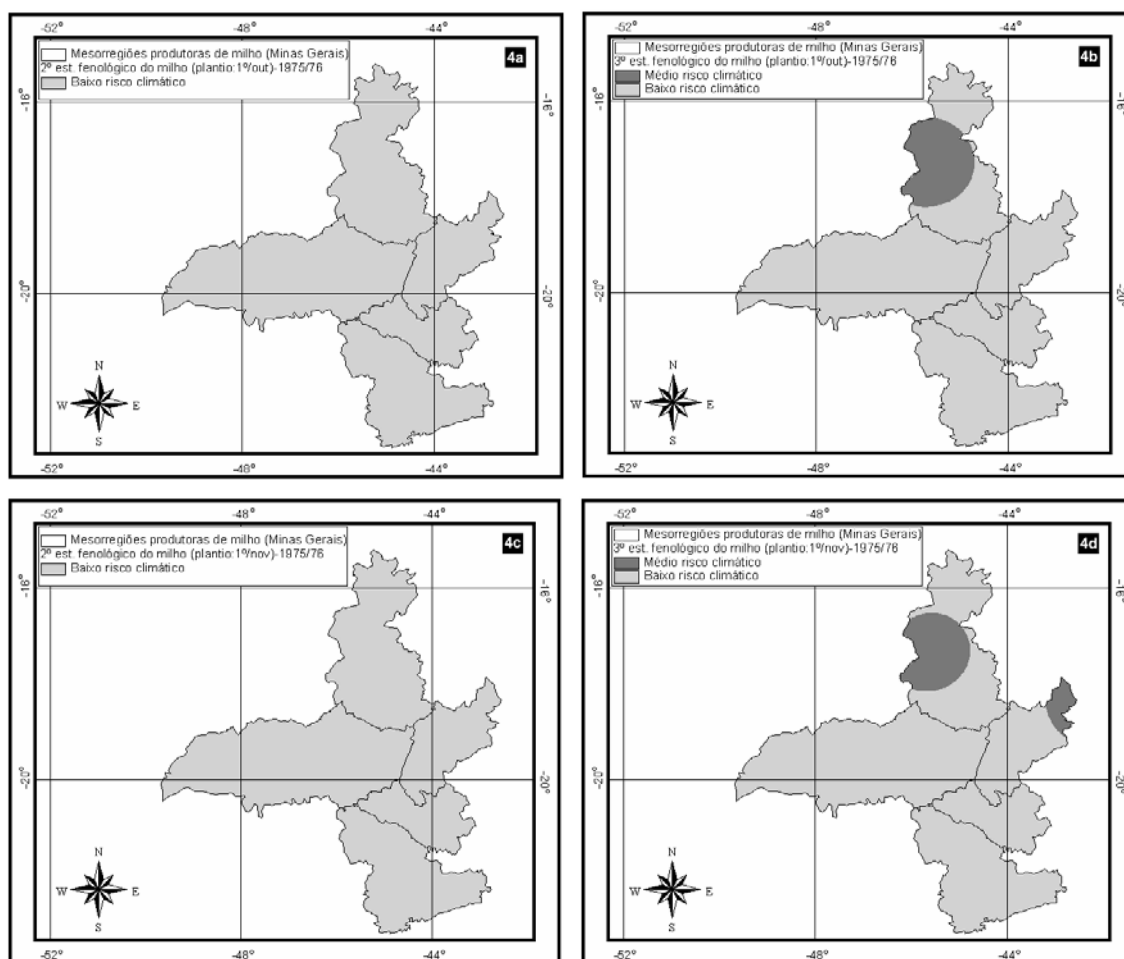


Figura 4 – ISNA médio do milho em solos com CAD igual a 30 mm e data de plantio em 1º de outubro, durante o estágio vegetativo (4a) e de florescimento/enchimento de grãos (4b), e data de plantio em 1º de novembro, durante o estágio vegetativo (4c) e de florescimento/enchimento de grãos (4d), observados no evento La Niña de 1975/76.

### 5.2.3. Influência do El Niño na cultura da soja

Nas Tabelas 12, 13 e 14, apresentam-se os valores do ISNA médio em cada estágio fenológico da soja, em quatro eventos El Niño, em solos com CAD igual a 30 mm, 50 mm e 70 mm, respectivamente.

Considerando principalmente solos com retenção de 30 mm e 50 mm de água, notou-se que plantios realizados em 1º de outubro (Tabelas 12a e 13a, respectivamente) foram mais propícios ao plantio da soja do que em relação aos plantios realizados em 1º de novembro, particularmente em Uberaba (Tabelas 12b e 13b, respectivamente). Somados aos resultados encontrados em solos com CAD igual a 70 mm, os eventos de 1977/78 e 1997/98 foram os de maiores influências no ISNA, sendo os Municípios de Sete Lagoas e Lavras os que apresentam maiores riscos climáticos durante eventos El Niño.

A Figura 5 possibilita o acompanhamento diário da precipitação e do ISNA nos Municípios de Lavras (Figura 5a) e de Patos de Minas (Figura 5b), durante o El Niño de 1972/73, ou seja, um evento sem prejuízos quanto ao ISNA para plantios realizados no início de outubro (Tabelas 12a, 13a e 14a). Porém, o excesso de chuva indicado pelo ISE na análise decendial, na área MG2 (Tabela 4b), possivelmente possa ter trazido algum prejuízo durante o período inicial do ciclo fenológico da soja cultivada na região de Patos de Minas.

Basicamente, a maior diferença entre a precipitação de ambos os municípios está justamente no início do período em análise. Enquanto em Lavras (Figura 5a) houve apenas seis dias chuvosos e o maior veranico durou 12 dias, em Patos de Minas (Figura 5b) ocorreram 11 dias chuvosos e o mais extenso veranico teve duração de nove dias, durante o mês de outubro.

A análise espacial do ISNA médio dos dois maiores estágios fenológicos da soja, durante o El Niño 1972/73, e duas datas de plantio estão indicadas na Figura 6a-d.

Em plantios realizados em 1º de outubro, os resultados indicaram valores de ISNA abaixo de 0,65, apenas no estágio de florescimento/enchimento de grãos na região circunvizinha de João Pinheiro e Diamantina, ou seja, a nordeste da área de estudo (Figura 6b). Essa condição é semelhante à observada em plantios realizados em novembro, ou seja, apenas durante o terceiro estágio do ciclo da soja há condições desfavoráveis à produção da cultura, porém restrita somente à região de Diamantina (Figura 6d).

Tabela 12 – ISNA médio dos estádios fenológicos da soja em anos de El Niño, de moderada (M) e forte (F) intensidades, nos solos com CAD igual a 30 mm e duas datas de plantio, em 1º de outubro (12a) e em 1º de novembro (12b)

12a ISNA por Estádio Fenológico para a Soja – Plantio 1º de Outubro																				
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras			
El Niños	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1972/73(F)	0,99	0,75	0,72	0,96	0,98	0,76	0,75	0,94	0,98	0,8	0,73	0,91	0,98	0,71	0,71	0,95	0,95	0,67	0,78	0,93
1977/78(M)	0,87	0,73	0,9	0,71	0,89	0,71	0,87	<b>0,56</b>	0,9	0,69	0,93	<b>0,45</b>	0,85	<b>0,34</b>	0,82	<b>0,36</b>	0,87	<b>0,45</b>	0,76	<b>0,51</b>
1982/83(F)	0,91	0,85	0,91	0,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,95	0,8	0,95	0,95
1997/98(F)	-	-	-	-	0,91	0,69	0,83	<b>0,61</b>	0,83	<b>0,61</b>	0,81	0,85	<b>0,58</b>	<b>0,55</b>	0,83	0,83	-	-	-	-

12b ISNA por Estádio Fenológico para a Soja - Plantio 1º de Novembro																				
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras			
El Niños	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1972/73(F)	0,97	0,86	0,76	<b>0,54</b>	0,97	0,87	0,77	0,79	0,92	0,85	0,77	<b>0,6</b>	0,98	0,83	0,77	<b>0,39</b>	0,79	0,85	0,83	<b>0,5</b>
1977/78(M)	0,93	0,96	<b>0,64</b>	0,81	0,91	0,89	0,7	0,88	0,88	0,95	0,67	0,97	<b>0,49</b>	0,8	<b>0,6</b>	0,94	<b>0,51</b>	0,86	<b>0,54</b>	0,83
1982/83(F)	0,81	0,92	0,87	0,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,71	0,96	0,95	<b>0,5</b>
1997/98(F)	-	-	-	-	<b>0,52</b>	0,96	0,66	0,93	<b>0,35</b>	0,96	<b>0,62</b>	0,97	<b>0,34</b>	0,89	0,72	0,93	-	-	-	-

Tabela 13 – ISNA médio dos estádios fenológicos da soja em anos de El Niño, de moderada (M) e forte (F) intensidades, nos solos com CAD igual a 50 mm e duas datas de plantio, em 1º de outubro (13a) e em 1º de novembro (13b)

13a ISNA por Estádio Fenológico para a Soja - Plantio 1º de Outubro																				
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras			
El Niños	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1972/73(F)	0,99	0,81	0,77	0,97	0,98	0,83	0,82	0,96	0,99	0,86	0,78	0,95	0,99	0,79	0,77	0,97	0,97	0,74	0,83	0,96
1977/78(M)	0,89	0,81	0,93	0,8	0,93	0,79	0,91	0,69	0,93	0,78	0,95	<b>0,61</b>	0,9	<b>0,46</b>	0,86	<b>0,53</b>	0,9	<b>0,55</b>	0,79	0,66
1982/83(F)	0,95	0,9	0,94	0,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,97	0,86	0,97	0,97
1997/98(F)	-	-	-	-	0,95	0,78	0,87	0,72	0,89	0,7	0,86	0,9	0,7	0,65	0,87	0,88	-	-	-	-

13b ISNA por Estádio Fenológico para a Soja - Plantio 1º de Novembro																				
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras			
El Niños	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1972/73(F)	0,98	0,9	0,82	<b>0,64</b>	0,98	0,92	0,83	0,86	0,94	0,89	0,84	0,72	0,99	0,87	0,83	<b>0,52</b>	0,8	0,89	0,88	<b>0,64</b>
1977/78(M)	0,95	0,97	0,7	0,8	0,94	0,92	0,76	0,93	0,92	0,97	0,72	0,98	<b>0,57</b>	0,84	0,66	0,96	<b>0,58</b>	0,89	<b>0,61</b>	0,84
1982/83(F)	0,87	0,95	0,92	0,81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,77	0,97	0,97	<b>0,64</b>
1997/98(F)	-	-	-	-	0,65	0,97	0,73	0,95	<b>0,35</b>	0,96	0,71	0,98	<b>0,52</b>	0,92	0,78	0,96	-	-	-	-

Tabela 14 – ISNA médio dos estádios fenológicos da soja em anos de El Niño, de moderada (M) e forte (F) intensidades, nos solos com CAD igual a 70 mm e duas datas de plantio, em 1º de outubro (14a) e em 1º de novembro (14b)

14a ISNA por Estádio Fenológico para a Soja - Plantio 1º de Outubro																				
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras			
El Niños	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1972/73(F)	0,99	0,85	0,8	0,98	0,98	0,87	0,86	0,97	0,99	0,89	0,82	0,96	0,99	0,83	0,8	0,98	0,98	0,79	0,86	0,97
1977/78(M)	0,91	0,85	0,95	0,85	0,95	0,83	0,93	0,76	0,95	0,83	0,96	0,7	0,92	<b>0,54</b>	0,88	<b>0,63</b>	0,92	<b>0,62</b>	0,82	0,72
1982/83(F)	0,96	0,92	0,96	0,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,98	0,9	0,98	0,98
1997/98(F)	-	-	-	-	0,96	0,83	0,9	0,79	0,92	0,76	0,88	0,93	0,77	0,71	0,89	0,91	-	-	-	-

14b ISNA por Estádio Fenológico para a Soja - Plantio 1º de Novembro																				
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras			
El Niños	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1972/73(F)	0,98	0,92	0,85	0,71	0,99	0,94	0,87	0,91	0,95	0,91	0,87	0,79	0,99	0,9	0,86	<b>0,61</b>	0,82	0,92	0,91	0,72
1977/78(M)	0,97	0,98	0,75	0,81	0,96	0,94	0,8	0,95	0,94	0,98	0,76	0,99	<b>0,64</b>	0,87	0,7	0,97	0,65	0,9	0,66	0,79
1982/83(F)	0,91	0,96	0,94	0,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,81	0,98	0,98	0,72
1997/98(F)	-	-	-	-	0,73	0,98	0,78	0,97	<b>0,63</b>	0,97	0,76	0,99	<b>0,63</b>	0,94	0,82	0,97	-	-	-	-

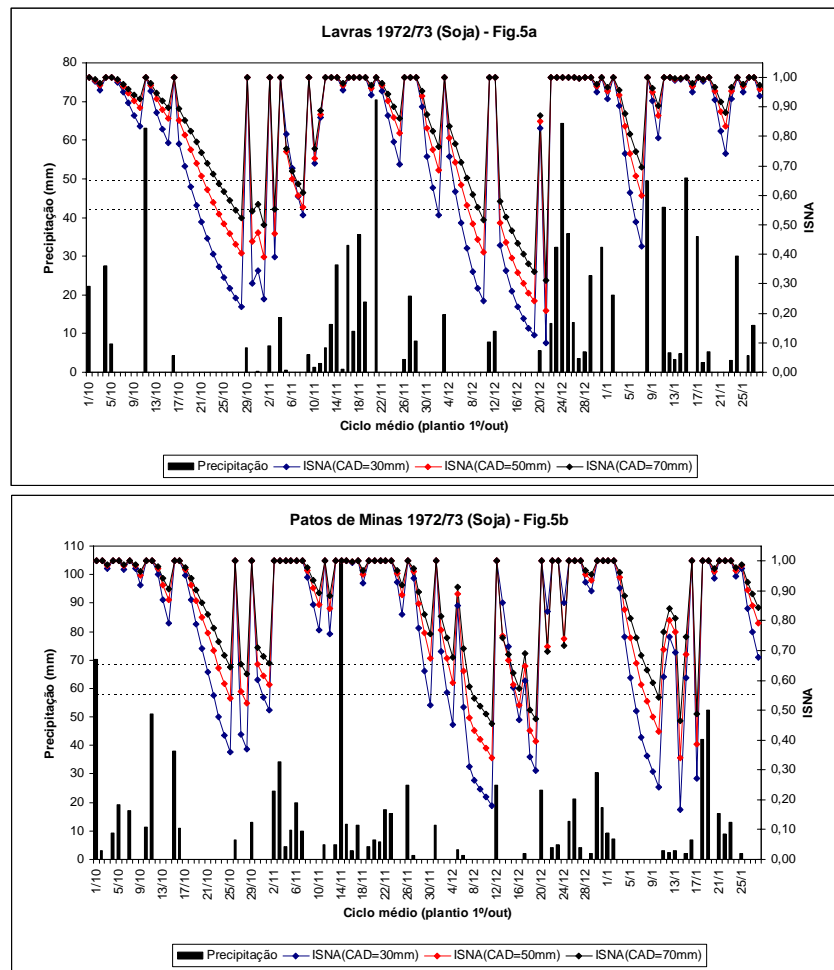


Figura 5 – Valores diários de precipitação e do ISNA observados em 1972/73, nos Municípios de Lavras (5a) e de Patos de Minas (5b).

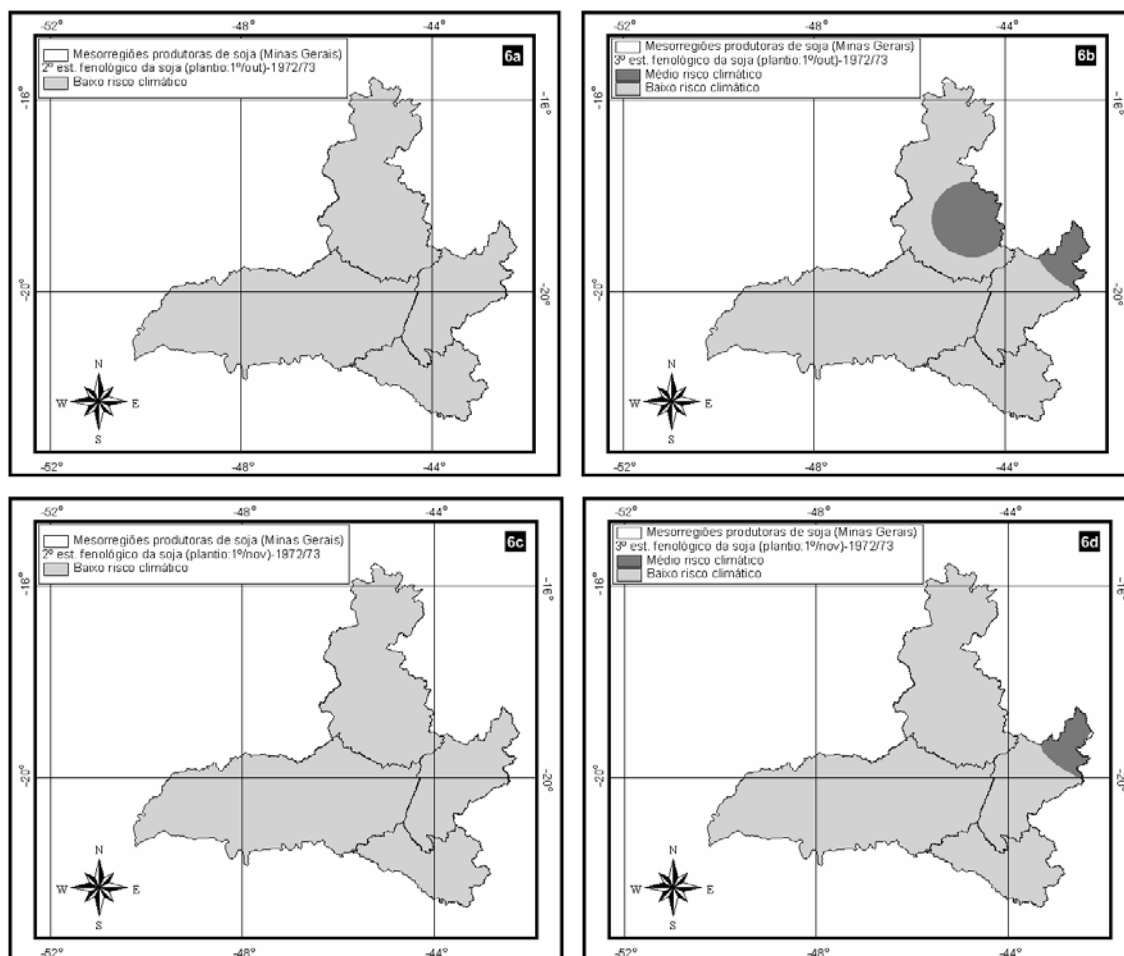


Figura 6 – ISNA médio da soja em solos com CAD igual a 30 mm e data de plantio em 1<sup>o</sup> de outubro, durante o estágio vegetativo (6a) e de florescimento/enchimento de grãos (6b), e data de plantio em 1<sup>o</sup> de novembro, durante o estágio vegetativo (6c) e de florescimento/enchimento de grãos (6d), observados no evento El Niño de 1972/73.

#### 5.2.4. Influência da La Niña na cultura da soja

As influências na cultura da soja durante ocorrências da La Niña são mais visíveis do que em anos El Niño, conforme indicado nas Tabelas 15, 16 e 17. Nessas tabelas constam os valores médios do ISNA de cada estágio fenológico da cultura, em solos com CAD igual a 30 mm (Tabela 15ab), 50 mm (Tabela 16ab) e 70 mm (Tabela 17ab), em duas datas de plantio.



Tabela 15 – ISNA médio dos estádios fenológicos da soja em anos de La Niña, de forte (F) intensidade, nos solos com CAD igual a 30 mm e duas datas de plantio, em 1º de outubro (15a) e em 1º de novembro (15b)

15a ISNA por Estádio Fenológico para a Soja - Plantio 1º de Outubro																				
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras			
La Niñas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1970/71(F)	-	-	-	-	0,95	0,68	<b>0,45</b>	<b>0,63</b>	<b>0,49</b>	0,84	<b>0,6</b>	0,68	0,89	0,92	<b>0,43</b>	<b>0,23</b>	0,89	0,88	<b>0,56</b>	<b>0,55</b>
1973/74(F)	<b>0,6</b>	0,8	0,85	<b>0,64</b>	-	-	-	-	0,68	0,8	0,86	<b>0,53</b>	<b>0,31</b>	0,8	0,83	<b>0,29</b>	<b>0,62</b>	0,8	0,79	<b>0,52</b>
1975/76(F)	<b>0,55</b>	0,7	0,72	0,77	0,7	0,81	0,71	0,76	<b>0,46</b>	0,84	0,74	<b>0,3</b>	<b>0,47</b>	0,92	<b>0,64</b>	<b>0,28</b>	0,98	0,76	0,8	<b>0,3</b>
1998/99(F)	0,74	0,84	0,75	<b>0,53</b>	0,87	0,88	0,8	<b>0,47</b>	<b>0,53</b>	0,9	0,77	<b>0,49</b>	<b>0,33</b>	0,81	0,8	<b>0,32</b>	-	-	-	-

15b ISNA por Estádio Fenológico para a Soja - Plantio 1º de Novembro																				
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras			
La Niñas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1970/71(F)	-	-	-	-	<b>0,59</b>	<b>0,5</b>	<b>0,58</b>	0,91	0,92	0,82	<b>0,53</b>	0,93	0,93	0,78	<b>0,21</b>	<b>0,1</b>	0,76	0,71	<b>0,5</b>	<b>0,42</b>
1973/74(F)	0,88	0,85	0,79	<b>0,24</b>	-	-	-	-	0,87	0,9	<b>0,62</b>	<b>0,42</b>	0,88	0,91	0,62	<b>0,12</b>	0,94	0,84	0,69	<b>0,41</b>
1975/76(F)	<b>0,58</b>	0,83	0,73	0,99	0,91	0,86	0,7	0,92	0,82	0,78	0,67	<b>0,58</b>	0,97	0,76	<b>0,58</b>	0,78	0,81	0,9	0,68	0,87
1998/99(F)	0,88	0,75	0,8	0,91	0,98	0,8	0,78	0,82	0,96	0,88	<b>0,63</b>	0,79	0,95	0,93	<b>0,53</b>	<b>0,5</b>	-	-	-	-

Tabela 16 – ISNA médio dos estádios fenológicos da soja em anos de La Niña, de forte (F) intensidade, nos solos com CAD igual a 50 mm e duas datas de plantio, em 1º de outubro (16a) e em 1º de novembro (16b)

16a ISNA por Estádio Fenológico para a Soja - Plantio 1º de Outubro																				
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras			
La Niñas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1970/71(F)	-	-	-	-	0,97	0,77	<b>0,54</b>	0,74	<b>0,59</b>	0,87	0,67	0,78	0,92	0,95	<b>0,49</b>	<b>0,19</b>	0,9	0,92	<b>0,62</b>	0,69
1973/74(F)	0,69	0,86	0,89	0,75	-	-	-	-	0,74	0,86	0,91	0,66	<b>0,45</b>	0,84	0,88	<b>0,46</b>	0,74	0,86	0,85	0,66
1975/76(F)	<b>0,64</b>	0,78	0,79	0,83	0,72	0,85	0,76	0,76	<b>0,57</b>	0,89	0,81	<b>0,43</b>	<b>0,58</b>	0,95	0,72	<b>0,39</b>	0,99	0,82	0,86	<b>0,42</b>
1998/99(F)	0,79	0,89	0,8	0,65	0,89	0,92	0,83	<b>0,61</b>	<b>0,6</b>	0,93	0,84	<b>0,58</b>	<b>0,43</b>	0,81	0,86	<b>0,43</b>	-	-	-	-

16b ISNA por Estádio Fenológico para a Soja - Plantio 1º de Novembro																				
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras			
La Niñas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1970/71(F)	-	-	-	-	0,71	<b>0,61</b>	0,65	0,93	0,93	0,88	<b>0,62</b>	0,92	0,96	0,85	<b>0,25</b>	<b>0,11</b>	0,84	0,79	<b>0,57</b>	<b>0,44</b>
1973/74(F)	0,92	0,9	0,82	<b>0,34</b>	-	-	-	-	0,91	0,94	0,67	<b>0,45</b>	0,92	0,95	0,71	<b>0,23</b>	0,96	0,89	0,75	<b>0,42</b>
1975/76(F)	<b>0,62</b>	0,88	0,8	0,99	0,89	0,9	0,76	0,93	0,88	0,84	0,73	0,69	0,97	0,82	0,66	0,84	0,81	0,93	0,74	0,89
1998/99(F)	0,93	0,81	0,85	0,94	0,99	0,86	0,83	0,87	0,98	0,92	0,71	0,82	0,97	0,96	<b>0,59</b>	<b>0,53</b>	-	-	-	-

Tabela 17 – ISNA médio dos estádios fenológicos da soja em anos de La Niña, de forte (F) intensidade, nos solos com CAD igual a 70 mm e duas datas de plantio, em 1º de outubro (17a) e em 1º de novembro (17b)

17a ISNA por Estádio Fenológico para a Soja - Plantio 1º de Outubro																				
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras			
La Niñas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1970/71(F)	-	-	-	-	0,98	0,82	<b>0,59</b>	0,81	0,67	0,89	0,72	0,83	0,94	0,96	<b>0,53</b>	<b>0,17</b>	0,91	0,94	0,65	0,76
1973/74(F)	0,75	0,89	0,92	0,81	-	-	-	-	0,78	0,89	0,93	0,74	<b>0,56</b>	0,87	0,91	<b>0,57</b>	0,81	0,89	0,88	0,74
1975/76(F)	0,7	0,82	0,83	0,87	0,76	0,87	0,81	0,81	0,65	0,92	0,85	<b>0,52</b>	0,66	0,96	0,77	<b>0,47</b>	0,99	0,86	0,89	<b>0,51</b>
1998/99(F)	0,82	0,92	0,84	0,72	0,92	0,94	0,85	0,7	0,67	0,95	0,87	0,65	<b>0,53</b>	0,83	0,89	<b>0,52</b>	-	-	-	-

17b ISNA por Estádio Fenológico para a Soja - Plantio 1º de Novembro																				
Municípios	Uberaba				Capinópolis				Patos de Minas				Sete Lagoas				Lavras			
La Niñas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1970/71(F)	-	-	-	-	0,78	0,68	0,7	0,94	0,89	0,91	0,68	0,93	0,97	0,88	0,28	<b>0,11</b>	0,88	0,83	<b>0,61</b>	<b>0,47</b>
1973/74(F)	0,94	0,92	0,85	<b>0,4</b>	-	-	-	-	0,93	0,95	0,72	<b>0,47</b>	0,94	0,96	0,77	<b>0,33</b>	0,97	0,92	0,79	<b>0,45</b>
1975/76(F)	0,68	0,91	0,85	1	0,88	0,92	0,8	0,94	0,91	0,88	0,77	0,76	0,97	0,86	0,7	0,86	0,83	0,95	0,78	0,91
1998/99(F)	0,95	0,85	0,88	0,95	0,99	0,89	0,86	0,89	0,98	0,94	0,75	0,84	0,98	0,97	<b>0,63</b>	<b>0,55</b>	-	-	-	-

Patos de Minas, Lavras e Sete Lagoas foram os municípios mais atingidos, principalmente em plantios realizados em 1<sup>o</sup> de outubro, sendo os estádios fenológicos inicial e final os de maiores riscos climáticos para a cultura. Nos plantios realizados em 1<sup>o</sup> de novembro, o terceiro e quarto estádios foram os mais propícios aos efeitos da La Niña. Como exemplo mais notável, em Sete Lagoas, nos solos com CAD igual a 30 mm e 50 mm e plantios realizados no início de outubro, os estádios de estabelecimento e maturação tiveram ISNAs abaixo de 0,65 em quase todos os eventos La Niña em análise.

Uma noção mais precisa dos efeitos do La Niña na soja está ilustrada na Figura 7, com os valores diários do ISNA e da precipitação durante o evento de 1970/71, nos Municípios de Lavras (Figura 7a) e de Patos de Minas (Figura 7b).

As situações de médio e, ou, alto riscos climáticos observados em alguns estádios da soja nos referidos municípios em 1970/71 podem ser justificadas pelo grande número de longos veranicos, intercalados por poucos dias chuvosos de pequena quantidade.

Tendo em vista a realidade e a facilidade no acesso das previsões climáticas referentes à precipitação, análises desse tipo possibilitam prever as condições de necessidade de água da cultura. Os coeficientes de correlação lineares a 1% de significância entre a precipitação e os valores do ISNA, obtidos em todas as análises diárias e em ambas as fases do ENOS, realçam a citada afirmação.

Numa análise envolvendo toda a área de estudo, a Figura 8a-d ilustra os maiores efeitos do La Niña de 1975/76 no ISNA, em solos com baixa retenção de água observados durante a fase de florescimento/enchimento de grãos. Esses efeitos são visíveis nas regiões noroeste, em ambos os plantios considerados neste estudo (Figura 8bd), e central-mineira, em plantio realizado no início de novembro (Figura 8d), havendo situação de alto risco climático na primeira região.

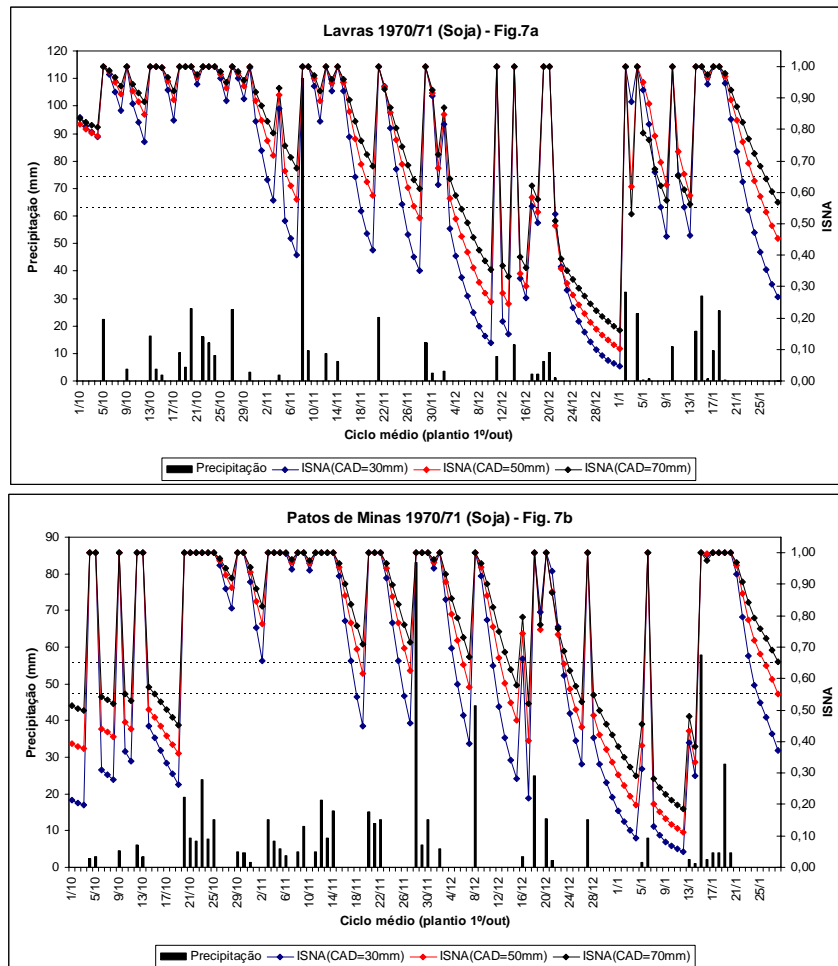


Figura 7 – Valores diários de precipitação e do ISNA observados em 1970/71, nos Municípios de Lavras (7a) e de Patos de Minas (7b).

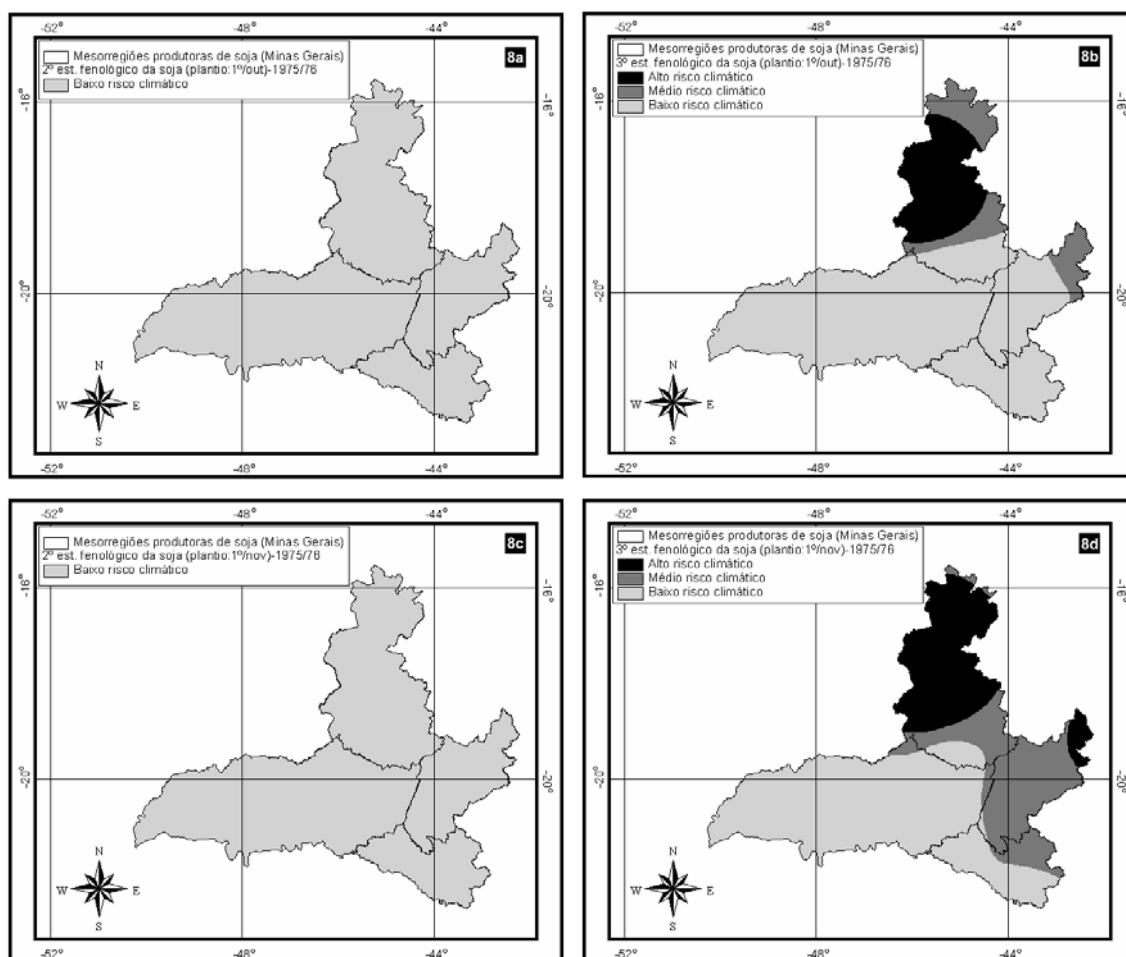


Figura 8 – ISNA médio da soja em solos com CAD igual a 30 mm e data de plantio em 1<sup>o</sup> de outubro, durante o estágio vegetativo (8a) e de florescimento/enchimento de grãos (8b), e data de plantio em 1<sup>o</sup> de novembro, durante o estágio vegetativo (8c) e de florescimento/enchimento de grãos (8d), observados no evento La Niña de 1975/76.

## 6. RESUMO E CONCLUSÕES

Mediante a utilização do Índice de Seca Efetiva (ISE) e do balanço hídrico seqüencial de cultura, avaliou-se a influência da forçante climática El Niño Oscilação Sul (ENOS) nos diferentes estádios fenológicos e épocas de plantio (1º de outubro e 1º de novembro) das culturas de ciclo médio do milho e da soja, em áreas cultiváveis da Região Sudeste do Brasil (SEB). Enquanto o ISE decendial foi aplicado a determinados eventos ENOS e áreas restritas do SEB, possuindo um raio de 80 km cada uma, o balanço hídrico de cultura forneceu o Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA) para Minas Gerais, em solos com três diferentes capacidades de retenção de água: 30 mm, 50 mm e 70 mm.

Com base nos resultados, concluiu-se que:

- O El Niño não possui característica marcante na precipitação efetiva em escala decendial. No entanto, durante eventos La Niña ocorreram anomalias mais significativas e em maior número, principalmente na área SP3. Porém, esses comportamentos foram variados e independentes da intensidade da forçante (moderada ou forte), impossibilitando definir um efeito único nas culturas da soja e do milho, basendo-se apenas no comportamento pluviométrico.

- Durante eventos El Niño foram observadas maiores situações de médio e alto riscos climáticos para a cultura do milho, em termos de déficit hídrico, nas regiões de Lavras e de Sete Lagoas, principalmente em plantios realizados

em 1<sup>o</sup> de outubro, nos estádios vegetativo e de maturação e solos com CAD igual a 30 mm em ambas as regiões e CAD igual a 50 mm na região de Lavras.

- O milho cultivado na região de Sete Lagoas foi mais suscetível aos efeitos da estiagem ocasionados pela forçante La Niña, em especial durante o estágio de maturação, seguido pelo de floração/formação de vagens, independentemente da época de plantio e tipo de solo. Similarmente, na região centro-sul de Minas Gerais também houve riscos climáticos de déficit hídrico para a cultura.

- Em solos com CAD igual a 30 mm e 50 mm, os plantios de soja realizados em 1<sup>o</sup> de outubro foram mais favoráveis ao melhor rendimento da cultura durante ocorrências do El Niño, tendo sido observados, nos eventos de 1977/78 e 1997/98, os menores valores do ISNA. As regiões de Sete Lagoas e Lavras foram as mais suscetíveis às influências da forçante climática.

- As influências de déficit hídrico na cultura da soja, durante ocorrências da La Niña, foram mais visíveis do que em anos El Niño. Patos de Minas, Lavras e Sete Lagoas foram os municípios mais atingidos, principalmente nos plantios realizados em 1<sup>o</sup> de outubro, sendo os estádios fenológicos inicial e final os mais prejudicados. Já nos plantios realizados em 1<sup>o</sup> de novembro o terceiro e quarto estádios foram os mais propícios aos efeitos da La Niña.

- Para conclusões mais precisas quanto à influência do ENOS no milho e na soja, cultiváveis na Região Sudeste do Brasil e baseados na metodologia do ISNA, sugere-se a adoção de maior número de eventos da forçante climática, desde que sejam comprovadamente correlacionados com as condições meteorológicas da região.

- A análise diária de determinados eventos climáticos do ENOS, reconhecidamente influentes ou não em algum estágio fenológico das culturas do milho e da soja, possibilitou prever o ISNA em ambas as situações, basendo-se no comportamento pluviométrico.



## REFERÊNCIAS

AGUINSKY, S.D. **Prognóstico e otimização do rendimento de milho (*Zea mays* L.) no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 1993. 196 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ALFONSI, R.R.; FILHO, R.V.; SENTELHAS, P.C. Épocas de semeadura para a cultura do milho no estado de São Paulo, baseadas na probabilidade de atendimento hídrico. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 43-49, 1997.

ALLEY, W.M. The palmer drought severity index: limitations and assumptions. **Journal of Climate and Applied Meteorology**, Boston, v. 23, p. 1100-1109, 1984.

ANDRADE JÚNIOR, A.S. de; SENTELHAS, P.C.; LIMA, M.G. de; AGUIAR, M. de J.N.; LEITE, D.A.S.R. Zoneamento agroclimático para as culturas de milho e de soja no estado do Piauí. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 3, p. 544-550, 2001.

ASSAD, E.D.; MACEDO, M.A.de; ZULLO JÚNIOR; PINTO, H.S.; BRUNINI, O. Avaliação de métodos geoestatísticos na espacialização de índices agrometeorológicos para definir riscos climáticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 161-171, 2003.

ASSAD, E.D.; SANO, E.E. **Sistema de Informações Geográficas** - Aplicações na agricultura. 2. ed. Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1998. 434 p.

AVELAR, B.C. Ciclo de crescimento e desenvolvimento de três cultivares de milho em oito épocas de plantio. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 15., 1984, Maceió. **Anais...** Brasília, 1986. p. 297-306.

AVILA, A.H.; PEZZI, L.P. Estimativa de rendimento e comportamento da La Niña 1998/99 para a região Sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBA, 1999. CD-Rom.

AZAMBUJA, J.M.V. de. **O solo e o clima na produtividade agrícola**. Guaíba, RS: Ed. Agropecuária, 1996. 164 p.

BARRON, J.; ROCKSTRÖM, J.; GICHUKI, F.; HATIBU, N. Dry spells analysis and maize yields for two semi-arid locations in east Africa. **Agricultural and Forest Meteorology**, Boston, v. 117, n. 1, p. 23-37, 2003.

BERLATO, M.A. Bioclimática da soja. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. **A soja no Brasil**. São Paulo: ITAL, 1988. p. 1062.

BRUNINI, O.; ZULLO JÚNIOR, J.; PINTO, H.S.; ASSAD, E.; SAWAZAKI, E.; DUARTE, A.P.; PATTERNIANI, M.E.Z. Riscos climáticos para a cultura de milho no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 3, p. 519-526, 2001.

BYUN, H.R.; WILHITE, D.A. Objective quantification of drought severity and duration. **Journal of Climate**, Boston, v. 12, p. 2747-2756, 1999.

CAMARGO, M.B.P. de. **Exigências bioclimáticas e estimativa da produtividade para quatro cultivares de soja no Estado de São Paulo**. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 1984. 96 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

CASTRO NETO, P.; VILELLA, E.A. Veranico: um problema de seca no período chuvoso. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 138, p. 59-62, 1986.

CHATFIELD, C. Wet and dry spells. **Monthly Weather Review**, Boston, v. 21, p. 308-10, 1966.

CLAASSEN, M. M.; SHAW, R. H. Water deficits effects on corn. II: Grain components. **Agronomy Journal**, Madison, v. 62, p. 652-655, 1970.

CLEWETT, J.F.; HOWDEN, S.M.; McKEON, G.M.; ROSE, C.W. Optimising farm dam irrigation in response to climatic risk. In: MUCHOW, R.C.; BELLAMY, J.A. (Eds.). **Climatic risk in crop production: Models and management for the semiarid tropics and subtropics**. [S.l.: s.n.], 1990. 548 p.

CONFALONE, A.E.; DUJMOVICH, M.N. Influência do déficit hídrico sobre o desenvolvimento e rendimento da soja. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n. 2, p. 183-187, 1999.

CONFALONE, A.E.; COSTA, L.C.; PEREIRA, C.R. Crescimento e captura de luz em soja sob estresse hídrico. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 2, p. 165-169, 1998.

CUNHA, G.R.; BARNI, N.A.; HAAS, J.C.; MALUF, J.R.T.; MATZENAUER, R.; PASINATO, A.; PIMENTEL, M.B.M.; PIRES, J.L.F. Zoneamento agrícola e época de semeadura para soja no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 3, p. 446-459, 2001.

CUNHA, G.R.da. El Niño – Oscilação do Sul e perspectivas climáticas aplicadas no manejo de culturas no sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBA, 1999. CD-Rom.

EMBRAPA. Disponível em: <[www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)>. Acesso em: 4 out. 2005.

EMBRAPA. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. Brasília: EMBRAPA, 1993. 204 p.

EPAMIG. **Oferta de produtos por mesorregião-MG**. Disponível em: <[www.epamig.br](http://www.epamig.br)>. Acesso em: 4 out. 2005.

FONTANA, D.C.; BERLATO, M.A. Relação entre ENOS, precipitação e rendimento de milho no estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 39-46, 1996.

HEIM JÚNIOR, R.R. A review of Twentieth-Century drought indices used in the United States. **Bulletin of American Meteorological Society**, Washington, v. 83, n. 8, p. 1149-1165, 2002.

IBGE - **Produção agrícola municipal (1998 a 2002)**. Disponível em: <[www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br)>. Acesso em: out. 2005.

LOZADA, B.I.; ANGELOCCI, L.R. Efeito da temperatura do ar e da disponibilidade hídrica do solo na duração de subperíodos e na produção de um híbrido de milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 37-43, 1999.

MACHADO, M.A.de M.; SEDIYAMA, G.C.; COSTA, M.H.; COSTA, J.M.N. Período chuvoso e demanda evaporativa como indicadores das épocas de plantio do milho para o estado de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBA, 1999. CD-Rom.

MALUF, J.R.T.; CUNHA, G.R.; MATZENAUER, R.; PASINATO, A.; PIMENTEL, M.B.M.; CAIAFFO, M.R.; PIRES, J.L.F. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de milho no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 3, p. 460-467, 2001.

MATZENAUER, R.; SCHACKER DOS ANJOS, C. Disponibilidade hídrica para a cultura da soja em anos de El Niño, La Niña e neutros, nas regiões climáticas do Planalto Médio e Depressão Central do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 13., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBA, 2003. CD-Rom.

MEDEIROS, J.B. de; VIANA, A.C. Época, espaçamento e densidade de plantio para a cultura do milho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 72, p. 32-35, 1980.

MOTA, F.S. da. Influência dos fenômenos El Niño e La Niña sobre o rendimento do milho no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., 1999 Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBA, 1999. CD-Rom.

MOURA, P.A.M. de; OLIVEIRA, A.C.S. de. Aspectos econômicos da cultura do milho. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 72, p. 3-8, 1980.

NOBRE, P.; LACERDA, F.F.; AZEVEDO, F.G.B.; SIMÕES, R.de S. Um estudo da variabilidade interanual de veranicos sobre o sertão de Pernambuco e suas relações com a temperatura da superfície do mar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBMET, 2004. CD-Rom.

OLIVEIRA, M.D.X. **Comportamento da cultura do milho (*Zea mays* L.) em diferentes épocas de semeadura nas regiões Centro e Norte de Mato Grosso do Sul**. Lavras, MG: ESAL, 1990. 90 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

PALMER, W.C. **Meteorological drought**. U.S. Weather Bureaus, 1965. 58 p. (Res. Pap., 45).

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba, RS: Ed. Agropecuária, 2002. 478 p.

PETTERS, D.B.; PENDLETON, J.W.; HAGEMAN, R.H.; BROW, C.M. Effect of night temperature on grain yield of corn, wheat and soybeans. **Agronomy Journal**, Madison, v. 63, p. 809, 1971.

PEZZA, A.B.; AMBRIZZI, T. Uma associação entre as anomalias da TSM dos oceanos Pacífico e Atlântico e a temperatura, geada e precipitação na estação meteorológica do IAG/USP, em São Paulo, durante o período de inverno. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 17, n. 2, p. 165-179, 2002.

PINTO JÚNIOR, O.; PINTO, I.R.C.A. **Tempestades e relâmpagos no Brasil**. São José dos Campos, SP: INPE, 2000. 196 p.

REZENDE, A.M. de; ARANTES, N.E. Manejo e tratos culturais da soja. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 8, n. 94, p. 28-30, 1982.

RIZZI, R.; MALDONADO, F.D.; LOPES, P.M.O. Efeitos dos fenômenos El Niño e La Niña na produtividade da soja no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 13., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBA, 2003. CD-Rom.

RODRIGUES DA SILVA, V. de P.; MACIEL, G.F.; LIMA, W.F. de A.; GUEDES, M.J.F. Rendimento das culturas de sequeiro no Nordeste do Brasil. Parte I: Análise das correlações com as TSMs. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBA, 1999. CD-Rom.

ROSSING, A.C.; GALERANI, P.R.; GUEDES, L.C.A.; MELLO, H.C. Avaliação do componente tecnológico da safra de soja de 1995/96. **Informe Econômico CNPSo**, v. 2, n. 3, p. 19-55, 1996.

SALINAS, A.R.; SANTOS, D.S.B.; SANTOS, F.O. Comportamento de genótipos de soja, hasta el estado de plântulas, em diferentes niveles de humedad. In: CONFERENCIA MUNDIAL DE INVESTIGACION EM SOJA, 4., 1989, Buenos Aires. **Actas...** Buenos Aires: AASOJA, 1989. p. 376-382.

SANS, L.M.A.; ASSAD, E.D.; GUIMARÃES, D.P.; AVELLAR, G. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do milho na região Centro-Oeste do Brasil e para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 3, p. 527-535, 2001.

SANTANA, S.C.; LACERDA, F.F.; SIMÕES, R. de S. Um estudo da variabilidade de veranicos sobre o estado de Pernambuco. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA, 1., 2005, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBMET, 2005. CD-Rom.

SEDIYAMA, T.; REIS, M.S. **Cultura da soja em Minas Gerais (Instruções práticas)**. Viçosa, MG: UFV, 1979. 16 p. (Boletim de Extensão, 19).

SILVA, M.T.; AMARAL, J.A.B. do; BELTRÃO, N.E. de M.; GONÇALVES, W.A. Época de semeadura para o milho no estado de Alagoas, segundo zoneamento de risco climático. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CLIMATOLOGIA, 1., 2005, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBMET, 2005. CD-Rom.

SILVA, M.M.P.; OLIVEIRA, N.F.; CAVALCANTI, N.B. Probabilidade de ocorrência de dias secos e chuvosos. **Boletim técnico do Instituto Nacional de Meteorologia**, Brasília, v. 20, n. 146, p. 51-90, 1981.

SILVA, S.C. da; ASSAD, E.D. Zoneamento de riscos climáticos para o arroz de sequeiro nos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Tocantins e Bahia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 3, p. 536-543, 2001.

SILVA, J.A. **Influência da umidade do solo nas exigências térmicas de três cultivares de milho (*Zea mays* L.)**. Viçosa, MG: UFV, 1989. 79 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SILVA, W.J. da Aspectos climáticos da cultura da soja. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 8, n. 94, p. 8-10, 1982.

TUBELIS, A. **A chuva e a produção agrícola**. São Paulo: Nobel, 1988.

WOLF, J.M. Probabilidades de ocorrência de períodos secos na estação chuvosa para Brasília, DF. **Pesquisa Agropecuária**, v. 12, p. 141-50, 1977.