



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE METEOROLOGIA

**RELAÇÃO ENTRE O MEI (MULTIVARIATE ENSO INDEX)
E A PRECIPITAÇÃO PLUVIAL NO ESTADO DO RIO
GRANDE DO SUL**

FÁBIO ZIEMANN LOPES

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Prof. Dr. Gilberto Barbosa Diniz, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, para a obtenção do título de Mestre em Ciências (M.S.).

PELOTAS
Rio Grande do Sul - Brasil
Março de 2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

FÁBIO ZIEMANN LOPES

**RELAÇÃO ENTRE O MEI (MULTIVARIATE ENSO INDEX)
E A PRECIPITAÇÃO PLUVIAL NO ESTADO DO RIO
GRANDE DO SUL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pelotas, sob orientação do Prof. Dr. Gilberto Barbosa Diniz, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, para obtenção do título de Mestre em Ciências (M. S.).

APROVADA: 29 de março de 2006

Prof. Dr. Moacir Antônio Berlato

Prof. Dr. Júlio Renato Marques

Prof. Dr. Gilberto Barbosa Diniz
(Orientador)

Dedico este trabalho a meus pais, Manoel Luiz e Maria Conceição, e ao meu irmão Maurício pelo incentivo e estímulo à busca de meu desenvolvimento profissional e pessoal.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre dar-me forças, saúde e sabedoria para conduzir a minha vida.

A Universidade Federal de Pelotas, pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação.

Ao Prof. Dr. Gilberto Barbosa Diniz, pela sua dedicação, apoio e amizade, na orientação no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Júlio Renato Marques, pela sua ajuda em estatística.

Ao Prof Marcos Vinicio R. Valença, pela sua ajuda na correção da dissertação.

A todos os professores e funcionários do curso de Pós-graduação em Meteorologia, pela dedicação e apoio recebidos.

Aos colegas da Pós-graduação, pelo apoio, estímulo e amizade.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

ÍNDICE

	Pág.
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xviii
ABSTRACT	xx
1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	04
2.1 Fundamentação teórica	04
2.2 Análise de Componentes Principais (ACP)	05
2.2.1 Fundamentação estatística da Análise de Componentes Principais(ACP).....	06
2.3 Tabelas de contingência	09
2.4 Correlação	10
2.5 Índice Multivariado do ENOS (IME)	10
2.6 Regiões dos Niños	11
2.7 Relação entre o ENOS e a precipitação pluvial	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Caracterização da área de estudo	20

3.2 Dados meteorológicos e período de observação.....	20
3.3. Anos de ocorrência de El Niño.....	22
3.4. Metodologia.....	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1 Relação entre a precipitação pluvial das estações meteorológicas do Rio Grande do Sul e o MEI.....	25
4.2 Relação entre a precipitação pluvial das estações meteorológicas do Rio Grande do Sul e a TSM das regiões do Niños.....	31
4.3 Regiões homogêneas do Rio Grande do Sul para a precipitação pluvial.....	53
4.4 Relação entre a precipitação pluvial das regiões homogêneas do Rio Grande do Sul e o MEI.....	54
4.5 Relação entre a precipitação pluvial das regiões homogêneas do Rio Grande do Sul e a TSM das regiões dos Niños.....	62
4.5.1 Niño 1+2.....	62
4.5.2 Niño 3.....	70
4.5.3 Niño 3.4.....	77
4.5.4 Niño 4.....	85
4.6 Análise da anomalia da precipitação pluvial para os bimestres out-nov e nov-dez.....	92
5 CONCLUSÕES.....	96
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97

LISTA DE TABELAS

	Pág.
TABELA 1- Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, coordenadas geográficas e instituições a que pertencem.....	21
TABELA 2- Classificação dos Eventos El Niño referente ao período estudado.....	23
TABELA 3- Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e o MEI para o bimestre set-out. Período 1950/2002.....	25
TABELA 4- Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e o MEI para o bimestre fev-mar. Período 1950/2002.....	26
TABELA 5- Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e o MEI para o bimestre abr-mai. Período 1950/2002.....	28
TABELA 6- Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e o MEI para o bimestre jun-jul. Período 1950/2002.....	29

TABELA 7-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 1+2 para o bimestre set-out. Período 1950/2002.....	32
TABELA 8-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 1+2 para o bimestre fev-mar. Período 1950/2002.....	32
TABELA 9-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 1+2 para o bimestre abr-mai. Período 1950/2002.....	35
TABELA 10-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3 para o bimestre set-out. Período 1950/2002.....	36
TABELA 11-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3 para o bimestre fev-mar. Período 1950/2002.....	37
TABELA 12-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3 para o bimestre abr-mai. Período 1950/2002.....	40
TABELA 13-	Estação meteorológica do Rio Grande do Sul, que possui um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3 para o bimestre jun-jul. Período 1950/2002.....	40
TABELA 14-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3.4 para o bimestre set-out. Período 1950/2002.....	42

TABELA 15-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3.4 para o bimestre fev-mar. Período 1950/2002.....	43
TABELA 16-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3.4 para o bimestre abr-mai. Período 1950/2002.....	45
TABELA 17-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3.4 para o bimestre jun-jul. Período 1950/2002.....	46
TABELA 18-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 4 para o bimestre set-out. Período 1950/2002.....	47
TABELA 19-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 4 para o bimestre fev-mar. Período 1950/2002.....	48
TABELA 20-	Estação meteorológica do Rio Grande do Sul, que possui um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 4 para o bimestre abr-mai. Período 1950/2002.....	50
TABELA 21-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 4 para o bimestre jun-jul. Período 1950/2002.....	51
TABELA 22-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que fazem parte das regiões homogêneas de precipitação pluvial.....	53

TABELA 23-	Coeficientes de correlação (r) entre o MEI e os totais médios bimestrais da precipitação pluvial para regiões homogêneas do Estado do Rio Grande do Sul. Período 1950/2002.....	54
TABELA 24-	Coeficientes de correlação (r) entre a média bimestral da TSM da região do Niño 1+2 e os totais médios bimestrais da precipitação pluvial do Estado do Rio Grande do Sul. Período 1950/2002.....	63
TABELA 25-	Coeficientes de correlação (r) entre a média bimestral da TSM da região do Niño 3 e os totais médios bimestrais da precipitação pluvial do Estado do Rio Grande do Sul. Período 1950/2002.....	70
TABELA 26-	Coeficientes de correlação (r) entre a TSM da região do Niño 3.4 e os totais médios bimestrais da precipitação pluvial do Estado do Rio Grande do Sul. Período 1950/2002.....	77
TABELA 27-	Coeficientes de correlação (r) entre a média bimestral da TSM da região do Niño 4 e os totais médios bimestrais da precipitação pluvial do Estado do Rio Grande do Sul. Período 1950/2002.....	85
TABELA 28-	Percentual de casos entre as anomalias positivas dos índices e da precipitação pluvial nas regiões homogêneas para o bimestre out-nov.....	93
TABELA 29-	Percentual de casos entre as anomalias negativas dos índices e da precipitação pluvial nas regiões homogêneas para o bimestre out-nov.....	93
TABELA 30-	Percentual de casos entre as anomalias positivas dos índices e da precipitação pluvial nas regiões homogêneas para o bimestre nov-dez.....	93
TABELA 31-	Percentual de casos entre as anomalias negativas dos índices e da precipitação pluvial nas regiões homogêneas para o bimestre nov-dez.....	94

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1- Regiões do Niño no Pacífico equatorial. Fonte: < http://tucupi.cptec.inpe.br/enos/ >. Acessado em: 27 de agosto de 2004.....	22
FIGURA 2- Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e o MEI: (a) para o bimestre set-out e (b) para o bimestre fev-mar.....	27
FIGURA 3- Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e o MEI: (c) para o bimestre abr-mai e (d) para o bimestre jun-jul.....	30
FIGURA 4- Localização da região do Niño 1+2 no Oceano Pacífico equatorial.....	33
FIGURA 5- Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 1+2: (a) para o bimestre set-out e (b) para o bimestre fev-mar.....	34

FIGURA 6-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 1+2: (c) para o bimestre abr-mai.....	36
FIGURA 7-	Localização da região do Niño 3 no Oceano Pacífico equatorial.....	38
FIGURA 8-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3: (a) para o bimestre set-out e (b) para o bimestre fev-mar.....	39
FIGURA 9-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3: (c) para o bimestre abr-mai e (d) para o bimestre jun-jul.....	41
FIGURA 10-	Localização da região do Niño 3.4 no Oceano Pacífico equatorial.....	43
FIGURA 11-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3.4: (a) para o bimestre set-out e (b) para o bimestre fev-mar.....	44
FIGURA 12-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3.4: (c) para o bimestre abr-mai e (d) para o bimestre jun-jul.....	46
FIGURA 13-	Localização da região do Niño 4 no Oceano Pacífico equatorial.....	49
FIGURA 14-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 4: (a) para o bimestre set-out e (b) para o bimestre fev-mar.....	49
FIGURA 15-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 4: (c) para o bimestre abr-mai e (d) para o bimestre jun-jul.....	52

FIGURA 16-	Regiões homogêneas de precipitação pluvial do Rio Grande do Sul.....	53
FIGURA 17-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R1 e a anomalia do MEI para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	56
FIGURA 18-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R2 e a anomalia do MEI para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	57
FIGURA 19-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R3 e a anomalia do MEI para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	58
FIGURA 20-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R4 e a anomalia do MEI para os bimestres: (a) abr-mai, (b) out-nov e (c) nov-dez.....	59
FIGURA 21-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R5 e a anomalia do MEI para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	60
FIGURA 22-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R6 e a anomalia do MEI para os bimestres: (a) jul-ago, (b) out-nov e (c) nov-dez.....	61
FIGURA 23-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R1 e a anomalia da TSM da região do Niño 1+2 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	64

FIGURA 24-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R2 e a anomalia da TSM da região do Niño 1+2 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	65
FIGURA 25-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R3 e a anomalia da TSM da região do Niño 1+2 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	66
FIGURA 26-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R4 e a anomalia da TSM da região do Niño 1+2 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	67
FIGURA 27-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R5 e a anomalia da TSM da região do Niño 1+2 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	68
FIGURA 28-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R6 e a anomalia da TSM da região do Niño 1+2 para os bimestres: (a) jul-ago, (b) out-nov e (c) nov-dez.....	69
FIGURA 29-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R1 e a anomalia da TSM da região do Niño 3 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	72
FIGURA 30-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R2 e a anomalia da TSM da região do Niño 3 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	73

FIGURA 31-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R3 e a anomalia da TSM da região do Niño 3 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	74
FIGURA 32-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R4 e a anomalia da TSM da região do Niño 3 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	75
FIGURA 33-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R5 e a anomalia da TSM da região do Niño 3 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	76
FIGURA 34-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R6 e a anomalia da TSM da região do Niño 3 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	77
FIGURA 35-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R1 e a anomalia da TSM da região do Niño 3.4 para os bimestres: (a) set-out, (b) out-nov e (c) nov-dez.....	79
FIGURA 36-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R2 e a anomalia da TSM da região do Niño 3.4 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	80
FIGURA 37-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R3 e a anomalia da TSM da região do Niño 3.4 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	81

FIGURA 38-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R4 e a anomalia da TSM da região do Niño 3.4 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	82
FIGURA 39-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R5 e a anomalia da TSM da região do Niño 3.4 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	83
FIGURA 40-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R6 e a anomalia da TSM da região do Niño 3.4 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	84
FIGURA 41-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R1 e a anomalia da TSM da região do Niño 4 para os bimestres: (a) set-out, (b) out-nov e (c) nov-dez.....	86
FIGURA 42-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R2 e a anomalia da TSM da região do Niño 4 para os bimestres: (a) set-out, (b) out-nov e (c) nov-dez.....	88
FIGURA 43-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R3 e a anomalia da TSM da região do Niño 4 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	89
FIGURA 44-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R4 e a anomalia da TSM da região do Niño 4 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	90

- FIGURA 45- Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R5 e a anomalia da TSM da região do Niño 4 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez..... 91
- FIGURA 46- Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R6 e a anomalia da TSM da região do Niño 4 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez..... 92

RESUMO

LOPES, FÁBIO Z., Universidade Federal de Pelotas, Março de 2006, **Relação entre o MEI (Multivariate Enso Index) e a precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul** orientador: Prof. Dr. Gilberto Barbosa Diniz.

No Rio Grande do Sul, as estações do ano são bem definidas sendo sentidos, em suas características peculiares, o inverno, a primavera, o verão e o outono. O regime pluviométrico é bastante regular e as chuvas são bem distribuídas durante todo o ano no Estado. O Índice Multivariado do El Niño Oscilação Sul (MEI) carece de um estudo de sua relação com a precipitação. Ele é um índice numérico que integra a ação de diferentes fatores que caracterizam o fenômeno e que oscila entre valores positivos para a fase quente, o El Niño, e valores negativos para a fase fria, a La Niña. Considera na sua composição, as seguintes variáveis: pressão ao nível do mar, as componentes zonal e meridional do vento em superfície, a Temperatura da Superfície do Mar (TSM), a temperatura do ar em superfície e um indicador de nebulosidade. Este trabalho teve como objetivo, estudar as relações entre o MEI e a TSM das regiões dos Niños com as precipitações pluviais no Estado do Rio Grande do Sul. Para isso, foram utilizados dados de totais mensais de precipitação pluvial de 40 estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, dados bimestrais do MEI e de TSM das regiões dos Niños para o período de 1950 a 2002. Os coeficientes de correlação entre precipitação pluvial do Rio Grande do Sul com o MEI e as regiões dos Niños apresentaram valores baixos devido ao fato de se utilizar apenas os meses do início e final do evento. O MEI, apesar de ser

um índice mais complexo do ponto de vista metodológico, não melhora os coeficientes de correlação com a precipitação pluvial do Estado do Rio Grande do Sul, e sempre apresenta valores menores ou iguais aos obtidos ao utilizar a TSM das regiões dos Niños nos bimestres de out/nov e nov/dez. As regiões dos Niños 3 e 4 são as mais influentes nas anomalias positivas de precipitação pluvial do Rio Grande do Sul para o bimestre out/nov. A região do Niño 4, por sua vez, é a mais influente para o caso das anomalias negativas da precipitação pluvial para o mesmo bimestre. Em relação ao bimestre nov/dez somente o Niño 3 tem maior influência nas anomalias positivas da precipitação pluvial no Rio Grande do Sul.

ABSTRACT

LOPES, FABIO. Z., Federal University of Pelotas, March 2006. **Relation between MEI (Multivariate Enso Index) and the pluvial precipitation on Rio Grande do Sul State.** Adviser: Prof. Dr. Gilberto Barbosa Diniz

On Rio Grande do Sul the seasons of the year are well defined being felt, in its peculiar characteristics, the winter, the spring, the summer and the autumn. The pluviometric regime is quite regular and the precipitations are well distributed during all the year on the State. The Multivariate Enso Index (MEI) lacks of a study about its relations with the precipitation. It is a numeric index that integrates the action of different factors that characterize the phenomenon and that oscilate between positive values for the hot phase, the El Niño, and negative values for the cold phase, the La Niña. It considers, in its composition, the following variables: sea level pressure, zonal and meridional wind components at the surface, the Sea Surface Temperature (SST), the air temperature at the surface and a cloudiness indicator. This work had the objective to study the relations between the MEI and the SST of the Niño regions with the pluvial precipitations on Rio Grande do Sul State. For this, it were utilized total monthly data of pluvial precipitation from 40 meteorological stations of Rio Grande do Sul, bimonthly data of MEI and SST of the Niño regions for the period 1950 to 2002.

The correlation coefficients between pluvial precipitation of Rio Grande do Sul with MEI and the Niños regions showed low values due to the fact of using only the months of the beginning and end of the event. The MEI, although being an

index more complex in relation to the metodologic point of view, it does not improve the correlation coefficients with the pluvial precipitation of the State of Rio Grande do Sul and always presents lesser or equal values to that obtained when using the TSM of Niños regions in the bimonths of oct/nov and nov/dec. The Niños 3 and 4 regions are the most influents in the pluvial precipitation positive anomalies of Rio Grande do Sul for the bimonth oct/nov. On the other hand, the Niño 4 region is the most influent in the case of pluvial precipitation negative anomalies for the same bimonth. In relation to the bimonth nov/dec only the Niño 3 has more influence in the pluvial precipitation positive anomalies in Rio Grande do Sul.

1. INTRODUÇÃO

No Rio Grande do Sul, as estações do ano são bem definidas sendo sentidos, em suas características peculiares, o inverno, a primavera, o verão e o outono. O regime pluviométrico é bastante regular e as precipitações pluviais são bem distribuídas durante todo o ano no Estado.

Com referência à estiagem fenômeno de secas prolongadas se apresenta em algumas regiões climáticas do Estado, em determinados anos. Este fenômeno tem certa intensidade, a ponto de ameaçar a economia com prejuízos em setores como a agricultura, pecuária, indústria e outros seguimentos que afetam a população.

Segundo Moreno (1961), citado por Puchalski (2000) o clima do Rio Grande do Sul é classificado, segundo Köppen, na zona fundamental temperada ou "C", tipo úmido ou "Cf", com variedades "Cfa" e "Cfb" (subtropical e temperado respectivamente).

O El Niño é um fenômeno atmosférico-oceânico caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no Oceano Pacífico Tropical e que pode afetar o clima regional e global, mudando os padrões de vento em nível mundial e, afetando, assim, os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias.

Talvez a melhor maneira de se referir ao fenômeno El Niño seja pelo uso da terminologia mais técnica, que inclui as características oceânicas-atmosféricas, associadas ao aquecimento anormal do Oceano Pacífico

Tropical. O ENOS ou El Niño Oscilação Sul representa, de forma mais genérica, um fenômeno de interação atmosfera-oceano, associado às alterações dos padrões de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) e dos ventos alísios na região do Pacífico equatorial entre a Costa Peruana e no Pacífico Oeste próximo à Austrália.

Além de índices baseados nos valores da TSM no Oceano Pacífico equatorial, o fenômeno ENOS pode ser também quantificado pelo Índice de Oscilação Sul (IOS). Esse índice representa a diferença entre a pressão ao nível do mar entre o Pacífico central (Taiti) e o Pacífico do oeste (Darwin /Austrália). Está relacionado com as mudanças na circulação atmosférica nos níveis baixos da atmosfera, consequência do resfriamento /aquecimento das águas superficiais na região. Valores negativos e positivos do IOS são indicadores da ocorrência do El Niño e La Niña respectivamente. No Brasil, as regiões Norte e Nordeste sofrem com acentuadas secas enquanto que no Sul a precipitação ultrapassa os valores médios normais. As anomalias de TSM na região de ocorrência do El Niño e La Niña, são monitoradas dividindo a região afetada em sub-regiões. Cada uma recebe uma identificação que, segundo o Climate Prediction Center (CPC), é a seguinte: Niño 1+2 (0° - 10° S) e (90° W- 80° W), Niño 3 (5° N- 5° S) e (150° W- 90° W), Niño 4 (5° N- 5° S) e (160° W- 150° W) e uma nova região intermediária entre (3) e (4) chamada de Niño 3.4 (5° N- 5° S) e (170° W- 120° W).

Por ser uma região agrícola muito importante e por ter a precipitação como um dos principais fatores na produção agrícola, o sul do Brasil e o Estado do Rio Grande do Sul despertam a atenção dos pesquisadores no desenvolvimento de trabalhos voltados para a precipitação, bem como nos fatores que a influenciam (Oliveira, 2001).

Dentre esses fatores, o Índice Multivariado do El Niño Oscilação Sul (MEI) pode ser um deles e carece um estudo de sua relação com a precipitação. Ele é um índice numérico que integra a ação de diferentes fatores que caracterizam o fenômeno e que oscila entre valores positivos para a fase quente, o El Niño, e negativo para a fase fria, a La Niña, e que considera, na sua composição, as seguintes variáveis: pressão ao nível do mar, as componentes zonal e meridional do vento em superfície, a temperatura da

superfície do mar, a temperatura do ar em superfície e um indicador de nebulosidade (Lay & Aiello, 2001).

Levando em consideração as explicações anteriores, este trabalho tem os seguintes objetivos:

Objetivo geral:

- Estudar as relações entre o MEI e a TSM das regiões dos Niños com as precipitações pluviais no Estado do Rio Grande do Sul.

Objetivos específicos:

- Estudar as relações do MEI com as precipitações pluviais em estações meteorológicas do Rio Grande do Sul;

- Estudar as relações da TSM das regiões do Niños com as precipitações pluviais em estações meteorológicas do Rio Grande do Sul;

- Verificar as relações entre o MEI e a TSM das regiões dos Niños com as precipitações pluviais em regiões homogêneas do Rio Grande do Sul.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Como neste trabalho utilizaram-se técnicas de Análise Multivariada, (Regressão Linear Múltipla – RLM e Análise de Componentes Principais – ACP), abaixo será descrita uma fundamentação teórica desta análise.

2.1 Fundamentação teórica

Quando se deseja informações à cerca de um grupo de variáveis ou às vezes do conjunto total dos dados de uma região, é usual recorrer-se à análise multivariada. Esta técnica estatística é também usada para reduzir ao máximo o número de variáveis envolvidas em um problema com uma pequena perda de informações. Os principais objetivos desta técnica são:

- Reduzir a dimensão de interpretação de uma matriz de dados;
- Investigar o comportamento espacial e temporal das variáveis consideradas;
- Obter grupos homogêneos das variáveis.

Dentro da análise multivariada existem várias técnicas de manejo de dados muito úteis para trabalhos em climatologia como, por exemplo, a Análise Fatorial (AF), a Análise de Componentes Principais (ACP), a Decomposição do Valor Singular (DVS), as Correlações Canônicas (CC), Regressão Linear Múltipla (RLM) e outras.

Os métodos partem de uma matriz de dados $\mathbf{X}_{(n \times p)}$ cujas linhas correspondem “n” unidades (indivíduos) fornecendo “p” características (valores numéricos) cada. No caso de estudos climatológicos, essas unidades podem ser estações meteorológicas; as características seriam dados meteorológicos como pressão, temperatura, vento, umidade relativa etc, ordenados ou não segundo seqüências cronológicas. No caso de uma única variável, estes dados podem constituir uma seqüência cronológica, onde cada linha “i” representa o valor da variável para um mês “i” no conjunto “p” locais. A coluna “j” forma uma série temporal da variável em estudo para a j-ésima (coluna) dado.

A matriz de dados é organizada da seguinte forma:

$$\mathbf{X}_{(n \times p)} = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & X_{1p} \\ X_{21} & X_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & X_{2p} \\ \cdot & & & & & \\ \cdot & & & & & \\ X_{n1} & X_{n2} & \cdot & \cdot & \cdot & X_{np} \end{pmatrix} \quad (1)$$

Ou:

$$\mathbf{X}_{(n \times p)} = (X_1 \quad X_2 \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad X_p) \quad (2)$$

Observe-se que a matriz $\mathbf{X}_{(n \times p)}$ pode ser interpretada como um ordenamento de “p” vetores colunas (cada vetor equivalente à série temporal de cada variável utilizada no trabalho), ou de “n” vetores linha (cada vetor indicando valores de médias bimestrais das variáveis meteorológicas de uma determinada rede de estações). O primeiro caso descreve principalmente o comportamento temporal de uma rede, enquanto que o segundo ilustra a situação espacial das variáveis em cada época.

2.2 Análise de Componentes Principais (ACP)

A idéia central da análise de componentes principais é reduzir a dimensão de um conjunto de dados composto de um grande número de variáveis inter-relacionadas conservando as variações presentes no conjunto de dados. Isto é possível transformando-o em um novo grupo de variáveis, os componentes principais, os quais não são correlacionados. Essa técnica foi introduzida por Lorenz (1956) em estudos meteorológicos e por ele chamada análise de funções ortogonais empíricas.

O enfoque da técnica de análise de componentes principais, adotado por Bouroche & Saporta (1982), estabelece que a informação associada a N indivíduos (constituída por P informações ou variáveis) é representada por uma nuvem de N pontos num espaço vetorial Γ com dimensão P . A (ACP) consiste na projeção dessa nuvem de pontos situada em um subespaço de dimensão $a < P$ de forma que sua projeção sofra a menor deformação possível. O plano sobre o qual são efetuadas essas projeções é denominado plano principal e a direção chamada direção principal. Considerando como direção principal em Γ , representam a nuvem de pontos, aquela definida por uma reta ajustada por minimização da soma de quadrados perpendicular à reta (mínimos quadrados). A solução do problema conduz naturalmente a P direções principais. Esta técnica transforma as variáveis, que inicialmente são correlacionadas, em outras não correlacionadas entre si.

2.2.1 Fundamentação estatística da Análise de Componentes Principais (ACP)

A fundamentação estatística descrita a seguir foi usada por Diniz (2002).

a) - Covariância e coeficiente de correlação entre duas variáveis aleatórias.

Quando duas variáveis variam simultaneamente, temos interesse em medir a influência que a variação de uma tem sobre a variação da outra.

Uma maneira de tentar captar esta medida é definindo a covariância entre duas variáveis aleatórias X e Y . Outra medida definida a partir desta, é o coeficiente de correlação o qual expressa a associação entre duas variáveis, ou seja:

$$\text{Cov}_{(x,y)} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y})}{n - 1} \quad (3)$$

$$r(X, Y) = \frac{\text{Cov}(X, Y)}{S(X) \cdot S(Y)} \quad (4)$$

Onde: $S(X)$ e $S(Y)$ são os desvios padrões das variáveis X e Y

b) - Autovalores e autovetores

Os autovalores são raízes λ da equação característica dada por:

$$\det[\mathbf{R} - \lambda \mathbf{I}] = 0 \quad (5)$$

Onde:

\mathbf{R} é a matriz de correlação ou matriz de variância e covariância (dependendo da natureza dos dados), geralmente simétrica.

λ é a raiz da equação característica.

\mathbf{I} é a matriz identidade.

A cada autovalor λ_i da matriz \mathbf{R} corresponde um autovetor \underline{u}_i . Os autovetores associados à matriz \mathbf{R} são obtidos pela solução do sistema das seguintes equações lineares:

$$[\mathbf{R} - \lambda \mathbf{I}] \cdot \underline{u} = 0 \quad (6)$$

Onde: \underline{u} é um autovetor.

Seja X_t , $t = 1, 2, \dots, N$, uma série temporal de uma variável meteorológica de um determinado local representado pelo vetor coluna $\underline{X} = [X_1, X_2, \dots, X_n]^T$. Considerando uma série conjunta de P locais (estações meteorológicas) de uma região, a evolução temporal do vetor linha virá descrito pelo vetor $\underline{X} = [X_1, X_2, \dots, X_p]^T$. A matriz de dados para as P estações para um certo período de tempo (dias do mês, por exemplo) será:

$$\mathbf{X}_{(n \times p)} = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdot & \cdot & X_{1p} \\ X_{21} & X_{22} & \cdot & \cdot & X_{2p} \\ \cdot & & \cdot & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot & \cdot \\ X_{n1} & X_{n2} & \cdot & \cdot & X_{np} \end{pmatrix} \quad (7)$$

Supondo agora um conjunto de dados padronizados, cuja matriz é escrita da seguinte forma:

$$\mathbf{Y}_{(n \times p)} = \begin{pmatrix} Y_{11} & Y_{12} & \cdot & \cdot & Y_{1p} \\ Y_{21} & Y_{22} & \cdot & \cdot & Y_{2p} \\ \cdot & & \cdot & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot & \cdot \\ Y_{n1} & Y_{n2} & \cdot & \cdot & Y_{np} \end{pmatrix} \quad (8)$$

A matriz de correlação de \mathbf{Y} pode ser obtida por:

$$\mathbf{R} = \frac{1}{n} \mathbf{Y}^t \mathbf{Y} \quad (9)$$

Onde: \mathbf{Y}^t é a transposta da matriz \mathbf{Y}

Então:

$$\mathbf{R}_{(n \times p)} = \begin{pmatrix} 1 & r(y_1, y_2) & \cdot & \cdot & r(y_1, y_p) \\ & 1 & \cdot & \cdot & \cdot \\ & & 1 & \cdot & \cdot \\ & & & 1 & r(y_n, y_p) \\ & & & & 1 \end{pmatrix} \quad (10)$$

Conforme visto, se os dados forem padronizados, a matriz obtida é de correlação que tem na diagonal principal o valor 1. Se os dados forem brutos, conforme descritos em \mathbf{X} , a matriz é de variância-covariância escrita da seguinte forma:

$$\mathbf{V}_{(n \times p)} = \begin{pmatrix} S^2(X_1) & S(X_1 X_2) & \cdot & \cdot & S(X_1 X_p) \\ & S^2(X_2) & \cdot & \cdot & \cdot \\ & & \cdot & \cdot & \cdot \\ & & & \cdot & S(X_n X_p) \\ & & & & S^2(X_p) \end{pmatrix} \quad (11)$$

Sendo \mathbf{R} uma matriz simétrica, pode ser diagonalizada por uma matriz ortogonal \mathbf{A} denominada matriz de direções principais. A matriz diagonal \mathbf{D} cujos elementos diagonais são autovalores de \mathbf{R} é obtida pela equação:

$$\mathbf{D} = \mathbf{A}^{-1} \cdot \mathbf{R} \cdot \mathbf{A} \quad (12)$$

Onde: \mathbf{A}^{-1} é a matriz inversa de \mathbf{A}

Como \mathbf{A} é uma matriz ortogonal, a matriz inversa é igual à transposta $\mathbf{A}^{-1} = \mathbf{A}^t$; assim:

$$\mathbf{D} = \mathbf{A}^t \cdot \mathbf{R} \cdot \mathbf{A} \quad (13)$$

A matriz \mathbf{A} descreve um operador de mudança de base a um novo sistema de referência composto pelos autovetores normalizados de \mathbf{R} . Os componentes principais $[Z_1, Z_2, \dots, Z_p]^t$ das variáveis Y_1, Y_2, \dots, Y_p compõem imagem dos vetores \underline{Y} logo:

$$\underline{Z} = \mathbf{A}^t \underline{Y} \quad (14)$$

$$\underline{Y} = \underline{A} \underline{Z} \quad (15)$$

Os valores y_m do m -ésimo local (estação meteorológica), serão reproduzidos exatamente pela expressão:

$$y_m = a_{m1}z_1 + a_{m2}z_2 + \dots + a_{mp}z_p \quad (16a)$$

Ou

$$y_m = \underline{a}^t \underline{Z} \quad (16b)$$

As variáveis Z_1, Z_2, \dots, Z_M , são os componentes principais do conjunto de vetores \underline{Y} . Ordenados os autovalores λ_k em ordem decrescente percebe-se que as variáveis y_m podem ser aproximadas considerando na equação (16a) os primeiros $K < P$ termos, de forma que os K primeiros componentes Z_k acumulem uma porcentagem desejada da variância total. É nesse sentido que a ACP permite reduzir o número inicial de m variáveis (Y_m) a um número $K < P$ de componentes significativos.

2.3 Tabelas de contingência

Um processo de organizar a informação correspondente a dados bivariados é utilizando uma tabela de contingência.

De uma maneira geral, uma tabela de contingência é uma representação dos dados, quer de tipo qualitativo, quer de tipo quantitativo, especialmente quando são de tipo bivariado, isto é, podem ser classificados segundo dois critérios.

O aspecto de uma tabela de contingência é o de uma tabela com linhas, correspondentes a um dos critérios, e com colunas, correspondente ao outro critério.

A tabela de contingência é uma ferramenta que possibilita analisar o sinal das anomalias entre duas ou mais variáveis. Fonte: <http://alea-estp.ine.pt/ingles/html/nocoes/html/cap6_4_1.htm >

2.4 Correlação

Em sentido estatístico a correlação denota uma medida numérica do grau de concordância (similaridade) entre duas ou mais variáveis; o coeficiente de correlação é um número para cujo valor se encontra entre 1 (correlação perfeita e positiva) e -1 (correlação perfeita e negativa). O significado não está dado na sua magnitude somente, mas também depende do número de pares de valores a partir do qual tem sido obtido. Se o número de pares é pequeno o coeficiente de correlação entre as duas variáveis está sujeito a erros e, neste caso, os coeficientes numericamente grandes podem não ser significativos.

A significância estatística da correlação momento-produto pode ser determinada observando se a correlação amostral (r) é significativamente distinta de zero.

$$t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}} \quad (17)$$

Onde t é comparada com o valor da tabela de distribuição t de Student com $n-2$ graus de liberdade.

n = número de variáveis da série de dados

r^2 = é o quadrado do coeficiente de correlação o qual proporciona uma estimativa da variação percentual de uma variável que pode ser atribuída a outra variável.

Se t (calculado) > t (student) existe uma correlação significativa entre as variáveis.

2.5 Índice Multivariado do ENOS (IME)

O El Niño Oscilação Sul (ENOS) é um fenômeno oceânico-atmosférico duplamente muito importante por causar variação no clima global e nas escalas interanuais de tempo. Aqui se tenta monitorar o ENOS fundamentando o MEI nas seis variáveis principais observadas no Pacífico tropical. Estas seis variáveis são: pressão ao nível médio do mar (P), componente zonal (U) e meridional (V) do vento em superfície, Temperatura da Superfície do Mar (TSM), temperatura do ar em superfície e uma fração de nebulosidade (UM). Estas observações foram computadas por muitos anos pelo COADS (Comprehensive Ocean – Atmosphere Data Set), NOAA (National Oceanic and

Atmospheric Administration). O MEI é computado separadamente para cada um dos doze meses do ano e pode ser expresso como médias bimestrais (Dez-Jan, Jan-fev,..., Nov-dez). O MEI é calculado usando o primeiro Componente Principal (CP) não rotacionado de todos os seis campos observados e combinados. Isto é realizado normalizando a variação total de cada campo primeiramente, e então executando a extração do primeiro CP na matriz de covariância dos campos combinados; para manter o MEI são unificados valores comparáveis, todos sazonais com respeito a cada estação para o período de 1950-1993, período de referencia. O MEI é prolongado durante a primeira semana do mês seguinte baseado nas observações marinhas de navios e de bóias a deriva sintetizada dentro de COADS através de estatísticas mensais. Valores negativos do MEI representam a fase fria do ENOS, La Niña enquanto que valores positivos de MEI representam a fase quente do ENOS, o El Niño. Fonte:<<http://www.cdc.noaa.gov/people/klaus.wolter/MEI/mei.html>>.

2.6 Regiões dos Niños

Há diversas regiões do Oceano Pacífico tropical que foram destacadas como sendo importantes para monitorar e identificar o El Niño e La Niña. As mais comuns são:

Nino 1+2 (0°-10°S; 80°-90°W): A região que tipicamente esquenta primeiro quando o El Niño se desenvolve.

Nino 3 (5°S-5°N; 150°W-90°W): A região do Pacífico tropical que tem maior variabilidade na temperatura da superfície do mar sobre a escala temporal do El Niño.

Nino 3.4 (5°S-5°N; 170°W-120°W): É a região que tem maior variabilidade às escalas de tempo do El Niño e é mais próxima (do que a do Niño 3) da região onde as mudanças na TSM locais são importantes para deslocar a região de precipitação localizada no Pacífico oeste.

Nino 4 (5°S-5°N; 160°E-150°W): A região onde as mudanças na TSM conduzem a valores de aproximadamente 27,5°C, o que é visto como um importante fator na produção de chuva.

Para estudo do efeito do El Niño ou La Niña (variabilidade do Pacífico tropical), no clima de uma região particular, pode-se levar em conta outros índices. Para a variabilidade climática, o Niño 3.4 é geralmente escolhido. Isso

se deve a variabilidade da TSM nesta região ter um forte efeito no deslocamento da precipitação do Pacífico Oeste que por sua vez, modifica a localização da fonte de aquecimento que controla/modula a circulação geral atmosférica. Fonte: <<http://iri.columbia.edu/climate/ENSO/background/monitoring.html#soi>>.

2.7 Relação entre o ENOS e a precipitação pluvial

A seguir, veremos alguns trabalhos que tratam do El Niño, La Niña, e sua relação com a precipitação, com a Temperatura da Superfície do Mar (TSM), e com o Multivariate Enso Index (MEI), e alguns, com aplicações na agricultura.

Alves et al. (1997) investigaram mais detalhadamente a variabilidade interanual da precipitação no leste do nordeste brasileiro (NEB) ao longo do século, durante seu período predominantemente mais chuvoso (AMJJ), e estudaram as configurações espaciais e a intensidade das chuvas nessa região, quando da ocorrência dos eventos ENOS, pretendendo detectar relações de causa e efeito. Para isso utilizaram os totais mensais de precipitação de 39 postos pluviométricos distribuídos ao longo do setor leste do NEB disponíveis no banco de dados da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), os quais foram obtidos junto ao Departamento Nacional de Obras contra Secas (DNOCS). Estes dados compreendem um período de observações que varia desde o início do século até 1985, com todos os postos pluviométricos apresentando um período superior a 30 anos de dados. Concluíram que a classificação dos períodos chuvosos do setor leste do NEB (índice da região como um todo), para anos considerados como ano (0) e ano (+) dos episódios ENOS apresentou um predomínio para períodos chuvosos.

Araújo & Diniz (2004) estudaram a influência que o evento El Niño – Oscilação Sul tem no número de dias de chuva em Pelotas–RS, com dados obtidos junto a estação agroclimatológica da Embrapa em Pelotas para o período de 1950 – 2000 e a classificação dos eventos El Niño e La Niña. Constataram que os eventos El Niños além de aumentarem os totais mensais de precipitação, já verificados em outros trabalhos, também aumentaram o número de meses com elevado número de dias de chuvas.

Baldo et al (2000) analisaram através de dados da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) para um período de 1950 a 1997 a variabilidade anual e interanual de precipitação para o Estado de Santa Catarina; o índice padronizado de precipitação foi correlacionado com a anomalia da TSM do Pacífico. Este cálculo foi efetuado para todo o Estado de Santa Catarina e concluíram que a Oscilação Sul está relacionada à anomalia da precipitação no Estado, especialmente durante anos El Niño.

Baptista & Berlato (2003), avaliaram a influência do fenômeno ENOS no rendimento médio de grãos de feijão safra do Estado do Rio Grande do Sul (RS). Este trabalho foi realizado com dados de rendimentos de grãos de feijão safra do RS, no período de 1975/76 a 2000/01 (IBGE e FEE), no mesmo período, os dados de precipitação pluvial foram obtidos de estações meteorológicas pertencentes à FEPAGRO e ao 8º DISME/INMET. Foram calculados os desvios dos rendimentos em relação à média do período e estes relacionados com o fenômeno ENOS; os anos de ocorrência de eventos ENOS foram considerados conforme Temberth (1997) incluindo-se na lista os eventos de La Niña de 1998/99 e 1999/00. Através disso, constataram que os eventos La Niña foram favoráveis ao rendimento de feijão no Estado, já os eventos El Niño são os que apresentam maiores riscos de quebra de safra de feijão no Estado.

Berlato & Fontana (1999) relacionaram a variabilidade interanual de precipitação pluvial com a variabilidade interanual do rendimento médio de grãos de soja do Estado do Rio Grande do Sul à luz do fenômeno El Niño Oscilação Sul. Os dados do rendimento médio de grãos de soja do Estado para o período 1974/75 a 1994/95 foram obtidos de estatísticas oficiais (Anuário Estatístico do Brasil, 1975-95) e os dados de precipitação mensal, desse mesmo período e do período 1913-94, obtidos de estações meteorológicas pertencentes ao 8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (8º DISME/INMET). Com isso, concluíram que há fortes evidências que o fenômeno El Niño favorece a cultura da soja, determinado, em vários casos, rendimentos recordes dessa oleaginosa no Estado.

Coelho & Ambrizzi (2000) analisaram através de técnicas estatísticas a influência da TSM da bacia do pacífico equatorial na precipitação sobre a América do Sul. A análise foi feita de modo que a divisão das regiões de

influência aparecesse naturalmente, como resultado dos métodos empregados. Foram utilizados dados mensais de precipitação de uma série de estações meteorológicas e dados mensais da temperatura da superfície do mar (TSM). Tiveram como resultado que a região central do pacífico equatorial entre 100° W e 140° W dentro da região Niño 3 exerce maior influência sobre os padrões de precipitação da América do Sul durante o evento ENOS.

Utilizando dados mensais de precipitação de 206 estações meteorológicas de superfície da Rede Nacional do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), relativos ao período de 1960-1998 Coelho et al. (1999), realizaram um estudo climatológico sazonal das anomalias de precipitação acumulada sobre o Brasil, em casos caracterizados por eventos extremos de Oscilação Sul (OS). Com isso, concluíram que para um dado trimestre, há distinções nas características do padrão de precipitação entre os eventos forte/moderado e fraco e para o evento El Niño 1997/1998, as observações mostram anomalias positivas ao sul e negativas ao norte do país.

Delgado & Assis (2004), estudaram através da técnica dos quantis, dividindo a série de precipitação em 100 partes para a cidade de Encruzilhada do Sul, afim de classificar os meses de El Niño, em abaixo do normal, normal e acima do normal, segundo as características do evento. Foram utilizados totais mensais de precipitações pluviais de 1951 a 1998, adquiridas junto no 8º Distrito de Meteorologia/INMET, dados estes para o município de Encruzilhada do Sul. Com isso verificaram que o El Niño ocasionou precipitação bem acima do normal, sendo um fenômeno climático preocupante, pois influência em curto período de tempo o regime dos autovalores pluviométricos no estado do Rio Grande do Sul.

Cunha et al. (2001) avaliaram o impacto das fases do fenômeno ENOS no rendimento de grãos da cultura de cevada no Brasil. Os dados foram registros históricos de rendimento da cevada do período de 1938 a 1998. Foram estudados quanto à sua variabilidade em relação as fases do fenômeno El Niño – Oscilação Sul (El Niño e La Niña e anos neutros). Os dados de rendimento médio anual de cevada (kg/ha) foram agregados por Estado (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná). Eles chegaram à conclusão que o fenômeno El Niño – Oscilação Sul influencia o rendimento de grãos da cultura de cevada no país e na maioria das vezes, causa impactos positivos nos anos

de La Niña e impactos negativos nos anos de El Niño, particularmente na região sul do país.

Diniz & Puchalski (2000) estudaram a influência do El Niño Oscilação Sul na precipitação da região missioneira do Rio Grande do Sul, usando a técnica de dados denominada diagrama de caixa ("Box Plot") visando melhor entender a climatologia, variabilidade e previsibilidade desta variável. Como existiam falhas nas séries climatológicas de precipitação foi feita uma recomposição das mesmas utilizando o método proposto por Gonçalves e Kim (1998) o qual utiliza a técnica multivariada de regressão linear múltipla no preenchimento das falhas existentes nas séries. Concluíram que a análise de distribuição da precipitação mostrou que o fenômeno El Niño tem uma marcante influência sobre a precipitação na região Missioneira, com exceção da região de Santiago que está localizada mais ao Sul da região.

Diniz et al. (1998) estudaram a influência do El Niño Oscilação Sul nas precipitações mensais de Pelotas para o período de 1950 a 1997, visando melhor entender a climatologia, variabilidade e mesmo previsibilidade potencial desta variável. Com isso verificaram que nem todos os eventos El Niño contribuíram para o aumento das precipitações na região.

Fontana & Almeida (2002) analisaram e quantificaram em nível mensal as anomalias climatológicas padrões (1931 a 1960 e 1961 1990) e a variabilidade interanual do número de dias com precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul. Também analisaram os efeitos associados ao fenômeno El Niño e La Niña sobre este elemento. Foram coletados dados mensais do número de dias com precipitação pluvial provenientes de 32 estações meteorológicas bem distribuídas no Estado do Rio Grande do Sul, pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET/8º DISME) e da Fundação Estadual de Pesquisas Agropecuárias (FEPAGRO) no período de 1913 a 1998. Concluíram que, o nordeste do Estado é onde se verificam os maiores efeitos associados ao fenômeno El Niño e La Niña, tendo maior número de dias com precipitação pluvial durante os eventos El Niño e menor durante os eventos La Niña.

Fontana & Berlato (1997) quantificaram a influência do fenômeno ENOS sobre a precipitação pluvial mensal para o Estado Rio Grande do Sul. Para isso, utilizaram dados de precipitação pluvial mensal de 29 estações

meteorológicas pertencentes ao 8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O período de observação foi de 1913 e 1995. Com isso verificaram que existe influência do fenômeno ENOS sobre a distribuição anual da precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul e a influência maior é na porção oeste do Estado e nos meses de outubro e novembro meses em que um adequado suprimento hídrico é muito importante para o estabelecimento das culturas de primavera-verão.

Grimm & Ferraz (2002) analisaram a variação temporal da correlação entre a precipitação para o período de 1950 a 1999, exceto no das 5 estações na Amazônia, as quais, o período foi de 1961 a 1997 em várias regiões do Brasil e indicadores de eventos de El Niño / La Niña, como Temperatura da Superfície do Mar (TSM) na região Niño 3 e o Índice de Oscilação Sul (IOS). Este trabalho fornece elementos para entender estas mudanças, nas regiões Sul e Sudeste, mostrando como se relacionam, em modos de conjunto de variabilidade interanual e interdecadal, a TSM nos oceanos Pacífico e Atlântico e precipitação nessas regiões.

Grimm & Tedeshi (2004) verificaram qual é a relação entre os episódios El Niño e a frequência de eventos extremos de precipitação em todo o Brasil e a relação entre os totais mensais de chuva e a TSM (Temperatura da Superfície do Mar), utilizando dados diários de precipitação de 2714 estações meteorológicas de todo o Brasil proveniente da ANA (Agência Nacional de Águas), durante o período de 1956 – 2000. Com tudo isso concluíram que este trabalho é muito útil para a programação da defesa civil, pois eventos extremos de precipitação quando ocorrem na estação chuvosa podem ocasionar enchentes e deslizamentos.

Grimm et al. (1998), estudaram o impacto dos eventos El Niño e La Niña na precipitação pluvial sobre a Região Sul do Brasil; a análise foi baseada na proposta por Ropelewski e Halpert (1987). Nesse trabalho foi utilizado o método dos vetores harmônicos na precipitação pluvial de 250 estações meteorológicas, para os eventos ENOS do período de 1911 à 1991. Através disso, obtiveram que durante a primavera nos eventos El Niño houve uma anomalia pronunciada da precipitação pluvial com um pico no mês de novembro. Já para os eventos La Niña a primavera apresentou-se como a de

maior consistência de anomalia negativa de precipitação pluvial para toda a região estudada.

Kousky & Cavalcanti (1984) consideraram muito persistentes as anomalias climáticas associadas com os eventos Oscilação do Sul – El Niño devido ao forte acoplamento entre a atmosfera e o oceano.

Lay & Aiello (2001) realizaram uma correlação simples (r) entre somas anuais de precipitação pontuais na Argentina Central entre 1950 e 1999 e médias anuais do Índice Multivariado do El Niño Oscilação Sul (MEI) dados estes disponíveis desde 1950. Em alguns resultados r superaram o valor de 0,60 e as maiores relações positivas se observaram no Nordeste da Argentina.

Mandelli et al. (2003), estudaram a influência do El Niño/La Niña no rendimento da qualidade da uva da “Serra Gaúcha” (Encosta Superior da Serra Nordeste do Rio Grande do Sul). Foram utilizados dados mensais da área vitícola e de produção quantitativa das uvas do Rio Grande do Sul das safras de 1961 a 2000 (40 anos) segundo IBGE (1967), IBGE (2001) e Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul (2001); os anos classificados como El Niño/La Niña foram os estabelecidos por Temberth (1997). A influência dos eventos El Niño/La Niña foi avaliada durante o período vegetativo (setembro a março) e no subperíodo da maturação da uva Cabernet Franc. Eles chegaram a conclusão que o rendimento da uva produzida no Rio Grande do Sul é mais elevado em anos de La Niña, entretanto o teor de açúcar da uva Cabernet Franc da “Serra Gaúcha” é superior à da média histórica em anos de ausência do fenômeno El Niño/La Niña.

Marques et al. (2003), tiveram o propósito com esse trabalho de comparar a variabilidade espacial e temporal da precipitação pluvial média mensal no período de influência do fenômeno ENOS (El Niño e La Niña) com o período neutro. Para a composição espacial e aplicado o modelo de regressão linear tendo como variáveis independentes as coordenadas espaciais normalizadas definidas como: latitude, longitude e altitude, e como variável dependente a precipitação pluvial mensal de cada período (La Niña, El Niño e neutro). As médias para os 3 períodos comparativos foram calculadas a partir de 40 estações pluviométricas no período de 1950-1999. Através disso, concluíram que a variabilidade espacial da precipitação pluvial no Rio Grande do Sul ao longo do ano é maior em eventos La Niña do que em eventos El

Niño; durante os eventos La Niña os meses de abril e novembro são os de maior variação na distribuição espacial da precipitação pluvial sobre o Rio Grande do Sul e já nos eventos El Niño os meses foram outubro, novembro e dezembro.

Marques et al. (2004), com o propósito de verificar a distribuição espacial de probabilidade empírica da anomalia de precipitação pluvial sobre o Estado do Rio Grande do Sul, definiram as regiões e suas relações com as fases do El Niño – Oscilação Sul. Utilizaram os totais mensais de precipitação pluvial de 40 estações meteorológicas distribuídas sobre o Rio Grande do Sul, durante o período de 1950-2000, dados estes obtidos junto ao 8º DISME e FEPAGRO-RS. Com isso, verificaram que existe forte relação entre as fases do fenômeno e a precipitação durante a primavera.

Mota (2000) avaliou a influência quantitativa dos fenômenos El Niño e La Niña na necessidade de irrigação na cultura de arroz irrigado em Pelotas-RS. Este trabalho foi realizado com dados de precipitação pluvial e evaporação do tanque classe “A”, de dezembro a fevereiro registrados na estação agroclimatológica de Pelotas-RS (EMBRAPA/UFPEL) durante as safras de arroz de 1971/1972 a 1997/1998. Com isso, verificou que na região de Pelotas-RS, a ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña modifica a necessidade de irrigação do arroz, aumentando nos eventos fortes do La Niña e diminuindo nos anos de El Niño e El Niños fortes.

Sansigolo et al. (2000) verificaram em tabelas de contingência, usando o escore das características operacionais relativas (COR), o comportamento das precipitações mensais em Pelotas-RS, durante os eventos de El Niño e La Niña definidos pelo critério de Trenberth (1997) visando a avaliar seu impacto no regime de precipitação da região. Com isso concluíram que para o período estudado houve conexões estatisticamente positivas e significativas entre os eventos La Niña e precipitação abaixo do normal de abril a dezembro e no El Niño precipitação acima do normal de abril a junho.

Sansigolo et al. (2004) estudaram as relações simultâneas e defasadas entre as categorias de precipitação em grupos homogêneos na região sul do Brasil e as categorias de TSM, nos oceanos Pacífico e Atlântico. Utilizaram para tanto tabelas de contingência 3x3 avaliadas pelos escores das características operacionais relativas. Para este estudo foram utilizados os

totais mensais de precipitação referentes a 61 estações pluviométricas bem distribuídas na região sul do Brasil, no período de janeiro de 1950 a dezembro de 1997. Com isso concluíram que a maior influência dos eventos de TSM no Pacífico (El Niño e La Niña) nas respectivas categorias (acima e abaixo da normal) ocorreu no 4º trimestre do ano e que a maior influência no Atlântico foi a definida como sudoeste e ocorreu predominantemente no 2º trimestre do ano, nas categorias de TSM e precipitação acima da normal.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Como neste trabalho utilizaram-se técnicas de Análise Multivariada, (Regressão Linear Múltipla – RLM e Análise de Componentes Principais – ACP), abaixo será descrita uma fundamentação teórica desta análise.

2.1 Fundamentação teórica

Quando se deseja informações à cerca de um grupo de variáveis ou às vezes do conjunto total dos dados de uma região, é usual recorrer-se à análise multivariada. Esta técnica estatística é também usada para reduzir ao máximo o número de variáveis envolvidas em um problema com uma pequena perda de informações. Os principais objetivos desta técnica são:

- Reduzir a dimensão de interpretação de uma matriz de dados;
- Investigar o comportamento espacial e temporal das variáveis consideradas;
- Obter grupos homogêneos das variáveis.

Dentro da análise multivariada existem várias técnicas de manejo de dados muito úteis para trabalhos em climatologia como, por exemplo, a Análise Fatorial (AF), a Análise de Componentes Principais (ACP), a Decomposição do Valor Singular (DVS), as Correlações Canônicas (CC), Regressão Linear Múltipla (RLM) e outras.

Os métodos partem de uma matriz de dados $\mathbf{X}_{(n \times p)}$ cujas linhas correspondem “n” unidades (indivíduos) fornecendo “p” características (valores numéricos) cada. No caso de estudos climatológicos, essas unidades podem ser estações meteorológicas; as características seriam dados meteorológicos como pressão, temperatura, vento, umidade relativa etc, ordenados ou não segundo seqüências cronológicas. No caso de uma única variável, estes dados podem constituir uma seqüência cronológica, onde cada linha “i” representa o valor da variável para um mês “i” no conjunto “p” locais. A coluna “j” forma uma série temporal da variável em estudo para a j-ésima (coluna) dado.

A matriz de dados é organizada da seguinte forma:

$$\mathbf{X}_{(n \times p)} = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & X_{1p} \\ X_{21} & X_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & X_{2p} \\ \cdot & & & & & \\ \cdot & & & & & \\ X_{n1} & X_{n2} & \cdot & \cdot & \cdot & X_{np} \end{pmatrix} \quad (1)$$

Ou:

$$\mathbf{X}_{(n \times p)} = (X_1 \quad X_2 \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad X_p) \quad (2)$$

Observe-se que a matriz $\mathbf{X}_{(n \times p)}$ pode ser interpretada como um ordenamento de “p” vetores colunas (cada vetor equivalente à série temporal de cada variável utilizada no trabalho), ou de “n” vetores linha (cada vetor indicando valores de médias bimestrais das variáveis meteorológicas de uma determinada rede de estações). O primeiro caso descreve principalmente o comportamento temporal de uma rede, enquanto que o segundo ilustra a situação espacial das variáveis em cada época.

2.2 Análise de Componentes Principais (ACP)

A idéia central da análise de componentes principais é reduzir a dimensão de um conjunto de dados composto de um grande número de variáveis inter-relacionadas conservando as variações presentes no conjunto de dados. Isto é possível transformando-o em um novo grupo de variáveis, os componentes principais, os quais não são correlacionados. Essa técnica foi introduzida por Lorenz (1956) em estudos meteorológicos e por ele chamada análise de funções ortogonais empíricas.

O enfoque da técnica de análise de componentes principais, adotado por Bouroche & Saporta (1982), estabelece que a informação associada a N indivíduos (constituída por P informações ou variáveis) é representada por uma nuvem de N pontos num espaço vetorial Γ com dimensão P . A (ACP) consiste na projeção dessa nuvem de pontos situada em um subespaço de dimensão $a < P$ de forma que sua projeção sofra a menor deformação possível. O plano sobre o qual são efetuadas essas projeções é denominado plano principal e a direção chamada direção principal. Considerando como direção principal em Γ , representam a nuvem de pontos, aquela definida por uma reta ajustada por minimização da soma de quadrados perpendicular à reta (mínimos quadrados). A solução do problema conduz naturalmente a P direções principais. Esta técnica transforma as variáveis, que inicialmente são correlacionadas, em outras não correlacionadas entre si.

2.2.1 Fundamentação estatística da Análise de Componentes Principais (ACP)

A fundamentação estatística descrita a seguir foi usada por Diniz (2002).

a) - Covariância e coeficiente de correlação entre duas variáveis aleatórias.

Quando duas variáveis variam simultaneamente, temos interesse em medir a influência que a variação de uma tem sobre a variação da outra.

Uma maneira de tentar captar esta medida é definindo a covariância entre duas variáveis aleatórias X e Y . Outra medida definida a partir desta, é o coeficiente de correlação o qual expressa a associação entre duas variáveis, ou seja:

$$\text{Cov}_{(x,y)} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y})}{n - 1} \quad (3)$$

$$r(X, Y) = \frac{\text{Cov}(X, Y)}{S(X) \cdot S(Y)} \quad (4)$$

Onde: $S(X)$ e $S(Y)$ são os desvios padrões das variáveis X e Y

b) - Autovalores e autovetores

Os autovalores são raízes λ da equação característica dada por:

$$\det[\mathbf{R} - \lambda \mathbf{I}] = 0 \quad (5)$$

Onde:

\mathbf{R} é a matriz de correlação ou matriz de variância e covariância (dependendo da natureza dos dados), geralmente simétrica.

λ é a raiz da equação característica.

\mathbf{I} é a matriz identidade.

A cada autovalor λ_i da matriz \mathbf{R} corresponde um autovetor \underline{u}_i . Os autovetores associados à matriz \mathbf{R} são obtidos pela solução do sistema das seguintes equações lineares:

$$[\mathbf{R} - \lambda \mathbf{I}] \cdot \underline{u} = 0 \quad (6)$$

Onde: \underline{u} é um autovetor.

Seja X_t , $t = 1, 2, \dots, N$, uma série temporal de uma variável meteorológica de um determinado local representado pelo vetor coluna $\underline{X} = [X_1, X_2, \dots, X_n]^T$. Considerando uma série conjunta de P locais (estações meteorológicas) de uma região, a evolução temporal do vetor linha virá descrito pelo vetor $\underline{X} = [X_1, X_2, \dots, X_p]^T$. A matriz de dados para as P estações para um certo período de tempo (dias do mês, por exemplo) será:

$$\mathbf{X}_{(n \times p)} = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdot & \cdot & X_{1p} \\ X_{21} & X_{22} & \cdot & \cdot & X_{2p} \\ \cdot & & \cdot & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot & \cdot \\ X_{n1} & X_{n2} & \cdot & \cdot & X_{np} \end{pmatrix} \quad (7)$$

Supondo agora um conjunto de dados padronizados, cuja matriz é escrita da seguinte forma:

$$\mathbf{Y}_{(n \times p)} = \begin{pmatrix} Y_{11} & Y_{12} & \cdot & \cdot & Y_{1p} \\ Y_{21} & Y_{22} & \cdot & \cdot & Y_{2p} \\ \cdot & & \cdot & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot & \cdot \\ Y_{n1} & Y_{n2} & \cdot & \cdot & Y_{np} \end{pmatrix} \quad (8)$$

A matriz de correlação de \mathbf{Y} pode ser obtida por:

$$\mathbf{R} = \frac{1}{n} \mathbf{Y}^t \mathbf{Y} \quad (9)$$

Onde: \mathbf{Y}^t é a transposta da matriz \mathbf{Y}

Então:

$$\mathbf{R}_{(n \times p)} = \begin{pmatrix} 1 & r(y_1, y_2) & \cdot & \cdot & r(y_1, y_p) \\ & 1 & \cdot & \cdot & \cdot \\ & & 1 & \cdot & \cdot \\ & & & 1 & r(y_n, y_p) \\ & & & & 1 \end{pmatrix} \quad (10)$$

Conforme visto, se os dados forem padronizados, a matriz obtida é de correlação que tem na diagonal principal o valor 1. Se os dados forem brutos, conforme descritos em \mathbf{X} , a matriz é de variância-covariância escrita da seguinte forma:

$$\mathbf{V}_{(n \times p)} = \begin{pmatrix} S^2(X_1) & S(X_1 X_2) & \cdot & \cdot & S(X_1 X_p) \\ & S^2(X_2) & \cdot & \cdot & \cdot \\ & & \cdot & \cdot & \cdot \\ & & & \cdot & S(X_n X_p) \\ & & & & S^2(X_p) \end{pmatrix} \quad (11)$$

Sendo \mathbf{R} uma matriz simétrica, pode ser diagonalizada por uma matriz ortogonal \mathbf{A} denominada matriz de direções principais. A matriz diagonal \mathbf{D} cujos elementos diagonais são autovalores de \mathbf{R} é obtida pela equação:

$$\mathbf{D} = \mathbf{A}^{-1} \cdot \mathbf{R} \cdot \mathbf{A} \quad (12)$$

Onde: \mathbf{A}^{-1} é a matriz inversa de \mathbf{A}

Como \mathbf{A} é uma matriz ortogonal, a matriz inversa é igual à transposta $\mathbf{A}^{-1} = \mathbf{A}^t$; assim:

$$\mathbf{D} = \mathbf{A}^t \cdot \mathbf{R} \cdot \mathbf{A} \quad (13)$$

A matriz \mathbf{A} descreve um operador de mudança de base a um novo sistema de referência composto pelos autovetores normalizados de \mathbf{R} . Os componentes principais $[Z_1, Z_2, \dots, Z_p]^t$ das variáveis Y_1, Y_2, \dots, Y_p compõem imagem dos vetores \underline{Y} logo:

$$\underline{Z} = \mathbf{A}^t \underline{Y} \quad (14)$$

$$\underline{Y} = \underline{A} \underline{Z} \quad (15)$$

Os valores y_m do m-ésimo local (estação meteorológica), serão reproduzidos exatamente pela expressão:

$$y_m = a_{m1} z_1 + a_{m2} z_2 + \dots + a_{mp} z_p \quad (16a)$$

Ou

$$y_m = \underline{a}^t \underline{Z} \quad (16b)$$

As variáveis Z_1, Z_2, \dots, Z_M , são os componentes principais do conjunto de vetores \underline{Y} . Ordenados os autovalores λ_k em ordem decrescente percebe-se que as variáveis y_m podem ser aproximadas considerando na equação (16a) os primeiros $K < P$ termos, de forma que os K primeiros componentes Z_k acumulem uma percentagem desejada da variância total. É nesse sentido que a ACP permite reduzir o número inicial de m variáveis (Y_m) a um número $K < P$ de componentes significativos.

2.3 Tabelas de contingência

Um processo de organizar a informação correspondente a dados bivariados é utilizando uma tabela de contingência.

De uma maneira geral, uma tabela de contingência é uma representação dos dados, quer de tipo qualitativo, quer de tipo quantitativo, especialmente quando são de tipo bivariado, isto é, podem ser classificados segundo dois critérios.

O aspecto de uma tabela de contingência é o de uma tabela com linhas, correspondentes a um dos critérios, e com colunas, correspondente ao outro critério.

A tabela de contingência é uma ferramenta que possibilita analisar o sinal das anomalias entre duas ou mais variáveis. Fonte: <http://alea-estp.ine.pt/ingles/html/nocoes/html/cap6_4_1.htm >

2.4 Correlação

Em sentido estatístico a correlação denota uma medida numérica do grau de concordância (similaridade) entre duas ou mais variáveis; o coeficiente de correlação é um número para cujo valor se encontra entre 1 (correlação perfeita e positiva) e -1 (correlação perfeita e negativa). O significado não está dado na sua magnitude somente, mas também depende do número de pares de valores a partir do qual tem sido obtido. Se o número de pares é pequeno o coeficiente de correlação entre as duas variáveis está sujeito a erros e, neste caso, os coeficientes numericamente grandes podem não ser significativos.

A significância estatística da correlação momento-produto pode ser determinada observando se a correlação amostral (r) é significativamente distinta de zero.

$$t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}} \quad (17)$$

Onde t é comparada com o valor da tabela de distribuição t de Student com $n-2$ graus de liberdade.

n = número de variáveis da série de dados

r^2 = é o quadrado do coeficiente de correlação o qual proporciona uma estimativa da variação percentual de uma variável que pode ser atribuída a outra variável.

Se t (calculado) > t (student) existe uma correlação significativa entre as variáveis.

2.5 Índice Multivariado do ENOS (IME)

O El Niño Oscilação Sul (ENOS) é um fenômeno oceânico-atmosférico duplamente muito importante por causar variação no clima global e nas escalas interanuais de tempo. Aqui se tenta monitorar o ENOS fundamentando o MEI nas seis variáveis principais observadas no Pacífico tropical. Estas seis variáveis são: pressão ao nível médio do mar (P), componente zonal (U) e meridional (V) do vento em superfície, Temperatura da Superfície do Mar (TSM), temperatura do ar em superfície e uma fração de nebulosidade (UM). Estas observações foram computadas por muitos anos pelo COADS (Comprehensive Ocean – Atmosphere Data Set), NOAA (National Oceanic and

Atmospheric Administration). O MEI é computado separadamente para cada um dos doze meses do ano e pode ser expresso como médias bimestrais (Dez-jan, Jan-fev,..., Nov-dez). O MEI é calculado usando o primeiro Componente Principal (CP) não rotacionado de todos os seis campos observados e combinados. Isto é realizado normalizando a variação total de cada campo primeiramente, e então executando a extração do primeiro CP na matriz de covariância dos campos combinados; para manter o MEI são unificados valores comparáveis, todos sazonais com respeito a cada estação para o período de 1950-1993, período de referencia. O MEI é prolongado durante a primeira semana do mês seguinte baseado nas observações marinhas de navios e de bóias a deriva sintetizada dentro de COADS através de estatísticas mensais. Valores negativos do MEI representam a fase fria do ENOS, La Niña enquanto que valores positivos de MEI representam a fase quente do ENOS, o El Niño. Fonte:<<http://www.cdc.noaa.gov/people/klaus.wolter/MEI/mei.html>>.

2.6 Regiões dos Niños

Há diversas regiões do Oceano Pacífico tropical que foram destacadas como sendo importantes para monitorar e identificar o El Niño e La Niña. As mais comuns são:

Nino 1+2 (0°-10°S; 80°-90°W): A região que tipicamente esquenta primeiro quando o El Niño se desenvolve.

Nino 3 (5°S-5°N; 150°W-90°W): A região do Pacífico tropical que tem maior variabilidade na temperatura da superfície do mar sobre a escala temporal do El Niño.

Nino 3.4 (5°S-5°N; 170°W-120°W): É a região que tem maior variabilidade às escalas de tempo do El Niño e é mais próxima (do que a do Niño 3) da região onde as mudanças na TSM locais são importantes para deslocar a região de precipitação localizada no Pacífico oeste.

Nino 4 (5°S-5°N; 160°E-150°W): A região onde as mudanças na TSM conduzem a valores de aproximadamente 27,5°C, o que é visto como um importante fator na produção de chuva.

Para estudo do efeito do El Niño ou La Niña (variabilidade do Pacífico tropical), no clima de uma região particular, pode-se levar em conta outros índices. Para a variabilidade climática, o Niño 3.4 é geralmente escolhido. Isso

se deve a variabilidade da TSM nesta região ter um forte efeito no deslocamento da precipitação do Pacífico Oeste que por sua vez, modifica a localização da fonte de aquecimento que controla/modula a circulação geral atmosférica. Fonte: <<http://iri.columbia.edu/climate/ENSO/background/monitoring.html#soi>>.

2.7 Relação entre o ENOS e a precipitação pluvial

A seguir, veremos alguns trabalhos que tratam do El Niño, La Niña, e sua relação com a precipitação, com a Temperatura da Superfície do Mar (TSM), e com o Multivariate Enso Index (MEI), e alguns, com aplicações na agricultura.

Alves et al. (1997) investigaram mais detalhadamente a variabilidade interanual da precipitação no leste do nordeste brasileiro (NEB) ao longo do século, durante seu período predominantemente mais chuvoso (AMJJ), e estudaram as configurações espaciais e a intensidade das chuvas nessa região, quando da ocorrência dos eventos ENOS, pretendendo detectar relações de causa e efeito. Para isso utilizaram os totais mensais de precipitação de 39 postos pluviométricos distribuídos ao longo do setor leste do NEB disponíveis no banco de dados da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), os quais foram obtidos junto ao Departamento Nacional de Obras contra Secas (DNOCS). Estes dados compreendem um período de observações que varia desde o início do século até 1985, com todos os postos pluviométricos apresentando um período superior a 30 anos de dados. Concluíram que a classificação dos períodos chuvosos do setor leste do NEB (índice da região como um todo), para anos considerados como ano (0) e ano (+) dos episódios ENOS apresentou um predomínio para períodos chuvosos.

Araújo & Diniz (2004) estudaram a influência que o evento El Niño – Oscilação Sul tem no número de dias de chuva em Pelotas–RS, com dados obtidos junto a estação agroclimatológica da Embrapa em Pelotas para o período de 1950 – 2000 e a classificação dos eventos El Niño e La Niña. Constataram que os eventos El Niños além de aumentarem os totais mensais de precipitação, já verificados em outros trabalhos, também aumentaram o número de meses com elevado número de dias de chuvas.

Baldo et al (2000) analisaram através de dados da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) para um período de 1950 a 1997 a variabilidade anual e interanual de precipitação para o Estado de Santa Catarina; o índice padronizado de precipitação foi correlacionado com a anomalia da TSM do Pacífico. Este cálculo foi efetuado para todo o Estado de Santa Catarina e concluíram que a Oscilação Sul está relacionada à anomalia da precipitação no Estado, especialmente durante anos El Niño.

Baptista & Berlato (2003), avaliaram a influência do fenômeno ENOS no rendimento médio de grãos de feijão safra do Estado do Rio Grande do Sul (RS). Este trabalho foi realizado com dados de rendimentos de grãos de feijão safra do RS, no período de 1975/76 a 2000/01 (IBGE e FEE), no mesmo período, os dados de precipitação pluvial foram obtidos de estações meteorológicas pertencentes à FEPAGRO e ao 8º DISME/INMET. Foram calculados os desvios dos rendimentos em relação à média do período e estes relacionados com o fenômeno ENOS; os anos de ocorrência de eventos ENOS foram considerados conforme Temberth (1997) incluindo-se na lista os eventos de La Niña de 1998/99 e 1999/00. Através disso, constataram que os eventos La Niña foram favoráveis ao rendimento de feijão no Estado, já os eventos El Niño são os que apresentam maiores riscos de quebra de safra de feijão no Estado.

Berlato & Fontana (1999) relacionaram a variabilidade interanual de precipitação pluvial com a variabilidade interanual do rendimento médio de grãos de soja do Estado do Rio Grande do Sul à luz do fenômeno El Niño Oscilação Sul. Os dados do rendimento médio de grãos de soja do Estado para o período 1974/75 a 1994/95 foram obtidos de estatísticas oficiais (Anuário Estatístico do Brasil, 1975-95) e os dados de precipitação mensal, desse mesmo período e do período 1913-94, obtidos de estações meteorológicas pertencentes ao 8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (8º DISME/INMET). Com isso, concluíram que há fortes evidências que o fenômeno El Niño favorece a cultura da soja, determinado, em vários casos, rendimentos recordes dessa oleaginosa no Estado.

Coelho & Ambrizzi (2000) analisaram através de técnicas estatísticas a influência da TSM da bacia do pacífico equatorial na precipitação sobre a América do Sul. A análise foi feita de modo que a divisão das regiões de

influência aparecesse naturalmente, como resultado dos métodos empregados. Foram utilizados dados mensais de precipitação de uma série de estações meteorológicas e dados mensais da temperatura da superfície do mar (TSM). Tiveram como resultado que a região central do pacífico equatorial entre 100° W e 140° W dentro da região Niño 3 exerce maior influência sobre os padrões de precipitação da América do Sul durante o evento ENOS.

Utilizando dados mensais de precipitação de 206 estações meteorológicas de superfície da Rede Nacional do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), relativos ao período de 1960-1998 Coelho et al. (1999), realizaram um estudo climatológico sazonal das anomalias de precipitação acumulada sobre o Brasil, em casos caracterizados por eventos extremos de Oscilação Sul (OS). Com isso, concluíram que para um dado trimestre, há distinções nas características do padrão de precipitação entre os eventos forte/moderado e fraco e para o evento El Niño 1997/1998, as observações mostram anomalias positivas ao sul e negativas ao norte do país.

Delgado & Assis (2004), estudaram através da técnica dos quantis, dividindo a série de precipitação em 100 partes para a cidade de Encruzilhada do Sul, afim de classificar os meses de El Niño, em abaixo do normal, normal e acima do normal, segundo as características do evento. Foram utilizados totais mensais de precipitações pluviais de 1951 a 1998, adquiridas junto no 8º Distrito de Meteorologia/INMET, dados estes para o município de Encruzilhada do Sul. Com isso verificaram que o El Niño ocasionou precipitação bem acima do normal, sendo um fenômeno climático preocupante, pois influência em curto período de tempo o regime dos autovalores pluviométricos no estado do Rio Grande do Sul.

Cunha et al. (2001) avaliaram o impacto das fases do fenômeno ENOS no rendimento de grãos da cultura de cevada no Brasil. Os dados foram registros históricos de rendimento da cevada do período de 1938 a 1998. Foram estudados quanto à sua variabilidade em relação as fases do fenômeno El Niño – Oscilação Sul (El Niño e La Niña e anos neutros). Os dados de rendimento médio anual de cevada (kg/ha) foram agregados por Estado (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná). Eles chegaram à conclusão que o fenômeno El Niño – Oscilação Sul influencia o rendimento de grãos da cultura de cevada no país e na maioria das vezes, causa impactos positivos nos anos

de La Niña e impactos negativos nos anos de El Niño, particularmente na região sul do país.

Diniz & Puchalski (2000) estudaram a influência do El Niño Oscilação Sul na precipitação da região missioneira do Rio Grande do Sul, usando a técnica de dados denominada diagrama de caixa ("Box Plot") visando melhor entender a climatologia, variabilidade e previsibilidade desta variável. Como existiam falhas nas séries climatológicas de precipitação foi feita uma recomposição das mesmas utilizando o método proposto por Gonçalves e Kim (1998) o qual utiliza a técnica multivariada de regressão linear múltipla no preenchimento das falhas existentes nas séries. Concluíram que a análise de distribuição da precipitação mostrou que o fenômeno El Niño tem uma marcante influência sobre a precipitação na região Missioneira, com exceção da região de Santiago que está localizada mais ao Sul da região.

Diniz et al. (1998) estudaram a influência do El Niño Oscilação Sul nas precipitações mensais de Pelotas para o período de 1950 a 1997, visando melhor entender a climatologia, variabilidade e mesmo previsibilidade potencial desta variável. Com isso verificaram que nem todos os eventos El Niño contribuíram para o aumento das precipitações na região.

Fontana & Almeida (2002) analisaram e quantificaram em nível mensal as anomalias climatológicas padrões (1931 a 1960 e 1961 1990) e a variabilidade interanual do número de dias com precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul. Também analisaram os efeitos associados ao fenômeno El Niño e La Niña sobre este elemento. Foram coletados dados mensais do número de dias com precipitação pluvial provenientes de 32 estações meteorológicas bem distribuídas no Estado do Rio Grande do Sul, pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET/8º DISME) e da Fundação Estadual de Pesquisas Agropecuárias (FEPAGRO) no período de 1913 a 1998. Concluíram que, o nordeste do Estado é onde se verificam os maiores efeitos associados ao fenômeno El Niño e La Niña, tendo maior número de dias com precipitação pluvial durante os eventos El Niño e menor durante os eventos La Niña.

Fontana & Berlato (1997) quantificaram a influência do fenômeno ENOS sobre a precipitação pluvial mensal para o Estado Rio Grande do Sul. Para isso, utilizaram dados de precipitação pluvial mensal de 29 estações

meteorológicas pertencentes ao 8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O período de observação foi de 1913 e 1995. Com isso verificaram que existe influência do fenômeno ENOS sobre a distribuição anual da precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul e a influência maior é na porção oeste do Estado e nos meses de outubro e novembro meses em que um adequado suprimento hídrico é muito importante para o estabelecimento das culturas de primavera-verão.

Grimm & Ferraz (2002) analisaram a variação temporal da correlação entre a precipitação para o período de 1950 a 1999, exceto no das 5 estações na Amazônia, as quais, o período foi de 1961 a 1997 em várias regiões do Brasil e indicadores de eventos de El Niño / La Niña, como Temperatura da Superfície do Mar (TSM) na região Niño 3 e o Índice de Oscilação Sul (IOS). Este trabalho fornece elementos para entender estas mudanças, nas regiões Sul e Sudeste, mostrando como se relacionam, em modos de conjunto de variabilidade interanual e interdecadal, a TSM nos oceanos Pacífico e Atlântico e precipitação nessas regiões.

Grimm & Tedeshi (2004) verificaram qual é a relação entre os episódios El Niño e a frequência de eventos extremos de precipitação em todo o Brasil e a relação entre os totais mensais de chuva e a TSM (Temperatura da Superfície do Mar), utilizando dados diários de precipitação de 2714 estações meteorológicas de todo o Brasil proveniente da ANA (Agência Nacional de Águas), durante o período de 1956 – 2000. Com tudo isso concluíram que este trabalho é muito útil para a programação da defesa civil, pois eventos extremos de precipitação quando ocorrem na estação chuvosa podem ocasionar enchentes e deslizamentos.

Grimm et al. (1998), estudaram o impacto dos eventos El Niño e La Niña na precipitação pluvial sobre a Região Sul do Brasil; a análise foi baseada na proposta por Ropelewski e Halpert (1987). Nesse trabalho foi utilizado o método dos vetores harmônicos na precipitação pluvial de 250 estações meteorológicas, para os eventos ENOS do período de 1911 à 1991. Através disso, obtiveram que durante a primavera nos eventos El Niño houve uma anomalia pronunciada da precipitação pluvial com um pico no mês de novembro. Já para os eventos La Niña a primavera apresentou-se como a de

maior consistência de anomalia negativa de precipitação pluvial para toda a região estudada.

Kousky & Cavalcanti (1984) consideraram muito persistentes as anomalias climáticas associadas com os eventos Oscilação do Sul – El Niño devido ao forte acoplamento entre a atmosfera e o oceano.

Lay & Aiello (2001) realizaram uma correlação simples (r) entre somas anuais de precipitação pontuais na Argentina Central entre 1950 e 1999 e médias anuais do Índice Multivariado do El Niño Oscilação Sul (MEI) dados estes disponíveis desde 1950. Em alguns resultados r superaram o valor de 0,60 e as maiores relações positivas se observaram no Nordeste da Argentina.

Mandelli et al. (2003), estudaram a influência do El Niño/La Niña no rendimento da qualidade da uva da “Serra Gaúcha” (Encosta Superior da Serra Nordeste do Rio Grande do Sul). Foram utilizados dados mensais da área vitícola e de produção quantitativa das uvas do Rio Grande do Sul das safras de 1961 a 2000 (40 anos) segundo IBGE (1967), IBGE (2001) e Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul (2001); os anos classificados como El Niño/La Niña foram os estabelecidos por Temberth (1997). A influência dos eventos El Niño/La Niña foi avaliada durante o período vegetativo (setembro a março) e no subperíodo da maturação da uva Cabernet Franc. Eles chegaram a conclusão que o rendimento da uva produzida no Rio Grande do Sul é mais elevado em anos de La Niña, entretanto o teor de açúcar da uva Cabernet Franc da “Serra Gaúcha” é superior à da média histórica em anos de ausência do fenômeno El Niño/La Niña.

Marques et al. (2003), tiveram o propósito com esse trabalho de comparar a variabilidade espacial e temporal da precipitação pluvial média mensal no período de influência do fenômeno ENOS (El Niño e La Niña) com o período neutro. Para a composição espacial e aplicado o modelo de regressão linear tendo como variáveis independentes as coordenadas espaciais normalizadas definidas como: latitude, longitude e altitude, e como variável dependente a precipitação pluvial mensal de cada período (La Niña, El Niño e neutro). As médias para os 3 períodos comparativos foram calculadas a partir de 40 estações pluviométricas no período de 1950-1999. Através disso, concluíram que a variabilidade espacial da precipitação pluvial no Rio Grande do Sul ao longo do ano é maior em eventos La Niña do que em eventos El

Niño; durante os eventos La Niña os meses de abril e novembro são os de maior variação na distribuição espacial da precipitação pluvial sobre o Rio Grande do Sul e já nos eventos El Niño os meses foram outubro, novembro e dezembro.

Marques et al. (2004), com o propósito de verificar a distribuição espacial de probabilidade empírica da anomalia de precipitação pluvial sobre o Estado do Rio Grande do Sul, definiram as regiões e suas relações com as fases do El Niño – Oscilação Sul. Utilizaram os totais mensais de precipitação pluvial de 40 estações meteorológicas distribuídas sobre o Rio Grande do Sul, durante o período de 1950-2000, dados estes obtidos junto ao 8º DISME e FEPAGRO-RS. Com isso, verificaram que existe forte relação entre as fases do fenômeno e a precipitação durante a primavera.

Mota (2000) avaliou a influência quantitativa dos fenômenos El Niño e La Niña na necessidade de irrigação na cultura de arroz irrigado em Pelotas-RS. Este trabalho foi realizado com dados de precipitação pluvial e evaporação do tanque classe “A”, de dezembro a fevereiro registrados na estação agroclimatológica de Pelotas-RS (EMBRAPA/UFPEL) durante as safras de arroz de 1971/1972 a 1997/1998. Com isso, verificou que na região de Pelotas-RS, a ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña modifica a necessidade de irrigação do arroz, aumentando nos eventos fortes do La Niña e diminuindo nos anos de El Niño e El Niños fortes.

Sansigolo et al. (2000) verificaram em tabelas de contingência, usando o escore das características operacionais relativas (COR), o comportamento das precipitações mensais em Pelotas-RS, durante os eventos de El Niño e La Niña definidos pelo critério de Trenberth (1997) visando a avaliar seu impacto no regime de precipitação da região. Com isso concluíram que para o período estudado houve conexões estatisticamente positivas e significativas entre os eventos La Niña e precipitação abaixo do normal de abril a dezembro e no El Niño precipitação acima do normal de abril a junho.

Sansigolo et al. (2004) estudaram as relações simultâneas e defasadas entre as categorias de precipitação em grupos homogêneos na região sul do Brasil e as categorias de TSM, nos oceanos Pacífico e Atlântico. Utilizaram para tanto tabelas de contingência 3x3 avaliadas pelos escores das características operacionais relativas. Para este estudo foram utilizados os

totais mensais de precipitação referentes a 61 estações pluviométricas bem distribuídas na região sul do Brasil, no período de janeiro de 1950 a dezembro de 1997. Com isso concluíram que a maior influência dos eventos de TSM no Pacífico (El Niño e La Niña) nas respectivas categorias (acima e abaixo da normal) ocorreu no 4º trimestre do ano e que a maior influência no Atlântico foi a definida como sudoeste e ocorreu predominantemente no 2º trimestre do ano, nas categorias de TSM e precipitação acima da normal.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área de estudo

O Estado do Rio Grande do Sul localiza-se entre as latitudes 27° 05' e 33° 45' Sul e longitudes de 49° 43' e 57° 39' Oeste, tendo a área total de 282.184Km², com uma costa marítima de 600Km de extensão. As altitudes no Estado variam do nível médio do mar junto à costa litorânea do Oceano Atlântico até 1.300m em alguns pontos da Região do Planalto Superior (nordeste do Estado). Os principais mecanismos causadores da precipitação pluvial no Rio Grande do Sul são as passagens de sistemas frontais e o desenvolvimento de aglomerados convectivos. A precipitação pluvial total anual do Estado é de 1.540mm, sendo que, no verão, outono, inverno e primavera ocorrem 24%, 25%, 25% e 26% deste total anual respectivamente (Puchalski, 2000).

3.2 Dados meteorológicos e período de observação

Foram usados três conjuntos de dados de variáveis meteorológicas. O primeiro refere-se aos totais mensais de precipitação pluvial de 40 estações meteorológicas do Rio Grande do Sul para o período de 1950 a 2002. Estas estações estão mostradas na Tabela 1. Como poucas estações apresentavam

o período completo de dados sem falhas, os dados faltantes foram preenchidos utilizando o método proposto por Gonçalves & Kim (1998), o qual usa a técnica de regressão linear múltipla.

TABELA 1. Estações meteorológicas do Estado do Rio Grande do Sul, coordenadas geográficas e instituições a que pertencem

Estação	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Fonte
1-Alegrete	29°41'	55°31'	124	8° DISME
2-Bagé	31°21'	54°06'	215	8° DISME
3-Bento Gonçalves	29°15'	51°31'	619	8° DISME
4-Bom Jesus	28°40'	50°26'	1047	8° DISME
5-Caçapava do Sul	30°30'	53°29'	450	8° DISME
6-Cachoeira do Sul	30°02'	52°53'	72	8° DISME
7-Caxias do Sul	29°10'	51°12'	785	8° DISME
8-Cruz Alta	28°38'	53°36'	472	8° DISME
9-Encruzilhada do Sul	30°32'	52°31'	427	8° DISME
10-Farroupilha	29°14'	51°26'	702	FEPAGRO
11-Guaporé	28°55'	51°54'	772	8° DISME
12-Ijuí	28°23'	53°54'	448	FEPAGRO
13-Iraí	27°11'	53°14'	222	8° DISME
14-Júlio de Castilhos	29°13'	53°40'	516	FEPAGRO
15-Lagoa Vermelha	28°25'	51°35'	836	8° DISME
16-Marcelino Ramos	27°27'	51°54'	414	8° DISME
17-Osório	29°41'	50°13'	32	FEPAGRO
18-Palmeira das Missões	27°53'	53°26'	634	8° DISME
19-Passo Fundo	28°15'	52°24'	676	8° DISME
20-Pelotas	31°52'	52°21'	13	8° DISME
21-Porto Alegre	30°01'	51°13'	46	8° DISME
22-Rio Grande	32°01'	52°05'	5	8° DISME
23-Santa Cruz do Sul	29°43'	52°25'	56	8° DISME
24-Santa Maria	29°42'	53°42'	95	8° DISME
25-Santa Rosa	27°51'	54°25'	360	8° DISME
26-Santa Vitória do Palmar	33°31'	53°21'	6	8° DISME
27-Santana do Livramento	30°53'	55°32'	210	8° DISME
28-Santiago	29°11'	54°53'	426	8 DISME
29-Santo Ângelo	28°18'	54°15'	289	8° DISME
30-São Borja	28°39'	56°00'	96	FEPAGRO
31-São Francisco de Paula	29°20'	51°30'	912	8° DISME
32-São Gabriel	30°20'	54°19'	124	8° DISME
33-São Luiz Gonzaga	28°23'	54°58'	254	8° DISME
34-Soledade	29°03'	52°26'	720	8° DISME
35-Tapes	30°52'	51°21'	5	8° DISME
36-Taquari	29°48'	51°49'	76	8° DISME
37-Torres	29°20'	49°43'	43	8° DISME
38-Uruguaiana	29°45'	57°05'	74	8° DISME
39-Vacaria	28°33'	50°42'	960	8° DISME
40-Veranópolis	28°56'	51°33'	705	FEPAGRO

O segundo conjunto de informações foram dados bimestrais do MEI (Multivariate Enso Index) para o mesmo período, totalizando uma série de 53 anos.

E o terceiro são dados de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) das regiões dos Niños para o mesmo período. Os dados das estações

meteorológicas foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (8º Distrito de Meteorologia - Porto Alegre) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Fundação Estadual de Pesquisas Agropecuárias (FEPAGRO), da Secretaria de Ciência e Tecnologia (SCT) do Estado do Rio Grande do Sul. Já os de MEI e da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) das regiões dos Niños, foram obtidos junto a NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), através do site <http://www.cdc.noaa.gov/>. A Figura 1 mostra as regiões dos Niños das quais os dados foram utilizados.

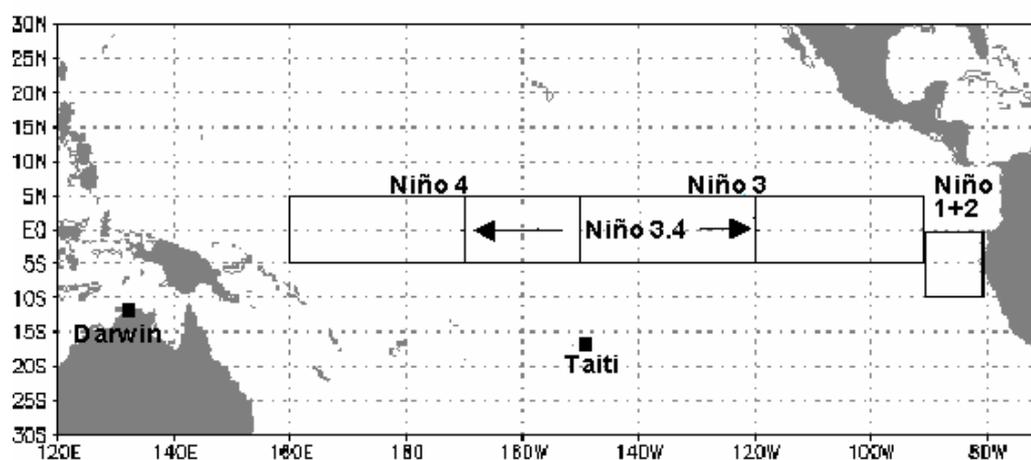


FIGURA 1. Regiões dos Niños no Pacífico equatorial. Fonte: <<http://tucupi.cptec.inpe.br/enos/>> Acessado em 27 de agosto de 2004.

3.3 Anos de ocorrência de El Niño

Os meses dos quais se utilizaram os dados deste trabalho foram escolhidos levando em consideração a data do início e final do evento El Niño. A classificação dos anos com eventos El Niño, do período estudado, foi baseado na Tabela 2 (Trenberth, 1997), modificada por Berlato e Fontana (2003). Os meses que foram predominantes (maior ocorrência), tanto no início, como no final dos eventos El Niño, foram os seguintes: fevereiro; abril; junho e setembro.

TABELA 2. Classificação dos Eventos El Niño referente ao período estudado

El Niño		
Início	Final	Duração (meses)
Ago 1951	Fev 1952	7
Mar 1953	Nov 1953	9
Abr 1957	Jan 1958	10
Jun 1963	Fev 1964	9
Mai 1965	Jun 1966	14
Set 1968	Mar 1970	19
Abr 1972	Mar 1973	12
Ago 1976	Mar 1977	8
Jul 1977	Jan 1978	7
Out 1979	Abr 1980	7
Abr 1982	Jul 1983	16
Ago 1986	Fev 1988	19
Mar 1991	Jul 1992	17
Fev 1993	Set 1993	8
Jun 1994	Mar 1995	10
Abr 1997	Jun 1998	15

3.4 Metodologia

Como os dados do MEI obtidos do site da NOAA são bimestrais, foram feitas médias bimestrais dos totais mensais de precipitações pluviais das 40 estações meteorológicas do Rio Grande do Sul e da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) nas regiões dos Niños. As séries de dados ficaram da seguinte forma: média bimestral de totais de precipitação pluvial e TSM das regiões dos Niños dos meses de fevereiro e março, abril e maio, junho e julho e setembro e outubro.

Para estabelecer a relação entre a precipitação pluvial e o MEI, foi feita a correlação entre a série de precipitação pluvial das 40 estações meteorológicas do Rio Grande do Sul e o MEI para os bimestres de fevereiro e

março, abril e maio, junho e julho e setembro e outubro. Os meses de fevereiro, abril, junho e setembro foram escolhidos por que foram predominantes tanto no início como no final do evento El Niño. Também foi feita a correlação entre a série de precipitação pluvial das 40 estações meteorológicas do Estado com a TSM das 4 regiões dos Niños para os mesmos bimestres. A partir da equação 4.

A fim de se verificar quais regiões pluviometricamente homogêneas do Estado são mais influenciadas pelo MEI e pela TSM das regiões dos Niños, foi feito um estudo semelhante para se obter essa relação entre a precipitação pluvial e estes índices. Para isso, foram utilizados dados do total médio bimestral da precipitação pluvial das estações que constituem seis regiões climaticamente homogêneas, ou seja, R1, R2, R3, R4, R5 e R6 obtidas do agrupamento seguindo o método e técnica proposta por Marques, (2005).

Conhecendo-se as estações meteorológicas pertencentes as regiões descritas acima, calcularam-se as séries médias regionais bimestrais de precipitação pluvial para os bimestres jan-fev, fev-mar, mar-abr, abr-mai, mai-jun, jul-jul, jul-ago, ago-set, set-out, out-nov, nov-dez e dez-jan, as quais foram correlacionadas com as séries bimestrais do MEI e, também, com as séries médias bimensais da TSM das regiões dos Niños. Foi feito, também, um estudo dessas relações através de gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 entre a anomalia da precipitação pluvial e a anomalia do MEI bem como, com as anomalias das TSM das regiões dos Niños para todos os bimestres que tiveram coeficientes de correlação (r) significativos a pelo menos 1%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Relação entre a precipitação pluvial das estações meteorológicas do Rio Grande do Sul e o MEI

Os coeficientes de correlação (r) entre a série de precipitação pluvial e o MEI foram calculados a partir da equação 4 e, utilizando-se o Teste “t” de Student, verificou-se que, para a dimensão das séries utilizadas, coeficientes de correlação $(r) \geq 0,25$ são significativos a 5%, coeficientes de correlação $(r) \geq 0,30$ são significativos a 2% e coeficientes de correlação $(r) \geq 0,40$ são significativos a 1%.

A Tabela 3 mostra as estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e o MEI para o bimestre set-out.

TABELA 3. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e o MEI para o bimestre set-out. Período 1950/2002

Estações meteorológicas	Coeficiente de correlação	Nível de significância
Alegrete	0,38	2%
Bagé	0,30	2%
Caçapava do Sul	0,48	1%
Cachoeira do Sul	0,40	1%

“TABELA 3, Cont.”

Cruz Alta	0,25	5%
Encruzilhada do Sul	0,31	2%
Marcelino Ramos	0,34	2%
Passo Fundo	0,25	5%
Pelotas	0,42	1%
Porto Alegre	0,26	5%
Rio Grande	0,37	2%
Santa Maria	0,35	2%
Santo Ângelo	0,27	5%
São Borja	0,33	2%
São Francisco de Paula	0,28	5%
São Gabriel	0,28	5%
São Luiz Gonzaga	0,31	2%
Taquari	0,36	2%
Uruguaiana	0,29	5%

A Tabela 4 mostra as estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% para o bimestre de fev-mar.

TABELA 4. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e o MEI para o bimestre fev-mar. Período 1950/2002

Estações meteorológicas	Coeficiente de correlação	Nível de significância
Bagé	0,34	2%
Cruz Alta	0,37	2%
Ijuí	0,31	2%
Júlio de Castilhos	0,27	5%
Palmeira das Missões	0,33	2%
Passo Fundo	0,28	5%
Santa Rosa	0,25	5%
Santana do Livramento	0,32	2%
Santo Ângelo	0,33	2%

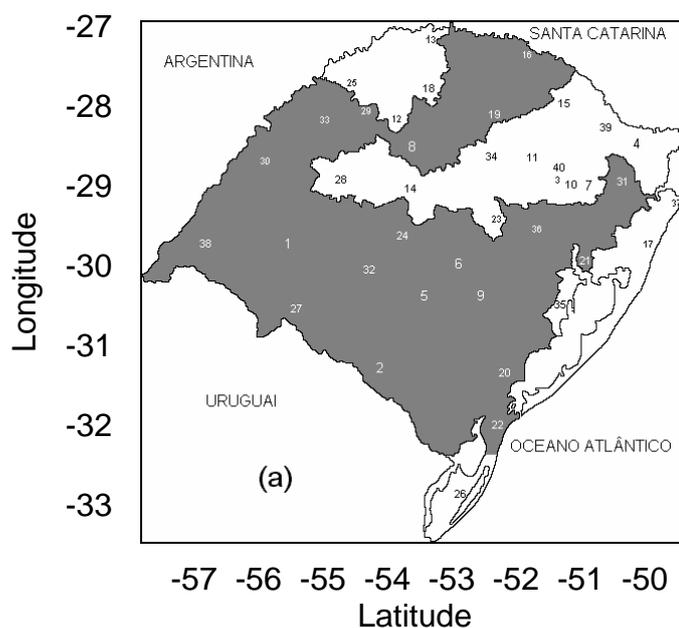
“TABELA 4, Cont.”

São Gabriel	0,31	2%
Uruguaiana	0,27	5%

A fim de facilitar a visualização dos locais do Estado influenciados pelo MEI, utilizaram-se mapas com a posição das estações meteorológicas. A Figura 2 mostra a localização destas estações meteorológicas com coeficiente de correlação (r) significativos a pelo menos 5 % para os bimestres: set-out e fev-mar.

No bimestre de set-out observou-se estes coeficientes de correlação (r) significativos a pelo menos 5% na maior parte da metade sul do Estado, região noroeste e parte da região norte.

No bimestre fev-mar eles foram significativos a pelo menos 5% no sudoeste, oeste e em algumas regiões do norte do Estado.



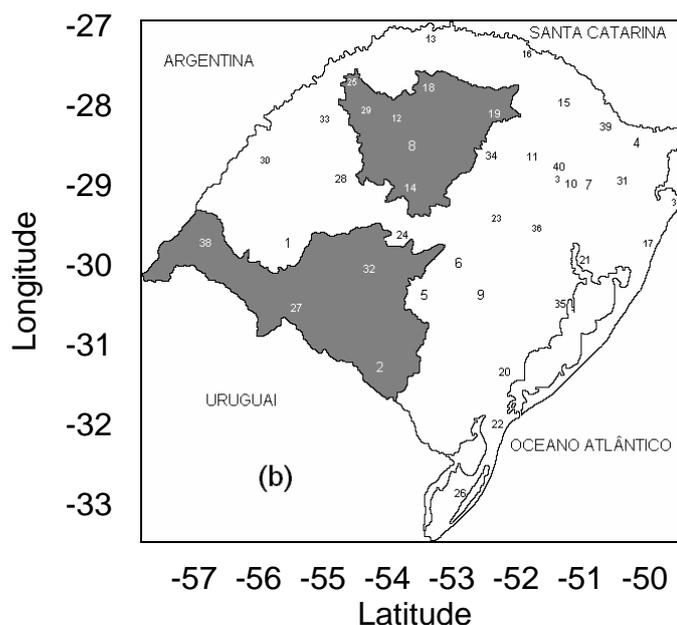


FIGURA 2. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5 % na relação entre a precipitação pluvial e o MEI: (a) para o bimestre set-out (b) para o bimestre fev-mar.

A Tabela 5 mostra as estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% para o bimestre abr-mai.

TABELA 5. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e o MEI para o bimestre abr-mai. Período 1950/2002

Estações meteorológicas	Coeficiente de correlação	Nível de significância
Alegrete	0,46	1%
Bagé	0,39	2%
Bento Gonçalves	0,26	5%
Caçapava do Sul	0,25	5%
Cachoeira do Sul	0,26	5%
Cruz Alta	0,48	1%
Farroupilha	0,29	5%
Ijuí	0,44	1%
Iraí	0,29	5%
Júlio de Castilhos	0,33	2%

“TABELA 5, Cont.”

Palmeira das Missões	0,25	5%
Passo Fundo	0,36	2%
Pelotas	0,33	2%
Porto Alegre	0,25	5%
Santa Maria	0,36	2%
Santa Rosa	0,25	5%
Santana do Livramento	0,26	5%
Santo Ângelo	0,47	1%
São Borja	0,27	5%
São Gabriel	0,32	2%
São Luiz Gonzaga	0,37	2%
Taquari	0,27	5%
Vacaria	0,28	5%
Veranópolis	0,32	2%

A Tabela 6 mostra as estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% para o bimestre jun-jul.

TABELA 6. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e o MEI para o bimestre de jun-jul. Período 1950/2002

Estações meteorológicas	Coeficiente de correlação	Nível de significância
Bagé	0,29	5%
Bom Jesus	0,27	5%
Caxias do Sul	0,27	5%
Encruzilhada do Sul	0,26	5%
Farroupilha	0,28	5%
Ijuí	0,27	5%
Júlio de Castilhos	0,28	5%
Santa Cruz do Sul	0,32	2%
Torres	0,26	5%
Vacaria	0,34	2%

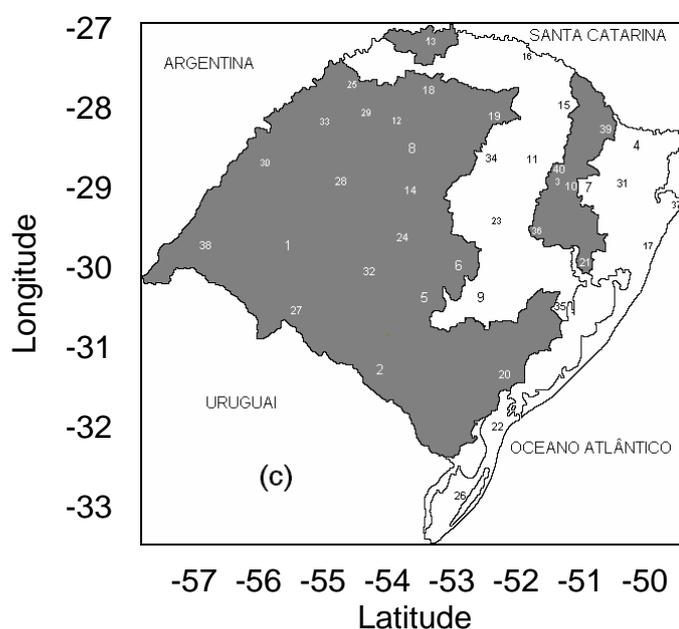
“TABELA 6, Cont.”

Veranópolis

0,25

5%

A Figura 3 mostra a localização destas estações meteorológicas com (r) significativos a pelo menos 5% para os bimestres: abr-mai e jun-jul. No bimestre abr-mai verificou-se (r) significativos a pelo menos 5% em praticamente todo o oeste do Estado e algumas regiões do leste do Estado. No bimestre jun-jul eles foram significativos à pelo menos 5% em algumas regiões da metade sul, região central, nordeste, região de Ijuí e Torres.



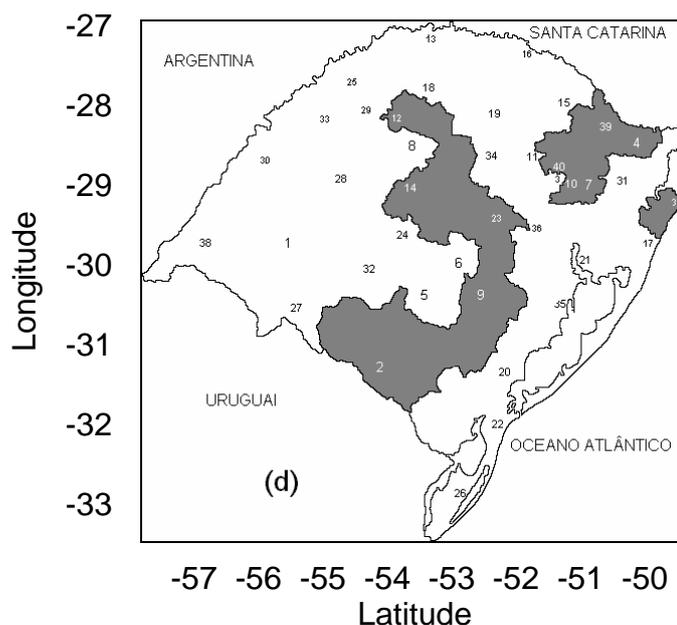


FIGURA 3. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo à pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e o MEI: (c) para o bimestre abr-mai e (d) para o bimestre jun-jul.

Estes resultados concordam com os obtidos por Lay & Aiello (2001) que correlacionaram as somas anuais de precipitação pluvial com o MEI para a Argentina e encontraram um (r) de 0,60 enquanto que aqui encontrou-se um (r) de 0.48 para a estação meteorológica de Caçapava do Sul no bimestre set-out e na de Cruz Alta para o bimestre abr-mai.

Numa análise geral, sobre a influência do MEI na precipitação pluvial do Estado do Rio Grande do Sul, verificou-se que esta influência tanto no bimestre set-out quanto no bimestre abr-mai é bem parecida, abrangendo um grande número de estações meteorológicas.

4.2 Relação entre a precipitação pluvial das estações meteorológicas do Rio Grande do Sul e a TSM das regiões dos Niños

Os coeficientes de correlação (r) entre a série de precipitação pluvial e a TSM das regiões dos Niños também foram calculados com as mesmas considerações do item 4.1 adotando também o mesmo valor de (r).

A Tabela 7 mostra as estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 1+2 para o bimestre set-out.

TABELA 7. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 1+2 para o bimestre set-out. Período 1950/2002

Estações meteorológicas	Coeficiente de correlação	Nível de significância
Alegrete	0,25	5%
Caçapava do Sul	0,33	2%
Marcelino Ramos	0,27	5%
Santa Maria	0,27	5%
Santo Ângelo	0,27	5%
São Borja	0,27	5%
São Luiz Gonzaga	0,31	2%
Uruguaiana	0,30	2%

A Tabela 8 mostra as estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% para o bimestre fev-mar.

TABELA 8. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 1+2 para o bimestre fev-mar. Período 1950/2002

Estações meteorológicas	Coeficiente de correlação	Nível de significância
Cruz Alta	0,31	2%
Júlio de Castilhos	0,28	5%
Passo Fundo	0,35	2%
Santa Rosa	0,25	5%
Santo Ângelo	0,36	2%
São Luiz Gonzaga	0,27	5%

A fim de facilitar a visualização dos locais do Estado influenciados pela TSM da região do Niño 1+2, utilizou-se mapas com a posição das estações meteorológicas e mapa do Oceano Pacífico equatorial. As Figuras 4, 5 e 6 mostram, respectivamente, a região do Niño 1+2 no mapa, a localização destas estações meteorológicas com coeficientes de correlação (r) significativos a pelo menos 5% para os bimestres set-out e fev-mar e para o bimestre abr-mai .

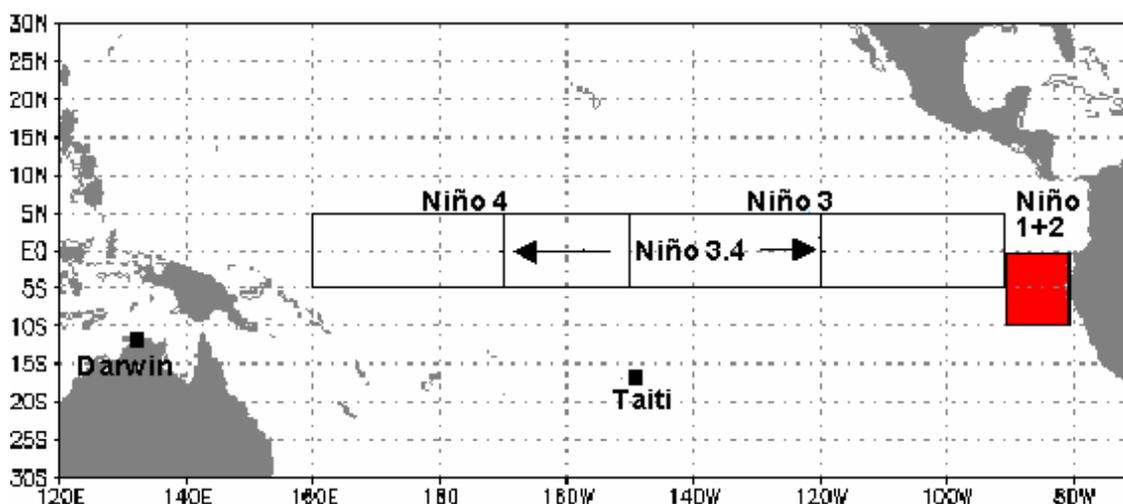


FIGURA 4. Localização da região do Niño 1+2 no Oceano Pacífico equatorial.

No bimestre set-out verificou-se coeficientes de correlação (r) significativos a pelo menos 5% na região oeste, noroeste, em algumas regiões do centro do Estado e na região de Marcelino Ramos. No bimestre fev-mar se observou (r) significativos à pelo menos 5% em algumas regiões da metade norte e na região noroeste do Estado.

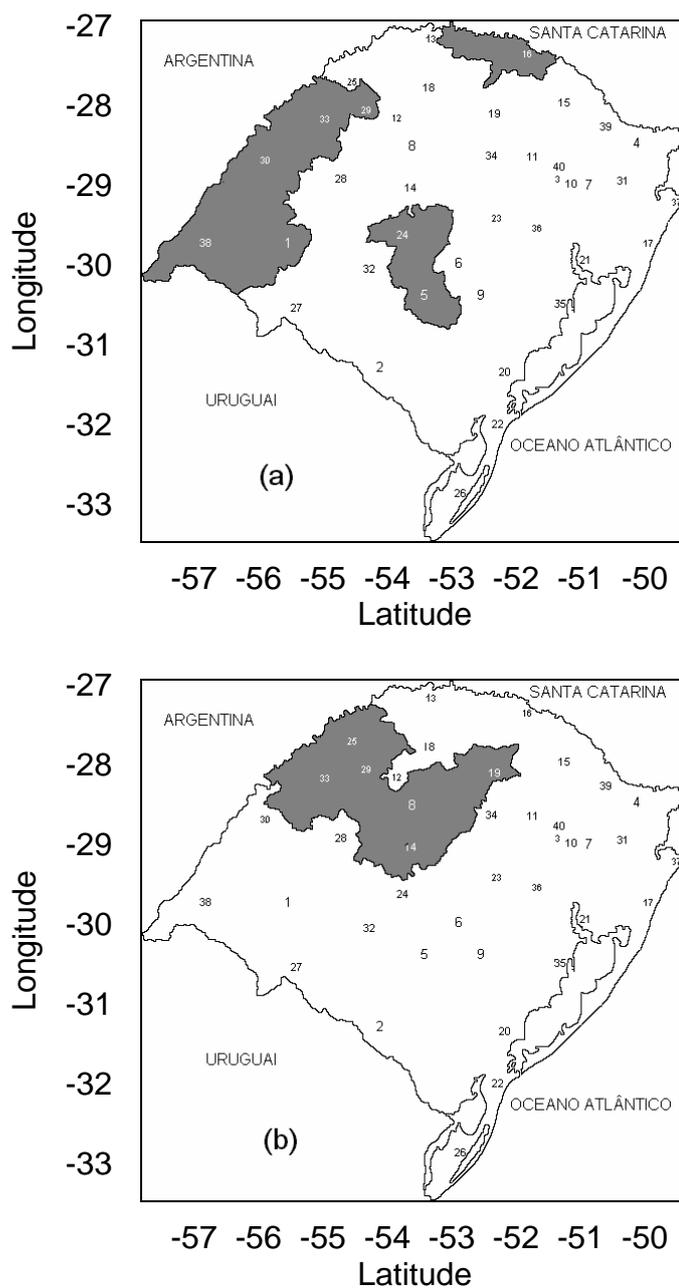


FIGURA 5. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 1+2: (a) para o bimestre set-out e (b) para o bimestre fev-mar.

A Tabela 9 mostra as estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% para o bimestre abr-mai.

TABELA 9. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 1+2 para o bimestre abr-mai. Período 1950/2002

Estações meteorológicas	Coeficiente de correlação	Nível de significância
Alegrete	0,33	2%
Bagé	0,29	5%
Cruz Alta	0,41	1%
Ijuí	0,36	2%
Iraí	0,25	5%
Julio de Castilhos	0,34	2%
Passo Fundo	0,29	5%
Rio Grande	0,28	5%
Santo Ângelo	0,39	2%
São Luiz Gonzaga	0,30	2%
Vacaria	0,25	5%

A relação entre a precipitação pluvial e a região do Niño 1+2 para o bimestre jun-jul é muito fraca, pois não houve nenhuma estação meteorológica com um (r) significativo a pelo menos 5%.

No bimestre abr-mai, verificou-se (r) significativos a pelo menos 5% em parte da metade sul do Estado, oeste, parte da metade norte do Estado, na região de Iraí e Vacaria. No bimestre jun-jul não houve nenhuma estação meteorológica com (r) significativo a pelo menos 5%.

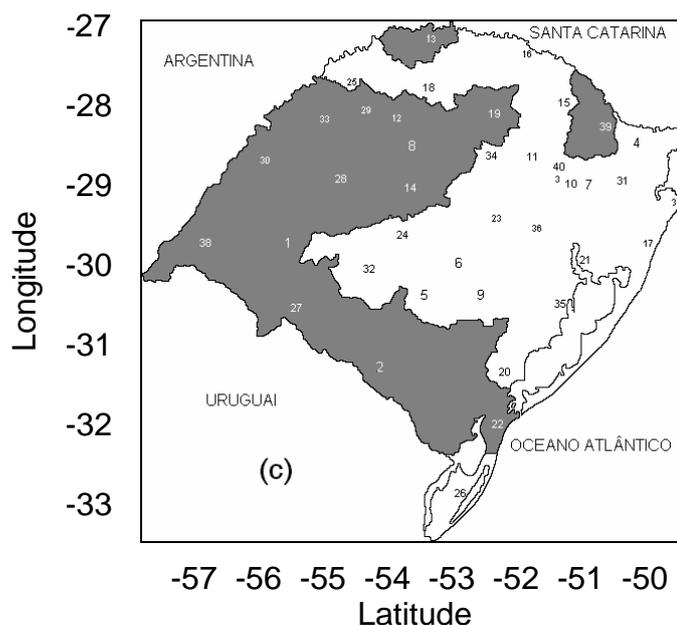


FIGURA 6. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 1+2: (c) para o bimestre abr-mai.

Numa análise geral, sobre a influência da TSM da região do Niño 1+2 na precipitação pluvial do Estado do Rio Grande do Sul, verificou-se que esta influência é muito pequena abrangendo somente um pequeno número de estações meteorológicas.

A Tabela 10 mostra as estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3 para o bimestre set-out.

TABELA 10. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3 para o bimestre set-out. Período 1950/2002

Estações meteorológicas	Coeficiente de correlação	Nível de significância
Alegrete	0,37	2%
Bagé	0,26	5%
Caçapava do Sul	0,45	1%
Cachoeira do Sul	0,34	2%
Cruz Alta	0,26	5%
Encruzilhada do Sul	0,31	2%

“TABELA 10, Cont.”

Marcelino Ramos	0,31	2%
Passo Fundo	0,26	5%
Pelotas	0,36	2%
Rio Grande	0,30	2%
Santa Maria	0,34	2%
Santo Ângelo	0,28	5%
São Borja	0,36	2%
São Francisco de Paula	0,30	2%
São Luiz Gonzaga	0,32	2%
Taquari	0,31	2%
Uruguaiana	0,31	2%

A Tabela 11 mostra as estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% para o bimestre fev-mar.

TABELA 11. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3 para o bimestre fev-mar. Período 1950/2002

Estações meteorológicas	Coeficiente de correlação	Nível de significância
Bagé	0,30	2%
Cruz Alta	0,35	2%
Encruzilhada do Sul	0,27	5%
Ijuí	0,32	2%
Palmeira das Missões	0,28	5%
Passo Fundo	0,32	2%
Santa Rosa	0,25	5%
Santana do Livramento	0,32	2%
Santo Ângelo	0,32	2%
São Gabriel	0,35	2%
Uruguaiana	0,27	5%

A fim de facilitar a visualização dos locais do Estado influenciados pela TSM da região do Niño 3, utilizou-se mapas com a posição das estações meteorológicas e mapa do Oceano Pacífico equatorial. As Figuras 7, 8 e 9 mostram, respectivamente, a região do Niño 3 no mapa, a localização destas estações meteorológicas com coeficientes de correlação (r) significativos a pelo menos 5% para os bimestres set-out e fev-mar e para os bimestres abr-mai e jun-jul.

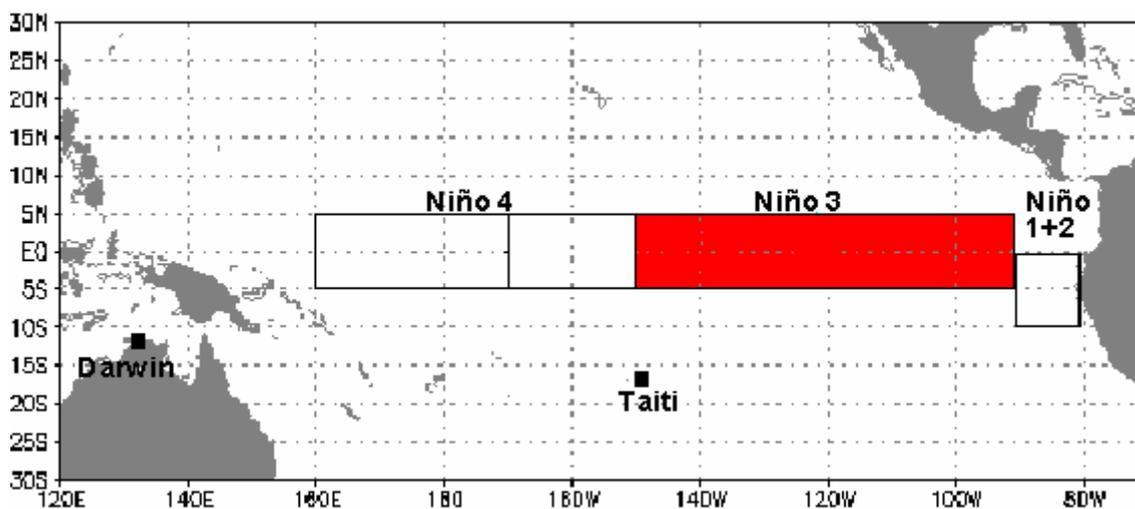


FIGURA 7. Localização da região do Niño 3 no Oceano Pacífico equatorial.

No bimestre set-out, verificou-se coeficientes de correlação (r) significativos a pelo menos 5% em grande parte da metade sul do Estado, na região noroeste do Estado, parte da metade norte e na região de São Francisco de Paula. No bimestre fev-mar eles foram significativos a pelo menos 5% em parte da metade sul, oeste e metade norte do Estado.

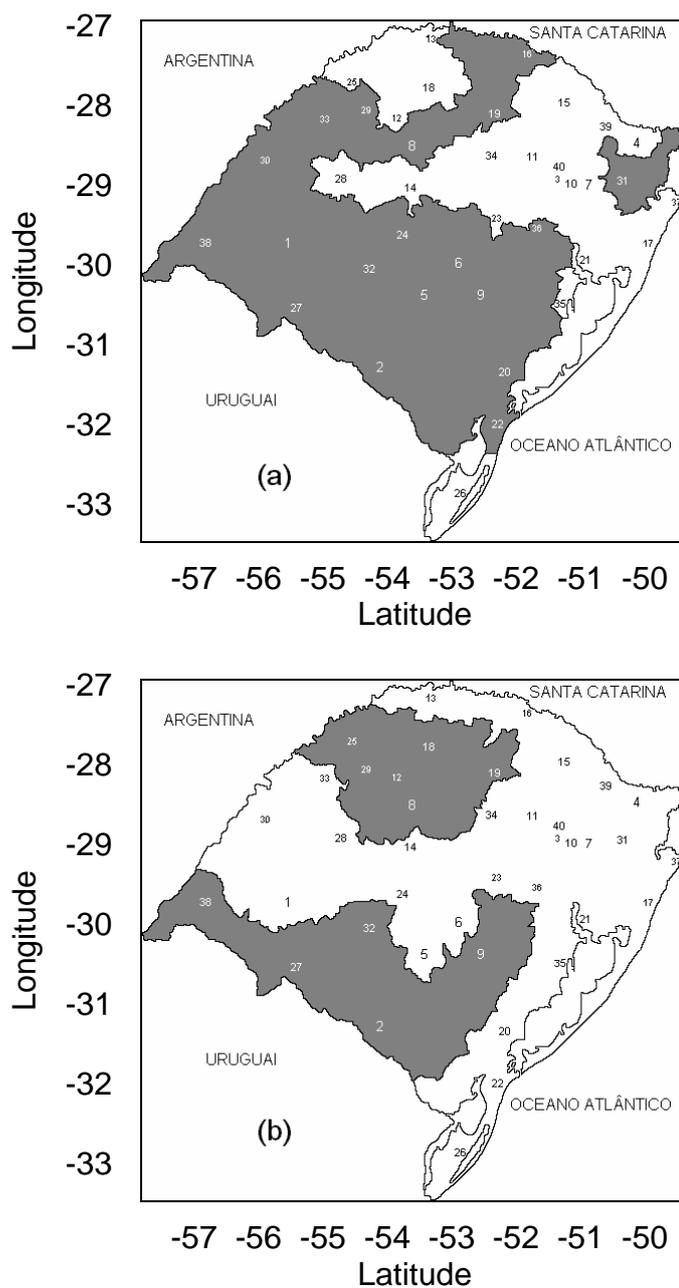


FIGURA 8. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3: (a) para o bimestre set-out e (b) para o bimestre fev-mar.

A Tabela 12 mostra as estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% para o bimestre abr-mai.

TABELA 12. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3 para o bimestre abr-mai. Período 1950/2002

Estações meteorológicas	Coeficiente de correlação	Nível de significância
Alegrete	0,43	1%
Bagé	0,36	2%
Cruz Alta	0,45	1%
Ijuí	0,39	2%
Júlio de Castilhos	0,35	2%
Passo Fundo	0,31	2%
Porto Alegre	0,25	5%
Santa Maria	0,27	5%
Santiago	0,25	5%
Santo Ângelo	0,43	1%
São Gabriel	0,28	5%
São Luiz Gonzaga	0,32	2%
Taquari	0,26	5%
Veranópolis	0,25	5%

A Tabela 13 mostra a estação meteorológica do Rio Grande do Sul que teve um (r) significativo a pelo menos 5% para o bimestre jun-jul.

TABELA 13. Estação meteorológica do Rio Grande do Sul, que possui um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3 para o bimestre jun-jul. Período 1950/2002

Estação meteorológica	Coeficiente de correlação	Nível de significância
Ijuí	0,28	5%

No bimestre abr-mai, eles foram significativos a pelo menos 5% no sudoeste, no oeste, noroeste e parte do norte do Estado e nas regiões de Porto Alegre, Taquari e Veranópolis. No bimestre jun-jul, eles foram significativos a pelo menos 5% na região de Ijuí.

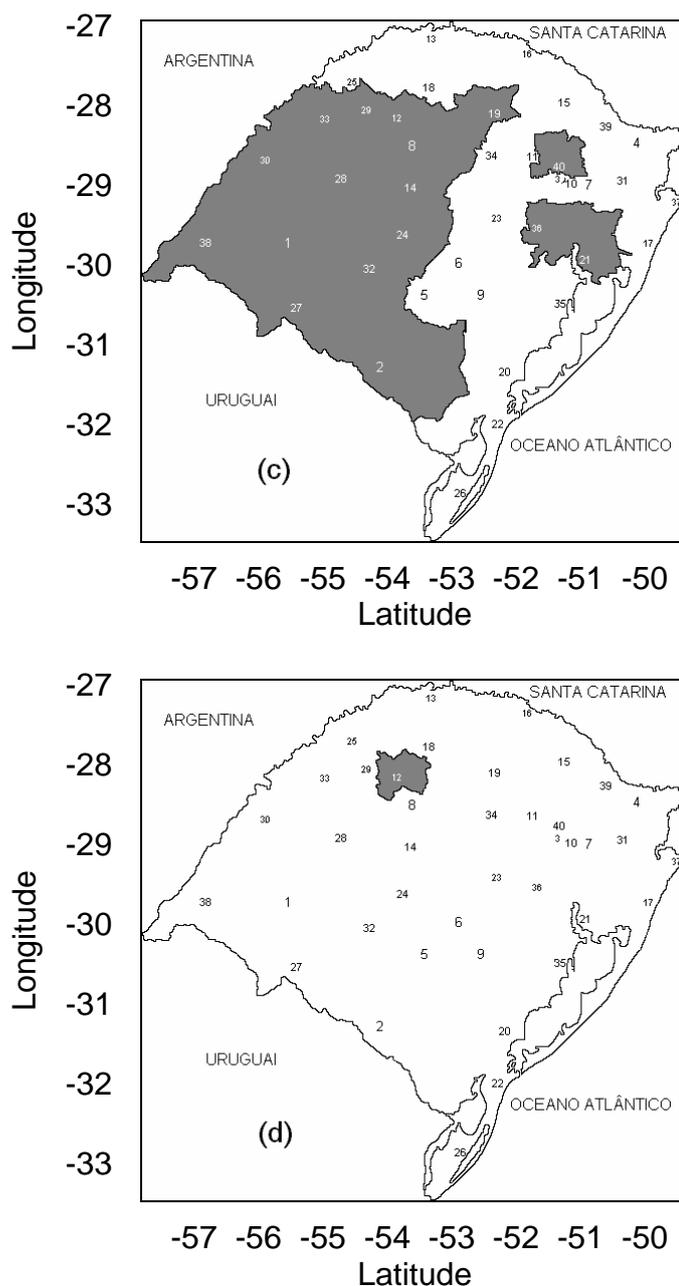


FIGURA 9. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% para relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3: (c) para o bimestre abr-mai e (d) para o bimestre jun-jul.

Numa análise geral, sobre a influência da TSM da região do Niño 3 na precipitação pluvial do Estado do Rio Grande do Sul, verificou-se que esta influência tanto no bimestre set-out quanto no bimestre abr-mai é bem parecida, abrangendo um grande número de estações meteorológicas.

A Tabela 14 mostra as estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na

relação entre a precipitação pluvial e a região do Niño 3.4 para o bimestre set-out.

TABELA 14. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3.4 para o bimestre set-out. Período 1950/2002

Estações meteorológicas	Coeficiente de correlação	Nível de significância
Alegrete	0,41	1%
Bagé	0,37	2%
Caçapava do Sul	0,50	1%
Cachoeira do Sul	0,40	1%
Cruz Alta	0,25	5%
Encruzilhada do Sul	0,39	2%
Farroupilha	0,25	5%
Júlio de Castilhos	0,26	5%
Marcelino Ramos	0,32	2%
Osório	0,25	5%
Passo Fundo	0,26	5%
Pelotas	0,47	1%
Porto Alegre	0,27	5%
Rio Grande	0,41	1%
Santa Maria	0,36	2%
Santo Ângelo	0,25	5%
São Borja	0,39	2%
São Francisco de Paula	0,30	2%
São Gabriel	0,31	2%
São Luiz Gonzaga	0,29	5%
Tapes	0,29	5%
Taquari	0,35	2%
Uruguaiana	0,32	2%

A Tabela 15 mostra as estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% para o bimestre fev-mar.

TABELA 15. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3.4 para bimestre fev-mar. Período 1950/2002

Estações meteorológicas	Coeficiente de correlação	Nível de significância
Bagé	0,30	2%
Cruz Alta	0,30	2%
Encruzilhada do Sul	0,26	5%
Ijuí	0,27	5%
Palmeira das Missões	0,27	5%
Passo Fundo	0,25	5%
Santana do Livramento	0,29	5%
São Gabriel	0,32	2%
Tapes	0,25	5%
Uruguaiana	0,26	5%

A fim de facilitar a visualização dos locais do Estado influenciados pela TSM da região do Niño 3.4, utilizou-se mapas com a posição das estações meteorológicas e mapa do Oceano Pacífico equatorial. As Figuras 10, 11 e 12 mostram, respectivamente, a região do Niño 3.4 no mapa, a localização destas estações meteorológicas com coeficientes de correlação (r) significativos a pelo menos 5% para os bimestres set-out e fev-mar e para os bimestres abr-mai e jun-jul.

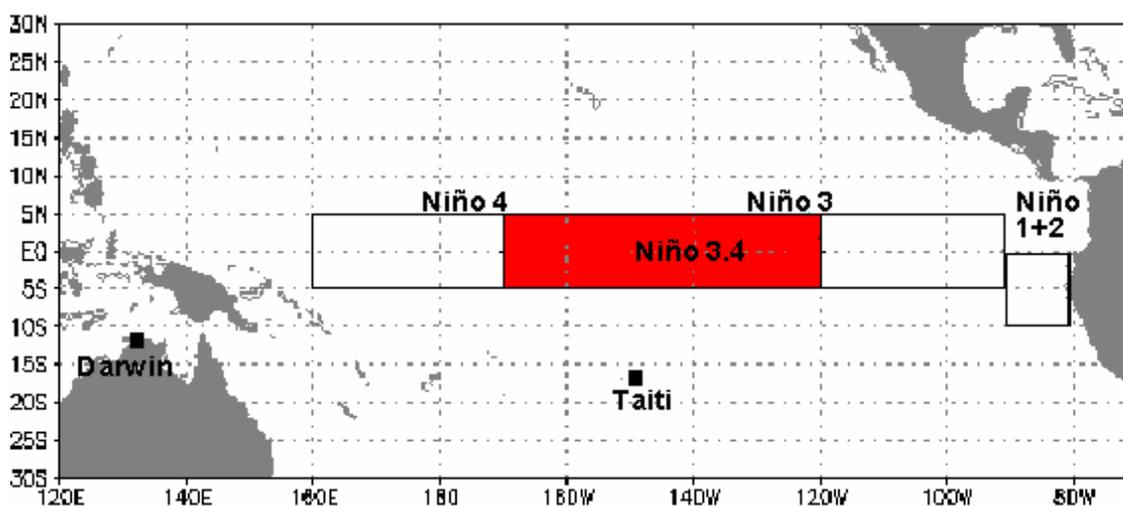
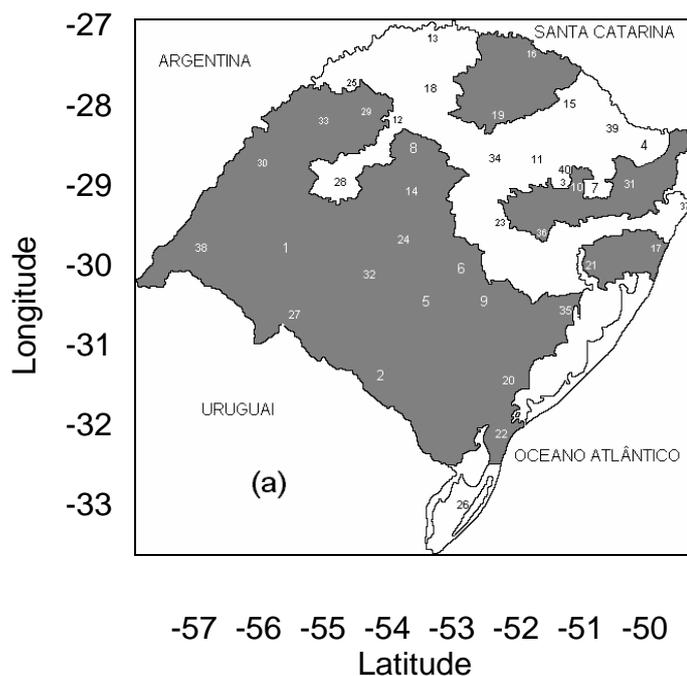


FIGURA 10. Localização da região do Niño 3.4 no Oceano Pacífico equatorial.

No bimestre set-out, verificou-se coeficientes de correlação (r) significativos a pelo menos 5%, em Farroupilha, Marcelino Ramos, Passo Fundo, São Borja, São Francisco de Paula, Taquari e em praticamente toda metade Sul com exceção do litoral e parte das missões. No bimestre fev-mar foram significativos a pelo menos 5% em algumas regiões da metade sul e em algumas regiões da metade norte do Estado.



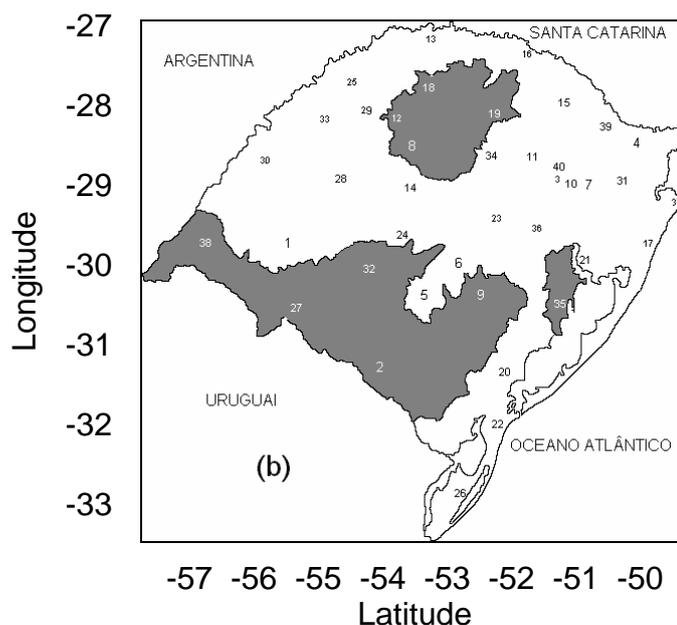


FIGURA 11. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% para relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3.4: (a) para o bimestre set-out e (b) para o bimestre fev-mar.

A Tabela 16 mostra estas estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% para o bimestre abr-mai.

TABELA 16. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3.4 para o bimestre abr-mai. Período 1950/2002

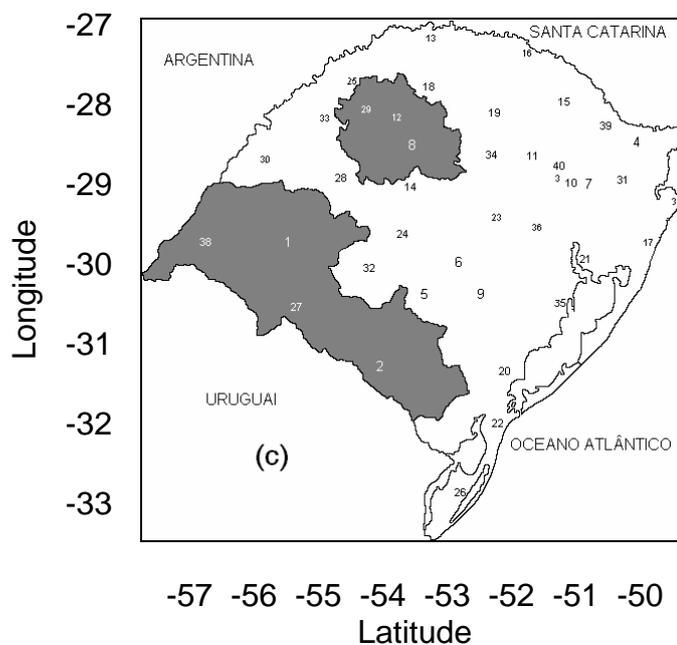
Estações meteorológicas	Coeficiente de correlação	Nível de significância
Alegrete	0,42	1%
Bagé	0,32	2%
Cruz Alta	0,36	2%
Ijuí	0,30	2%
Santo Ângelo	0,33	2%

A Tabela 17 mostra as estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% para o bimestre jun-jul.

TABELA 17. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3.4 para o bimestre jun-jul. Período 1950/2002

Estações meteorológicas	Coeficiente de correlação	Nível de significância
Ijuí	0,28	5%
Júlio de Castilhos	0,31	2%

No bimestre abr-mai, verificou-se (r) significativos a pelo menos 5% no sudoeste do Estado e na região noroeste (missões, especialmente) e no bimestre jun-jul eles foram significativos a pelo menos 5% na região de Cruz Alta e Júlio de Castilhos.



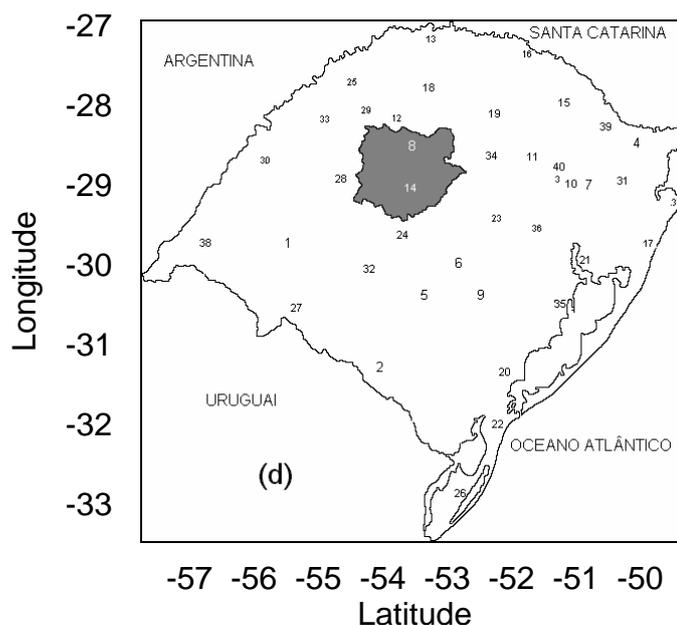


FIGURA 12. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3.4: (c) para o bimestre de abr-mai e (d) para o bimestre de jun-jul.

Numa análise geral, sobre a influência da TSM da região do Niño 3.4 na precipitação pluvial do Estado do Rio Grande do Sul, verificou-se uma maior influência no bimestre set-out, pois este abrangeu um grande número de estações meteorológicas.

A Tabela 18 mostra as estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 4 para o bimestre set-out.

TABELA 18. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 4 para o bimestre set-out. Período 1950/2002

Estações meteorológicas	Coeficiente de correlação	Nível de significância
Alegrete	0,40	1%
Bagé	0,41	1%
Caçapava do Sul	0,50	1%
Cachoeira do Sul	0,42	1%
Encruzilhada do Sul	0,40	1%

“TABELA 18, Cont.”

Farroupilha	0,27	5%
Júlio de Castilhos	0,31	2%
Osório	0,27	5%
Pelotas	0,48	1%
Porto Alegre	0,27	5%
Rio Grande	0,43	1%
Santa Maria	0,32	2%
São Borja	0,33	2%
São Gabriel	0,38	2%
Tapes	0,32	2%
Taquari	0,38	2%

A Tabela 19 mostra as estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% para o bimestre fev-mar.

TABELA 19. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 4 para o bimestre fev-mar. Período 1950/2002

Estações meteorológicas	Coeficiente de correlação	Nível de significância
Bagé	0,28	5%
Tapes	0,25	5%

A fim de facilitar a visualização dos locais do Estado influenciados pela TSM da região do Niño 4, utilizou-se mapas com a posição das estações meteorológicas e mapa do Oceano Pacífico equatorial. As Figuras 13, 14 e 15 mostram, respectivamente, a região do Niño 4 no mapa, a localização destas estações meteorológicas com coeficientes de correlação significativos (r) a pelo menos 5% para os bimestres set-out e fev-mar e para os bimestres abr-mai e jun-jul.

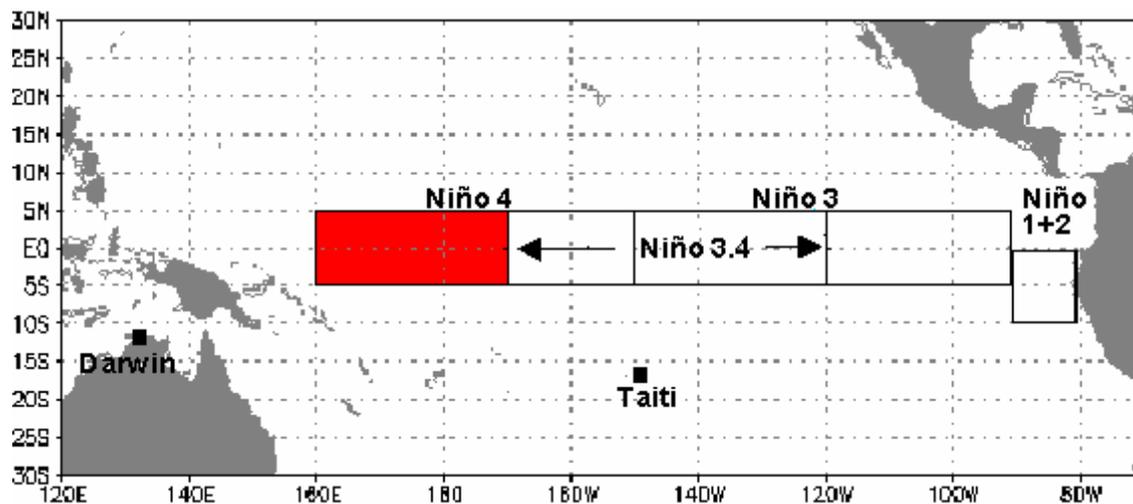
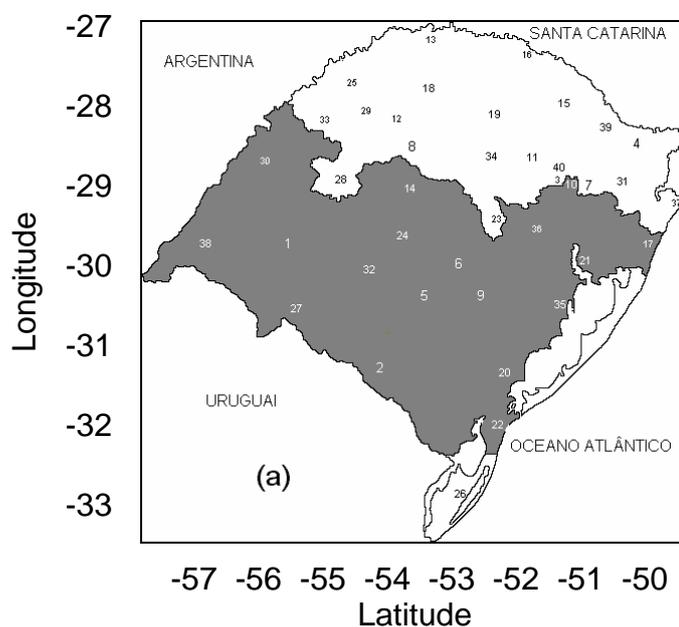


FIGURA 13. Localização da região do Niño 4 no Oceano Pacífico equatorial.

No bimestre set-out, notou-se coeficientes de correlação (r) significativos a pelo menos 5% em praticamente toda a metade sul do Estado. No bimestre fev-mar eles foram significativos a pelo menos 5% na região de Bagé e Tapes.



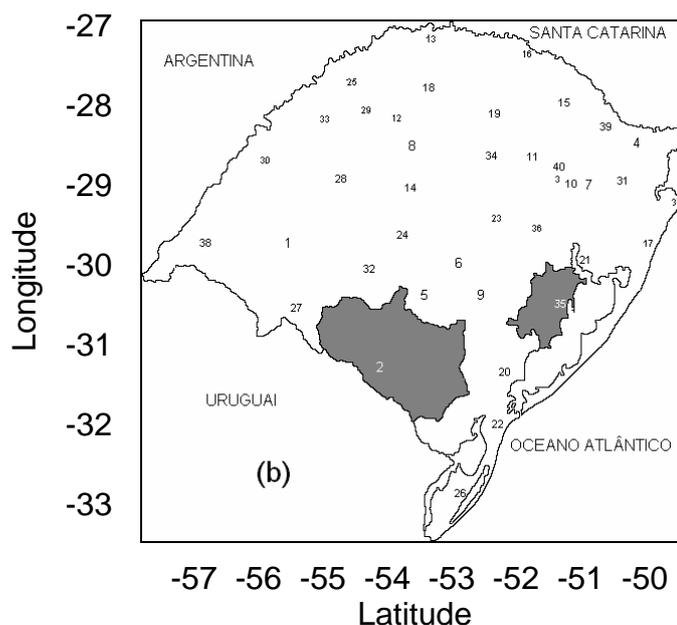


FIGURA 14. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% para a relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 4: (a) para o bimestre set-out e (b) para o bimestre fev-mar.

A Tabela 20 mostra a estação meteorológica do Rio Grande do Sul que teve um (r) significativo a pelo menos 5% para o bimestre abr-mai.

TABELA 20. Estação meteorológica do Rio Grande do Sul, que possui um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 4 para o bimestre abr-mai. Período 1950/2002

Estação meteorológica	Coeficiente de correlação	Nível de significância
Alegrete	0,31	2%

E para finalizar o nosso estudo com as regiões dos Niños a Tabela 21 mostra estas estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% para o bimestre jun-jul.

TABELA 21. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 4 para o bimestre jun-jul. Período 1950/2002

Estações meteorológicas	Coeficiente de correlação	Nível de significância
Alegrete	0,35	2%
Bagé	0,36	2%
Bento Gonçalves	0,30	2%
Bom Jesus	0,28	5%
Caxias do Sul	0,32	2%
Cruz Alta	0,30	2%
Encruzilhada do Sul	0,32	2%
Farroupilha	0,32	2%
Guaporé	0,27	5%
Ijuí	0,28	5%
Júlio de Castilhos	0,37	2%
Passo Fundo	0,30	2%
Santa Cruz do Sul	0,29	5%
Santo Ângelo	0,28	5%
São Francisco de Paula	0,25	5%
São Gabriel	0,33	2%
Taquari	0,29	5%
Vacaria	0,33	2%
Veranópolis	0,30	2%

No bimestre abr-mai, observou-se (r) significativos a pelo menos 5% no oeste do Estado e no bimestre jun-jul eles foram significativos a pelo menos 5% de sudoeste para nordeste e algumas regiões do norte do Estado.

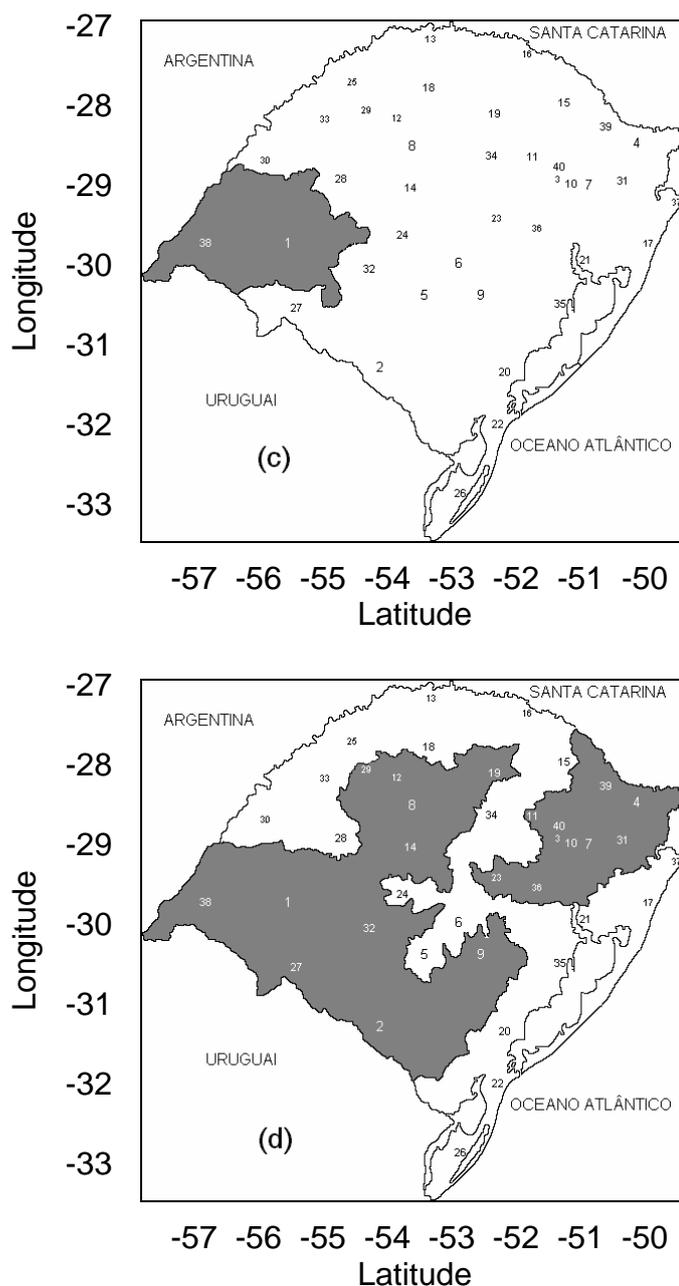


FIGURA 15. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% para a relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 4: (c) para o bimestre abr-mai e (d) para o bimestre jun-jul.

Numa análise geral, sobre a influência da TSM da região do Niño 4 na precipitação pluvial do Estado do Rio Grande do Sul, verificou-se que esta influência tanto no bimestre set-out quanto no bimestre jun-jul é bem parecida, abrangendo um grande número de estações meteorológicas. Sendo que, o bimestre set-out é bem mais homogêneo, evidenciando bem a influência na metade sul do Estado.

4.3 Regiões homogêneas do Rio Grande do Sul para a precipitação pluvial.

Seguindo o método de agrupamento utilizado por Marques (2005), conforme mapa da Figura 16, 6 regiões homogêneas foram obtidas. Estas seis regiões possuem juntas 40 estações meteorológicas. A região R1, é constituída por 4 estações meteorológicas, a R2 por 7, a R3 por 6, a R4 por 7, a R5 por 5 e a R6 por 11 estações. A Tabela 22 mostra as estações meteorológicas pertencentes a cada uma dessas regiões.

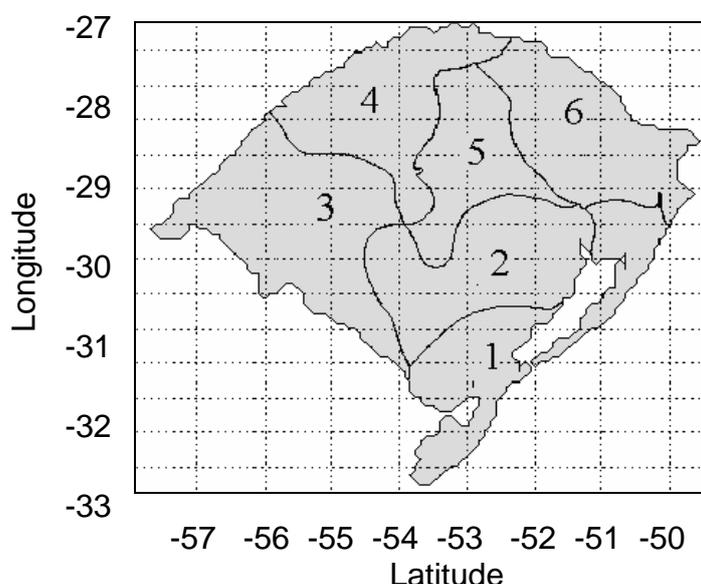


FIGURA 16. Regiões homogêneas de precipitação pluvial do Rio Grande do Sul.

TABELA 22. Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que fazem parte das regiões homogêneas de precipitação pluvial

Região	Locais
R1	Osório, Pelotas, Rio Grande, e Santa Vitória do Palmar.
R2	Cachoeira do Sul, Encruzilhada do Sul, Porto Alegre, Santa Cruz do Sul, São Gabriel, Tapes e Taquari.
R3	Alegrete, Bagé, Santana do Livramento, Santiago São Borja e Uruguaiana.
R4	Cruz Alta, Ijuí, Iraí, Santa Maria, Santa Rosa, Santo Ângelo, São Luiz Gonzaga.

TABELA 22, Cont.”

R5	Caçapava do Sul, Júlio de Castilhos, Palmeira das Missões, Passo Fundo e Soledade.
R6	Bento Gonçalves, Bom Jesus, Caxias do Sul, Farroupilha, Guaporé, Lagoa Vermelha, Marcelino Ramos, São Francisco de Paula, Torres, Vacaria e Veranópolis.

4.4 Relação entre a precipitação pluvial das regiões homogêneas do Rio Grande do Sul e o MEI

Aqui a mesma técnica foi aplicada para obter a relação entre o total médio bimestral da precipitação pluvial de cada região homogênea e o MEI. Essa relação foi calculada através do coeficiente de correlação entre elas a partir da equação 4. Como a dimensão temporal das séries médias regionais são as mesmas das individuais em cada localidade, adotou-se o mesmo nível significância de (r) do item 4.1.

A Tabela 23 mostra o coeficiente de correlação (r) entre o MEI e os totais médios bimestrais da precipitação pluvial dos doze bimestres do ano para as 6 regiões homogêneas do Estado do Rio Grande do Sul.

TABELA 23. Coeficientes de correlação (r) entre o MEI e os totais médios bimestrais da precipitação pluvial para regiões homogêneas do Estado do Rio Grande do Sul. Período 1950/2002

Bimestres	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Jan-fev	0,10	0,21	0,30	0,27	0,20	0,17
Fev-mar	0,13	0,23	0,31	0,31	0,31	0,12
Mar-abr	0,15	0,08	0,23	0,22	0,20	0,00
Abr-mai	0,22	0,27	0,37	0,42	0,32	0,24
Mai-jun	0,03	0,25	0,28	0,34	0,24	0,24
Jun-jul	0,17	0,27	0,15	0,19	0,15	0,25
Jul-ago	0,21	0,37	0,21	0,26	0,32	0,42
Ago-set	0,15	0,21	0,13	0,05	0,14	0,12
Set-out	0,36	0,34	0,29	0,28	0,28	0,21

“TABELA 23, Cont.”

Out-nov	0,60	0,59	0,60	0,60	0,63	0,62
Nov-dez	0,53	0,57	0,61	0,58	0,56	0,56
Dez-jan	0,15	0,15	0,23	0,09	0,00	0,10

Verificou-se coeficientes de correlação (r) significativos a pelo menos 5% em todas as regiões homogêneas em pelo menos 1 bimestre. Na região R1 nos bimestres: set-out, out-nov e nov-dez; na R2 nos bimestres: abr-mai, mai-jun, jun-jul, jul-ago, set-out, out-nov e nov-dez; na R3 jan-fev, fev-mar, abr-mai, mai-jun, set-out, out-nov e nov-dez; na R4 nos bimestres: jan-fev, fev-mar, abr-mai, mai-jun, jul-ago, set-out, out-nov e nov-dez; na R5 nos bimestres: fev-mar, abr-mai, jul-ago, set-out, out-nov e nov-dez e na R6 nos bimestres: jun-jul, jul-ago, out-nov e nov-dez. Em todas as regiões homogêneas verificaram-se coeficientes de correlação (r) com valores maiores nos bimestres out-nov e nov-dez (bimestres estes que são referentes à primavera), sendo estes significativos a pelo menos 1%.

Devido ao grande número de coeficientes de correlação (r) significativos a pelo menos 5 % foram feitos gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 entre a anomalia da precipitação pluvial e a anomalia do MEI somente para aquelas significativas a pelo menos 1%.E também foram feitos gráficos de contingência entre a anomalia da precipitação pluvial e a anomalia da TSM das regiões dos Niño 1+2, Niño 3, Niño 3.4 e Niño 4.

A Figura 17 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R1 e a anomalia do MEI para os bimestres: out-nov e nov-dez. No bimestre out-nov dos 27 casos em que a anomalia do MEI foi positiva, 70% destes casos, ou seja, em 19 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 26 casos de anomalia do MEI negativa, 77% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (20 casos). No bimestre nov-dez dos 25 casos em que a anomalia do MEI foi positiva, 64% destes casos, ou seja, em 16 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 28 casos em que a anomalia do MEI foi negativa, 79% deles a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal (22 casos).

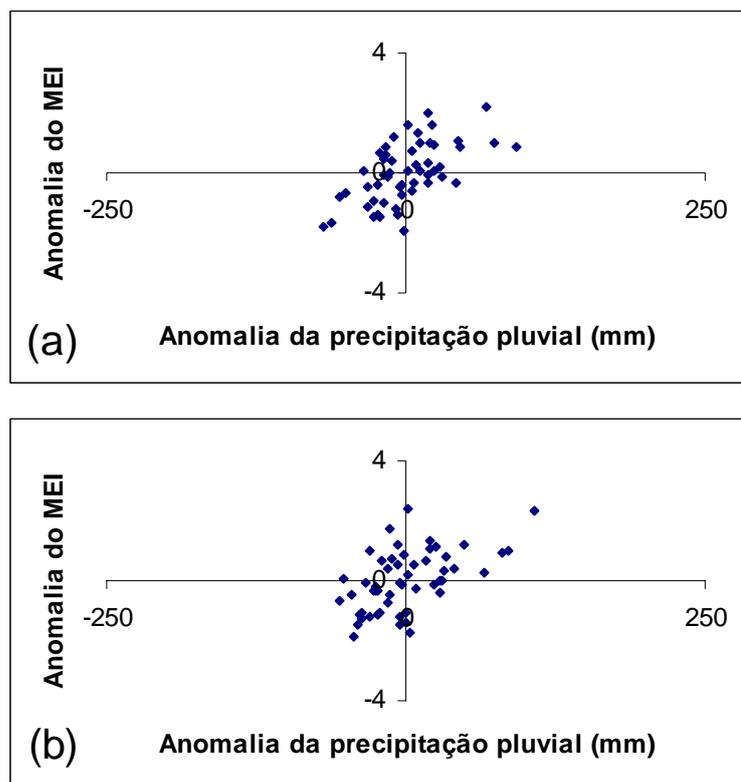


Figura 17. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R1 e a anomalia do MEI para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.

A Figura 18 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R2 e a anomalia do MEI

para os bimestres: out-nov e nov-dez. No bimestre out-nov dos 27 casos em que a anomalia do MEI foi positiva, 59% destes casos, ou seja, em 16 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 26 casos de anomalia do MEI negativa, 77% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (20 casos). No bimestre nov-dez dos 25 casos em que a anomalia do MEI foi positiva, 84% destes casos, ou seja, em 21 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 28 casos em que a anomalia do MEI foi negativa, 79% deles a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal (22 casos).

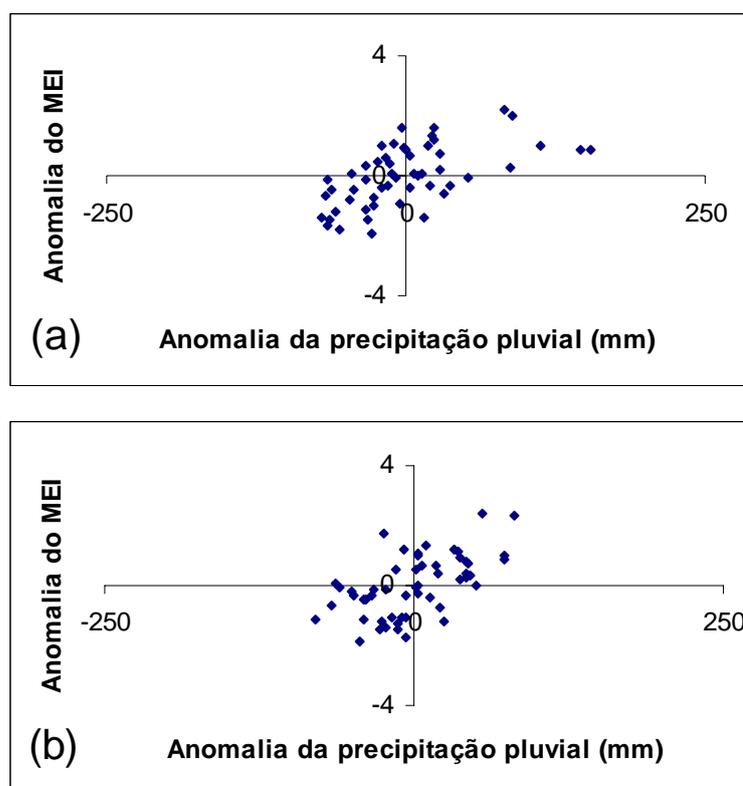


Figura 18. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R2 e a anomalia do MEI para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.

A Figura 19 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R3 e a anomalia do MEI para os bimestres: out-nov e nov-dez. No bimestre out-nov dos 27 casos em que a anomalia do MEI foi positiva, 67% destes casos, ou seja, em 18 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 26 casos de

anomalia do MEI negativa, 73% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (19 casos). No bimestre nov-dez dos 25 casos em que a anomalia do MEI foi positiva, 80% destes casos, ou seja, em 20 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 28 casos em que a anomalia do MEI foi negativa, 86% deles a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal (24 casos).

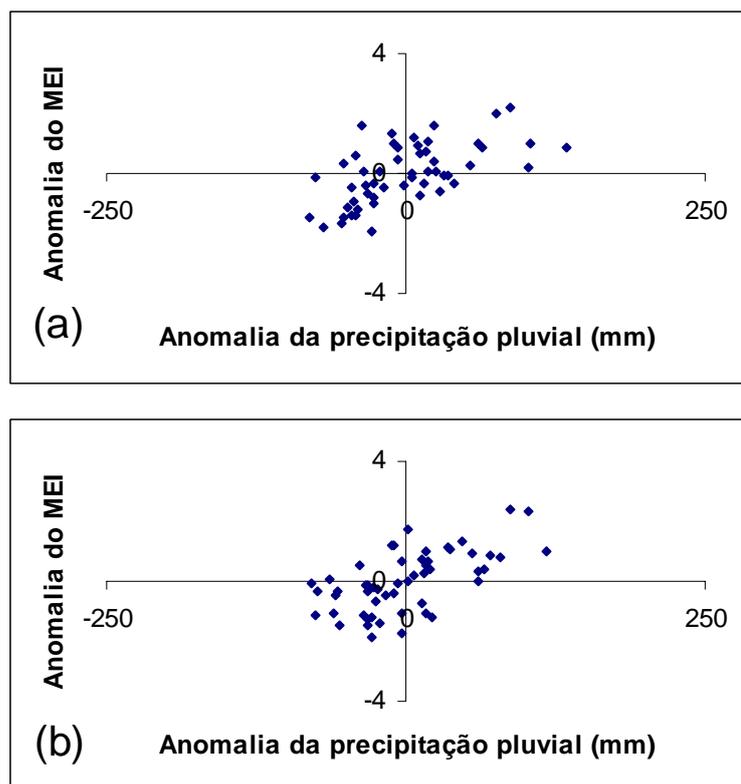
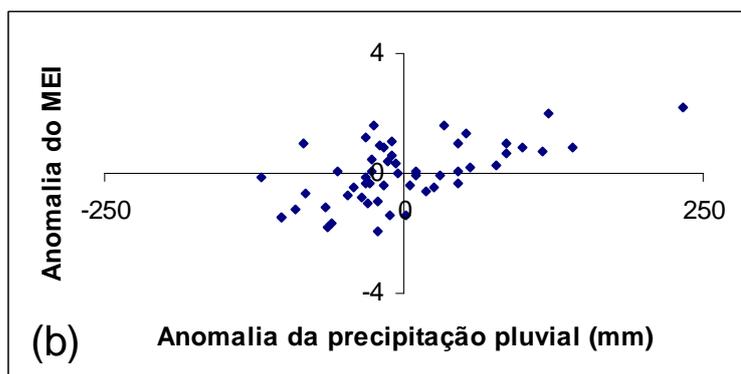
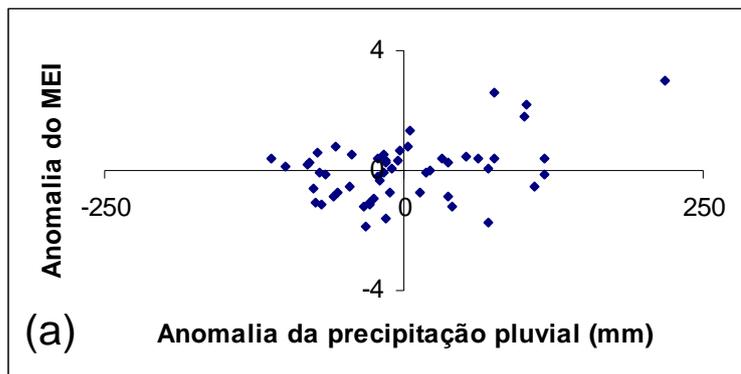


Figura 19. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R3 e a anomalia do MEI para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez

A Figura 20 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R4 e a anomalia do MEI para os bimestres: abr-mai, out-nov e nov-dez. No bimestre abr-mai dos 27 casos em que a anomalia do MEI foi positiva, 52% destes casos, ou seja, em 14 casos a anomalia da precipitação pluvial teve sinal contrário. Nos 26 casos de anomalia do MEI negativa, 69% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (18 casos). No bimestre out-nov dos 27 casos em que a anomalia do MEI foi positiva, 52% destes casos, ou seja, em 14 casos a

anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 26 casos de anomalia do MEI negativa, 73% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (19 casos). No bimestre nov-dez dos 25 casos em que a anomalia do MEI foi positiva, 84% destes casos, ou seja, em 21 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 28 casos em que a anomalia do MEI foi negativa, 75% deles a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal (21 casos).



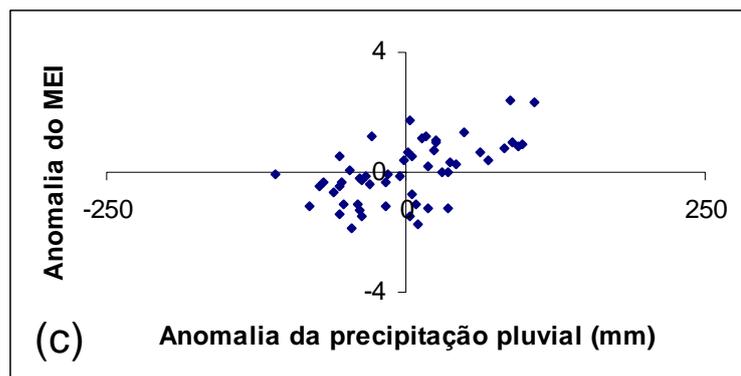
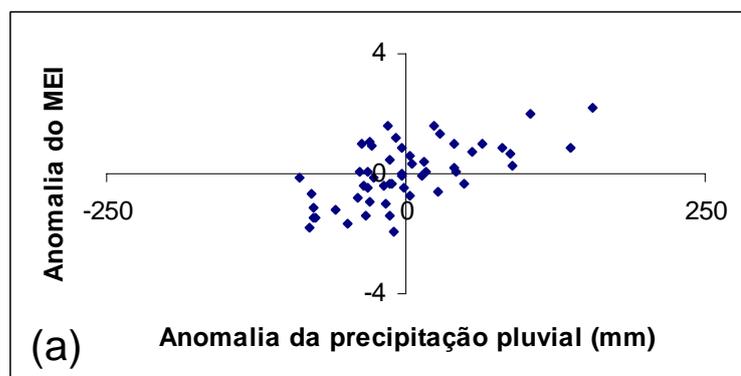


Figura 20. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R4 e a anomalia do MEI para os bimestres: (a) abr-mai, (b) out-nov e (c) nov-dez.

A Figura 21 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R5 e a anomalia do MEI para os bimestres: out-nov e nov-dez. No bimestre out-nov dos 27 casos em que a anomalia do MEI foi positiva, 63% destes casos, ou seja, em 17 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 26 casos de anomalia do MEI negativa, 85% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (22 casos). No bimestre nov-dez dos 25 casos em que a anomalia do MEI foi positiva, 68% destes casos, ou seja, em 17 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 28 casos de anomalia do MEI negativa, 82% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (23 casos).



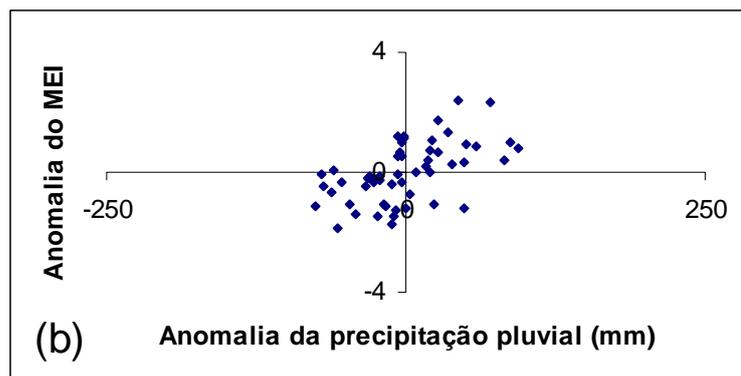
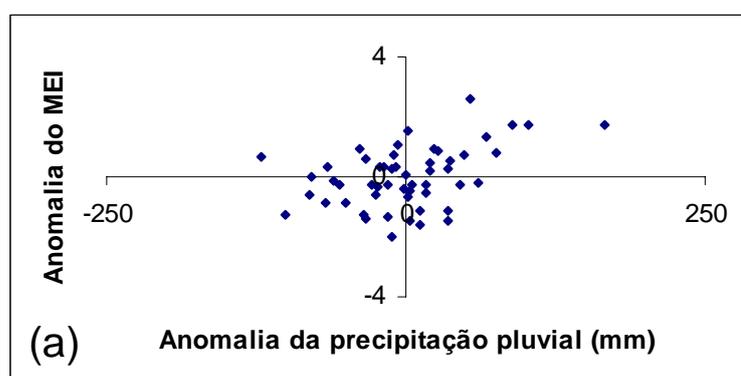


Figura 21. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre anomalia da precipitação pluvial da R5 e a anomalia do MEI para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.

A Figura 22 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a precipitação pluvial da R6 e o MEI para os bimestres jul-ago, out-nov e nov-dez. No bimestre jul-ago dos 26 casos em que a anomalia do MEI foi positiva, 54% destes casos, ou seja, em 14 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 27 casos de anomalia do MEI negativa, 56% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (15 casos). No bimestre out-nov dos 27 casos em que a anomalia do MEI foi positiva, 59% destes casos, ou seja, em 16 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 26 casos de anomalia do MEI negativa, 81% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (21 casos). No bimestre nov-dez dos 25 casos em que a anomalia do MEI foi positiva, 80% destes casos, ou seja, em 20 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 28 casos de anomalia do MEI negativa, 82% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (23 casos).



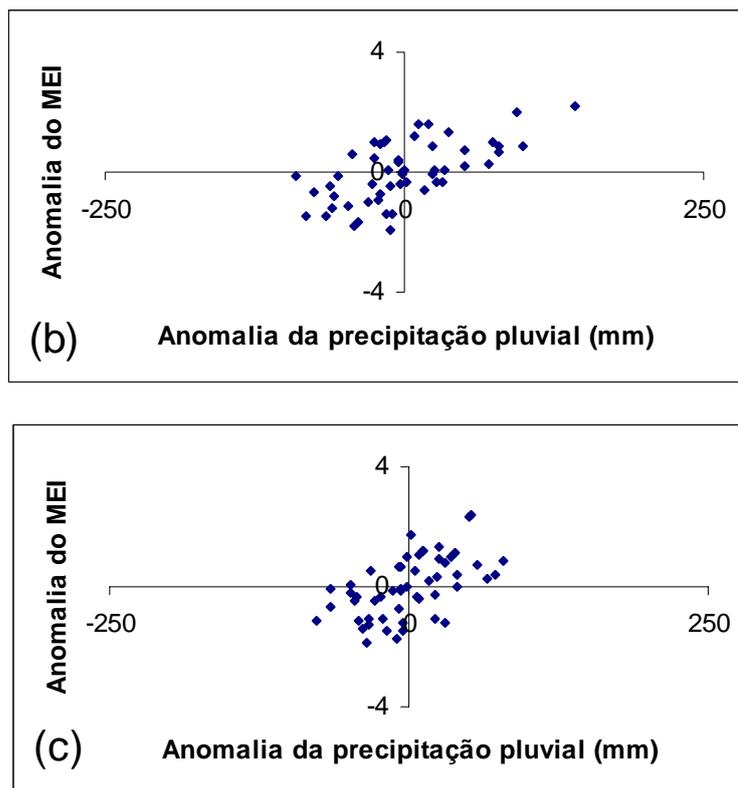


Figura 22. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R6 e a anomalia do MEI para os bimestres: (a) jul-ago, (b) out-nov e (c) nov-dez.

4.5 Relação entre a precipitação pluvial das regiões homogêneas do Rio Grande do Sul e a TSM das regiões dos Niños

Logo após foi feita a relação entre o total médio bimestral da precipitação pluvial das regiões homogêneas do Rio Grande do Sul com a TSM das regiões dos Niños utilizando-se também o coeficiente de correlação (r).

4.5.1 Niño 1+2

A Tabela 24 nos mostra o coeficiente de correlação (r) entre a média bimestral da TSM da região do Niño 1+2 e os totais médios bimestrais da precipitação pluvial dos doze bimestres do ano para as 6 regiões homogêneas do Estado do Rio Grande do Sul.

TABELA 24. Coeficientes de correlação (r) entre a média bimestral da TSM da região do Niño 1+2 e os totais médios bimestrais da precipitação pluvial do Estado do Rio Grande do Sul. Período 1950/2002

Bimestres	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Jan-fev	0,12	0,22	0,35	0,38	0,33	0,24
Fev-mar	-0,05	0,16	0,17	0,28	0,27	0,08
Mar-abr	0,16	0,18	0,24	0,23	0,21	0,27
Abr-mai	0,17	0,14	0,29	0,33	0,27	0,23
Mai-jun	-0,01	0,12	0,19	0,22	0,09	0,01
Jun-jul	0,04	0,09	0,03	0,09	0,02	0,10
Jul-ago	0,15	0,21	0,06	0,18	0,23	0,40
Ago-set	0,23	0,12	0,03	0,03	0,14	0,14
Set-out	0,21	0,16	0,16	0,24	0,19	0,12
Out-nov	0,46	0,48	0,50	0,61	0,59	0,59
Nov-dez	0,50	0,52	0,55	0,53	0,49	0,47
Dez-jan	0,20	0,16	0,25	0,13	-0,03	0,05

Verificou-se coeficientes de correlação (r) significativos a pelo menos 5% em todas as regiões homogêneas em pelo menos 1 bimestre. Na região R1 nos bimestres: out-nov e nov-dez; na R2 nos bimestres: out-nov e nov-dez; na R3 nos bimestres: jan-fev, abr-mai, out-nov, nov-dez e dez-jan; na R4 nos bimestres: jan-fev, fev-mar, abr-mai, out-nov e nov-dez; na R5 nos bimestres: jan-fev, fev-mar, abr-mai, out-nov e nov-dez e na R6 nos bimestres: mar-abr, jul-ago, out-nov e nov-dez. Em todas as regiões homogêneas verificaram-se coeficientes de correlação (r) com valores maiores nos bimestres out-nov e nov-dez (bimestres estes que são referentes a primavera), sendo estes significativos a pelo menos 1%.

A Figura 23 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R1 e a anomalia da TSM da região do Niño 1+2 para os bimestres: out-nov e nov-dez. No bimestre out-nov dos 25 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 68% destes casos, ou seja, em 17 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 28 casos de anomalia da TSM negativa, 71% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (20 casos). No bimestre nov-dez dos 22 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 64% destes casos, ou seja, em 14 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 31 casos em que a anomalia da TSM foi negativa, 74% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (23 casos).

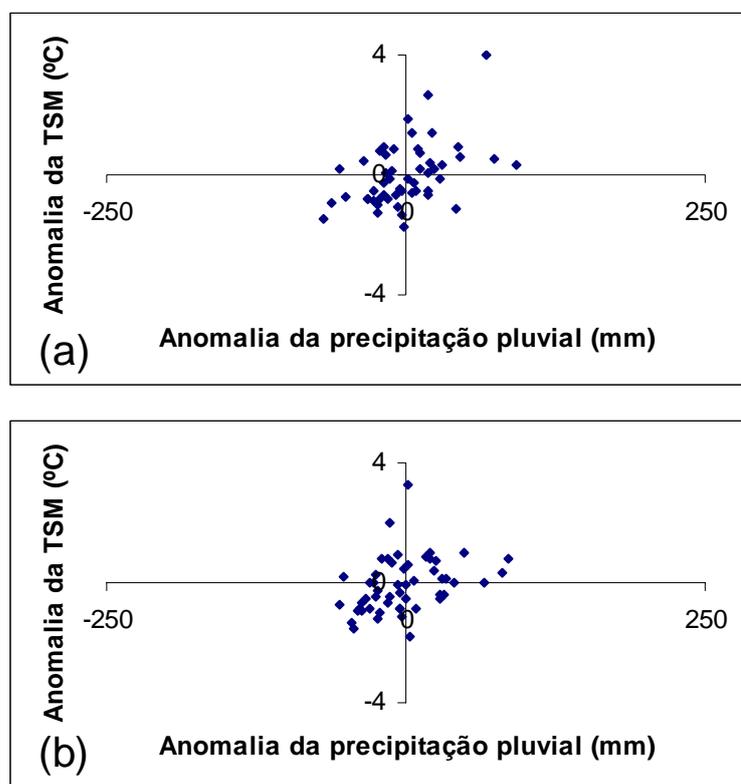


Figura 23. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R1 e a anomalia da TSM da região do Niño 1+2 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.

A Figura 24 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R2 e a anomalia da TSM da região do Niño 1+2 para os bimestres: out-nov e nov-dez. No bimestre out-nov dos 25 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 56% destes casos, ou seja, em 14 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 28 casos de anomalia da TSM negativa, 71% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (20 casos). No bimestre nov-dez dos 22 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 77% destes casos, ou seja, em 17 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 31 casos em que a anomalia da TSM foi negativa, 68% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (21 casos).

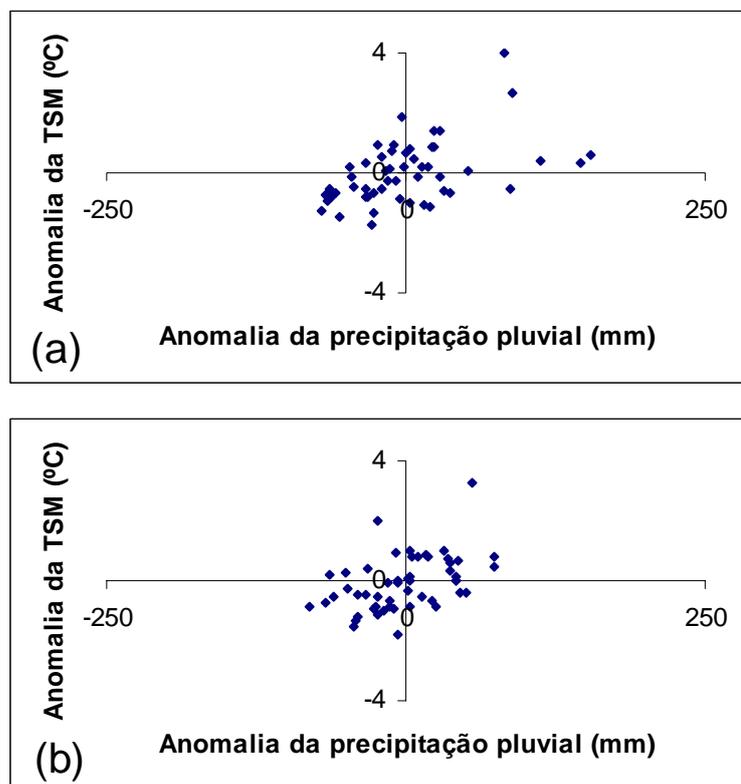


Figura 24. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R2 e a anomalia da TSM da região do Niño 1+2 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.

A Figura 25 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R3 e a anomalia da TSM da região do Niño 1+2 para os bimestres: out-nov e nov-dez. No bimestre out-nov dos 25 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 68% destes casos, ou seja, em 17 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 28 casos de anomalia da TSM negativa, 71% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (20 casos). No bimestre nov-dez dos 22 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 73% destes casos, ou seja, em 16 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 31 casos em que a anomalia da TSM foi negativa, 74% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (23 casos).

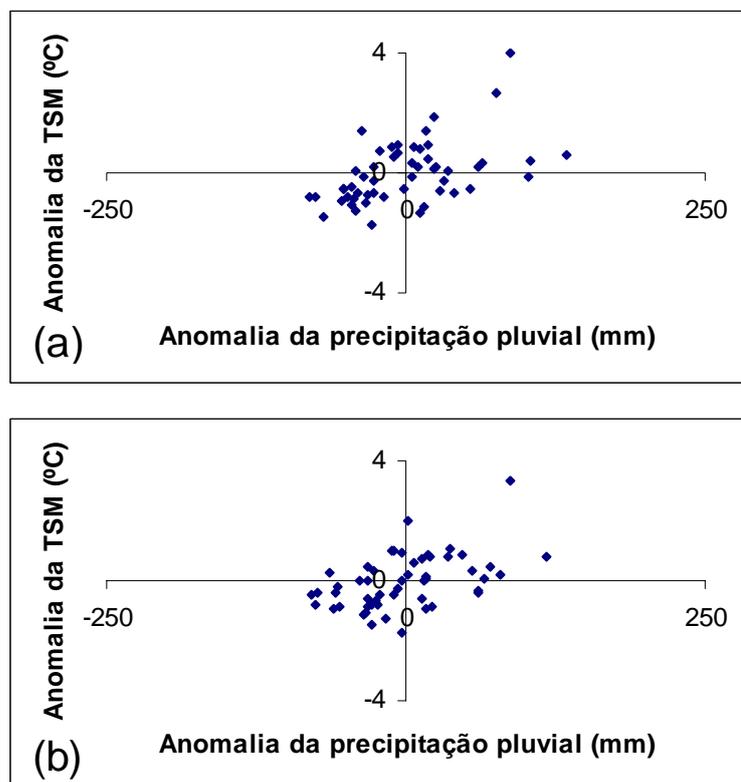


Figura 25. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R3 e a anomalia da TSM da região do Niño 1+2 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.

A Figura 26 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia precipitação pluvial da R4 e a anomalia da TSM da região do Niño 1+2 para o bimestre: out-nov e nov-dez. No bimestre out-nov dos 25 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 52% destes casos, ou seja, em 13 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 28 casos de anomalia da TSM negativa, 71% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (20 casos). No bimestre nov-dez dos 22 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 68% destes casos, ou seja, em 17 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 31 casos em que a anomalia da TSM foi negativa, 65% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (20 casos).

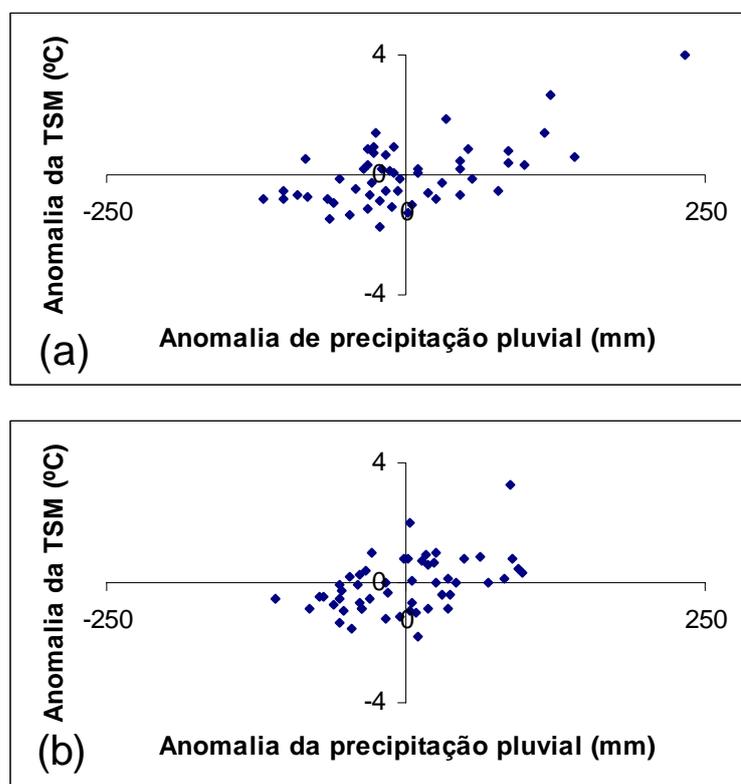


Figura 26. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R4 e a anomalia da TSM da região do Niño 1+2 para o bimestre: (a) out-nov e (b) nov-dez.

A Figura 27 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R5 e a anomalia da TSM da região do Niño 1+2 para os bimestres: out-nov e nov-dez. No bimestre out-nov dos 25 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 60% destes casos, ou seja, em 15 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 28 casos de anomalia da TSM negativa, 79% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (22 casos). No bimestre nov-dez dos 22 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 64% destes casos, ou seja, em 14 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 31 casos em que a anomalia da TSM foi negativa, 74% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (23 casos).

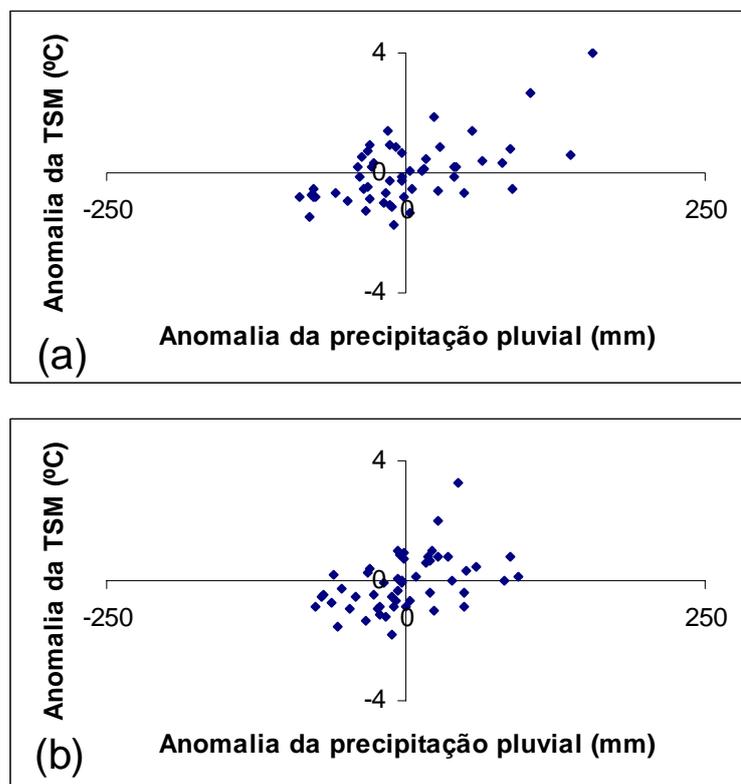
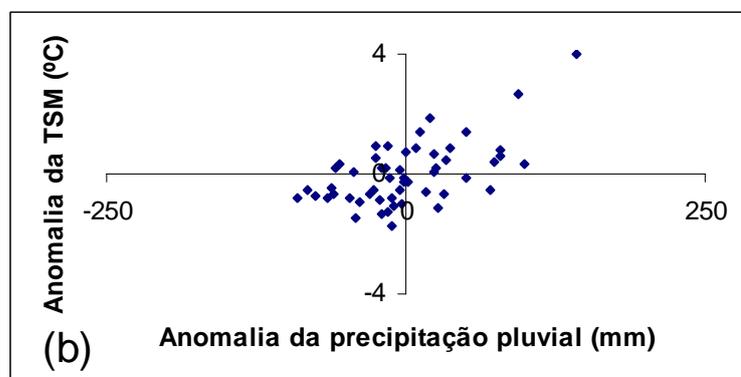
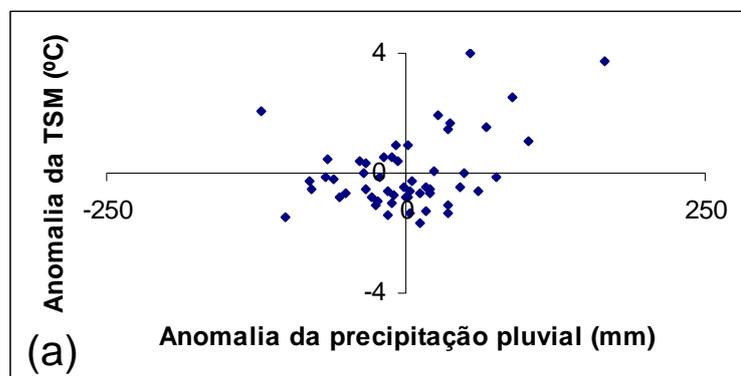


Figura 27. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R5 e a anomalia da TSM da região do Niño 1+2 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.

A Figura 28 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um (r) significativo pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R6 e a anomalia da TSM da região do Niño 1+2 para os bimestres: jul-ago, out-nov e nov-dez. No bimestre jul-ago dos 18 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 56% destes casos, ou seja, em 10 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 35 casos de anomalia da TSM negativa, 54% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (19 casos). No bimestre out-nov dos 25 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 60% destes casos, ou seja, em 15 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 28 casos de anomalia da TSM negativa, 79% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (22 casos). No bimestre nov-dez dos 22 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 73% destes casos, ou seja, em 16 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 31 casos em que a anomalia da TSM foi negativa, 71% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (22 casos).



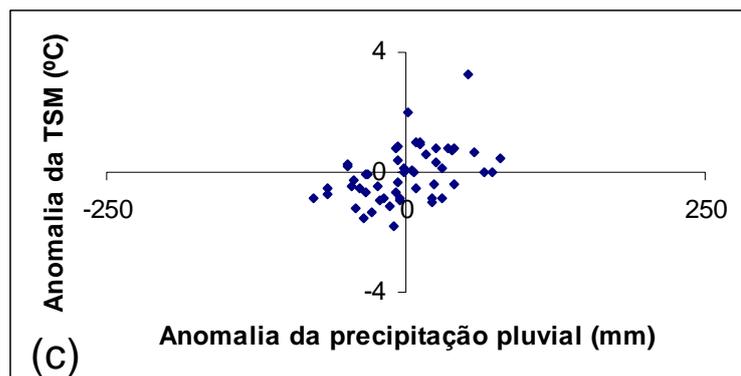


Figura 28. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R6 e a anomalia da TSM da região do Niño 1+2 para o bimestre: (a) jul-ago, (b) out-nov e (c) nov-dez.

4.5.2 Niño 3

A Tabela 25 nos mostra o coeficiente de correlação (r) entre a média bimestral da TSM da região do Niño 3 e os totais médios bimestrais da precipitação pluvial dos doze bimestres do ano para as 6 regiões homogêneas do Estado do Rio Grande do Sul.

TABELA 25. Coeficientes de correlação (r) entre a média bimestral da TSM da região do Niño 3 e os totais médios bimestrais da precipitação pluvial do Estado do Rio Grande do Sul. Período 1950/2002

Bimestres	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Jan-fev	0,16	0,25	0,37	0,35	0,31	0,25
Fev-mar	0,13	0,22	0,29	0,30	0,31	0,14
Mar-abr	0,14	0,11	0,20	0,19	0,18	0,11
Abr-mai	0,18	0,19	0,35	0,37	0,28	0,24
Mai-jun	-0,01	0,12	0,21	0,30	0,18	0,11
Jun-jul	0,02	0,11	0,07	0,18	0,09	0,12
Jul-ago	0,06	0,23	0,15	0,20	0,24	0,30
Ago-set	0,21	0,23	0,21	0,10	0,20	0,13
Set-out	0,31	0,30	0,27	0,28	0,27	0,22
Out-nov	0,58	0,58	0,61	0,64	0,65	0,66
Nov-dez	0,55	0,57	0,64	0,62	0,56	0,53
Dez-jan	0,21	0,17	0,30	0,17	0,05	0,08

Verificou-se coeficientes de correlação (r) significativos a pelo menos 5% em todas as regiões homogêneas em pelo menos 1 bimestre. Na região R1 nos bimestres: set-out, out-nov e nov-dez; na R2 nos bimestres: jan-fev, set-out, out-nov e nov-dez; na R3 nos bimestres jan-fev, fev-mar, abr-mai, set-out, out-nov, nov-dez. e dez-jan; na R4 nos bimestres: jan-fev, fev-mar, abr-mai, mai-jun, set-out, out-nov e nov-dez; na R5 nos bimestres: jan-fev, fev-mar, abr-mai, set-out, out-nov e nov-dez e na R6 nos bimestres: jan-fev, jul-ago, out-nov e nov-dez. Em todas as regiões homogêneas verificaram-se coeficientes de correlação (r) com valores maiores nos bimestres out-nov e nov-dez (bimestres estes que são referentes a primavera), sendo estes significativos a pelo menos 1%.

A Figura 29 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R1 e a TSM da região do Niño 3 para os bimestres: out-nov e nov-dez. No bimestre out-nov dos 22 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 73% destes casos, ou seja, em 16 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 31 casos de anomalia da TSM negativa, 71% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (22 casos). No bimestre nov-dez dos 24 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 67% destes casos, ou seja, em 16 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 29 casos em que a anomalia da TSM foi negativa, 79% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (23 casos).

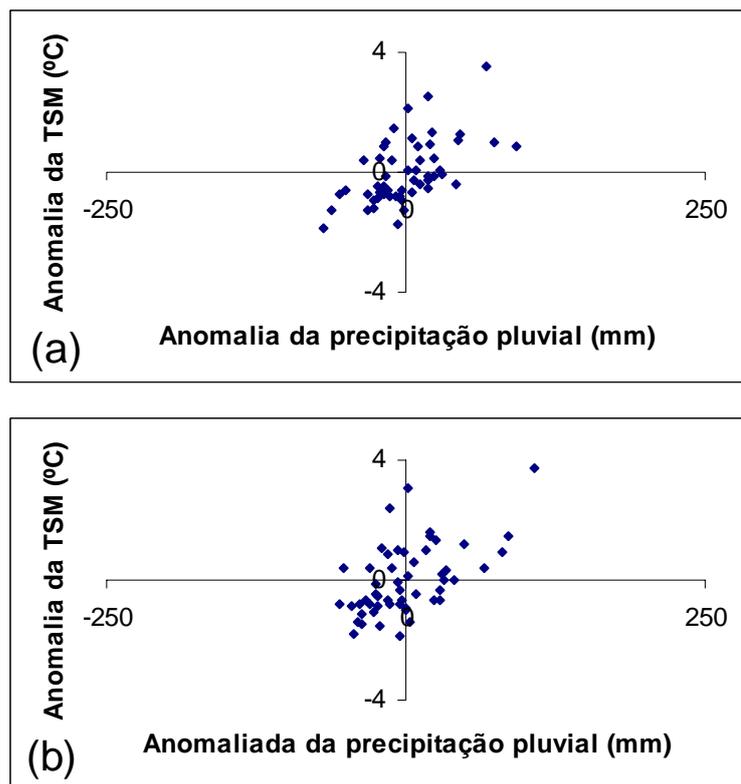


Figura 29. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R1 e a anomalia da TSM da região do Niño 3 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.

A Figura 30 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R2 e a anomalia da TSM da região do Niño 3 para os bimestres: out-nov e nov-dez. No bimestre out-nov dos 22 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 64% destes casos, ou seja, em 14 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. E nos 31 casos de anomalia da TSM negativa, 74% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (23 casos). No bimestre nov-dez dos 24 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 88% destes casos, ou seja, em 21 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 29 casos em que a anomalia da TSM foi negativa, 79% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (23 casos).

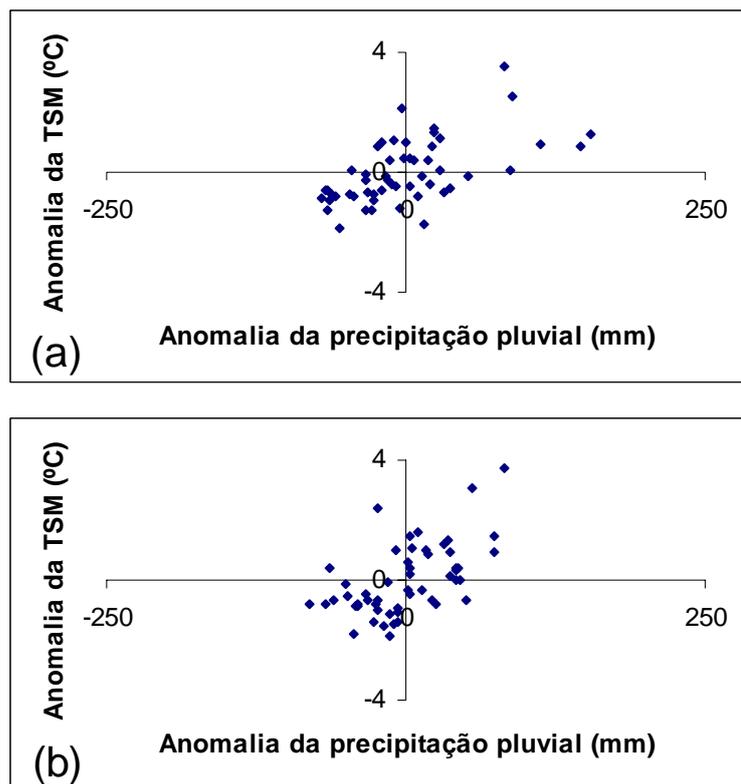


Figura 30. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R2 e a anomalia da TSM da região do Niño 3 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.

A Figura 31 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R3 e a anomalia da TSM da região do Niño 3 para os bimestres: out-nov e nov-dez. No bimestre out-nov dos 22 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 73% destes casos, ou seja, em 16 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 31 casos de anomalia da TSM negativa, 71% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (22 casos). No bimestre nov-dez dos 24 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 83% destes casos, ou seja, em 20 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 29 casos em que a anomalia da TSM foi negativa, 86% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (25 casos).

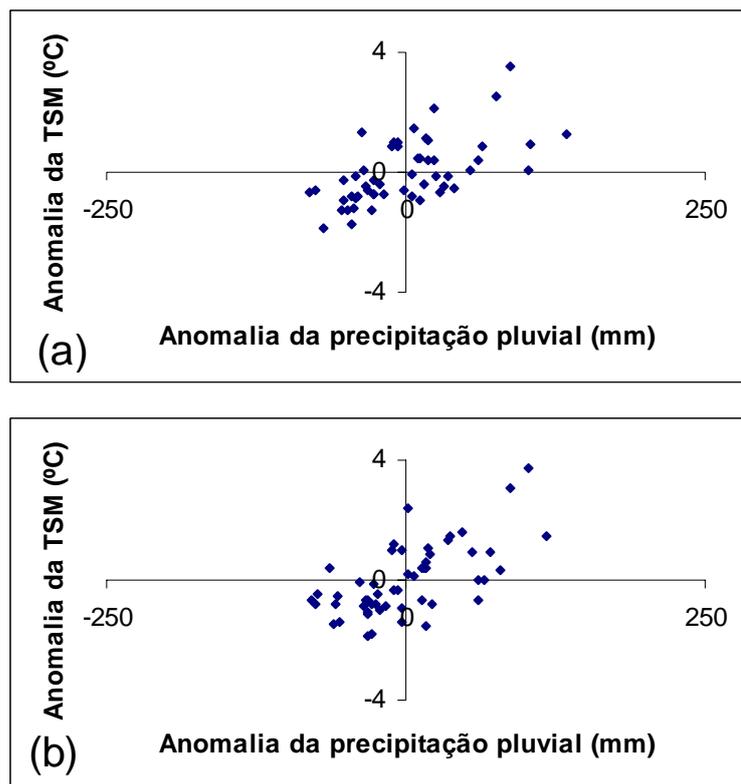


Figura 31 Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação significativo (r) a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R3 e a anomalia da TSM da região do Niño 3 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.

A Figura 32 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R4 e a anomalia da TSM da região do Niño 3 para os bimestres: out-nov e nov-dez. No bimestre out-nov dos 22 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 59% destes casos, ou seja, em 13 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 31 casos de anomalia da TSM negativa, 74% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (23 casos). No bimestre nov-dez dos 24 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 88% destes casos, ou seja, em 21 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 29 casos em que a anomalia da TSM foi negativa, 76% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (22 casos).

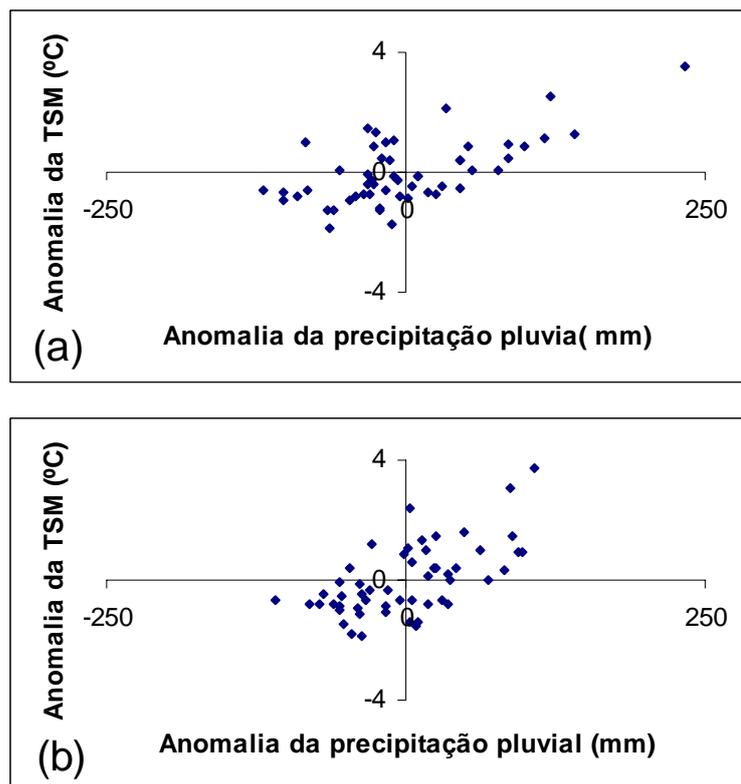


Figura 32. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para uma correlação significativa a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R4 e a anomalia da TSM da região do Niño 3 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.

A Figura 33 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R5 e a anomalia da TSM da região do Niño 3 para os bimestres: out-nov e nov-dez. No bimestre out-nov dos 22 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 64% destes casos, ou seja, em 14 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 31 casos de anomalia da TSM negativa, 77% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (24 casos). No bimestre nov-dez dos 24 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 71% destes casos, ou seja, em 17 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 29 casos em que a anomalia da TSM foi negativa, 83% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (24 casos).

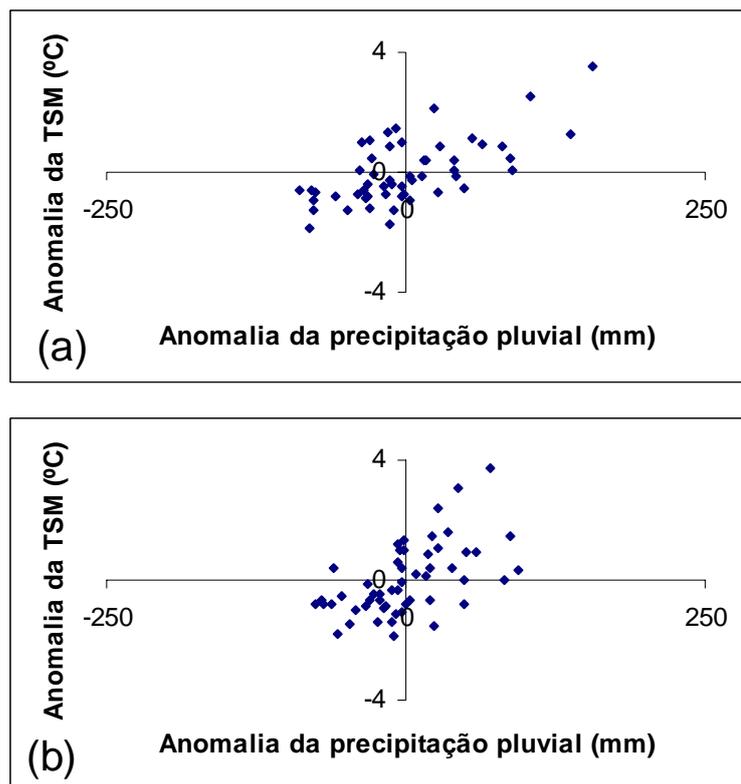


Figura 33. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R5 e a anomalia da TSM da região do Niño 3 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.

A Figura 34 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R6 e a anomalia da TSM da região do Niño 3 para os bimestres: out-nov e nov-dez. No bimestre out-nov dos 22 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 68% destes casos, ou seja, em 15 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 31 casos de anomalia da TSM negativa, 81% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (25 casos). No bimestre nov-dez dos 24 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 79% destes casos, ou seja, em 19 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 29 casos em que a anomalia da TSM foi negativa, 79% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (23 casos).

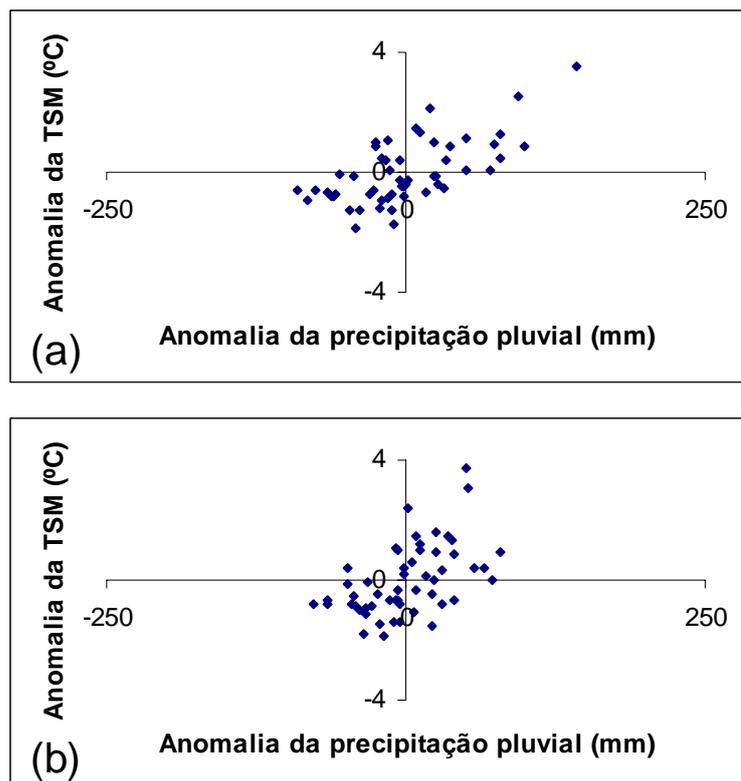


Figura 34. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R6 e a anomalia da TSM da região do Niño 3 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.

4.5.3 Niño 3.4

A Tabela 26 nos mostra o coeficiente de correlação (r) entre a média bimestral da TSM da região do Niño 3.4 e os totais médios bimestrais da precipitação pluvial dos doze bimestres do ano para as 6 regiões homogêneas do Estado do Rio Grande do Sul.

TABELA 26. Coeficientes de correlação (r) entre a média bimestral da TSM da região do Niño 3.4 e os totais médios bimestrais da precipitação pluvial do Estado do Rio Grande do Sul. Período 1950/2002

Bimestres	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Jan-fev	0,11	0,21	0,29	0,27	0,24	0,19
Fev-mar	0,13	0,22	0,26	0,25	0,28	0,13
Mar-abr	0,15	0,02	0,15	0,07	0,08	-0,03
Abr-mai	0,10	0,11	0,27	0,27	0,18	0,15
Mai-jun	-0,08	0,11	0,19	0,27	0,21	0,18

“TABELA 26, Cont.”

Jun-jul	0,09	0,19	0,18	0,23	0,19	0,18
Jul-ago	0,03	0,26	0,24	0,20	0,25	0,24
Ago-set	0,20	0,26	0,27	0,10	0,20	0,11
Set-out	0,40	0,38	0,34	0,26	0,29	0,23
Out-nov	0,61	0,59	0,62	0,58	0,63	0,64
Nov-dez	0,53	0,55	0,63	0,58	0,54	0,52
Dez-jan	0,17	0,15	0,16	0,13	0,04	0,09

Verificou-se coeficientes de correlação (r) significativos a pelo menos 5% em todas as regiões homogêneas em pelo menos 1 bimestre. Na região R1 nos bimestres: set-out, out-nov e nov-dez; na R2 nos bimestres: jul-ago, ago-set, set-out, out-nov e nov-dez; na R3 nos bimestres: jan-fev, fev-mar, abr-mai, ago-set, set-out, out-nov e nov-dez; na R4 nos bimestres: jan-fev, fev-mar, abr-mai, mai-jun, set-out, out-nov e nov-dez; na R5 nos bimestres: fev-mar, jul-ago, set-out, out-nov e nov-dez e na R6 nos bimestres: out-nov e nov-dez. Em todas as regiões homogêneas verificaram-se coeficientes de correlação (r) com valores maiores nos bimestres out-nov e nov-dez (bimestres estes que são referentes a primavera), sendo estes significativos a pelo menos 1%.

A Figura 35 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre anomalia da precipitação pluvial da R1 e a anomalia da TSM da região do Niño 3.4 para os bimestres: set-out, out-nov e nov-dez. No bimestre set-out dos 22 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 64% destes casos, ou seja, em 14 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 31 casos de anomalia da TSM negativa, 65% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (20 casos). No bimestre out-nov dos 22 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 73% destes casos, ou seja, em 16 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 31 casos de anomalia da TSM negativa, 71% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (22 casos). No bimestre nov-dez dos 23 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 61% destes ca-

tos, ou seja, em 14 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 30 casos em que a anomalia da TSM foi negativa, 73% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (22 casos).

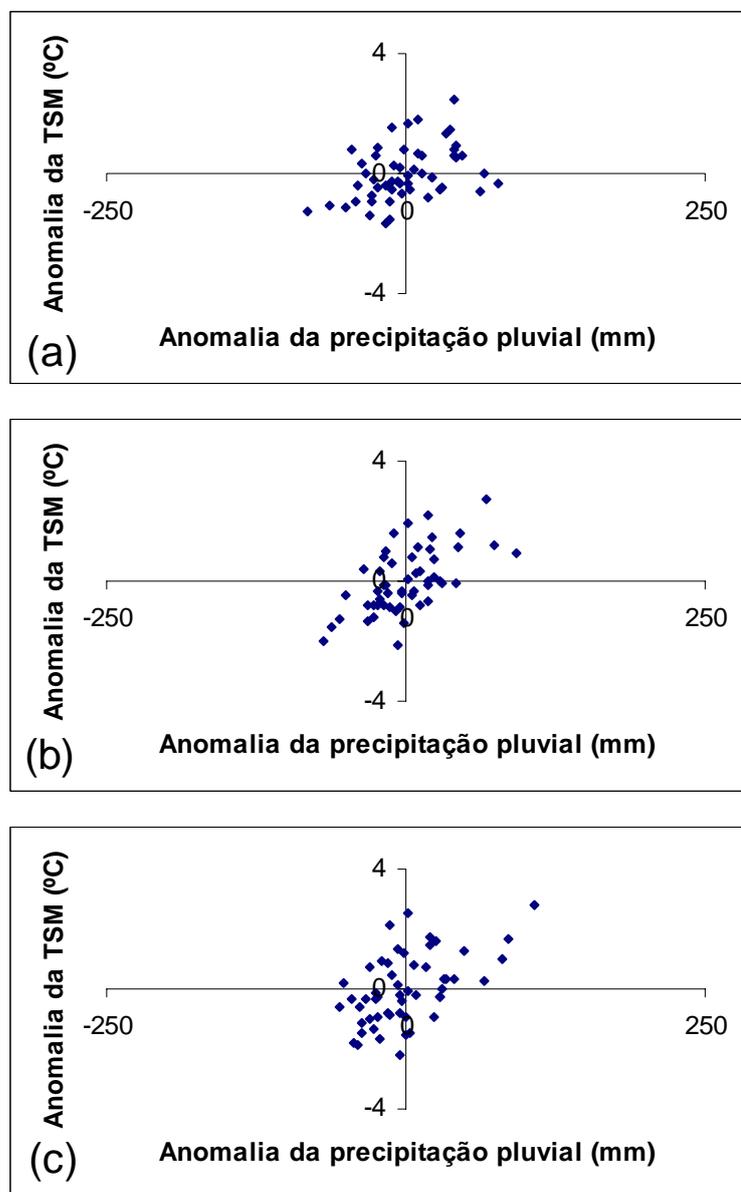


Figura 35. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R1 e a anomalia da TSM da região do Niño 3.4 para os bimestres: (a) set-out, (b) out-nov e (c) nov-dez.

A Figura 36 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R2 e a

anomalia da TSM da região do Niño 3.4 para os bimestres: out-nov e nov-dez. No bimestre out-nov dos 22 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 64% destes casos, ou seja, em 14 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 31 casos de anomalia da TSM negativa, 74% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (23 casos). No bimestre nov-dez dos 23 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 83% destes casos, ou seja, em 19 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 30 casos em que a anomalia da TSM foi negativa, 73% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (22 casos).

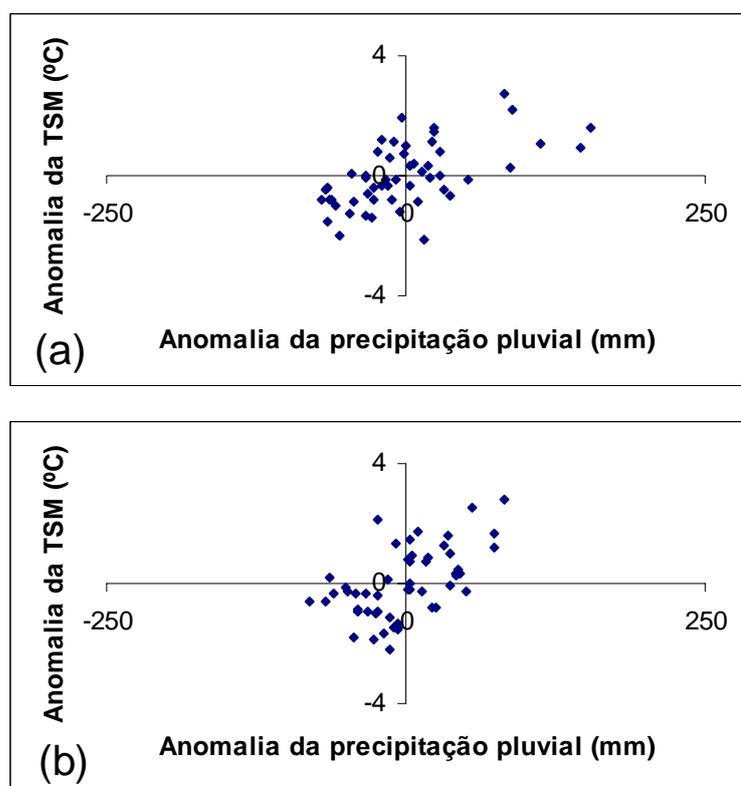


Figura 36. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R2 e a anomalia da TSM da região do Niño 3.4 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.

A Figura 37 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre anomalia da precipitação pluvial da R3 e a anomalia da TSM da região do Niño 3.4 para os bimestres: out-nov e nov-dez. No bimestre out-nov dos 22 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 73% destes casos, ou seja, em 16 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 31 casos de anomalia da TSM negativa, 71% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (22 casos). No bimestre nov-dez dos 23 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 78% destes casos, ou seja, em 18 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 30 casos em que a anomalia da TSM foi negativa, 80% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (24 casos).

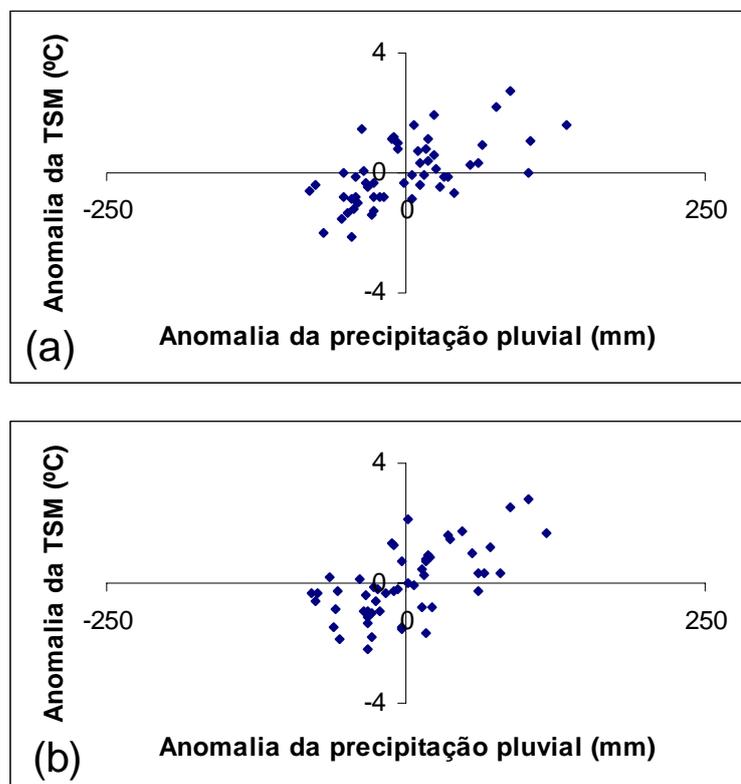


Figura 37. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R3 e a anomalia da TSM da região do Niño 3.4 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.

A Figura 38 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre anomalia da precipitação pluvial da R4 e a anomalia da TSM da região do Niño 3.4 para os bimestres: out-nov e nov-dez. No bimestre out-nov dos 22 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 59% destes casos, ou seja, em 13 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 31 casos de anomalia da TSM negativa, 74% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (23 casos). No bimestre nov-dez dos 23 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 83% destes casos, ou seja, em 19 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 30 casos em que a anomalia da TSM foi negativa, 70% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (21 casos).

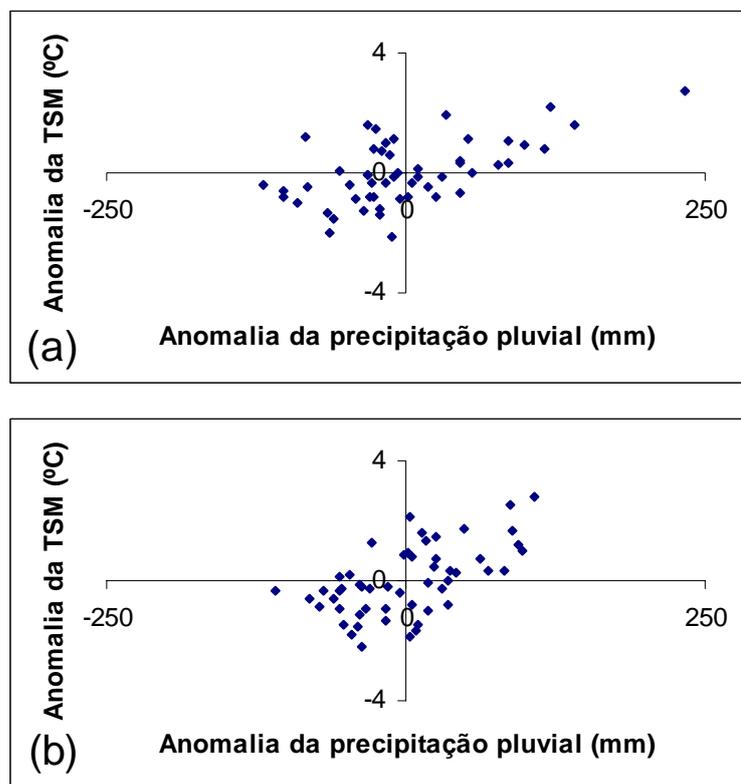


Figura 38. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R4 e a anomalia da TSM da região do Niño 3.4 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.

A Figura 39 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre anomalia da precipitação pluvial da R5 e a anomalia da TSM da região do Niño 3.4 para os bimestres: out-nov e nov-dez. No bimestre out-nov dos 22 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 64% destes casos, ou seja, em 14 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 31 casos de anomalia da TSM negativa, 77% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (24 casos). No bimestre nov-dez dos 23 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 65% destes casos, ou seja, em 15 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 30 casos em que a anomalia da TSM foi negativa, 77% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (23 casos).

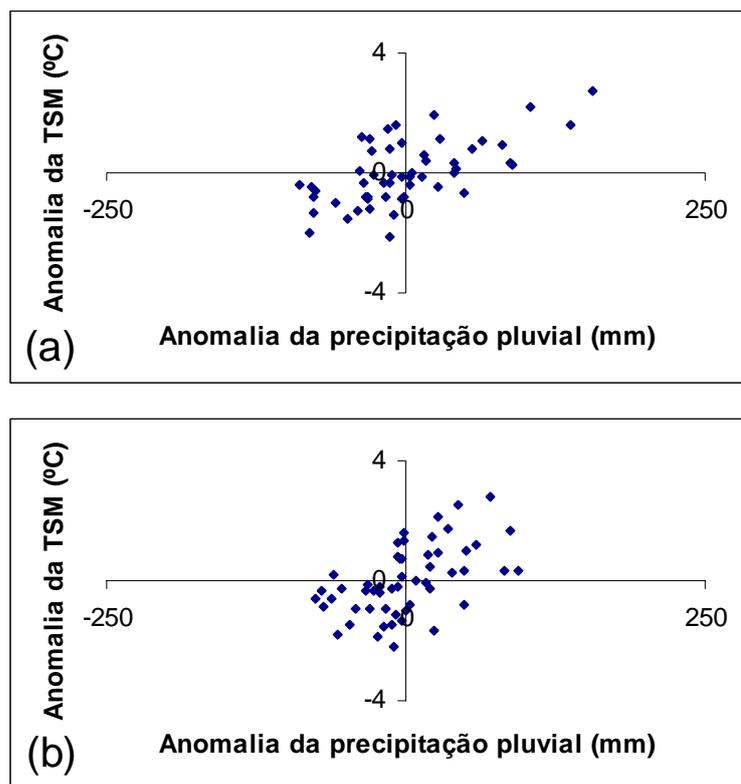


Figura 39. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R5 e a anomalia da TSM da região do Niño 3.4 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.

A Figura 40 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre anomalia da precipitação pluvial da R6 e a anomalia da TSM da região do Niño 3.4 para os bimestres: out-nov e nov-dez. No bimestre out-nov dos 22 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 68% destes casos, ou seja, em 15 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 31 casos de anomalia da TSM negativa, 81% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (25 casos). No bimestre nov-dez dos 23 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 78% destes casos, ou seja, em 18 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 30 casos em que a anomalia da TSM foi negativa, 77% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (23 casos).

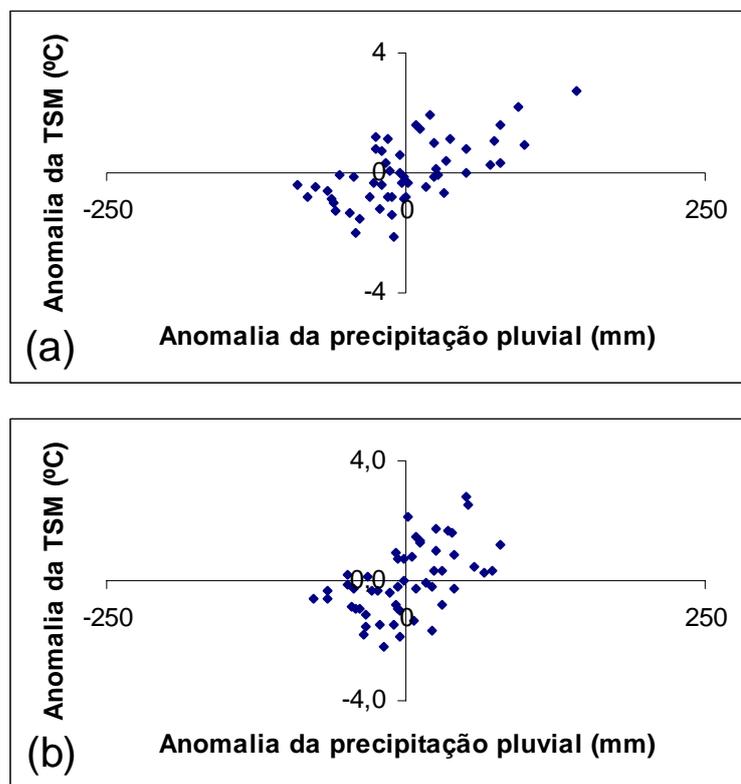


Figura 40. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R6 e a anomalia da TSM da região do Niño 3.4 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.

4.5.4 Niño 4

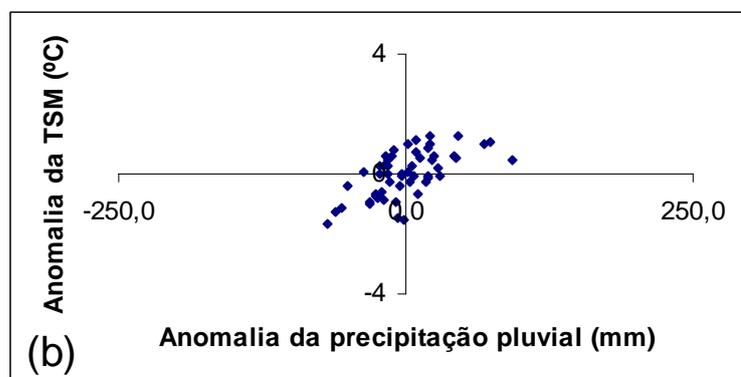
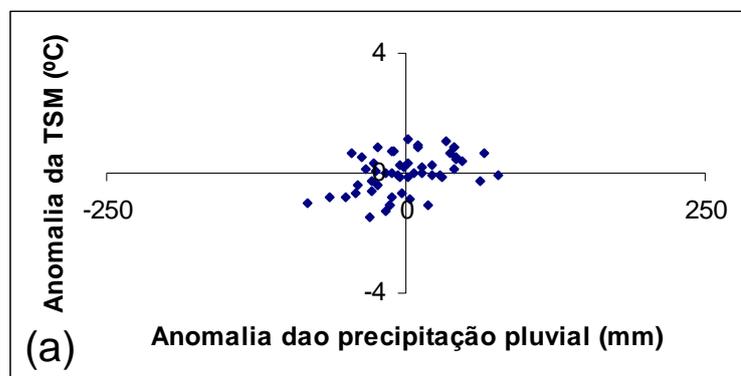
A Tabela 27 nos mostra o coeficiente de correlação (r) entre a média bimestral da TSM da região do Niño 4 e os totais médios bimestrais da precipitação pluvial dos doze bimestres do ano para as 6 regiões homogêneas do Estado do Rio Grande do Sul.

TABELA 27. Coeficientes de correlação (r) entre a média bimestral da TSM da região do Niño 4 e os totais médios bimestrais da precipitação pluvial do Estado do Rio Grande do Sul. Período 1950/2002

Bimestres	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Jan-fev	0,00	0,13	0,15	0,12	0,10	0,11
Fev-mar	0,09	0,17	0,19	0,11	0,14	0,02
Mar-abr	0,16	-0,02	0,11	-0,04	-0,02	-0,16
Abr-mai	0,01	0,00	0,15	0,07	0,01	-0,03
Mai-jun	-0,11	0,09	0,14	0,20	0,18	0,20
Jun-jul	0,17	0,31	0,26	0,27	0,27	0,29
Jul-ago	0,08	0,29	0,22	0,18	0,23	0,23
Ago-set	0,06	0,15	0,14	0,01	0,09	0,02
Set-out	0,41	0,41	0,36	0,20	0,27	0,21
Out-nov	0,62	0,60	0,62	0,49	0,58	0,56
Nov-dez	0,51	0,53	0,55	0,45	0,47	0,47
Dez-jan	0,14	0,11	0,17	0,02	-0,02	-0,03

Verificou-se coeficientes de correlação (r) significativos a pelo menos 5% em todas as regiões homogêneas em pelo menos 1 bimestre. Na região R1 nos bimestres: set-out, out-nov e nov-dez; na R2 nos bimestres: jun-jul, jul-ago, set-out, out-nov e nov-dez; na R3 nos bimestres: jun-jul, set-out, out-nov e nov-dez; na R4 nos bimestres: jun-jul, out-nov e nov-dez; na R5 nos bimestres: jun-jul, set-out, out-nov e nov-dez e na R6 nos bimestres: jun-jul, out-nov e nov-dez. Em todas as regiões homogêneas verificaram-se coeficientes de correlação (r) com valores maiores nos bimestres out-nov e nov-dez (bimestres estes que são referentes a primavera), sendo estes significativos a pelo menos 1%.

A Figura 41 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R1 e anomalia da TSM da região do Niño 4 para os bimestres: set-out, out-nov e nov-dez. No bimestre set-out dos 28 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 57% destes casos, ou seja em 16 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 25 casos de anomalia da TSM negativa, 64% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (16 casos). No bimestre out-nov dos 26 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 69% destes casos, ou seja, em 18 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 27 casos de anomalia da TSM negativa, 74% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (ou seja, em 20 casos). No bimestre nov-dez dos 30 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 57% destes casos, ou seja, em 17 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo. Nos 23 casos em que a anomalia da TSM foi negativa, 78% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (18 casos).



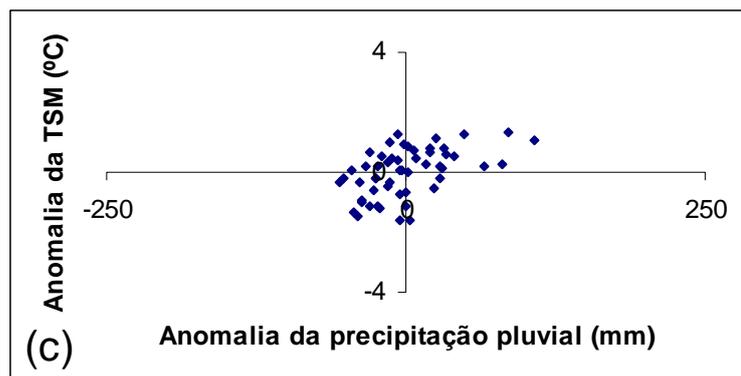


Figura 41. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R1 e a anomalia da TSM da região do Niño 4 para os bimestres: (a) set-out, (b) out-nov e (c) nov-dez.

A Figura 42 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R2 e anomalia da TSM da região do Niño 4 para os bimestres: set-out, out-nov e nov-dez. No bimestre set-out dos 28 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 50% destes casos, ou seja em 14 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 25 casos de anomalia da TSM negativa, 76% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (19 casos). No bimestre out-nov dos 26 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 62% destes casos, ou seja, em 16 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 27 casos de anomalia da TSM negativa, 78% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (21 casos). No bimestre nov-dez dos 30 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 77% destes casos, ou seja, em 23 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 23 casos em que a anomalia da TSM foi negativa, 83% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (19 casos).

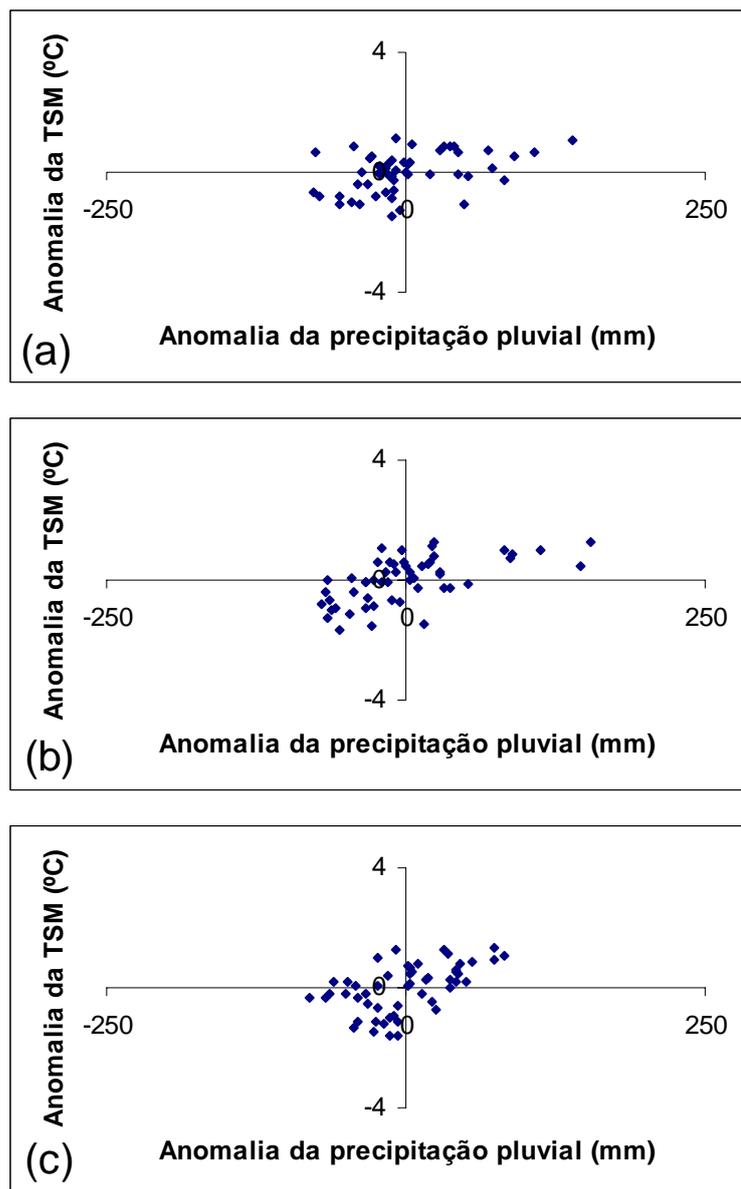


Figura 42. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R2 e a anomalia da TSM da região do Niño 4 para os bimestres: (a) set-out, (b) out-nov e (c) nov-dez.

A Figura 43 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R3 e anomalia da TSM da região do Niño 4 para os bimestres: out-nov e nov-dez. No bimestre out-nov dos 26 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 73% destes casos, ou seja, em 19 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 27 casos de anomalia da TSM negativa, 78% deles a anomalia da precipitação

pluvial tiveram o mesmo sinal (21 casos). No bimestre nov-dez dos 30 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 67% destes casos, ou seja, em 20 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 23 casos em que a anomalia da TSM foi negativa, 83% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (19 casos).

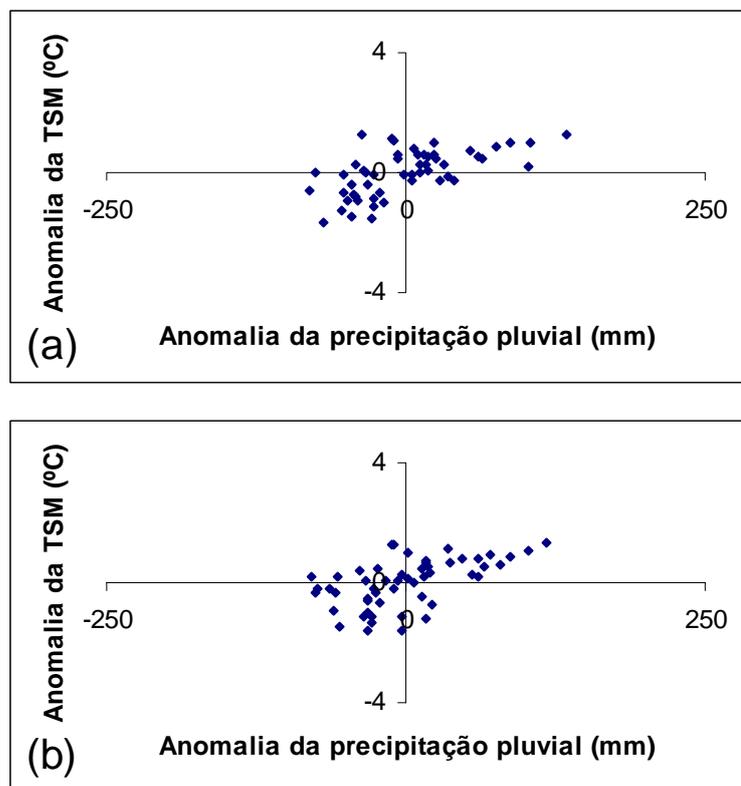


Figura 43. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R3 e a anomalia da TSM da região do Niño 4 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.

A Figura 44 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R4 e anomalia da TSM da região do Niño 4 para os bimestres: out-nov e nov-dez. No bimestre out-nov dos 26 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 58% destes casos, ou seja, em 15 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 27 casos de anomalia da TSM negativa, 78% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (21 casos). No bimestre nov-dez dos 30 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 70% destes casos, ou seja, em 21

casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 23 casos em que a anomalia da TSM foi negativa, 70% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (16 casos).

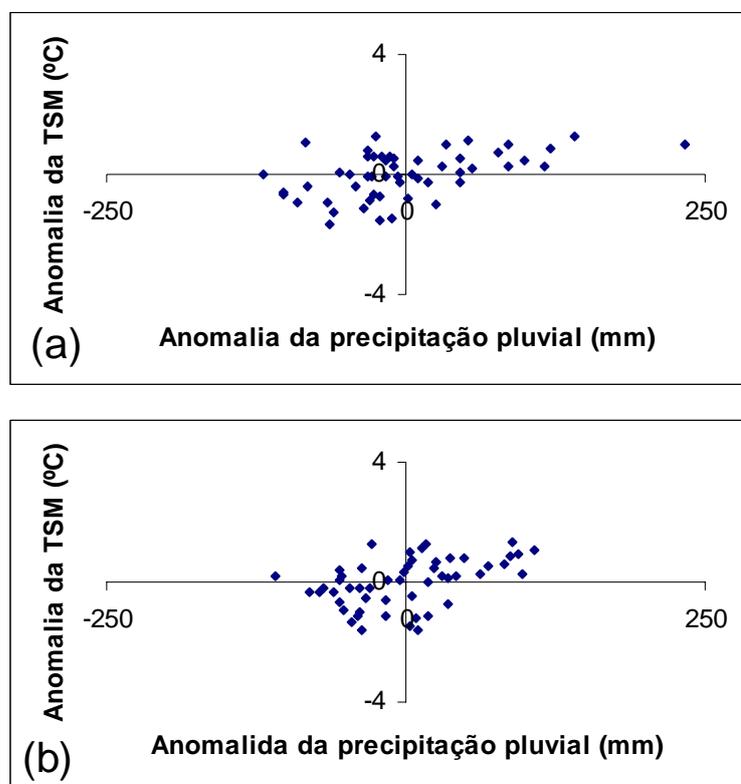


Figura 44. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R4 e a anomalia da TSM da região do Niño 4 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.

A Figura 45 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R5 e anomalia da TSM da região do Niño 4 para os bimestres: out-nov e nov-dez. No bimestre out-nov dos 26 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 62% destes casos, ou seja, em 16 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 27 casos de anomalia da TSM negativa, 81% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (22 casos). No bimestre nov-dez dos 30 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 57% destes casos, ou seja, em 17 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 23 casos em que a anomalia da TSM foi negativa, 78% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (18 casos).

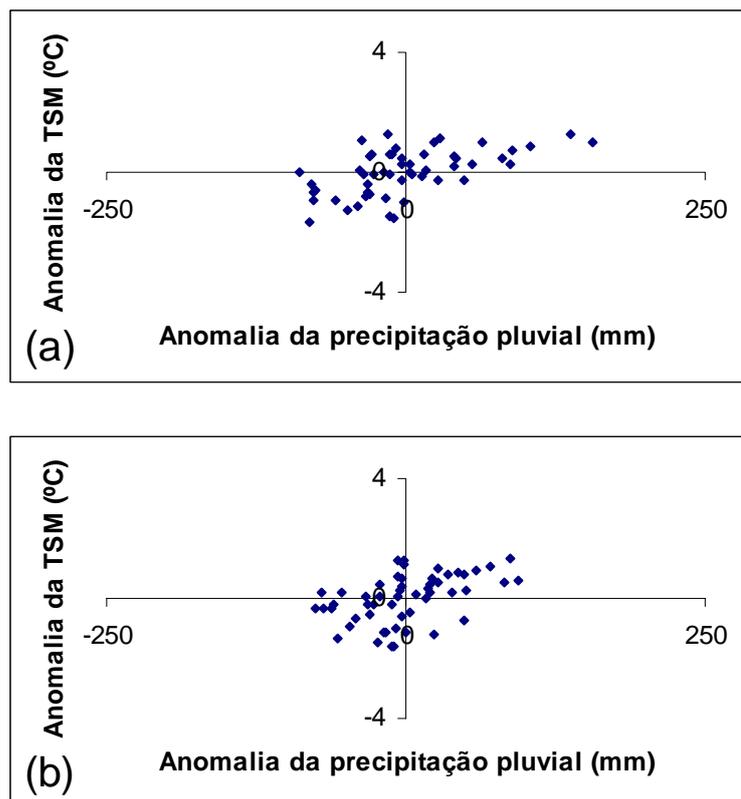


Figura 45. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R5 e a anomalia da TSM da região do Niño 4 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.

A Figura 46 mostra os gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R6 e anomalia da TSM da região do Niño 4 para os bimestres: out-nov e nov-dez. No bimestre out-nov dos 26 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 65% destes casos, ou seja, em 17 casos a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 27 casos de anomalia da TSM negativa, 85% deles a anomalia da precipitação pluvial tiveram o mesmo sinal (23 casos). No bimestre nov-dez dos 30 casos em que a anomalia da TSM foi positiva, 67% destes casos, ou seja, a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal. Nos 23 casos em que a anomalia da TSM foi negativa, 78% deles a anomalia da precipitação pluvial teve o mesmo sinal (18 casos).

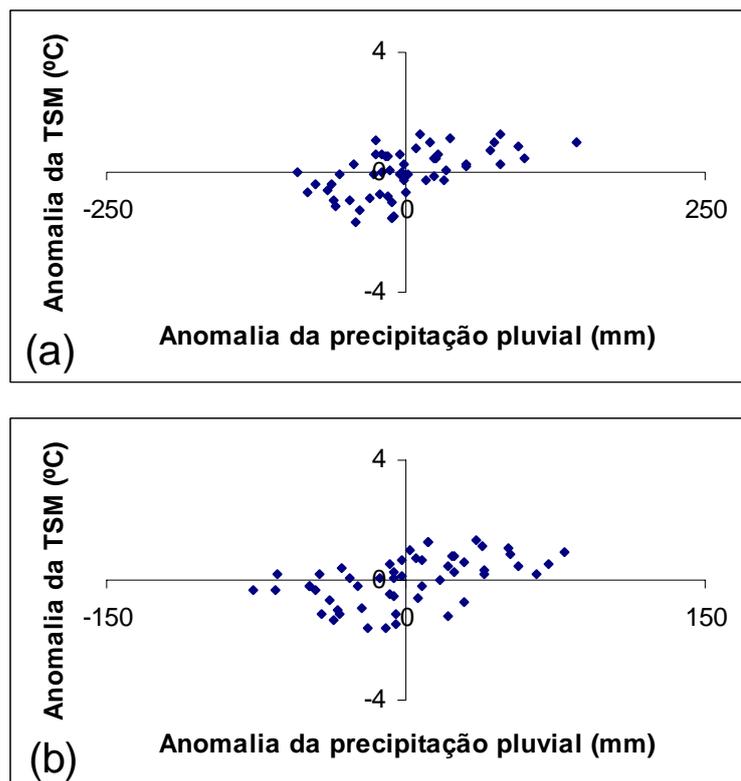


Figura 46. Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R6 e a anomalia da TSM da região do Niño 4 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.

Verificou-se na análise das tabelas de contingência 2x2 de todas as regiões homogêneas que a relação entre a anomalia da precipitação pluvial e a anomalia do MEI, bem como com a anomalia da TSM das regiões dos Niños, uma relação direta entre os sinais destas anomalias.

4.6 Análise da anomalia da precipitação pluvial nas regiões homogêneas para os bimestres out-nov e nov-dez

Foram resumidos nas Tabelas 28, 29, 30 e 31 os percentuais de casos identificados nas tabelas de contingência 2x2 nos itens anteriores para os bimestres out-nov e nov-dez evidenciando os valores para os casos positivos e negativos da precipitação pluvial. Estes dois bimestres foram escolhidos devido em todas as regiões homogêneas eles terem um percentual de casos maior do que nos demais bimestres.

TABELA 28. Percentual de casos entre as anomalias positivas dos índices e da precipitação pluvial nas regiões homogêneas para o bimestre out-nov

	R1	R2	R3	R4	R5	R6
MEI	70	59	67	52	63	59
Niño 1+2	68	56	68	52	60	60
Niño 3	73	64	73	59	64	68
Niño 3.4	73	64	73	59	64	68
Niño 4	69	62	73	58	62	65

TABELA 29. Percentual de casos entre as anomalias negativas dos índices e da precipitação pluvial nas regiões homogêneas para o bimestre out-nov

	R1	R2	R3	R4	R5	R6
MEI	77	77	73	73	85	81
Niño 1+2	71	71	71	71	79	79
Niño 3	71	74	71	74	77	81
Niño 3.4	71	74	71	74	77	81
Niño 4	74	78	78	78	81	85

TABELA 30. Percentual de casos entre as anomalias positivas dos índices e da precipitação pluvial nas regiões homogêneas para o bimestre nov-dez

	R1	R2	R3	R4	R5	R6
MEI	64	84	80	84	68	80
Niño 1+2	64	77	73	68	64	73
Niño 3	67	88	83	88	71	79
Niño 3.4	61	83	78	83	65	78
Niño 4	57	77	67	70	57	67

TABELA 31. Percentual de casos entre as anomalias negativas dos índices e da precipitação pluvial nas regiões homogêneas para o bimestre nov-dez

	R1	R2	R3	R4	R5	R6
MEI	79	79	86	75	82	82
Niño 1+2	74	68	74	65	74	71
Niño 3	79	79	86	76	83	79
Niño 3.4	73	73	80	70	77	77
Niño 4	78	83	83	70	78	78

Verificou-se, na análise das tabelas acima, que para o bimestre out-nov e nov-dez, há uma relação direta entre os sinais das anomalias do MEI e a TSM das regiões dos Niños com a anomalia da precipitação pluvial. Com relação à anomalia negativa, esta foi bem maior. O que pode-se resumir que as anomalias negativas são mais influentes na precipitação pluvial do Estado.

Na análise das Tabelas para o bimestre out-nov para o caso das anomalias dos índices e da precipitação pluvial positivas a TSM do Niño 3 e 3.4 tiveram o mesmo percentual de casos em todas as regiões homogêneas.

Estes resultados para relação entre os casos das anomalias positivas dos índices e da precipitação pluvial para o bimestre out-nov concordam em parte com Fontana & Berlato (1997), pois aqui teve-se melhor relação no oeste (R3) e também no litoral (R1).

Em estudos climáticos, utilizando as anomalias do MEI e da TSM das regiões dos Niños relacionadas com as anomalias precipitação pluvial para o Estado do Rio Grande do Sul, recomenda-se utilizar neste prognóstico: para a região R1, o MEI; para a região R2 a TSM do Niño 4; para a região R3 a TSM do Niño 4; para a região R4 a TSM do Niño 4; para a região R5 o MEI e para a região R6 a TSM do 4.

Já para o bimestre nov-dez, recomenda-se utilizar neste prognóstico: Para a região R1, o MEI ou a TSM do Niño 3; para a região R2 a TSM do Niño 3; para a região R3 o MEI ou a TSM do Niño 4; para a região R4 a TSM do Niño 3; para a região R5 a TSM do Niño 3 e para a região R6 o MEI.

Considerando uma análise geral para o Estado do Rio Grande do Sul para o caso das anomalias positivas da precipitação pluvial no bimestre out/nov, o Niño 3 e o Niño 3.4 foi os que apresentaram melhores resultados, enquanto que para o caso das anomalias negativas da precipitação pluvial o Niño 4 foi o que apresentou melhores resultados.

Já para os casos das anomalias positivas da precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul no bimestre nov/dez o Niño 3 foi o que apresentou melhores resultados, concordando com Coelho & Ambrizzi (2000). Para o caso das anomalias negativas da precipitação pluvial não fica evidente o predomínio de um único índice.

O MEI não melhorou muito os resultados se comparado com a TSM das regiões dos Niños, por que foi calculado a partir da 1 componente principal não rotacionada.

Estes resultados confirmam, ampliam e quantificam os obtidos por Coelho & Ambrizzi (2000) e Marques (2005).

5. CONCLUSÕES

A partir dos objetivos propostos, de acordo com a metodologia usada, pode-se chegar as seguintes conclusões:

a) Os coeficientes de correlação entre precipitação pluvial do Rio Grande do Sul com o MEI e as regiões dos Niños apresentaram valores baixos devido ao fato de se utilizar apenas os meses do início e final do evento.

b) O MEI, apesar de ser um índice mais complexo do ponto de vista metodológico, não melhora os coeficientes de correlação com a precipitação pluvial do Estado do Rio Grande do Sul, e sempre apresenta valores menores ou iguais aos obtidos ao utilizar a TSM das regiões dos Niños nos bimestres de out/nov e nov/dez.

c) A utilização de tabelas de contingência melhora-se muito os resultados do trabalho. Tendo ainda estas tabelas uma relação direta entre os sinais das anomalias.

d) As regiões dos Niños 3 e 4 são as mais influentes nas anomalias positivas de precipitação pluvial do Rio Grande do Sul para o bimestre out/nov,

e) A região do Niño 4, por sua vez é a mais influente na anomalia negativa da precipitação pluvial do Rio Grande do Sul para o mesmo bimestre.

f) Em relação ao bimestre nov/dez é só o Niño 3 que tem maior influência nas anomalias positivas da precipitação pluvial no Rio Grande do Sul.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J.M. B.; SOUZA, E. B.; FERREIRA, R.N. S. Um estudo da variabilidade pluviométrica no setor leste do nordeste Brasileiro e a influência do fenômeno El Niño/Oscilação Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v.12, n.2, p.25-39, 1997.

ARAÚJO, S. 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: SBMet, 2004. CPC-0101. 1 CD-ROM.

AVILA, A. M. H. **Regime de precipitação pluvial do Rio Grande do Sul com base em séries de longo prazo**. Porto Alegre, 1994. 75f. Dissertação (Mestrado – Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

BALDO, M. C. et al. Análise da precipitação pluvial do Estado de Santa Catarina associada com a anomalia da temperatura da superfície do mar no oceano Pacífico. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria -RS ,v.8,n.2, p.283-293, 2000.

BAPTISTA, R. L.; BERLATO, M. A. Impacto do El Niño e La Niña no rendimento de feijão safra do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 13., 2003 Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBA, 2003. p. 597-598.

BERLATO, M. A; FONTANA, D. C. Variabilidade interanual da precipitação pluvial e rendimento da soja no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria -RS ,v.7,n.1, p.119-125, 1999.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. **El Niño e La Niña: Impactos no clima, na agricultura do Rio Grande do Sul e Aplicações de previsões climáticas na agricultura**. 1. Ed Porto Alegre: da Ufrgs, 2003, 110p.

CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTIVOS. **Regiões do Niño no Pacífico Equatorial.** Disponível em <<http://tucupi.cptec.inpe.br/enos/>>. Acessado em 27 de ago. de 2004.

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...** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro.: SBmet, 2000. CL-00003 1 CD-ROM.

COELHO, C.A. S.; DRUMOND, A. R. M.; AMBRIZZI, T. ; SAMPAIO, G. Estudo climatológico sazonal da precipitação sobre o Brasil em episódios extremos de Oscilação Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v.14, n.1, p.49-65, 1999.

CUNHA et al. El Niño – Oscilação Sul e seus impactos sobre a cultura de cevada no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria -RS ,v.9,n.1, p.137-145, 2001

Dados bivariados. **Tabelas de contingência.** Disponível em <http://alea-estp.ine.pt/ingles/html/nocoos/html/cap6_4_1.html>. Acessado em 27 de jan. de 2006.

DELGADO, R.C; ASSIS, S. V. A. **Classificação do anos de ocorrência de El Niño de acordo com a ordem quantitativa determinada.** IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004, Fortaleza.: SBMet, 2004. CPC-037. 1 CD-ROM.

DINIZ, G. B. **Preditores visando a obtenção de um modelo de previsão climática de temperaturas máxima e mínima para regiões homogêneas do Rio Grande do Sul.** 2002. 196 f. Tese (Doutorado-Agrometeorologia) – Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

DINIZ, G. B.; PUCHALSKI , L. A. **Utilização de diagrama de caixa (BOX PLOT) no estudo da influência do El-Niño na precipitação da Região Missioneira do Rio Grande do Sul.** In: REUNION DE AGROMETEOROLOGIA, VIII; 6 a 9, de 9,2000, Mendoza – Argentina.

DINIZ, G. B.; SALDANHA, R. L.; SANSIGOLO, C. A. **Influência do evento El Niño no regime de precipitação de Pelotas, RS.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10.; CONGRESSO DA FLISMET, 8., 1998, Brasília. Anais... Rio de Janeiro: SBMet, 1998. CL-98160. 1 CD-ROM.

FONTANA, D. C.; ALMEIDA, T. S. Climatologia do número de dias de chuva com precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria -RS ,v.10,n.1, p.135-145, 2002.

FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A. Influência do El Niño Oscilação Sul sobre a precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria -RS , v.5,n.1, p.127-132, 1997

GONÇALVES, F. V.; KIM, I. S. **Recuperação de dados meteorológicos do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10; CONGRESSO DA FLISMET, 1998, Brasília. Anais... Rio de Janeiro: SBmet, 1998. 1 CD-ROM.

GRIMM, A. M.; FERRAZ, S.E. T. **Varição intercadal da relação entre eventos El Niño/ La Niña e precipitação no Brasil**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., 2002, Foz do Iguaçu.: SBMet, 2002. CT 2. 1 CD-ROM.

GRIMM, A. M.; TEDESHI, 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.: SBMet, 2004. CPC-0847. 1 CD-ROM.

GRIMM, A. M et al. Precipitation anomalies in Southern Brazil associated with El Niño and La Niña events. **Journal of Climate**, Boston, v.11, n.11, p. 2863-2880, 1998.

INTERNATIONAL RESEARCH INSTITUTE FOR CLIMATE PREDICTION. **The Niño Regions**. Disponível em:
<<http://iri.columbia.edu/climate/ENSO/background/monitoring.html#soi>>Acesso em 26 de ago. de 2005.

KOUSKY, U. E.; CAVALCANTI, I. F. A. Eventos Oscilação do Sul- El Niño: Características, evolução e anomalias de precipitação. **Ciência e cultura**, S. Paulo, v.36, n.11, p1888-1899, 1984.

LAY, J. A.; AIELLO, J. L. **Relaciones entre el MEI (Multivariate ENSO Index) y las precipitaciones en la Argentina continental**. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE METEOROLOGIA, IX. CONGRESSO ARGENTINO DE METEOROLOGIA, VIII. CLIMET IX, COMET VIII, Buenos Aires del 7 al 11 de Mayo, 2001 CD-ROM.

MANDELLI, F. et al. El Niño/La Niña no rendimento e na qualidade da uva no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 13., 2003 Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBA, 2003. p. 561-562.

MARQUES, J. R. **Variabilidade espacial e temporal de precipitação pluvial no Rio Grande do Sul e sua relação com indicadores oceânicos**. 2005. 210 f. Tese (Doutorado-Agrometeorologia) – Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

MARQUES, J. R.; BERLATO, M. A.; FONTANA, D. S.; LEIVAS, J. Variabilidade espacial e temporal da precipitação pluvial média mensal no Rio Grande do Sul, em períodos de influência do fenômeno El Niño-Oscilação Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 13., 2003 Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBA, 2003. p. 1061-1062.

MARQUES, J. R.; BERLATO, M. A. ; FONTANA, D. S.; LEIVAS, J. **Probabilidade empírica da precipitação pluvial durante o trimestre outubro-novembro-dezembro no Rio Grande do Sul em eventos El Niño-Oscilação Sul.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004, Fortaleza.: SBMet, 2004. CPC-0367. 1 CD-ROM.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretária da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul. 30p. 1961.

MOTA, F. S. Influência dos fenômenos El Niño e La Niña sobre a necessidade de irrigação do arroz em Pelotas RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria -RS ,v.8,n.1, p.151-154, 2000.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. **Dados do MEI e da TSM das regiões dos Niños** Disponível em: <<http://www.cdc.noaa.gov> >. Acessado em 30 de setembro de 2004.

OLIVEIRA, G. O. **O El Niño e você – O fenômeno climático.** São José dos Campos: Editora Transtec, 2001. 116p.

PUCHALSKI, L. A. **Efeitos associados ao fenômeno El Niño e La Niña na temperatura média, precipitação pluvial e déficit hídrico no Estado do Rio Grande do Sul:** Porto Alegre: UFRGS, 2000. 99f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia – Agrometeorologia) – Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

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

SANSIGOLO, C. A.; DINIZ, G. B.; SALDANHA, R. L. Influência do El Niño e La Niña no regime de precipitação de Pelotas-RS. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v.15, n.1, p.69-75, 2000.

SANSIGOLO, C. A et al. Relações entre as precipitações regionais no Sul do Brasil e as temperaturas das superfícies dos Oceanos Atlântico e Pacífico. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v.19, n.1, p.5-11, 2004.

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

WILKS, D. S. **Statistical Methods in the Atmospheric Sciences**. San Diego – CA: Academic Press, 1995. 467p.

WOLTER, K. **Multivariate Enso Index** Disponível em: <<http://www.cdc.noaa.gov/people/klaus.wolter/MEI/mei.html>>. Acesso em 27 de ago. de 2005.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE METEOROLOGIA

**RELAÇÃO ENTRE O MEI (MULTIVARIATE ENSO INDEX)
E A PRECIPITAÇÃO PLUVIAL NO ESTADO DO RIO
GRANDE DO SUL**

FÁBIO ZIEMANN LOPES

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Prof. Dr. Gilberto Barbosa Diniz, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, para a obtenção do título de Mestre em Ciências (M.S.).

PELOTAS
Rio Grande do Sul - Brasil
Março de 2006

FÁBIO ZIEMANN LOPES

**RELAÇÃO ENTRE O MEI (MULTIVARIATE ENSO INDEX)
E A PRECIPITAÇÃO PLUVIAL NO ESTADO DO RIO
GRANDE DO SUL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pelotas, sob orientação do Prof. Dr. Gilberto Barbosa Diniz, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, para obtenção do título de Mestre em Ciências (M. S.).

APROVADA: 29 de março de 2006

Prof. Dr. Moacir Antônio Berlato

Prof. Dr. Júlio Renato Marques

Prof. Dr. Gilberto Barbosa Diniz
(Orientador)

Dedico este trabalho a meus pais, Manoel Luiz e Maria Conceição, e ao meu irmão Maurício pelo incentivo e estímulo à busca de meu desenvolvimento profissional e pessoal.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre dar-me forças, saúde e sabedoria para conduzir a minha vida.

A Universidade Federal de Pelotas, pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação.

Ao Prof. Dr. Gilberto Barbosa Diniz, pela sua dedicação, apoio e amizade, na orientação no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Júlio Renato Marques, pela sua ajuda em estatística.

Ao Prof Marcos Vinicio R. Valença, pela sua ajuda na correção da dissertação.

A todos os professores e funcionários do curso de Pós-graduação em Meteorologia, pela dedicação e apoio recebidos.

Aos colegas da Pós-graduação, pelo apoio, estímulo e amizade.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

ÍNDICE

	Pág.
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xviii
ABSTRACT	xx
1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	04
2.1 Fundamentação teórica	04
2.2 Análise de Componentes Principais (ACP)	05
2.2.1 Fundamentação estatística da Análise de Componentes Principais(ACP).....	06
2.3 Tabelas de contingência	09
2.4 Correlação	10
2.5 Índice Multivariado do ENOS (IME)	10
2.6 Regiões dos Niños	11
2.7 Relação entre o ENOS e a precipitação pluvial	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Caracterização da área de estudo	20

3.2 Dados meteorológicos e período de observação.....	20
3.3. Anos de ocorrência de El Niño.....	22
3.4. Metodologia.....	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1 Relação entre a precipitação pluvial das estações meteorológicas do Rio Grande do Sul e o MEI.....	25
4.2 Relação entre a precipitação pluvial das estações meteorológicas do Rio Grande do Sul e a TSM das regiões do Niños.....	31
4.3 Regiões homogêneas do Rio Grande do Sul para a precipitação pluvial.....	53
4.4 Relação entre a precipitação pluvial das regiões homogêneas do Rio Grande do Sul e o MEI.....	54
4.5 Relação entre a precipitação pluvial das regiões homogêneas do Rio Grande do Sul e a TSM das regiões dos Niños.....	62
4.5.1 Niño 1+2.....	62
4.5.2 Niño 3.....	70
4.5.3 Niño 3.4.....	77
4.5.4 Niño 4.....	85
4.6 Análise da anomalia da precipitação pluvial para os bimestres out-nov e nov-dez.....	92
5 CONCLUSÕES.....	96
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97

LISTA DE TABELAS

	Pág.
TABELA 1- Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, coordenadas geográficas e instituições a que pertencem.....	21
TABELA 2- Classificação dos Eventos El Niño referente ao período estudado.....	23
TABELA 3- Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e o MEI para o bimestre set-out. Período 1950/2002.....	25
TABELA 4- Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e o MEI para o bimestre fev-mar. Período 1950/2002.....	26
TABELA 5- Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e o MEI para o bimestre abr-mai. Período 1950/2002.....	28
TABELA 6- Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e o MEI para o bimestre jun-jul. Período 1950/2002.....	29

TABELA 7-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 1+2 para o bimestre set-out. Período 1950/2002.....	32
TABELA 8-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 1+2 para o bimestre fev-mar. Período 1950/2002.....	32
TABELA 9-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 1+2 para o bimestre abr-mai. Período 1950/2002.....	35
TABELA 10-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3 para o bimestre set-out. Período 1950/2002.....	36
TABELA 11-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3 para o bimestre fev-mar. Período 1950/2002.....	37
TABELA 12-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3 para o bimestre abr-mai. Período 1950/2002.....	40
TABELA 13-	Estação meteorológica do Rio Grande do Sul, que possui um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3 para o bimestre jun-jul. Período 1950/2002.....	40
TABELA 14-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3.4 para o bimestre set-out. Período 1950/2002.....	42

TABELA 15-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3.4 para o bimestre fev-mar. Período 1950/2002.....	43
TABELA 16-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3.4 para o bimestre abr-mai. Período 1950/2002.....	45
TABELA 17-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3.4 para o bimestre jun-jul. Período 1950/2002.....	46
TABELA 18-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 4 para o bimestre set-out. Período 1950/2002.....	47
TABELA 19-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 4 para o bimestre fev-mar. Período 1950/2002.....	48
TABELA 20-	Estação meteorológica do Rio Grande do Sul, que possui um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 4 para o bimestre abr-mai. Período 1950/2002.....	50
TABELA 21-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que possuem um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 4 para o bimestre jun-jul. Período 1950/2002.....	51
TABELA 22-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, que fazem parte das regiões homogêneas de precipitação pluvial.....	53

TABELA 23-	Coeficientes de correlação (r) entre o MEI e os totais médios bimestrais da precipitação pluvial para regiões homogêneas do Estado do Rio Grande do Sul. Período 1950/2002.....	54
TABELA 24-	Coeficientes de correlação (r) entre a média bimestral da TSM da região do Niño 1+2 e os totais médios bimestrais da precipitação pluvial do Estado do Rio Grande do Sul. Período 1950/2002.....	63
TABELA 25-	Coeficientes de correlação (r) entre a média bimestral da TSM da região do Niño 3 e os totais médios bimestrais da precipitação pluvial do Estado do Rio Grande do Sul. Período 1950/2002.....	70
TABELA 26-	Coeficientes de correlação (r) entre a TSM da região do Niño 3.4 e os totais médios bimestrais da precipitação pluvial do Estado do Rio Grande do Sul. Período 1950/2002.....	77
TABELA 27-	Coeficientes de correlação (r) entre a média bimestral da TSM da região do Niño 4 e os totais médios bimestrais da precipitação pluvial do Estado do Rio Grande do Sul. Período 1950/2002.....	85
TABELA 28-	Percentual de casos entre as anomalias positivas dos índices e da precipitação pluvial nas regiões homogêneas para o bimestre out-nov.....	93
TABELA 29-	Percentual de casos entre as anomalias negativas dos índices e da precipitação pluvial nas regiões homogêneas para o bimestre out-nov.....	93
TABELA 30-	Percentual de casos entre as anomalias positivas dos índices e da precipitação pluvial nas regiões homogêneas para o bimestre nov-dez.....	93
TABELA 31-	Percentual de casos entre as anomalias negativas dos índices e da precipitação pluvial nas regiões homogêneas para o bimestre nov-dez.....	94

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1- Regiões do Niño no Pacífico equatorial. Fonte: < http://tucupi.cptec.inpe.br/enos/ >. Acessado em: 27 de agosto de 2004.....	22
FIGURA 2- Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e o MEI: (a) para o bimestre set-out e (b) para o bimestre fev-mar.....	27
FIGURA 3- Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e o MEI: (c) para o bimestre abr-mai e (d) para o bimestre jun-jul.....	30
FIGURA 4- Localização da região do Niño 1+2 no Oceano Pacífico equatorial.....	33
FIGURA 5- Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 1+2: (a) para o bimestre set-out e (b) para o bimestre fev-mar.....	34

FIGURA 6-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 1+2: (c) para o bimestre abr-mai.....	36
FIGURA 7-	Localização da região do Niño 3 no Oceano Pacífico equatorial.....	38
FIGURA 8-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3: (a) para o bimestre set-out e (b) para o bimestre fev-mar.....	39
FIGURA 9-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3: (c) para o bimestre abr-mai e (d) para o bimestre jun-jul.....	41
FIGURA 10-	Localização da região do Niño 3.4 no Oceano Pacífico equatorial.....	43
FIGURA 11-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3.4: (a) para o bimestre set-out e (b) para o bimestre fev-mar.....	44
FIGURA 12-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 3.4: (c) para o bimestre abr-mai e (d) para o bimestre jun-jul.....	46
FIGURA 13-	Localização da região do Niño 4 no Oceano Pacífico equatorial.....	49
FIGURA 14-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 4: (a) para o bimestre set-out e (b) para o bimestre fev-mar.....	49
FIGURA 15-	Estações meteorológicas do Rio Grande do Sul que tiveram um (r) significativo a pelo menos 5% na relação entre a precipitação pluvial e a TSM da região do Niño 4: (c) para o bimestre abr-mai e (d) para o bimestre jun-jul.....	52

FIGURA 16-	Regiões homogêneas de precipitação pluvial do Rio Grande do Sul.....	53
FIGURA 17-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R1 e a anomalia do MEI para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	56
FIGURA 18-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R2 e a anomalia do MEI para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	57
FIGURA 19-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R3 e a anomalia do MEI para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	58
FIGURA 20-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R4 e a anomalia do MEI para os bimestres: (a) abr-mai, (b) out-nov e (c) nov-dez.....	59
FIGURA 21-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R5 e a anomalia do MEI para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	60
FIGURA 22-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R6 e a anomalia do MEI para os bimestres: (a) jul-ago, (b) out-nov e (c) nov-dez.....	61
FIGURA 23-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R1 e a anomalia da TSM da região do Niño 1+2 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	64

FIGURA 24-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R2 e a anomalia da TSM da região do Niño 1+2 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	65
FIGURA 25-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R3 e a anomalia da TSM da região do Niño 1+2 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	66
FIGURA 26-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R4 e a anomalia da TSM da região do Niño 1+2 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	67
FIGURA 27-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R5 e a anomalia da TSM da região do Niño 1+2 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	68
FIGURA 28-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R6 e a anomalia da TSM da região do Niño 1+2 para os bimestres: (a) jul-ago, (b) out-nov e (c) nov-dez.....	69
FIGURA 29-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R1 e a anomalia da TSM da região do Niño 3 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	72
FIGURA 30-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R2 e a anomalia da TSM da região do Niño 3 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	73

FIGURA 31-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R3 e a anomalia da TSM da região do Niño 3 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	74
FIGURA 32-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R4 e a anomalia da TSM da região do Niño 3 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	75
FIGURA 33-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R5 e a anomalia da TSM da região do Niño 3 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	76
FIGURA 34-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R6 e a anomalia da TSM da região do Niño 3 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	77
FIGURA 35-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R1 e a anomalia da TSM da região do Niño 3.4 para os bimestres: (a) set-out, (b) out-nov e (c) nov-dez.....	79
FIGURA 36-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R2 e a anomalia da TSM da região do Niño 3.4 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	80
FIGURA 37-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R3 e a anomalia da TSM da região do Niño 3.4 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	81

FIGURA 38-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R4 e a anomalia da TSM da região do Niño 3.4 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	82
FIGURA 39-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R5 e a anomalia da TSM da região do Niño 3.4 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	83
FIGURA 40-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R6 e a anomalia da TSM da região do Niño 3.4 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	84
FIGURA 41-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R1 e a anomalia da TSM da região do Niño 4 para os bimestres: (a) set-out, (b) out-nov e (c) nov-dez.....	86
FIGURA 42-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R2 e a anomalia da TSM da região do Niño 4 para os bimestres: (a) set-out, (b) out-nov e (c) nov-dez.....	88
FIGURA 43-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R3 e a anomalia da TSM da região do Niño 4 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	89
FIGURA 44-	Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R4 e a anomalia da TSM da região do Niño 4 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez.....	90

- FIGURA 45- Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R5 e a anomalia da TSM da região do Niño 4 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez..... 91
- FIGURA 46- Gráficos que expressam a configuração da tabela de contingência 2x2 para um coeficiente de correlação (r) significativo a pelo menos 1% na relação entre a anomalia da precipitação pluvial da R6 e a anomalia da TSM da região do Niño 4 para os bimestres: (a) out-nov e (b) nov-dez..... 92

RESUMO

LOPES, FÁBIO Z., Universidade Federal de Pelotas, Março de 2006, **Relação entre o MEI (Multivariate Enso Index) e a precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul** orientador: Prof. Dr. Gilberto Barbosa Diniz.

No Rio Grande do Sul, as estações do ano são bem definidas sendo sentidos, em suas características peculiares, o inverno, a primavera, o verão e o outono. O regime pluviométrico é bastante regular e as chuvas são bem distribuídas durante todo o ano no Estado. O Índice Multivariado do El Niño Oscilação Sul (MEI) carece de um estudo de sua relação com a precipitação. Ele é um índice numérico que integra a ação de diferentes fatores que caracterizam o fenômeno e que oscila entre valores positivos para a fase quente, o El Niño, e valores negativos para a fase fria, a La Niña. Considera na sua composição, as seguintes variáveis: pressão ao nível do mar, as componentes zonal e meridional do vento em superfície, a Temperatura da Superfície do Mar (TSM), a temperatura do ar em superfície e um indicador de nebulosidade. Este trabalho teve como objetivo, estudar as relações entre o MEI e a TSM das regiões dos Niños com as precipitações pluviais no Estado do Rio Grande do Sul. Para isso, foram utilizados dados de totais mensais de precipitação pluvial de 40 estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, dados bimestrais do MEI e de TSM das regiões dos Niños para o período de 1950 a 2002. Os coeficientes de correlação entre precipitação pluvial do Rio Grande do Sul com o MEI e as regiões dos Niños apresentaram valores baixos devido ao fato de se utilizar apenas os meses do início e final do evento. O MEI, apesar de ser

um índice mais complexo do ponto de vista metodológico, não melhora os coeficientes de correlação com a precipitação pluvial do Estado do Rio Grande do Sul, e sempre apresenta valores menores ou iguais aos obtidos ao utilizar a TSM das regiões dos Niños nos bimestres de out/nov e nov/dez. As regiões dos Niños 3 e 4 são as mais influentes nas anomalias positivas de precipitação pluvial do Rio Grande do Sul para o bimestre out/nov. A região do Niño 4, por sua vez, é a mais influente para o caso das anomalias negativas da precipitação pluvial para o mesmo bimestre. Em relação ao bimestre nov/dez somente o Niño 3 tem maior influência nas anomalias positivas da precipitação pluvial no Rio Grande do Sul.

ABSTRACT

LOPES, FABIO. Z., Federal University of Pelotas, March 2006. **Relation between MEI (Multivariate Enso Index) and the pluvial precipitation on Rio Grande do Sul State.** Adviser: Prof. Dr. Gilberto Barbosa Diniz

On Rio Grande do Sul the seasons of the year are well defined being felt, in its peculiar characteristics, the winter, the spring, the summer and the autumn. The pluviometric regime is quite regular and the precipitations are well distributed during all the year on the State. The Multivariate Enso Index (MEI) lacks of a study about its relations with the precipitation. It is a numeric index that integrates the action of different factors that characterize the phenomenon and that oscilate between positive values for the hot phase, the El Niño, and negative values for the cold phase, the La Niña. It considers, in its composition, the following variables: sea level pressure, zonal and meridional wind components at the surface, the Sea Surface Temperature (SST), the air temperature at the surface and a cloudiness indicator. This work had the objective to study the relations between the MEI and the SST of the Niño regions with the pluvial precipitations on Rio Grande do Sul State. For this, it were utilized total monthly data of pluvial precipitation from 40 meteorological stations of Rio Grande do Sul, bimonthly data of MEI and SST of the Niño regions for the period 1950 to 2002.

The correlation coefficients between pluvial precipitation of Rio Grande do Sul with MEI and the Niños regions showed low values due to the fact of using only the months of the beginning and end of the event. The MEI, although being an

index more complex in relation to the metodologic point of view, it does not improve the correlation coefficients with the pluvial precipitation of the State of Rio Grande do Sul and always presents lesser or equal values to that obtained when using the TSM of Niños regions in the bimonths of oct/nov and nov/dec. The Niños 3 and 4 regions are the most influents in the pluvial precipitation positive anomalies of Rio Grande do Sul for the bimonth oct/nov. On the other hand, the Niño 4 region is the most influent in the case of pluvial precipitation negative anomalies for the same bimonth. In relation to the bimonth nov/dec only the Niño 3 has more influence in the pluvial precipitation positive anomalies in Rio Grande do Sul.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)