

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

VARIABILIDADE CLIMÁTICA E A PRODUTIVIDADE DO MILHO EM ESPAÇOS
PAULISTAS

Diego Corrêa Maia

Orientador: Prof. Dra. Maria Juraci Zani dos Santos

Co-orientador: Prof. Dr. Orivaldo Brunini

Dissertação de Mestrado elaborada junto ao
Programa de Pós-Graduação em Geografia
– Área de Concentração em Organização
do Espaço, para a obtenção do Título de
Mestre em Geografia

Rio Claro (SP)

2003

630.81 Maia, Diego Corrêa
M217v Variabilidade climática e a produtividade do milho em
 espaços paulistas / Diego Correa Maia. – Rio Claro : [s.n.],
 2003
 227 f. : il., gráfs., tabs., mapas

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Orientador: Maria Juraci Zani dos Santos

Co-orientador: Orivaldo Brunini

**1. Agricultura - Brasil. 2. Climatologia. 3. Mudanças
climáticas. I. Balanço hídrico. I. Título**

Aos meus pais Jaime e Ivani e
ao meu avô Candido Corrêa (in memoriam)

À minha esposa e companheira Ana Cláudia
que durante a elaboração desta
dissertação sempre esteve ao meu lado

Dedico

Torcida
(Carlos Drummond de Andrade)

"Mesmo antes de nascer, já tinha alguém torcendo por você."
Tinha gente que torcia para você ser menino. Outros torciam para você ser menina.
Torciam para você puxar a beleza da mãe, o bom humor do pai.
Estavam torcendo para você nascer perfeito.
Dai continuaram torcendo.
Torceram pelo seu primeiro sorriso, pela primeira palavra, pelo primeiro passo.
O seu primeiro dia de escola foi a maior torcida. E o primeiro gol, então?
E de tanto torcerem por você, você aprendeu a torcer.
Começou a torcer para ganhar muitos presentes e flagrar Papai Noel.
Torcia o nariz para o quiabo e a escarola.
Mas torcia por hambúrguer e refrigerante.
Começou a torcer até para um time.
Provavelmente, nesse dia, você! Descobriu que tem gente que torce diferente de você.
Seus pais torciam para você comer de boca fechada, tomar banho, escovar os dentes, estudar inglês e piano.
Eles só estavam torcendo para você ser uma pessoa bacana.
Seus amigos torciam para você usar brinco, cabular aula, falar palavrão.
Eles também estavam torcendo para você ser bacana.
Nessas horas, você só torcia para não ter nascido.
E por não saber pelo que você torcia, torcia torcido.
Torceu para seus irmãos se ferrarem, torceu para o mundo explodir.
E quando os hormônios começaram a torcer, torceu pelo primeiro beijo,
pelo primeiro amasso.
Depois começou a torcer pela sua liberdade.
Torcia para viajar com a turma, ficar até tarde na rua.
Sua mãe só torcia para você chegar vivo em casa.
Passou a torcer o nariz para as roupas da sua mãe, para as idéias dos
professores e para qualquer opinião dos seus pais.
Todo mundo queria era torcer o seu pescoço.
Foi quando até você começou a torcer pelo seu futuro.
Torceu para ser médico, músico, advogado.
Na dúvida, torceu para ser físico nuclear ou jogador de futebol.
Seus pais torciam para passar logo essa fase.
No dia do vestibular, uma grande torcida se formou.
Pais, avós, vizinhos, namoradas e todos os santos torceram por você.
Na faculdade, então, era torcida pra todo lado.
Para a direita, esquerda, contra a corrupção, a fome na Albânia e o preço da coxinha na cantina.
E, de torcida em torcida, um dia teve um torcicolo de tanto olhar para ela.
Primeiro, torceu para ela não ter outro.
Torceu para ela não te achar muito baixo, muito alto, muito gordo,
muito magro. Descobriu que ela torcia igual a você.
E de repente! Vocês estavam torcendo para não acordar desse sonho.
Torceram para ganhar a geladeira, o microondas e a grana para a viagem
de lua-de-mel.
E daí pra frente você entendeu que a vida é uma grande torcida.
Porque, mesmo antes do seu filho nascer, já tinha muita gente torcendo por ele.
Mesmo com toda essa torcida, pode ser que você ainda não tenha
conquistado algumas coisas.
Mas muita gente ainda torce por você!"
"Se procurar bem você acaba encontrando.
Não a explicação (duvidosa) do mundo, mas a poesia (inexplicável) da vida.
"Eu torço por você!"

AGRADECIMENTOS

- à Profa. Dra. Maria Juraci Zani dos Santos pela sua orientação, paciência e dedicação;
- à CAPES e ao CNPq pela concessão das Bolsas de Estudo que possibilitaram o desenvolvimento desta pesquisa;
- ao Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), na pessoa do Prof. Dr. Orivaldo Brunini, pelo incentivo e fornecimento dos dados climáticos referentes as Estações Meteorológicas de Pindamonhangaba (SP) e de Votuporanga (SP);
- ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), pelo fornecimento dos dados climáticos referentes a Estação Meteorológica de Votuporanga (SP);
- ao Instituto de Economia Agrícola (IEA), representado pelo Prof. Alfredo Tsunechiro, pelo importante apoio no início deste trabalho, e pelo fornecimento dos dados referentes a cultura do milho para as EDRs de Pindamonhangaba (SP) e Votuporanga (SP);
- ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sede Rio Claro (SP), pelo fornecimento dos dados referentes à cultura do milho para as EDRs de Pindamonhangaba (SP) e de Votuporanga (SP);
- ao amigo Rogério Dell Antonio pelo auxílio na confecção dos mapas;
- à minha segunda mãe, Eliana Corrêa Contiero, pelo exemplo de pessoa a ser seguido;
- à Profa. Dra Iandara Alves Mendes, pelos primeiros ensinamentos e pelo auxílio nos momentos difíceis desta pesquisa;
- aos meus amigos Alex, Adriano (Animal), Fernando (Cabeção), Juliana, Beatriz (Bia), Xurume, José Alexandre, Thomaz, Fábio (Brotas), Márcio Zancopé, Dante, Maíca, Arnaldo (Xú) e a Zilda, pelo importante incentivo durante esta pesquisa.

SUMÁRIO

ÍNDICE	i
ÍNDICE DE TABELAS.....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
RESUMO.....	xix
ABSTRACT.....	xxi
1 – INTRODUÇÃO	1
2 - REVISÃO DA LITERATURA	7
3 – METODOLOGIA EMPREGADA	44
4 – ÁREA DE ESTUDO: OS ESCRITÓRIOS DE DESENVOLVIMENTO RURAIS E REGIONAIS AGRÍCOLAS (EDRs) DE VOTUPORANGA (SP) E PINDAMONHANGABA (SP)	50
5 – A CULTURA DO MILHO NO CONTEXTO HISTÓRICO MUNDIAL.....	67
6 – ANÁLISE DA DINÂMICA TEMPORO-ESPACIAL DA PRODUTIVIDADE NAS EDRs DE VOTUPORANGA (SP) E DE PINDAMONHANGABA (SP)	79
7 – ANÁLISE DA VARIABILIDADE E TENDÊNCIA CLIMÁTICA NA EDR DE VOTUPORANGA (SP) E DE PINDAMONHANGABA (SP)	105
8- VERANICO: UM PROBLEMA PARA A CULTURA DO MILHO	141
9 – BALANÇO HÍDRICO E A CULTURA DO MILHO	146
10 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	180
11 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	185
12 – ANEXOS	203

1 – INTRODUÇÃO	1
2 - REVISÃO DA LITERATURA.....	7
2.1 – Trabalhos relacionados com a variabilidade das chuvas e com as mudanças climáticas.....	7
2.2 - Trabalhos relacionados as características fisiológicas e hídricas do milho	16
2.3 - Trabalhos relacionados com a análise da relação clima com as culturas agrícolas e os planejamentos agrícolas.....	30
3 – METODOLOGIA EMPREGADA.....	44
3.1 – Fontes dos dados utilizados na pesquisa.....	44
3.2 – Métodos empregados.....	47
4 – ÁREA DE ESTUDO: OS ESCRITÓRIOS DE DESENVOLVIMENTO RURAIS E REGIONAIS AGRÍCOLAS (EDRs) DE VOTUPORANGA (SP) E PINDAMONHANGABA (SP).....	50
4.1 – Caracterização físico-geográfica dos Escritórios de Desenvolvimento Rural Regional de Votuporanga e de Pindamonhangaba.....	53
4.1.1 – Caracterização físico-geográfica da região de Votuporanga.....	54
4.1.1.1 – Aspectos climáticos.....	54
4.1.1.2 – Aspectos pedológicos e geológicos.....	56
4.1.1.3 – Aspectos geomorfológicos.....	58
4.1.2 – Caracterização físico-geográfica da região de Pindamonhangaba.....	60
4.1.2.1 - Aspectos climáticos.....	60
4.1.2.2 - Aspectos pedológicos e geológicos.....	62
4.1.2.3 - Aspectos geomorfológicos.....	63
4.1.2.3.1 – Planalto de Paraitinga.....	65
4.1.2.3.2 – Médio Vale do Paraíba.....	65
4.1.2.3.3 – Serra da Mantiqueira.....	66
4.1.2.3.4 – Planalto de Campos de Jordão.....	66

5 – A CULTURA DO MILHO NO CONTEXTO HISTÓRICO MUNDIAL.....	67
5.1 – A evolução da área cultivada e da produção do milho na Brasil.....	68
5.2 – A evolução do comportamento espacial e temporal da cultura do milho no Estado de São Paulo.....	71
5.3 – Análise do comportamento da área, produção e produtividade do milho safra verão no Estado de São Paulo no período de 1942 a 2001.....	74
5.4 – Análise do comportamento da distribuição espacial e temporal da cultura do milho safra verão nas EDRs de Pindamonhangaba (SP) no período de 1974 a 2001.....	76
5.4.1 – A evolução da cultura do milho na EDR de Votuporanga (SP).....	76
5.4.2 – A evolução da cultura do milho na EDR de Pindamonhangaba (SP).....	77
6 – ANÁLISE DA DINÂMICA TEMPORO-ESPACIAL DA PRODUTIVIDADE DO MILHO NAS EDRs DE VOTUPORANGA (SP) E NA EDR DE PINDAMONHANGABA (SP).....	79
6.1 – Comportamento da produtividade na EDR de Votuporanga.....	79
6.1.1 – Produtividade do milho na EDR de Votuporanga – 1986.....	80
6.1.2 - Produtividade do milho na EDR de Votuporanga – 1990.....	80
6.1.3 - Produtividade do milho na EDR de Votuporanga – 1994.....	83
6.1.4 - Produtividade do milho na EDR de Votuporanga – 1997.....	83
6.1.5 - Produtividade do milho na EDR de Votuporanga – 1998.....	86
6.1.6 - Produtividade do milho na EDR de Votuporanga – 2001.....	86
6.2 – Comportamento da produtividade na EDR de Pindamonhangaba.....	89
6.2.1 - Produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba – 1974.....	89
6.2.2 - Produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba – 1978.....	90
6.2.3 - Produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba – 1981.....	90
6.2.4 - Produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba – 1982.....	94
6.2.5 - Produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba – 1985.....	94
6.2.6 - Produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba – 1986.....	97
6.2.7 - Produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba – 1990.....	97
6.2.8 - Produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba – 1994.....	100
6.2.9 - Produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba – 1998.....	102

6.2.10- Produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba – 2001.....	102
7 – ANÁLISE DA VARIABILIDADE E DA TENDÊNCIA CLIMÁTICA NA EDR DE VOTUPORANGA (SP) E DE PINDAMONHANGABA (SP).....	105
7.1 – Análise da variabilidade.....	105
7.2 – Análise da tendência.....	111
7.3 – Influência do El Niño na variabilidade e na tendência da pluviosidade nas EDRs de Votuporanga e Pindamonhangaba.....	139
8- VERANICO: UM PROBLEMA PARA A CULTURA DO MILHO.....	141
8.1 – Frequência e duração dos veranicos na EDR de Pindamonhangaba e na EDR de Votuporanga.....	142
9 – BALANÇO HÍDRICO E A CULTURA DO MILHO.....	146
9.1 – Análise do comportamento hídrico nos solos das EDRs de Votuporanga e Pindamonhangaba.....	149
9.2 – Variações do balanço hídrico nas EDRs de Votuporanga e de Pindamonhangaba.....	150
9.3 – Variações decendiais hídricas na EDR de Votuporanga.....	150
9.4 – Balanços hídricos seqüenciais na EDR de Votuporanga.....	151
9.4.1 – Balanço hídrico seqüencial e a produtividade do milho em 1986.....	151
9.4.2 - Balanço hídrico seqüencial e a produtividade do milho em 1990.....	152
9.4.3 - Balanço hídrico seqüencial e a produtividade do milho em 1994.....	152
9.4.4 - Balanço hídrico seqüencial e a produtividade do milho em 1997.....	153
9.4.5 - Balanço hídrico seqüencial e a produtividade do milho em 1998.....	153
9.4.6 - Balanço hídrico seqüencial e a produtividade do milho em 2001.....	154
9.5 – Variações decendiais hídricas na EDR de Pindamonhangaba.....	156
9.6 – Balanços hídricos seqüenciais na EDR de Pindamonhangaba.....	157
9.6.1 - Balanço hídrico seqüencial e a produtividade do milho em 1974.....	157
9.6.2 - Balanço hídrico seqüencial e a produtividade do milho em 1978.....	157
9.6.3 - Balanço hídrico seqüencial e a produtividade do milho em 1981.....	158
9.6.4 - Balanço hídrico seqüencial e a produtividade do milho em 1982.....	159
9.6.5 - Balanço hídrico seqüencial e a produtividade do milho em 1985.....	159

9.6.6 - Balanço hídrico seqüencial e a produtividade do milho em 1986.....	160
9.6.7 - Balanço hídrico seqüencial e a produtividade do milho em 1990.....	161
9.6.8 - Balanço hídrico seqüencial e a produtividade do milho em 1994.....	161
9.6.9 - Balanço hídrico seqüencial e a produtividade do milho em 1998.....	162
9.6.10 - Balanço hídrico seqüencial e a produtividade do milho em 2001....	163
 10 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	 180
11 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	185
12 – ANEXOS.....	203

ÍNDICE DA TABELAS

- ii -

Tabela 1 – Evolução da área e produção no Brasil de 1970 a 2001.....	70
Tabela 2 – Média, desvio-padrão e coeficiente de variação da precipitação anual na EDR de Votuporanga.....	108
Tabela 3 – Média, desvio-padrão e coeficiente de variação da precipitação anual da EDR de Pindamonhangaba.....	111
Tabela 4 – Dados estatísticos da precipitação para o município de Américo de Campos.....	204
Tabela 5 – Dados estatísticos da precipitação para o município de Cardoso.....	205
Tabela 6 – Dados estatísticos da precipitação para o município de Parisi.....	206
Tabela 7 – Dados estatísticos da precipitação para o município de Orindiuva.....	207
Tabela 8 – Dados estatísticos da precipitação para o município de Paulo de Faria..	208
Tabela 9 – Dados estatísticos da precipitação para o município de Riolândia.....	209
Tabela 10 – Dados estatísticos da precipitação para o município de Valentil Gentil.	210
Tabela 11 – Dados estatísticos da precipitação para o município de Votuporanga...	211
Tabela 12 – Dados estatísticos da precipitação para o município de Cosmorama....	212
Tabela 13 – Dados estatísticos da precipitação para o município de Santa Branca...	213
Tabela 14 – Dados estatísticos da precipitação para o município de Natividade da Serra.....	214
Tabela 15 – Dados estatísticos da precipitação para o município de Paraibuna.....	215
Tabela 16 – Dados estatísticos da precipitação para o município de Caçapava.....	216
Tabela 17 – Dados estatísticos da precipitação para o município de Campos de Jordão.....	217
Tabela 18 – Dados estatísticos da precipitação para o município de Jambeiro.....	218
Tabela 19 – Dados estatísticos da precipitação para o município de Igaratá.....	219
Tabela 20 – Dados estatísticos da precipitação para o município de Jacareí.....	220
Tabela 21 – Dados estatísticos da precipitação para o município de Monteiro Lobato.....	221
Tabela 22 – Dados estatísticos da precipitação para o município de Pindamonhangaba.....	222

Tabela 23 – Dados estatísticos da precipitação para o município de Redenção da Serra.....	223
Tabela 24 – Dados estatísticos da precipitação para o município de São Bento do Sapucaí.....	224
Tabela 25 – Dados estatísticos da precipitação para o município de São José dos Campos.....	225
Tabela 26 – Dados estatísticos da precipitação para o município de São Luis do Paraitinga.....	226
Tabela 27 – Dados estatísticos da precipitação para o município de Taubaté.....	227
Tabela 28 – Frequência dos veranicos na EDR de Pindamonhangaba (SP) ocorridos no período de 1974 a 2001.....	143
Tabela 29 - Frequência dos veranicos na EDR de Votuporanga (SP) ocorridos no período de 1986 a 2001.....	144

Figura 1 – Mapa das Regionais Agrícolas do Estado de São Paulo.....	51
Figura 2 – Localização das EDRs de Votuporanga e de Pindamonhangaba com seus respectivos municípios no Estado de São Paulo.....	52
Figura 3 – Esquema representativo das feições climáticas individualizadas no território paulista dentro das células climáticas regionais e das articulações destas nas faixas.....	55
Figura 4 – Solos da EDR de Votuporanga – SP.....	57
Figura 5 – Divisão geomorfológica do Estado de São Paulo.....	59
Figura 6 – Solos da EDR de Pindamonhangaba – SP.....	64
Figura 7 – Brasil - Evolução da área e da produção do milho de 1970 a 2001.....	71
Figura 8 – Evolução da área, produção e produtividade do milho safra verão no Estado de São Paulo de 1942/43 a 2000/2001.....	73
Figura 9 – Mapa da produtividade do milho na EDR de Votuporanga no ano de 1986.....	81
Figura 10 – Mapa da produtividade do milho na EDR de Votuporanga no ano de 1990.....	82
Figura 11 – Mapa da produtividade do milho na EDR de Votuporanga no ano de 1994.....	84
Figura 12 – Mapa da produtividade do milho na EDR de Votuporanga no ano de 1997.....	85
Figura 13 – Mapa da produtividade do milho na EDR de Votuporanga no ano de 1998.....	87
Figura 14 – Mapa da produtividade do milho na EDR de Votuporanga no ano de 2001.....	88
Figura 15 – Mapa da produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba no ano de 1974.....	91
Figura 16– Mapa da produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba no ano de 1978.....	92
Figura 17 – Mapa da produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba no ano de 1981.....	93

Figura 18 – Mapa da produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba no ano de 1982.....	95
Figura 19 – Mapa da produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba no ano de 1985.....	96
Figura 20 – Mapa da produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba no ano de 1986.....	98
Figura 21 – Mapa da produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba no ano de 1990.....	99
Figura 22 – Mapa da produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba no ano de 1994.....	101
Figura 23 – Mapa da produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba no ano de 1998	103
Figura 24 – Mapa da produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba no ano de 2001.....	104
Figura 25 – Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Américo de Campos, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados.....	113
Figura 26 – Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Américo de Campos.....	113
Figura 27 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Cardoso, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados.....	114
Figura 28 – Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Cardoso.....	114
Figura 29 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Parisi, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados.....	115
Figura 30 – Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Parisi	115
Figura 31 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Orindiúva, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados..	116
Figura 32 – Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Orindiúva.....	116

Figura 33 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Paulo de Faria, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados.....	117
Figura 34 – Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Paulo de Faria.....	117
Figura 35 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Riolândia, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados.....	118
Figura 36 – Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Riolândia.....	118
Figura 37 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Valentim Gentil, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados.....	119
Figura 38 – Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Valentim Gentil.....	119
Figura 39 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Votuporanga, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados.....	120
Figura 40 – Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Votuporanga.....	120
Figura 41 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Cosmorama, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados.....	121
Figura 42 – Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Cosmorama.....	121
Figura 43 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Santa Branca, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados.....	124
Figura 44 – Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Santa Branca.....	124
Figura 45 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Natividade da Serra, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados.....	125

Figura 46 – Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Natividade da Serra.....	125
Figura 47 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Paraibuna, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados.....	126
Figura 48 – Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Paraibuna.....	126
Figura 49 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Caçapava, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados.....	127
Figura 50 – Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Caçapava.....	127
Figura 51 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Campos de Jordão, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados.....	128
Figura 52 – Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Campos de Jordão.....	128
Figura 53 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Jambeiro, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados.....	129
Figura 54 – Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Jambeiro.....	129
Figura 55- Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Igaratá, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados.....	130
Figura 56 – Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Igaratá.....	130
Figura 57 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Jacareí, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados... ..	131
Figura 58 – Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Jacareí.....	131

Figura 59 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Monteiro Lobato, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados.....	132
Figura 60 – Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Monteiro Lobato.....	132
Figura 61 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Pindamonhangaba, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados.....	133
Figura 62 – Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Pindamonhangaba.....	133
Figura 63 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Redenção da Serra, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados.....	134
Figura 64 – Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Redenção da Serra.....	134
Figura 65 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de São Bento do Sapucaí, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados.....	135
Figura 66 – Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de São Bento do Sapucaí.....	135
Figura 67 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de São José dos Campos, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados.....	136
Figura 68 – Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de São José dos Campos.....	136
Figura 69 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de São Luis do Paraitinga, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados.....	137
Figura 70 – Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de São Luis do Paraitinga.....	137
Figura 71 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Taubaté, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados.....	138

Figura 72 – Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Taubaté.....	138
Figura 73 – As fases fenológicas do milho.....	147
Figura 73a – Extrato do balanço hídrico Normal de Votuporanga para o período de 1986 a 2001.....	164
Figura 73b – Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Votuporanga para o período de 1986 a 2001.....	164
Figura 74a – Extrato do balanço hídrico sequencial de Votuporanga de 1986	164
Figura 74b – Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Votuporanga – 1986... ..	164
Figura 75a – Extrato do balanço hídrico de Votuporanga – 1989.....	165
Figura 75b – Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Votuporanga – 1989.....	165
Figura 76a – Extrato do balanço hídrico de Votuporanga – 1990.....	165
Figura 76b – Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Votuporanga – 1990.....	165
Figura 77a – Extrato do balanço hídrico de Votuporanga – 1993.....	166
Figura 77b – Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Votuporanga – 1994.....	166
Figura 78a – Extrato do balanço hídrico de Votuporanga – 1994.....	166
Figura 78b – Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Votuporanga – 1993.....	166
Figura 79a – Extrato do balanço hídrico de Votuporanga – 1996.....	167
Figura 79b – Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Votuporanga – 1996.....	167
Figura 80a – Extrato do balanço hídrico de Votuporanga – 1997.....	167
Figura 80b – Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Votuporanga – 1997.....	167
Figura 81a – Extrato do balanço hídrico de Votuporanga – 1997.....	168
Figura 81b – Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Votuporanga – 1997.....	168
Figura 82a – Extrato do balanço hídrico de Votuporanga – 1998.....	168
Figura 82b – Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Votuporanga	

– 1998.....	168
Figura 83a – Extrato do balanço hídrico de Votuporanga – 2000.....	169
Figura 83b – Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Votuporanga – 2000.....	169
Figura 84a – Extrato do balanço hídrico de Votuporanga – 2001.....	169
Figura 84b – Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Votuporanga – 2001.....	169
Figura 85a – Extrato do balanço hídrico normal de Pindamonhangaba para o período de 1974 a 2001.....	170
Figura 85b – Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Pindamonhangaba para o período de 1974 a 2001.....	170
Figura 86a – Extrato do balanço hídrico de sequencial de Pindamonhangaba – 1974.....	170
Figura 86b – Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Pindamonhangaba – 1974.....	170
Figura 87a - Extrato do balanço hídrico de Pindamonhangaba – 1977.....	171
Figura 87b - Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Pindamonhangaba – 1977.....	171
Figura 88a - Extrato do balanço hídrico sequencial de Pindamonhangaba – 1978..	171
Figura 88b - Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Pindamonhangaba – 1978.....	171
Figura 89a - Extrato do balanço hídrico de Pindamonhangaba – 1980.....	172
Figura 89b - Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Pindamonhangaba – 1980.....	172
Figura 90a - Extrato do balanço hídrico sequencial de Pindamonhangaba – 1981...	172
Figura 90b - Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Pindamonhangaba – 1981.....	172
Figura 91a - Extrato do balanço hídrico de Pindamonhangaba – 1981.....	173
Figura 91b - Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Pindamonhangaba – 1981.....	173
Figura 92a - Extrato do balanço hídrico sequencial de Pindamonhangaba – 1982...	173
Figura 92b - Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Pindamonhangaba – 1982.....	173

Figura 93a - Extrato do balanço hídrico de Pindamonhangaba – 1984.....	174
Figura 93b - Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Pindamonhangaba – 1984.....	174
Figura 94a - Extrato do balanço hídrico sequencial de Pindamonhangaba – 1985...	174
Figura 94b - Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Pindamonhangaba – 1985.....	174
Figura 95a - Extrato do balanço hídrico sequencial de Pindamonhangaba – 1985...	175
Figura 95b - Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Pindamonhangaba – 1985.....	175
Figura 96a - Extrato do balanço hídrico de Pindamonhangaba – 1986.....	175
Figura 96b - Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Pindamonhangaba – 1986.....	175
Figura 97a - Extrato do balanço hídrico de Pindamonhangaba – 1989.....	176
Figura 97b - Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Pindamonhangaba – 1989.....	176
Figura 98a - Extrato do balanço hídrico sequencial de Pindamonhangaba – 1990..	176
Figura 98b - Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Pindamonhangaba – 1990.....	176
Figura 99a - Extrato do balanço hídrico de Pindamonhangaba – 1993.....	177
Figura 99b - Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Pindamonhangaba – 1993.....	177
Figura 100a - Extrato do balanço hídrico sequencial de Pindamonhangaba – 1994..	177
Figura 100b - Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Pindamonhangaba – 1994.....	177
Figura 101a - Extrato do balanço hídrico de Pindamonhangaba – 1997.....	178
Figura 101b - Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Pindamonhangaba – 1997.....	178
Figura 102a - Extrato do balanço hídrico de Pindamonhangaba – 1998.....	178
Figura 102b - Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Pindamonhangaba – 1998.....	178
Figura 103a - Extrato do balanço hídrico de Pindamonhangaba – 2000.....	179
Figura 103b - Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de Pindamonhangaba – 2000.....	179

Figura 104a - Extrato do balanço hídrico sequencial de Pindamonhangaba – 2001.. 179

Figura 104b - Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica de

Pindamonhangaba – 2001..... 179

RESUMO

Para analisar esta relação clima versus produtividade do milho, foram escolhidas duas regiões no Estado de São Paulo, a primeira região é administrada pelo Escritório de Desenvolvimento Rural (EDR) de Votuporanga, e a segunda região é gerenciada pelo Escritório de Desenvolvimento Rural de Pindamonhangaba, regiões estas situadas no Norte e Sudeste do território paulista. Estas EDRs são grandes produtoras do milho safra das águas, sendo a EDR de Votuporanga uma das maiores produtoras do Estado de São Paulo. Além desta aptidão ao cultivo do milho, estas regiões possuem regimes pluviométricos distintos.

O milho safra verão é plantado no espaço paulista de outubro a novembro e nos meses de março a abril a produção já está definida, tomando a distribuição e a quantidade da precipitação, um fator fundamental para o desenvolvimento da cultura do milho, principalmente nos meses de outubro a março, período este que coincide com o ciclo vegetativo do cereal. A cultura do milho, com a ausência de água durante as fases de formação da espiga, reprodução e enchimento dos grãos (outubro a janeiro) são reconhecidas como as causas determinantes das menores produtividades.

Com a indicação dos parâmetros hídricos fornecidos pelo Balanço Hídrico e do mapeamento sistemático da produtividade agrícola do milho, demonstramos a influência do clima na queda produtividade agrícola, através das deficiências hídricas e dos veranicos ocorridos no período de análise.

Com base nestes resultados, pode-se afirmar que a variabilidade do clima no espaço paulista afeta diretamente a cultura do milho, podendo esta variabilidade estar associada à interferência do homem no geossistema. Faz-se necessário a formulação de políticas e estratégias para o desenvolvimento rural regional de curto prazo, para diminuir as perdas na produtividade agrícola paulista e elevar a economia deste importante Estado brasileiro.

Palavras-chave: Climatologia, Variabilidade Climática, Produtividade do Milho, Balanço Hídrico

ABSTRACT

To analyze this relation climate versus productivity of the maize, two regions in the State of São Paulo had been chosen, the first region is managed by the Office of Agricultural Development (EDR) of Votuporanga, and the second region is managed by the Office of Agricultural Development of Pindamonhangaba, regions this situated in the North and Southeast of the São Paulo territory. This EDRs is great producers of the maize harvest of waters, being the EDR of Votuporanga one of the producing greater of the State of São Paulo. Beyond this aptitude to the culture of the maize, these regions possess distinct rain behavior.

The maize harvest summer is planted in the São Paulo space of October the November and in the March months the April the production already is defined, becoming the distribution and the amount of the precipitation, a basic factor for the development of the culture of the maize, mainly in the October months the March, period this that coincides with the vegetative cycle of the cereal. The culture of the maize, with the water absence during the phases of formation of the spike, reproduction and wadding of the grains (October to January) is recognized as the determinative causes of the lesser productivities.

With the indication of the water parameters supplied by the water balance and of the systematic mapping of the agricultural productivity of the maize, we demonstrate to the influence of the climate in the fall agricultural productivity, through the waters deficiencies and of the veranicos occurred in the period of analysis.

With base in these results, this variability can be affirmed that the variability of the climate in the São Paulo space directly affects the culture of the maize, being able to be associated to the interference of the man in geosystem. One becomes necessary the formularization of politics and strategies for the regional agricultural development of short term, to diminish the losses in the São Paulo agricultural productivity and to raise the economy of this important Brazilian State.

Words-key: Climatology, Climatic Variability, Productivity of the Corn, Water Balance

1 - INTRODUÇÃO

A preocupação com a variabilidade climática e seus efeitos na agricultura, estão inseridos atualmente na pauta de discussões da sociedade global, neste início de século XXI, quando as grandes transformações no meio ambiente assumem grandes dimensões em função da intensidade da ocupação antrópica.

O homem provocou alterações em tão curto prazo no geossistema, o que levou milhares de anos para ser elaborado. Tais alterações se tornaram explícitas nas últimas décadas, através das emissões dos gases do efeito estufa (GEE), onde estes estão provocando o aquecimento global, fato este que tem alterado significativamente o clima da superfície terrestre.

Estima-se que o CO² responda por 55% do efeito estufa; o metano produzido por plantações de arroz, criações de animais e da decomposição do lixo orgânico, correspondem a 15%; os clorofluorcarbonos e gases usados para a refrigeração e nos extintores de incêndio, 24%; assim como o ozônio produzido nas camadas mais baixas da atmosfera, derivado da poluição automotiva e industrial, 6%. Além de outros gases que contribuem para o surgimento de um novo comportamento climático na Terra.

A importância da Geografia nos estudos das mudanças climáticas na escala regional, se torna uma ferramenta imprescindível para a compreensão da relação clima e organização do espaço, relação esta altamente dependente do desenvolvimento tecnológico e econômico de cada país.

Dentre os sistemas ambientais afetados pelas mudanças climáticas, a agricultura, através de seu estabelecimento como fonte primordial da alimentação humana e pela sua expansão, está sofrendo perdas agrícolas de grandes proporções, em decorrência das possíveis alterações climáticas.

Os mecanismos responsáveis pelas alterações climáticas, ainda são pouco conhecidos nas Ciências Ambientais. Porém, vivenciamos as alterações das mudanças climáticas, as quais tem ocorrido ao longo da história do globo terrestre, e este o é ponto principal em questão : “[...]separar as oscilações climáticas naturais daquelas decorrentes dos processos antropogenéticos [...]” (SANTOS, 2000).

Com relação aos efeitos das mudanças do clima sobre o meio ambiente, Jesus (1991) discorre:

Nos últimos anos muito se tem discutido sobre as mudanças climáticas. Desde o início da chamada era industrial o homem adquiriu técnicas que lhe permitiram cada vez mais controlar a natureza, por outro lado, a atmosfera serviu de certa forma de depósito para as toneladas de detritos. Conseqüentemente a natureza não tardou, com alterações em que se tornam difíceis separar as mudanças naturais das artificiais.

A este respeito em 2001, o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), publicou em junho deste referido ano, um relatório com três volumes sobre as mudanças climáticas, constatando a aceleração do aquecimento global, onde a influência humana é cada vez mais intensa.

Neste relatório concluem-se que a temperatura do planeta em 2100 poderá estar entre 1,4 a 5,8 °C mais elevada, tornando o sistema ambiental sujeito à ocorrência de desertificação, secas; inundações; aumento do nível do mar, assim como o desaparecimento de algumas espécies de animais.

Concluem-se também, que os gases oriundos das atividades antrópicas vem potencializando o efeito estufa, causando o aumento da temperatura, sendo que o grande “vilão” deste efeito maléfico na atmosfera, é o dióxido de carbono, que atingiu neste início de século, o seu índice mais elevado em 400 mil anos.

Outros dados são demonstrados no relatório do Ipcc (2001) onde se quantifica os acréscimos de 0,2 a 0,3% por década nas precipitações na faixa terrestre de 10°N a 10°S, por outro lado, as chuvas estão diminuindo na faixa de 10°N a 30°N, de aproximadamente 0,3% por década nas áreas continentais no século XX.

Algumas conseqüências das mudanças climáticas afetarão as sociedades mais pobres do mundo que são mais dependentes dos recursos hídricos, dos implemetos agrícolas e desprovidas de tecnologia e capital para mitigar os efeitos desta desestabilização climática (IPCC, 2001).

Christofoletti (1993) apresenta as conceituações das terminologias do relatório publicado pela World Meteorological Organization (MITCHELL, 1966) referente ao termo **mudança climática**. Apresenta como termo mais geral, abrangendo todas as formas de inconstâncias climáticas, independentemente da sua natureza estatística, escala temporal ou

causas físicas; podendo estas serem analisadas em diversas escalas temporais (longos, médios e curtos prazos) e espaciais (global, regional e local).

Segundo Mitchell (1966) citado por Christofolletti (1993) existem diversas formas de inconstâncias cujas ocorrências situam-se nas definições de tendência, descontinuidade, flutuação, variação, oscilação, vacilação, periodicidade e variabilidade climática. Estas categorias são compreendidas como:

- **tendência climática** é uma inconstância caracterizada por aumento ou diminuição monotônico dos valores médios de forma suave, no período do registro de dados. Essa tendência não é restrita a uma mudança linear ao longo do tempo, mas caracteriza-se por um mínimo e um máximo (ou um máximo e um mínimo) nos pontos terminais do registro;

- **descontinuidade climática** é inconstância que consiste em mudança abrupta e permanente e um valor médio para outro, durante o período de registro;

- **flutuação climática** corresponde a qualquer forma de mudança sistemática, regular ou irregular, caracterizada pelo menos por duas máximas (ou mínimas) e uma mínima (ou máxima) observadas no período de registro;

- **variação climática** é uma flutuação cujas características na escala temporal são suficientemente longas para resultar em diferença apreciável entre médias (ou normais) sucessivas, consideradas para intervalos específicos de tempo, geralmente na escala das décadas;

- **oscilação climática** é uma flutuação na qual a variável tende a se mover gradual e suavemente entre máximas e mínimas sucessivas;

- **vacilação climática** é uma flutuação na qual a variável tende a permanecer alternadamente em torno de dois (ou mais) valores médios, e a movimentação de um valor médio para outro ocorre a intervalos regulares ou irregulares;

- **periodicidade climática** é uma oscilação ou uma vacilação na qual as sucessivas máximas e mínimas ocorrem em intervalos de tempo aproximadamente iguais;

- **variabilidade climática** é a maneira pela qual os parâmetros climáticos variam no interior de um determinado período registrado. As medidas adequadas para expressar a variabilidade são geralmente consideradas como sendo o desvio padrão e o coeficiente de variação de séries temporais contínuas.

Várias são as teorias que analisam as mudanças climáticas no globo terrestre, sendo a maioria delas, partidária de que a origem destas mudanças possam ser causadas por fatores externos, tais como, mudanças dos parâmetros orbitais da Terra; intensidade de radiação solar, taxa de rotação da Terra; aspectos geográficos como a distribuição de terras e mares; composição da atmosfera; partículas de erupções vulcânicas e a liberação de calor devido às atividades antrópicas.

Desta forma, nesta pesquisa, será focalizada a variabilidade e a tendência climática, embutida na mudança climática de curto prazo, como foi colocado pela World Meteorological Organization (MITCHELL, 1966).

Estudos nesta escala tem sido desenvolvido por inúmeros pesquisadores, podendo ser destacados, entre outros, Christofletti (1993), Ayoade (1986), Tavares (2001), Sant'anna Neto (1995) e Santos (2000) onde esta pesquisadora verifica

[...] a variabilidade do clima a prazo mais curto está adquirindo cada vez maior importância como consequência das crescentes demandas sobre os limitados recursos naturais. Essa variabilidade que tem sido manifestada pelas desastrosas secas e por valores meteorológicos extremos registrados em muitas partes do mundo, e que tanto sofrimento humano tem causado e que tão negativamente tem influído no desenvolvimento econômico.

Do ponto de vista local, já se verificam as mudanças no comportamento da camada inferior da atmosfera, reflexo este demonstrado nos totais registrados nos elementos climáticos: precipitação, temperatura, regime pluviométrico e no balanço hídrico (CHRISTOFOLETTI, 1993).

A variabilidade dos elementos do clima afeta especialmente e de maneira significativa, a produção de alimentos, onde a demanda aumenta em função do crescimento da população mundial. Ayoade (1986) deixa claro que as condições climáticas “[...] exercem influência sobre todos os estágios da cadeia da produção agrícola, incluindo a preparação da terra, semeadura, crescimento dos cultivos, colheita, armazenagem, transporte e comercialização [...]”.

O objetivo principal deste trabalho é justamente apresentar resultados, visando minimizar os efeitos da variabilidade dos elementos atmosféricos, na cultura do milho no Estado de São Paulo, buscando neste sentido, proporcionar indicadores para o aperfeiçoamento do zoneamento e do calendário agrícola paulista. Para tanto, serão

analisadas duas regiões do Estado de São Paulo, com comportamentos climáticos distintos, face ao caráter transicional do clima neste espaço que é considerado como:

palco do conflito maior entre sistemas controlados pelas massas extra-tropicais, tropicais e equatoriais, além dos fenômenos frontológicos e do posicionamento geográfico do Estado na latitude do Trópico de Capricórnio e das suas condições altimétricas e de continentalidade, as chuvas acabam por constituir no principal elemento de análise climatológica, tanto pela sua variabilidade espacial quanto pela sua irregularidade temporal (SANT'ANNA NETO, 1995).

A variabilidade dos elementos climáticos anuais, sazonais, mensais, decendiais e diários são fundamentais para a análise das exigências climáticas para cada estágio da cultura, relacionando assim com os estudos fenológicos numa série de dados de variáveis climáticas que são enfatizadas por Brunini et al. (1983b):

Quanto mais importante economicamente é um vegetal, maior será a necessidade de se conhecer suas características climáticas e as possíveis variações que sofre ao se desenvolver em condições climáticas que não satisfaçam plenamente suas exigências.

O milho das “águas” foi a cultura escolhida para o presente estudo, visto que desempenha um importante papel sócio-econômico no espaço paulista. Apesar de ser a segunda cultura em área cultivada no Estado, verifica-se a importação do milho de outros países, especificamente da Argentina, mostrando que a demanda é muito superior a produção.

Até a década de 80, o Estado de São Paulo apresentou reduções sucessivas na taxa de crescimento anual da produção do milho, ocasionado pela substituição do milho, pelas culturas da cana-de-açúcar e da laranja. Através da introdução de novas tecnologias, tais como, a irrigação, o emprego de sementes selecionadas e da adubação e a utilização de defensivos agrícolas, o processo produtivo do milho começou a subir ano a ano, neste espaço, obtendo destaque em relação aos demais Estados brasileiros.

No período de 1961 a 1995, o rendimento médio da produção do milho no Estado de São Paulo é de aproximadamente 2,5 mil Kg/ha, numa área de aproximadamente de 1 milhão de hectares, onde a quantidade produzida tem aumentado sensivelmente (TSUNECHIRO et al., 1996). Estes dados apresentaram uma taxa de crescimento geométrico de 2,3%, resultado da evolução tecnológica empregada nas lavouras, somando-se às condições climáticas favoráveis. O crescimento da avicultura e o da suinocultura

também impulsionaram a produção do milho, visto que este representa 70% na composição da ração animal.

Desta forma, dada a relevância dos fenômenos das mudanças climáticas, o tema que se propõe neste estudo, enfocando o Estado de São Paulo, visa fornecer indicadores baseados na produtividade do milho, capazes de caracterizar a variabilidade e a tendência climática com base no estudo de séries temporais de registros de precipitação, temperatura, deficiência hídrica e do excesso hídrico.

2 - REVISÃO DA LITERATURA

Neste item da presente pesquisa serão analisados os trabalhos relacionados primeiramente, com a variabilidade das chuvas e com as mudanças climáticas, em seguida serão abordados os trabalhos relacionados com as características fisiológicas e hídricas do milho, e por último os trabalhos que analisam a relação do clima com as culturas agrícolas e os planejamentos agrícolas.

2.1) Trabalhos relacionados com a variabilidade das chuvas e com as mudanças climáticas

Setzer (1946) fez um estudo sobre a distribuição normal das chuvas no Estado de São Paulo, para explicar diversas questões pedológicas, diretamente inter-relacionado com o clima. O autor calculou as normais mensais, sazonais e anuais da pluviosidade no espaço paulista para 246 localidades, com uma média de 18 anos para o período de registro, que terminava no primeiro semestre de 1945. Setzer elaborou com base neste material, sete mapas, sendo o primeiro a distribuição das médias pluviométricas do Estado, e no restante dos mapas caracterizou a pluviometria das estações do ano, sendo os dois últimos mapas correspondentes aos meses mais secos e chuvosos. O autor concluiu que, na primeira metade do século XX, a estiagem, se tornou mais aguda e prolongada no espaço paulista, e a estação chuvosa se tornou mais curta e intensa, evolução esta que, segundo o autor, reflete os sinais de uma evolução climática ocasionados principalmente pelo desmatamento da vegetação paulista. De acordo com Setzer: “[...] São aliás unânimes as afirmações que o clima está mudando [...]”, que “[...] São Paulo não tem mais garoa [...]”, que “[...] o milho não pode ser mais plantado em setembro, mas em outubro [...]”.

Schroder (1956) realizou importante análise da distribuição das chuvas no Estado de São Paulo, através da análise da precipitação estabelecida no período de 1941 a 1951, com base em 249 postos pluviométricos espalhados pelo território. O objetivo do autor foi a elaboração de uma carta para a representação da distribuição das chuvas no período de análise, representando e delimitando também a distribuição regional e sazonal das áreas paulistas, visando o estabelecimento de culturas em áreas mais aptas do ponto de vista

hídrico. Schroder delimitou duas regiões com relação a distribuição das chuvas: a faixa costeira e o planalto paulista. A primeira região, o autor relata que o comportamento das chuvas são abundantes durante todo o ano, influenciado pelos ventos marítimos saturados de umidade; e a segunda região, o planalto paulista, a distribuição das chuvas estão condicionadas às áreas susceptíveis às correntes de circulação secundária. Com relação à distribuição sazonal das chuvas, o autor delimita três zonas: a zona Norte, com dois períodos um seco e um chuvoso; a zona Sul, caracterizada pela distribuição regular das chuvas anuais e a zona de Transição que se situa entre as duas zonas citadas anteriormente e que se comporta de maneira semelhante a Zona Sul, possuindo algumas diferenças na distribuição de intensidade de chuvas nos meses de inverno.

Penteado (1966) realizou importante análise, sobre o clima atuante na cidade de Rio Claro, que se situa na Média Depressão Periférica Paulista, definida como uma área de transição entre os climas extratropicais e intertropicais, é marcada pela enorme variabilidade espacial e temporal dos parâmetros climáticos, visto que esta região está sob interferência de três correntes de circulação regional. A autora testou esta variabilidade do clima no período de 1941 a 1963, concluindo que através do ritmo climático da região, pode-se ter dois períodos pluviais e térmicos que reúnem as estações do ano: outono-inverno (período mais seco) e a primavera-verão, totalmente oposta, caracterizando-se pelo excesso de chuva e altas temperaturas.

Monteiro (1973) analisando a dinâmica do clima e a pluviosidade no espaço paulista, entre 1941-57, verificou a análise rítmica da sucessão das massas de ar, assim com a gênese das chuvas causadas pela circulação das mesmas no Estado. De acordo com a quantidade total das precipitações anuais, são caracterizados três tipos de anos-padrão: seco, normal e úmido. A diferença está em função das atividades das massas polares, sendo que em ano de elevadas frequências das mesmas, ocorrem elevados índices de chuva, caso contrário, ocorrem anos secos.

Tarifa (1973) publicou o trabalho *“Sucessão de tipos de tempo e variação do balanço hídrico no Extremo Oeste Paulista”*, visando estudar as relações entre as sucessões

dos tipos de tempo e a variação do balanço hídrico, através do paradigma da análise rítmica, no extremo oeste paulista, especificamente no período de 1968/69. A partir disto, analisou a variação dos elementos climáticos somada aos tipos de tempo existentes, utilizou também o método do balanço hídrico para acompanhar o ritmo da variação diária da água no solo, e concomitante analisou as reações fenológicas do cultivo. Verificou que o extremo oeste paulista se apresenta com um outono regular, uma primavera bastante seca e um verão muito irregular no período de 1968/69.

Monteiro (1976) no seu trabalho intitulado '*O clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo: problemas e perspectivas*', procurou mostrar a relevância do clima na organização econômica e na delimitação do quadro geográfico paulista, através da análise e da gênese da distribuição dos fenômenos climáticos; o clima e a organização econômica; o clima e a sua relação com a qualidade do ambiente. Destaca também algumas proposições metodológicas sobre a variabilidade climática espacial e temporal.

Moraes (1979) em sua expressiva contribuição, apresenta um estudo sobre a variabilidade das precipitações anuais no Estado de São Paulo, visando primeiramente esboçar e classificar o clima sul-americano, situando o espaço paulista neste clima zonal. Várias técnicas matemático-estatísticas foram utilizadas pelo autor, entre elas, se destacam a da variabilidade absoluta e a relativa, que foram retiradas de 212 postos pluviométricos do DAEE, pontuados nas oito zonas hidrográficas do Estado de São Paulo. A determinação e o fornecimento de uma representação cartográfica, foi elaborado pelo pesquisador, com a exatidão possível dos coeficientes relativos aos totais anuais, variabilidade relativa, coeficiente de variação, de Helmann, Gherzi e Maures. Outras técnicas foram abordadas por Moraes, tais como a mediana, a moda e a média. O autor ao analisar 32 postos ao longo do período de estudo, observando que 65,6% deles mostraram-se como anos excessivamente úmidos e 34,4% como sendo secos. Com relação a flutuação dos regimes de precipitação, MORAES demonstra que as zonas: Primeira Bacia do Alto Tietê, Segunda Bacia do Médio e Baixo Tietê, Terceira Bacia dos rios Aguapeí e Peixe, Quarta Bacia dos rios Paranapanema e Santo Anastácio e Oitava Bacias do rio Turvo, rio Preto e São José dos Dourados tem valores pluviométricos médios relativamente constantes em torno de

1259 mm, enquanto a Quinta zona, Bacia da Vertente Atlântica, possui um valor maior que as outras zonas hidrográficas.

A quinta zona é a que apresenta a maior variabilidade absoluta média, com 301 mm, e com respeito a variabilidade relativa, o autor verificou que a Oitava zona atinge 17% e a Segunda, Quarta, e Quinta zona apresentam o mesmo valor 16%. No que diz respeito ao coeficiente de variação, o autor demonstra que “[...] existe uma correlação inversa entre os valores médios, isto é, a variabilidade tende a ser maior, onde as alturas das águas recolhidas são menores [...]”. Ao espacializar estes dados, através das isolinhas do coeficiente de variação, o autor delimita duas regiões bem diferentes, uma a oeste e outra a leste, sendo a primeira com coeficientes menores que 22,5%, e a última, os valores são maiores. Finalizando as conclusões, Moraes através dos coeficientes de Helmann, demonstrou que as precipitações pluviométricas anuais extremas tendem a aumentar com o passar do tempo, informação esta confirmada também pelo coeficiente de Gherzi.

Silva (1981) salienta que para uma melhor compreensão de um fenômeno espacial, mais precisamente, a variabilidade pluviométrica, se faz necessário de meios para a sua representação, onde as cartas temáticas cumprem este papel de fornecer uma “perspectiva espacial” demonstrando uma clareza na interpretação dos resultados obtidos. A autora exemplifica este trabalho, utilizando o Estado da Bahia, testando técnicas e os métodos, mostrando as facilidades e/ou dificuldades que cada um possui. À partir disto, realiza-se uma série de comparações utilizando as cartas temáticas. A autora conclui que a elaboração e a interpretação destas cartas, resulta na execução de resultados expressivos da variabilidade pluviométrica, que não são obtidos pelas cartas tradicionais.

Nimer e Brandão (1981) retomam a discussão sobre a busca de uma melhor adequação dos diferentes tipos de cultivo aos climas circundantes, onde o parâmetro disponibilidade hídrica seja favorável para se obter uma produção economicamente viável, conciliando a preservação do meio ambiente. A publicação dos autores traz de maneira simplificada, instruções práticas para o cálculo do balanço hídrico ano a ano à partir de valores mensais, constituindo-se em um importante subsídio para o conhecimento do espaço agrícola.

Simon e Defries (1992) autores do livro: “*Uma Terra, um futuro*”, chamam atenção para a influência humana na superfície do globo, já que o homem está destruindo em tão curto prazo o meio natural, o que levou milhares de anos para ser elaborado. O autor demonstra que o homem começou a modificar a paisagem com a descoberta do fogo, e atualmente, com o crescimento populacional e tecnológico alteraram e alteram profundamente o sistema terrestre, provocando mudanças, tais como, aquecimento do globo, destruição da camada de ozônio e a chuva ácida. Uma paisagem marcante que foi praticamente retirada, relata o autor, onde a vegetação deu lugar aos cultivos, “[...] sendo que a área dedicada à colheita expandiu 450% nos últimos 300 anos, chegando ao aumento mundial de aproximadamente 12,4 milhões de Km² [...]”. Em contrapartida, a expansão da agricultura, sofre perdas agrícolas em decorrência das possíveis alterações climáticas provocadas pelo aquecimento global:

Os eventos meteorológicos de 1988 (verão/quente e seco), porém, conseguiram dar-nos uma idéia dos tipos de efeitos ambientais e comerciais que podemos esperar se as atuais previsões sobre o aquecimento vierem a se concretizar. A colheita norte-americana de milho ficou comprometida pela seca no cinturão de grãos e a produção ficou abaixo do consumo (provavelmente pela primeira vez na história dos Estados Unidos), a ponto de nenhum grão ser adicionado às reservas do país.

Sant’anna Neto e Barrios (1992) estudaram a variabilidade e a tendência das chuvas na região de Presidente Prudente, extremo oeste paulista, utilizando um período de análise de 40 anos (1951-1990). Os autores visaram aprofundar o entendimento do desenho climático da região, levando em conta o “ritmo” e o “regime das chuvas”, fenômeno este que possui grande variabilidade nos climas tropicais, agregado ao fato de que o homem vem contribuindo para esta mudança do padrão climático regional. Os autores concluíram que existe uma variabilidade espacial e temporal das chuvas, onde a última reflete menos nos totais anuais do que na sua distribuição sazonal; sobre a tendência anual das chuvas, os pesquisadores relatam uma diminuição no verão. Finalizando, os pesquisadores demonstram que apesar da homogeneidade pluviométrica da região, as chuvas são caracterizadas pela variabilidade, devido principalmente a circulação secundária do que em relação às feições fisiográficas locais.

Christofolletti em 1993 publicou o trabalho *“Implicações geográficas relacionadas com as mudanças climáticas globais”*, preocupando-se inicialmente em conceituar expressões que estão ligadas às mudanças climáticas globais, tais como: variabilidade, oscilação e tendência; designando, caracterizando e diferenciando tanto no tempo como no espaço as definições abordadas. As mudanças climáticas globais afetam diretamente o fluxo de matéria e energia do sistema, delineando um novo comportamento das implicações geográficas, que são divididas pelo autor em diversas categorias, sendo elas: as baixadas litorâneas; química da atmosfera, circulação atmosférica e condições climáticas, modificações no geossistema; distribuição espacial da agricultura e as reações geomorfológicas.

Conti (1993) apresentou algumas considerações sobre as mudanças climáticas globais e regionais, verificando que não existe um consenso sobre os mecanismos responsáveis pelas alterações, no entanto mudanças significativas tem sido registradas, tais como desertificação nas zonas tropicais; lhas de calor urbanas e mudanças na posição da Zona Intertropical. O autor propõe uma definição de clima como:

o resultado de um processo complexo envolvendo atmosfera, oceano, superfície sólidas (vegetadas ou não), neve e gelo, apresentando uma enorme variabilidade no espaço e no tempo. A evolução do comportamento atmosférico nunca é igual de um ano para o outro e mesmo de uma década para outra, podendo se verificar flutuações à curto, médio e longo prazos . Podem ocorrer de formas muito variadas e em diferentes escalas, pois a atmosfera é um sistema termo-dinâmico que pode oscilar de um volume microscópico ao planetário e desde um tempo muito breve (segundos) a muito longo (milênios).

Christofolletti (1995) se preocupa em analisar a importância da Geografia Física nos estudos das mudanças ambientais, mais especificamente com relação às mudanças climáticas. O autor procura mostrar que a evolução do homem provocou alterações no geossistema, alterações estas ainda mais evidente, à partir do século XX, culminando na década 70, onde surgiram as primeiras pesquisas tratando das mudanças climáticas, causadas pela ação humana, atingindo as escalas locais, regionais e globais. O autor complementa o artigo, ressaltando a importância de dois trabalhos: Setzer (1946) e Christofolletti, A. L. H. (1991) que apesar dos resultados contraditórios, mostraram a

influência do desmatamento sobre as mudanças no regime pluviométrico no espaço paulista.

Nunes e Lombardo (1995) trazem em seu artigo “*A questão da variabilidade climática: uma reflexão crítica*”, um estudo de vários artigos que abordam o tema variabilidade climática, discutindo aspectos divergentes entre trabalhos analisados. As autoras delinearam quatro temas que se destacaram na discussão. O primeiro tema, se refere ao tratamento escalar que se dá a variabilidade climática, no qual elas corroboram com vários autores em que os estudos de variabilidade em escalas regionais e locais são os mais relevantes; o segundo tema observado, se relaciona com as técnicas utilizadas na elaboração dos estudos relativos a variabilidade, que atualmente com a adoção da estatística, apoiada pelos SIGs, estes oferecem um grande potencial para o desenvolvimento de modelos; o terceiro tema aborda os impactos que a variabilidade climática causa nas sociedades, onde as autoras apresentam várias considerações de outros pesquisadores, com destaque para Riesbame e Magalhães (1991) enfatizando que “[...] a maior integração econômica e desenvolvimento reduzem a vulnerabilidade dos impactos climáticos [...]”; e finalmente, o quarto tema abordado pelas autoras está vinculado à má qualidade dos dados utilizados na elaboração dos estudos, devido a descontinuidade espacial e temporal, leituras errôneas e outros vários problemas que são igualmente importantes.

Santos (1996) publica o trabalho “*Mudanças climáticas no Estado de São Paulo*”, procurando demonstrar que o espaço regional está passando por transformações climáticas sob uma perspectiva de que o homem seja o agente transformador, desde que passou da vida nômade para a sedentária, vem causando enormes mudanças no sistema ambiental, acentuada recentemente pelas emissões de gases estufa que resultam no aumento das chuvas; destruição da camada de ozônio, etc. A autora, através da tendência e da variabilidade das chuvas no Estado de São Paulo, utilizando dados de 22 postos pluviométricos de uma série de 52 anos (1941-1993), analisa as mudanças climáticas à de curto prazo, com base nos dados pluviométricos, procurando verificar a existência e as características das inconstâncias climáticas nos postos localizados nas nove feições climáticas localizadas no espaço paulista. Ao utilizar técnicas estatísticas das semi-médias e

da regressão linear, baseados no trabalho de Monteiro (1973), e principalmente no estudo de Sant'anna Neto (1995); a autora conclui que houve redução das chuvas em três unidades climáticas: Litoral e Planalto Atlântico Norte (Ubatuba), Vale do Paraíba (Paraibuna) e Mantiqueira (Campos de Jordão). Em equilíbrio, a porção Central do Litoral Paulista (Iguape), e o aumento das chuvas em todo o restante do Estado.

Sant'anna Neto (2000) investigou a influência dos períodos secos como os períodos chuvosos no espaço paulista, apresentando a tendência das chuvas nos últimos cem anos, através de uma tipologia pluvial de autoria própria, que traz uma carta síntese, baseada na classificação de Monteiro (1973). O autor classificou o território paulista em oito unidades regionais e em vinte e cinco subunidades, através da análise pluviométrica, demonstrando que as chuvas aumentaram 10% nos últimos 100 anos, ressaltando também uma periodicidade mais ou menos regular, tanto nos períodos chuvosos como nos períodos secos.

Ribeiro et al. (2001) apresentam no seu artigo intitulado “*A climatologia dinâmica na perspectiva da análise rítmica*” várias reflexões a respeito da climatologia dinâmica, assim como os principais pressupostos do paradigma da análise rítmica, que foi proposta pelo célebre geógrafo brasileiro Carlos Augusto Figueiredo Monteiro, que segundo o autor baseou-se na proposta do conceito de clima de Max Sorre, onde Monteiro acrescenta o termo “ritmo” a sucessão habitual dos tipos de tempo, o que demanda um acompanhamento diário das condições atmosféricas no espaço em questão. A partir disso, Ribeiro revela que na perspectiva de Monteiro “[...] os problemas de natureza ecológica, relacionados com a dinâmica da água, através do balanço hídrico, constituem-se em campo privilegiado para a aplicação da análise rítmica [...]”, assim como, “[...] os entendimentos dos problemas, os mais diretamente envolvidos com a estruturação do calendário agrícola e a produtividade das culturas [...]”.

Tavares (2001) apresenta no seu trabalho “*Variabilidade e mudanças climáticas*”, uma importante contribuição sobre o tema que vem afetando continuamente o globo terrestre. Partindo da definição de clima proposta por Sorre, o autor, complementa esta

definição e discute várias questões sobre variabilidade e mudanças climáticas, com base em vários autores, com destaque aos relatórios do IPCC (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas). A partir disso, o autor analisa o município de Piracicaba - SP, para por em prática os conceitos analisados, utilizando dados termo-pluviométricos de 1917-1997, com base no paradigma da análise rítmica e estatística. Tavares conclui que o fenômeno El Niño Oscilação Sul participa intensamente na variabilidade do clima, e que as alterações na atmosfera, gerados pelo comportamento antrópico, estão interferindo na mudança dos regimes termo-pluviométricos, principalmente nas grandes cidades e nas zonas industriais. A capacidade de suporte desses eventos calamitosos, assim como as projeções de mudanças futuras, decorrerá, segundo o autor, “[...] das condições econômicas e tecnológicas e dos aspectos culturais dos diferentes países [...]”.

2.2) Trabalhos relacionados as características fisiológicas e hídricas do milho

Ettori e Falcão (1966) demonstraram a importância econômica industrial da cultura do milho que, deste cereal na forma bruta extrai-se mais de 120 derivados para a indústria e representa também a maior fonte de alimento para a ração animal. No Estado de São Paulo, os autores destacam as regiões Norte e Sudoeste como as principais zonas produtoras (1966).

Carvalho (1967) realizou uma importante análise, no seu livro: “*Aspectos geoeconômicos da produção do milho*”, percorrendo inicialmente sobre a importância do cultivo devido a sua multiplicidade de usos. Sua classificação botânica e suas formas genéticas, são mostradas pelo autor que enumera mais de seis formas genéticas cultivadas no mundo. Mais adiante o pesquisador faz uma descrição minuciosa desde o sistema radicular até as características dos grãos de milho (cor e forma). Finalmente o autor traça um perfil geoeconômico do Brasil sobre a produção do milho, que se desenvolve sob duas formas básicas: a subsistência e a produção em larga escala, sendo nesta última produzida nas regiões Sudeste e Sul do Brasil.

Une (1979) procurou analisar a influência dos parâmetros climáticos sobre as culturas de amendoim, arroz, cana-de-açúcar, feijão, mandioca, milho e soja, na região de Campo Grande (MS), utilizando dados diários da pluviosidade (1934-76); temperaturas máximas e mínimas e a umidade relativa do ar (1955-76), e também dados anuais da pluviosidade dos municípios de Campo Grande (1959-69) e Terenos (1966-69). A autora conclui que o fator clima influencia diretamente o cerrado (Campo Grande), principalmente como área produtora de milho, mas apenas as variáveis climáticas não são suficientes para compreendermos a relação **clima X produção**, é preciso segundo a autora, estudar os tipos de solos, comportamento do mercado e o uso de implementos agrícolas para entendermos melhor esta correlação **clima X produção**.

Baruqui (1980) preocupou-se em estudar no artigo “*Solos para a cultura do milho*” a interação dos fatores edafoclimáticos que atuam no ótimo desenvolvimento da cultura do

milho. A ênfase é dada pelo autor nas características físicas do solo, tais como, textura, estrutura, porosidade, profundidade efetiva, topografia e drenagem. Os solos de texturas média, demonstra o autor, são os mais recomendados para a cultura do milho, cujos teores de argila estejam próximos de 30-35%, que possibilitam uma drenagem adequada das águas da chuva ou irrigação e apresentam boa capacidade de absorção. Os tipos de estruturas edáficas mais adequadas ao milho, são as granulares que permitem maior liberdade de circulação de água e de ar, assim como o sistema radicular. A porosidade mais adequada, afirma o autor, deve apresentar 50-60% de porosidade total, onde os macro e micro poros estejam em proporção razoavelmente semelhantes. Com relação a profundidade efetiva Baruqui relata que, para o milho obter um grande potencial de desenvolvimento, é desejável que o solo seja profundo (1 a 2 metros). Concluindo o artigo o autor tece comentários sobre a topografia, onde esta deve ter declives de até 8 a 10%, para facilitar a mecanização e o controle à erosão; e a drenagem da área onde se cultiva o milho deve ser boa, em função da sensibilidade do milho em não suportar água parada, mostrando então que não se pode cultivar milho em áreas alagadiças.

Coelho et al. (1980) realizaram um estudo dos cultivares de milho no Estado de Minas Gerais, no qual as sementes híbridas são adotadas em quase todo seu território. Os diferentes tipos de cultivares existentes, afirmam os autores, podem ser utilizados de acordo com o objetivo de exploração e com os problemas edafoclimáticos de cada região. Segundo os autores, o cultivar mais indicado para a produção de grãos (silagem) é o milho tradicional. Outro cultivar utilizado para a alimentação de animais é o milho opaco, que possui uma boa qualidade, principalmente no que se refere ao valor nutricional. No entanto, devido ao baixo rendimento e pouca resistência às pragas é difícil encontrá-lo no mercado. Os cultivares que são destinados diretamente para a alimentação humana são o milho doce e o milho pipoca, como afirmam os pesquisadores. O primeiro se destaca pela sua utilização em escala comercial, como o milho enlatado e o milho para ser consumido “*in natura*”. O milho pipoca se apresenta de forma tímida ainda no mercado nacional, por não possuir cultivares com boa capacidade de expansão.

Marinato (1980) demonstra a versatilidade de usos que o milho possui, desmistificando que a irrigação para o cereal é antieconômica, afirmando que o uso deste incremento, no caso, a irrigação, a produtividade irá cobrir os gastos com seu custeio, assegurando, portanto, uma boa margem de lucro. Baseado em Daker (1970), o autor relata que o tempo de rega do milho varia de acordo com o solo, estágio de desenvolvimento e clima, podendo variar de 5 a 7 dias para as regiões áridas e muito quentes, durante o período mais crítico (floração, pendoamento e polinização); em regiões úmidas o uso de irrigações suplementares e ocasionais são recomendadas. Marinato descreve dois sistemas de irrigação utilizados na cultura do milho, o sistema por sulcos e por aspersão. O primeiro sistema, a água é distribuída por sulcos de 15 a 20 cm de profundidade aberto entre as fileiras das plantas; na irrigação por aspersão a água é distribuída em forma de chuva artificial com a ajuda de equipamentos especiais, permitindo uma grande economia de água e eficiência na rega apesar do custo elevado para sua implantação.

Moura e Oliveira (1980) publicaram o trabalho “*Aspectos econômicos da cultura do milho*”, descrevendo inicialmente a origem do milho, afirmando ser uma das plantas comestíveis mais antigas de nossa civilização, produzida atualmente no mundo todo. A importância desse produto, segundo os autores, não restringe ao fato de ser produzida em grande volume e sobre uma grande extensão de área, mas também ao papel sócio-econômico que representa. Nesta atividade agrícola, sua produção e comercialização, centenas de milhares de pessoas encontram seu sustento, onde é usada diretamente na alimentação humana e de animais domésticos, constituindo também, matéria prima básica para uma série expressiva de produtos industrializados, movimentando grandes complexos industriais onde milhares de empregos são criados.

Silva e Antunes (1980) verificaram a importância de quantificar as influências sobre o desenvolvimento e a produção do milho, analisando as disponibilidades térmicas e hídricas para as plantas em suas diversas fases. Segundo várias experiências realizadas por Aspiazu (1971) e Brunini (1971), a temperatura é o elemento mais decisivo, assim em regiões onde a temperatura média diária no verão é inferior a 19°C ou a noturna cai abaixo de 12,8°C, o milho não tem condições de produzir. “[...] O milho não é muito exigente em

umidade [...]”, ressalta os pesquisadores, sua necessidade torna-se crescente à partir da germinação para atingir o seu ótimo a partir da fertilização. Para determinar o uso da irrigação e a aptidão do cultivo, o balanço hídrico é peça fundamental para sabermos as exigências hídricas desta cultura.

Brunini et al. (1983a) investigaram a influência da falta de água no solo em variedades de milho para constatar suas reações, visando o aprimoramento genético dos cultivares afim de obterem variedades resistentes à seca. O estudo foi realizado no Centro Experimental de Campinas, durante os anos agrícolas de 81/82 e 82/83 no período de outubro a março, com os seguintes resultados: a variedade Maya Latente tem maior sensibilidade para abertura e fechamento dos estômatos, tendo por isso maior resistência à seca.

Liu e Liu (1983) realizaram importante trabalho sobre a Região do Vale do rio São Francisco, direcionando o estudo para a seleção da época adequada para o plantio do milho e do sorgo, visando minimizar os riscos à seca, tão comum na região em questão. Foram escolhidas três cidades, com suas respectivas séries temporais de pluviosidade: Sete Lagoas (26 anos), Várzea de Palma (38 anos) e São Francisco (41 anos). Dez épocas de plantio, de 5 em 5 dias, de 16 de outubro a 30 de novembro, foram utilizadas para avaliar a menor ocorrência de seca, durante o ciclo fenológico das culturas, baseados no método do balanço hídrico. As melhores épocas para a semeadura segundo os autores se inicia em 21 de outubro indo até 05 de novembro para todas as áreas estudadas.

Libera (1985) preocuparam-se em estudar a determinação da evapotranspiração da cultura do milho para que, se necessário, seja adicionado água através de irrigação. Diante dos resultados apresentados pelos estudiosos conclui-se que, para os dois cultivares estudados, a relação determinada entre a evapotranspiração máxima e a evapotranspiração potencial estimado pelos diferentes métodos, aumentou progressivamente com o desenvolvimento do ciclo, atingindo valores máximos durante o florescimento/enchimento dos grãos, diminuindo até a maturação fisiológica.

Magnavaca e Parentoni (1990) realizaram importante análise sobre as sementes selecionadas e as sementes híbridas do milho, apresentando os conceitos básicos, iniciando pela reprodução de uma planta de milho, onde o vento exerce um grande papel para a reprodução das espigas, mas que a área de cultivo precisa ter um isolamento de 400 metros de outras lavouras de milho para não haver contaminação ou cruzamento com outras variedades. Para criar as sementes selecionadas, segundo os pesquisadores, os melhoristas aproveitam as variedades puras obtidas pelos agricultores e criam diferentes variedades através da seleção artificial, procurando aproveitar as melhores características de cada variedade. Outro tipo de semente de milho são os chamados híbridos, no qual, o pressuposto básico é que o híbrido resulta do cruzamento de duas ou mais variedades. No final do trabalho, os autores discutem o que é melhor para o agricultor, o híbrido ou a variedade, e demonstram que para uma agricultura tecnificada, o híbrido é melhor, mas para o pequeno agricultor as variedades melhoradas são recomendadas, principalmente pela reutilização das sementes para a próxima safra.

Shaun (1990) analisa a produção do milho pelos pequenos agricultores que são responsáveis por mais da metade da produção nacional, nos quais estes foram prejudicados pelas ações governamentais, que incentivou a utilização da semente híbrida, ação esta iniciada na década de 40, chegando a década de 90 a um impasse enorme, principalmente com relação ao preço da semente híbrida, onde 1 Kg de semente, chega a custar 15 Kg de grãos produzidos. Outros fatos são mencionados pelos autores em decorrência da adoção do híbrido no Brasil, a partir da década de 40, houve a substituição total do uso das sementes puras pelas sementes híbridas adquiridas no mercado, fazendo com que novas gerações deixassem de conhecer a semente pura (variedade) como alternativa para plantio; o agravamento econômico no meio rural fez com que os pequenos agricultores ao utilizarem as sementes de segunda geração do híbrido, diminuíssem a produção em 25% a cada safra. O resultado disso tudo, mostra que os agricultores estão utilizando um material muito pior que eles utilizaram há 50 anos.

Medeiros et al. (1991) trazem em seu trabalho, uma possibilidade de avaliar as relações entre o rendimento de grãos e a evapotranspiração relativa, em sete períodos da

planta; identificando principalmente os períodos mais críticos a deficiência hídrica. Os ensaios foram realizados em sete anos agrícolas e em diferentes épocas da semeadura e concluíram que o período mais suscetível à deficiência hídrica, segundo os autores, foi a que compreendeu dez dias antes do pendoamento e até dez dias, após o final do espigamento.

Liu et al. (1992) realizaram importante análise, através do desenvolvimento de um modelo de previsão, utilizando dados de satélite para estimar a produtividade do milho na micro-região de Ribeirão Preto, somado ao fato de poder comparar seus resultados com os obtidos na aplicação do Modelo Cerez-Maize e do modelo estatístico. Através disto, procuram relatar a influência de uma nova perspectiva de análise espacial, incorporando uma técnica de sensoriamento remoto, na previsão de safras, mostrando-se altamente recomendável, embora com erros bem maiores em relação aos dois modelos utilizados na comparação. “[...] Este recurso é uma fonte valiosa, já que acompanha o crescimento das culturas em grande escala e em tempo hábil, fornecendo estimativas da variação espacial e da produtividade [...]”, destacam os autores ao descreverem também a necessidade de um maior enfoque neste ramo de pesquisa.

Costa e Liu (1992) no artigo intitulado “*Aplicação do modelo Cerez-Maize para a previsão da produtividade da cultura do milho na micro-região de Ribeirão Preto (SP)*”, as pesquisadoras testaram a aplicabilidade do Modelo Cerez-Maize, onde ele simula o crescimento, desenvolvimento e a produção do milho. A aplicação deste modelo foi realizado na micro-região de Ribeirão Preto, obtendo estimativas satisfatórias, principalmente nas datas dos ciclos fenológicos (embonecamento, maturidade). A previsão do modelo se torna ainda mais precisa, quanto maior a área considerada, mostrando o enorme potencial que este modelo tem para estimar a produtividade em grandes áreas.

Di Pace e Di Pace (1992b) trazem em seu trabalho “*Fenologia da cultura do milho (Zea mays L.) em Santana do Ipanema (AL)*” um exemplo de como a variabilidade da precipitação traz mudanças sazonais numa determinada região, tomando a produtividade das culturas extremamente dependentes destas variações. A cultura em debate é o milho,

onde a falta de água durante as fases de formação da espiga, reprodução e enchimento dos grãos é reconhecida como as causas determinantes de uma menor produtividade. A avaliação da disponibilidade de umidade nas fases fenológicas do milho e a identificação da época que oferece menor risco à produtividade foram os objetivos do trabalho para um período de 74 anos de dados diários de chuva. Concluindo, os autores enfatizaram que o suprimento hídrico não é suficiente e o uso da irrigação faz-se necessário, favorecendo as culturas que fossem semeadas no decêndio de 10 a 20 de março.

Brunini et al. (1995) promoveram uma discussão sobre a expansão da produção do milho safrinha no espaço paulista. Entretanto para que isto se realize com sucesso, os autores propuseram determinar as épocas de plantio do milho safrinha, no qual o método utilizado para viabilizar esta expansão foi o método de plantios sucessivos com diferentes cultivares semeados nas duas principais regiões produtoras de safrinha do Estado de São Paulo: as regiões Norte-Nordeste e as regiões Sul-Sudeste. Os resultados indicaram que os fatores que impedem o desenvolvimento dos cultivos nas regiões Sul-Sudeste é a temperatura (maio-junho), enquanto nas demais regiões é a deficiência hídrica e a taxa de radiação, os principais fatores inibidores.

Farnese (1995) faz um relato do comportamento do mercado do milho no Brasil, mostrando que a produção na safra 94/95, somada ao estoque seria capaz de atender ao consumo estimado em 35,35 milhões de toneladas. A evolução do consumo do cereal está ligado diretamente com o crescimento dos setores produtores de frango e suínos, responsáveis por 45% da demanda total, demanda esta que é acelerada pelo elevado aporte tecnológico que vem permitindo competir com a carne bovina. Quanto ao desempenho da safrinha, destaca o autor, está crescendo bastante, passando 451 mil toneladas nas safras 89/90 para 1,6 milhões na safra 93/94, triplicando em 5 anos de produção.

Mundstock (1995) publicou o trabalho “*Aspectos fisiológicos da tolerância do milho ao frio*”, destacando as alterações ocorridas no milho, quando este cereal sofre uma drástica alteração do seu metabolismo em decorrência das baixas temperaturas que atingem o dossel. O milho é adaptado a regimes de altas temperaturas, conforme Mundstock,

quando enfrenta uma queda rápida de temperatura, a estrutura fisiológica do milho não está adaptada a este tipo de “stress”, causando alteração no potencial de produção. O limite inferior tolerado pelo milho tem sido considerado de 10°C. O autor chama também a atenção para algumas propostas para driblar as baixas temperaturas que afetam o milho: manipulação genética, adoção de culturas precoces e a redução dos subperíodos.

Oliveira et al. (1995) procuram mostrar no trabalho *“Evapotranspiração máxima do milho pipoca com as fases de desenvolvimento caracterizados pelo acúmulo de graus-dia”*, a interação da evapotranspiração potencial, com o ciclo fenológico, caracterizado pelo acúmulo graus-dia, que determina com precisão a duração das fases fenológicas, delimitando principalmente os estágios que exigem uma maior demanda hídrica.

Sans et al. (1995) ressaltaram a importância no estabelecimento de áreas de maior viabilidade de plantio de safrinha no Estado de Minas Gerais, em diferentes ambientes edafoclimáticos, visando minimizar os riscos para os agricultores. Para tanto, foram consideradas a precipitação e a capacidade de armazenamento de água no solo como parâmetros para este zoneamento, nos quais os resultados mostraram que a água é um fator de extrema importância no período crítico, que vai da floração até a maturação; portanto o plantio de safrinha sem irrigação é inviável no Estado de Minas Gerais.

Santos e Flores (1995) verificaram no trabalho *“Distribuição espacial da cultura do milho na região de Ribeirão Preto”*, a evolução da produção da cultura do milho nas séries temporais 1974/75 e 1988/89, na DIRA de Ribeirão Preto, região esta que se destaca e foi considerada uma das mais importantes áreas produtoras de milho no espaço paulista. Com o auxílio do Sistema de Informação Geográfica GEO+INF+MAP no acompanhamento temporal da distribuição espacial da cultura do milho, mostrou que até o final da década de 70, a DIRA de Ribeirão Preto possuía 26% da área cultivada com milho no Estado e na década de 80, decresceu para 18%, indicando que houve substituição da atividade agrícola da DIRA de Ribeirão Preto.

Sawazaki et al. (1995) trazem no seu trabalho “*Comportamento da produtividade de cultivares de milho safrinha nas regiões Norte e Noroeste do Estado de São Paulo em 1993/94*”, um teste realizado nestas regiões citadas anteriormente, respectivamente nos anos de 1993 e 1994, utilizando 5 cidades de cada região, no qual avaliou-se 38 cultivares de milho safrinha, para indicar a produtividade e a estabilidade da produção. A interação dos cultivares com o local foi significativa em todos os agrupamentos, onde a maior produção obtida, foi na região Noroeste, tendo como destaque a alta produtividade, na região de Votuporanga, a qual foi beneficiada pela adubação verde.

Tsunechiro et al. (1995) realizaram importante análise, no artigo intitulado “*Custo operacional da cultura do milho no Estado de São Paulo*”, com o objetivo de comparar os custos de produção da cultura do milho em duas áreas produtoras: o Vale do Paranapanema e a Alta Mogiana; em duas épocas distintas de plantio em 1994, visando identificar o comportamento do produtor de milho em relação ao risco da atividade. Nesta análise comparativa, os dados dos custos de produção da cultura do milho nas duas regiões analisadas, permitiu aos autores concluir que, os investimentos em tecnologia para a produção do cereal são inversamente proporcionais ao risco da atividade, isto é, a medida que o plantio se afasta da época recomendada, o risco de ocorrência de adversidades aumenta, e o agricultor procura minimizar as probabilidades de perda, reduzindo os dispêndios com a cultura para poder obter um lucro maior.

Tsunechiro et al. (1996) investigaram a evolução da produtividade média brasileira da cultura do milho no período de 1961 a 1995, analisando a evolução dos principais Estados produtores, visando conhecer os potenciais e as limitações, utilizando dados da primeira safra para os Estado de São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Minas Gerais e Goiás, nos quais contribuíram com 83,6% da produção nacional em 1995. Os resultados obtidos mostram um crescimento de 1,9% ao ano no território brasileiro, com maiores aumentos em Goiás, 2,6% ao ano e em São Paulo, com 2,3% ao ano, e os menores crescimentos em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul com 1,5% e 1,9% respectivamente. Observaram também que as diferenças são significativas entre os Estados devido principalmente ao emprego de

sementes selecionadas; tipos de cultivo e o tamanho de área plantada para o prognóstico da produção no período analisado.

Alfonsi (1996) em sua tese de Doutorado intitulada “*Épocas de semeadura para cultura do milho (Zea mays L.) no Estado de São Paulo, baseadas na probabilidade do atendimento hídrico em fases fenológicas críticas*”, realizou uma expressiva contribuição sobre a cultura do milho no Estado de São Paulo, que atualmente se destaca como uma das principais culturas geradoras de divisas para o Estado. O autor relata que a base produtiva do milho está sobre os pequenos produtores e que, conseqüentemente, estão sujeitos às condições climáticas regionais, no qual a precipitação se destaca como o fator principal para a otimização da produção no Estado de São Paulo. O milho, destaca o autor, possui alguns estádios fenológicos críticos que são primordiais para o bom desenvolvimento da planta – florescimento e o enchimento dos grãos – que necessitam de água suficiente para realizarem suas atividades biológicas. Devido a alta variabilidade da chuva no espaço paulista, Alfonsi salienta que a ocorrência de escassez das chuvas durante os estágios fenológicos citados irão prejudicar a produção final.

A orientação das melhores épocas de plantio, foram expostas pelo autor, para três tipos de cultivares de milho – superprecoce, precoce e tardio – adotando períodos à partir de primeiro de setembro, em períodos de dez dias, caracterizados pelas maiores possibilidades de atendimento da necessidade de água, através da chuva, nos estádios críticos do dossel, diferenciando regionalmente as potencialidades de produção.

As regiões estudadas foram representadas pelas cidades de Campinas, Ribeirão Preto, Mococa e Votuporanga, regiões estas que se destacam como grandes produtoras de milho, e com a distribuição sazonal das chuvas, concentrada nos meses de outubro a março, obtendo assim, uma maior disponibilidade de água para todo o ciclo da cultura do milho na safra normal ou na de “verão”. Em contrapartida as regiões representadas pelas cidades de Assis e Capão Bonito, observa o autor, são prejudicadas com relação a probabilidade de atendimento hídrico, nas épocas tradicionais de plantio, de outubro a dezembro (ALFONSI, 1996). Os resultados se invertem quando Alfonsi analisa os resultados do milho “safrinha” relatando “[...] as análises das épocas de semeadura simuladas para o período de janeiro a

março, demonstrando maiores probabilidades de produção para o milho safrinha em função do atendimento hídrico, para a região do Vale do Paranapanema [...]”.

Prado (1996) fez um estudo dos solos paulistas, onde ele apresenta alguns critérios de classificação relacionando-os com as principais superfícies geomorfológicas, mostrando também as topossequências de vários municípios do Estado, levando em consideração a altitude, parâmetro este, essencial para a cultura do milho. Além disto, este estudo mostra as características químicas e granulométricas dos solos paulistas. Esta caracterização edáfica, visa preencher estudos realizados no passado, tendo como meta principal o subsídio ao planejamento das atividades agrícolas, onde o fator solo age com uma condição de primazia no que diz respeito ao desenvolvimento das culturas.

Tsunechiro e Okawa (1996) apresentam neste artigo intitulado “*Perspectivas da safrinha do milho em 1996*”, a confirmação da redução da área de plantio de milho na safra verão em 7,3% em relação à 1995, na região Centro-Sul, região esta que terá sua produção afetada devido a uma severa e prolongada estiagem no Rio Grande do Sul e nos demais Estados o veranico trouxe sérios prejuízos à cultura. A previsão prevista, descrevem os autores, para a safra verão no Centro-Sul terá um declínio de 17,4% em relação a safra de 94/95. No que diz respeito ao prognóstico para o milho safrinha é favorável, no ano de 96, desde que semeado na época recomendada pelos Institutos de Pesquisa.

Silva et al. (1997) observaram que as culturas brasileiras, tais como, o arroz, o milho, o feijão, a mandioca, o algodão e a soja, obtiveram um aumento e também redução na sua produção na safra de verão de 1996/97. O destaque segundo os autores é para o milho, onde obteve um aumento de 14,5% em relação a safra anterior, crescendo em função do aumento da produtividade, compensando a queda na área plantada (-1,4%). As condições climáticas foram benéficas para o milho na região Centro-Sul, afirma os autores, com exceção para o Rio Grande do Sul e Santa Catarina que sofreram com a estiagem; no Estado de São Paulo o clima e o aumento na área de plantio (+1,7%) ajudaram o desenvolvimento da cultura de verão, propiciando um aumento de produção de 1,6% em relação a safra 96/97.

Tsunechiro e Arias (1997), buscaram verificar as perspectivas de rentabilidade econômica da cultura do milho “safrinha”, em 1997 nas regiões produtoras do Centro-Sul, inicialmente relatando a mudança que ocorreu nos últimos 10 anos, onde o milho perdeu espaço na safra verão para a soja, mas na safrinha, o milho superou as expectativas em 96, aumentando sua área de plantio, devido principalmente a possibilidade do uso mais racional dos fatores de produção, evitando a ociosidade das terras durante o ano, já que o preço nesta época (safrinha) do cereal é maior, somado ao fato, do custo operacional ser inferior ao do custo da safra de verão. A perspectiva de plantio para o milho safrinha, em 97 é que ocorra em período recomendado, já que a probabilidade de ocorrência de adversidades climáticas é bem pequena no ano citado, afirmam os autores.

Tsunechiro et al. (1997) realizaram importante análise no artigo, “*Prognóstico agrícola 1997/98: algodão, arroz, milho e soja*”, mostrando as expectativas de produção das principais culturas brasileiras no período de 1997/98. O milho, segundo os pesquisadores do Instituto de Economia Agrícola (IEA), teve um aumento de 11,5% em relação a safra 96/97 que foi de 36 milhões de toneladas. Esta premissa no aumento da quantidade de grãos é consequência da melhoria dos níveis de produtividade do milho “safrinha”, sobretudo através do aumento da área de plantio; condições climáticas favoráveis e a melhora da tecnologia empregada nas principais regiões produtoras, tendo como destaque o Centro-Oeste. A demanda de suprimento de milho cresceu 2%, devido ao crescimento dos setores de aves e suínos, destacam os pesquisadores, ressaltando ainda que estes dois setores são os maiores consumidores de milho no Brasil, que ainda necessita 350 mil toneladas importadas na entressafra, da Argentina.

Tsunechiro (1998) realizou importante estudo no artigo “*Causas e efeitos do aumento da área do milho safrinha*”, analisando a redução em área da cultura do milho, sendo ela ocupada pela soja, na safra 97/98, situação esta, que vem se concretizando ao longo dos últimos anos, onde a cultura do milho está perdendo espaço para a soja, a cana-de-açúcar e o citrus, culturas mais rentáveis, deslocando o milho para áreas de menor aptidão edafoclimática, implicando num maior investimento para a correção das condições físico-químicas dos solos e no aumento do risco contra as adversidades climáticas. Nas

regiões de concentração da lavoura de soja, a cultura do milho safrinha, já apresenta uma parcela maior que a cultura tradicional de verão, verificando um deslocamento temporal, em sucessão a uma cultura de verão.

Tsunechiro (2000a) realizou importante análise, demonstrando como a estiagem (seca), vem prejudicando a produção de milho safrinha nos últimos 15 anos no Estado de São Paulo, principalmente nos meses de abril a maio, onde a pluviosidade é baixa, ou inexistente prejudicando o florescimento e o enchimento dos grãos, fases críticas do cereal. A região de Orlandia e Barretos, a segunda maior região produtora de milho safrinha do Estado, com a falta de chuva, tiveram uma redução de 80% da produção esperada, cerca de 200 mil toneladas; e a região do Médio Vale do Paranapanema, principal área produtora, as perdas estimadas foram de 65%, prejuízos estes, segundo o autor, que deverão provocar impactos negativos na próxima safra, devido, principalmente, a inadimplência em instituições bancárias e a falta de condições de custear a próxima safra verão.

Tsunechiro (2000b) apresenta no trabalho *“Perspectiva de produção do milho e de outros grãos no Estado de São Paulo, na safra 2000/01”*, um perfil da produção paulista do milho, na safra 2000/01, obtendo um aumento de 12,2%, representando 5,8% da produção brasileira de grãos. A produção da safra verão de milho, segundo o autor, está estimada em 33.000 mil toneladas, com um aumento de 24,8%, graças à expansão do plantio (+17%) e o aumento previsto da produtividade (+6,6%). A produção brasileira está estimada em 34.572 mil toneladas (+24,7%), e corresponde segundo o autor a um novo recorde histórico da produção, superando a safra 1994/95, no qual o milho provavelmente irá ocupar o lugar da soja, com relação a cultura de maior área cultivada no país.

Tsunechiro (2000c) chama atenção no artigo *“Estimativa de oferta e demanda de milho no Estado de São Paulo, anos safra 1998/99 e 1999/00”* para a atuação do Grupo de trabalho ligado a Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, grupo este que vem atuando na estimativa do milho, em todo Estado de São Paulo. Este grupo, segundo Tsunechiro, reúne-se trimestralmente para definir o sistema de estimativa do levantamento de informações de dados da produção e consumo de milho no Estado, por todos os

segmentos da cadeia produtiva do cereal. As estimativas do Grupo de Trabalho, afirma o autor, para os anos safra 1998/99 e 1999/00, a necessidade de importação de 34,6% pelos consumidores paulistas, foi motivado pela frustração na safrinha, em função das fortes geadas e da estiagem que atingiu o espaço paulista na temporada 2000/01.

Tsunechiro (2001) em sua análise no artigo *“Câmara Setorial do milho: proposta de acordo de preço e estimativas de oferta e demanda no Estado de São Paulo”*, preocupou-se em mostrar, a significativa redução de importação de milho em São Paulo, que atingiu 18%, na safra 2000/01, contrapondo-se ao consumo que aumentou 7,3%, devido a expansão da avicultura e a pecuária de corte, onde esta obteve um crescimento significativo no consumo (128,8%).

3.3) Trabalhos relacionados com a análise da relação clima com as culturas agrícolas e os planejamentos agrícolas

Mota e Rosinha (1955) procuraram mostrar no trabalho intitulado “*Ocorrência de seca no período crítico do milho no Rio Grande do Sul*”, a relevância da cultura do milho no Rio Grande do Sul, levando em conta o fenômeno da seca e sua frequência que afeta drasticamente os rendimentos do milho na região. É importante ressaltar que os autores utilizaram métodos preconizados por Azzi (1954). Um exemplo é colocado no artigo para demonstrar a importância do fator “seca”, no rendimento do milho, onde esta cultura no período de 1952/53, da variedade “chamua” foi cultivada em duas regiões com climas diferentes, onde a produção foi de 474 Kg/ha, divergindo da produção da região onde não houve seca, que obteve um rendimento de 2147 Kg/ha, mostrando que a ocorrência do período crítico do milho varia de região para região, onde a altitude e a temperatura condicionam a época da semeadura.

Guadarrama (1971) realizou importante análise sobre a produção de arroz no Estado de São Paulo, através do ritmo pluvial, no ano agrícola de 1967-68. A autora considerou o ritmo da distribuição das chuvas no período em foco, procurando descobrir as causas de sua irregularidade e seus efeitos na rizicultura paulista pela análise da circulação atmosférica secundária. O ritmo climático no ano em análise, constituiu-se num padrão fora do habitual, devido ao atraso das chuvas no mês de setembro e a ausência de chuvas no fim de janeiro e início de fevereiro, favorecendo, portanto, a elevação da temperatura somada a estiagem, causada pela estabilização do tempo, graças a atuação permanente da Massa Tropical Atlântica, prejudicando seriamente os cultivos de arroz que se encontravam no período mais crítico de sua fenologia. As perdas de produção, segundo a autora, foram significativas no Sul e Centro-sul do Estado, não atingindo as propriedades com maior produção situadas no Norte do Estado, área esta que não sofreu com as altas temperaturas e a seca ocasionadas nas outras regiões. Finalizando, a autora relata que apesar do aumento da área cultivada não resultou em maior produção, devido principalmente a irregularidade do ritmo pluvial no espaço paulista.

Vilela (1973) relatou as relações existentes na produção agrícola com as variações dos elementos climáticos, onde estes são passíveis de previsões, as que já são realizadas em vários países visando obter estimativas da qualidade e da quantidade da produção. Segundo o autor, as estações meteorológicas agrícolas podem auxiliar nas previsões, medindo e controlando os parâmetros meteorológicos concomitantemente com as fases do ciclo vegetativo das culturas agrícolas. Países como ex-URSS, Grã-Bretanha e França são citados pelo autor, na atuação preditiva das condições climáticas, onde os índices de acerto se posicionam entre 80 a 90%. No Brasil, Vilela ressalta o primeiro trabalho feito pelo IPEA, para monitorar a influência climática sobre os principais produtos agrícolas do Centro-Sul brasileiro. O parâmetro meteorológico que se destaca, conforme o autor, é o balanço hídrico de Thorthwaite (1955). O autor conclui que a cultura do algodão em São Paulo e no Paraná, podem chegar a perdas significativas, chegando a índices de 45%.

Camara (1976) em sua dissertação de mestrado intitulada: “*Os insumos climáticos no sistema de produção do trigo no Estado de São Paulo*”, procurou mostrar a importância do zoneamento agroclimático na agricultura, relatando que: “[...] o zoneamento, procurando a organização espacial da agricultura, visaria colocar o produto certo (mais lucrativo) no lugar certo (ecologicamente apto) [...]”. A autora trabalha sob o paradigma rítmico, testando a influência das variações rítmicas do clima sobre o calendário e suas repercussões, bem como a aptidão espacial da cultura do trigo no Estado de São Paulo, no período de 1961 a 1970. A autora conclui que o clima e suas variações rítmicas durante o período de estudo influenciou diretamente os resultados obtidos na produção de trigo. Através da escolha dos anos-padrão pode-se observar uma grande diferença na produção, que se manifestou apropriada e apta no Vale do Paranapanema, região limítrofe entre as faixas extra e intertropical.

Santos (1979) em sua dissertação de mestrado “*A importância da variação do regime pluviométrico para a produção canavieira na região de Piracicaba (SP)*”, investigou a influência da distribuição e da quantidade da pluviosidade na produção de cana-de-açúcar, na região de Piracicaba, na década de 60. Foram selecionados os anos padrão seco (1963), normal (1964) e o padrão chuvoso (1965), através da distribuição das

chuvas, desde a escala anual até a diária. Foram analisados o fenoclima da cultura e a água retida no solo na fase de crescimento. A autora verificou que o ano mais produtivo foi o ano padrão chuvoso, divergindo do ano padrão seco que foi considerado um ano não produtivo e, o ano padrão normal considerado como um ano agrícola com uma produção média, com exceção de algumas localidades.

Santos (1981) em sua Tese de Doutorado intitulada “*Influências climáticas associadas às pedológicas e econômicas na produção de cana-de-açúcar nos núcleos canavieiros no Estado de São Paulo*”, realizou uma importante análise, identificando e avaliando a influência dos principais fatores que afetam o nível de produtividade e a flutuação da oferta nos anos de 1959-60 e 1973-74, nas áreas produtoras de cana: Jaú, Ribeirão Preto e Piracicaba. A autora analisou desde o clima (escolha dos anos-padrão) até o comportamento hídrico no solo, sempre associando aos conhecimentos da fenologia da planta; e conclui que a relação chuva-produtividade, em alguns núcleos, estão diretamente ligados, no qual o aumento das chuvas reflete no aumento da produtividade, principalmente no período de crescimento, e com relação ao suprimento de água no solo, o déficit hídrico é uma realidade nos três núcleos analisados, afetando drasticamente a produtividade. Finalizando, a autora, através do modelo econométrico, obteve variações de 41,7% do rendimento agrícola, ocorridas nos núcleos analisados.

Brunini et al. (1983b) promoveram um estudo, chamado “*Efeito dos elementos climáticos no desenvolvimento da cultura do milho*”, cultura esta que, segundo os pesquisadores, encontra condições para o seu desenvolvimento em todo o território brasileiro, com exceção para algumas regiões. É ressaltado também a importância dos estudos de aptidão agroclimática, na qual eles definem zoneamento agroclimático como:

Uma maneira de determinar para a região a cultura ou o tipo de cultivar com condições de desenvolver economicamente em função dos elementos climáticos. Porém, o zoneamento agroclimático pode e deve ir um passo mais adiante, de modo que, além do cultivar e/ou região a ser caracterizada, a melhor época do plantio fosse também determinada, para que as fases fenológicas críticas tivessem probabilidade menor devido às adversidades climáticas.

É destacado pelos autores que estes zoneamentos são confeccionados em escalas regionais, isto é, em aspectos macroclimáticos, não relacionando efeitos locais do mesoclima ou microclima.

Mota (1983) ressaltou no artigo: “*Previsão e probabilidade agrometeorológica de cereais no Brasil: uma revisão*”, a importância do desenvolvimento de modelos visando a previsão meteorológica com relação aos rendimentos dos cereais, tais como: o milho, a soja, o arroz, o feijão, e o trigo produzidos principalmente na região Centro-Sul do Brasil. O autor destaca no artigo que vários autores vem apresentando uma revisão de conceitos e tipos de modelos clima-rendimento, incluindo os aspectos básicos e práticos dos modelos de regressão estatística múltipla e que alguns problemas podem ser encontrados no uso destes modelos para estimativas. O destaque no desenvolvimento de modelos, foi o estabelecimento de métodos confiáveis para o cálculo do balanço hídrico diário e de índices de seca, pois no Brasil, a principal causa da variação dos rendimentos dos cereais de verão é a ocorrência de secas.

Wadsted (1983) preocupou-se em estudar a influência do clima sobre a produção agrícola, no Estado de São Paulo durante o período de 1948-1967, para as culturas do milho, arroz e cana-de-açúcar. O autor utiliza como parâmetro climático a precipitação e a temperatura, que foram fornecidos pelo INMET; e os dados de volume de produção e área utilizados foram retirados do Ministério da Agricultura e pela Secretaria da Agricultura de São Paulo. Com o cruzamento dos dados, o autor demonstra que a atuação do clima revelou ser significativo em determinados meses do período de registro para a produção agrícola das três culturas abordadas. Para evitar perdas sobre o volume de produção, Wadsted propõe uma “[...] necessidade de aumento da previsão da produção agrícola [...]”, visando a utilização desta, para a elaboração de políticas de curto prazo.

Nishimura et al. (1985) verificaram no trabalho conduzido no período de dezembro de 83 a março de 84 no Campus da Unesp-Jaboticabal, as formas de utilização de energia colocadas à disposição da cultura do milho, através da participação do saldo de radiação que quantifica os fluxos energéticos verticais sobre o cultivo, procurando sua correlação

com as medidas fenológicas da cultura. Os resultados verificados mostraram que através das variações diurnas, a maior parcela do saldo de radiação, foi utilizada para o fluxo de calor latente no período do florescimento e um decréscimo acentuado desta parcela no período de maturação.

Nunez et al. (1985) trazem em seu trabalho, a seleção entre quatro métodos de estimativas de graus-dia, aquele que apresenta a menor variabilidade. Outro objetivo proposto pelos autores é a determinação dos graus-dia acumulados em cada fase fenológica de três variedades de milho, desde a emergência até a maturação. Os ensaios mostraram que método de Brown foi o que apresentou a menor variabilidade dentre os métodos analisados; e as exigências de graus-dia das variedades Br 120, AG 120 e Pionner Precoce 6875 foram 3725, 3694 e 3450, respectivamente.

Costa et al. (1986) ressaltaram a importância do zoneamento agroclimático e do planejamento agrícola, onde o primeiro delimita as áreas mais indicadas em que determinada cultura, encontra seu regime hídrico energético ideal para produzir o seu máximo de acordo com o seu potencial genético, atendendo à sua produtividade e rentabilidade econômica, tomando-se um item fundamental no planejamento agrícola, que somado ao conhecimento pedológico e das condições sócio-econômicas das áreas em questão, torna-se possível a formulação de políticas e estratégias para o desenvolvimento regional rural.

Maunder (1986) investigou a influência da seca e suas consequências de um modo geral, já que esta adversidade atinge desde a escala local até a escala global, afetando três grandes sistemas: o agrícola, o social e o econômico. O autor relata que através do início de uma perturbação climática, origina-se um evento meteorológico, uma estiagem por exemplo, resultando na queda da produção, que irá repassar estes impactos para os setores econômicos, sociais e políticos, fazendo com que esta adversidade climática influencie tanto na propriedade produtora até no mercado internacional. Maunder descreve também o impacto de um evento climático específico no comportamento do preço das mercadorias, podendo trazer efeitos consideráveis, afetando as exportações, a capacidade de importar e a

taxação dos preços para o consumidor. O autor cita um exemplo, que aconteceu nos Estados Unidos, com o preço do feijão em 1979, que através da antecipação das condições do tempo, o seu valor subiu rapidamente, praticamente dobrando de preço.

Neto e Vilela (1986) publicaram o trabalho “*Veranico: um problema de seca no período chuvoso*”, enfatizando os riscos de produção de cereais com relação a ocorrência aos veranicos nas fases mais críticas da planta, onde os cultivos não suportam o déficit hídrico. Verifica-se no trabalho, reduções de até 60% no rendimento do milho, quando o déficit hídrico foi simulado até o enchimento de grãos. Os autores propuseram medidas mitigadoras para minimizar os efeitos adversos do veranico, baseado em Alves (1984), tais como, a calagem acima da quantidade recomendada, adubação verde, construção de terraços, redução da compactação dos solos, plantio nas épocas recomendadas, utilização de cultivares aptos a escassez de água, utilização de quebra-ventos e o cultivo consorciado.

Prates et al. (1986) investigaram a influência da radiação solar, temperatura e precipitação nos cultivos realizados nas regiões tropicais, onde estas variáveis climáticas são agentes causadores de baixa produtividade. A radiação solar, segundo os autores, determina a queda de produtividade de determinada cultura, devido a Densidade do Fluxo de Radiação Solar (DFRS), que possui uma variação diária, em função, por exemplo, da nebulosidade, que retém em dias nublados aproximadamente 90% da radiação, prejudicando a fotossíntese; ou prejudicando a produtividade pelo excesso de intensidade solar que aquece a massa vegetal, aumentando as taxas de respiração, transpiração e produção de matéria seca. As temperaturas elevadas são destacadas pelos pesquisadores como a causadora da redução da fase fenológica compreendida entre o início do enchimento dos grãos até a maturação na maioria das culturas. As chuvas são destacadas também como parâmetro definidor de produtividade nas regiões tropicais, devido a vários fatores: irregularidade sazonal, agente erosivo de grande monta e que provoca a lixiviação dos solos.

Resende (1986) fez um estudo mostrando alguns aspectos pedoclimáticos pertinentes aos ambientes agrícolas, apresentando informações sobre as qualidades

pedoclimáticas de ecossistemas brasileiros. O autor destaca a importância da radiação solar, dependendo da época do ano, existe uma maior insolação nas áreas cultivadas, devido aos diferentes declives e exposições das vertentes. Outro parâmetro destacado pelo autor é a temperatura do solo, onde o regime térmico dominante nos solos brasileiros é isoeptérmico ($> 22^{\circ}\text{C}$), sendo solos que com o aumento da temperatura decompõem a matéria orgânica, ao contrário dos solos das regiões subtropicais que possuem maior acúmulo de matéria orgânica, devido aos solos serem isotérmicos ($15 - 22^{\circ}\text{C}$).

Cerqueira (1987) investiga neste trabalho realizado no município de Cianorte (PR), a influência de vários fatores que afetam a produtividade do milho. O primeiro fator se refere a disponibilidade de água e de temperaturas ideais para o desenvolvimento do cereal, mostrando que, nas fases vegetativa e de crescimento, o milho necessita de 20% da demanda hídrica total necessária para a produção e concomitante, temperaturas médias de 25°C , onde a floração e a maturação ocorrem com maior facilidade. Outro fator que a autora destaca, é com relação ao potencial genético da planta que se encontra com grande variedade, os chamados híbridos que cada vez mais são elaborados para se adaptar às condições ambientais regionais.

Ossio e Pino (1988) discorrem sobre os elementos climáticos que estão intimamente ligados na influência da produção milho. Segundo os pesquisadores, o período de maior sensibilidade ao suprimento de água e condições de temperatura, situa-se entre os meses de dezembro à março, ou seja, no período de seu maior desenvolvimento e na floração das plantas. A partir desta afirmação os autores quantificaram a necessidade de precipitação para o milho nas suas diversas fases, onde no plantio (outubro a novembro) o milho necessita de 33% (150 a 200 mm); 42% (200 a 250 mm) durante o pleno desenvolvimento e floração (dezembro a janeiro); e 25% (110 a 150 mm) durante a formação e maturação das espigas (fevereiro a março). Durante a colheita (abril em diante) as chuvas são desnecessárias e até prejudiciais.

Vicente et al. (1988) investigaram a influência das adversidades climáticas sobre as perdas de rendimento e produção do café, laranja, cana-de-açúcar, milho, arroz, algodão e

da soja, no período de registro de 1958-87, realizado pelo IEA/CATI-SP. Outro enfoque dado pelos autores diz respeito a investigação das medidas tomadas pelo Governo Federal motivadas pelas adversidades climáticas. Os parâmetros climáticos utilizados pelos autores para identificar as perdas de rendimento foram: a deficiência hídrica, a precipitação e as temperaturas mensais, onde a geada foi utilizada apenas para as culturas do café e da laranja (culturas perenes). Os autores verificaram que os déficits hídricos provocaram quebra do rendimento em até 50% para as culturas do milho e do arroz. A ausência de água também prejudicou o café, que também sofreu com as fortes geadas, afirmaram os autores. Concluíram ainda que: “[...] as necessidades de água das culturas e as adversidades climáticas aumentaram ao longo do tempo [...]”. No que diz respeito as ações governamentais perante as condições adversas do clima, Vicente et al. comentam que o Governo Federal proporcionou grandes acréscimos na oferta do crédito rural, no caso do café; e depois da estiagem de 1985, houve a importação de alimentos, no qual os autores citam como exemplo de cultura de importação, a do milho.

Camargo et al. (1989) realizaram uma importante contribuição para o Estado de São Paulo elaborando o “*Zoneamento de aptidão agroclimática*” para o Estado de São Paulo baseado em uma carta única de classificação climática, trazendo informações térmicas e hídricas, totalizando um total de 100 classes climáticas, onde para cada classe climática, são indicadas as culturas que encontram plena aptidão climática ou aquelas que se encontram com aptidão restrita, dando ênfase na relação com as culturas comerciais.

Sansigolo (1989) investigou a influência da precipitação diária na cidade de Piracicaba (SP), visando a definição de eventos de interesse para o planejamento agrícola, tais como: o risco de veranicos e o início e o fim da estação chuvosa. O autor enfatiza que a maioria dos trabalhos envolvendo o planejamento agrícola são analisados em períodos decendiais, fazendo com que muitas informações sejam perdidas, embora a complexidade da análise diária seja um dos fatores primordiais para estudos que são realizados em períodos acumulados (5, 7, 10 dias). Em 70 anos de precipitações diárias no município, o autor mostra que são inexistentes as sequências de veranicos com mais de 15 dias, mas

existe uma probabilidade de 40% de ocorrer veranicos com sete dias de duração no período chuvoso que se inicia no dia 24 de setembro e termina em 5 de março.

Gama et al. (1990) estudaram a influência dos fatores climáticos na produção do milho pipoca, relatando que este cultivar não pode ser plantado em locais ou em épocas onde a temperatura mínima seja inferior a 10°C e a temperatura máxima não ultrapasse 40°C. Com relação à precipitação os autores destacam a necessidade de uma distribuição e que seja suficiente para as necessidades fisiológicas das plantas, no qual índices inferiores a 40% de disponibilidade resultará na queda de produção. A boa distribuição das chuvas é ressaltada ainda, principalmente para as fases de pendramento e no enchimento dos grãos. A época do plantio do milho pipoca, segundo os autores vai de setembro a novembro, onde os plantios tardios correrão riscos de perdas ou diminuição da produção, devido ao veranico.

Feio (1991) em seu livro: *“Clima e agricultura: exigências climáticas das principais culturas e potencialidades agrícolas do nosso clima”*, preocupou-se inicialmente em descrever a história do milho (*Zea mays*.), desde sua domesticação no México até ser trazido ao Brasil pelos portugueses. Logo em seguida, o autor relata os parâmetros edafoclimáticos que a cultura exige para se obter uma boa produção e exemplifica esta produção citando o *“corn belt”* americano, o maior produtor de milho do mundo.

Di Pace et al. (1992a) no trabalho realizado no sertão de Alagoas, colocam em discussão a necessidade da diminuição dos riscos de perda da produção agrícola, através da falta de água. A partir disto, propuseram a necessidade de uma irrigação suplementar decendial para as culturas de milho e de feijão, visando a utilização mais racional dos recursos hídricos da região. Os resultados mostraram que faz-se necessário o uso de irrigação durante todo o ciclo das culturas e, principalmente no segundo plantio que se inicia em abril.

Santos (1992) procurou analisar a variabilidade e a tendência da pluviosidade e suas implicações com a produção agrícola, das principais culturas anuais e semi-perene na DIRA de Ribeirão Preto, procurando mostrar as principais mudanças da análise climática na mesma região nos períodos 1974-75 e 1988-89. Através do processo de modelagem, utilizando a deficiência hídrica; número de dias de chuva e área cultivada, procurou-se explicar a produção agrícola, cujos resultados demonstraram coeficientes de determinação significativos, tendo como destaque a variação da quantidade de água no solo, variável esta, que foi determinante na produção da DIRA de Ribeirão Preto (SP).

Ribeiro (1993) realizou importante análise dos aspectos conceituais da chamada “*Climatologia Geográfica*” utilizando autores como Sorre (1934) e Monteiro (1971) para abordar o entendimento da organização espacial da agricultura, através de uma análise temporo-espacial dos parâmetros climáticos que resultam em dois fatores primordiais para a agricultura: o calendário agrícola e o zoneamento agroclimático. O autor discute criteriosamente os estudos relacionados a zoneamentos regionais que foram resultados de modelos de regressão para mapear os parâmetros térmicos; modelos de Thornthwaite para realizarem o balanço hídrico, e tantos outros modelos que utilizaram valores médios não levando em conta a probabilidade de ocorrência de eventos extremos, de incidência rara, que aniquilam a produção de muitas safras. Finalizando suas idéias, o autor coloca, que para uma classificação climática aplicada à agricultura em uma determinada região, é imprescindível o conhecimento prévio das exigências climáticas de cada cultura para a delimitação de seus limites e na reciprocidade entre os ritmos habituais de tipos de tempo com o comportamento fenológico das culturas, sincronia esta que não foi levada em conta na elaboração dos estudos agroclimáticos brasileiros.

Santos e Volpe (1993) procuram mostrar a relevância dos modelos de previsão, que realizam as inter-relações dos parâmetros climáticos com a produção agrícola. A área de pesquisa escolhida foi a região de Ribeirão Preto, onde a maior produção de arroz do Estado (90%) é oriunda desta área, e em função disto, a vulnerabilidade com relação ao ritmo do regime pluviométrico é muito grande. Os resultados alcançados, indicam que os rendimentos da cultura do arroz, estão ligados diretamente com a água disponível no solo,

assim como o número de dias de chuva, auxiliam na previsão do rendimento e da produção agrícola em locais que existam postos pluviométricos de primeira ordem.

Santos (1993) no seu artigo intitulado “*Tendências das chuvas no nordeste paulista e os problemas ligados com as pesquisas em climatologia agrícola*”, analisa primeiramente as terminologias empregadas em mudanças climáticas, proposta por vários autores. A autora através da **tendência** – uma terminologia dentro do contexto das mudanças climáticas – procurou mostrar o aumento da pluviosidade nos últimos 30 anos na Região de Ribeirão Preto, região esta que se destaca na agricultura. Portanto, este diagnóstico da pluviosidade irá auxiliar no planejamento das atividades agrícolas do Estado de São Paulo. Finalizando Santos ressalta a necessidade de se conciliar os dados biológicos dos cultivos com os dados meteorológicos. A autora destaca a Climatologia Agrícola ou Bioclimatologia Agrícola como um importante ramo científico no estudo do clima para o benefício da agricultura.

Camargo e Alfonsi (1995) realizaram importante análise da frequência de geadas no Estado de São Paulo, demonstrando através do modelo de distribuição dos valores extremos, que estima os níveis de risco de temperaturas mínimas absolutas em diferentes períodos do ano, com base em séries históricas dessas informações. Na utilização deste modelo Camargo et al. (1990, 1993) identificaram áreas paulistas com risco de geadas, utilizando o modelo citado, com base em dados de 20 localidades paulistas, no período de 1961/90. As maiores probabilidades de ocorrência de geadas, concluíram os autores, foram identificadas nos meses de junho a agosto, justamente pela entrada das massas polares vindas do Sul do país. Outro fator importante, relata Soares e Dias (1986), que contribui para a ocorrência de baixas temperaturas é a ausência de vapor d’água, associadas às noites de céu claro.

Brunini (1996) realizou importante análise no artigo “*Características meteorológicas e potencialidades das principais regiões produtoras de milho no Estado de São Paulo*”, onde ele relata que as características climáticas paulistas, atendem aos requisitos agroclimáticos da cultura do milho, podendo ser cultivado em duas estações do

ano. As regiões paulistas, segundo Brunini possuem algumas limitações térmicas e/ou hídricas que afetam a cultura do milho, do plantio à colheita. Com relação aos períodos de veranico (estiagem) enfatiza o autor, o Médio Vale do Paranapanema e a região Sudoeste para a safra verão, e na safrinha para as regiões Norte e Nordeste do Estado, são afetadas por período com ausência de pluviosidade. As baixas temperaturas são responsáveis, segundo o autor pela inviabilidade da exploração comercial em plantios de safrinha nas regiões Sudoeste e no Médio Vale do Paranapanema.

Silveira e Ribeiro (1996) publicaram o trabalho *“As repercussões do ritmo climático e seus desvios na produtividade das culturas do milho e da soja”*, procurando averiguar a influência climática na produtividade do milho e da soja no Estado do Paraná, durante o período de 1974 a 1993, através do estabelecimento de anos-padrão bons e ruins, de acordo com os parâmetros térmicos e pluviométricos, juntamente com os parâmetros fenológicos. Os autores concluíram que o Norte do Paraná, foi a área com maior produtividade de milho, visto que as condições climáticas apresentaram-se propícias para a cultura do milho.

Coordenadoria de Assistência Integral (1997) realizou um apanhado a respeito da cultura do milho no Estado de São Paulo. Primeiramente, é descrito pela CATI, o total da área plantada, no qual, gira em média de 1250 mil hectares/ano, total este dividido em 70% da área para a primeira safra e o restante para a segunda safra, chamada “safrinha”. O rendimento médio do milho, também é destacado pela Coordenadoria, no qual os índices chegam a 3200 Kg/ha e 2200 Kg/ha, para a primeira safra e para a safrinha respectivamente. Esta produtividade, segundo a Comissão, vem aumentando, em média de 2,3% ao ano, nas últimas três décadas, valor este bem inferior quando comparado aos valores de outros países e Estados brasileiros. Este rendimento poderia melhorar, conforme os pesquisadores, principalmente se tecnologias simples fossem empregadas, como a adoção de cultivares recomendados que seriam responsáveis pela otimização na produtividade. Entretanto esta informação, na maioria das vezes, não chega ao pequeno agricultor, que se constitui a base produtiva da cultura do milho no Estado de São Paulo. Outros aspectos relativos a melhora da viabilidade econômica do milho são enunciadas

pelos autores, entre elas estão o manejo de pragas e doenças; a aptidão edáfica; a adubação e o plantio na palha, a rotação de culturas; a escolha do cultivar correto e a adubação verde, entre outros.

Sant'anna Neto (1998) analisa o clima e o seu papel na organização do espaço, desde sua influência nas atividades realizadas pelo homem primitivo, passando pela sociedade grega que realizaram o primeiro zoneamento climático da Terra, e o renascimento europeu que se deu a invenção dos aparelhos utilizados para registrar os fenômenos atmosféricos, terminando nas leis gerais propostas pela visão mecanicista, que através dela se originou o determinismo geográfico que foi substituído pelo determinismo econômico associado à expansão imperialista européia, iniciada no século XIX. Através de uma abordagem dinâmica e sistêmica, o autor descreve que a relação entre o clima e a organização do espaço depende do grau de desenvolvimento econômico e tecnológico de cada sociedade. Ele destaca também a ausência de séries históricas, pequenas amplitudes temporais e as inconstâncias dos dados meteorológicos não são suficientes para avaliarmos se as oscilações climáticas são naturais ou proporcionadas pela ação do homem. Finalizando Sant'anna Neto coloca que as relações solo-clima-planta, objeto de estudo dos agrometeorologistas são embasadas na climatologia descritiva-separatista, onde eles tratam o clima de modo estático, divergindo da climatologia geográfica que demonstra que o papel climático nas atividades agrícolas deve estar relacionado com a compreensão das interações entre o ritmo climático e o rendimento econômico.

Wrege et al. (1999) mapearam as regiões de menor risco de deficiência hídrica do Estado do Paraná, para a melhor definição das melhores épocas de semeadura. Utilizando o método do balanço hídrico, revelados à partir de valores diários da evapotranspiração máxima da precipitação pluvial oriundas de 32 estações meteorológicas do IAPAR. Através disso, os autores identificaram cinco zonas diferenciadas em relação ao nível de risco, tendo como destaque as regiões norte e nordeste, no qual o risco é maior, necessitando, portanto de um manejo adequado para a retenção da água no solo. Em todas as regiões foram identificadas épocas de semeadura, oferecendo assim, menor risco de perdas por deficiência hídrica.

Santos (2000) no seu artigo “*Mudanças climáticas e o planejamento agrícola*” revela a importância do conhecimento do comportamento do clima e da previsão do tempo com a finalidade de se obter uma boa rentabilidade na produção agrícola, rentabilidade que pode ser alterada pelas mudanças climáticas que vem afetando o globo terrestre. A autora cita dois estudos realizados no espaço paulista que comprovaram a variabilidade das precipitações pluviométricas espacial e temporalmente. Santos chama atenção no que diz respeito a ausência de trabalhos nesta área de conhecimento, onde através dos escassos trabalhos já realizados para verificar a relação clima-produção agrícola, observou-se a quebra de safras variando de 10 a 40%.

3 - METODOLOGIA EMPREGADA

Considerou-se como metodologia do trabalho todos os dados e técnicas empregados, além do suporte teórico subsidiado pelas leituras realizadas referente ao tema em análise.

3.1 - Fontes dos dados utilizados na pesquisa:

Todo o acervo bibliográfico consultado, tanto referente à caracterização geral dos municípios quanto a cultura do milho, foi levantado junto à: a) Biblioteca da UNESP/Campus – Rio Claro; b) Biblioteca do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE – Rio Claro/SP); c) Biblioteca da ESALQ/USP - Campus Piracicaba (SP) e; d) Biblioteca do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC – Capinas/SP). Foram consultados também, cadernos especializados em agricultura, tais como, a Agrofolla, o Caderno do jornal Folha de São Paulo e o Caderno do Jornal O Estado de São Paulo, intitulado “Caderno Agrícola”. A internet foi utilizada para a aquisição de informações mais recentes; os sites mais acessados foram: CATI (Coordenadoria de Assistência Técnica Integrada); IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e o site do IEA (Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo).

Os dados utilizados para a análise da cultura do milho (área, produção e produtividade) foram retirados dos Censos de Produção Agrícola Municipal de 1974 a 1990, e os dados do restante dos anos (1990 a 2001), foram fornecidos pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA), sediado em São Paulo - SP.

Para a análise do comportamento climático da região gerenciada pelo Escritório de Desenvolvimento Rural Regional (EDR) de Pindamonhangaba (SP), utilizou-se dados diários de precipitação e de temperatura média, para o período de 1974 a 2001. Os dados utilizados para a região gerenciada pelo Escritório de Desenvolvimento Rural Regional (EDR) de Votuporanga (SP) foram os mesmos, no entanto, utilizou-se uma série temporal menor, abrangendo o período 1986 a 2001.

Na EDR de Pindamonhangaba, os dados de precipitação diária e de temperatura média diária foram fornecidos em sua totalidade pelo Instituto Agrônomo de Campinas (SP) – Seção de Climatologia Agrícola, referentes à Estação Experimental localizada no

município de Pindamonhangaba (SP) sob as coordenadas 22°55' S e 47°27' W, a 560 metros de altitude.

Para a região do Escritório de Desenvolvimento Rural Regional de Votuporanga (SP), foram utilizados dados diários de precipitação e de temperatura média para o período de registro de 1986 a 2001, sendo que de 1986 a 1990 foram utilizados dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET - 7º Disme) e de 1991 a 2001 utilizou-se de dados do Instituto Agrônomo de Campinas (SP) – Seção de Climatologia Agrícola. Cabe ressaltar que os dados climáticos referentes a EDR de Votuporanga (SP) são da mesma Estação Climatológica, divergindo apenas os órgãos de gerenciamento, onde em 1991 a Estação Experimental gerenciada até esta data pelo INMET passou a ser coordenada pelo IAC (SP). Esta Estação Experimental está a 505 metros de altitude, sob as coordenadas 20° 25'S e 49° 59'W.

Foram utilizados também postos pluviométricos do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE) nas regiões em estudo para a caracterização climática mais detalhada da região, assim como a utilização destes dados de chuva para a análise da variabilidade e da tendência, visando a compreensão da dinâmica climática regional e das mudanças climáticas na escala regional.

Para a escolha destes postos do DAEE, alguns critérios foram utilizados. Primeiramente foram utilizados postos que apresentavam uma série temporal de pelo menos 30 anos, para completar uma Normal Climatológica. Foram selecionados os postos com a menor quantidade de falhas no período de registro para cada município das regiões analisadas.

Para a EDR de Votuporanga, considerando a série temporal de 30 anos (1970 a 2000) foram escolhidos oito postos pluviométricos, que são os seguintes:

- 1) Posto pluviométrico de Américo de Campos - B6-033 (450 metros);
- 2) Posto pluviométrico de Cardoso - B6-050 (420 metros);
- 3) Posto pluviométrico de Parisi - B7-036 (470 metros);
- 4) Posto pluviométrico de Orindiúva – B6-029 (500 metros);
- 5) Posto pluviométrico de Paulo de Faria – B6-013 (410 metros);
- 6) Posto pluviométrico de Riolândia – A6-001 (400 metros);
- 7) Posto pluviométrico de Valentim Gentil – B7-011 (480 metros);

8) Posto pluviométrico de Cosmorama – B6 – 023 (540 metros).

Para a EDR de Pindamonhangaba, com a uniformização de 30 anos da série temporal, foram escolhidos 13 postos pluviométricos, são eles:

- 1) Posto pluviométrico de Natividade da Serra - E2-008 (720 metros);
- 2) Posto pluviométrico de Caçapava - E2-001 (550 metros);
- 3) Posto pluviométrico de Paraibuna - E2-026 (670 metros);
- 4) Posto pluviométrico de Campos de Jordão - D2-001 (1600 metros);
- 5) Posto pluviométrico de Jambeiro - E2-025 (700 metros);
- 6) Posto pluviométrico de Igaratá - E2-242 (780 metros);
- 7) Posto pluviométrico de Monteiro Lobato - D2-020 (680 metros);
- 8) Posto pluviométrico de Redenção da Serra - E2-028 (680 metros);
- 9) Posto pluviométrico de São José dos Campos - D2-021 (730 metros);
- 10) Posto pluviométrico de São Luis do Paraitinga - E2-055 (720 metros);
- 11) Posto pluviométrico de Taubaté - E2-092 (660 metros);
- 12) Posto pluviométrico de Jacareí - E2-031 (570 metros);
- 13) Posto pluviométrico de São Bento do Sapucaí - D2-099 (910 metros);

O material cartográfico utilizado foi retirado da Carta de solos de São Paulo: contribuição à carta dos solos do Estado de São Paulo, publicada pelo IBGE e editada em 1960 na escala de 1: 500.000. Através da leitura e interpretação desta Carta de Solos do Estado de São Paulo, elaborado por Brasil (1960), identificamos os tipos de solos existentes nas áreas de estudo. Este material foi adaptado ao programa Corel Draw 10, que auxiliou na representação gráfica final dos mapas de solos das regiões em estudo.

3.2 - Métodos empregados

Para analisar o comportamento temporo-espacial do milho tanto para o Brasil, Estado de São Paulo, como para as regiões gerenciadas pelos Escritórios de Desenvolvimento Rurais e Regionais utilizou-se o programa Excel 97, o qual possibilitou o tratamento estatístico dos dados de área, produção e produtividade do milho, assim como sua representação gráfica. Este programa foi utilizado também, para analisar o comportamento da distribuição temporo-espacial da pluviosidade para as regiões em estudo.

Visando analisar a variabilidade climática das regiões através da variável chuva, realizou-se esta análise através das técnicas da Média, Desvio-Padrão e Coeficiente de Variação.

A Média aritmética ($\bar{X}$), é encontrada adicionando-se todos os valores e dividindo-se o resultado pelo número total de ocorrências, através da equação:

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \quad i = 1, 2, 3, \dots, N$$

em que:

$\bar{X}$ = Média do período analisado;

N = Número de dados da amostra (número de observações)

X_i = valor individual da observação (ano da amostra).

O Desvio Padrão (S), demonstra a dispersão ou a variabilidade dos dados em torno do valor central, a média, calculado através da equação:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

em que:

S = Desvio Padrão;

$\bar{X}$ = Média do período analisado;

X = valor individual da observação (ano da amostra).

N = Número de dados da amostra (número de observações)

O coeficiente de variação (CV) define a dispersão em torno da média e assinala a relação entre o desvio padrão e a média através da equação:

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} * 100$$

em que:

CV = Coeficiente de variação;

S = Desvio padrão;

$\bar{X}$ = Média do período.

A linha de tendência baseada no cálculo dos Mínimos Quadrados procura minimizar a soma dos quadrados das diferenças entre os valores observados e os valores correspondentes na linha de tendência. Primeiro encontra-se a equação da linha dos mínimos quadrados através da equação: $y = mx + c$

$$m = \frac{\sum (xy)}{\sum (x)^2}$$

em que:

m = ponto que determina a inclinação da reta

xy = variáveis

x^2 = soma das posições anuais partindo do ponto médio

$$c = \frac{\sum (y)}{n}$$

em que:

c = ponto que determina a inclinação da reta

y = variável

n = número de intervalos

A análise da tendência e da variabilidade foi realizada com o auxílio do programa Excel 97, que possui uma infinidade de opções para estas análises quantitativas que envolvem uma gama enorme de dados climáticos.

Com a finalidade de analisar as condições do comportamento da água no solo em escala sub-regional, foi empregado o cálculo do Balanço Hídrico, que possibilitou a caracterização dos períodos de excedente e de deficiência hídrica ao longo do ano, através da utilização do programa computacional chamado “Balanço Hídrico”, que foi desenvolvido por Rolim et al. (1999) e Rolim et al. (2002), baseado em Thornthwaite e Mather (1955).

Conhecendo as exigências climáticas da cultura do milho, assim como seu reflexo maléfico ou benéfico na produtividade, realizou-se a representação cartográfica da produtividade do milho de 1974 a 2001 (período de quatro anos) para a EDR de Pindamonhangaba, e de 1986 a 2001 para a EDR de Votuporanga, visando demonstrar os reflexos na produtividade causados pela influência das condições climáticas predominantes nos respectivos períodos analisados.

Para a representação da produtividade do milho nas áreas de estudo, utilizou-se o Sistema de Informação Geográfica (SIG), chamado Arc View – 8.1, desenvolvido pela ESRI (Environmental Systems Research Institute), empresa esta situada na Califórnia – USA.

4 - ÁREA DE ESTUDO: OS ESCRITÓRIOS DE DESENVOLVIMENTO RURAIS E REGIONAIS AGRÍCOLAS (EDRs)¹ DE VOTUPORANGA E PINDAMONHANGABA

O Escritório de Desenvolvimento Rural Regional (EDR) de Votuporanga está localizada no norte do Estado de São Paulo, situada nas margens do rio Grande, divisa com o Estado de Minas Gerais, sendo formada pelos seguintes municípios: Orindiúva, Paulo de Faria, Riolândia, Cardoso, Pontes Gestal, Parisi, Álvares Florence, Américo de Campos, Valentim Gentil, Votuporanga e Cosmorama, totalizando um total de onze municípios. Esta região delimitada pelo Escritório de Desenvolvimento Rural Regional, está localizado entre os Paralelos 20°00' e 20° 30' de Latitude Sul e os Meridianos 50°00' e 49°00' de Longitude Oeste. O Escritório de Desenvolvimento Rural Regional de Votuporanga se destaca, principalmente pela agricultura, através da produção de milho, do feijão e do café (figura 2).

A região que abrange o Escritório de Desenvolvimento Rural Regional (EDR) de Pindamonhangaba está situada no sudeste do Estado de São Paulo, formada por vinte e um municípios, são eles: São Bento do Sapucaí, Campos de Jordão, Santo Antonio do Pinhal, Pindamonhangaba, Monteiro Lobato, Tremembé, Taubaté, Caçapava, São José dos Campos, Igaratá, Jacareí, Santa Branca, Redenção da Serra, São Luís do Paraitinga, Jambeiro, Paraibuna, Natividade da Serra, Ubatuba, Caraguatatuba, São Sebastião e Ilha Bela. Os municípios do Litoral desta EDR não serão analisados em função da ausência de dados relativos à cultura do milho, reduzindo para dezessete o número de municípios analisados. Esta região está localizada entre os paralelos 22°30' e 23°30' de Latitude Sul e os Meridianos 46°00' e 45°00' de Longitude Oeste (figura 2).

¹ EDRs – Os Escritórios de Desenvolvimento Rural Regional substituíram as antigas – DIRAs: Divisões Regionais Agrícolas. As EDRs somam 40 regiões distribuídas no espaço paulista, conforme a **figura 1**.

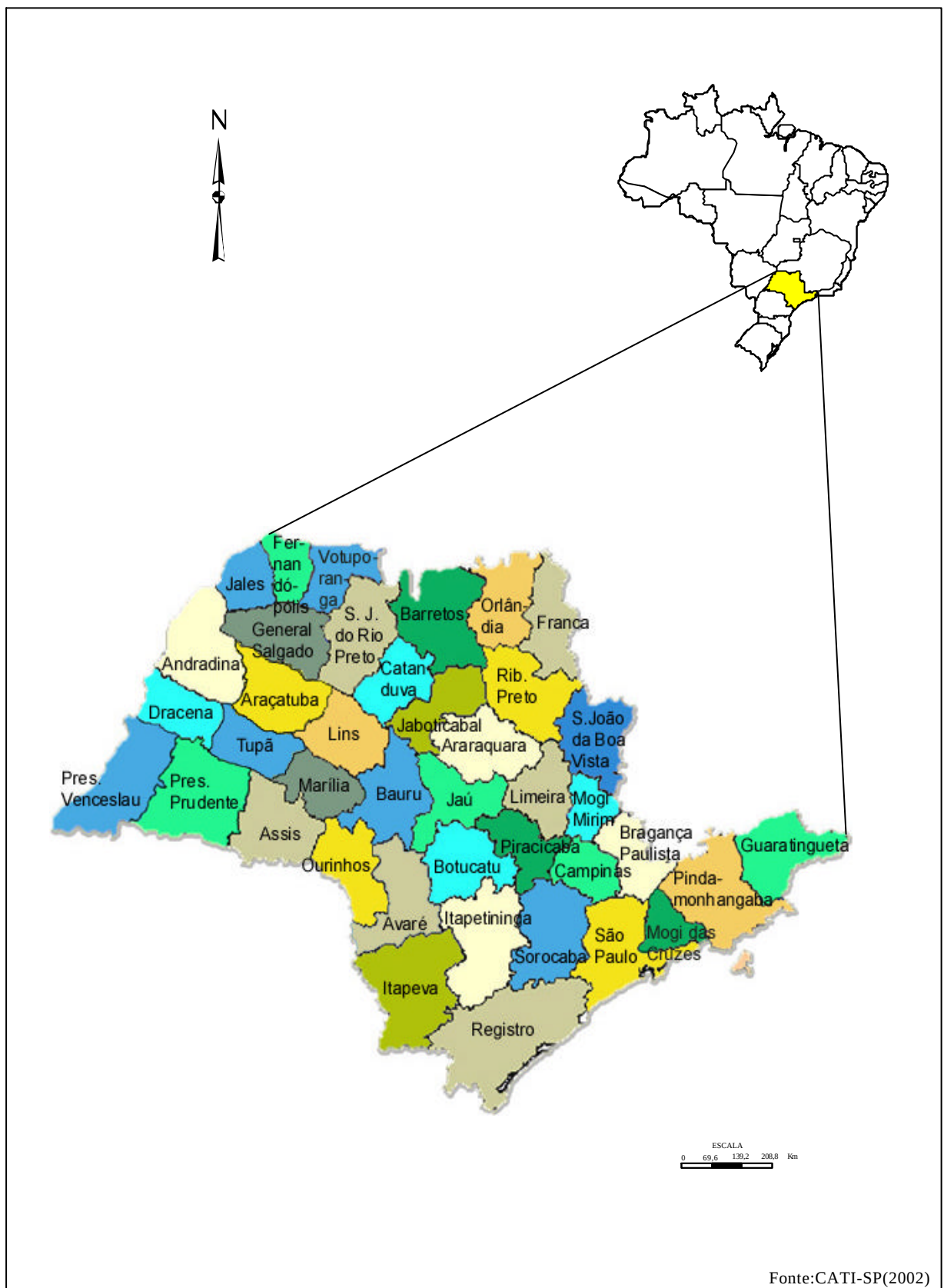


Figura1-MapadasRegionaisAgrícolasdoEstadoSP

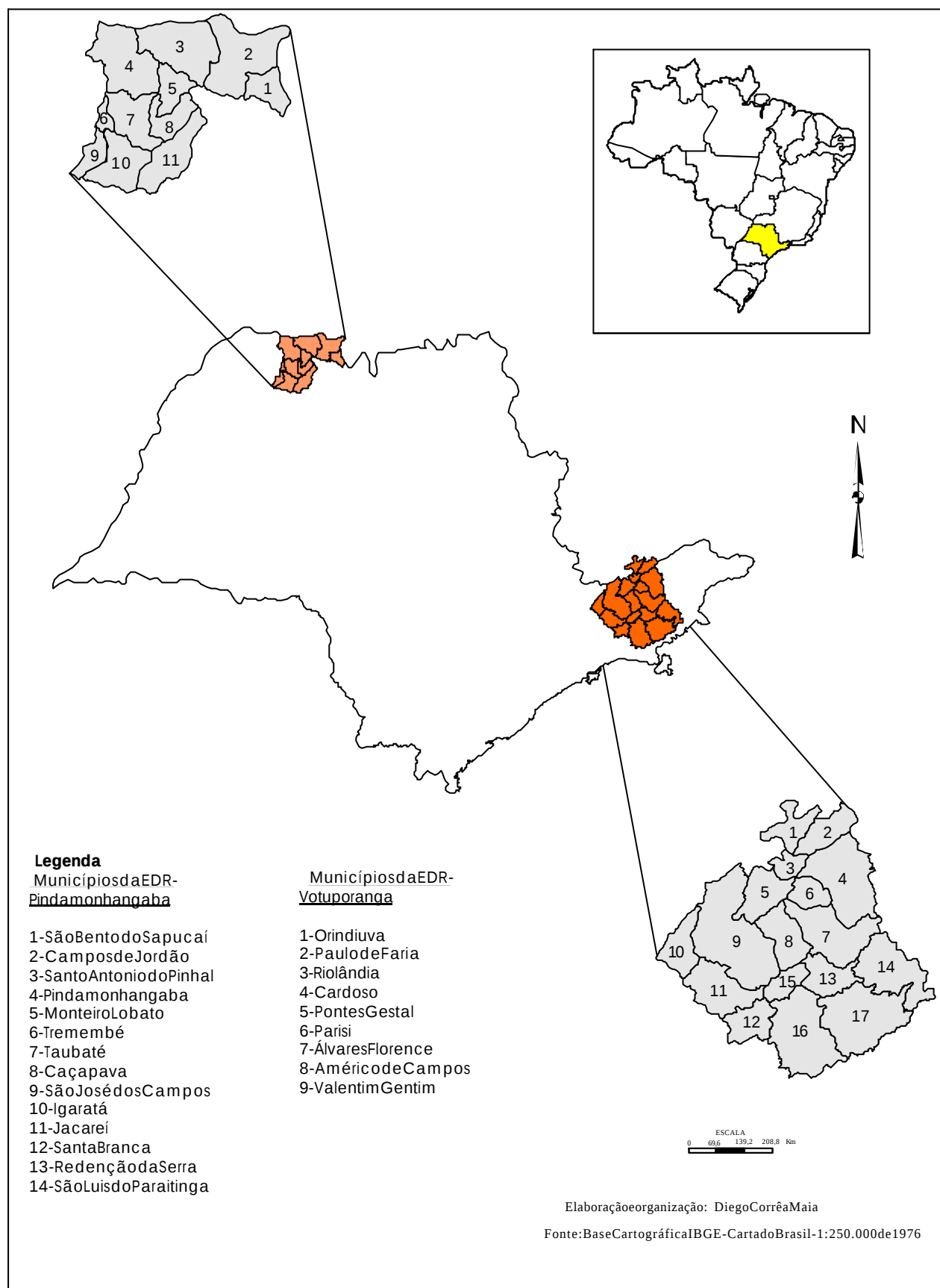


Figura 2 - Localização das EDRs de Votuporanga e de Pindamonhangaba com seus respectivos municípios no Estado de São Paulo

4.1 – Caracterização físico-geográfica dos Escritórios de Desenvolvimento Rural Regional de Votuporanga e de Pindamonhangaba

Através da abordagem holística, a compreensão dos fenômenos geográficos é definida a partir da concepção de que o todo, no caso, o espaço geográfico, possui propriedades que não podem ser explicadas em termos de seus constituintes individuais (clima, solo, homem).

Partindo da visão sistêmica, Granjeiro (1997), define a natureza (o espaço geográfico)

como constituída de elementos que se inter-relacionam, sendo estes agrupamentos como: abióticos e bióticos. Os elementos abióticos integrantes dos vários sistemas seriam: o substrato geológico, o relevo, o clima e a água. Os elementos bióticos seriam a vegetação e a fauna, os solos são em parte abióticos e em parte bióticos. Suas inter-relações geram uma dinâmica: a transformação da natureza e essa organização dinâmica da natureza, é expressa no espaço-tempo.

A integração do comportamento atmosférico aos demais atributos do geossistema (solo, relevo, substrato geológico), podem ser compreendidos com êxito quando se utiliza da abordagem sistêmica para análise da natureza de forma integrada, respeitando assim sua dinâmica, e as transformações provocadas pelas atividades humanas no meio ambiente físico e que se refletem, por retroalimentação nas condições ambientais que estão sendo presenciados, tais como, buraco na camada de ozônio, desertificação, efeito estufa e o desmatamento desordenado.

Para analisar os fenômenos geográficos de forma dinâmica e integrada, Christofolletti (1986/87) afirma que: “[...] A Geografia Física não deve estudar os componentes da natureza por si mesmo, mas se deve investigar a unidade resultante da integração e as conexões existentes neste conjunto [...]”.

A integração do comportamento atmosférico aos demais atributos do geossistema (solo, relevo, substrato geológico), podem ser compreendidos com êxito quando utilizamos a abordagem sistêmica para analisarmos a natureza de forma integrada, respeitando assim sua dinâmica, e as transformações provocadas pelas atividades humanas no meio ambiente físico e que se refletem, por retroalimentação nas condições ambientais que estamos

presenciando, tais como, buraco na camada de ozônio, desertificação, efeito estufa, desmatamento desordenado, etc.

O homem vem sendo o atributo modificador do espaço geográfico, como demonstra Jesus (1991): “[...] O homem como elemento ativo do espaço geográfico, tem demonstrado através dos tempos, muitas vezes, uma total desarmonia em relação às condições naturais do ambiente em que vive [...]”.

O ambiente em vivemos está sob influência dos fatores sociais e econômicos que repercutem diretamente nos sistemas naturais, como chama atenção Christofolletti (1981) retirado de Sotchava (1977), onde a Geografia Física “[...] preocupa-se com as relações entre o homem e a natureza, com relacionamentos entre os meios ambientes e a ação antrópica, verificando os mecanismos de retroalimentação atuantes no sistema [...]”.

4.1.1 - Caracterização físico-geográfica da região de Votuporanga

4.1.1.1 - Aspectos climáticos

Toda região norte do espaço paulista, no qual está inserido o Escritório de Desenvolvimento Rural Regional de Votuporanga (figura 3), encontra-se demarcada por um clima definido por um período chuvoso, delimitado pelos meses de outubro a março, apresentando 80% das chuvas anuais desta região. No período de abril à setembro, o clima é caracterizado pela forte estiagem, onde apenas 20% das chuvas anuais são registradas nesta área.

Monteiro (1973) classifica o clima da região do Planalto Ocidental, como um clima controlado por massas equatoriais e tropicais, mais precisamente dominado por um clima tropical alternadamente seco no inverno e úmido no verão. A gênese das chuvas está vinculada ao avanço das massas polares que se deslocam do sul do país, chocando-se com as massas tropicais continentais oriundas das ondas de oeste e noroeste. No entanto estas mesmas ondas propiciam a estiagem no inverno, já impedindo a penetração do ar polar em muitos episódios, causando a diminuição das chuvas no inverno (figura 3). Com relação às temperaturas, Troppmair (2000) caracteriza as médias térmicas deste geossistema paulista, variando de 23° a 22°C, e com médias máximas de 32° a 33°C e mínimas de 13° a 14°C.

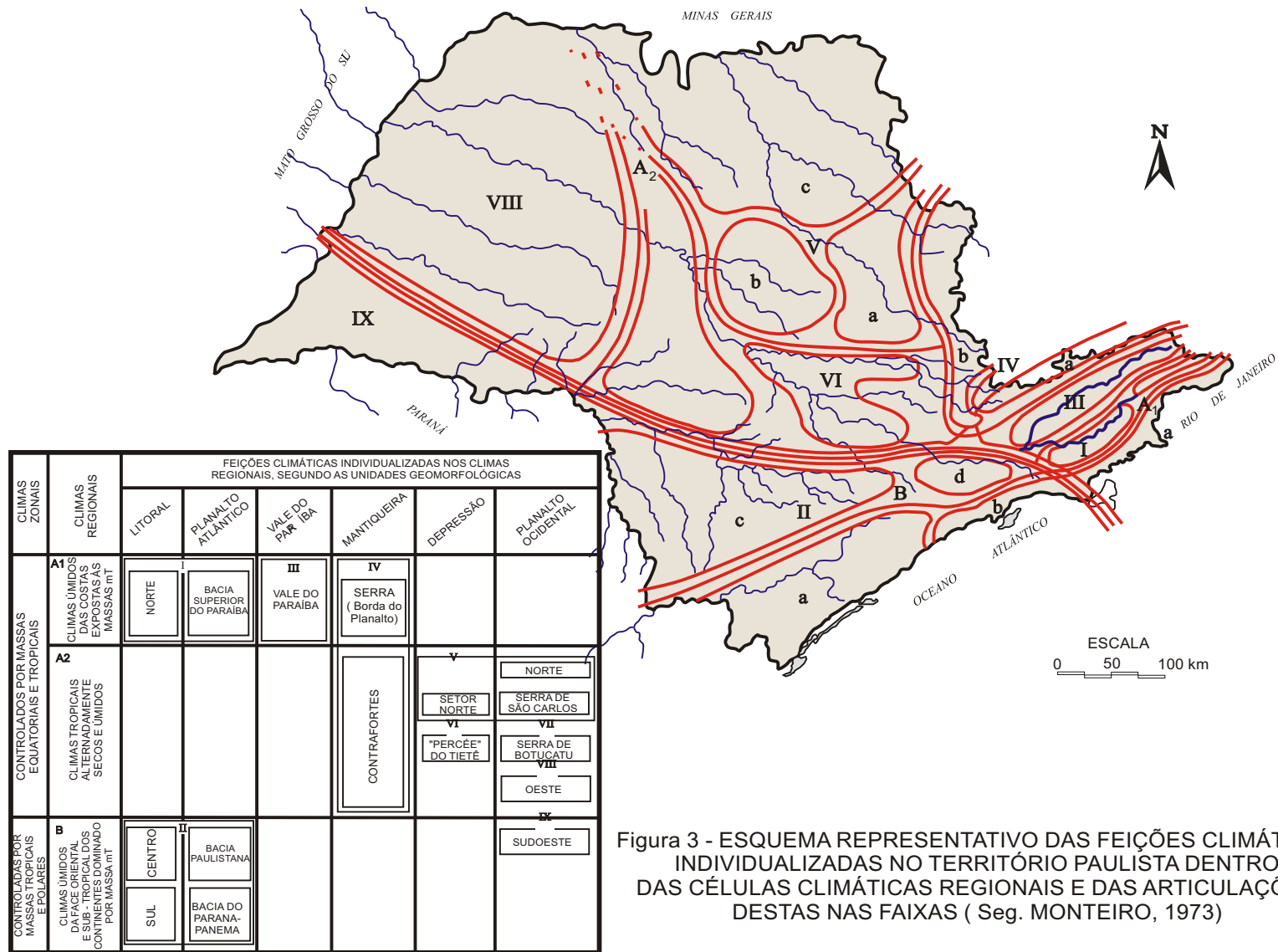


Figura 3 - ESQUEMA REPRESENTATIVO DAS FEIÇÕES CLIMÁTICAS INDIVIDUALIZADAS NO TERRITÓRIO PAULISTA DENTRO DAS CÉLULAS CLIMÁTICAS REGIONAIS E DAS ARTICULAÇÕES DESTAS NAS FAIXAS (Seg. MONTEIRO, 1973)

Fonte :MONTEIRO, C. A. de F. (1973)

Sant'anna Neto (2000) classifica o clima da região com base na classificação de Monteiro (1973), situando esta EDR dentro da unidade regional denominada Oeste, na sub-unidade chamada Rio Grande/São José dos Dourados, descrita como uma área que está sob “[...] a ação dos sistemas tropicais e equatoriais em que as chuvas anuais totalizam em média de 1300 a 1500 mm. A sazonalidade é a mesma na maior parte do território paulista [...]”.

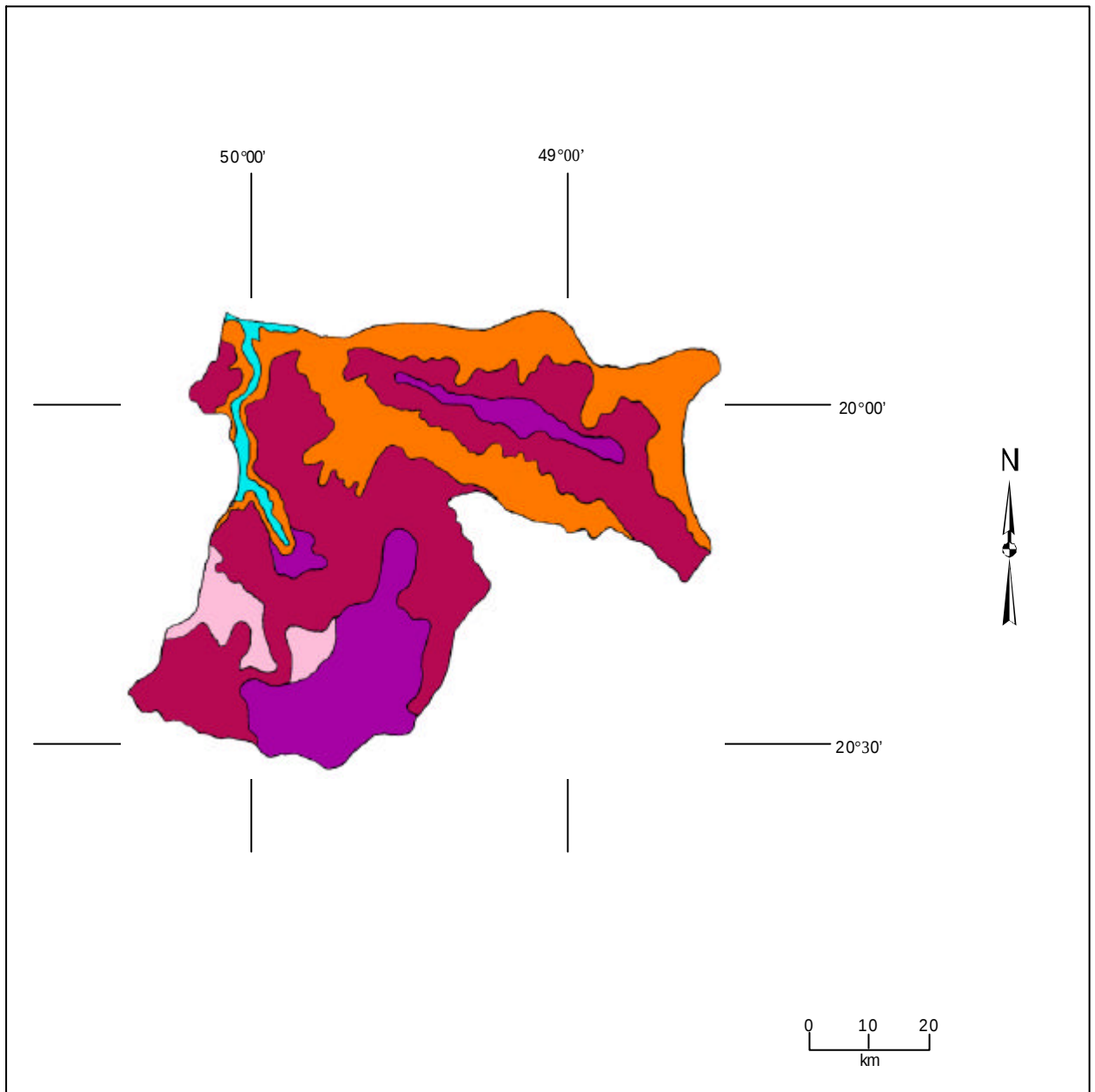
Através da classificação de Koppen, com base no mapa climático elaborado por Ab'Saber (1956), este descreve o clima da área como “**Aw**” – Tropical com inverno seco. Este tipo climático se caracteriza, segundo o autor, por possuir um total de chuvas do mês mais seco inferior a 30 mm. Com relação às temperaturas médias, estas são maiores que 22°C no mês mais quente e maior que 18°C no mês mais frio.

4.1.1.2 - Aspectos pedológicos e geológicos

Através da leitura e interpretação da Carta de Solos do Estado de São Paulo, elaborado por Brasil (1960), identificamos cinco tipos de solos existentes nesta EDR (figura 4). O primeiro grupo de solos, não ultrapassa 2% de área, situado a noroeste da região, são **solos Aluviais (A)** presentes na planície de um dos “*braços*” da represa de Água Vermelha, localizada no rio Grande. **Os Latossolos Roxo (LR)** mais conhecido como “**Terra Roxa**” são encontrados nas planícies dos rios Grande e Turvo, localizados a noroeste da EDR. Segundo Setzer (1941) este tipo de solo é proveniente de diabásios e basaltitos (Grupo São Bento – Triássico) com pequena contribuição do Arenito-Botucatu.

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1981) classifica a formação deste tipo de solo de formas semelhantes à classificação de Setzer (1941), acrescentando que o mesmo possui evidências da Formação Serra Geral, composto por rochas vulcânicas toleíticas, em derrames basálticos de coloração cinza à negra.

Com relação ao terceiro tipo de solo, **o Latossolo Vermelho-Escuro/fase arenosa (Lea)**, segundo Brasil (1960), é encontrado em todos os municípios que abrangem a EDR de Votuporanga (Figura 4). Setzer (1941) classifica-o como “**terra vermelha-arenosa**”, proveniente de arenitos, contendo argilas pouco calcáreas, com formação geológica dos Arenitos Bauru Inferior do período Cretáceo. Este solo é caracterizado como “*Ka*” do



Legenda

- Latossolo Vermelho-Escuro/fase-arenosa (Lea)
- Solos Podzolizados de Linse Marília-VAR/Lins (Pln)
- Latossolo Roxo (LR)
- Solos Podzolizados de Linse Marília-VAR/Marília (Pml)
- Solos Aluviais (A)

Fonte: BRASIL. Ministério da Agricultura. Carta dos solos de São Paulo: contribuição à cartada dos solos do Estado de São Paulo. IBGE, 1960, 1:500.000..
Organização e elaboração: Diego Corrêa Maia

Figura 4- Solos da EDR de Votuporanga-SP (BRASIL, 1960)

Grupo Bauru (Formação Adamantina), oriundos de depósitos fluviais com predominância de arenitos finos (IPT, 1981).

Os dois últimos grupos de solos que foram identificados na região são os solos Podzolizados de Lins e Marília VAR-Lins (Pln) e os solos Podzolizados de Lins e Marília VAR-Marília (Pml), baseado em Brasil (1960), são solos provenientes do Grupo Bauru, localizados nas porções mais elevadas da EDR (SETZER, 1941). Reiterando as afirmações de Setzer, que nomeia este tipo de solo como “**terra arenosa**”, formado por arenitos, que contém argilas calcáreas e arenitos cineríticos do Bauru Superior do período Cretáceo. Conforme o Ipt (1981), a geologia deste solo se assemelha ao Latossolo Vermelho-Escuro/fase arenosa, descrito anteriormente.

Almeida (1974) realizou um estudo a respeito da geologia paulista, caracterizando a formação geológica do Planalto Ocidental Paulista, onde está inserido a EDR de Votuporanga, como uma “geologia simples” ocupada por rochas do Grupo Bauru, com solos seqüenciados por várias camadas detríticas, em sua maior parte arenosas, alcançando espessuras máximas da ordem de 300 metros.

Com relação às características granulométricas e químicas, Prado (1996) quantifica estas propriedades dos três principais tipos de solos do Planalto Ocidental, estes solos possuem “[...] teor de argila menor que 15% no horizonte A e 15 a 30% no horizonte B (Podzólico Vermelho-Amarelo), 15 a 20% de argila nos horizontes A e B (Latossolo Vermelho-Escuro) e 40 a 60% de argila nos horizontes A e B (Latossolo Roxo) [...]”.

4.1.1.3 - Aspectos Geomorfológicos

Através da Divisão Geomorfológica do Estado de São Paulo, elaborado por Almeida (1974), demonstrado na figura 5, enquadrámos esta Região Agrícola, dentro da quinta província geomorfológica, o Planalto Ocidental, que ocupa cerca de 2/5 da área total do Estado. Almeida (1974) descreve o Planalto como sendo

as regiões que se estendem para noroeste das cuestas basálticas, à partir de um ressalto topográfico que se destaca no reverso da cuesta interna. Suas maiores altitudes encontradas nesse ressalto alcançam cerca de 740 metros. Mostra-se a província, de modo geral, com uma sucessão de campos ondulados de relevo extremamente suavizados, muito favorável às atividades agrícolas e ao traçado das vias de comunicação.

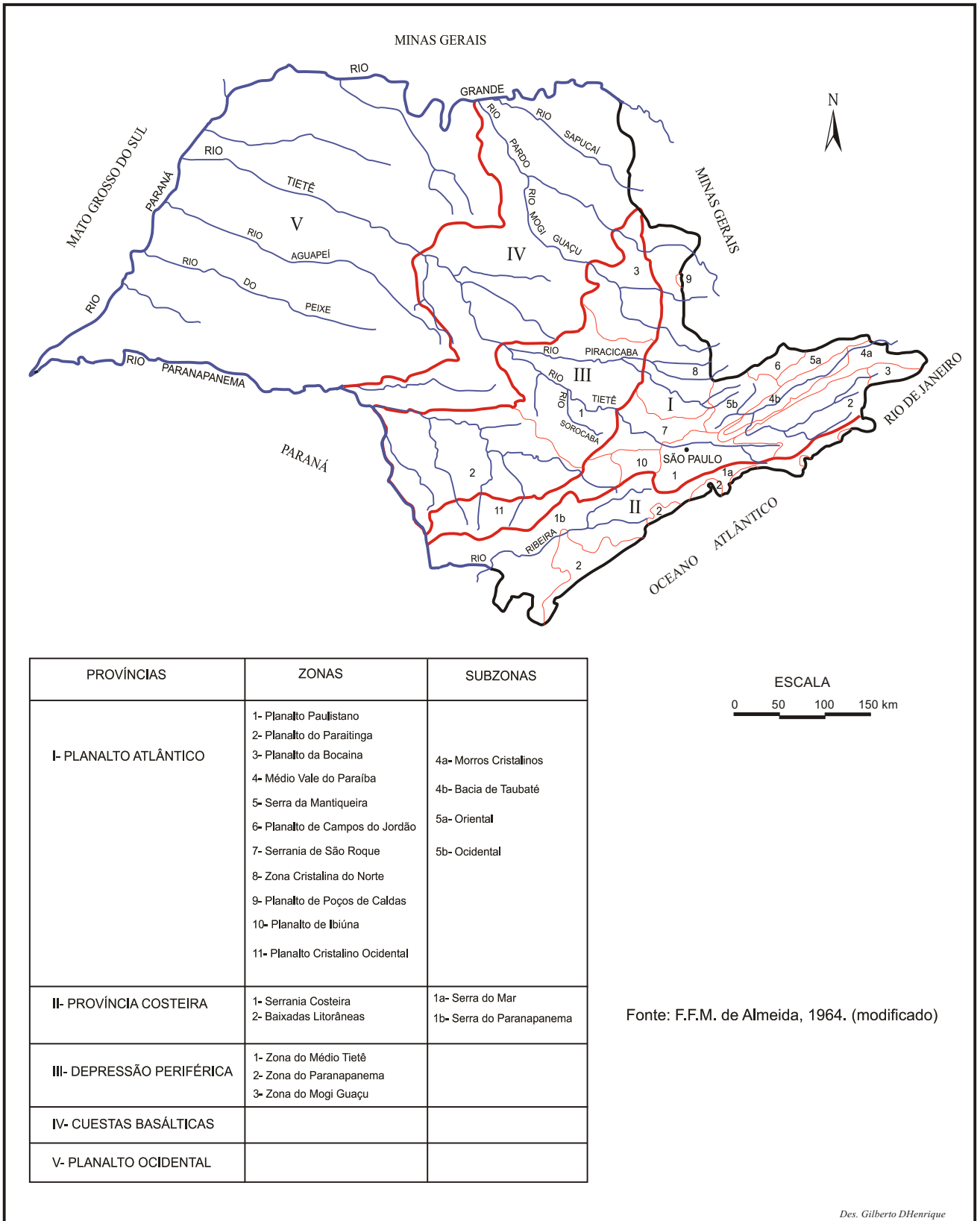


Figura 5 - Divisão Geomorfológica do Estado de São Paulo

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1981) classifica a geomorfologia da região agrícola, em duas grandes formas de relevo, as Colinas Amplas e as Colinas Médias, estando as primeiras localizadas em $\frac{3}{4}$ do território. As Colinas Médias são presenciadas no Sudeste da região, abrangendo os municípios de Álvares Florence, Valentim Gentil, Votuporanga e Cosmorama.

4.1.2 - Caracterização Físico-geográfica da Região de Pindamonhangaba

A natureza é constituída por elementos organizados entre si, onde cada elemento possui características específicas, funções e conexões existentes nesse sistema, caracterizando assim, o ambiente físico que vivemos. Desse modo, percebemos que no espaço geográfico nada é estático, tudo é dinâmico, para os diferentes planos que integram a natureza: o biótico (animais e plantas) e o abiótico (terra, ar e água).

Entre os fatores abióticos, o clima tem importância fundamental, associados ao fatores pedológicos, geológicos e geomorfológicos, permitindo então, a compreensão da realidade através das inter-relações destes fatores do meio ambiente físico.

4.1.2.1 - Aspectos climáticos

Tomando como referência o trabalho de Monteiro (1973), conforme a figura 3, este descreve a dinâmica atmosférica atuante nesta região, relatando a importância da participação das massas de ar, o que nos permite realizar as seguintes considerações sobre a área de estudo, como base no estudo de Monteiro: “[...] existe uma maior atuação dos sistemas polares, assim como as correntes filiadas ao anticiclone atlântico, que o fazem de NE-SE. Assim, as correntes frias atuam mais efetivamente sobre a parte meridional do Estado, onde sua participação pode ascender a 50%. [...]”. Monteiro também relata que as chuvas tendem a diminuir de Leste para Oeste e de Sul para Norte, já que as correntes de Sul e de Leste são determinantes de 80% das chuvas caídas no Estado, liderada principalmente pela participação da Frente Polar oriunda do Sul do país. Desta forma podemos concluir que a dinâmica atmosférica da EDR de Pindamonhangaba é determinada pelas elevadas altitudes que regulam a distribuição das chuvas geradas pela umidade trazida

pela Massa Tropical Atlântica, umidade esta que é descarregada nas maiores altitudes, chegando a 3000 mm na Serra da Mantiqueira. Entretanto, isto não ocorre no Vale do Paraíba por estar à barlavento em relação aos principais sistemas produtores de chuva, atingindo médias pluviométricas entre 1100 a 1400 mm.

Com relação ao regime térmico das unidades fisiográficas, Tropmair (2000), demonstra que as temperaturas médias das Serras do Mar e da Mantiqueira medem 19° C e médias da temperatura máxima variam em torno de 26° C e as mínimas em torno de 9° C. O regime térmico do Vale do Paraíba, é enfatizado pelo autor no que diz respeito ao predomínio das massas tropicais responsáveis por temperaturas médias de 21°C a 22°C, com médias máximas de 30°C e mínimas de 13°C.

Segundo a classificação de Koppen, com base no mapa elaborado por Ab'Saber (1956), a EDR de Pindamonhangaba, é classificada por três tipos climáticos. O primeiro é o “**Cfb**”- Clima Temperado, caracterizado por possuir um inverno menos seco, clima este que abrange a porção norte/nordeste, onde está situada a Serra da Mantiqueira. Outro tipo climático atuante na região de estudo é o “**Cwa**”- Clima Quente, com inverno seco, desfrutado pelo Vale do Paraíba, porção central desta EDR. O último tipo climático desta região atua no sul e sudeste, mais especificamente no contra-forte da Serra do Mar, sendo classificada como “**Cwb**”- Clima Temperado com inverno seco.

Sant’anna Neto (2000) classifica o clima desta EDR, situado em duas unidades regionais: a unidade Leste e a unidade da Mantiqueira, estando a primeira dividida em duas sub-unidades, a Borda Interior da Serra do Mar e o Vale do Paraíba, e a unidade da Mantiqueira, constituída pela sub-unidade Borda do Planalto.

O clima atuante na Borda Interior da Serra do Mar é representado pelos municípios de Paraíba e Santa Branca, caracterizados por possuírem elevadas altitudes, atingindo os mil metros, prejudicando a penetração dos sistemas produtores de chuva, provocando diminuição dos totais de chuva, oscilando entre 1300 a 2000 mm. O trimestre mais chuvoso ocorre no período entre dezembro e fevereiro, e o trimestre seco de junho a agosto. A segunda sub-unidade do Leste, O Vale do Paraíba, segundo o autor está encaixada entre as Serras do Mar e da Mantiqueira, caracterizada pela existência de uma “sombra de chuva”, recebendo pluviosidade inferior às áreas vizinhas.

A segunda unidade descrita por Sant'anna Neto (2000), a da Mantiqueira, mais especificamente a sub-unidade, denominada Borda do Planalto, está situada na porção Sul da Serra da Mantiqueira, com altitudes que variam de 600 a 1500 metros, nas proximidades de Campos de Jordão e São Bento do Sapucaí. As altitudes são as maiores e dispostas numa linha paralela ao Vale do Paraíba, conforme o autor, onde as chuvas aumentam com o aumento da altitude, superando os 2000 mm anuais. O trimestre mais chuvoso e mais seco são, respectivamente de dezembro a março. No período de julho a agosto, entretanto possui um período de estiagem, fato este que não ocorre na Serra do Mar.

Procurando salientar a importância do clima na região, Sant'anna Neto (2000), relata diferenças entre os dois conjuntos orográficos presentes da EDR de Pindamonhangaba,

apesar de se tratar de terras altas, recebe menor pluviosidade (Serra da Mantiqueira), por causa da maior distância do oceano. As correntes de leste e de Sul, que provocam o efeito orográfico, de maneira mais significativa na Serra do Mar, quando atingem a Serra da Mantiqueira, chegam com menor teor de umidade e menos intensas. Na porção Sul, em Campos da Jordão, encontram-se os contrafortes, muito íngremes e dispostos numa direção favorável em relação aos sistemas atmosféricos produtores das chuvas como as frentes frias e os alísios de sudeste. Por isso apresentam maiores totais anuais de pluviosidade entre 2000 a 2500 mm.

4.1.2.2 - Aspectos pedológicos e geológicos

A EDR de Pindamonhangaba está situada no sudeste do Estado, no Planalto Atlântico, abrange, segundo Almeida (1974), três grandes zonas geomorfológicas do Estado de São Paulo: o Planalto de Paraitinga; o Médio Vale do Paraíba; a Serra da Mantiqueira e o Planalto de Campos de Jordão que faz parte da Serra da Mantiqueira (figura 5).

Prado (1996) discute as características gerais dos solos do Planalto Atlântico, mais especificamente com relação a composição química e granulométrica dos horizontes pedológicos, verificando teores de argila, no horizonte A, de 25-35% nos solos Pozólicos Vermelho-Amarelo, no Cambissolo e no Latossolo Vermelho-Amarelo, e 35% no horizonte B, dos respectivos solos.

No Médio Vale do Paraíba, encontramos seis tipos de solos, demonstrados na figura 6, segundo Brasil (1960): **o Latossolo Vermelho-Amarelo << intergrade>> (LVP); o Podzólico Vermelho-Amarelo << intergrade>> (PVL); o Latossolo Vermelho-Amarelo/fase terraço (LVt) ; os Podzólicos Vermelho-Amarelo/orto (PV); os solos Aluviais (A); e os solos Hidromórficos (HI).** Estes solos segundo Setzer (1945) são provenientes de aluviões fluvio-lacustres, onde são comumente chamados de “**terra clara-arenosa, várzea de sub-solo inundado, várzeas drenadas, terra preta, barro claro e de aluviões drenados**”, todos estes solos são oriundos de areias de praias antigas, do limo fluvial e de areias depositadas nas margens dos rios e nas orlas das baixadas, oriundos do Quaternário.

Os solos pertencentes ao Complexo Cristalino Brasileiro são encontrados, tanto no Planalto de Campos de Jordão como na vertente Norte da Serra do Mar e no Planalto do Paraitinga (Figura 6), são classificados através do Brasil (1960) em seis tipos principais de solos:

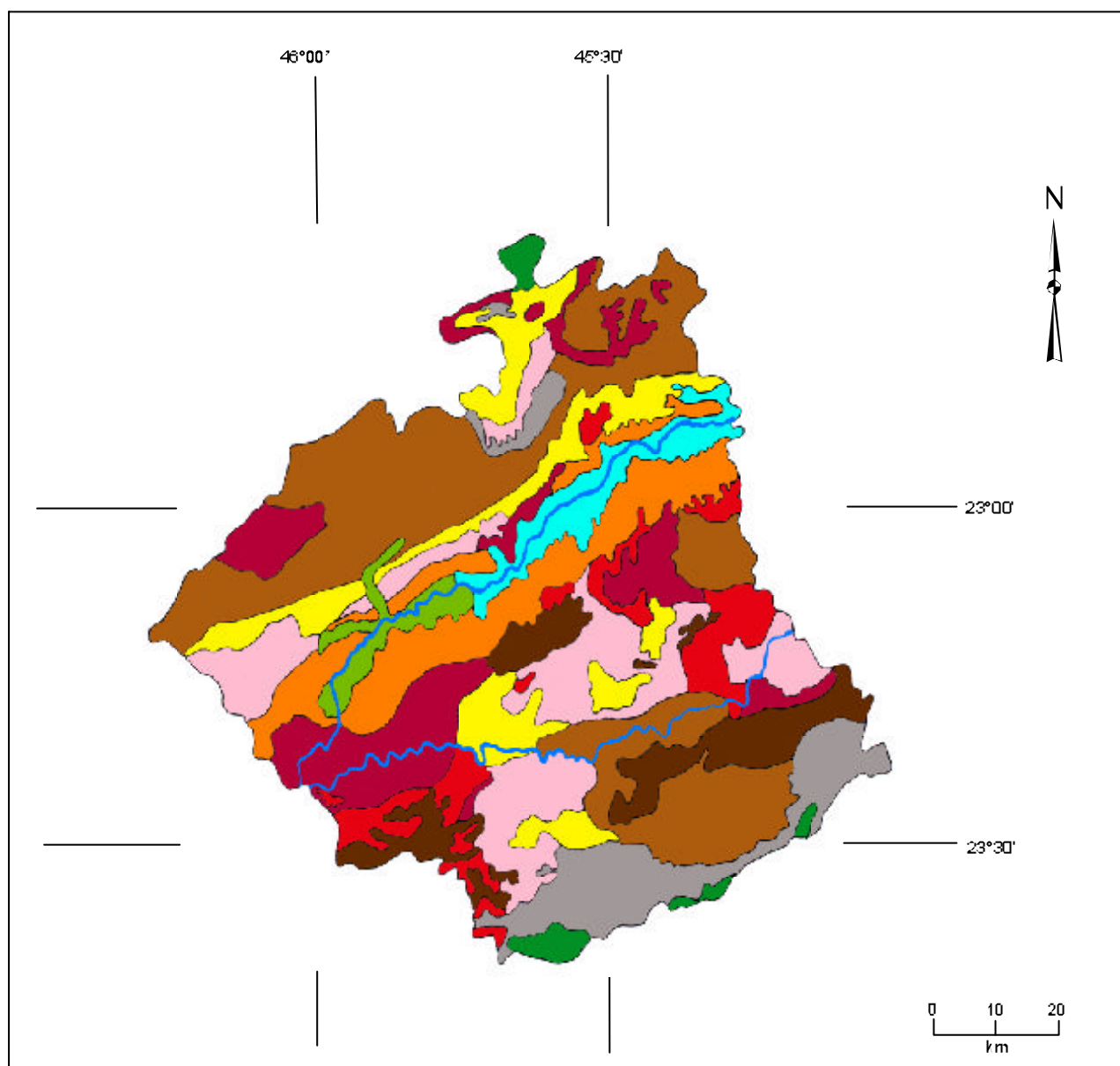
- 1. Podozólico Vermelho-Amarelo/orto e Litossolo Granito-Gnaiss (PV +li+gr);**
- 2. Podozólico Vermelho-Amarelo/orto (PV);**
- 3. Solos de Campos de Jordão (LJ);**
- 4. Latossolo Vermelho Amarelo/fase rasa (LVr);**
- 5. Solos Podzolizados com Cascalho (PC);**
- 6. Latossolo Vermelho-Amarelo/orto (LV).**

Estes solos são provenientes dos gnaisses, granitos, pegmatitos, migmatitos, xistos quartzíticos e micaceos e filitos, formados no Arqueano e no Cambreano (SETZER, 1941).

4.1.2.3 - Aspectos Geomorfológicos

Com base no estudo de Almeida (1974), a EDR de Pindamonhangaba está localizada na província geomorfológica do Planalto Atlântico, dividido em quatro zonas: o Planalto de Paraitinga; o Médio Vale do Paraíba; a Serra da Mantiqueira e o Planalto de Campos de Jordão, conforme demonstrado na figura 5.

O Planalto Atlântico se apresenta no Estado de São Paulo como uma área situada na porção oriental desta Federação, possuindo uma paisagem heterogênea do restante do



Legenda

- Podzólico Vermelho-Amarelo/orto (PV)
- Latossolo Vermelho-amarelo/fase rasa (Lvr)
- Latossolo Vermelho-Amarelo/orto (LV)
- Solos Podzolizados com Cascalho (Po)
- Latossolo Vermelho-Amarelo/fase terraço (Lvt)
- Solos Aluviais (A)
- Latossolo Vermelho-Amarelo <<intergrade>> para Podzólico Vermelho-Amarelo (LVP)
- Solos Hidromórficos (H)
- Podzólico Vermelho-Amarelo <<intergrade>> para Latossolo Vermelho-Amarelo (PVL)
- Solos de Campos de Jordão (LJ)
- Podzólico Vermelho Amarelo/orto e Litossolo Substrato Granito-Gnaiss (PV+Li+gr)

Fonte: BRASIL, Ministério da Agricultura, *Carta dos solos de São Paulo, com aplicação à carta dos solos do Estado de São Paulo*; IBGE, 1960, 1:500.000.
Elaboração e organização: Dikgo Correia Maia

Figura6-SolosdaEDRdePindamonhangaba-SP(BRASIL,1960)

espaço paulista, no qual é descrito por Almeida (1974): “[...] Por sua situação geográfica, estrutura heterogênea da qual resulta grande diversidade de formas topográficas e relativa nitidez com que nele de conservaram indícios de antigas superfícies de aplainamento [...]”.

4.1.2.3.1 - Planalto de Paraitinga

Este Planalto Cristalino de estrutura complexa, é considerado o reverso continental da Serra do Mar. O Planalto de Paraitinga é muito dissecado, com relevo de “*mar de morros*” e longas serras longitudinais. Suas altitudes alcançam cerca de 1300 metros, decrescendo para 200 a 300 metros em alguns locais.

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1981) classifica quatro formas de relevo incidentes no Planalto: o Mar de Morros; os Morros Paralelos; as Serras Alongadas e as Escarpas com Espigões Digitados.

4.1.2.3.2 - Médio Vale do Paraíba

O Médio Vale do Paraíba é uma depressão alongada, deprimida entre as Serras do Mar e da Mantiqueira e os Planaltos da Bocaina e do Paraitinga, caracterizado pelo relevo de colinas e baixos morros e uma ampla e contínua várzea de 200 Km de extensão (ALMEIDA, 1974). Esta zona possui duas sub-zonas em função da estrutura e do relevo divergente presente dentro do vale; a dos Morros Cristalinos e a Bacia de Taubaté, sub-zonas que atingem altitudes de 1000 e 700 metros, respectivamente (Figura 5).

A sub-zona dos Morros Cristalinos se assemelha com as características descritas da geomorfologia do Planalto de Paraitinga, geomorfologia esta que se enquadra na classificação do Ipt (1981), somado às presenças das Colinas Amplas, aos Morrotes Alongados e Paralelos e os Morros Paralelos. Contrapondo a este conjunto geomorfológico, formado por baixas chapadas e amplas colinas, a Bacia de Taubaté se apresenta, segundo Almeida (1974) como um “*conjunto topográfico harmonioso*”, representado pela contínua várzea, cuja largura excede a sua faixa de meandros. O Ipt (1981), representa este relevo de três formas: as Planícies Aluviais, os Tabuleiros e as Colinas Amplas com Espigões Locais.

4.1.2.3.3 - Serra da Mantiqueira

É a zona do Planalto que é caracterizado por suas elevadas escarpas e morros mais ou menos isolados, localizados entre o Vale do Paraíba, o Planalto de Campos de Jordão e a vertente mineira da Serra da Mantiqueira. É uma das zonas que possuem várias formas de relevo, segundo o Ipt (1981):

- a) Escarpas com espigões digitados;
- b) Escarpas festonadas;
- c) Montanhas com vales profundos;
- d) Serras alongadas;
- e) Morros paralelos e Mar de Morros.

O relevo é caracterizado por altitudes que variam de 1500 a 2000 metros, relevo este que está dividido em duas sub-zonas: a Oriental e a Ocidental (figura 5). A sub-zona Oriental está situada a Leste do município de Monteiro Lobato e “[...] de borda escarpada de origem tectônica muito erodida [...]” (ALMEIDA, 1974). A sub-zona Ocidental está localizada a noroeste do município de Monteiro Lobato, ao norte de Tremembé e de Pindamonhangaba. A região é definida como de montanhas complexas maturamente dissecadas.

4.1.2.3.4 - Planalto de Campos de Jordão

Abrange os municípios de Campos de Jordão, São Bento do Sapucaí e Santo Antonio do Pinhal. É uma zona de um planalto tectonicamente elevado de estrutura complexa, maturamente dissecado à partir de uma superfície de aplainamento que nivela seus cimos a cerca de 200 metros de altitude (ALMEIDA, 1974).

Segundo o Ipt (1981) esta zona é constituída por Mar de Morros, Morros Paralelos, Morros com Serras Restritas, Serras Alongadas e Escarpas Festonadas, com espigões digitados.

O Planalto de Campos de Jordão é composto por relevos de Espigões orientados a ENE, muito recortado por um intenso ravinamento, desfeito em morros de variadas dimensões, que caracteriza-o como muito acidentado, chegando a desníveis de 300 metros entre os vales e os espigões (ALMEIDA, 1974).

5 – A CULTURA DO MILHO NO CONTEXTO HISTÓRICO MUNDIAL

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais antigas do mundo, havendo provas de que é cultivado há pelo menos 4000 anos. Oriunda da família das “*Gramineae*”, originária da América, surgiu provavelmente na faixa tropical do Hemisfério Norte, mais especificamente no México, com a chegada dos europeus no descobrimento da América. Em função disto foi levado para a Europa, onde era cultivado em jardins, até que seu valor alimentício tomou-se conhecido. Da Argentina (40°S) até a ex-URSS (58°N), o milho passou a ser plantado em escala comercial e foi difundido pelo mundo todo.

Segundo Etori e Falcão (1966), o milho tem uma grande importância econômica, sendo “[...] uma grande fonte supridora de matéria prima para a indústria, que dela consegue se obter mais de 120 derivados, representa ainda a principal fonte de alimento para os animais e é também largamente utilizado na alimentação humana [...]”, que “[...] devido seu grande conteúdo de carboidratos, principalmente amido e de outros componentes, tais como proteínas, óleo e vitaminas, torna-se um produto de relevância comercial [...]” (COELHO et al., 1980).

O destaque para a utilização do milho é na alimentação animal, absorvendo em média 65% da produção total. Portanto, a quantidade de milho produzida está intrinsecamente ligada às cadeias pecuaristas, mais precisamente: a avicultura e a suinocultura, representando 70% da composição dos alimentos. É bom ressaltar que o Brasil na atualidade é o segundo maior exportador mundial de frango (TOMAZELA, 2002).

O contexto mundial da produção de milho, juntamente com o trigo e o arroz, constitui-se as três espécies mais cultivados do mundo. Dado ao seu alto rendimento por unidade de área plantada e grande multiplicidade de usos, o cereal é amplamente cultivado nos seguintes países: Estados Unidos, com 41% do total; China com 18%; União Européia com 7% e o Brasil com 6% (DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS - USDA, 2002). Com exceção da União Européia, estes países citados, são também os maiores consumidores, tendo como destaque o “com belt” americano, o milho Argentino e o milho da África do Sul, países estes, que lideram o “ranking” das exportações mundiais (DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS

UNIDOS - USDA, 2002). No âmbito do Mercosul, o Brasil possui uma produção três vezes maior que a da Argentina, embora a USDA não demonstre estatisticamente, o Brasil tomou-se o terceiro país que mais exporta milho, a partir da safra 2000/01.

5.1 – A evolução da área cultivada e da produção do milho no Brasil

Conforme Alfonsi (1996) “[...] o milho é hoje, o grão mais produzido no país, participando com 37% da área cultivada e 44% da produção brasileira no total de grãos [...]”. Devido a sua fácil adaptação, o milho é atualmente cultivado na maior parte do território nacional, sendo mais comum em algumas áreas, principalmente nos Estados da região Sul-Sudeste, no qual são obtidas duas colheitas por ano. Os maiores Estados produtores, respectivamente, são os Estados do Paraná, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Santa Catarina, Mato Grosso do Sul e São Paulo (IBGE, 2002).

Às vezes, os maiores Estados produtores de milho se revezam no “ranking” da produção, já que a área destinada para a primeira safra, não encontra espaço para se expandir, ou seja, este crescimento da área produtiva, estará sempre vinculado à relação de preços soja/milho, onde na maioria das vezes, a soja recebe melhores preços.

As grandes áreas produtoras nacionais, salienta Alfonsi (1996):

tem duas safras bem definidas, sendo uma que corresponde a 95% do total, no período mais chuvoso e a outra com os 5% restantes, que vem crescendo ano a ano em decorrência ao desestímulo no cultivo do trigo. Essa segunda safra, denominada “safrinha” é semeada no Paraná, Santa Catarina, São Paulo e Mato Grosso do Sul no período de janeiro a março.

O milho ocupa a maior área cultivada do país, onde provavelmente, absorve um grande contingente de mão-de-obra no seu processo produtivo (FORNASIERI FILHO (1992) citado por ALFONSI (1996)). Apesar de ser plantado do Rio Grande do Sul ao Amapá, 60% dos produtores rurais que cultivam o milho, são pequenos agricultores, concentrados quase que na sua totalidade na região Centro-Sul. O rendimento nacional, é baixo, mostrando as diferenças entre as regiões com produtividade que variam em torno de 8 a 10 t/ha e outras com rendimento médio de 600 (Kg/ha).

O aumento da produção do milho no Brasil, na década de 60, resultou muito mais da expansão da área cultivada do que do aumento da produtividade, em consonância com a

política de desenvolvimento agrícola adotada no país (figura 7). Nos últimos 10 anos, o Brasil cultivou em torno de 12,6 milhões de hectares de milho, com uma produção em torno de 29,8 milhões de toneladas, somando-se a safra normal e a safrinha. Numa retrospectiva do milho no país, verifica-se que o maior avanço da área plantada ocorreu nas décadas de 70 e 80, com crescimentos de 9% e 13%, respectivamente. De 1980 a 1990, a área com milho cresceu apenas 4% , conforme a tabela 1. O maior aumento na produção foi observado na transição da década de 80 para a década de 90, quando o país praticamente dobrou o volume produzido, em relação a trinta anos atrás (figura 7).

Tabela 1. Evolução da área e da produção do milho no Brasil de 1970 a 2001

Anos	Área (mil hectares)	Produção (mil toneladas)	Rendimento (Kg/ha)
1970	9.858,10	14.216,00	1.442
1971	10.550,40	14.129,70	1.339
1972	10.538,90	14.891,40	1.413
1973	8.223,50	14.185,80	1.430
1974	10.672,40	16.273,20	1.525
1975	10.654,60	16.334,50	1.505
1976	11.117,50	17.751,00	1.597
1977	11.797,40	19.255,90	1.632
1978	11.124,80	13.569,40	1.220
1979	11.318,80	16.306,30	1.441
1980	11.451,20	20.372,00	1.779
1981	11.520,30	21.116,90	1.833
1982	12.619,50	21.842,40	1.731
1983	10.705,90	18.731,00	1.750
1984	12.018,40	21.164,10	1.761
1985	11.798,30	22.018,10	1.866
1986	12.465,80	20.530,90	1.647
1987	13.499,40	26.786,60	1.984
1988	13.181,90	24.749,50	1.878
1989	12.918,90	26.590,00	2.058
1990	11.390,60	21.341,00	1.874
1991	13.109,80	23.739,00	1.811
1992	13.388,60	30.557,00	2.282
1993	11.688,00	30.004,00	2.528
1994	13.747,70	32.487,00	2.363
1995	13.960,00	36.275,00	2.598
1996	13.415,30	32.185,00	2.399
1997	13.554,90	34.600,00	2.553
1998	10.605,20	29.494,00	2.781
1999	11.608,60	32.038,00	2.760
2000	11.614,70	31.879,30	2.745
2001	10.015,90	35.100,90	3.504

Fonte: IBGE – Levantamento sistemático da produção agrícola (LUPA)

O aumento da produtividade foi a grande alavanca do crescimento da produção. Da década de 80 para os anos 90, a tecnologia, atrelada aos tratos culturais, permitiu ganhos de até 400 Kg/ha acima da média do que foi produzido na década de 70. Da década de 80 em diante, estes ganhos promoveram aumento de mais de 500 Kg/ha na produtividade média, demonstrado na tabela 1. Com relação à década de 90, a evolução da área semeada com milho se comportou de maneira semelhante à década anterior, aumentando apenas em 4%, divergindo do comportamento da produção e da produtividade, que aumentaram 26% e 24%, respectivamente. Isto demonstra que houve um grande avanço no processo produtivo,

se comparado com os anos 80. Estes fatores são os seguintes: manejo de pragas e doenças, calagem (adubação), rotação de culturas, adubação verde, plantio na palha, irrigação, mecanização das lavouras, escolha correta do cultivar (híbrido ou variedades), escolha da época de plantio, assim como a área a ser semeada, sendo estes dois últimos fatores específicos do zoneamento e do calendário agrícola (CATI, 1997).

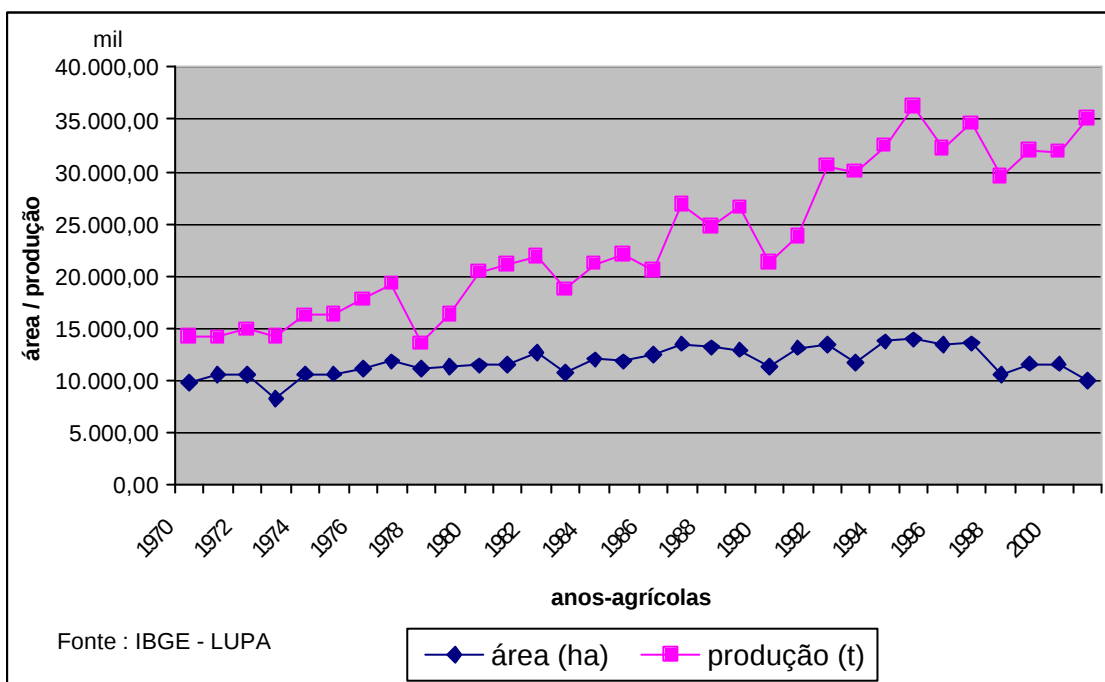


Figura 7. Brasil - Evolução da área e da produção de milho de 1970 a 2001

5.2 – A evolução do comportamento espacial e temporal da cultura do milho no Estado de São Paulo

O milho no espaço paulista, vem sendo sistematicamente contabilizado, pois são elaborados e publicadas suas previsões e estimativas de safra, desde os anos 40, mais especificamente no ano de 1942. Atualmente, os responsáveis por estes levantamentos, assim como a sua publicação, é o Instituto de Economia Agrícola (IEA) e a Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), órgãos localizados em São Paulo e em Campinas,

respectivamente. Esses levantamentos são realizados nos meses de setembro, novembro, fevereiro, abril e junho (VICENTE et al. 1988).

No Estado de São Paulo, historicamente, a produção de milho sempre foi inferior ao consumo, ausência esta, sempre preenchida pela importação de outros Estados brasileiros, como Paraná, Mato Grosso do Sul e do exterior, como da Argentina (CATI, 1999). Entretanto, no ano safra¹ 2000/01, houve uma estimativa conforme Tsunechiro (2000b), de que o Estado de São Paulo exportasse 150 mil toneladas, demonstrando neste índice, uma importante mudança, causada pela melhora na produtividade.

A cultura do milho tem uma enorme importância econômica no Estado de São Paulo. É semeado praticamente em todo o espaço paulista em épocas bem distintas, por pequenos agricultores, que são responsáveis por 44% da produção total no Estado de São Paulo (CATI, 1999).

A área plantada em média, no Estado, gira em torno de 1.250.000 hectares de milho ao ano, sendo que aproximadamente 70% dessa área é cultivada no verão e é considerado como safra normal, isto é, as semeaduras são feitas de setembro a dezembro, e 30% na safrinha, onde os plantios são efetuados à partir de janeiro (ALFONSI, 1996). O rendimento médio da primeira safra é de aproximadamente 3.200 Kg/ha e na safrinha o rendimento varia em torno de 1000 a 2200 Kg/ha, variação esta que é devida ao maior potencial de riscos climáticos (CATI, 1999). Esta produtividade média do milho para o espaço paulista, vem aumentando a uma taxa média de 2,3% ao ano, nos últimos 35 anos, conforme Tsunechiro (1996) e o Cati (1999), representada na figura 8. Aumento este, oriundos do emprego de sementes selecionadas; do uso de fertilizantes, da adoção do tipo de cultivo (simples ou consorciado) e do tamanho da área plantada contribuíram para este crescimento no rendimento médio da produção do milho. No entanto, a produtividade paulista, está muito abaixo quando comparada a outros Estados da federação, tais como Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná. E se comparado a outros países, este índice decresce ainda mais.

¹ **Ano-safra ou ano-agrícola:** inicia-se em 1º de março, sendo esta a data base para a estimativa do estoque inicial e termina em 28 (ou 29 em anos bissextos) de fevereiro do ano seguinte, data de referência do estoque final (TSUNECHIRO, 2000a).

A Cati (1999) demonstra que este rendimento médio poderá crescer

em pouco tempo, se tecnologias simples fossem adotadas pelos agricultores, pois o potencial produtivo dos cultivares recomendados é bastante elevado. A maioria dessas técnicas é de baixo ou até mesmo nenhum custo adicional. No entanto, devido ao fato de que aproximadamente 44% da produção é proveniente de pequenas áreas de agricultura familiar, somente através de intenso e eficiente programa de extensão rural poderemos obter um aumento na produtividade.

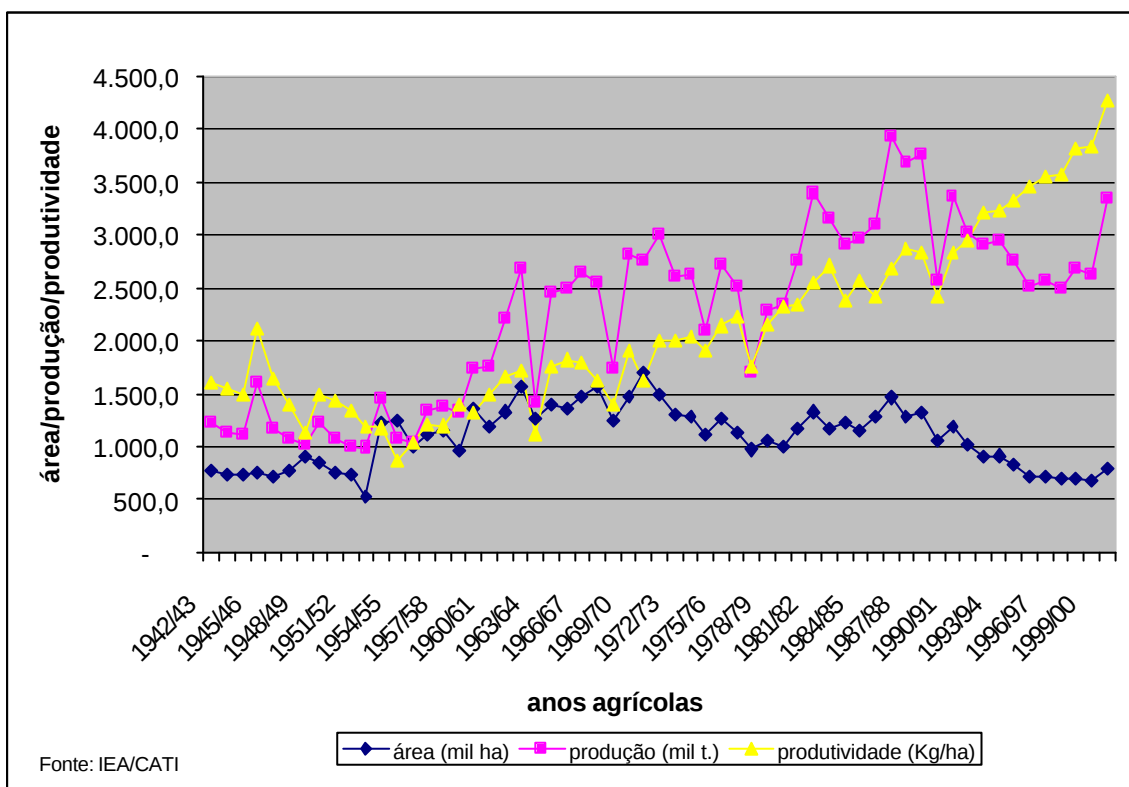


Figura 8 - Evolução da área, produção e produtividade do milho safrinha no Estado de São Paulo de 1942/43 a 2000/01

As maiores regiões produtoras de milho no Estado de São Paulo são o Norte Paulista e o Vale do Paranapanema, com as colheitas das safras normal e safrinha, conforme especificadas anteriormente. Na região Norte, as áreas são representadas pelas localidades de Ribeirão Preto, Mococa, Votuporanga, Barretos, Orlândia e São João da Boa Vista. No Vale do Paranapanema, as áreas são representadas pelas localidades de Assis, Capão Bonito, Itapetininga e Avaré.

5.3 – Análise do comportamento da área, produção e produtividade do milho safrinha no Estado de São Paulo no período de 1942 a 2001

Neste capítulo será feita uma análise do comportamento espacial da cultura do milho de 1942 até o ano 2001, representando a evolução da área, a produção e a produtividade, verificando-se as nuances, e as respectivas causas que provocaram esta mudança no comportamento espacial da cultura. A primeira safra ou safra “verão”, também chamada de safra das “águas” foi escolhida para ser analisada em função de estar sendo contabilizada desde 1942, enquanto que a “safrinha”, começou a ser registrada à partir de 1990.

O comportamento da área de plantio de milho primeira safra do início da década de 40, até os dias atuais, tiveram três comportamentos ao longo da série temporal abordada. Assim, de 1940 até o final da década de 60, a área do milho safra verão, obteve um aumento de 50%, se comparada com o início da década de 40, conforme a figura 2. A partir daí, nas décadas de 70 a 80, a área de plantio praticamente se estabilizou, obtendo uma diminuição de 3% na década de 70, e um aumento de 2%, na década de 80, respectivamente. Nos anos 90, a área cultivada com milho safra das “águas”, decresceu aproximadamente 33% (figura 8), índice este ocorrido devido a substituição desta cultura por outras culturas mais rentáveis, tais como, a cana-de-açúcar e a laranja. Este aumento da concorrência com outras culturas ocasionou uma modificação na estratégia de desenvolvimento, onde o ganho da produtividade tomou-se a peça chave da questão. Outro fator que fez com que diminuíssem as áreas de cultivo do milho primeira safra, foi a viabilidade econômica, isto é, o custo da produção que geralmente, é inferior aos valores recebidos na venda do milho em grão (CATI, 1999). Este custo varia conforme o nível de investimento agrícola que é empreendido pelo agricultor. A base produtiva do milho paulista safra verão, é composta de pequenos agricultores, onde os investimentos e o acesso à tecnologia e a informação é restrita, resultando num processo de desestímulo à produção, e à mudança de cultura a ser plantada.

Conforme relatado acima, a produção do milho primeira safra, apesar de sua pequena viabilidade econômica para os pequenos agricultores, a sua produção vem

aumentando significativamente, obtendo assim um aumento na produção desde o início da década de 40 até os dias atuais, da ordem de 34% (figura 8). Este aumento só não é maior devido aos resultados dos anos 90, único decênio desde a década de 40, que não houve aumento da produção, diminuindo 14%, em relação aos anos 80 (figura 8). A competição com outras culturas, assim como o aumento do plantio do milho safrinha, são as causas principais do decréscimo da produção do milho safra verão, além do que, este cultivo, por gerar um menor rendimento, foi deslocado para áreas consideradas de baixo potencial produtivo numa propriedade rural, trazendo como consequência, quedas na produção.

Vale ressaltar que é na produção do milho que se nota maior variação durante os 59 anos analisados, sendo o fator climático, um forte aliado desta flutuação dos valores brutos, evidenciado na figura 8. Verificou-se que é na produtividade que ocorre aumento significativo dos valores médios do milho safra verão, desde a década de 40, com exceção aos anos 50, que ocorreu um pequeno decréscimo (2%) com relação à década anterior (figura 8). Conclui-se portanto, pelos dados apresentados que a produção do milho no Estado de São Paulo na safra verão ou normal aumentou pela elevação da produtividade e não pela expansão da área cultivada no período de 1942 a 2001. Foram vários os fatores que dinamizaram este aumento, entre eles, estão a escolha correta do cultivar, a irrigação, a mecanização das lavouras, a adubação verde e os zoneamentos e calendários agrícolas.

O fator climático deve ser ressaltado, em função do decréscimo da produtividade em alguns anos safra, evidenciado por veranicos, invernicos, geadas, granizo, excesso de chuvas, e também fortes estiagens, análise esta, que será detalhada nos próximos capítulos.

5.4 – Análise do comportamento da distribuição espacial e temporal da cultura do milho safra verão nas EDRs de Votuporanga (SP) e de Pindamonhangaba (SP) no período de 1974 a 2001

Esta análise do comportamento da distribuição espacial e temporal da cultura do milho safra verão, será feita através da evolução do comportamento da área cultivada, da produção e da produtividade das respectivas EDRs em estudo. Esta análise terá como base o ano de 1974, já que neste ano, iniciou-se através do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) a contabilização dos dados de produção agrícola em escala municipal, através de censos anuais. Os dados de 1990 a 2001 referentes a cultura do milho são fornecidas pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA) e da Coordenadoria de Assistência Técnica Integrada (CATI).

Convém destacar, que dentre as duas regiões analisadas, a região que abrange a EDR de Votuporanga no Norte do Estado de São Paulo (Figura 2), destaca-se como uma das maiores regiões produtoras de milho safra verão do Estado de São Paulo.

5.4.1- A evolução da cultura do milho na EDR de Votuporanga (SP)

Os dados de milho (safra normal) de 1974 a 2001 na EDR de Votuporanga tiveram dois comportamentos durante estes 27 anos de análise: primeiramente houve um aumento médio da área de plantio na década de 80, em torno de 5,3%, com relação aos anos 70. A partir dos anos 90, iniciou-se um decréscimo da área de plantio, com uma queda de 0,5% , sendo mais acentuada nos anos de 2000 e 2001 apresentando uma queda de 25%.

Através destes dados, podemos perceber que a área do milho na EDR de Votuporanga não se alterou com relevância ao longo destes 27 anos, diferenciando-se da evolução da área do milho plantado em todo o Estado de São Paulo, que na década de 90, atingiu um decréscimo de 33% na área colhida, fato este que não ocorreu na região de Votuporanga.

Nos anos 70, o município de Paulo de Faria se destacou por destinar as maiores áreas para o cultivo do milho. Na década de 80, a cidade de Riolândia, também se destacou permanecendo com a maior quantidade de hectares ocupada pelo milho em toda EDR nos anos 90 e nos anos de 2000 e 2001.

Com relação à produção do milho na EDR de Votuporanga, observou-se um aumento de 55% nos anos 90, em relação aos anos 70, duplicando a produção, passando de uma média anual de 5000 toneladas nos anos 70, para uma produção média anual de 10.350 toneladas na década de 90, quadro este, alterado nos anos de 2000 e 2001, onde a região produziu em média 9400 toneladas/ano, obtendo uma redução de 9%, se comparado com a década anterior.

Os municípios que se destacaram na produção do milho nestes 27 anos de análise, são: Paulo de Faria e Riolândia. O primeiro foi o maior produtor nos anos 70 e 80 e o segundo município, liderou a produção na década de 90, assim como nos anos de 2000 e 2001.

A produtividade média do milho safra verão na EDR de Votuporanga, demonstrou aumentos sucessivos durante as décadas de 80 e 90, atingindo um acréscimo médio de 60%, isto é, de uma produtividade média de 2100 kg/ha nos anos 70, que alcançou 4240 kg/ha, nos anos de 2000 e 2001.

Os municípios que se destacaram desde 1974, obtendo as maiores produtividades foram: Álvares Florence, Cardoso, Paulo de Faria, Pontes Gestal, Cosmorama e Riolândia.

5.4.2 - A evolução da cultura do milho na EDR de Pindamonhangaba (SP)

Na década de 80, a evolução da área plantada, da produção e da produtividade, tiveram aumentos de 18%, 13,5% e 15%, respectivamente, com relação ao período anterior.

Nos anos 90, esta situação se altera com relação à área cultivada, que decresce em 30%, em relação à década de 80, demonstrando uma substituição da cultura do milho, por outras culturas mais rentáveis economicamente. A produção neste período obteve um aumento de 34% e a produtividade aumentou em 20% com relação à década de 80.

Este panorama relatado acima, demonstra que a produção aumentou na década de 80 por dois fatores: aumento da área plantada e o aumento da produtividade. No entanto, na década de 90, o aumento da produção ocorreu em função apenas do aumento da produtividade, já que a área plantada diminuiu em torno de 30%, se comparado ao período anterior. Nos anos de 2000 e 2001, a área plantada e a produção tomou a decair, em torno

de 15,5 e 21% respectivamente, divergindo da produtividade que obteve um aumento em torno de 7%.

Compreendendo um total de 17 municípios, a EDR de Pindamonhangaba possui como seus principais produtores na década de 70, os municípios de Taubaté, Paraibuna, Pindamonhangaba e Santo Antonio do Pinhal. Nos anos 80, permaneceram os mesmos municípios já mencionadas, mais os municípios de São Luis do Paraitinga, Santo Antonio do Pinhal e Santa Branca. A partir da década de 90, a hegemonia da produção do milho ficou dividida entre Taubaté e São José dos Campos, sendo este último município, o que permanece como o maior produtor de milho safra verão até os dias atuais na EDR de Pindamonhangaba.

6 - ANÁLISE DA DINÂMICA TEMPORO-ESPACIAL DA PRODUTIVIDADE DO MILHO NAS EDRS DE VOTUPORANGA (SP) E NA EDR DE PINDAMONHANGABA (SP)

As regiões em estudo, representadas pelos municípios de Votuporanga e de Pindamonhangaba, se destacam na produção do milho safra verão, safra esta que coincide com a estação chuvosa nestes espaços paulistas, tendo assim, uma maior disponibilidade de água para todo o ciclo da cultura do milho safra de verão.

A falta de água durante as fases de formação, reprodução e no enchimento dos grãos é reconhecida praticamente como as causas determinantes de uma maior produtividade.

O rendimento médio da produção do milho no Estado é de aproximadamente de 2,5 mil Kg/ha, segundo Tsunehiro et al. (1996), onde esta quantidade produzida segundo o autor, vem aumentando significativamente nos últimos anos, resultado da adoção de cultivares recomendados para as áreas de plantios; manejo de pragas; aptidão edáfica; adubação verde; plantio na palha; rotação de cultura e, a escolha do cultivar correto. No entanto, a evolução tecnológica não é empregada na grande maioria das lavouras, já que estas informações e recursos não chegam ao pequeno produtor, que constitui a base produtiva da cultura do milho no espaço paulista.

6.1 – Comportamento da produtividade na EDR de Votuporanga

O rendimento médio (Kg/ha) desta região será analisado com o auxílio de seis mapas que retratam o comportamento da relação área (ha) versus produção (Kg) para o período de 1986 a 2001. Os mapas foram confeccionados para os anos de 1986, 1990, 1994, 1997, 1998 e 2001, procurando então, cartografar a produtividade (Kg/ha) de quatro em quatro anos, exceção feita para o ano de 1997, ano este que obteve oscilações relevantes na produtividade do milho.

Os dados utilizados para a espacialização da produtividade (Kg/ha) para a região de Votuporanga foram cedidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA) sediado na Secretaria da Agricultura do Estado

de São Paulo, em parceria com a Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) - Campinas (SP).

6.1.1 – Produtividade do milho na EDR de Votuporanga - 1986

Os municípios que compõem esta região, destacaram-se no ano de 1986, os municípios de Cardoso, Álvares Florence e Valentim Gentil, com produtividades médias estabelecidas entre 3033 a 3300 Kg/ha, demonstradas na figura 10. Com um rendimento médio intermediário no ano de 1986, os municípios de Riolândia, Paulo de Faria, Orindiúva, Pontes Gestal, Américo de Campos e Cosmorama, apresentam uma produtividade média entre 2652 a 3032 Kg/ha. O município de Votuporanga foi o que obteve o menor rendimento médio com 2651 Kg/ha no ano de 1986.

Com base na figura 9, observou-se que a amplitude no rendimento médio do milho entre os dez municípios analisados é pequena, possuindo uma diferença de aproximadamente 650 Kg/ha. Este perfil produtivo do milho neste ano agrícola, revela equilíbrio da produtividade na EDR, com uma média geral de 3000 Kg/ha.

6.1.2 – Produtividade do milho na EDR de Votuporanga - 1990

Através da visualização da figura 10, verifica-se as várias diferenças quando compara com a figura 9. A primeira diferença diz respeito a amplitude entre as produtividades, já que a amplitude de 1990 é maior entre os rendimentos médios dos municípios quando comparado ao rendimento do ano safra de 1986. Com uma média de aproximadamente 2215 Kg/ha, os municípios de Cardoso e Valentim Gentil, apresentam decréscimos significativos na produtividade no ano de 1990, comparado a 1986, obtendo a mesma produtividade em 1990, de 1800 Kg/ha, sendo que em 1986 (figura 9) suas produtividades oscilaram de 3033 a 3300 Kg/ha, respectivamente. Apenas o município de Orindiúva, manteve a produtividade se comparado com 1986, diferente do restante dos municípios, que registraram quedas significativas, como foram citamos anteriormente.

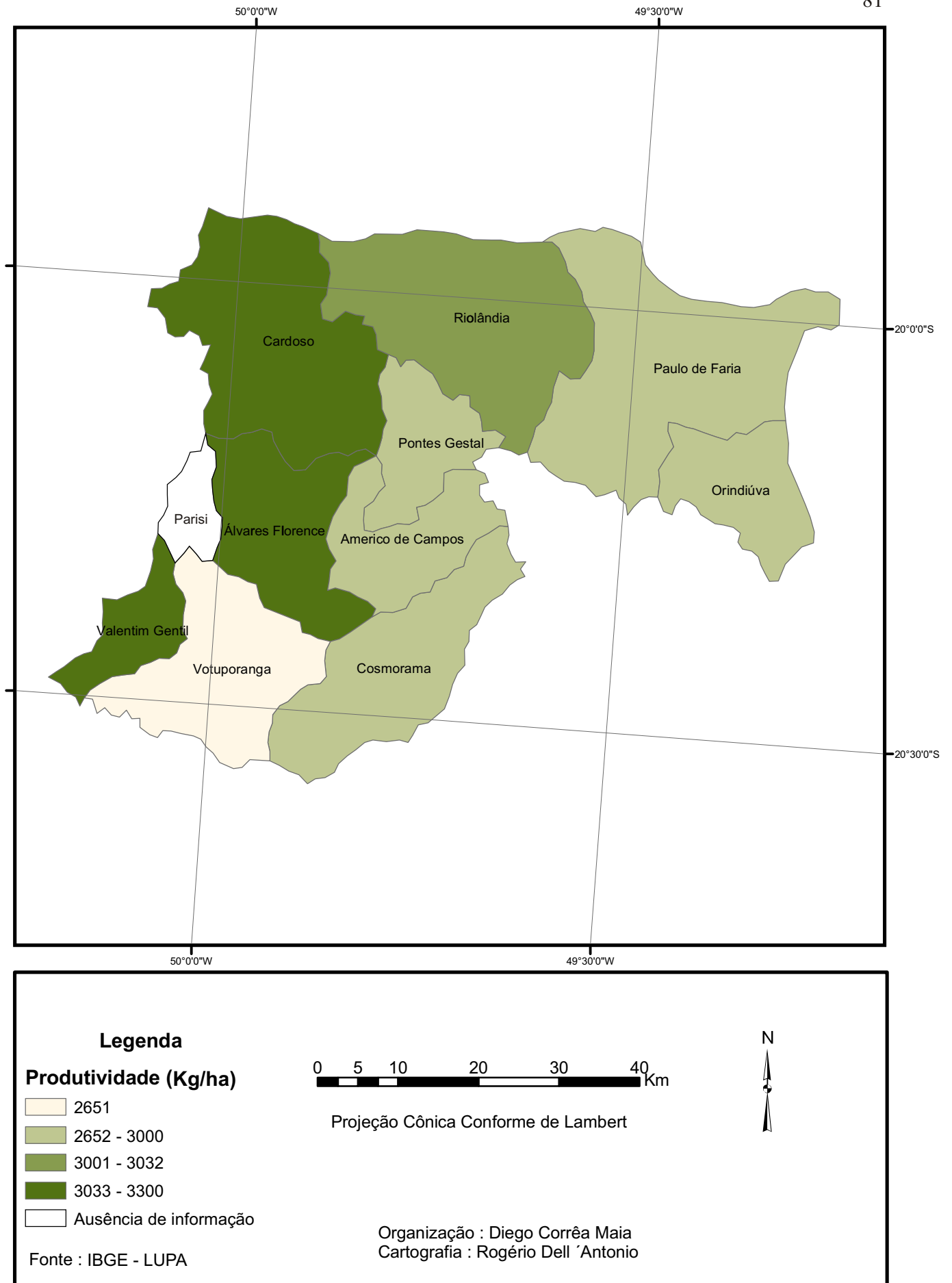


Figura 9 - Mapa da produtividade do milho na EDR de Votuporanga no ano de 1986

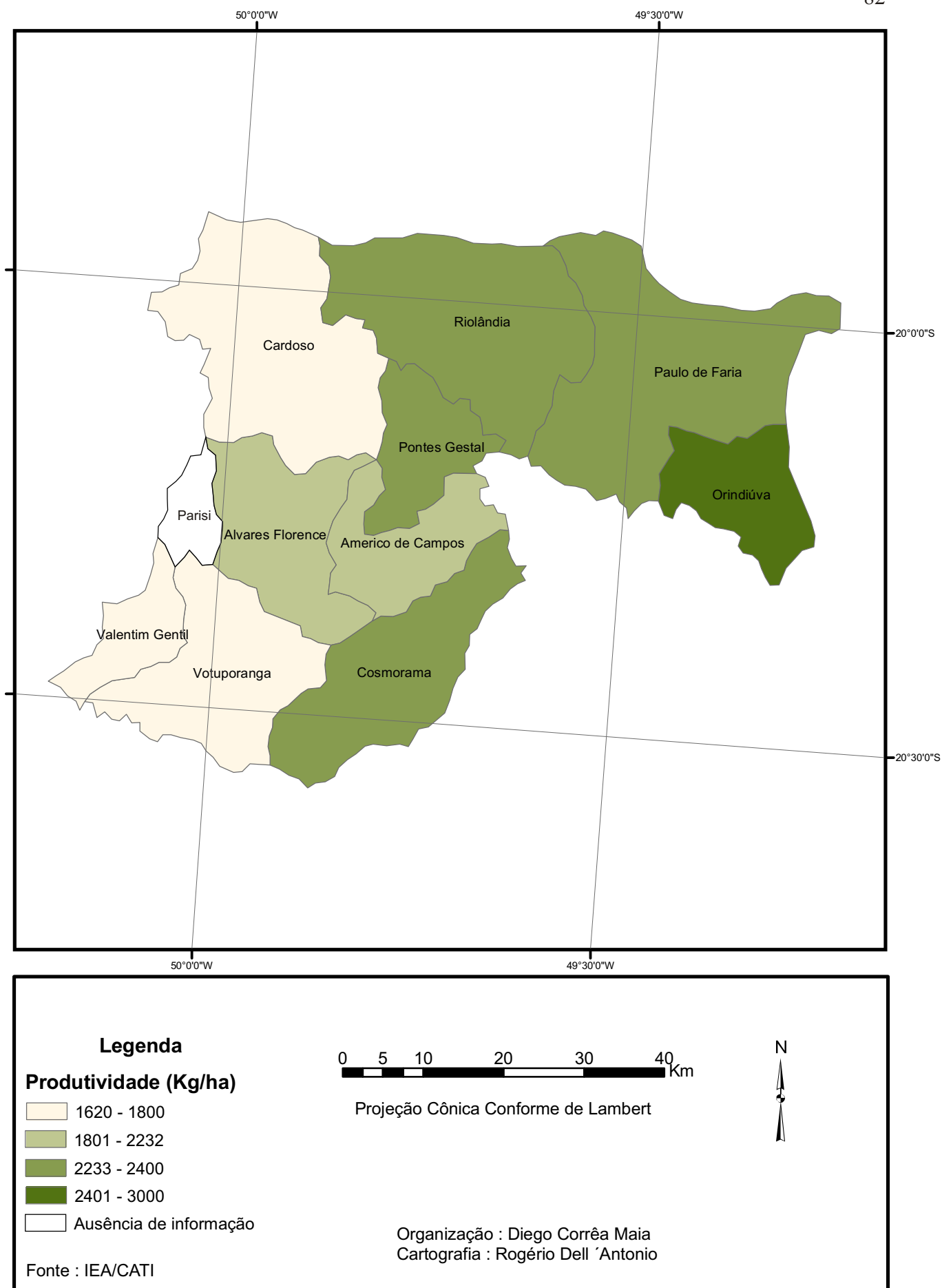


Figura 10 - Mapa da produtividade do milho na EDR de Votuporanga no ano de 1990

A grande amplitude de rendimento entre o município de maior produtividade e o de menor rendimento do milho safra verão, refletiu-se diretamente na queda da produtividade no ano de 1990, como mostra a figura 10.

6.1.3 – Produtividade do milho na EDR de Votuporanga – 1994

Na região gerenciada pelo Escritório de Desenvolvimento Rural Regional (EDR) de Votuporanga, a produtividade do milho safra normal para o ano agrícola de 1994, pode ser verificada na figura 11, na porção sul do território da EDR, ocorreram as menores produtividades em 1994, oscilando entre 1740 a 3000 Kg/ha. No entanto, os municípios de Riolândia, Pontes Gestal e Paulo de Faria, localizados respectivamente nas porções, centro-norte e nordeste da região, obtiveram os maiores índices de produtividade, tendo o município de Paulo de Faria registrado a produtividade máxima de 4260 Kg/ha no ano safra de 1994.

A variação da produtividade do milho dentro da EDR, verificada pela amplitude do rendimento médio atingiu os 2560 Kg/ha, índice este que é resultado da subtração do maior rendimento obtido pelo município de Paulo de Faria (4260 Kg/ha) pelo município de menor rendimento, no caso, Álvares Florence (1740 Kg/ha). Esta amplitude da produtividade foi a maior verificada no período de 1986 a 2001 na EDR de Votuporanga.

Os municípios de Cardoso e Américo de Campos ocuparam no ano safra de 1994 (figura 11), uma posição intermediária na produtividade do milho. No entanto, comparando a produtividade do ano safra de 1994 destes municípios, com a produtividade do ano agrícola de 1990, verifica-se um sensível acréscimo no rendimento médio, estabelecido entre as produtividades entre os 3001 a 3600 Kg/ha. O aumento desta produtividade da EDR de Votuporanga, fica nítido na comparação dos cartogramas das figuras 10e 11.

6.1.4 – Produtividade do milho na EDR de Votuporanga - 1997

Na análise da produtividade na EDR de Votuporanga em 1997 (figura 12), verifica-se uma redução da amplitude do rendimento para 1200 Kg/ha entre a maior produtividade

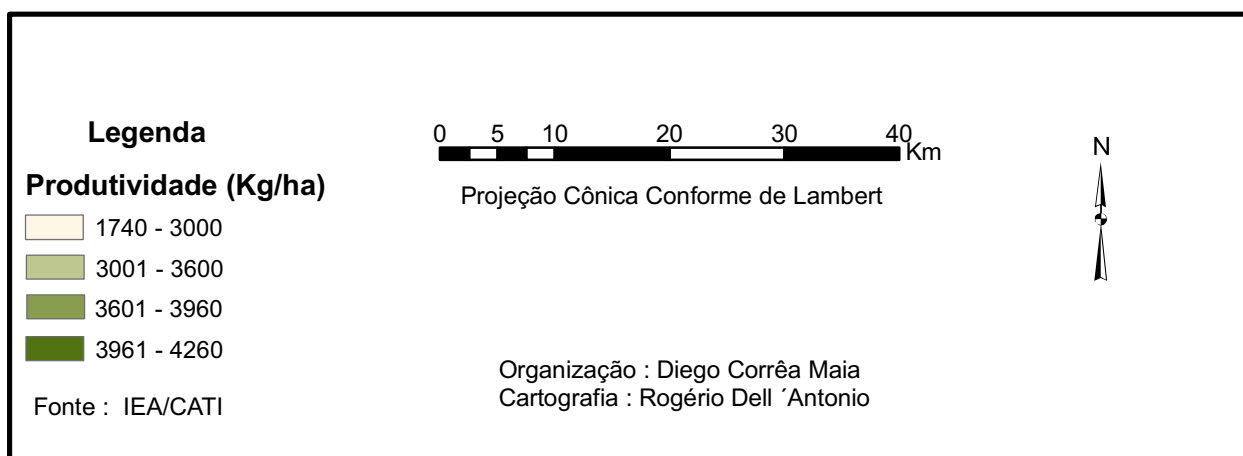
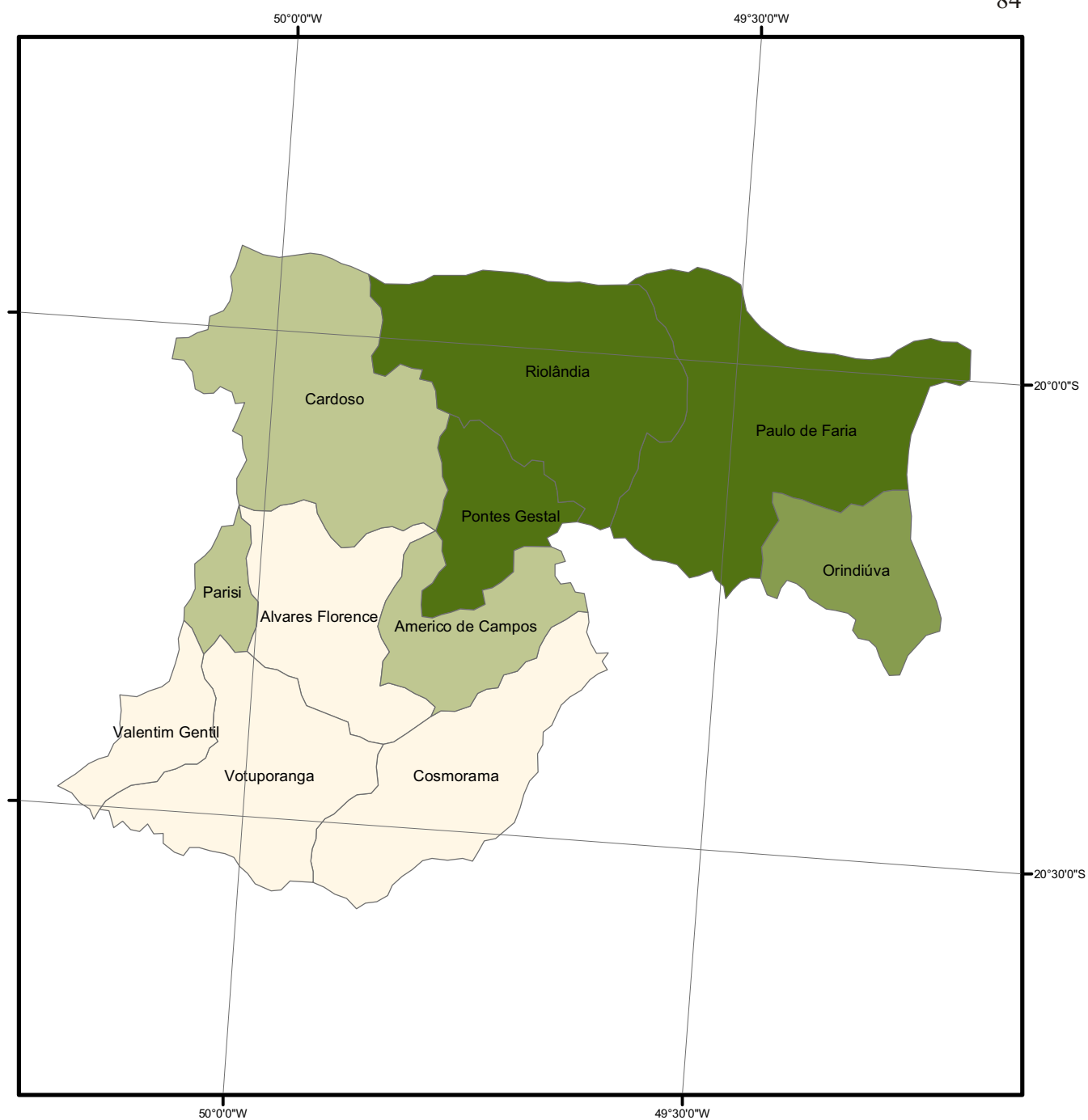


Figura 11 - Mapa da produtividade do milho na EDR de Votuporanga no ano de 1994

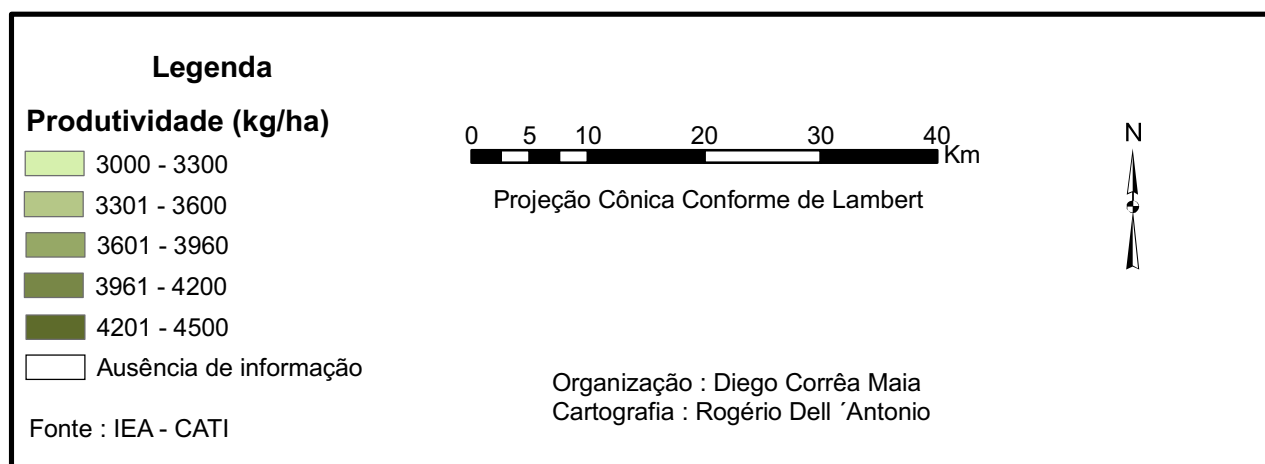
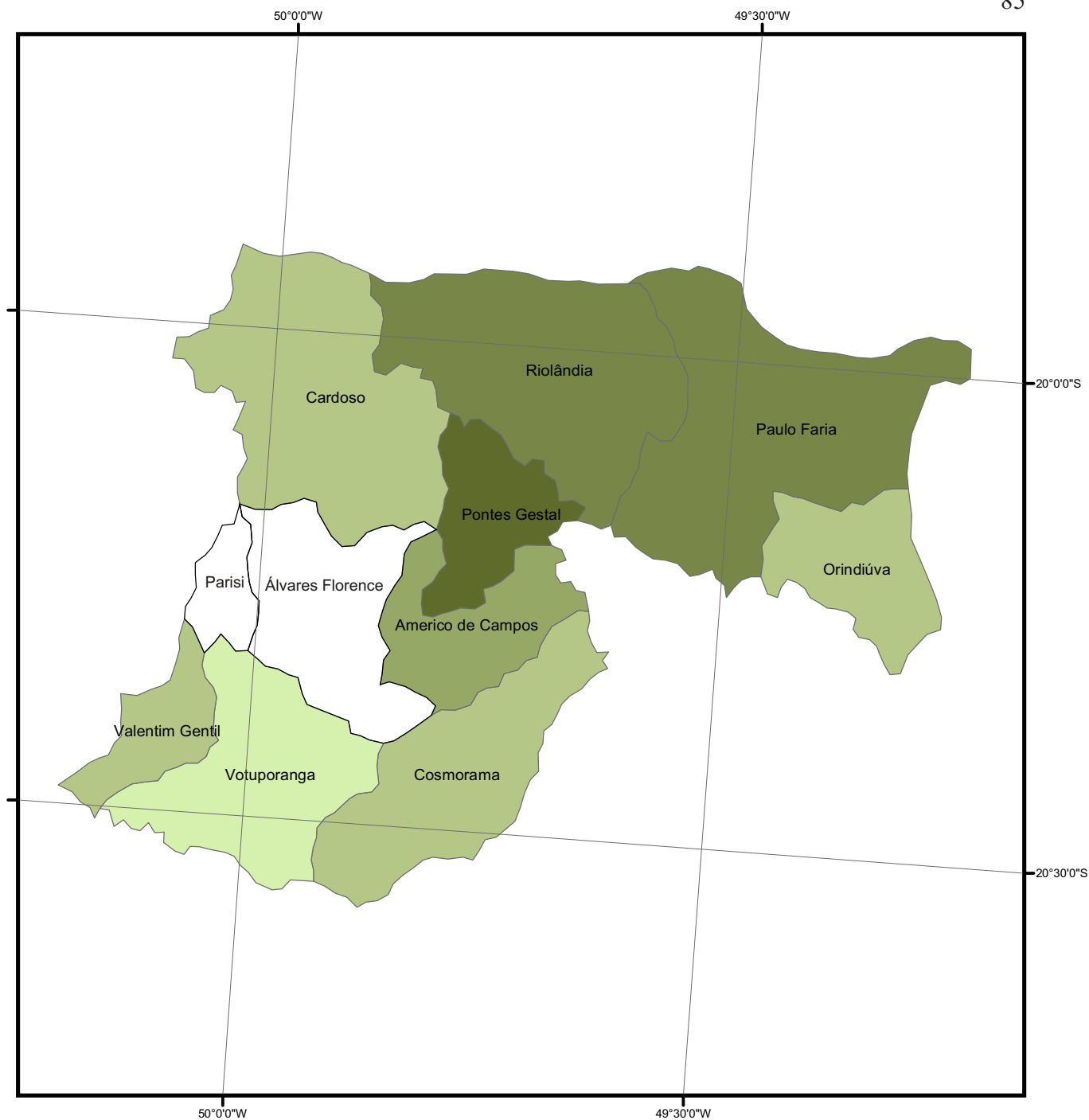


Figura 12 - Mapa da produtividade do milho na EDR de Votuporanga no ano de 1997

(Pontes Gestal – 4500 Kg/ha) e a menor produtividade (Votuporanga – 3300 Kg/ha).

Dentre os nove municípios da EDR de Votuporanga, seis localidades registraram acréscimo de 500 Kg/ha no rendimento na comparação com o ano agrícola de 1994, sendo eles, Américo de Campos, Cardoso, Cosmorama, Pontes Gestal, Valentim Gentil e Votuporanga, localizados nas porções nordeste e centro-sul. A localidade de Riolândia manteve sua produtividade no mesmo patamar de 4200 Kg/ha, e os municípios de Orindiúva e Paulo de Faria, situadas na porção noroeste da EDR, registraram quedas em relação a 1994, apresentando rendimento médio de 360 e 60 Kg/ha, respectivamente.

Convém destacar que a média da produtividade de 1997 foi de 3756 Kg/ha para a EDR de Votuporanga.

6.1.5 – Produtividade do milho na EDR de Votuporanga – 1998

Na EDR de Votuporanga, a produtividade do milho safra das águas no ano safra de 1998, obteve um comportamento excepcional nos seis anos safras de análise referentes ao período de 1986 a 2001.

A produtividade neste ano agrícola (figura 13), comparado com o ano safra de 1997 (figura 12), mostra o mesmo valor do ano anterior nos municípios de Américo de Campos, Cardoso, Cosmorama, Paulo de Faria, Valentim Gentil e Votuporanga. Os municípios de Orindiúva (Nordeste), Pontes Gestal (Centro-Oeste) e Riolândia (Norte) registraram quedas de 600, 1200 e 600 Kg/ha, respectivamente, com relação ao ano anterior.

Estas localidades que sofreram decréscimos no rendimento, estão localizadas na porção leste do território da EDR de Votuporanga.

6.1.6 – Produtividade do milho na EDR de Votuporanga - 2001

Neste último ano safra do período, o comportamento da produtividade pode ser observada na figura 14 como sendo maior dentre os anos safras analisados. Com uma média geral de 4263 Kg/ha, este ano agrícola foi o que se mostrou mais produtivo, quando o município de Cosmorama registrou a produtividade máxima de 5400 Kg/ha. Apenas os

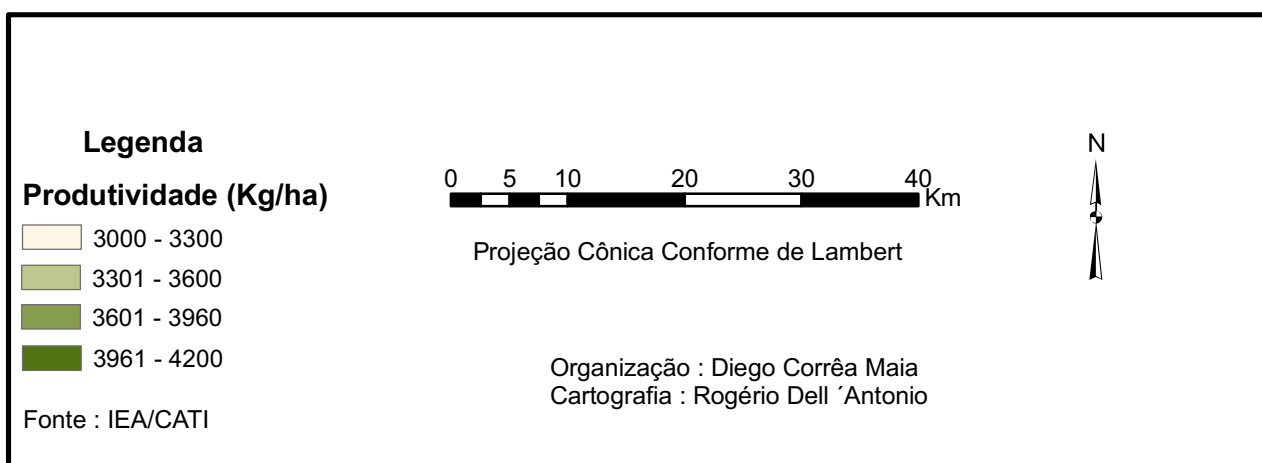
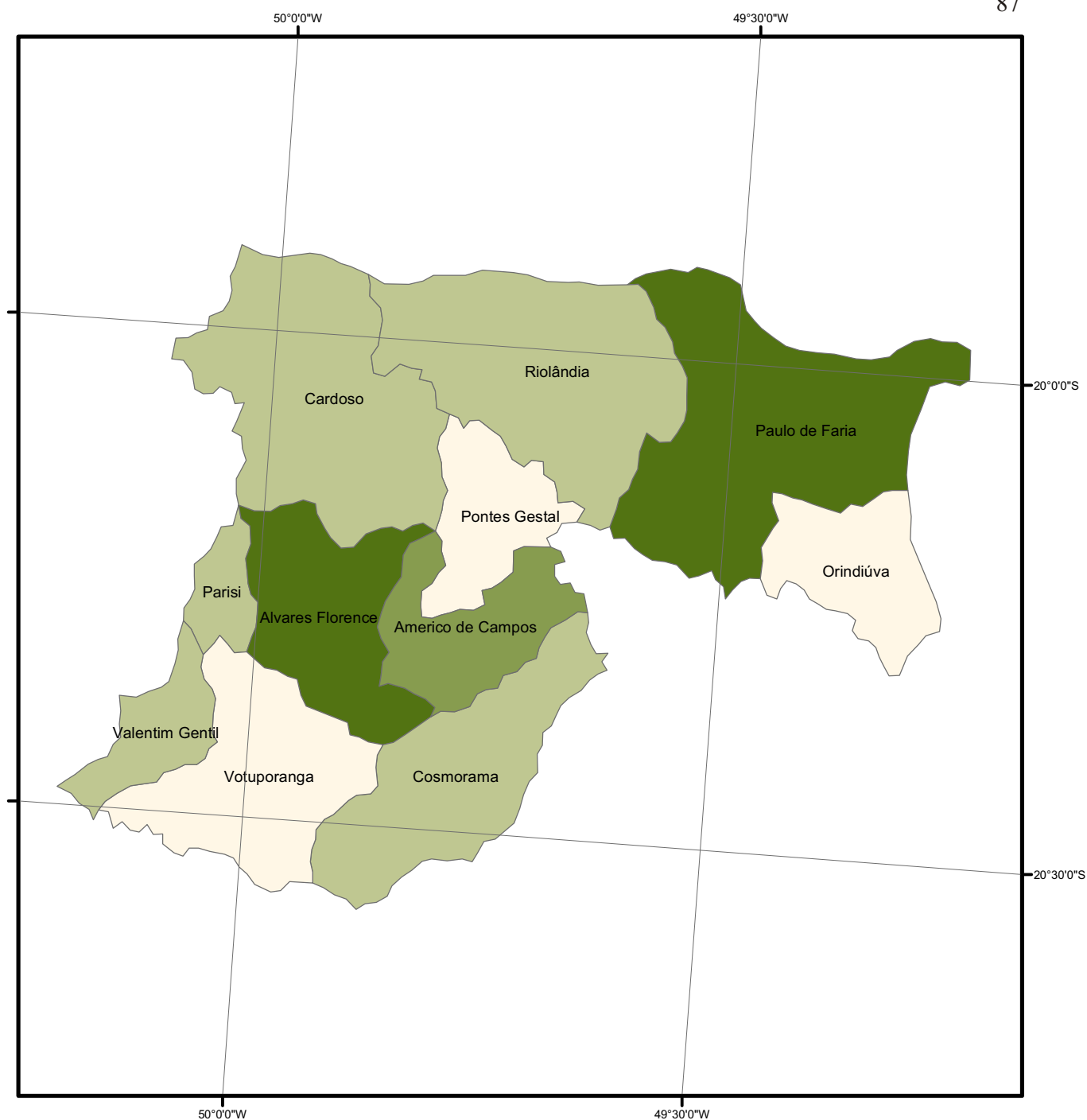


Figura 13 - Mapa da produtividade do milho na EDR de Votuporanga no ano de 1998

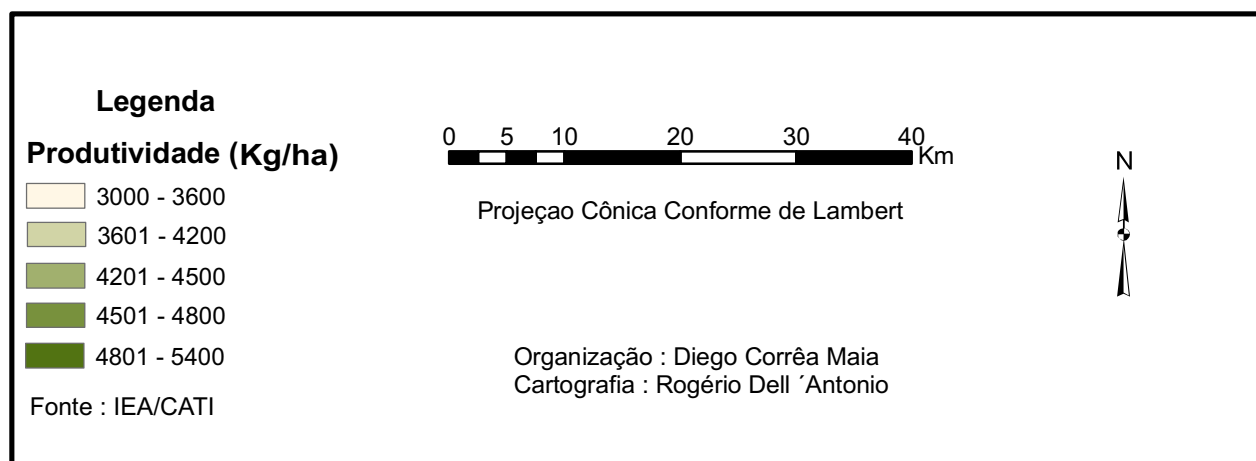
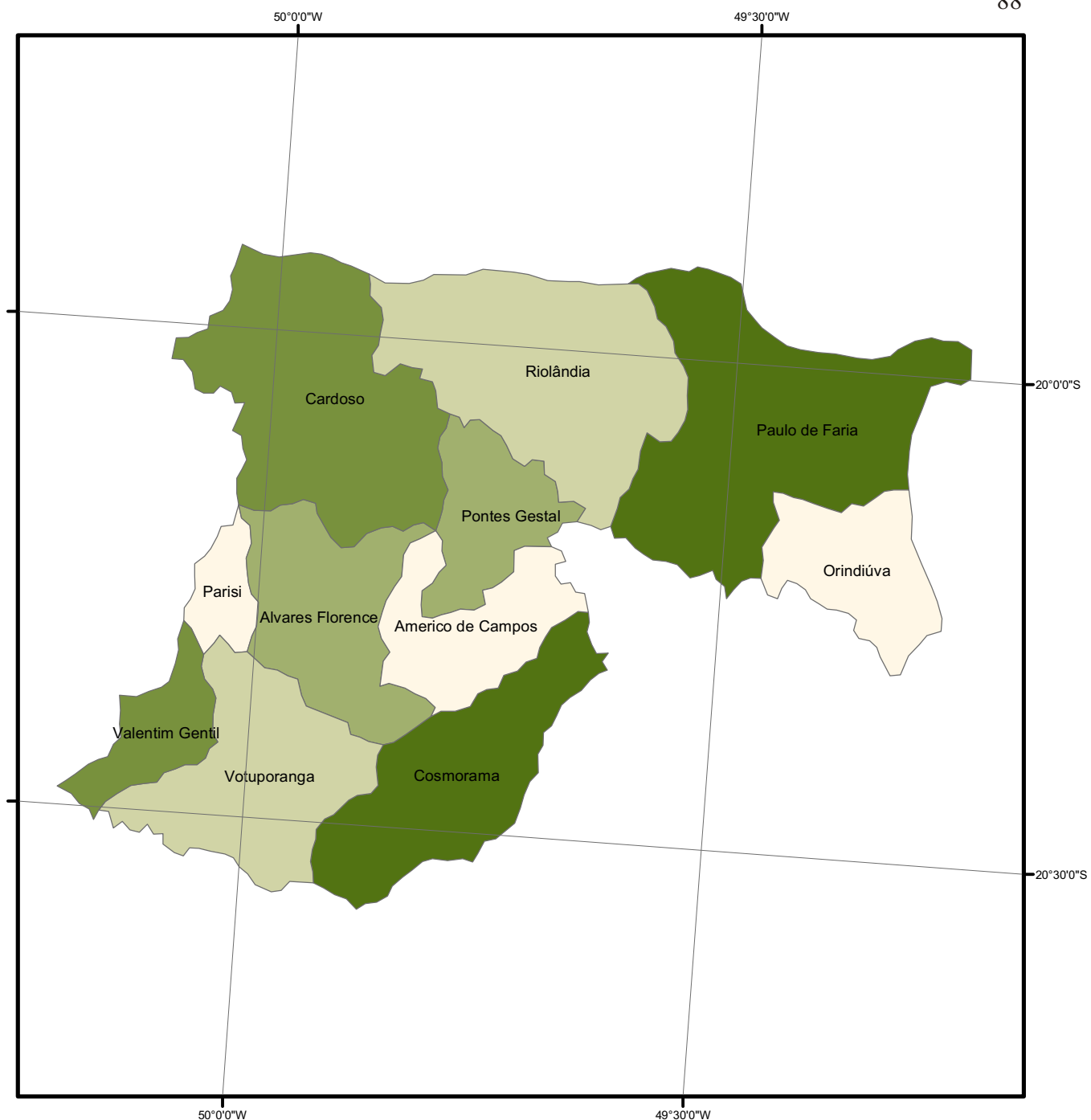


Figura 14 - Mapa da produtividade do milho na EDR de Votuporanga no ano de 2001

municípios de Américo de Campos e Orindiúva registraram queda e equilíbrio, no rendimento, as demais localidades registraram acréscimos no rendimento médio de 940 Kg/ha para cada localidade.

6.2 – Comportamento da produtividade na EDR de Pindamonhangaba

A região sob a administração do Escritório de Desenvolvimento Rural Regional (EDR) de Pindamonhangaba, é composta por 17 municípios que cultivam o milho safrinha das águas, cultura esta que será analisada através do mapeamento sistemático para o período de 1974 a 2001, com um intervalo de quatro anos para cada “momento” a ser analisado. Assim sendo, os mapas foram confeccionados para os anos safras de 1974, 1978, 1981, 1982, 1985, 1986, 1990, 1994, 1998 e 2001. Os anos agrícolas de 1981 a 1985 foram exceções ao mapeamento sistemático quadrienal. No entanto, justifica-se a representação cartográfica destes anos agrícolas, devido às oscilações verificadas na produtividade agrícola do milho.

Com relação às fontes dos dados de produtividade para a EDR de Pindamonhangaba, os dados de 1974 a 1986 foram retirados dos Censos Agrícolas Municipais do IBGE, e os dados de 1990 a 2001 do Instituto de Economia Agrícola (IEA) – São Paulo, em parceria com a Coordenadoria de Assistência Técnica, a CATI, sediada em Campinas (SP).

6.2.1 – Produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba - 1974

No ano agrícola de 1974, a produtividade do milho na região de Pindamonhangaba pode ser visualizada na figura 15, onde o destaque é o município de São Bento do Sapucaí, com 3240 Kg/ha. Já os municípios de Pindamonhangaba, Tremembé, Taubaté e Natividade da Serra registraram neste ano safra o mesmo rendimento médio de 1800 Kg/ha.

Foram verificados nos municípios de Monteiro Lobato, São José Campos, Jacareí, Jambuí e Natividade da Serra uma produtividade intermediária de 1200 a 1800 Kg/ha (figura 15). Os municípios de Campos de Jordão, Santo Antonio do Pinhal, São José dos Campos e Paraibuna registraram rendimentos médios entre 1100 a 1200 Kg/ha, sendo que as localidades de Igaratá, Caçapava e São Luís do Paraitinga, foram as que registraram os

menores índices de produtividade com 975, 1100 e 900 Kg/ha na EDR de Pindamonhangaba.

Com base na figura 15, pode-se constatar que as maiores produtividades da EDR estão situadas no Norte da região, situadas na Serra da Mantiqueira e no Vale do Paraíba.

6.2.2 – Produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba - 1978

O comportamento da produtividade da cultura do milho no ano agrícola de 1978, mostra grandes oscilações nos municípios no ano safra de 1974, no que diz respeito ao acréscimo ou decréscimo da produtividade agrícola do milho.

Pode-se exemplificar este fato pelo aumento da produtividade nos municípios de São José dos Campos, Caçapava, Taubaté, Santa Branca, Campos de Jordão e Santo Antonio do Pinhal, sendo esta última localidade a de maior produtividade do ano agrícola de 1978, com 2333 Kg/ha registrados (figura 16).

A redução da produtividade foi constatada nos municípios de Pindamonhangaba, São Bento do Sapucaí, Monteiro Lobato, Jacareí, São Luis do Paraitinga e Natividade da Serra, tendo estas localidades reduções médias da produtividade em torno de 150 Kg/ha.

Quando se faz a comparação com aos anos safras de 1974 e 1978, verifica-se que a variação do rendimento médio de 1974 é explícita (figuras 15 e 16), sendo que no ano agrícola de 1978, nove municípios registraram quedas na produtividade; seis cidades registraram aumento e apenas o município de Redenção da Serra manteve o equilíbrio de sua produtividade.

6.2.3 – Produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba - 1981

Pelo mapa de produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba em 1981 (figura 17), verifica-se que os municípios localizados ao norte e nordeste da EDR registraram as maiores produtividades, exemplo disto é o município de Pindamonhangaba, que registrou o maior rendimento médio do ano safra de 1981 com 2275 Kg/ha. Com relação ao aumento da produtividade, os municípios de Pindamonhangaba, São Bento do

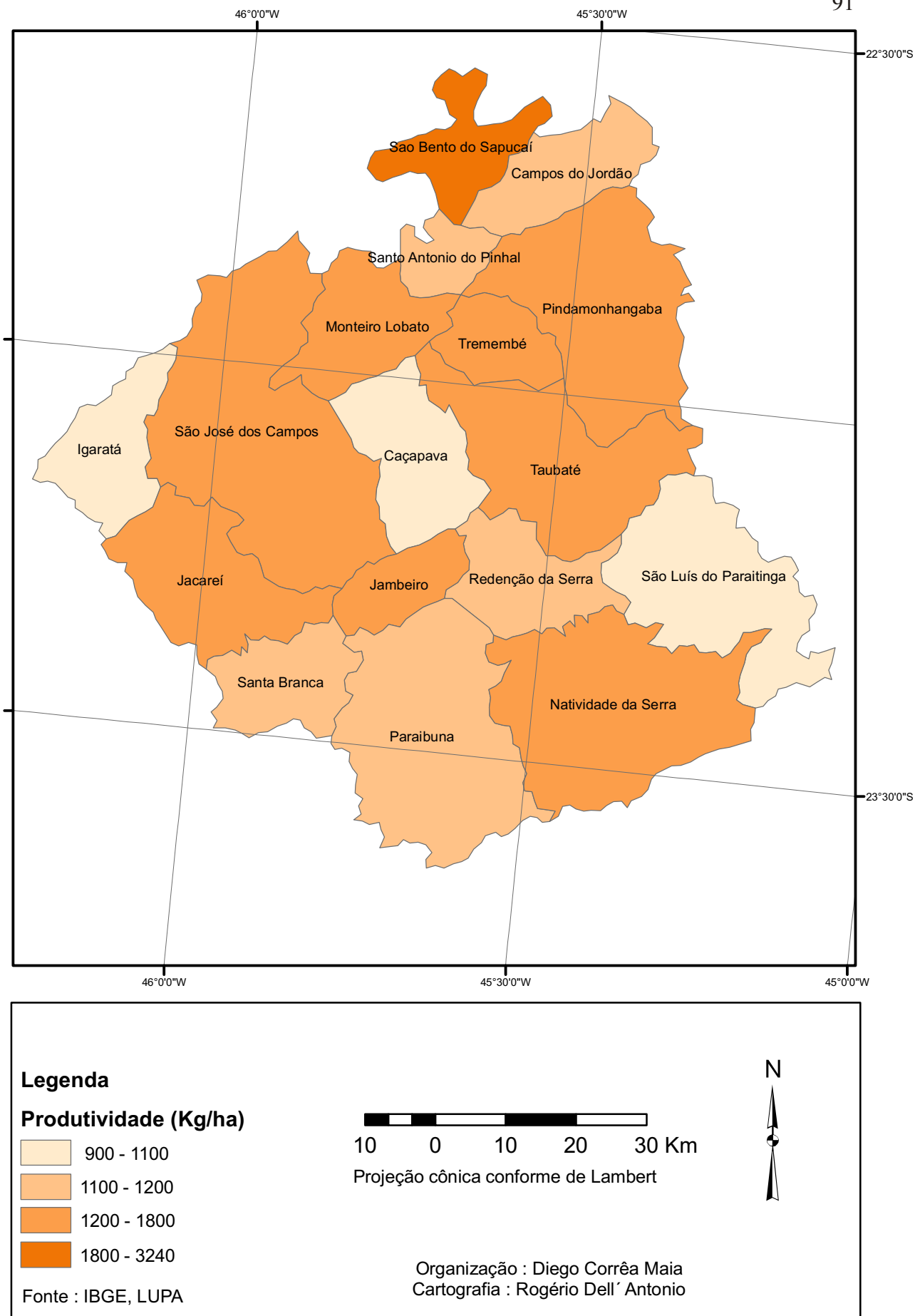
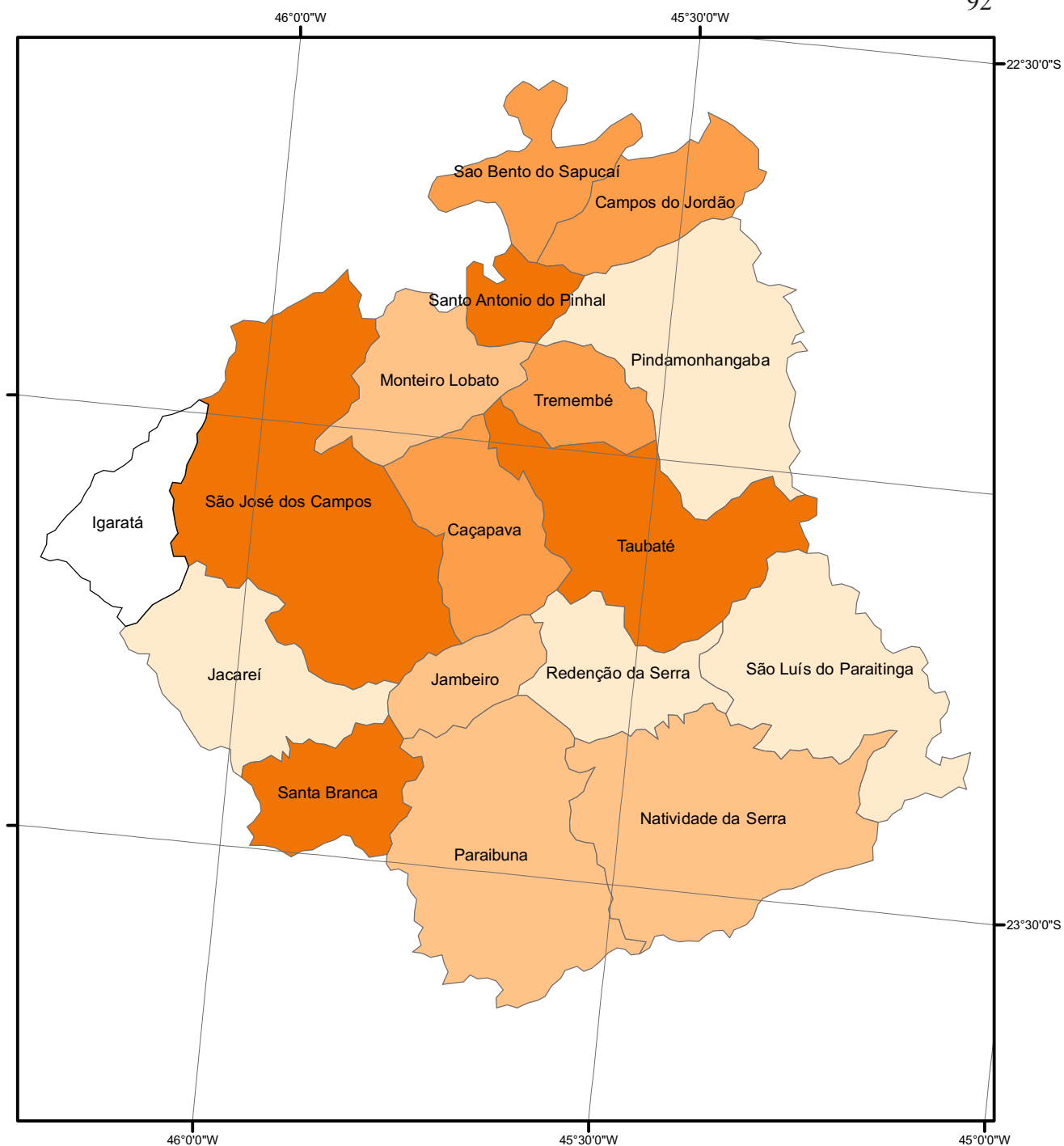


Figura 15 - Mapa da produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba no ano de 1974



Legenda

Produtividade (Kg/ha)

1000 - 1204
1205 - 1500
1501 - 1800
1801 - 2333

Fonte : IBGE, LUPA

10 0 10 20 30 Km

Projeção cônica conforme de Lambert



Organização : Diego Corrêa Maia
Cartografia : Rogério Dell' Antonio

Figura 16 - Mapa da produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba no ano de 1978

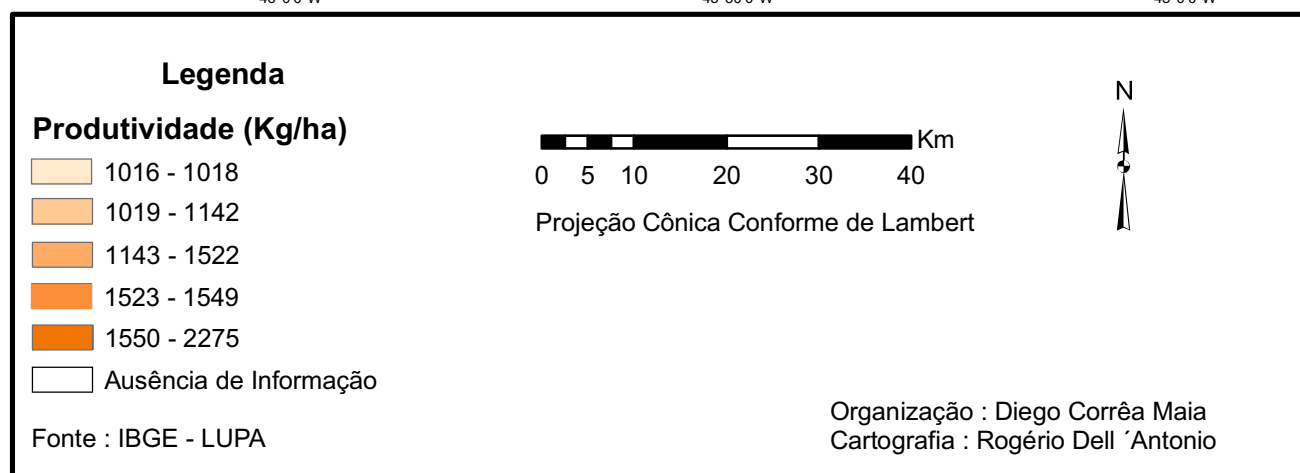
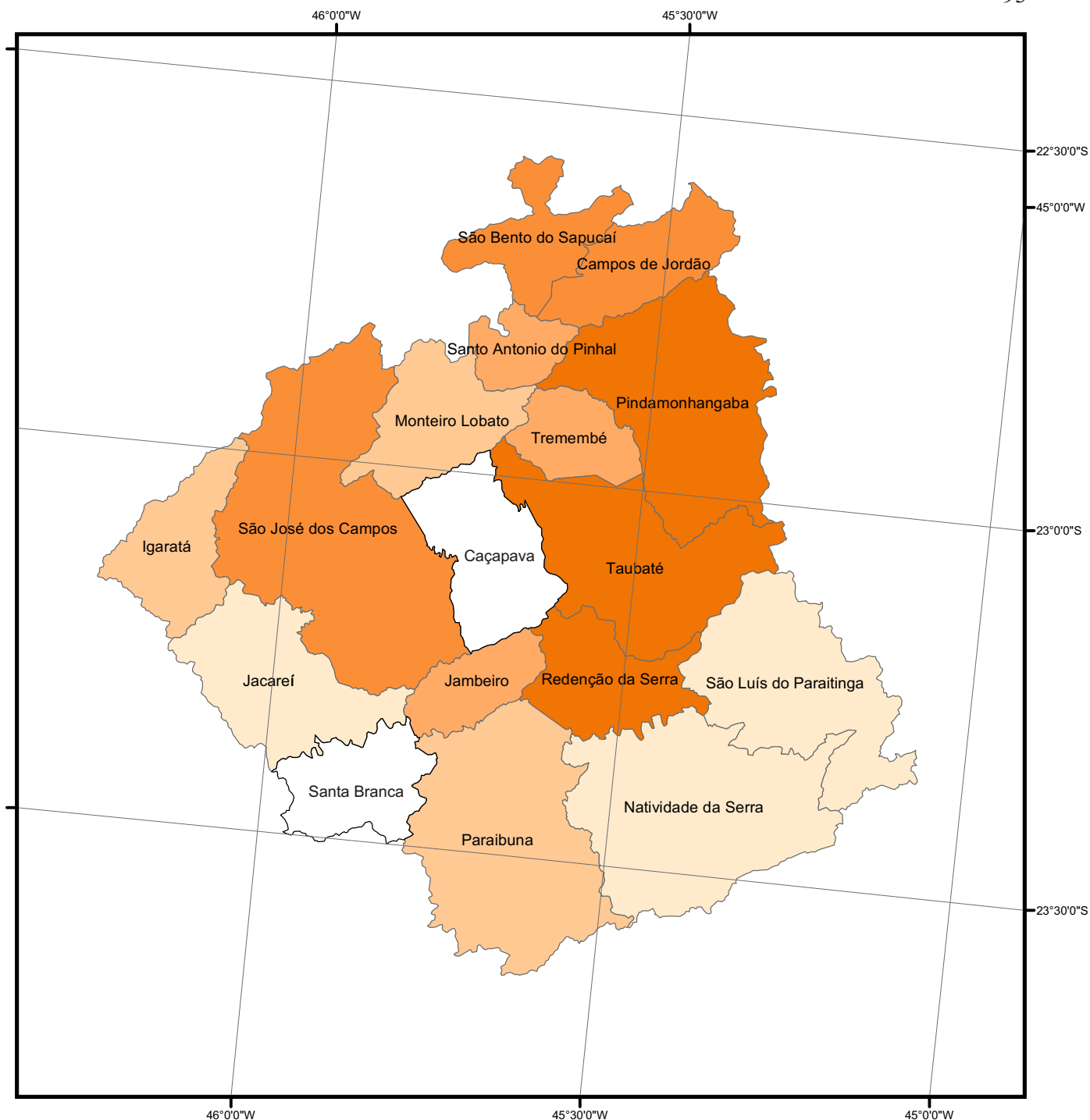


Figura 17 - Mapa da produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba no ano de 1981

Sapucaí e Redenção da Serra, registraram acréscimos de 812, 18 e 69 Kg/ha, respectivamente.

Excluindo as localidades de Pindamonhangaba, São Bento do Sapucaí e Redenção da Serra, as demais localidades da EDR de Pindamonhangaba (onze no total), registraram decréscimos na produtividade em relação ao ano agrícola de 1978, com uma média total de aproximadamente 290 Kg/ha. Outro fator que merece atenção, diz respeito a menor média total da produtividade do período de análise (1974 a 2001), foi verificada neste ano safra de 1981, registrando 1363 Kg/ha.

6.2.4 – Produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba - 1982

O rendimento médio deste período em relação ao ano agrícola de 1981, registrou um expressivo aumento da produtividade nos municípios da EDR, tendo como destaques as localidades de Santo Antonio do Pinhal, Monteiro Lobato, Jacareí, Paraibuna e Natividade da Serra, que registraram um rendimento médio de 2400 Kg/ha, em todas as localidades (figura 18).

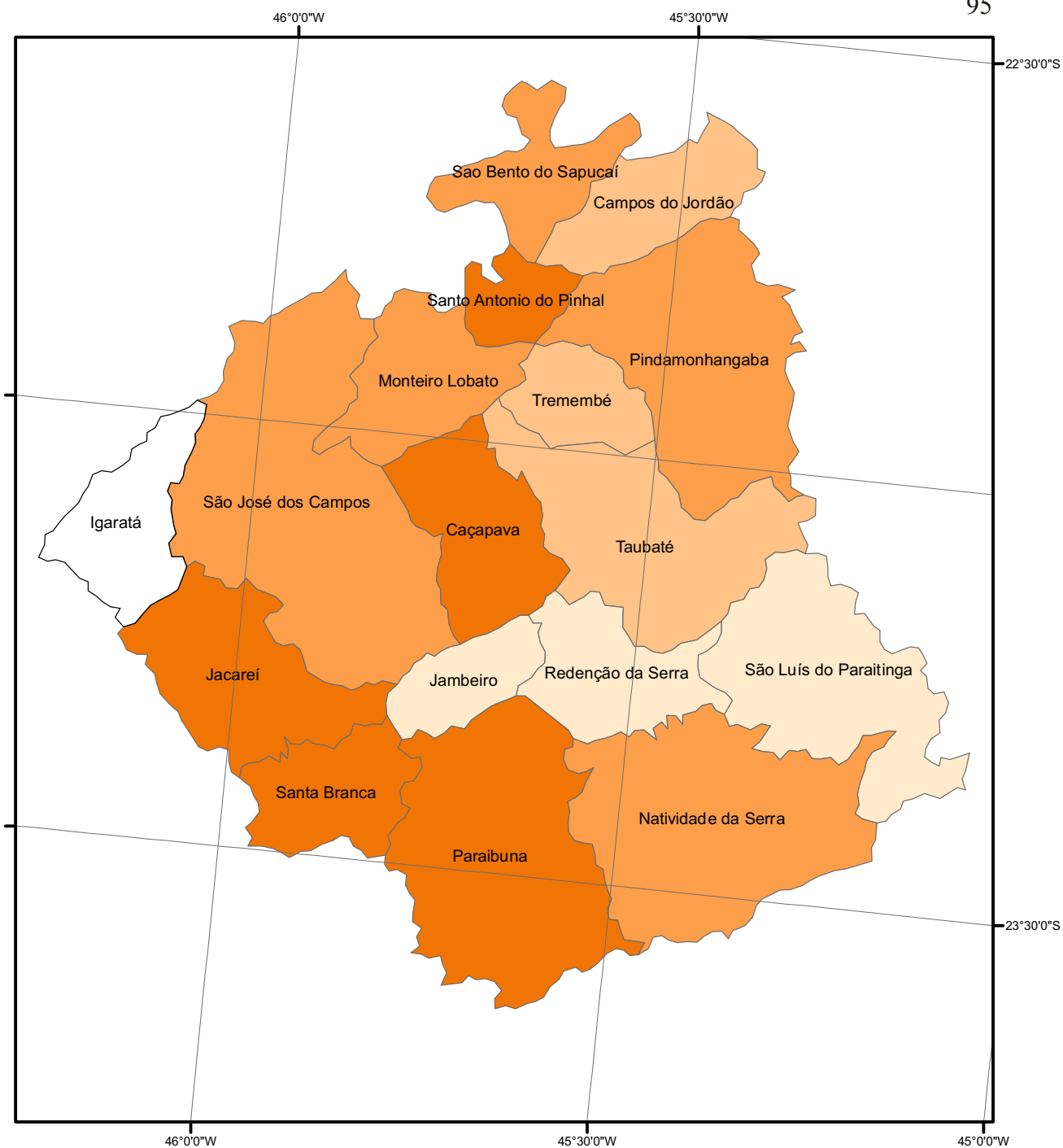
Apenas na localidade de Pindamonhangaba, ocorreu decréscimo na produtividade do milho de 175 Kg/ha, já as demais localidades da EDR, registraram aumentos na produtividade.

A amplitude gerada pela diferença entre os municípios de maior e menor rendimento do período de 1974 a 2001, processou-se neste ano safra, o registro de 900 Kg/ha.

Na porção leste da EDR, composta pelos municípios de São Luis do Paraitinga, Redenção da Serra e Jambuí, verificam-se as menores produtividades (1200 a 1500 Kg/ha) no ano de 1982.

6.2.5 – Produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba – 1985

Pela análise da figura 19, constatou-se que o ano agrícola de 1985, processou-se um decréscimo relevante no rendimento do milho, onde treze municípios participaram desta quebra de safra. O destaque deste evento, foi o município de Jacareí, que obteve uma queda



Legenda

Produtividade (Kg/ha)

	1200 - 1500
	1501 - 1800
	1801 - 2100
	2101 - 2400

Fonte : IBGE, LUPA

10 0 10 20 30 Km

Projeção cônica conforme de Lambert

Organização : Diego Corrêa Maia
Cartografia : Rogério Dell' Antonio



Figura 18 - Mapa da produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba no ano de 1982

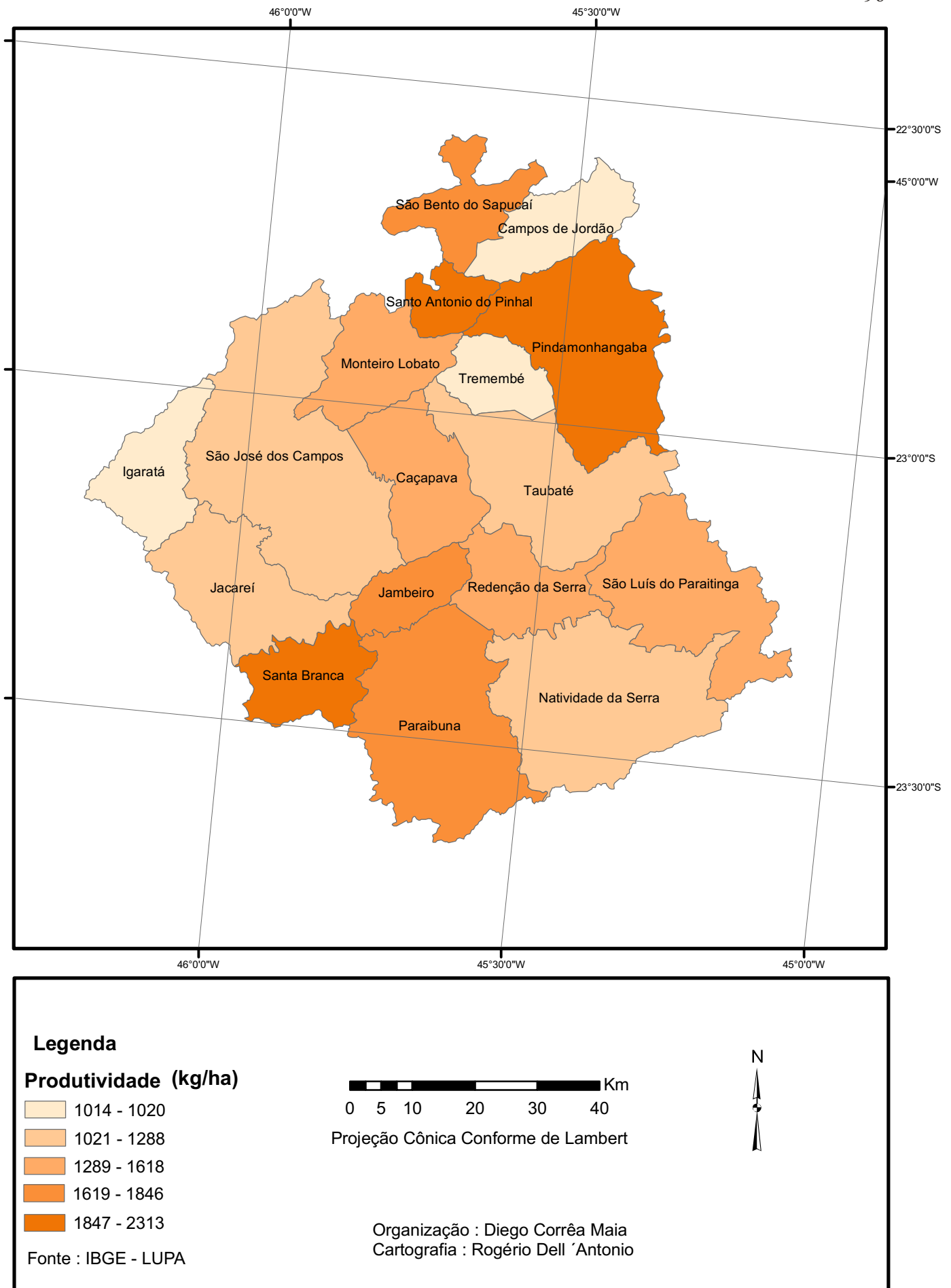


Figura 19 - Mapa da produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba no ano de 1985

de 1242 Kg/ha em relação ao ano agrícola de 1982. A média do decréscimo destas localidades que registraram queda no rendimento foi de aproximadamente de 500 Kg/ha. Os municípios de Campos de Jordão, Igaratá e Tremembé (figura 19), se destacaram devido as produtividades reduzidas estabelecidas entre 1014 a 1020 Kg/ha.

Com acréscimos de rendimento, as localidades de Pindamonhangaba, São José dos Campos, Redenção da Serra e São Luis do Paraitinga, obtiveram aumentos de 213, 212, 104, e 326 Kg/ha, respectivamente. Estes aumentos foram relativamente pequenos quando comparados com os decréscimos.

6.2.6 – Produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba - 1986

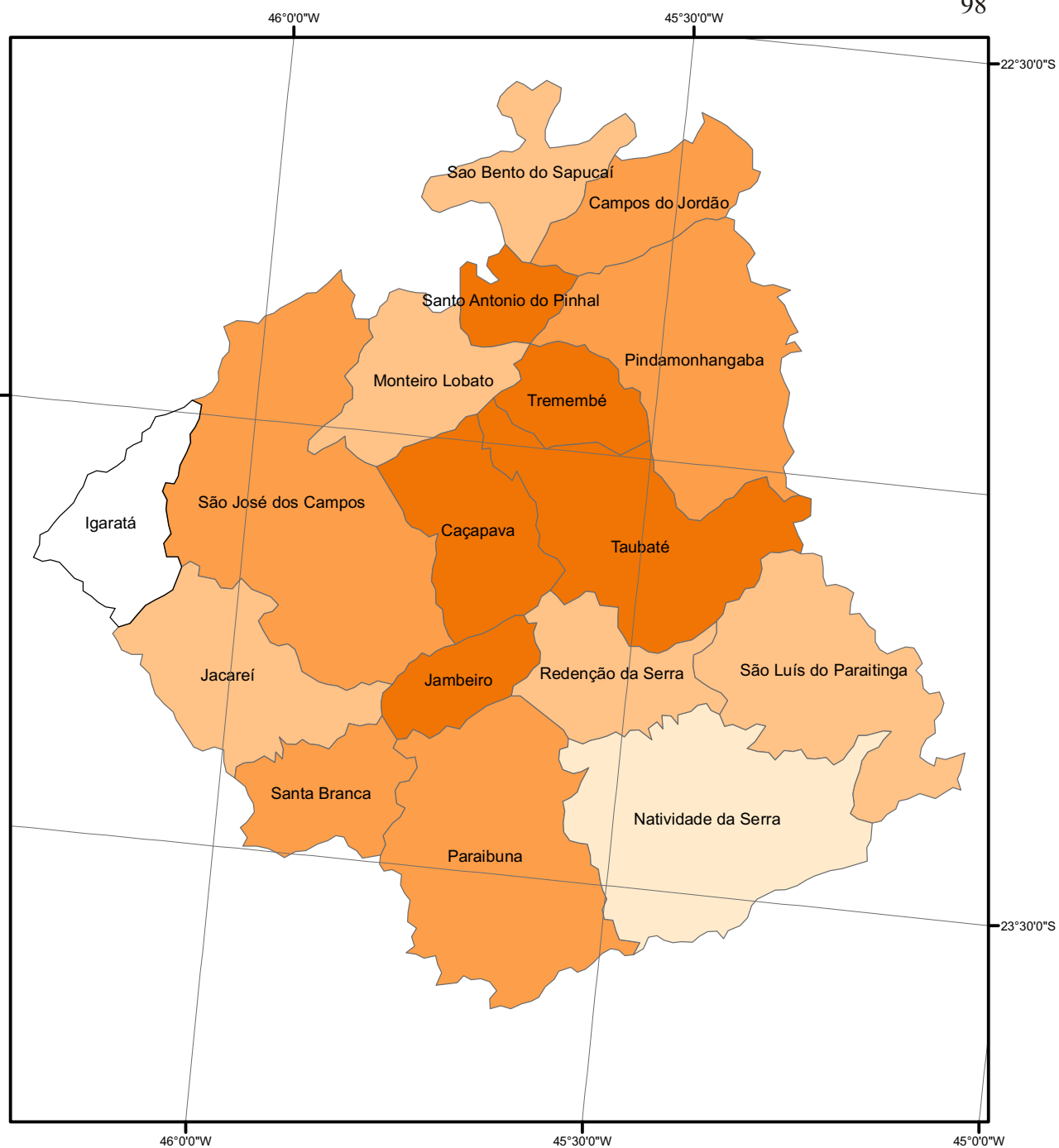
Ao contrário do comportamento da produtividade do milho do ano safra de 1985, o rendimento médio do milho safra verão do ano de 1986, na maioria dos municípios (onze no total) foi verificado acréscimo na produtividade, como já demonstrado na figura 20, com base nos município de Santo Antonio do Pinhal, Taubaté, Caçapava, Campos de Jordão e Santa Branca, localidades das porções Norte e Sul da EDR.

As quedas na produtividade foram presenciadas nas cidades de São Bento do Sapucaí, Pindamonhangaba, Redenção da Serra, São Luis do Paraitinga, Jambeiro e Natividade da Serra, com destaque para o maior decréscimo da produtividade presenciado em São José dos Campos, com 634 Kg/ha em relação ao ano safra de 1985.

O município de Natividade da Serra foi a única região, situada no extremo norte da EDR onde ocorreu a menor produtividade do milho no ano de 1986 (figura 20).

6.2.7 – Produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba - 1990

Para a análise da produtividade da região de Pindamonhangaba para o ano safra de 1990 (figura 21), observou-se que a produtividade do milho na porção sudeste, formada pelos municípios de Redenção da Serra, Natividade da Serra e São Luis do Paraitinga, apresentaram os menores rendimentos da EDR. Dentre estes municípios, apenas a localidade de Natividade da Serra registrou aumento da produtividade de 900 Kg/ha em 1986 para 1800 Kg/ha em 1990.



Legenda

Produtividade (Kg/ha)

- 900
- 901 - 1500
- 1501 - 1863
- 1864 - 2532

Fonte : IBGE, LUPA

10 0 10 20 30 Km

Projeção cônica conforme de Lambert



Organização : Diego Corrêa Maia
Cartografia : Rogério Dell' Antonio

Figura 20 - Mapa da produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba do ano de 1986



Legenda

Produtividade (Kg/ha)

	900 - 1500
	1501 - 2100
	2101 - 2280
	2281 - 2700
	Ausência de Informação

Fonte : IEA, CATI

10 0 10 20 30 Km

Projeção cônica conforme de Lambert



Organização : Diego Corrêa Maia
Cartografia : Rogério Dell' Antonio

Figura 21 - Mapa da produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba no ano de 1990

Nas regiões leste, nordeste e norte da EDR foram encontrados os melhores rendimentos no ano agrícola de 1990 em relação ao ano de 1986. As localidades em que houve aumento de rendimento, em relação a 1986 foram: Igaratá, São José dos Campos e Jacareí (leste); e na porção leste-nordeste as maiores produtividades ocorreram nos municípios de Pindamonhangaba, Taubaté, Santo Antonio do Pinhal e São Bento do Sapucaí. Na porção leste todos os municípios registraram aumento na produtividade em relação ao ano de 1986, apresentando média geral de 1230 Kg/ha.

Na porção leste e norte ocorreram também acréscimos na produtividade nos municípios de São Bento do Sapucaí e Pindamonhangaba, respectivamente com 2280 e 2400 Kg/ha, sendo que os demais municípios da EDR mantiveram a produtividade no mesmo patamar do ano safra de 1986.

Há vários municípios com produtividades intermediárias de 1501 a 2100 Kg/ha, na EDR de Pindamonhangaba, sendo eles: Campos de Jordão, Tremembé, Jambeiro e Santa Branca, municípios estes que em sua maioria registraram decréscimos no rendimento, exceção feita a Jambeiro que registrou um aumento de 900 Kg/ha em relação a produtividade do ano safra de 1986.

6.2.8 – Produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba - 1994

Neste ano agrícola, pelos dados da produtividade agrícola na EDR, verificou-se comportamento semelhante ao rendimento observado no ano safra de 1990 (figura 22), já que em sete localidades foi constatado o mesmo rendimento de 1990: São José dos Campos, Campos de Jordão, Santo Antonio do Pinhal, Taubaté, Caçapava, Jacareí e Redenção da Serra.

Ocorreram aumentos do rendimento médio do milho, nos municípios localizados na região nordeste da EDR, representados por Pindamonhangaba e Tremembé; a noroeste representado por São José dos Campos e pelas localidades de Jambeiro, Paraibuna e Natividade da Serra, situadas no sul, onde foram também, verificados acréscimos no rendimento do milho na EDR de Pindamonhangaba.

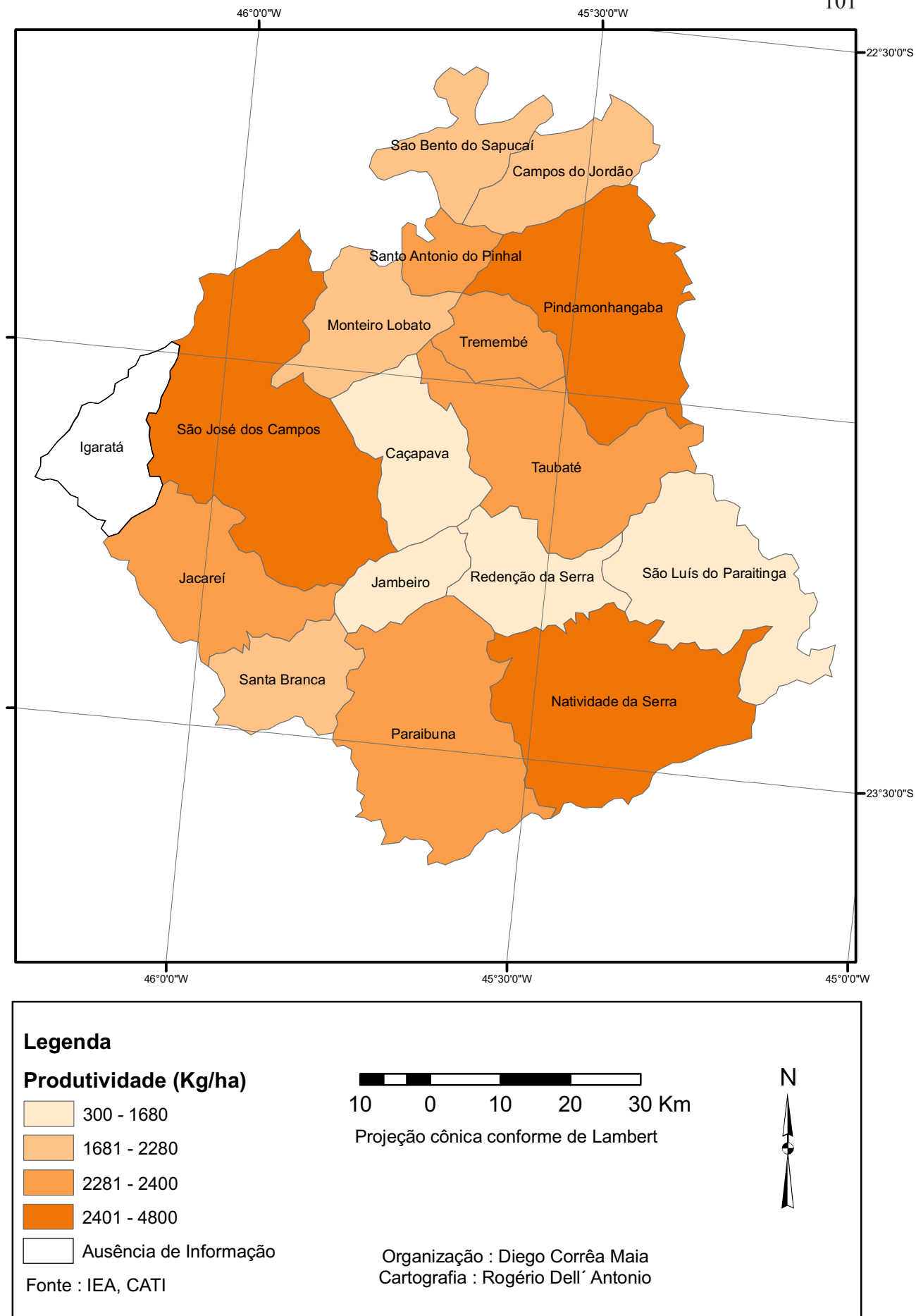


Figura 22 - Mapa da produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba no ano de 1994

6.2.9 – Produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba – 1998

No conjunto das localidades compostas por São Bento do Sapucaí, Jambuí, São Luís do Paraitinga, Caçapava e Monteiro Lobato, foram observados os menores valores de produtividade (1200 a 1680 Kg/ha) registradas no ano de 1998. Os municípios com rendimento médio variando entre 1681 a 2400 Kg/ha, foram registrados em 1998 em Paraíba, Jacareí, São Luís do Paraitinga e Campos de Jordão. Apenas o município de Jacareí apresentou decréscimos de 300 Kg/ha em relação ao ano safra de 1994, sendo que os demais municípios registraram acréscimos na produtividade.

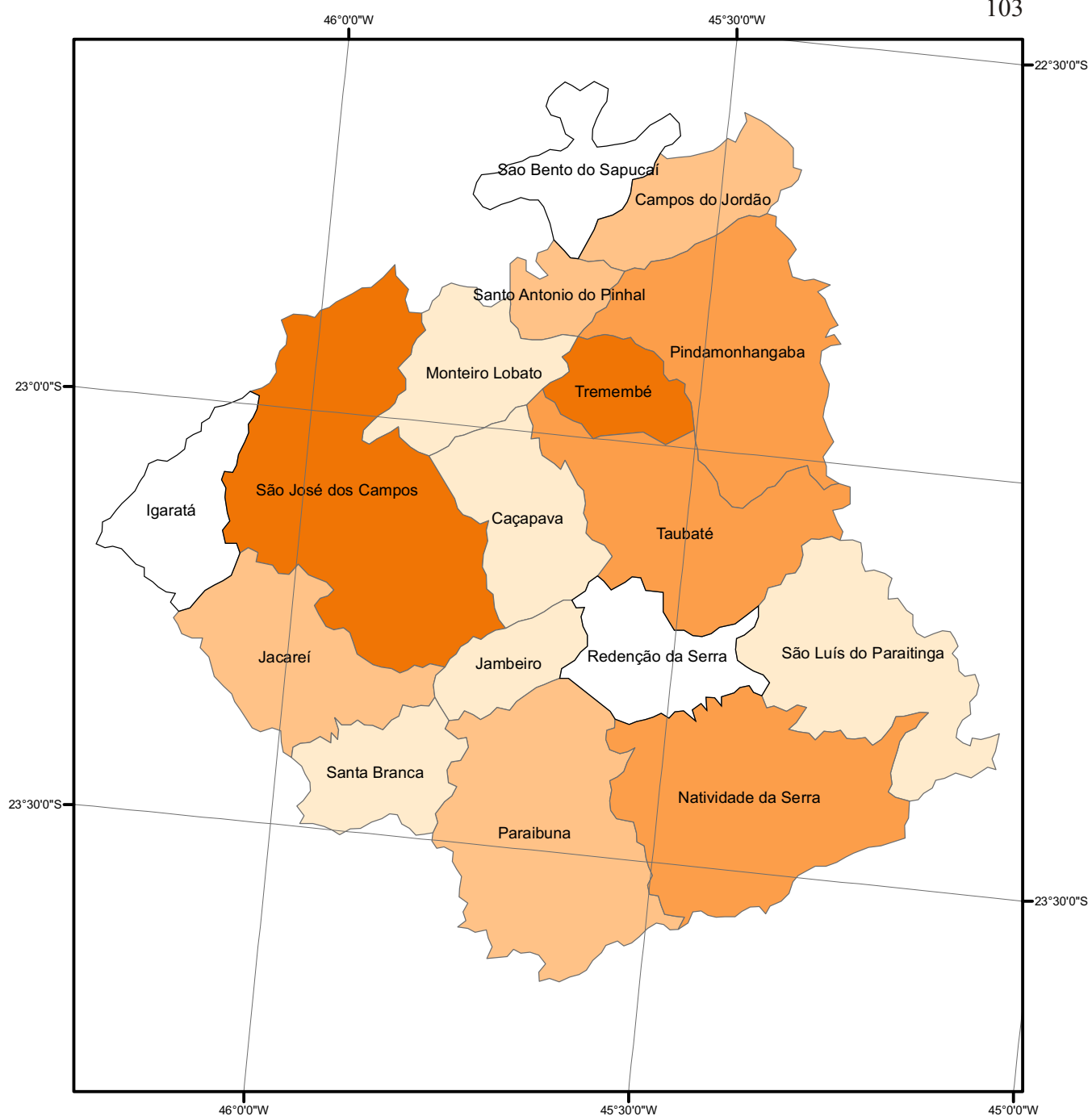
Os municípios com a maior produtividade são observados na figura 23, sendo este atributo pertencente as localidades de São José dos Campos, Tremembé, Pindamonhangaba, Taubaté e Natividade da Serra. Apenas a localidade de Natividade da Serra obteve redução na produtividade com relação a 1994, enquanto que em todos os outros municípios ocorreu um aumento médio de 1580 Kg/ha por município.

6.2.10 – Produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba - 2001

Na análise da figura 24, verificou-se equilíbrio na produtividade da EDR de Pindamonhangaba, em relação a produtividade de seus municípios do ano agrícola de 1998, já que dos quatorze municípios que foram analisados em 2001, cinco registraram o mesmo rendimento, quatro cidades registraram aumento e três municípios registraram decréscimo no rendimento médio do milho.

Dentre os municípios que ocorreram acréscimos na produtividade em relação ao ano agrícola de 1998, estão os de Monteiro Lobato, Taubaté, Jacareí e São Luís do Paraitinga, apresentando respectivamente aumentos de 560, 1800, 900 e 120 Kg/ha.

O município de São José dos Campos se destacou devido ao decréscimo (2600 Kg/ha) ocorrido em relação ao ano de 1998. Os baixos rendimentos foram verificados nas porções sul e noroeste da EDR, e os maiores rendimentos foram registrados no nordeste e no extremo oeste da EDR de Pindamonhangaba.



Legenda

Produtividade (Kg/ha)

	1200 - 1680
	1681 - 2400
	2401 - 3600
	3601 - 4020
	Ausência de Informação

Fonte : IEA, CATI

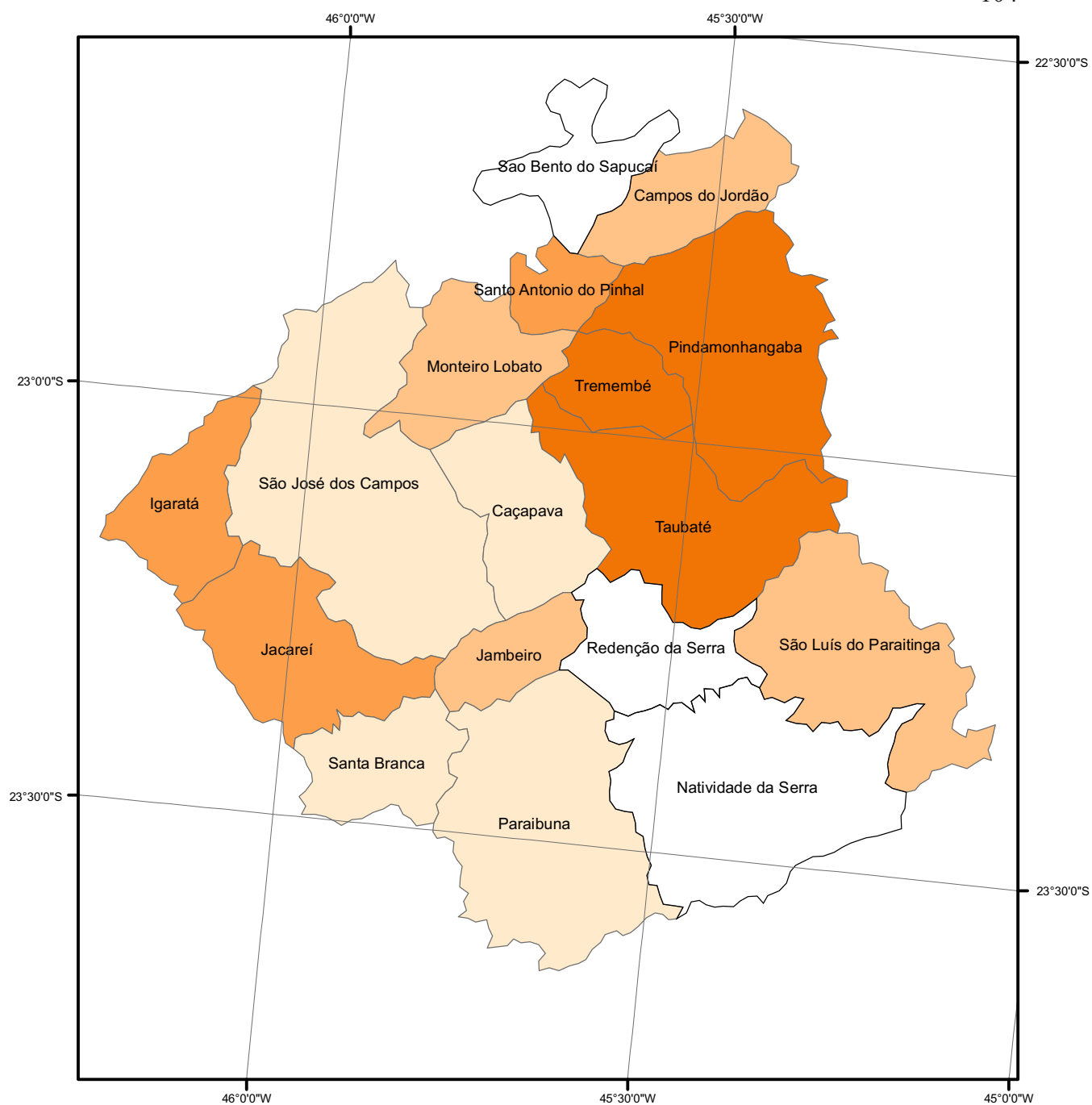
10 0 10 20 30 Km

Projeção cônica conforme de Lambert



Organização : Diego Corrêa Maia
Cartografia : Rogério Dell' Antonio

Figura 23 - Mapa da produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba no ano de 1998



Legenda

Produtividade (Kg/ha)

- 1200 - 1500
- 1501 - 2240
- 2241 - 3000
- 3001 - 4800
- Ausência de Informação

Fonte : IEA, CATI

10 0 10 20 30 Km

Projeção cônica conforme de Lambert



Organização : Diego Corrêa Maia
Cartografia : Rogério Dell' Antonio

Figura 24 - Mapa da produtividade do milho na EDR de Pindamonhangaba no de 2001

7 - ANÁLISE DA VARIABILIDADE E DA TENDÊNCIA CLIMÁTICA NA EDR DE VOTUPORANGA (SP) E DE PINDAMONHANGABA (SP)

7.1 - Análise da Variabilidade

A Variabilidade pode ser compreendida segundo Christofolletti (1992) como “[...] sendo a maneira de variação dos valores de um elemento climático no interior de um determinado período de tempo [...]”. Então, para analisarmos a variabilidade climática dentro de uma série temporal utilizaremos a **Média; o Desvio Padrão e o Coeficiente de Variação**.

Os valores da precipitação média anual e das chuvas na estação seca e na estação chuvosa para os períodos analisados encontram-se representados nas tabelas 2 a 25 (em anexo).

Para os municípios de Votuporanga e Pindamonhangaba, a análise da variabilidade e tendência das chuvas se iniciaram no ano de 1986 para o primeiro município e no ano 1974 para a localidade de Pindamonhangaba, totalizando uma série temporal de 28 anos para a cidade de Pindamonhangaba e de 16 anos para a localidade de Votuporanga. Para os demais municípios que compõem a região, a precipitação foi analisada, em sua maioria, por um período médio de 30 anos (1970 a 2000). No entanto, devido as falhas no registro dos dados fornecidos pelos órgãos responsáveis pela coleta, alguns municípios foram analisados por um período de registro de 28 anos. Convém salientar que não serão escolhidos como anos extremos (seco ou chuvoso) para aqueles municípios que no período de análise estiverem com falhas nos registros das chuvas.

Na análise da variabilidade da chuva nas duas regiões em estudo, quatro cidades que formam as EDRs não possuem dados de chuva para análise; na EDR de Pindamonhangaba foram as cidades de Tremembé e Santo Antonio do Pinhal e na EDR de Votuporanga foram os municípios de Pontes Gestal e Álvares Fbrence que também ficaram ausentes desta análise devido a falta de dados pluviométricos.

As médias anuais da precipitação dos municípios da EDR de Votuporanga oscilaram entre os valores de 1265,3 mm, média constatada no município de Cardoso (tabela 11 - ANEXO) e de 1529,0 mm em Cosmorama (tabela 12 - ANEXO), médias estas que confirmam a descrição dada por Sant’anna Neto (2000) que descreve o clima desta região, como sendo uma área onde as chuvas anuais totalizam em média de 1300 a 1500 mm, devido a ação dos sistemas tropicais e equatoriais.

Através da análise da precipitação mensal da região de Votuporanga, fica nítida a sazonalidade das chuvas, já que no período chuvoso (outubro a março) é responsável por praticamente 80% das chuvas caídas na região em relação ao período seco que vai de abril a setembro.

No município de Américo de Campos, observou-se que a precipitação média anual, no período de 1970 a 2000 é de 1272,7 mm (tabela 4 - ANEXO), sendo o ano mais chuvoso o ano de 1976 com 1900 mm. Em contraposição o ano mais seco nesta localidade foi o ano de 1971, com 857,3 mm.

Na localidade de Cardoso (tabela 5 - ANEXO), a precipitação média anual é de 1265,3 mm, sendo o ano mais chuvoso o de 1976 com 1794,3 mm, tendo o ano mais seco da série registrado 992,8 mm de chuva em 1975.

No município de Parisi, temos uma pluviosidade média anual de 1358,4 mm, conforme demonstra a tabela 6 (ANEXO), onde novamente o ano de 1976 foi o mais chuvoso da série com 2270,4 mm, diferente do ano de 1984, que se apresentou como ano menos chuvoso da série, apresentando 920 mm.

No município de Orindiuva, a chuva média anual, segundo a tabela 7 (ANEXO) foi de 1374 mm. O ano com maior ocorrência de chuvas foi o de 1978 com 1968,5 mm. O ano de 1994 foi o ano menos chuvoso da série com chuvas de 940,5mm.

Em Paulo de Faria, município localizado no extremo oeste da EDR de Votuporanga, obteve-se uma média de chuva anual de 1410 mm, como demonstra a tabela 8 (ANEXO), tendo o ano de maior pluviosidade o ano de 1976 com 1757,6 mm, contrapondo-se com os 1045,5 mm chuva ocorridos em 1994.

No município de Riolândia, as chuvas médias anuais atingiram 1368,6 mm (tabela 9 - ANEXO), tendo o ano de 1976 como o de maior quantidade de chuvas caídas nesta localidade ribeirinha, onde o total do período chuvoso que vai de outubro a março, supera a média anual do período de análise em 7% (1464,6 mm). O ano mais seco deste período de 1970 a 2000 foi o ano de 1986 com 962,7 mm de chuva, registrado no município de Riolândia.

Na tabela 10 (ANEXO), verifica-se que o município de Valentim Gentil obteve uma precipitação média anual de 1351 mm, onde o ano mais chuvoso da série de 30 anos foi o ano de 1989 com 2277,3 mm. O mês de fevereiro deste referido ano, apresentou 759,3 mm. Com um total de 1052,6 mm o ano de 1999 foi o ano menos chuvoso deste município, lembrando que os anos de 1994 e 2000 obtiveram índices

inferiores ao ano de 1999. No entanto, a falta de dados de alguns meses dificulta a análise destes anos como sendo anos menos chuvosos da série temporal.

Com relação ao município de Votuporanga, a média anual das chuvas no período de 1986 a 2001 foi de 1288,8 mm, tendo o ano de 1993 como o mais chuvoso apresentando 1599,6 mm, contrapondo-se ao ano de 1990 com 828,6 mm, ano este em que ocorreu o menor índice dentre os 16 anos analisados, como pode ser verificado na tabela 11 (ANEXO).

Na localidade de Cosmorama (tabela 12 - ANEXO), identificou-se que a média da pluviosidade anual do período foi de 1529 mm, sendo o ano mais chuvoso o de 1983 com 2377,9 mm, e o ano menos chuvoso foi o ano de 1999 com 1039,1 mm de chuva.

Os valores do desvio-padrão variam de 205 em Paulo de Faria a 302 em Cosmorama (tabela 2).

Com relação ao coeficiente de variação, nota-se na tabela 2, que os valores oscilam entre 14 a 23%, enquadrando-se dentro do esperado na região, conforme a análise apresentada por Ayoade (1986), em nível mundial.

Na EDR de Pindamonhangaba as médias anuais de chuva oscilam entre os valores de 1155,5 mm no município de Santa Branca e 1971,3 mm em São José dos Campos.

Estes valores refletem novamente a descrição dada por Sant'anna Neto (2000) ao clima da região, no qual o autor divide em 3 partes; a Borda do Interior da Serra do Mar, clima este representado pelas cidades de Paraibuna e Santa Branca, que apesar de elevadas, impedem as entradas das chuvas dos sistemas tropicais e polares; o Vale do Paraíba, caracterizada por ser uma área de **“sombra de chuva”**; e a Borda do Planalto (Sul da Serra da Mantiqueira), onde as chuvas superam os 2000 mm anuais, índices que ocorrem nas cidades de Campos de Jordão, São Bento do Sapucaí e São José dos Campos.

Tabela 2 – Média, desvio-padrão e coeficiente de variação da precipitação anual na EDR de Votuporanga

Municípios da EDR de Votuporanga	Média (mm)	Desvio-padrão	Coeficiente de Variação
Américo de Campos	1272.7	271.7	21%
Cardoso	1265.3	271.7	21%
Parisi	1358.4	276.8	20%
Orindiuva	1373.9	316.6	23%
Paulo de Faria	1410.7	205.2	14%
Riolândia	1368.6	215.2	15%
Valentim Gentil	1351.0	273.9	20%
Votuporanga	1288.8	302.2	23%
Cosmorama	1529.0	302.5	19%

Com relação a análise da sazonalidade das chuvas na região, verifica-se uma diferença com relação a EDR de Votuporanga no que diz respeito a pluviosidade na estação seca. Na EDR de Votuporanga a estação seca que vai de abril a setembro possui uma participação média de 20% no total anual das chuvas, divergindo da EDR de Pindamonhangaba que na estação seca contribui em média com 30 e 35% das chuvas anuais, demonstrando que a região de Pindamonhangaba possui uma melhor distribuição das chuvas anuais em relação a EDR de Votuporanga.

O município de Santa Branca, apresenta na tabela 13 (ANEXO) dados em que a chuva média anual em três décadas foi de 1155,6 mm, tendo como período de maior pluviosidade o ano de 1983 com 1834,2 mm, e o ano com a menor precipitação foi o ano de 1985 com 871,8 mm.

Na tabela 14 (ANEXO), estão os dados estatísticos da precipitação do município de Natividade da Serra, que obteve no período uma média de chuva anual de 1273,7 mm, tendo como o ano de menor pluviosidade o ano de 1993 com 952,3 mm, e o ano de maior pluviosidade foi o de 1976 com 1695,1 mm de chuva.

Com uma média da pluviosidade anual de 1162,7 mm, o município de Paraibuna (tabela 15 - ANEXO), está entre os municípios da região com a menor pluviosidade, obtendo no período de 1970 a 2000 uma média de pluviosidade anual de 1162,7 mm, sendo o ano menos chuvoso o ano de 1984 com 886,2 mm e o mais chuvoso o ano de 1983 com 2018,1 mm.

Na localidade de Caçapava (tabela 16 - ANEXO), a precipitação média anual para o período, foi de 1203,6 mm, tendo como ano com a maior pluviosidade, novamente o ano de 1983 com um índice de 2129 mm, e na outra extremidade do regime das chuvas, sendo o ano menos chuvoso no município de Caçapava o ano de 1992, registrando 963,5 mm de chuvas.

Na cidade de Campos de Jordão (tabela 17 - ANEXO), podemos observar que a pluviosidade média anual é de 1654,7 mm nos 30 anos de análise das chuvas, sendo o ano mais úmido o de 1983 com 2637,4 mm, e o ano mais seco o ano de 1991 com 1311,9 mm.

Na tabela 18 (ANEXO), podemos visualizar que o município da Jambeiro obteve média anual de chuva de 1335,2 mm, tendo o ano de maior precipitação anual o ano de 1983 com 2157,7 mm, e o ano de 1990, apresentando-se como o mais seco em 29 anos de análise com 1145,5 mm de chuva.

No município de Igaratá (tabela 19 - ANEXO), a precipitação média anual foi de 1413,7 mm, sendo que o ano mais chuvoso foi o ano de 1983, com um total pluviométrico de 2250,9 mm, e o ano de menor precipitação foi o ano de 1975 com 947,8 mm de chuva.

Com uma média anual de 1323,7 mm de chuva, a cidade de Jacareí (tabela 20 - ANEXO) no período de 1970 a 2000, apresentou o ano de 1983 com 2052,4 mm, sendo o mais chuvoso da série e o ano de 1981, o período com a menor pluviosidade com 990,4 mm.

Na tabela 21 (ANEXO), podemos visualizar os dados estatísticos do município de Monteiro Lobato que obteve uma média anual de 1595,2 mm, na série temporal em análise, sendo o ano de menor pluviosidade, o ano de 1992 com 899,3 mm, e o ano mais pluvioso o de 1982 com 2321,8 mm.

No município de Pindamonhangaba, a tabela 22 (ANEXO) demonstra que a média do período foi de 1249,1 mm, tendo o ano de maior precipitação 1987 com 1765,2 mm, e o ano com a menor precipitação do período o ano de 1992 com 747,9 mm.

Na tabela 23 (ANEXO) verifica-se a média da precipitação anual do município de Redenção da Serra que é de 1278,0 mm, em três décadas de registro de chuvas, onde neste período o ano de maior precipitação foi o de 1983 com 1958,1 mm, e o ano de 1972 com 657,1 mm, o ano de menor pluviosidade ocorrida no município no período de 1970 a 2000.

Em 19 anos de chuvas, o município de São Bento do Sapucaí registrou em média uma chuva anual de 1463,9 mm, conforme a tabela 24 (ANEXO), sendo que o ano mais chuvoso da série foi 1983 com 2262,7 mm e o ano anterior, 1982, o menos pluvioso com 1159,4 mm.

Na localidade de São José dos Campos (tabela 25 - ANEXO) a média anual de chuva foi de 1971,3 mm, obtendo em 1983 o índice de 2773,3 mm de chuva e o ano de 1984 o ano com o menor índice pluviométrico de todo o período com 1319,9 mm.

Na tabela 26 (ANEXO), podemos observar os dados anuais do município de São Luís do Paraitinga, que obteve em média 1243,6 mm de chuva anual entre 1970 a 2000, sendo o ano de maior precipitação o ano de 1983 com 1814,7 mm e o ano de 1999 com 914,3 mm, apresentando-se como o de menor pluviosidade registrada na série.

Na cidade de Taubaté (Tabela 27 - ANEXO), a média anual foi de 1346,4 mm, tendo como o ano mais pluvioso o ano de 1983, com 1914,5 mm, e o ano de menor pluviosidade do período foi o ano de 1994, com 1085 mm de chuva.

Os valores do desvio-padrão da EDR de Pindamonhangaba variam de 287.6 em Jambeiro a 464,9 em Monteiro Lobato como pode ser observado na tabela 3.

Tabela 3 – Média, desvio-padrão e coeficiente de variação da precipitação anual da EDR de Pindamonhangaba

Municípios da EDR de Pindamonhangaba	Média (mm)	Desvio-padrão	Coeficiente de Variação
Natividade da Serra	1273,7	222,5	17%
Caçapava	1203,6	334,5	27%
Paraibuna	1162,7	360,9	31%
Campos de Jordão	1654,7	408,4	25%
Jambeiro	1335,2	287,6	21%
Igaratá	1413,7	388,8	27%
Monteiro Lobato	1595,2	456,4	28%
Redenção da Serra	1278,0	277,4	21%
São José dos Campos	1971,3	333,5	17%
São Luis do Paraitinga	1243,6	320,9	25%
Taubaté	1346,4	323,5	24%
Pindamonhangaba	1249,1	288,1	23%
Jacareí	1281,1	320,3	25%
São Bento do Sapucaí	1463,8	339,3	23%
Santa Branca	1155,5	341,0	29%

Com relação ao coeficiente de variação, verifica-se que os valores oscilaram de 17% a 31%, como pode ser visualizado na tabela 3, devido principalmente, a diversidade climática que está inserida a EDR de Pindamonhangaba, abrangendo os contra-fortes da Serra do Mar; o Médio Vale do Paraíba e a vertente Norte da Serra da Mantiqueira.

7.2 – Análise da Tendência

A análise da tendência geral tem como objetivo, segundo Christofolletti (1992): “[...] verificar se há manutenção ou se há aumento ou diminuição constante nos valores da seqüência temporal. Essa técnica auxilia no discernimento de estabilidade de mudanças ao longo do tempo [...]”.

Para analisar a tendência das EDRs em estudo, será utilizado o método dos mínimos quadrados, onde Christofolletti (1992) relata que este método é mais demorado e rigoroso com relação ao método das semi-médias. No entanto o método dos mínimos

quadrados procura minimizar a soma dos quadrados das diferenças entre o valores observados e os valores correspondentes na linha de tendência.

Para a análise da tendência das chuvas nos municípios que compõem as EDRs, serão utilizados os totais anuais de chuva e os totais anuais da estação chuvosa, visto que o milho safrinha das águas é cultivado neste período (outubro a março).

Na EDR de Votuporanga, a tendência geral da precipitação anual e da estação chuvosa, através da utilização do método dos mínimos quadrados, foi de um **sensível aumento da pluviosidade** no período analisado (1970 a 2000). Será verificado agora, o comportamento dos postos para cada município da EDR de Votuporanga, exceção feita aos município de Pontes Gestal e Álvares Florence, que não apresentam dados.

Na localidade de Américo de Campos a tendência da precipitação anual está em equilíbrio, divergindo da tendência da precipitação média anual da estação chuvosa que no período de 1970 a 2000 sofreu um decréscimo nas chuvas ocorridas nesta localidade, conforme pode ser visto nas figuras 25 e 26.

Nas figuras 27 e 28, verifica-se que a tendência da precipitação média anual e da estação chuvosa aumentaram sensivelmente de 1970 a 2000 no município de Cardoso.

Na cidade de Parisi, ao analisar as figuras 29 e 30, verifica-se que tanto a tendência da precipitação anual como a precipitação da estação chuvosa estão em equilíbrio.

Em Orindiúva, houve um aumento da tendência das chuvas médias anuais assim como das chuvas ocorridas no período de outubro a março, como podemos visualizar nas figuras 31 e 32.

Na localidade de Paulo de Faria (figuras 33 e 34), a tendência da precipitação é de decréscimo para a estação chuvosa e para as chuvas médias anuais.

As figuras 35 e 36, demonstram que a tendência das chuvas não estão aumentando nem diminuindo no município de Riolândia para o período de 1970 a 2000.

No município de Valentim Gentil, houve a tendência de queda nas chuvas do período, tanto para a chuva média anual como para a estação chuvosa (figuras 37 e 38).

A tendência de aumento da precipitação é verificado no município de Votuporanga, tanto para a média da série anual como para a série de dados da estação chuvosa no período de 1986 a 2001 (figuras 39 e 40).

Este quadro de aumento da tendência da precipitação se repete no município de Cosmorama, fato este verificado nas figuras 41 e 42.

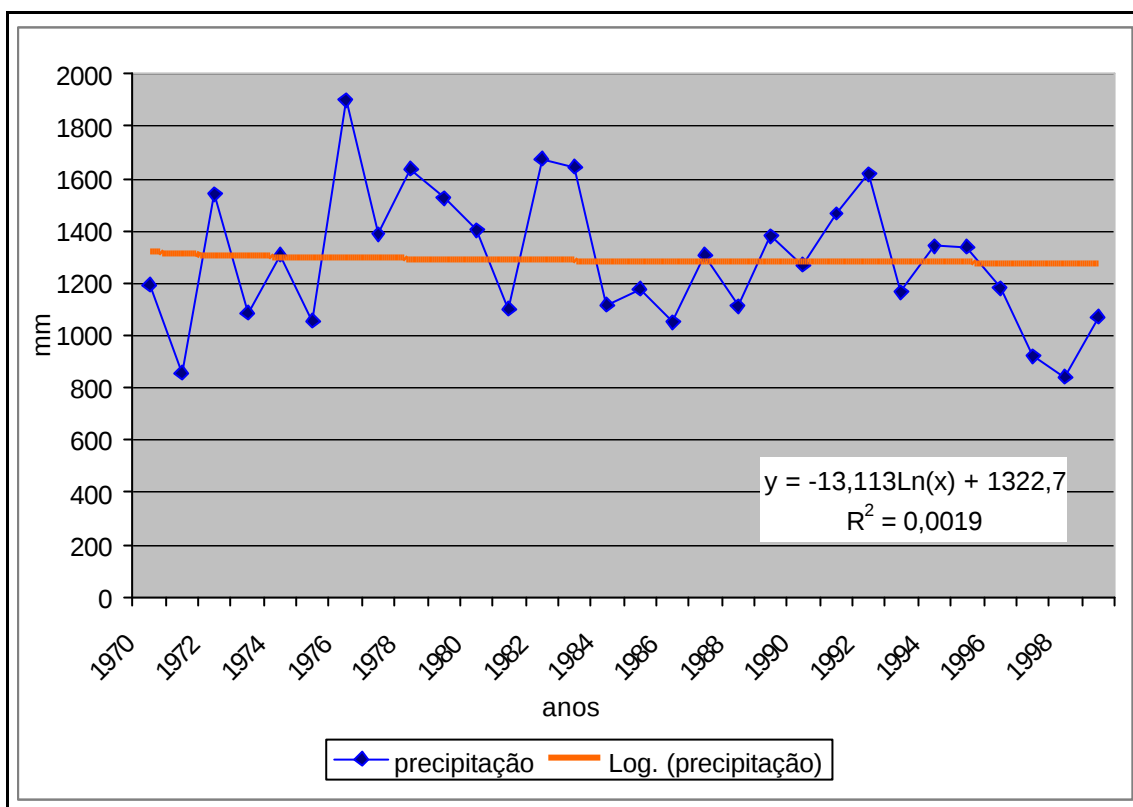


Figura 25 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Américo de Campos, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados

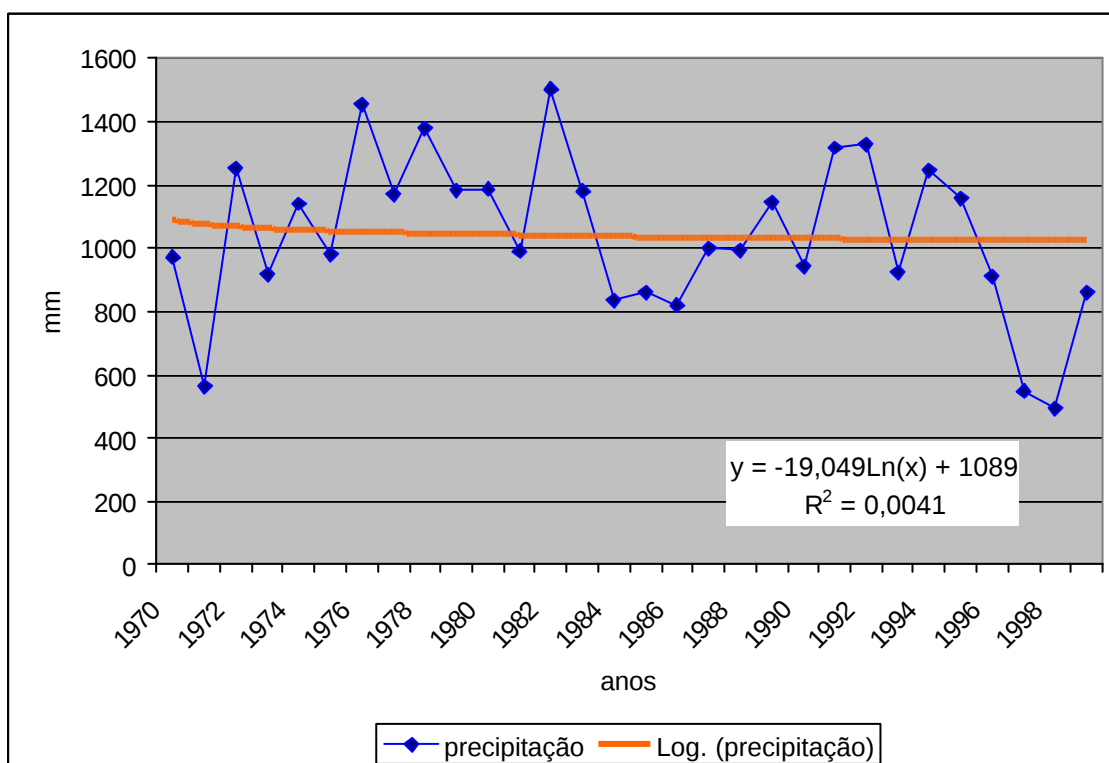


Figura 26 - Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Américo de Campos

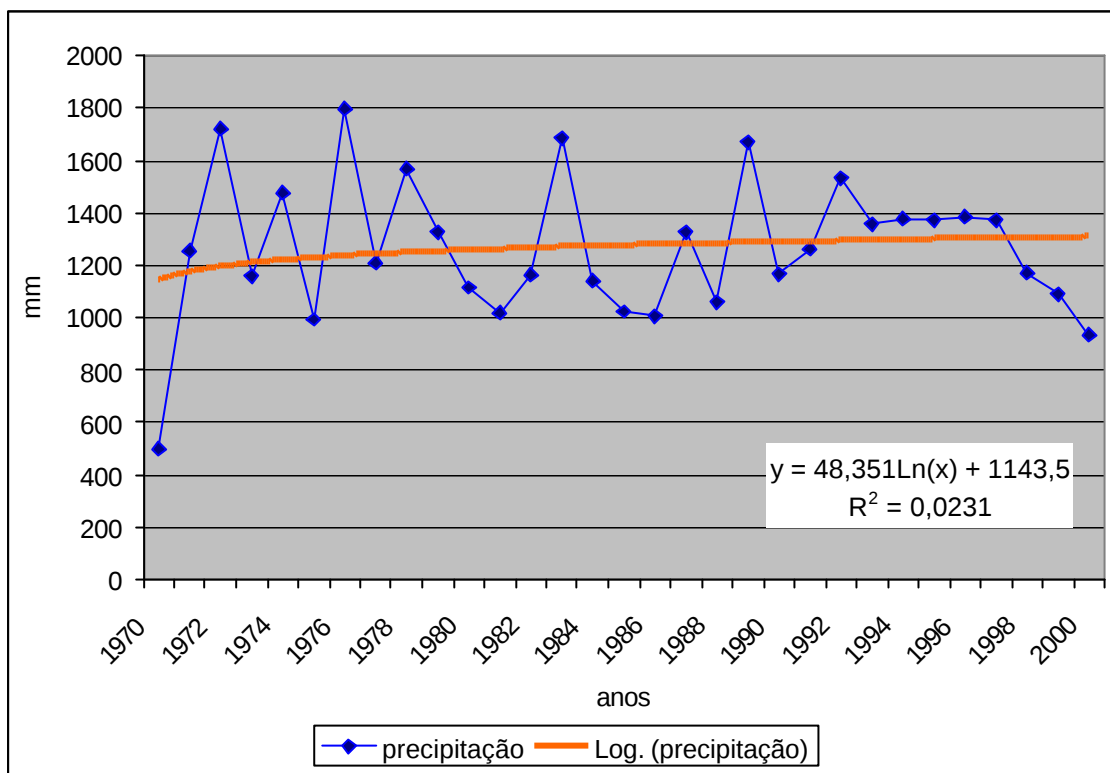


Figura 27 - Representação da tendência da precipitação, na localidade de Cardoso, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados

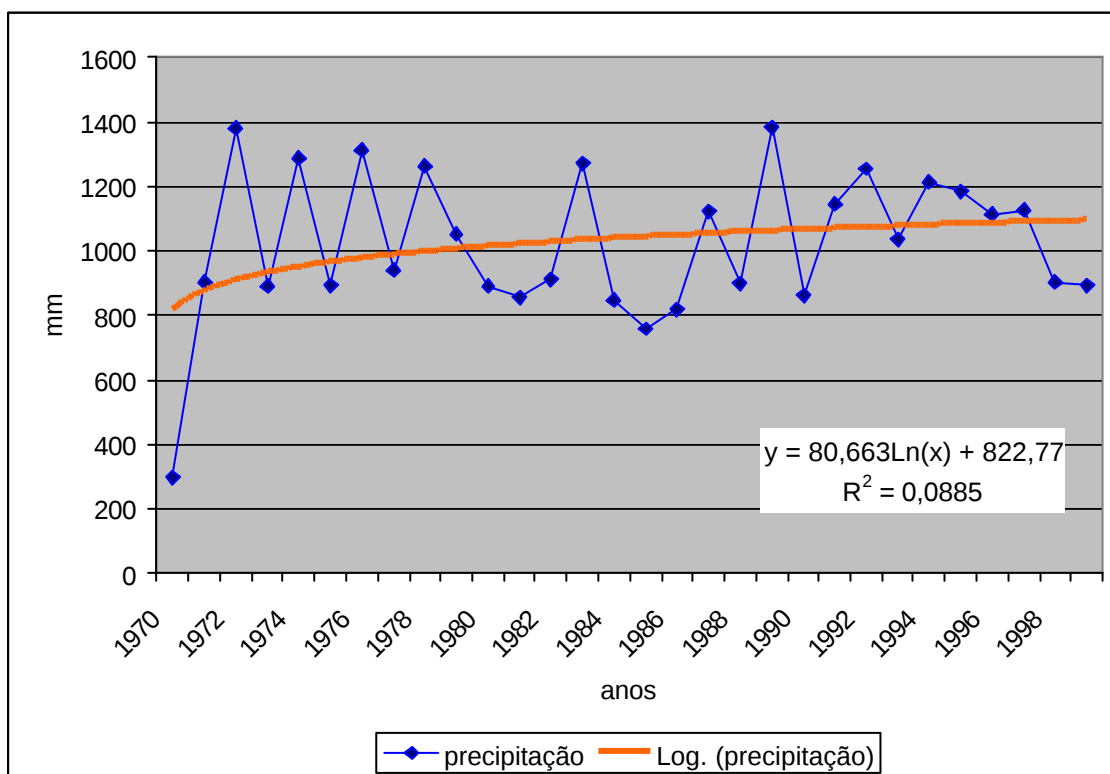


Figura 28 - Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Cardoso

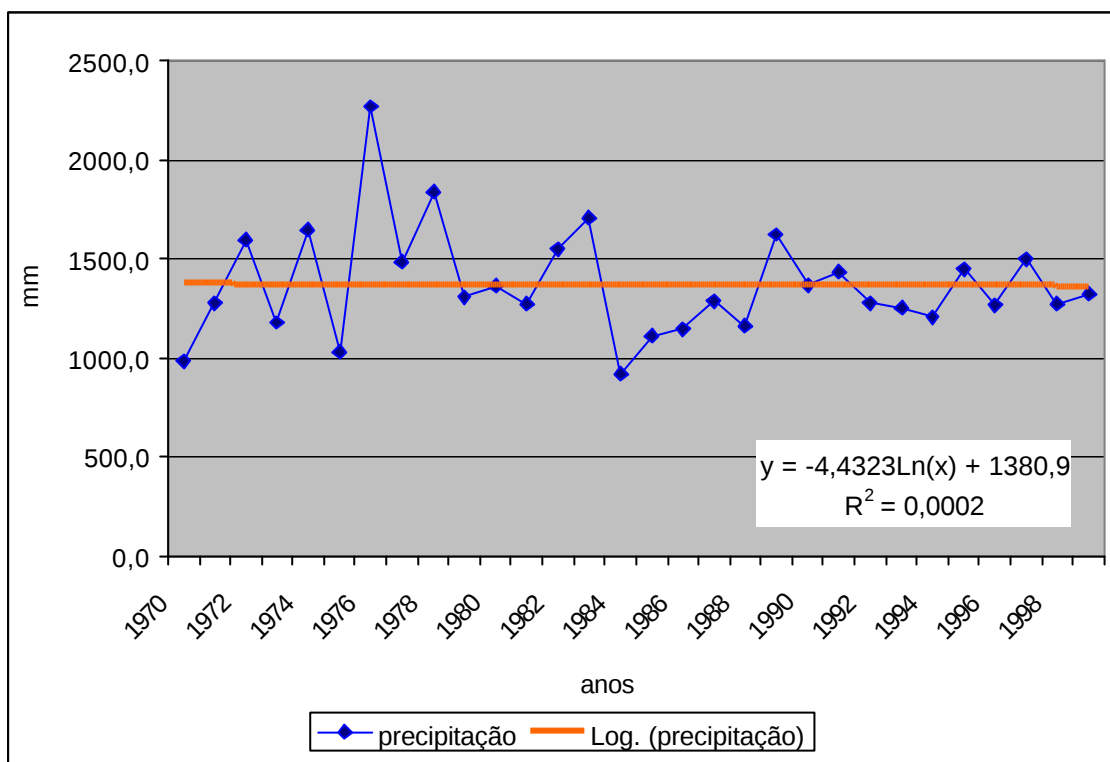


Figura 29 - Representação da tendência da precipitação, na localidade de Parisi, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados

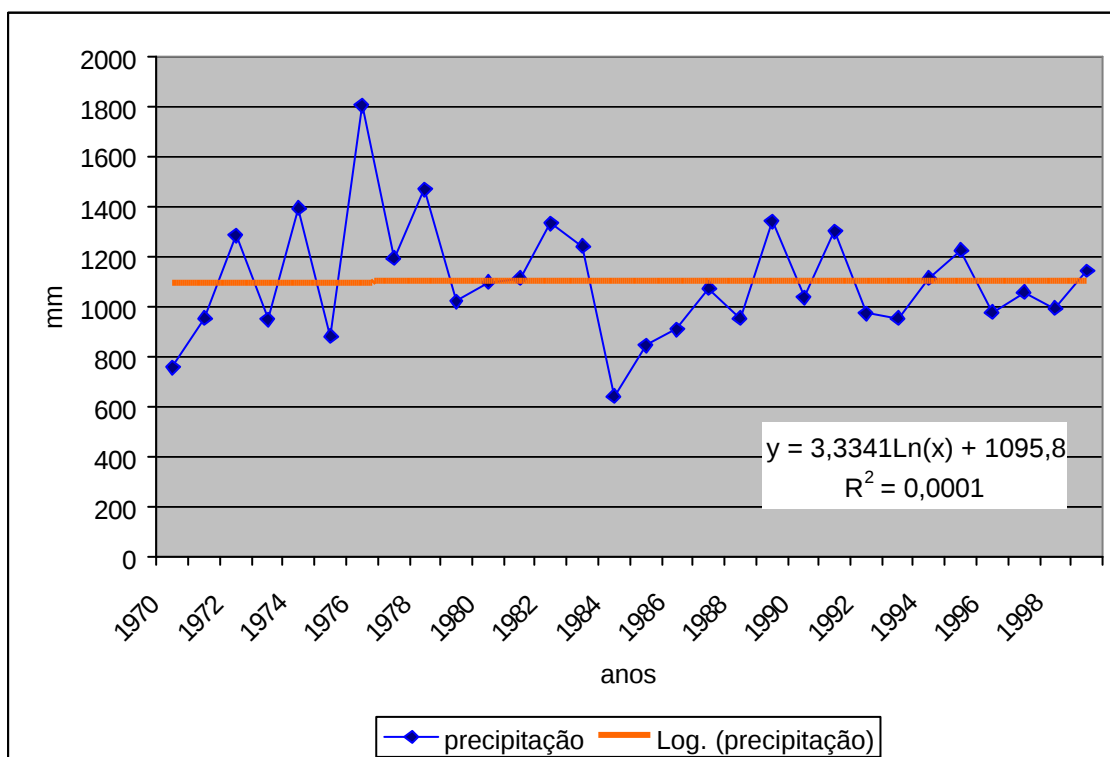


Figura 30 - Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Parisi

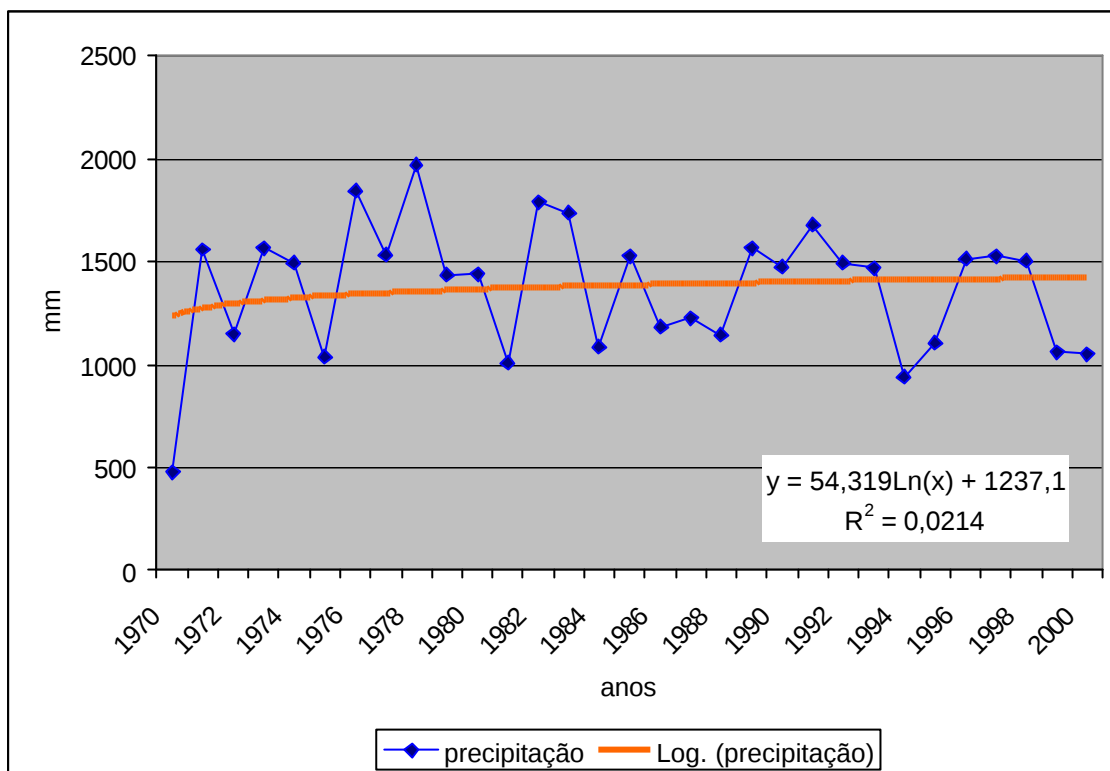


Figura 31 - Representação da tendência da precipitação, na localidade de Orindiuva, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados

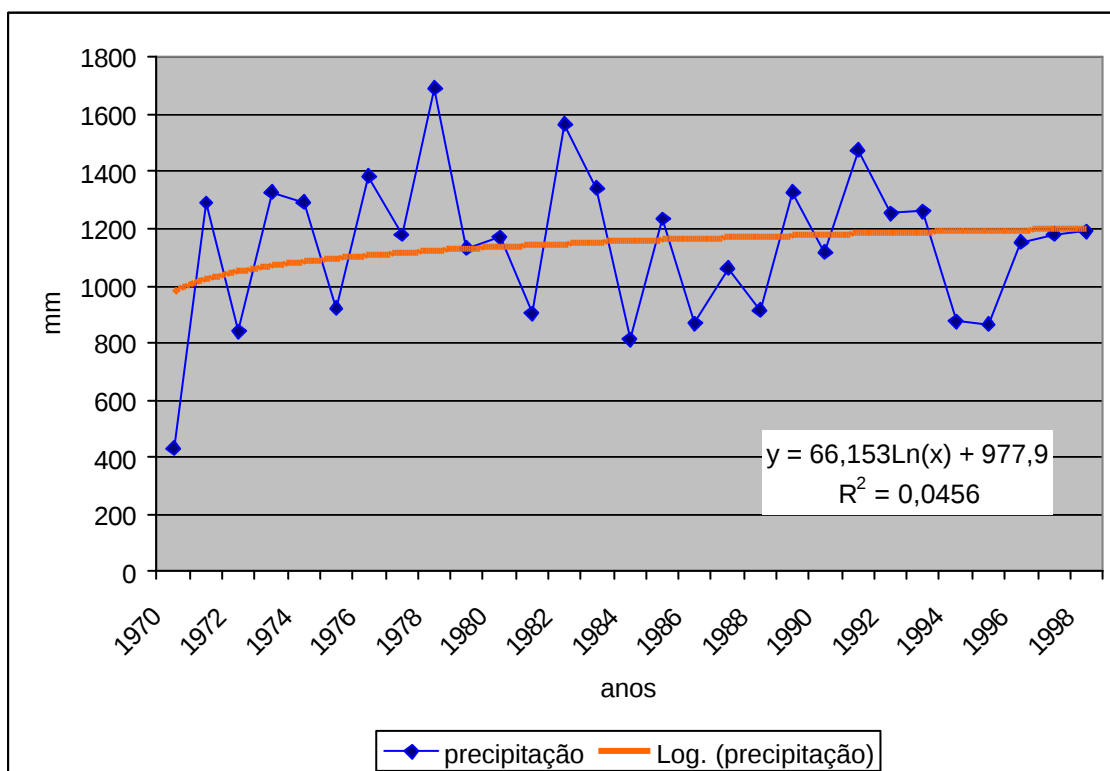


Figura 32 - Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Orindiuva

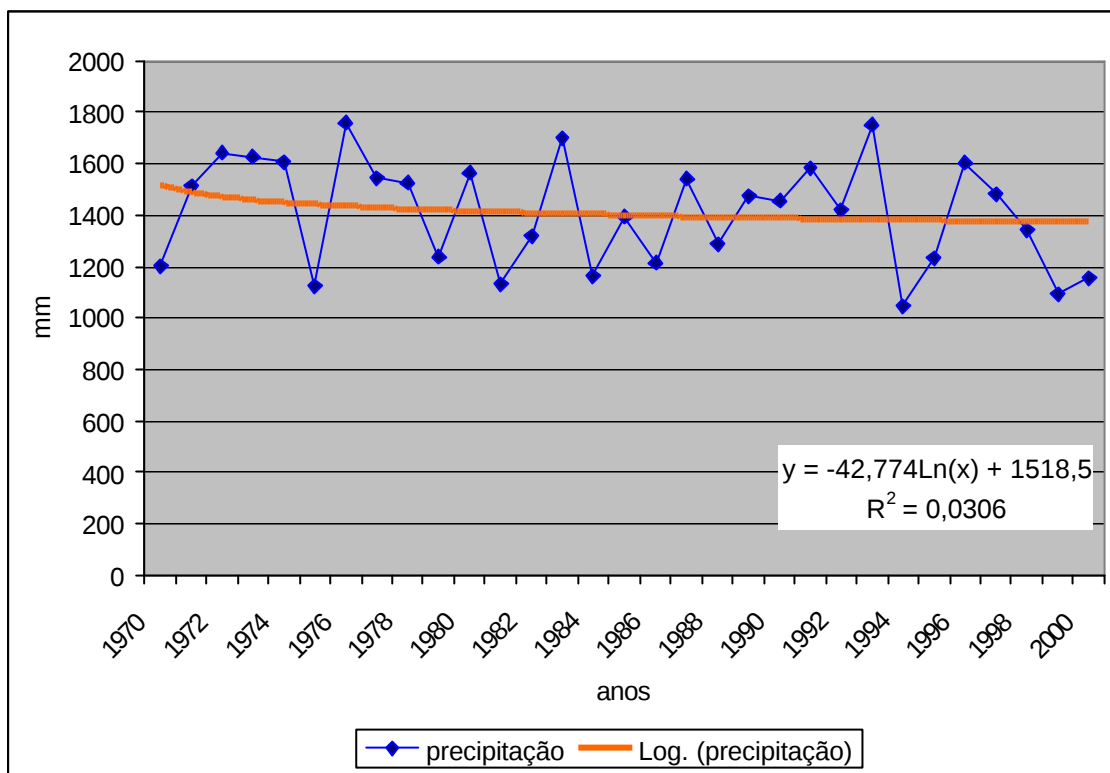


Figura 33 - Representação da tendência da precipitação, na localidade de Paulo de Faria, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados

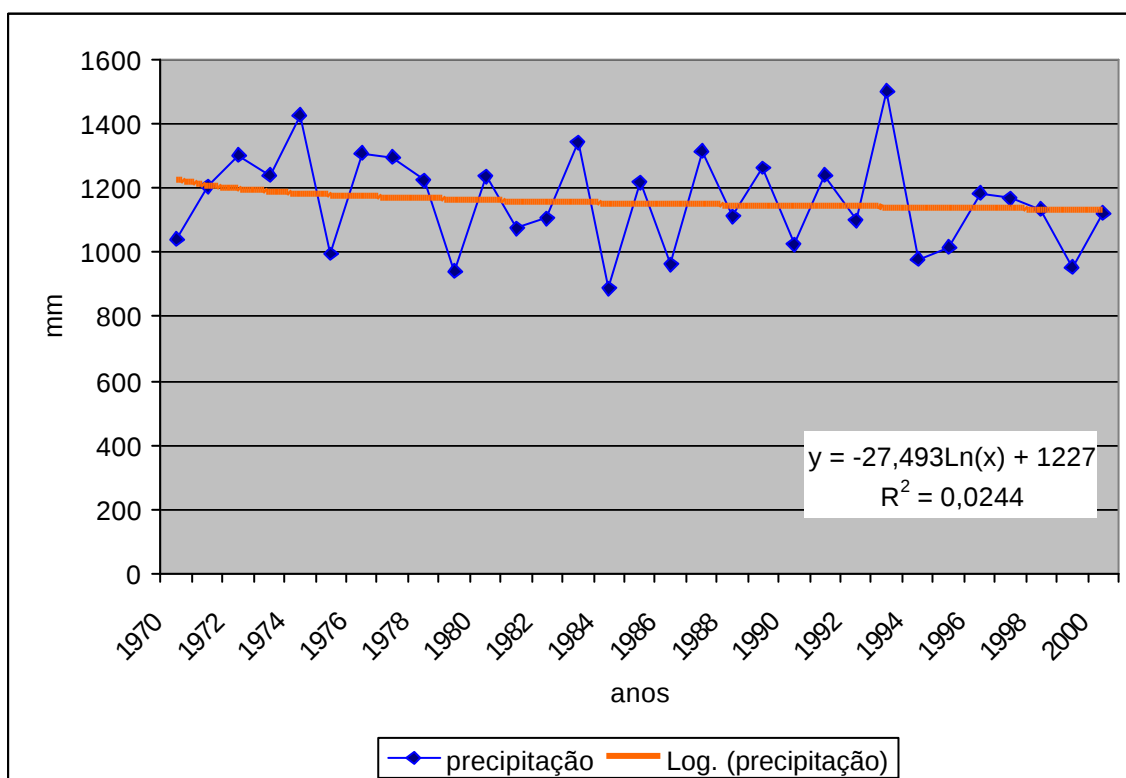


Figura 34 - Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Paulo de Faria

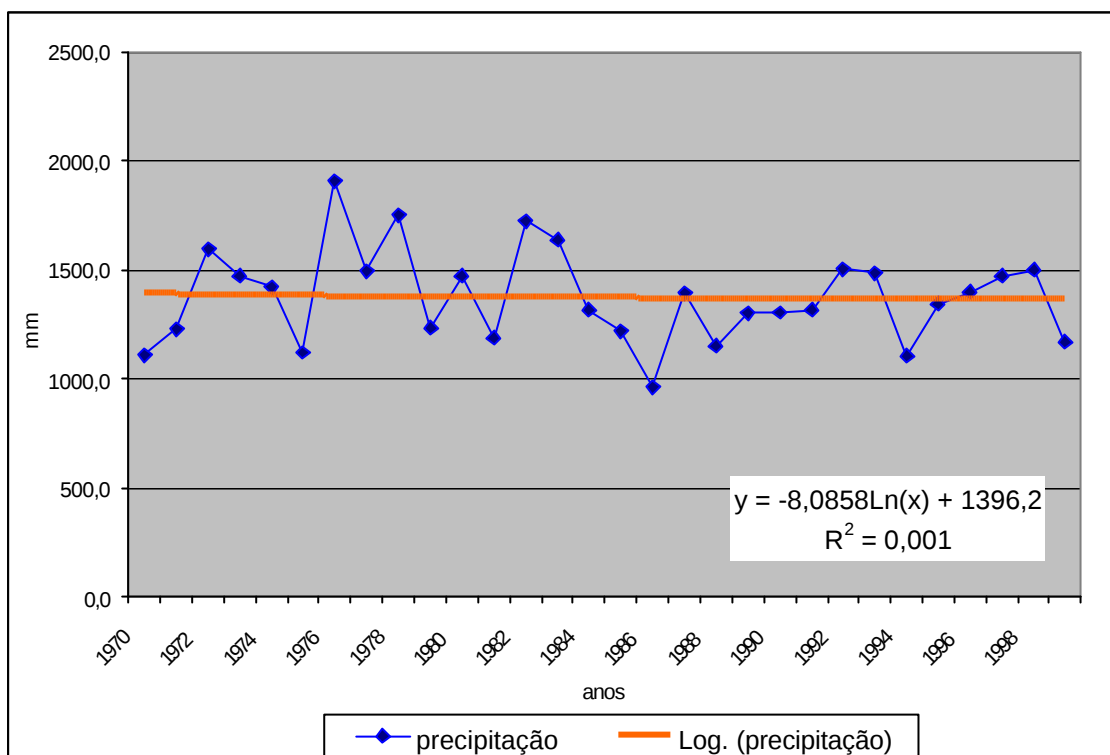


Figura 35 - Representação da tendência da precipitação, na localidade de Riolândia, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados

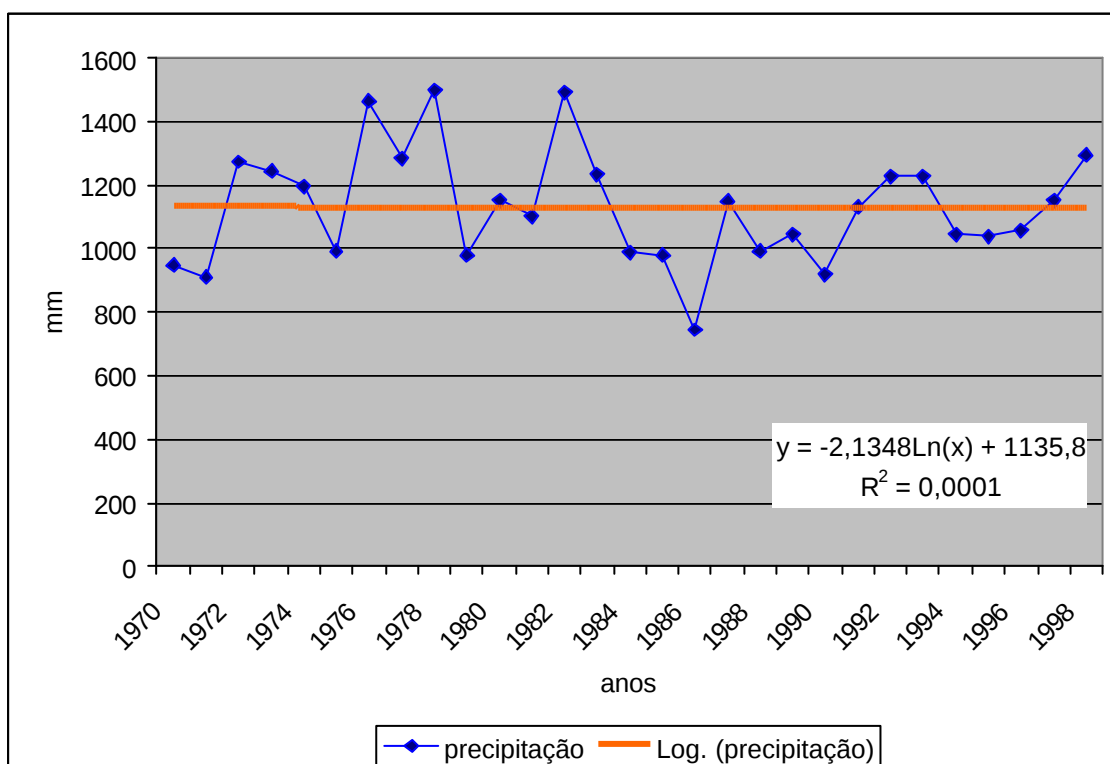


Figura 36 - Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Riolândia

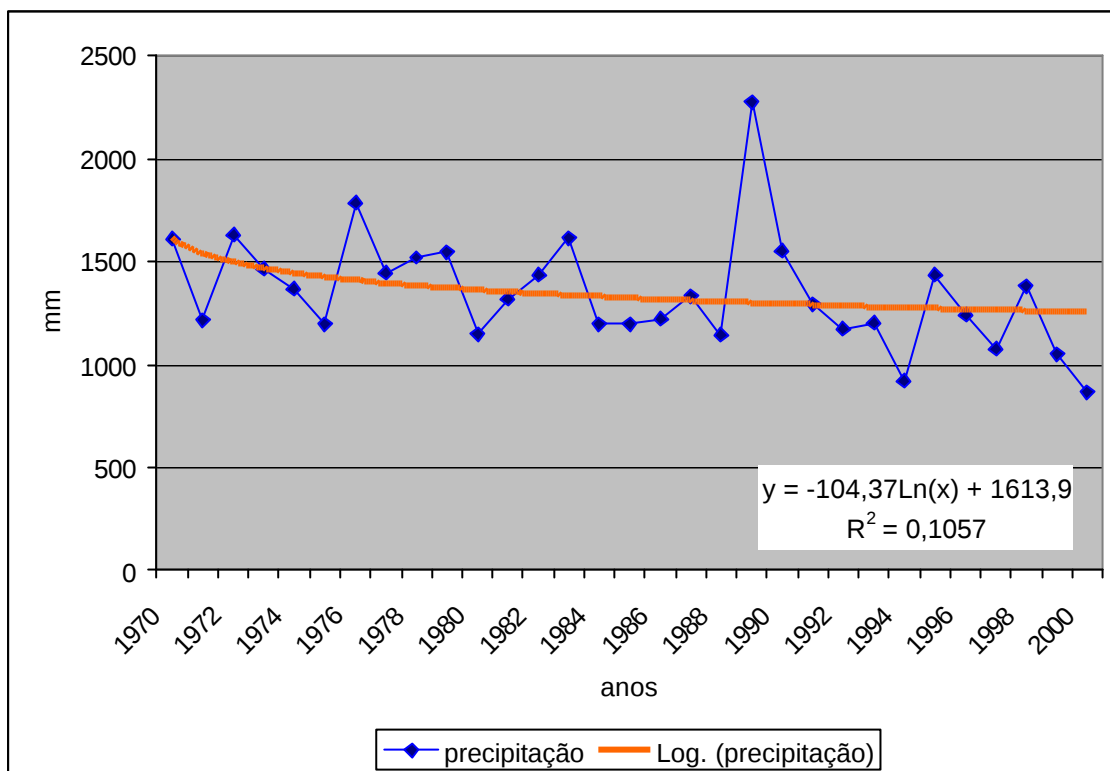


Figura 37 - Representação da tendência da precipitação, na localidade de Valentim Gentil, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados

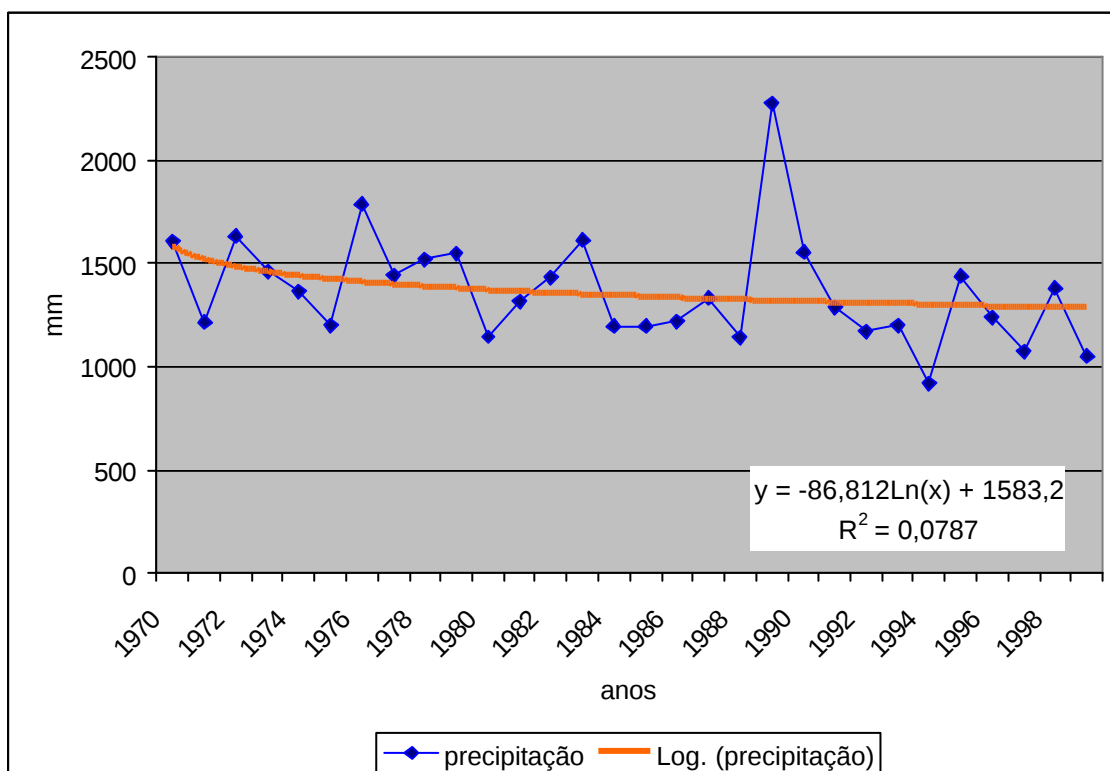


Figura 38 - Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Valentim Gentil

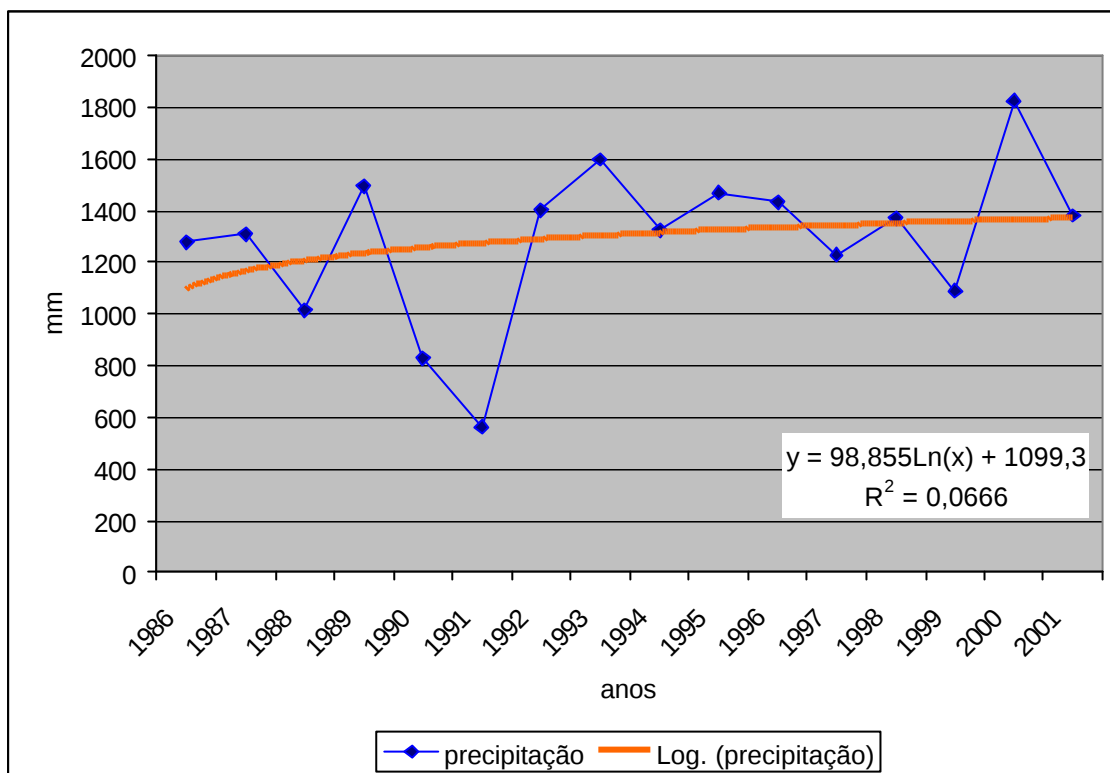


Figura 39 - Representação da tendência da precipitação, na localidade de Votuporanga, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados

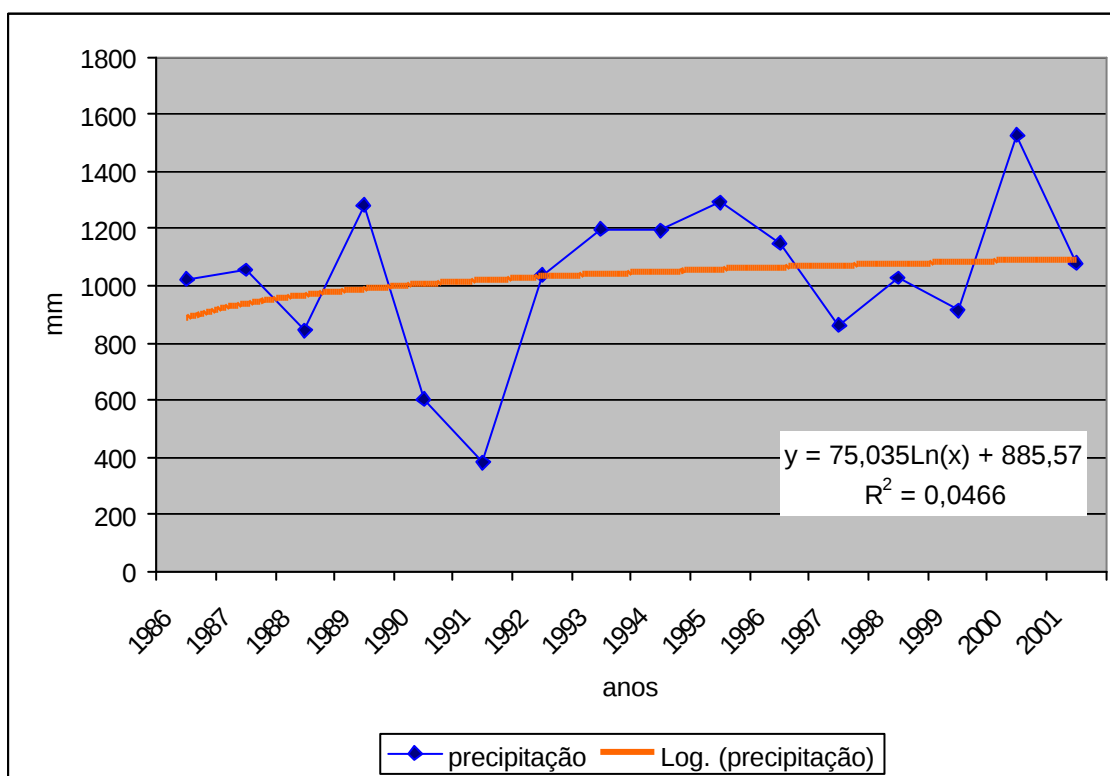


Figura 40 - Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Votuporanga

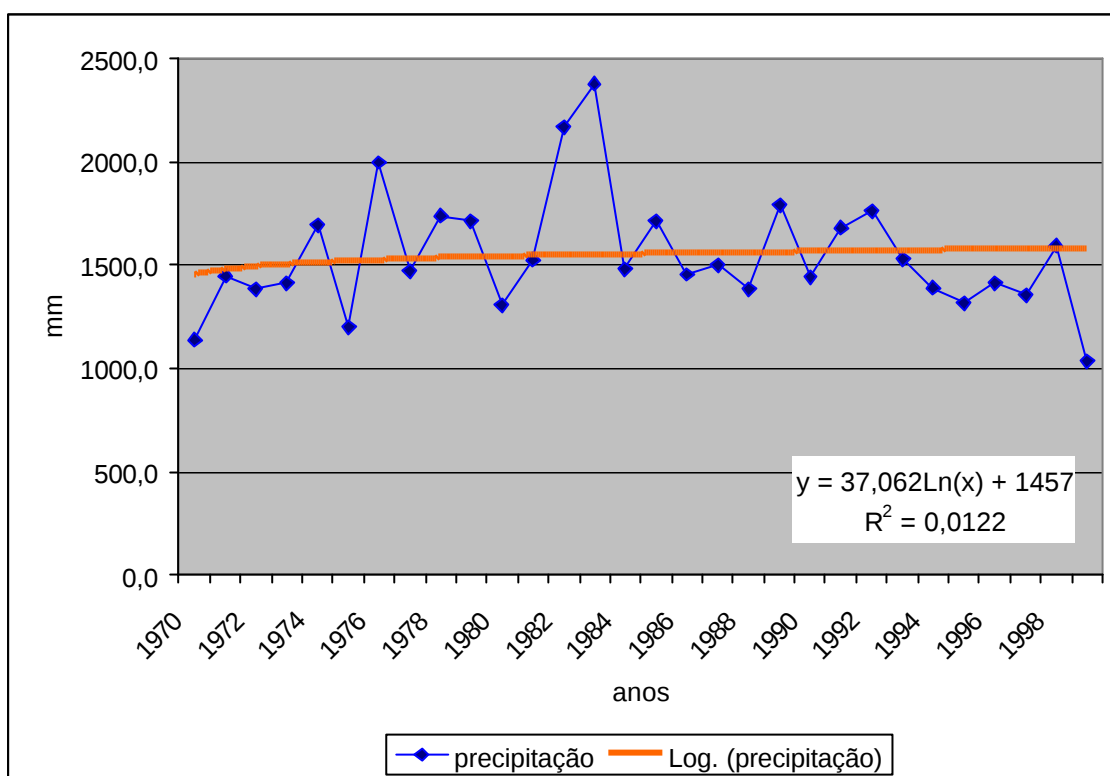


Figura 41 - Representação da tendência da precipitação, na localidade de Cosmorama, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados

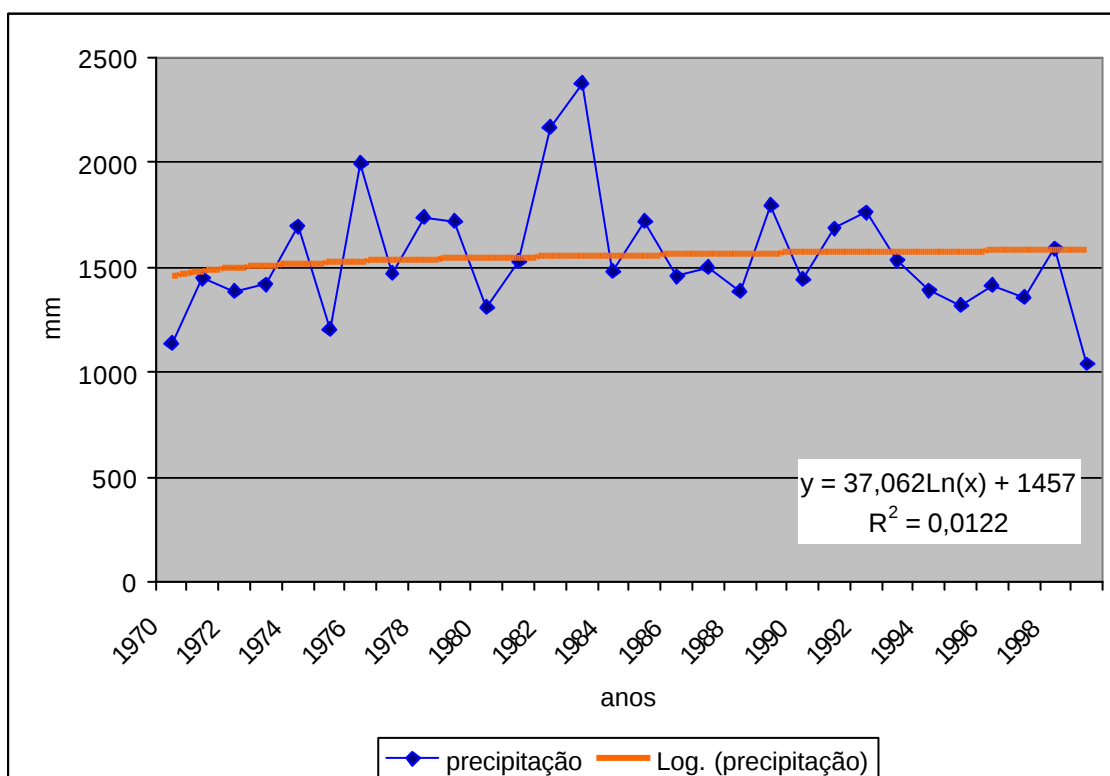


Figura 42 - Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Cosmorama

Na EDR de Pindamonhangaba, região esta composta por 17 municípios, podemos concluir que a tendência geral da precipitação média anual e da estação chuvosa é de **decréscimo** para o período médio de 30 anos (1970 a 2000). Agora serão analisados cada município da EDR de Pindamonhangaba, exceção feita aos municípios de Tremembé e de Santo Antonio do Pinhal.

No município de Santa Branca a tendência da precipitação média anual e da estação chuvosa apresenta um sensível decréscimo no período de registro (figuras 43 e 44).

Nas figuras 45 e 46, podemos observar a tendência da precipitação no município de Natividade da Serra, onde a precipitação média anual está em equilíbrio, e a estação chuvosa está em declínio.

Em Paraibuna (figuras 47 e 48) a precipitação média anual tem uma tendência positiva, e a tendência se comporta de forma negativa para a média da precipitação da estação chuvosa.

Nas figuras 49 e 50, observou-se que a tendência do município de Caçapava se apresenta de forma distinta para a precipitação média anual e para a estação chuvosa, onde a tendência da primeira é de equilíbrio e da segunda é de diminuição das chuvas para o período de 1970 a 1997.

A tendência da precipitação média anual e da estação chuvosa em Campos de Jordão, como demonstram nas figuras 51 e 52, vem diminuindo sensivelmente no período de análise.

No município de Jambeiro as chuvas estão em equilíbrio, tanto para as chuvas médias anuais como para as chuvas ocorridas nos meses de outubro a março (figuras 53 e 54).

Com o aumento da tendência das chuvas, o município de Igaratá no Vale do Paraíba apresenta um sensível aumento das chuvas no período de análise, conforme demonstram as figuras 55 e 56.

O município de Jacareí (figuras 57 e 58) apresenta uma tendência de diminuição das chuvas médias anuais e da estação chuvosa para a série temporal de 1970 a 2000.

Apresentando uma tendência negativa para a média da precipitação anual e um equilíbrio para a tendência na estação chuvosa, o município de Monteiro Lobato é o único da EDR a apresentar este perfil de tendência da precipitação (figuras 59 e 60).

O município de Pindamonhangaba apresenta uma sensível queda na média da precipitação anual e da estação chuvosa, como pode ser analisado nas figuras 61 e 62.

A tendência de aumento das chuvas médias diárias e da estação chuvosa foi verificada no município de Redenção da Serra (figuras 63 e 64) para a série temporal de 1970 a 2000.

Em São Bento do Sapucaí, observou-se que existe um decréscimo significativo na tendência das chuvas (figuras 65 e 66).

No município de São José dos Campos a precipitação média anual e as chuvas decorrentes dos meses de outubro a março estão em equilíbrio para a cidade mais pluviosa da EDR (figuras 67 e 68).

Os municípios de São Luis do Paraitinga e Taubaté possuem uma tendência de aumento tanto para as chuvas médias anuais como para as chuvas da estação das águas. O município de Taubaté apresentou um acréscimo sensível nos valores da pluviosidade como pode ser visto nas figuras 69, 70, 71 e 72.

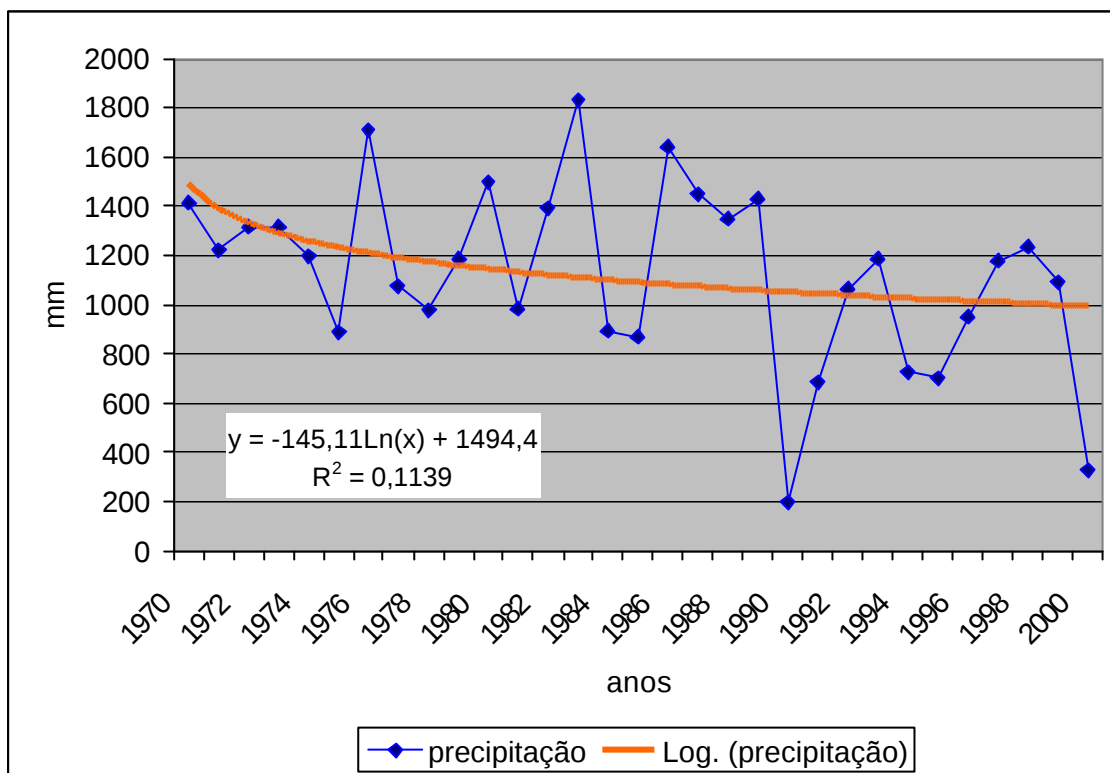


Figura 43 - Representação da tendência da precipitação, na localidade de Santa Branca, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados

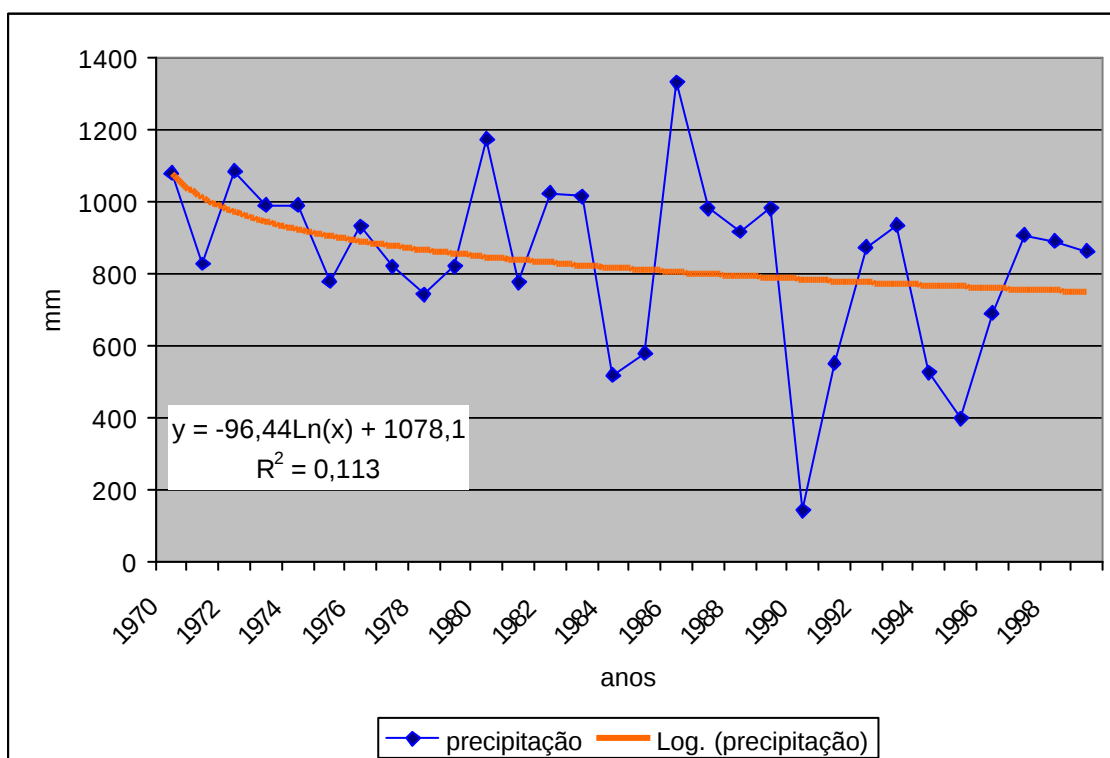


Figura 44 - Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Santa Branca

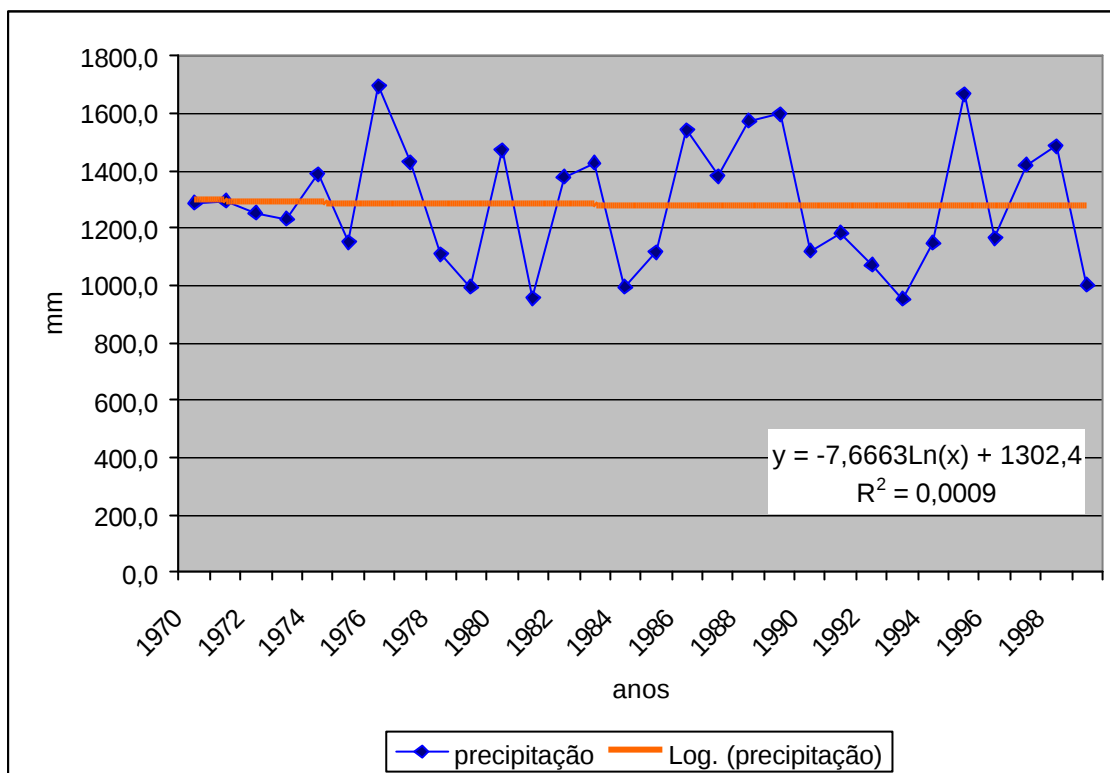


Figura 45 - Representação da tendência da precipitação, na localidade de Natividade da Serra, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados

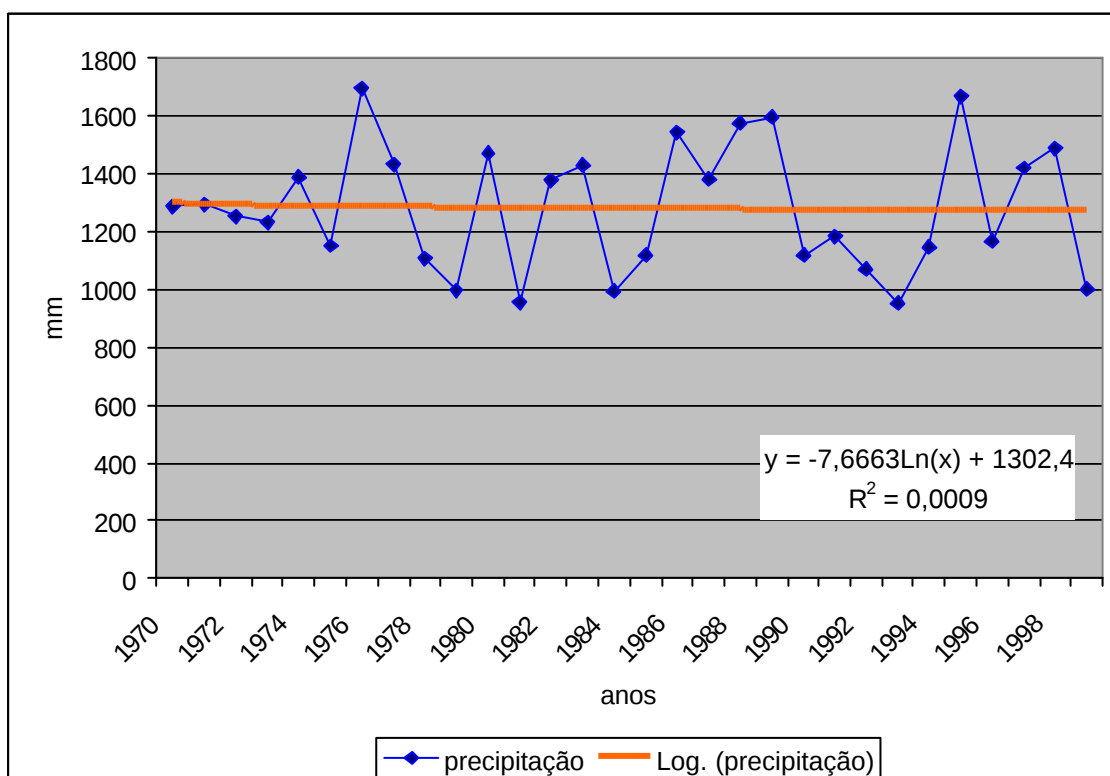


Figura 46 - Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Natividade da Serra

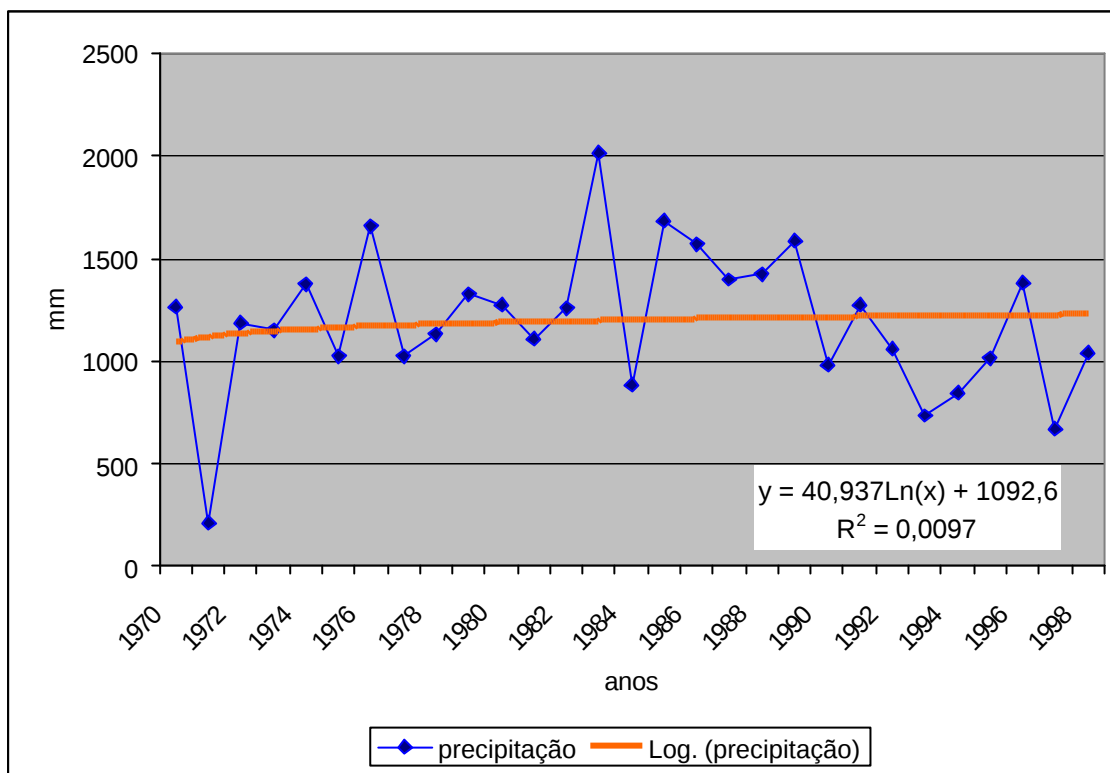


Figura 47 - Representação da tendência da precipitação, na localidade de Paraibuna, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados

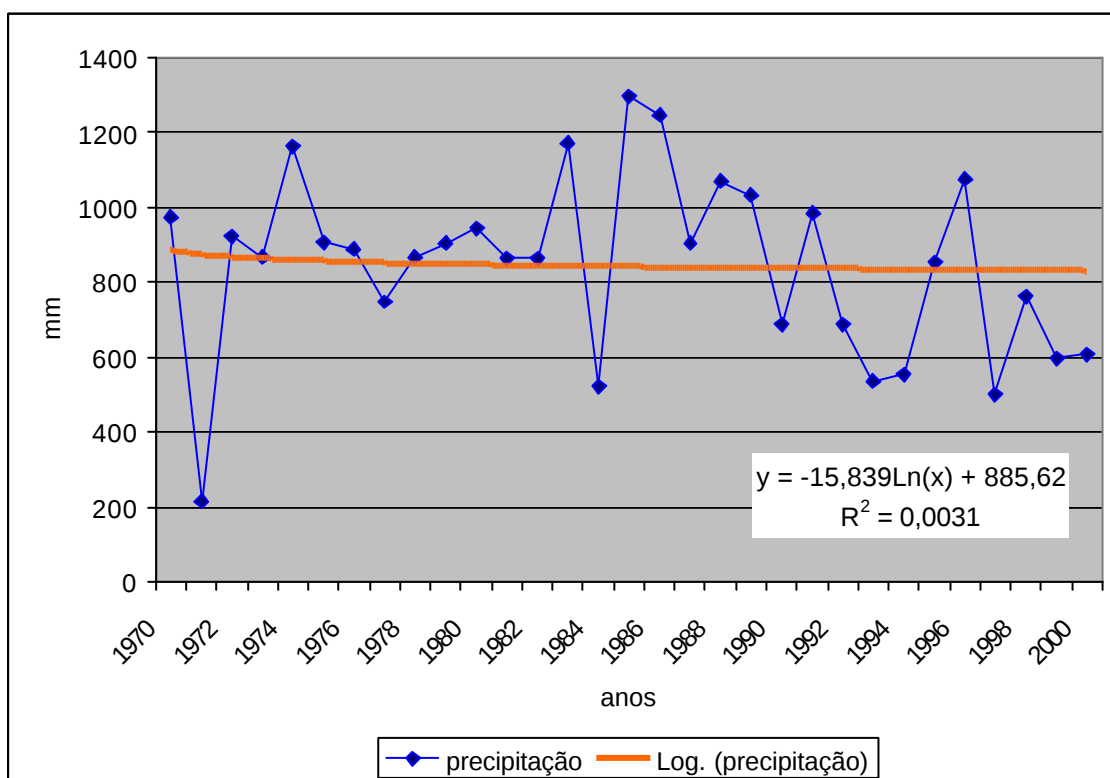


Figura 48 - Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Paraibuna

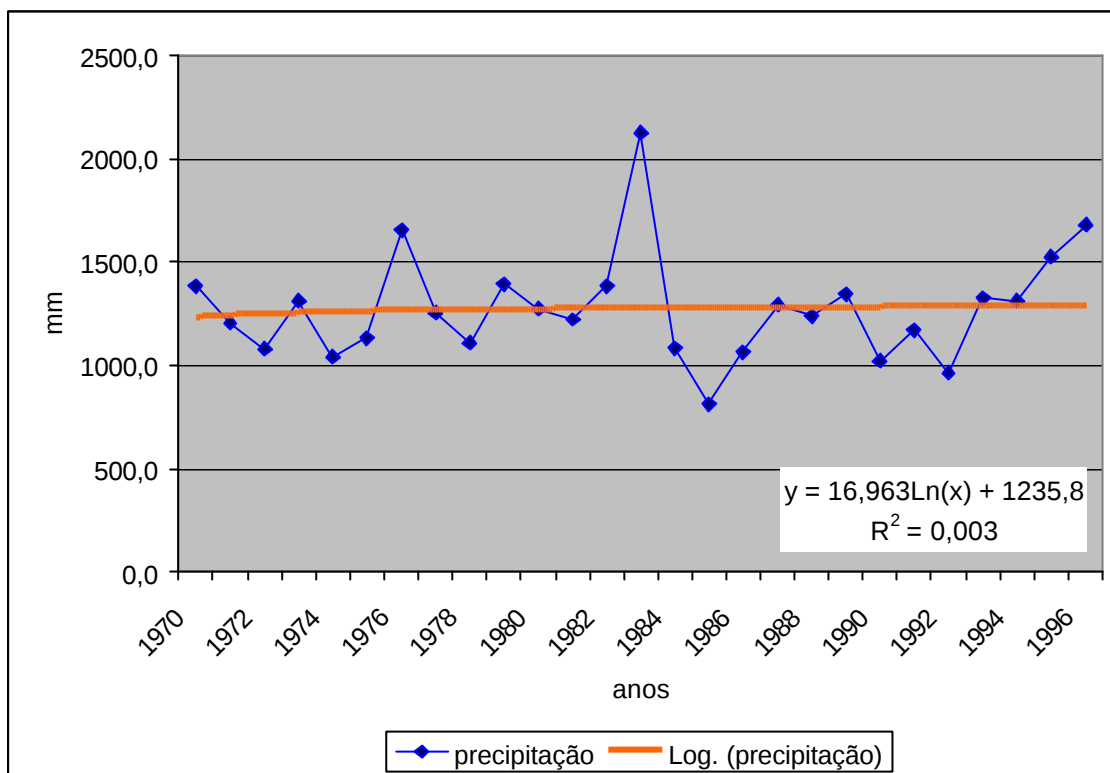


Figura 49 - Representação da tendência da precipitação, na localidade de Caçapava, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados

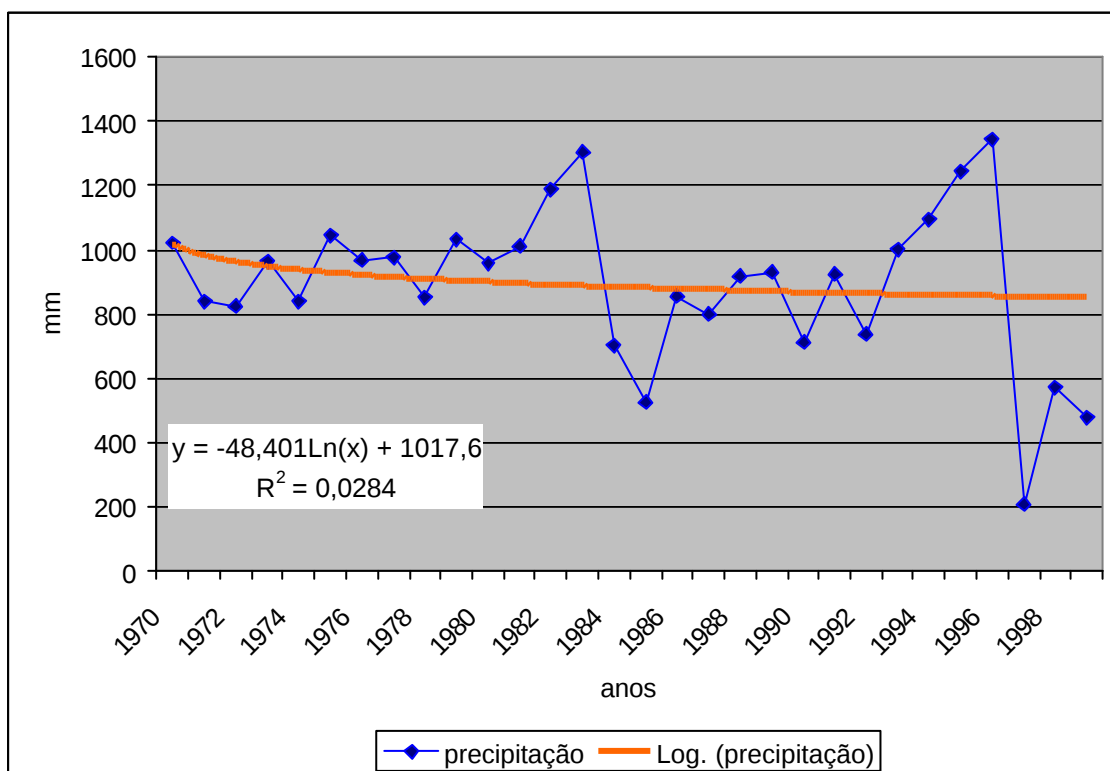


Figura 50 - Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Caçapava

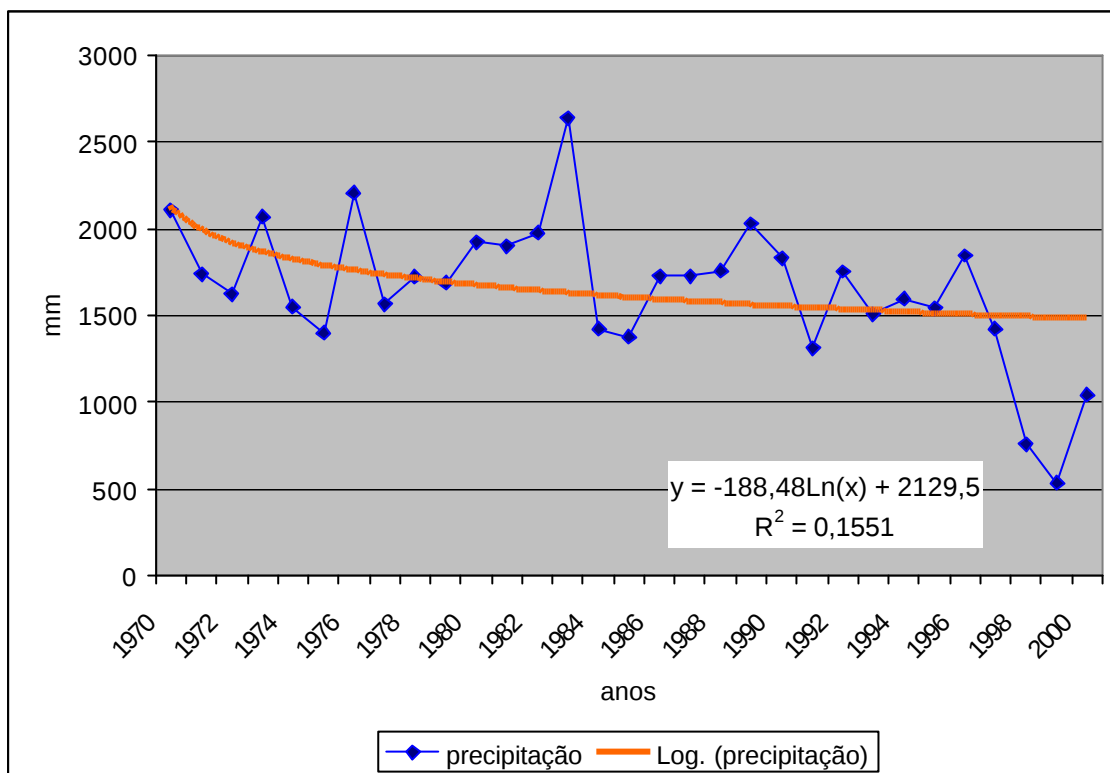


Figura 51 - Representação da tendência da precipitação, na localidade de Campos de Jordão, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados

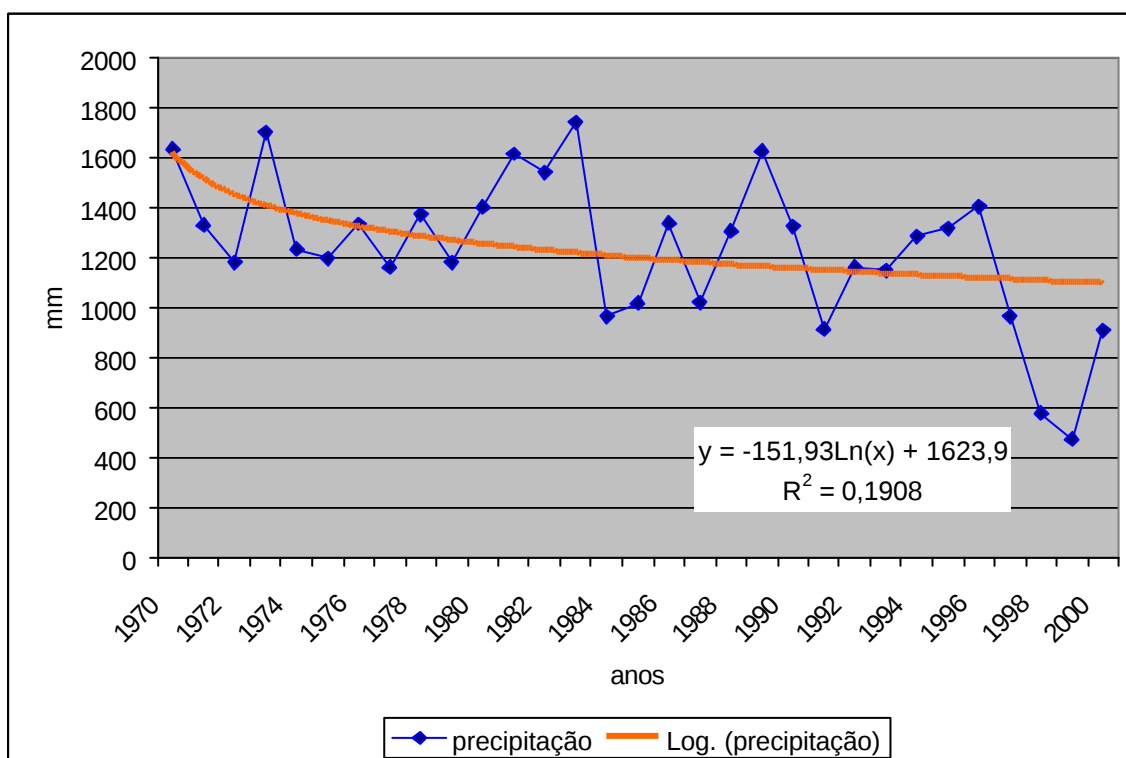


Figura 52 - Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Campos de Jordão

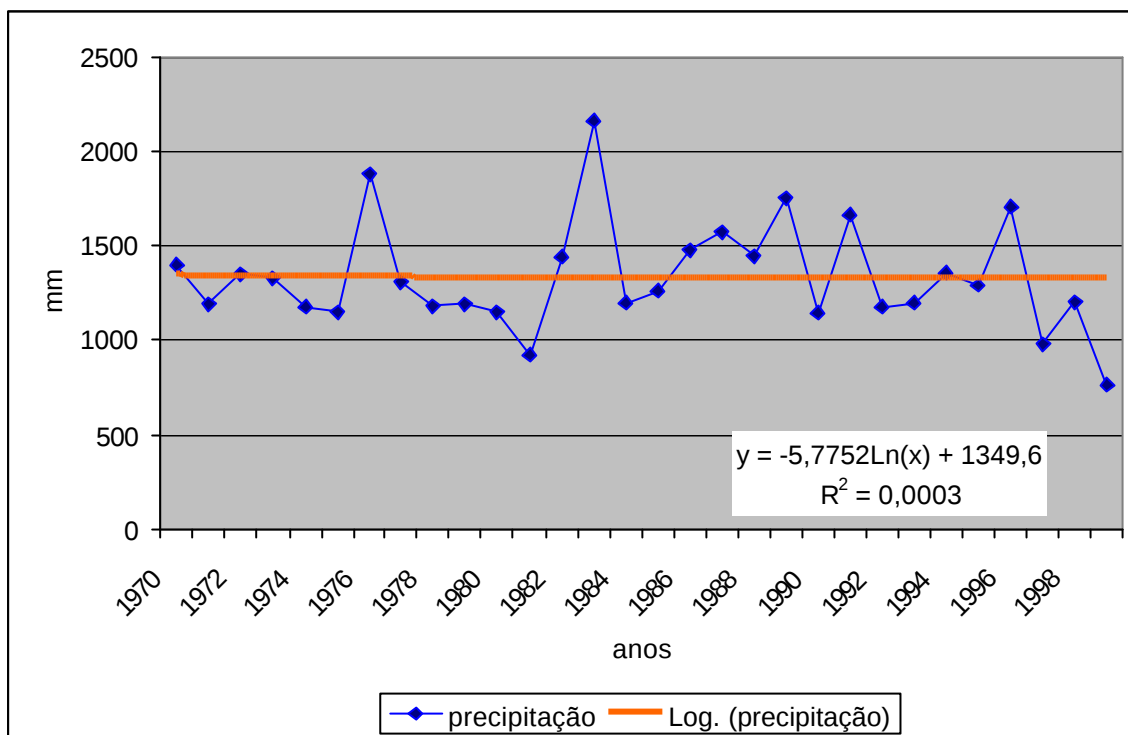


Figura 53 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Jambeiro, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados

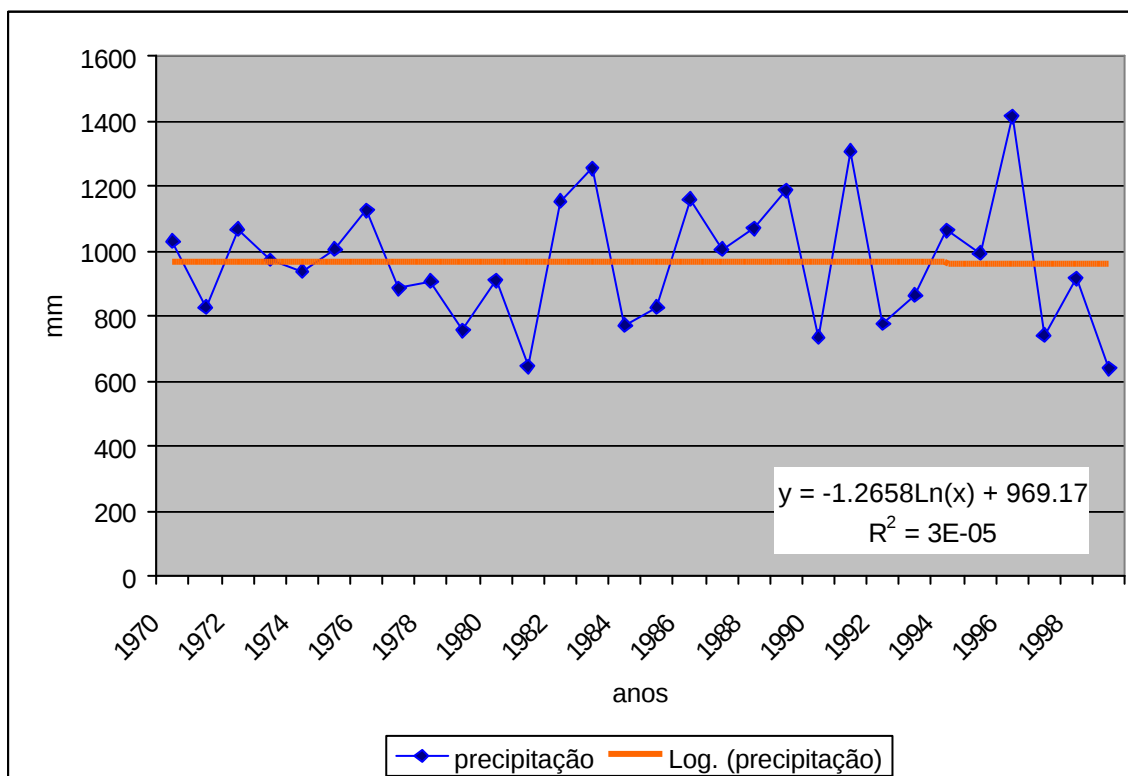


Figura 54 - Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Jambeiro

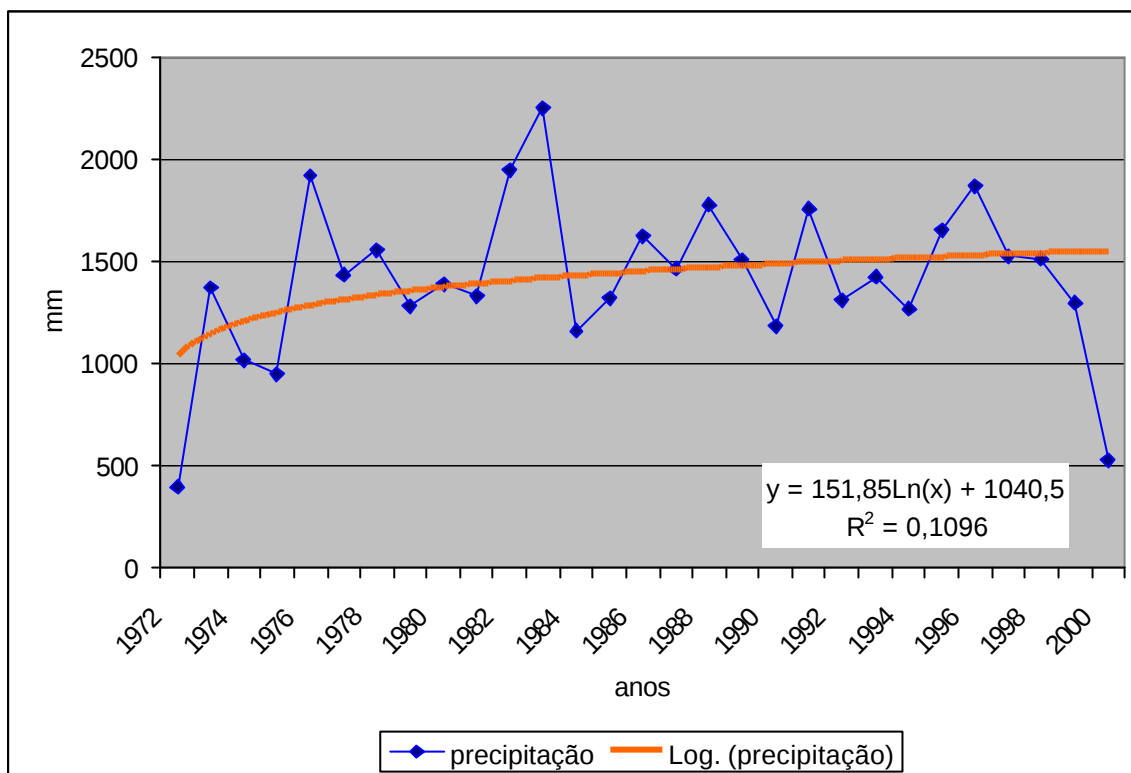


Figura 55 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Igaratá, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados

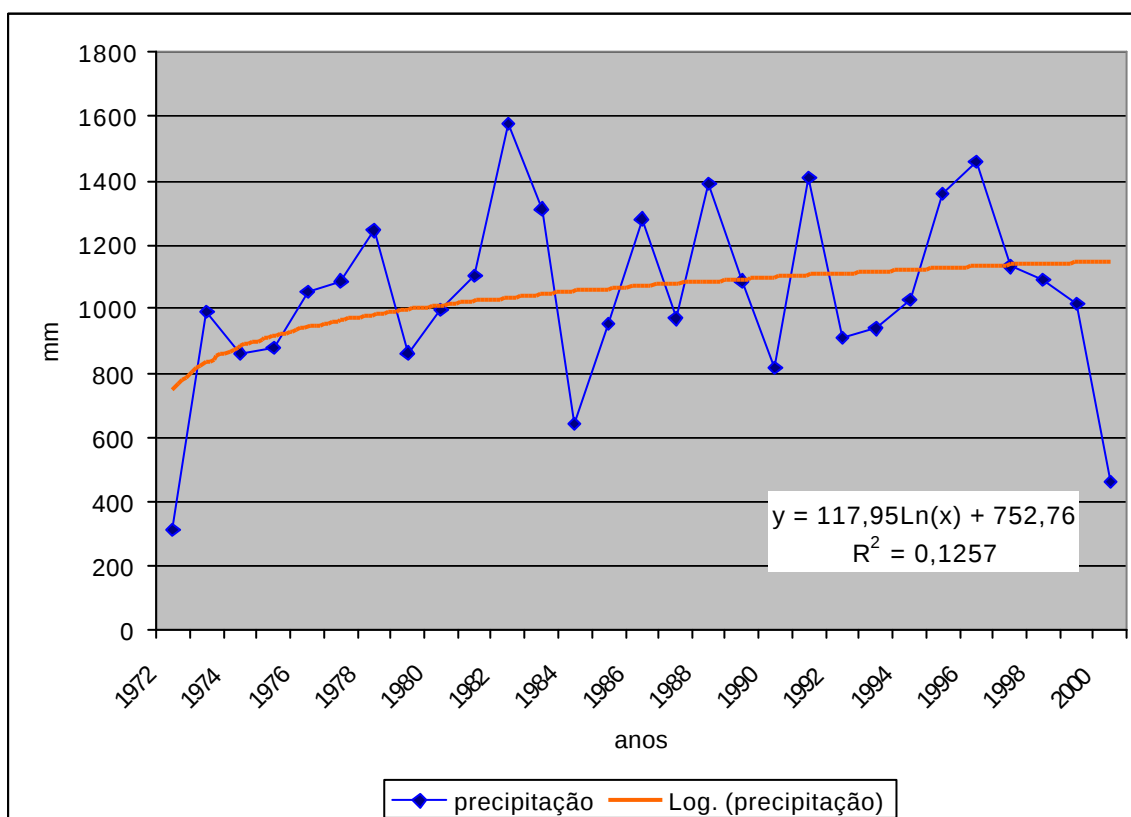


Figura 56 - Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Igaratá

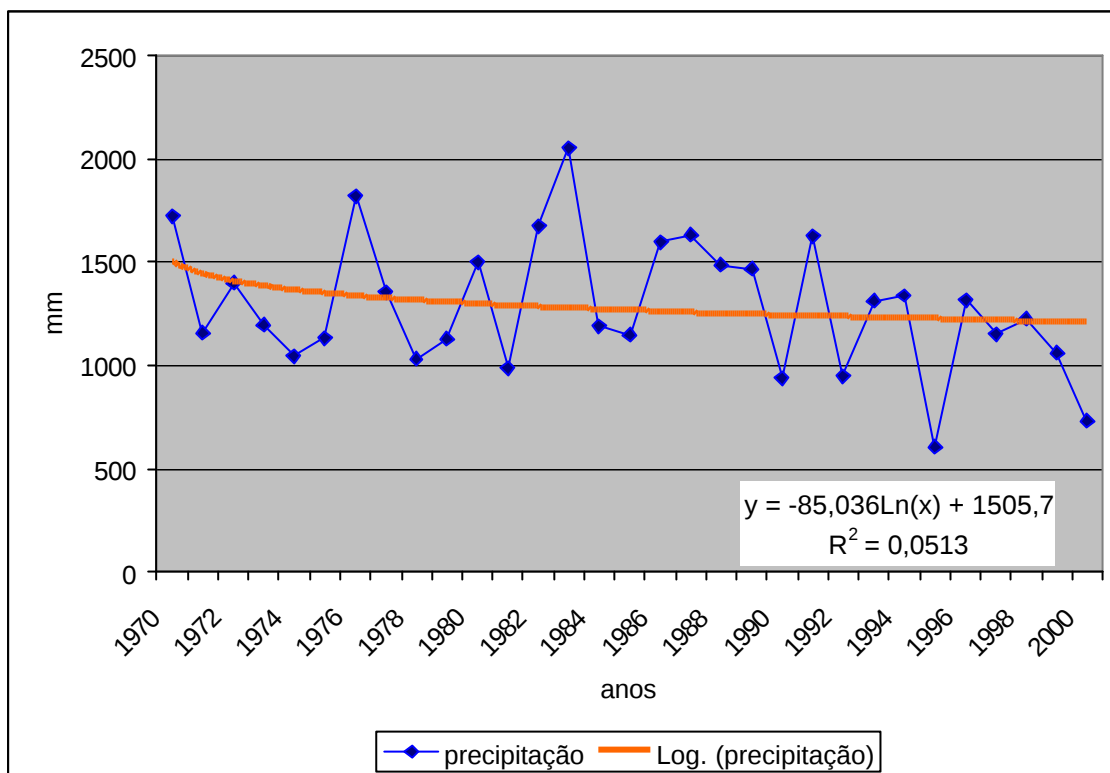


Figura 57 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Jacareí, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados

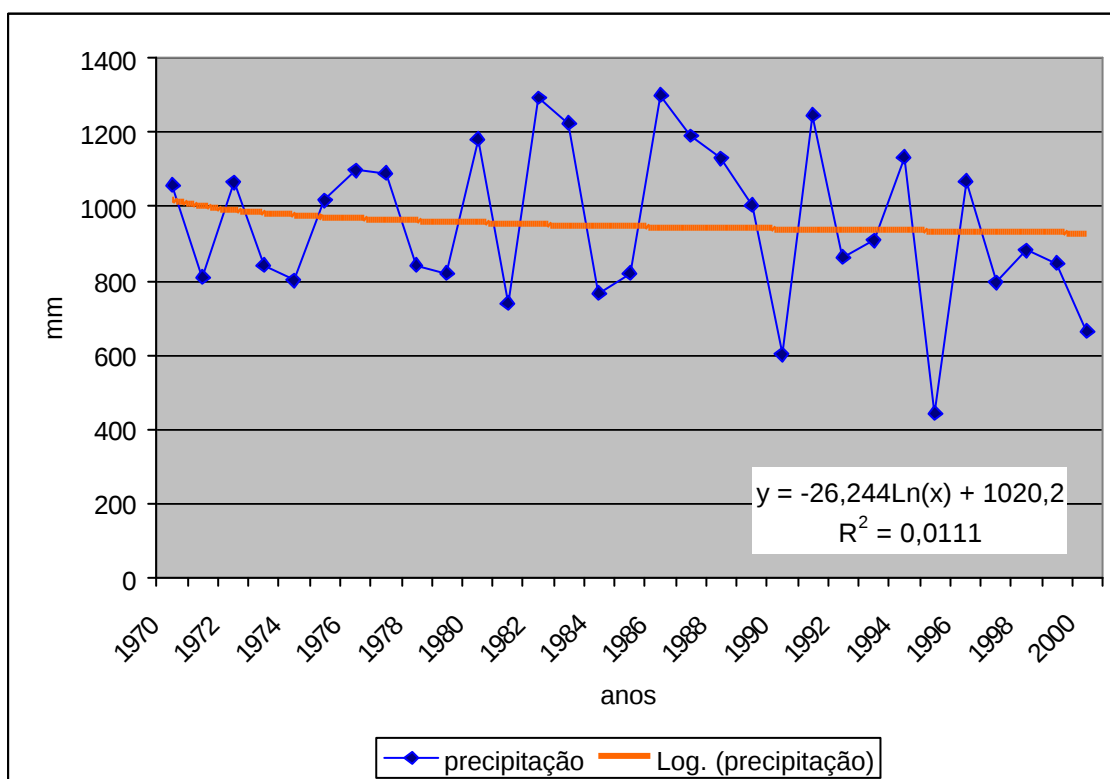


Figura 58 - Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Jacareí

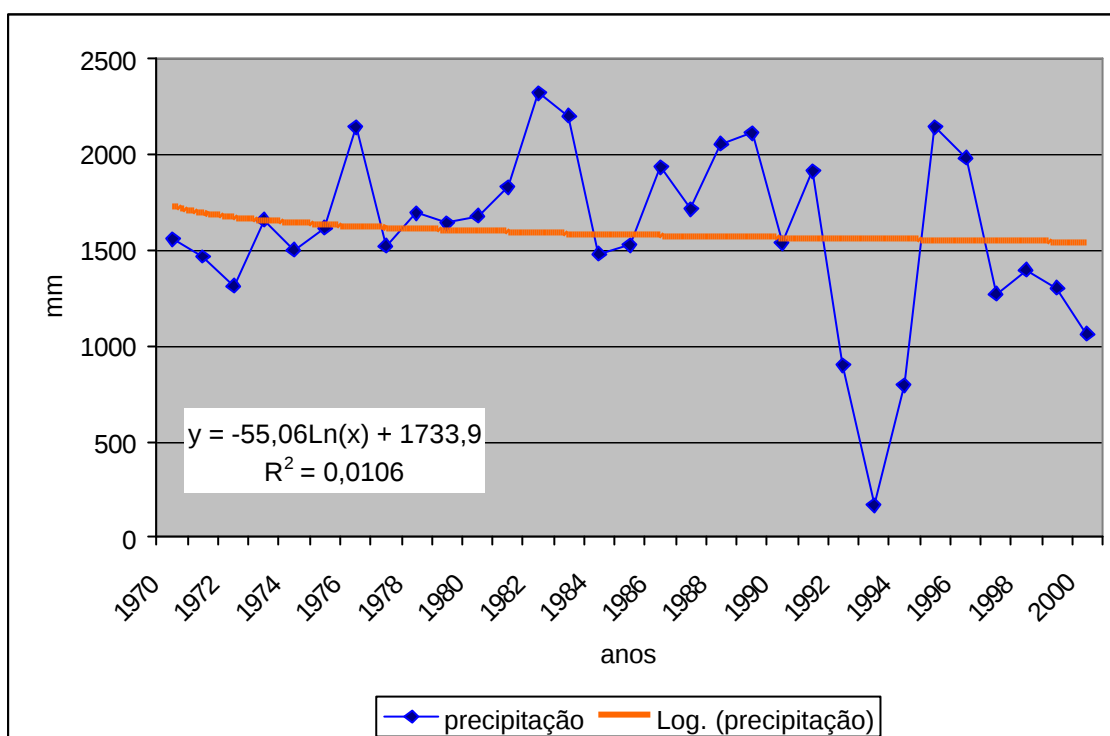


Figura 59 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Monteiro Lobato, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados

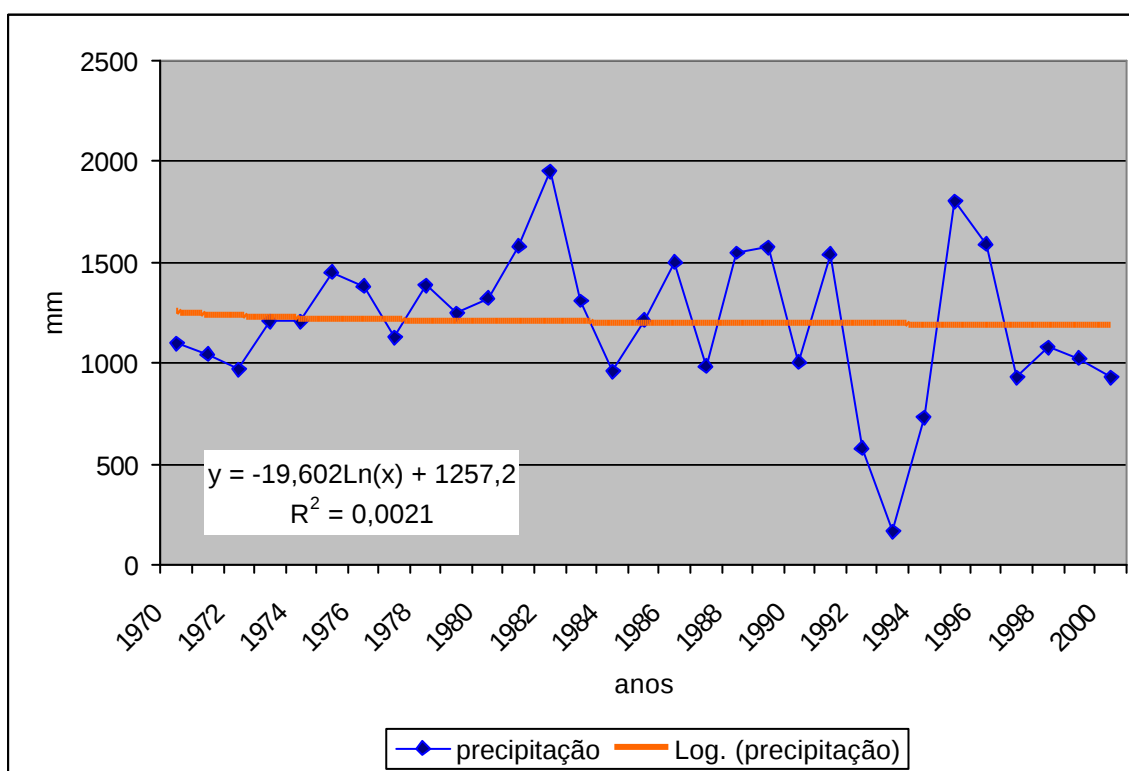


Figura 60 - Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Monteiro Lobato

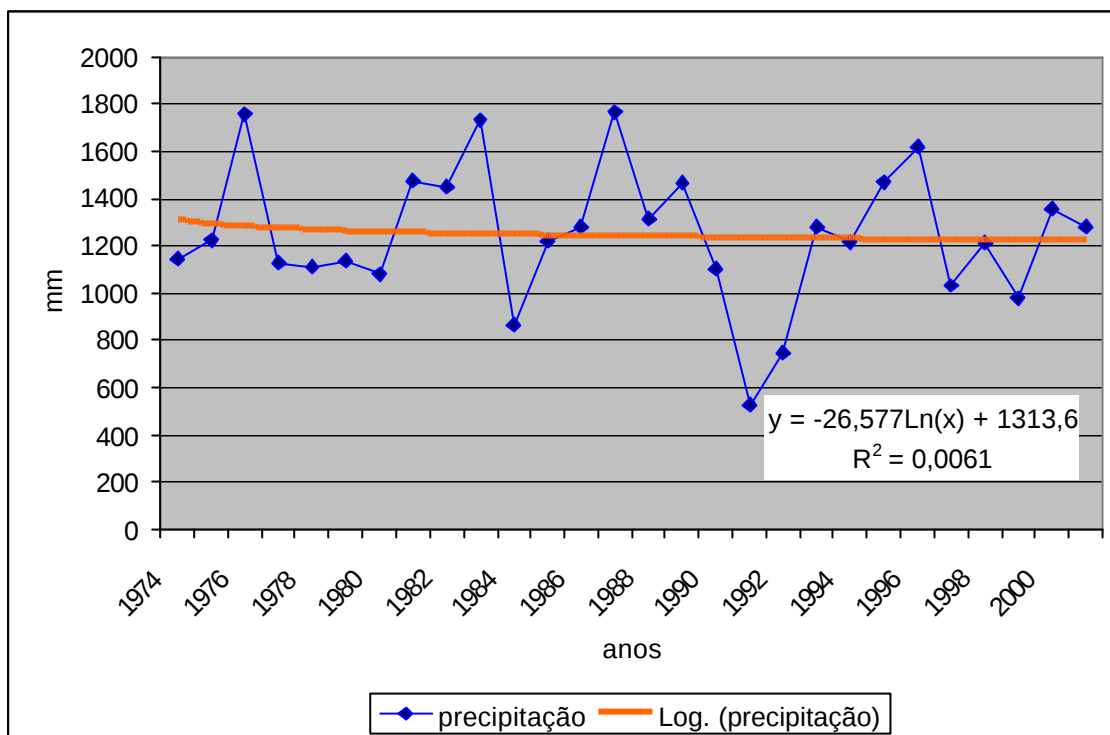


Figura 61 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Pindamonhangaba, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados

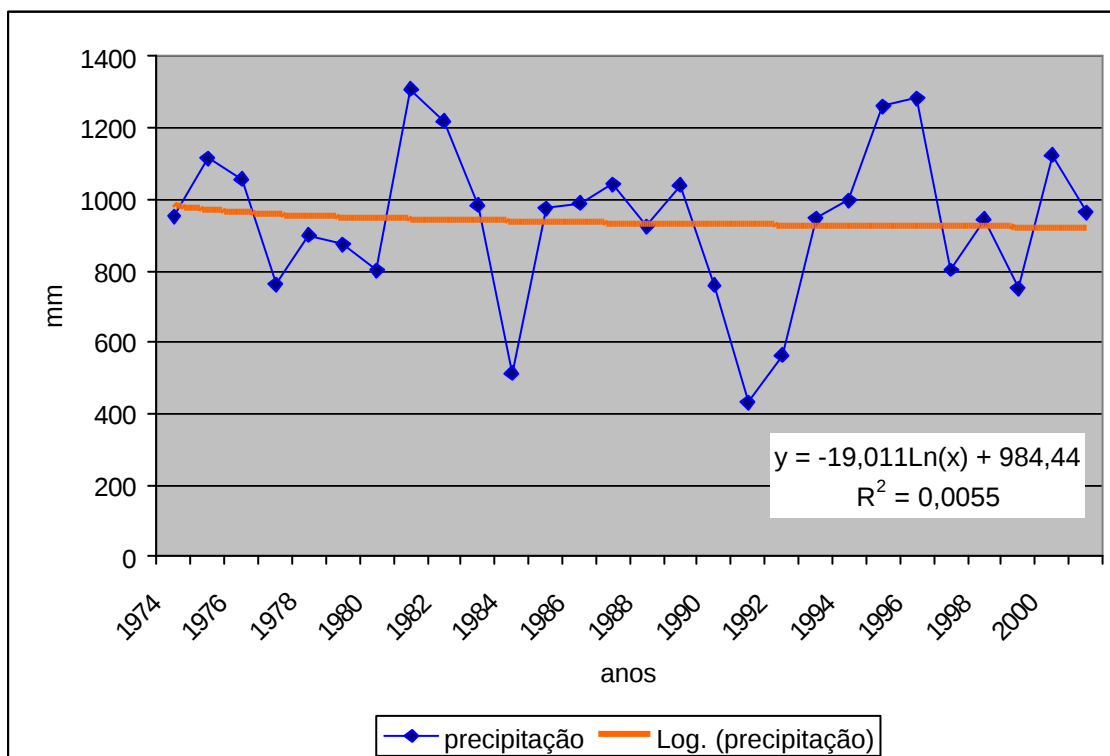


Figura 62 - Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Pindamonhangaba

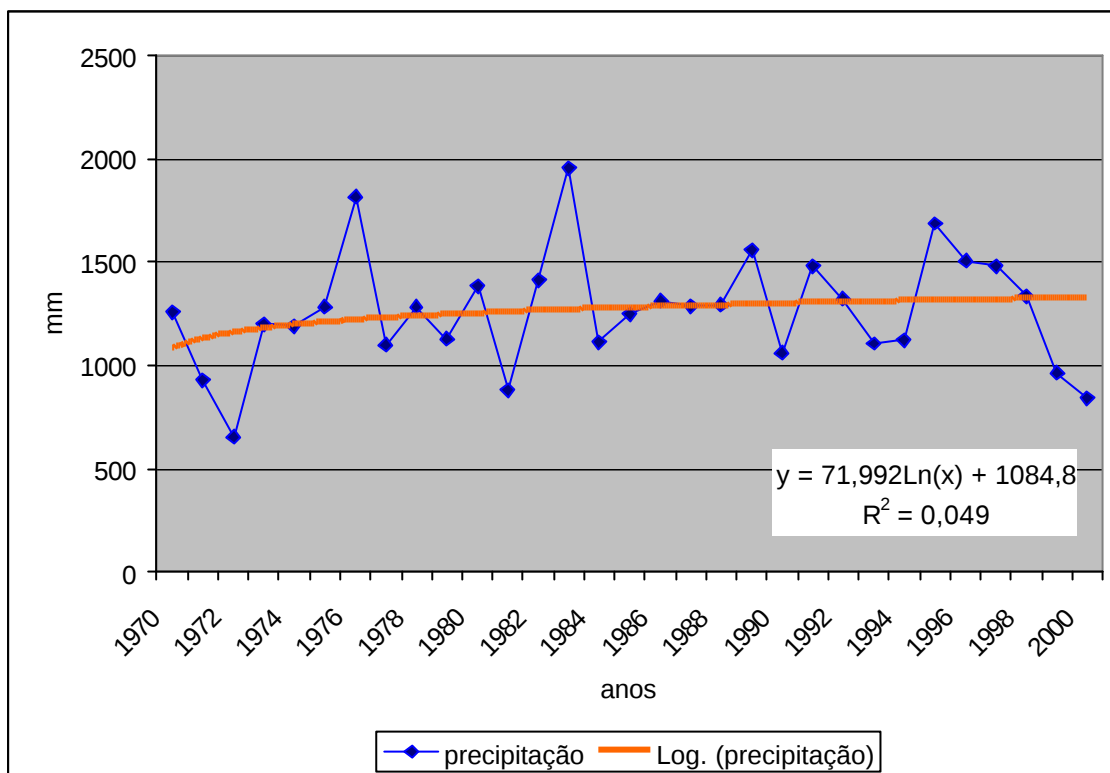


Figura 63 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Redenção da Serra, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados

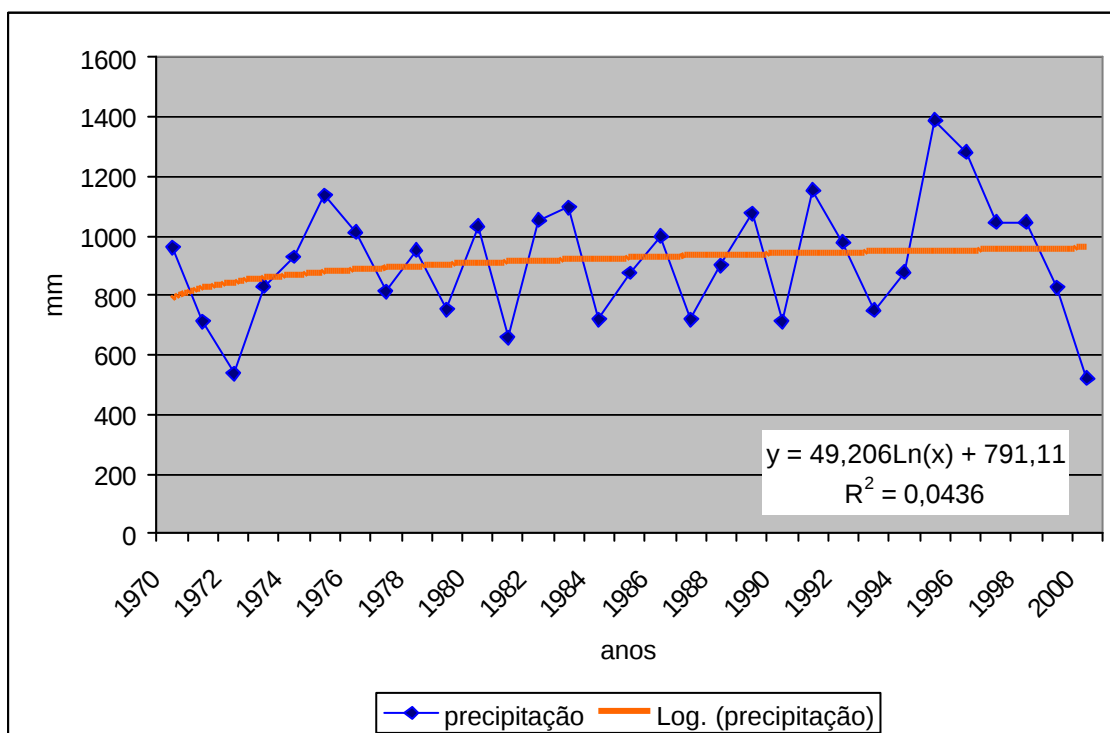


Figura 64 - Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Redenção da Serra

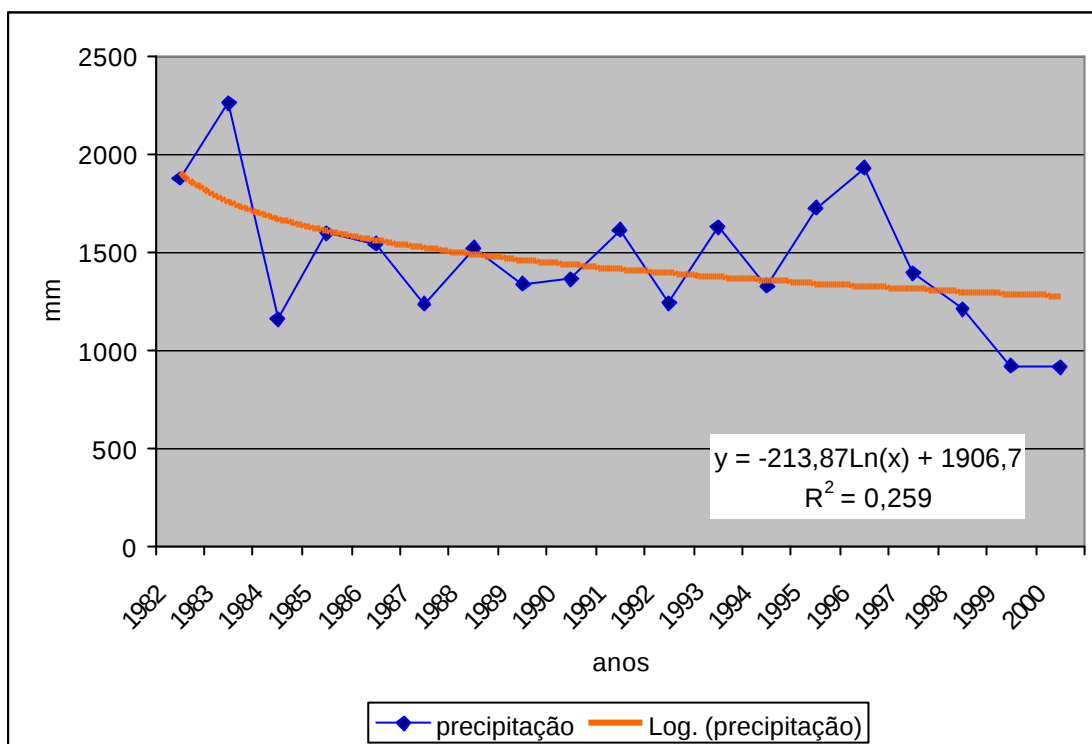


Figura 65 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de São Bento do Sapucaí, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados

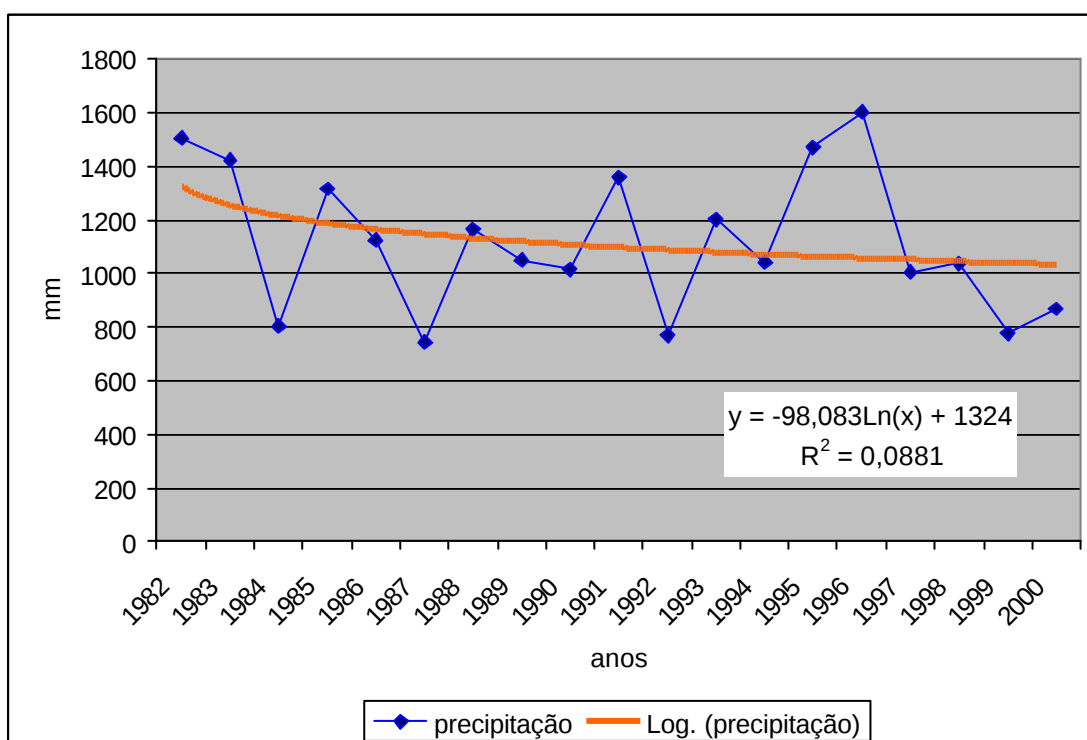


Figura 66 - Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de São Bento do Sapucaí

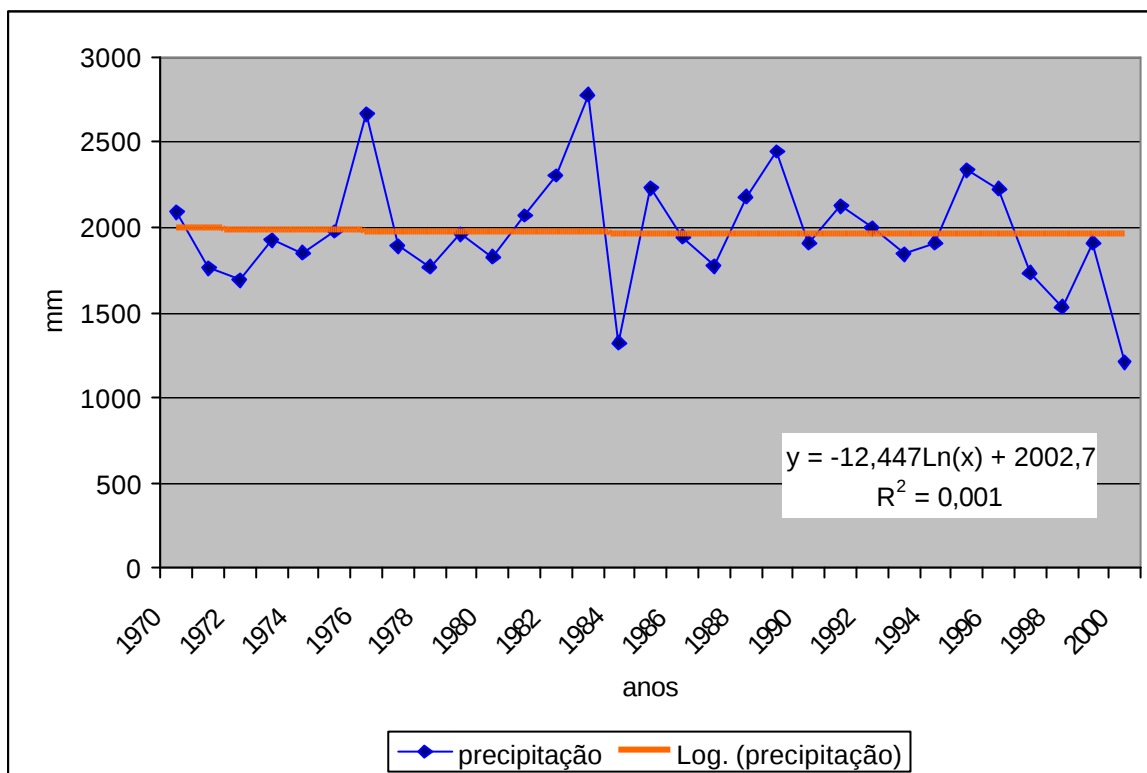


Figura 67 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de São José dos Campos, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados

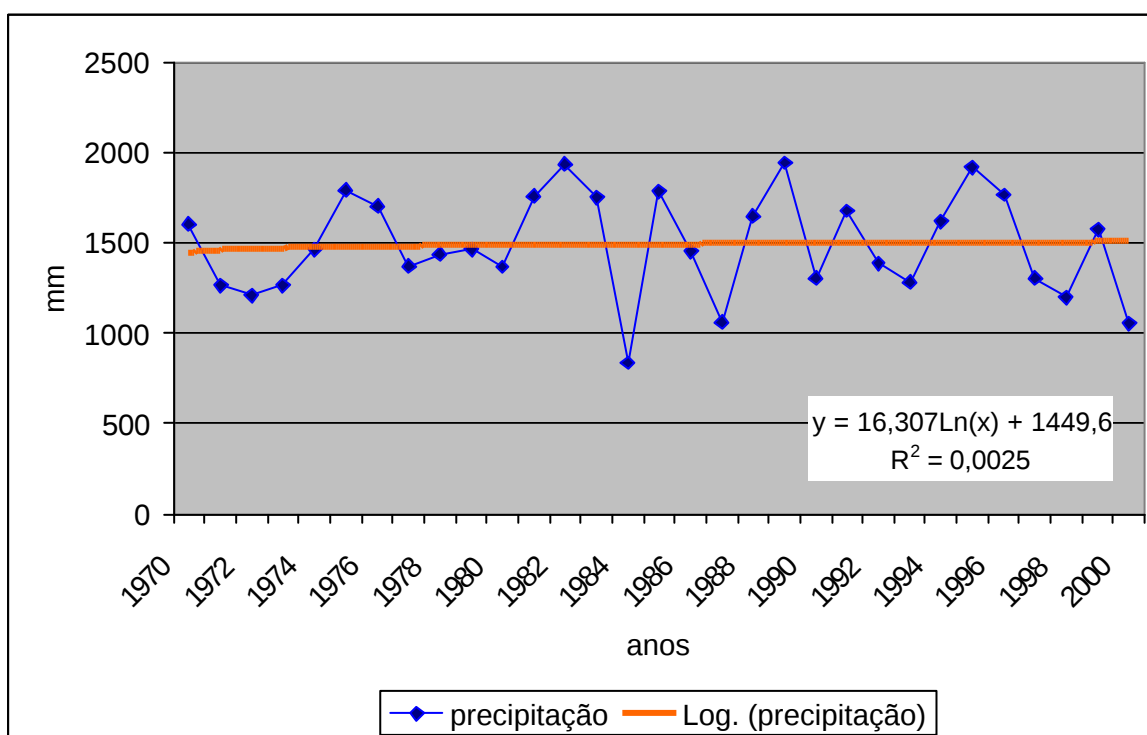


Figura 68 - Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de São José dos Campos

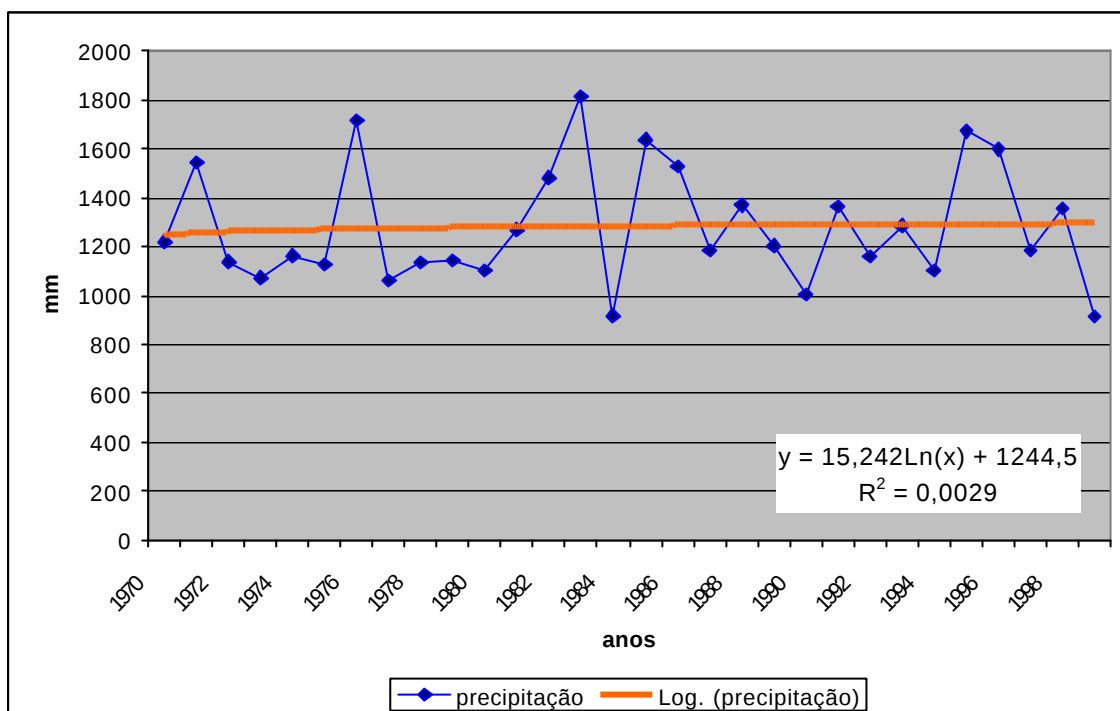


Figura 69 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de São Luis do Paraitinga, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados

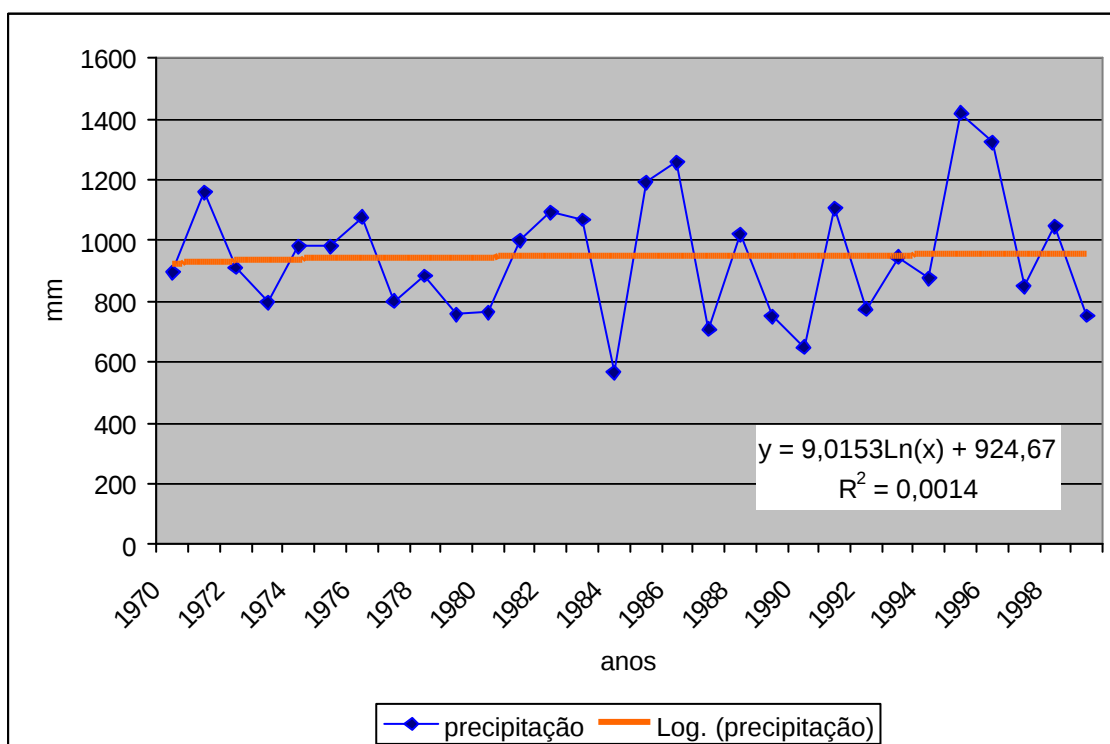


Figura 70 - Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de São Luis do Paraitinga

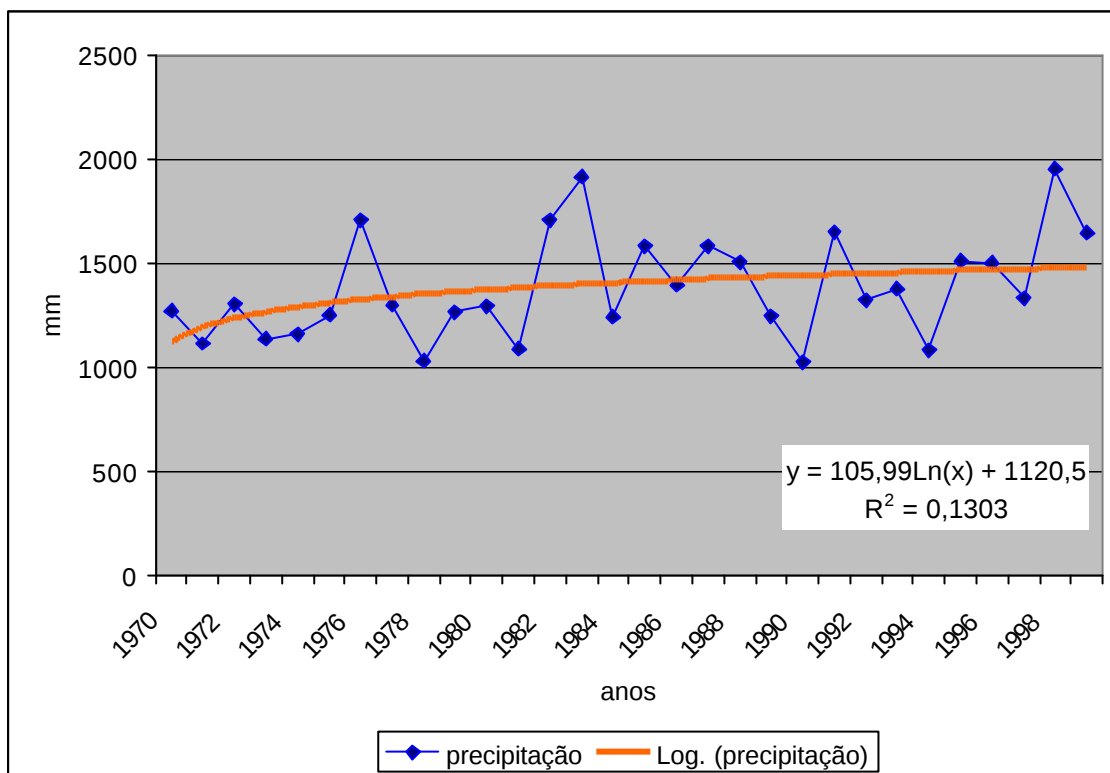


Figura 71 - Representação da tendência da precipitação anual, na localidade de Taubaté, considerando-se o uso da linha de tendência dos mínimos quadrados

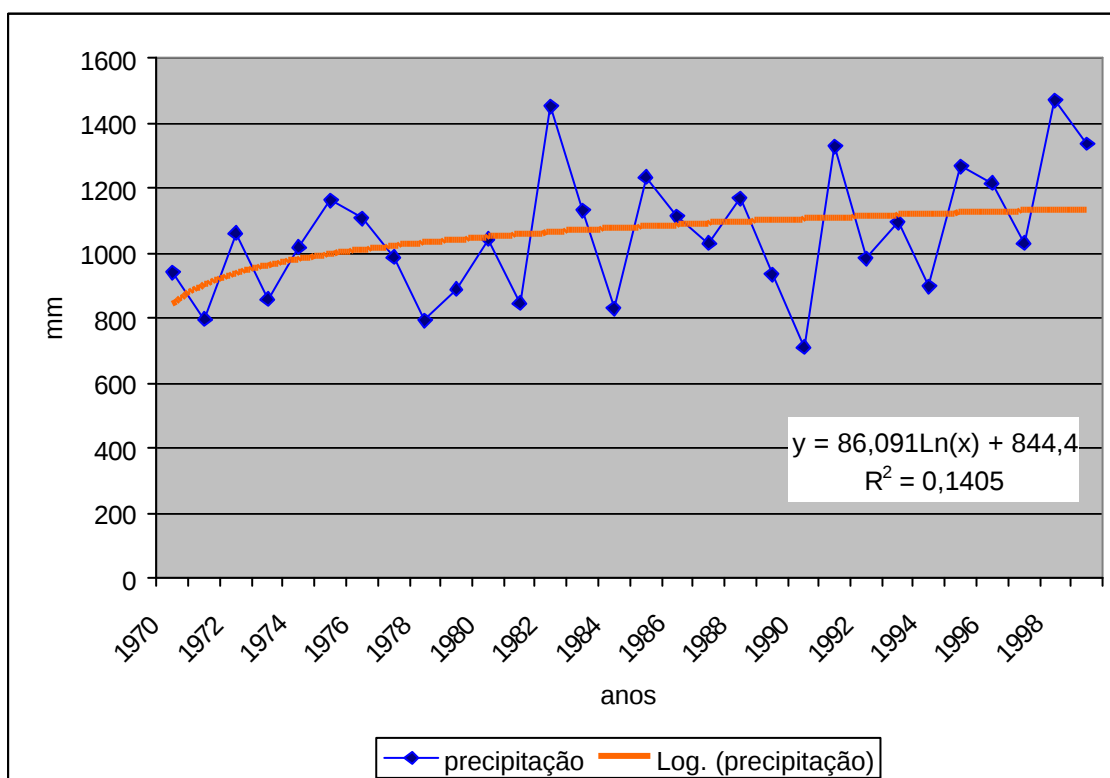


Figura 72 - Representação da tendência da precipitação na estação chuvosa para a localidade de Taubaté

7.3 - Influência do El Niño na Variabilidade e na Tendência da pluviosidade nas EDRs de Votuporanga e Pindamonhangaba

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 a nível mundial, e afetando assim, o regime das chuvas em regiões tropicais e de latitudes médias.

Segundo Tavares (2001)

o fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS), participa intensamente da variabilidade do clima e nas alterações da atmosfera, gerados pelo comportamento antrópico, estão interferindo na mudança dos regimes termo-pluviométricos, principalmente nas grandes cidades e nas zonas industriais.

A variabilidade das chuvas na EDR de Pindamonhangaba é maior em relação a EDR de Votuporanga, devido ao coeficiente de variação apresentar-se mais elevado, no período de análise (1970 a 2000).

A EDR de Pindamonhangaba, através das médias anuais da pluviosidade de seus municípios, demonstraram que a amplitude do município mais chuvoso ao menos chuvoso apresenta-se três vezes maior em relação a pluviosidade da EDR de Votuporanga. Apesar da melhor distribuição, a EDR de Pindamonhangaba abrange unidades geomorfológicas distintas, composta ao norte pelo contraforte da Serra do Mar; na região central da EDR, o Médio Vale do Paraíba e na porção sul, a vertente sul da Serra da Mantiqueira.

A tendência da pluviosidade na EDR de Votuporanga é de acréscimo, situação oposta que se estabelece na EDR de Pindamonhangaba, onde a tendência das chuvas é de decréscimo, através da análise de 30 anos de chuvas (1970 a 2000).

Com relação ao ano mais chuvoso da EDR de Votuporanga, o ano de 1976, foi verificado em cinco municípios: Parisi, Américo de Campos, Cardoso, Riolândia e Paulo de Faria. Estes municípios estão agrupados nas porções norte e centro-leste da EDR. Neste referido ano, segundo Silva (2000), ocorreu a atuação do fenômeno El Niño de intensidade moderada na região centro-sul do Brasil.

Os anos com menor pluviosidade da série (1970 a 2000) coincidem tanto no tempo como no espaço, em duas regiões da EDR de Votuporanga; a primeira coincidência se concretiza nas localidades vizinhas de Cardoso e Parisi, situados no

Norte e no Oeste, sendo o ano de 1975, o período de menor pluviosidade da série analisada. Na região Leste da EDR foram registradas no ano de 1994, as menores pluviosidades da série na EDR, onde estão situados os municípios de Orindiúva e Paulo de Faria.

É interessante notar que o município de Cosmorama, localizado no Extremo Oeste da EDR de Votuporanga, registrou através da análise das chuvas ocorridas por três décadas, o ano de maior pluviosidade o de 1983, no qual houve a atuação do fenômeno do El Niño de intensidade muito forte, que desencadeou chuvas extremas no Sul do Brasil e uma forte estiagem no nordeste brasileiro.

Na EDR de Pindamonhangaba, pode-se também constatar que o ano de 1983, foi o de maior pluviosidade das séries pluviométricas analisadas, sendo que, das quinze localidades analisadas, doze apresentaram-no como o de maior pluviosidade, sendo elas: São Bento do Sapucaí, Campos de Jordão, Igaratá, Jambuí, Redenção da Serra, São Luís do Paraitinga, Santa Branca e Paraibuna. Neste ano de 1983, a atuação do fenômeno El Niño provocou o excesso de chuvas na EDR de Pindamonhangaba. O El Niño de 1976, de intensidade menor, foi responsável pelo ano mais chuvoso da série (1970 a 2000) na cidade de Natividade da Serra, situada no Sul da EDR, com 1695,1 mm.

8 - VERANICO: UM PROBLEMA PARA A CULTURA DO MILHO

Um dos grandes problemas que os agricultores vem enfrentando, segundo Antunes (1980) é a existência dos veranicos, já que estes impedem o crescimento da produção, principalmente se estes surgirem durante o período de crescimento das plantas.

Como a própria palavra descreve, o **Veranico** é um período de seca em pleno verão, podendo ter a duração de alguns dias ou semanas. Não existe um consenso entre os pesquisadores com relação a duração mínima para caracterizar um veranico.

Existem pesquisadores como Neto e Vilela (1986), que afirmam que um dia de estresse hídrico na cultura do milho durante o estágio de enchimento dos grãos, reduz o rendimento de 3 a 4%. Os pesquisadores afirmam que a ocorrência dos veranicos durante os estágios de crescimento do milho, podem colocar em risco grande parte da produção dos cereais.

Ao se levar em conta que o milho safra de verão é plantado no Estado de São Paulo de outubro a novembro e nos meses de março a abril a produção já está definida, tomando a distribuição e a quantidade da precipitação, um fator fundamental para o desenvolvimento da cultura do milho, principalmente nos meses de outubro a março, período este que coincide com o ciclo vegetativo do cereal.

Com relação às necessidades hídricas do milho Ossio e Pino (1988) observaram que as exigências hídricas do milho tornam-se maiores

à partir do segundo mês de cultivo, de 30 a 40 dias, após a emergência das plantas, por ser o período em que se inicia o seu desenvolvimento mais intenso, sendo que o período mais crítico está entre 15 dias antes e 15 dias depois do aparecimento dos “pendões”, ou seja a floração.

Os autores verificaram que a distribuição ideal das chuvas necessárias ao milho é de 33% (150 a 200 mm), nos meses de plantio ocorridos de outubro a dezembro; 42% (200 a 250 mm) nas chuvas ocorridas de dezembro a janeiro, meses estes em que ocorre a floração do milho; 25% (100 a 150 mm), chuvas ocorridas nos meses de fevereiro e março, durante a formação e maturação das espigas. Finalizando Ossio e Pino (1988) afirmam que durante a colheita, que vai de abril em diante, as chuvas são desnecessárias e até prejudiciais, quando excessivas.

8.1 – Frequência e duração dos veranicos na EDR de Pindamonhangaba e na EDR de Votuporanga

Serão analisadas a frequência e a duração dos veranicos ocorridos na EDR de Pindamonhangaba e na EDR de Votuporanga utilizando dados diários de precipitação, na série temporal de 1974 a 2001 para a EDR situada no Vale do Paraíba e de 1986 a 2001 para a EDR situada na divisa com o Estado de Minas Gerais. Este estudo dará enfoque ao período delimitado pelos meses de outubro a março, período este que coincide com a estação chuvosa e com o cultivo do milho safra das águas no Estado de São Paulo.

No estudo realizado com os dados pluviométricos diários da Região de Pindamonhangaba, o intervalo de duração dos veranicos vai dos 4 aos 17 dias nos 28 anos da série, conforme indicado na tabela 28. A frequência média dos veranicos no período de outubro a março é de 6.1 vezes/estação chuvosa, com 86.7% da frequência média de duração inferior a 8 dias e de 9 a 17 dias a frequência média superior a 13.3%.

Dos 221 veranicos ocorridos no período (tabela 28), em 1984 processou-se o maior veranico com 17 dias de ausência de chuvas. O mês de outubro é o mês com a maior concentração de veranicos, com 24.6% do total, contribuindo praticamente com $\frac{1}{4}$ dos veranicos ocorridos no período de estudo. No mês de outubro de 1987, ocorreu quatro veranicos, no qual três deles eram de quatro dias e o último de oito dias, somando os dias dos veranicos, neste referido mês, temos um total de 20 dias sem chuva.

O período de análise dos veranicos é delimitado pelos meses de outubro a março. Entretanto, nos meses de outubro, novembro e dezembro a incidência dos veranicos na região de Pindamonhangaba é de 60,7% com relação ao total de veranicos ocorridos no período de 1974 a 2001, mostrando que este fenômeno climático de estiagem dentro do verão pode causar danos consideráveis na cultura do milho, já que a incidência maior dos veranicos coincidem com o plantio e a fase de crescimento do cereal.

Tabela 28 - Frequência dos veranicos na EDR de Pindamonhangaba (SP) ocorridos no período de 1974 a 2001

veranicos (duração)	frequência no período
4 dias	73
5 dias	26
6 dias	36
7 dias	32
8 dias	16
9 dias	8
10 dias	8
11 dias	5
12 dias	2
13 dias	2
14 dias	1
15 dias	2
17 dias	1
Total de veranicos	221
Frequência media/estação chuvosa	6.1

Na região gerenciada pelo Escritório de Desenvolvimento Rural Regional de Votuporanga (SP) os veranicos foram analisados através dos dados pluviométricos diários, num período de 16 anos (1986 a 2001), onde a duração dos veranicos compreende o intervalo de 4 a 31 dias, como pode ser observada na tabela 29. A frequência média dos veranicos é 6,4 vezes/estação chuvosa, possuindo com 83.1% a frequência média de duração inferior a 8 dias e, de 9 a 31 dias a frequência média superior de 16.9%. Convém ressaltar que estão sendo analisados os veranicos ocorridos no período de outubro a março.

Observando a tabela 29, nota-se que ocorreram 160 veranicos, onde 37 deles, que corresponde a 23.1%, ocorreram no mês de outubro, período este com a maior incidência de veranicos no intervalo de análise, ocorrendo às vezes 4 veranicos/mês, como os que processaram-se em 1997, com duração de 4, 5, 5 e 8 dias respectivamente. Novamente no

mês de outubro, aconteceu um veranico recorde com a duração de 31 dias, ocorrido no ano de 2000.

O trimestre com maior incidência de veranicos foi novamente o período delimitado pelos meses de outubro a dezembro, contribuindo com 60% dos períodos de estiagem na estação chuvosa da região de Votuporanga.

Tabela 29 - Frequência dos veranicos na EDR de Votuporanga (SP) ocorridos no período de 1986 a 2001

veranicos (duração)	frequência no período
4 dias	49
5 dias	32
6 dias	18
7 dias	21
8 dias	13
9 dias	5
10 dias	7
11 dias	3
12 dias	3
13 dias	2
16 dias	1
17 dias	1
31 dias	1
Total de veranicos	160
Frequência media/estação chuvosa	6.4

O período de outubro a março é o intervalo que o milho safra verão necessita de uma maior quantidade de água para satisfazer suas atividades fisiológicas, no entanto nos meses de novembro a janeiro esta necessidade se intensifica, já que o cereal se encontra nos períodos vegetativo e de floração, estágios estes que determinam a boa produtividade do milho safra das águas no espaço paulista.

A produtividade na EDR de Votuporanga, do ano safra de 1984 foi afetada pelos veranicos ocorridos nos meses de novembro e dezembro de 1993, totalizando 4 veranicos, respectivamente de 10, 6, 4, e 7 dias. O rendimento médio de 1994, decresceu 0,8% em relação ao ano safra de 1993, decréscimo este agravado pela expansão da área plantada em 1994 em torno de 20,5%.

Outro exemplo, pode ser constatado com relação a queda de produtividade devido a ação dos veranicos, foi no ano agrícola de 1997, onde o rendimento médio diminuiu em 1,9%, sendo que a área plantada aumentou em 12% em relação ao ano de 1996. Foram três veranicos ocorridos nos meses de novembro e dezembro de 1996, sendo dois deles no mês de novembro, um de oito e outro de cinco dias; e o último veranico de cinco dias no mês de dezembro.

Os veranicos de 2000 e 2001 refletiram no aumento de 1,2% na produtividade de 2001, já que as áreas plantadas aumentaram em 10 % em relação a 2000. Um veranico recorde de 31 dias ocorrido nos meses de outubro a novembro foi o responsável por um acréscimo pequeno na produtividade do ano de 2001.

9 - BALANÇO HÍDRICO E A CULTURA DO MILHO

A cultura do milho está entre as principais atividades agrícolas das regiões gerenciadas pelos Escritórios de Desenvolvimento Rural Regional (EDRs) de Votuporanga e de Pindamonhangaba, tendo como detentor da maior parte da produção deste cereal, o pequeno produtor, que devido a falta de recursos, possui uma grande dependência do clima para a otimização de sua produtividade. Dentre as variáveis climáticas, a chuva é o fator determinante no sucesso das safras destes agricultores, onde a ausência da água nas fases fenológicas críticas do milho pode levar a “quebra” da produção.

Segundo Roncato (2002):

O clima deve ser levado em consideração no planejamento das operações agrícolas e no planejamento do desenvolvimento agrícola em geral. A relação entre a atmosfera e o sistema solo-planta é um complexo que pode ser simplificado e generalizado nos estudos de balanço hídrico.

Afirma ainda a autora que o balanço hídrico é uma ferramenta importante para indicar de forma coerente as disponibilidades hídricas de uma região num determinado período de tempo.

Reichardt (1987) procurou demonstrar a importância do balanço hídrico, no qual se constitui “[...] numa importante técnica para o acompanhamento da quantidade de água armazenada no solo. Esta quantidade deve ser mantida em níveis ótimos para maximizar a produtividade agrícola [...]”.

Para Jackson (1989), o balanço hídrico possui quatro aplicações básicas; a primeira diz respeito a visão geral que esta técnica fornece através das condições hídricas sobre uma região; a segunda aplicação está ligada a adequação da área para certas culturas, levando em conta a análise das fases de crescimento, das necessidades hídricas e a frequência das possíveis necessidades de irrigação. Sobre a terceira aplicação, este autor discorre que o balanço hídrico examina a relação entre o clima e a produtividade; e sobre a última aplicação, Jackson (1989) chama atenção para o balanço hídrico que verifica o impacto antrópico sobre o meio ambiente hidrológico.

Procurando salientar a importância do resultado do balanço hídrico, Silva e Antunes (1980) demonstram que esta técnica indica os valores da deficiência e excedente de água no

solo ao longo do ano, fornecendo as exigências em água das diferentes fases que a cultura exige.

A cultura do milho, dentre os cereais, é a cultura com o maior rendimento em grão quando existe a disponibilidade de água para atender as suas necessidades fisiológicas; caso contrário, a falta deste recurso acarretará a deficiência hídrica das plantas. A deficiência hídrica é caracterizada quando ocorre a ausência de precipitação ou irrigação por um certo período de tempo. Uma vez que as plantas sentem a necessidade de água para sobreviver, inicia-se a retirada de água do solo em camadas mais profundas, ocorrendo nestas camadas a falta de umidade necessária para o desenvolvimento da planta levando a mesma até o ponto de murcha.

Para se conhecer a fenologia do milho ciclo normal, utilizou-se o estudo da fisiologia e da duração dos estádios fenológicos proposta por Hanway (1966) citado por Doorembos e Kassam (1994), podendo ser observado na figura 73, as fases fenológicas do milho:

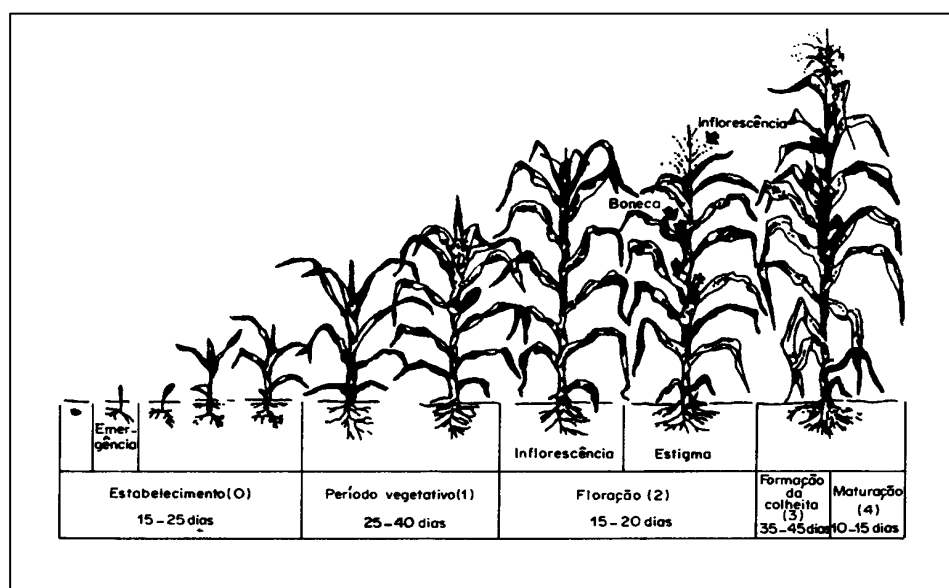


Figura 73 – As fases fenológicas do milho.

Diversos autores, como Feio (1991), Doorembos e kassam (1994) e Alfonsi (1996) verificaram que o milho é tolerante aos déficits hídricos durante os períodos vegetativo (1) e de maturação (4), conforme demonstra a figura 73. Segundo estes autores, os maiores

decréscimos nos rendimentos em grãos provocados pelos déficits hídricos ocorre durante o período de floração (2), incluindo a inflorescência, estigma e polinização, devido principalmente à redução do número de grãos por espiga. Déficit hídricos severos, segundo Doorembos e Kassam (1994):

durante a floração (2), particularmente na época da formação da espiga e da polinização, pode resultar num rendimento baixo ou nulo de grãos, devido ao secamento dos estigmas. Durante o período de formação da colheita (3), os déficits hídricos podem traduzir-se em diminuição do rendimento, devido à redução do grão, porém durante o período de maturação (4) tem pouco efeito sobre o rendimento dos grãos.

Com relação à deficiência hídrica na cultura do milho, Reichardt (1987), afirma que a incidência deste estresse hídrico na fase do embonecamento (florescimento) pode levar às maiores perdas na produtividade. Na quantificação das perdas da produtividade, este autor comenta que o déficit de água incidente no período anterior ao embonecamento (período vegetativo) reduz a produtividade de 20% a 30%; no embonecamento (florescimento), em 40 a 50% e após o embonecamento (enchimento dos grãos), em 20 a 30%.

O processo oposto à deficiência hídrica é o excesso hídrico que ocorre quando as chuvas perduram por longo período, ocorrendo um excesso de água no solo, havendo assim um estresse hídrico, causado pelo excesso de água.

Assim, com a análise do balanço hídrico para as regiões de Votuporanga e de Pindamonhangaba, pretendemos atingir dois objetivos:

- a) oferecer um panorama geral do comportamento das condições da umidade do solo das regiões em estudo e os reflexos na produtividade do milho;
- b) oferecer subsídios para a análise das variabilidades climáticas de curto prazo nos espaços paulistas em análise.

9.1 – Análise do comportamento hídrico nos solos das EDRs de Votuporanga e Pindamonhangaba

A avaliação do comportamento hídrico do solo para as EDRs de Votuporanga (1986 a 2001) e de Pindamonhangaba (1974 a 2001), foi realizada através do Balanço Hídrico Climatológico, calculados em planilha Excel, adotando o método de **Thornthwaite e Mather (1955)** para capacidade de água disponível (CAD), de 100 mm, com a evapotranspiração potencial (ETP) sendo estimada pelo método de Thornthwaite (1948). Para o processamento dos dados, utilizou-se o programa do Balanço Hídrico Normal, desenvolvido por Rolim et al. (1999) e o Balanço Hídrico Sequencial por Rolim et al. (2002).

Os dados utilizados para a contabilização do balanço hídrico na escala decendial foram os seguintes; dados diários de temperatura média do ar (TMED) e dados de precipitação diária (P) de Estações de Primeira Ordem pertencentes ao Instituto Agronômico de Campinas. Nos resultados, as planilhas apresentam estimativas da evapotranspiração real (ETR), armazenamento de água no solo (ARM), deficiência hídrica (DEF) e do excedente hídrico (EXC).

Segundo Camargo (1971) e Pereira et al. (1997), o Balanço Hídrico Climatológico, desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955) é uma das várias maneiras de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo. Estes autores afirmam ainda que através da contabilização do suprimento de água no solo, pela chuva (P) e da demanda atmosférica, pela evapotranspiração potencial (ETP), e com um nível máximo de armazenamento de água no solo ou capacidade de água disponível (CAD) apropriada ao estudo em questão, o balanço hídrico fornece estimativas da evapotranspiração real (ETR), da deficiência hídrica (DEF), do excedente hídrico (EXC) e do armazenamento de água no solo (ARM), podendo ser elaborado desde a escala diária até a mensal.

O balanço hídrico climatológico é usualmente apresentado na escala mensal e para um ano médio, ou seja, o balanço hídrico cíclico. No entanto, a escala decendial quando empregado de maneira sequencial possibilita quantificar as necessidades de irrigação e relacionar o rendimento das culturas com o déficit hídrico (DOORENBOS E KASSAM, 1994).

9.2 – Variações do Balanço hídrico nas EDRs de Votuporanga e de Pindamonhangaba

Neste capítulo será feita a análise das condições do comportamento da água no solo em escala sub-regional através do Balanço Hídrico Normal e do Balanço Hídrico Sequencial, e suas relações com a produtividade do milho. Estas técnicas auxiliam a identificação do estresse hídrico que influencia no crescimento e no rendimento da cultura do milho. O Balanço Hídrico Normal fornece uma visão geral das condições hídricas de um certo período de tempo, já o Balanço Hídrico Sequencial verifica as condições hídricas do solo ano a ano, obtendo assim, uma maior precisão do comportamento da água e sua influência na produtividade de uma cultura. Conforme o cultivo, existe a necessidade de uma maior quantidade de água, de acordo o estágio fenológico, tornando assim, a análise do Balanço Hídrico Sequencial mais apta para quantificar estas necessidades e verificar o período que levou ao sucesso ou ao fracasso das safras, ou as necessidades de irrigação para o cultivo.

A variável hídrica que o rendimento do milho está mais associado é a deficiência hídrica nas fases fenológicas do período vegetativo e na floração, fases estas que ocorrem nos meses de outubro a janeiro. Entretanto, será observado também a influência do excesso hídrico na cultura do milho, e suas conseqüências na produtividade do milho safra das águas.

9.3 – Variações decendiais hídricas na EDR em Votuporanga

Na contabilização do Balanço Hídrico Normal da EDR de Votuporanga para o período de 1986 a 2001, pode ser observado na figura 73a, através do Extrato do Balanço Hídrico que a variável excedente hídrico foi verificada no primeiro trimestre, tendo como excesso máximo do período o primeiro decêndio de fevereiro com 58,6 mm, permanecendo estável até o segundo decêndio de abril. Esta estabilidade aparece na forma de retirada de água do solo observada na figura 73b. No segundo decêndio de abril até o primeiro decêndio de outubro, verifica-se um período de deficiência hídrica no solo (figura 73a) com

um índice de 19,7 mm. Neste período de estiagem é verificado na figura 73b, que a reposição de água pela chuva ou pela irrigação não acompanha a retirada de água no período. A partir do segundo decêndio de novembro há um equilíbrio hídrico (figura 73a) até o final do período para a região de Votuporanga. Este equilíbrio hídrico pode ser visualizado na figura 73b na forma de reposição de água devido ao longo período de estiagem verificado neste período de seca.

Através da análise geral do Balanço Hídrico Normal da EDR de Votuporanga, verifica-se na figura 73a, que a deficiência hídrica se destaca em relação ao excedente hídrico com relação a extensão temporal do fenômeno, relação esta que se inverte quando se analisa o maior volume verificado no excedente.

Após a análise do Balanço Hídrico Normal em 16 anos utilizado na verificação do comportamento da água na EDR de Votuporanga, realizar-se-á a análise dos Balanços Hídricos Seqüenciais para o ano de 1986, e para os biênios de 1989/90, 1993/94 1996/97, 1997/98 e 2000/01. A análise de forma bienal, utilizando sempre o último trimestre do primeiro ano do biênio e o primeiro trimestre do segundo ano do biênio, será realizada porque o cultivo do milho safra das águas se verifica no período de outubro a março. Para o ano de 1986 será analisado somente o Balanço Hídrico Seqüencial do próprio ano, com ênfase ao primeiro trimestre que vai de janeiro a março. Concomitante à análise do Balanço Hídrico Seqüencial será analisado também a produtividade das EDR de Votuporanga, nos anos-safra já relatados anteriormente.

9.4 – Balanços hídricos sequenciais da EDR em Votuporanga

9.4.1 – Balanço hídrico sequencial e a produtividade do milho em 1986

Com relação ao Balanço Hídrico Seqüencial de 1986, verifica-se pela figura 74a, que o excedente hídrico se destacou nos solos da EDR de Votuporanga no primeiro trimestre. Sobre os déficits hídricos, foi observado apenas duas ocorrências, no primeiro decêndio de janeiro e no terceiro decêndio de fevereiro, sendo este o período que ocorreu uma retirada significativa de 25 mm, conforme pode ser observado na figura 74b.

9.4.2 – Balanço hídrico sequencial e a produtividade do milho em 1990

Através da análise do Extrato do Balanço Hídrico do biênio de 1989/90 (figura 75a e 76a), verifica-se que a deficiência hídrica atinge praticamente meio trimestre do ano de 1989, estabilizando-se no segundo e terceiro decêndios de novembro, e logo após, atingindo no mês de dezembro um excedente de 130,5 mm no segundo decêndio. Este excedente que permanece durante todo o primeiro trimestre de 1990, pode ser observado na figura 76b, enquanto que na figura 75b observa-se uma reposição tardia da água, com quantidades de chuvas elevadas.

Devido ao déficit verificado nos meses de outubro e novembro, houve decréscimos na produtividade do milho, em relação ao ano safra de 1986, tendo como destaque os municípios de Cardoso e Valentim Gentil, localizados respectivamente, a noroeste e sudoeste da EDR de Votuporanga. Convém destacar, a redução de 16% na área plantada com relação a 1986.

9.4.3 – Balanço hídrico sequencial e a produtividade do milho em 1994

No último trimestre de 1993, a deficiência hídrica se estendeu até o segundo decêndio de dezembro (figura 77a). A partir deste decêndio e durante todo o primeiro trimestre de 1994 o excedente hídrico é verificado, tendo seu índice máximo de 154,5 mm no terceiro decêndio de janeiro (figura 78a). No primeiro trimestre de 1994, especificamente no segundo decêndio de fevereiro, verifica-se um pequeno déficit hídrico de 2,8 mm (figura 78a).

Nas figuras 77 b e 78 b, pode ser observado que a reposição hídrica processou-se em três momentos nos dois trimestres do biênio de 1993/94, destacando-se a reposição do segundo decêndio de fevereiro de 1994, onde a retirada hídrica foi de 22 mm.

Apesar das deficiências hídricas terem acontecido nos meses de outubro a dezembro de 1993 e no segundo decêndio de fevereiro de 1994, constatou-se um sensível aumento na produtividade em Cardoso e Américo de Campos, comparando-se com a produtividade registrada em 1990. A área de plantio não sofreu alterações em relação a 1990.

9.4.4 – Balanço hídrico sequencial e a produtividade do milho em 1997

Com o auxílio dos Extratos do Balanço Hídrico Sequencial dos anos de 1996 e 1997, demonstrados nas figuras 79a e 80a, verifica-se que houve déficits hídricos no primeiro decêndio de outubro de 1996 e no primeiro e segundo decêndios de dezembro de 1996, deficiência hídrica esta que retorna em 1997, no segundo decêndio de fevereiro de 1997, permanecendo até o mês de maio de 1997.

Com relação ao excedente e a deficiência hídrica do biênio de 1996/97, pode-se observar que estas variáveis foram verificadas nos solos desta EDR, alternando-se em boa parte do semestre (outubro a março), prejudicando o atendimento hídrico para as plantas.

Nas figuras 79b e 80b, observa-se a deficiência, o excedente, a retirada e a reposição hídrica dos anos de 1996 e 1997, tendo o último trimestre de 1996 uma reposição hídrica rápida, com relação aos anos anteriores. A retirada de água neste biênio, se realizou no primeiro e segundo decêndio de dezembro de 96 e no terceiro decêndio de fevereiro esta retirada atinge 34,3 mm.

Foram poucos os decêndios com déficit hídrico neste biênio de 1996/97, principalmente nos períodos vegetativo e de floração do milho. Entretanto, na região nordeste, onde se situam as cidades de Orindiúva e Paulo de Faria, verifica-se decréscimos no rendimento médio de 300 e 60 Kg/ha, se comparado ao ano-safra de 1994, sendo responsável por esta quebra na safra, três veranicos que se processaram nos meses de novembro e dezembro. Esta quebra de rendimento nos municípios citados é agravada perante ao aumento da área de plantio em torno de 10% em relação a 1994.

9.4.5 – Balanço hídrico sequencial e a produtividade do milho em 1998

As figuras 81a e 82a, mostram os Extratos do Balanço Hídrico do ano de 1997 e de 1998, no qual percebe-se que neste biênio, os excedentes e os déficits se alternam. No primeiro e segundo decêndio de outubro de 1997, o déficit hídrico atinge índices de 40,2 mm e 24,8 mm, respectivamente. Neste mesmo período de outubro de 1997 a março de 1998, pequenos déficits foram constatados, tais como os ocorridos no primeiro decêndio de

novembro e no terceiro decêndio de dezembro de 1997, deficiência esta permanecendo até o primeiro decêndio de fevereiro de 1998.

A reposição hídrica de 96,7 mm no terceiro decêndio de outubro de 1997 e as várias retiradas de água durante o biênio de 1997/98, mereceram atenção nas figuras 81b e 82b.

Neste ano agrícola de 1998, foram constatadas decréscimos na produtividade nos municípios de Orindiúva, Pontes Gestal e Riolândia, sendo que as demais localidades mantiveram equilibradas sua produtividade em relação ao ano safra anterior. Neste ano safra de 1998, houve três déficits, como já foi relatado anteriormente, com destaque as deficiências ocorridas em outubro e novembro. Com a maior queda de área plantada da série, de 17%, no ano agrícola de 1998, além das deficiências hídricas, a diminuição na área de plantio contribuiu para os decréscimos na produtividade da EDR de Votuporanga.

9.4.6 – Balanço hídrico sequencial e a produtividade do milho em 2001

Com relação ao Balaço Hídrico Sequencial do biênio de 2000/01 de Votuporanga, verificou-se através das figura 83a e 84a que a deficiência hídrica esteve presente na maioria dos decêndios do período. Com relação ao excedente hídrico estes se processaram apenas em dois decêndios do primeiro trimestre de 2001, ambos ocorridos no primeiro decêndio de fevereiro e março de 2001.

Nas figuras 83b e 84b, verificou-se que as retiradas de água foram constatadas em todo o biênio. Temos que destacar as reposições hídricas observadas no segundo decêndio de novembro e nos primeiros decêndios de fevereiro e março.

O de 2001, foi um ano que o clima influenciou na produtividade na EDR de Votuporanga. Apenas um município registrou queda na produtividade, sendo que, nas demais localidades foram registrados aumentos de 1,2% em média.

Na relação aumento da produtividade e deficiência hídrica que ocorreu na maioria dos decêndios do biênio de 2000/01, além do veranico de 31 dias observado no mês de outubro e novembro de 2000, conclui-se que o clima não influenciou na produtividade, no entanto quando se relaciona este pequeno aumento de 1,2% como o aumento de 10% na área plantada, conclui-se que este aumento de produtividade seria maior se as condições

climáticas estivessem favoráveis para o cultivo do milho safra verão na EDR de Votuporanga.

9.5 – Variações decendiais hídricas na EDR de Pindamonhangaba

Através da utilização do Balanço Hídrico Normal de Pindamonhangaba para o período de registro de 28 anos (1974 a 2001), observa-se através da figura 85a que o excedente hídrico atuou praticamente em 1/3 do período, sendo verificado nos dez primeiros decêndios do período e nos dois últimos decêndios da série. O excesso hídrico máximo observado no período foi de 31,6 mm. A partir do segundo decêndio de abril, verificou-se que o balanço hídrico da série se alterna entre o déficit hídrico e o equilíbrio hídrico, totalizando um período de sete meses. Convém destacar que o déficit hídrico (figura 85a), nos solos desta EDR obteve um comportamento “discreto” na série, tendo como deficiência máxima o terceiro decêndio de agosto com 3,7 mm. Estes índices de deficiência refletem diretamente nos índices do excedente hídrico, que também se apresentam com valores relativamente baixos, demonstrando assim, o equilíbrio hídrico no ambiente edáfico presente na EDR de Pindamonhangaba.

Na figura 85b, foram demonstradas a deficiência e a retirada hídrica do período de 1974 a 2001, no qual constatamos que a retirada de água do solo é realizada em três momentos no período, sendo a primeira no mês de abril; a segunda retirada de agosto ao primeiro decêndio de setembro; e a terceira retirada no primeiro decêndio de novembro. Dentre estas três retiradas hídricas, a segunda extração chama atenção pela duração e pelas quantidades extraídas, tendo como destaque o primeiro decêndio de agosto com 8,75 mm. A reposição hídrica (figura 85b) se processa sempre quando existe uma retirada de água. A retirada de água que merece destaque é a terceira reposição com duração de quatro decêndios.

Após a análise do Balanço Hídrico Normal para o período de 28 anos, passou-se para a contabilização do comportamento hídrico anual através do Balanço Hídrico Sequencial para o ano de 1974 e para os biênios de 1977/78, 1980/81, 1981/82, 1984/85, 1985/86, 1989/90, 1990/94, 1997/98 e para o biênio de 2000/01. Como já foi relatado, esta análise através dos biênios diz respeito ao ciclo do milho das “águas”, já que este cereal é cultivado no espaço paulista de outubro a março, utilizando assim, o último trimestre do primeiro ano do biênio e o primeiro trimestre do segundo ano do biênio. O ano de 1974 será

analisado somente no primeiro trimestre, período este que coincide com a metade do final do cultivo do milho.

9.6 – Balanços hídricos sequenciais da EDR de Pindamonhangaba

9.6.1 – Balanço hídrico sequencial e a produtividade do milho em 1974

Através da aplicação do Balanço Hídrico Sequencial da EDR de Pindamonhangaba para o ano de 1974 (figura 86a), observa-se que o excedente se destaca pelas quantidades excedidas no primeiro trimestre de 1974, tendo como destaque o excesso ocorrido no segundo decêndio de janeiro, com 143,9 mm, e logo em seguida a este excedente é verificado um pequeno déficit abrangendo dois decêndios. Este déficit pode ser visualizado na figura 86b, em função da retirada hídrica que se inicia no segundo decêndio de fevereiro e perdura até o primeiro decêndio de março. Esta retirada é suprida rapidamente através da reposição de 37,3 mm, suficiente para manter o excedente hídrico por dois decêndios.

9.6.2 – Balanço hídrico sequencial e a produtividade do milho em 1978

Ao analisar os extratos dos Balanços Hídricos Sequenciais expostos nas figuras 87a e 88a relativos aos anos de 1977 e 1978, constitui-se que a deficiência hídrica esteve presente nos quatro primeiros decêndios do último trimestre de 1977 e nos dois últimos decêndios de março de 1978, apresentando um déficit médio de 7 mm. Participando com um maior período e volume, o excedente foi presenciado desde o mês de dezembro de 1977 até o primeiro decêndio de março de 1978, sendo que este último, obteve um excedente de 72,7 mm.

Em complemento aos extratos analisados anteriormente, as figuras 87b e 88b demonstram que o período de outubro de 1977 a março de 1978, teve uma participação efetiva da retirada e na reposição hídrica, onde a primeira atua praticamente no primeiro mês do último trimestre de 1977 e em quatro decêndios intercalados no primeiro trimestre de 1978. As reposições foram suficientes para manter a umidade do solo em índices aceitáveis para o período de análise.

No ano safra de 1978, houve pequenos decréscimos na produtividade em relação a 1974, em nove municípios e acréscimos no rendimento em seis municípios (São José dos Campos, Caçapava, Taubaté, São Bento do Sapucaí, Campos de Jordão) situados na região norte do Médio Vale do Paraíba e na Serra da Mantiqueira.

Como foi relatado, a produtividade do milho em 1978, se altera conforme a porção da EDR. Neste período de cultivo ocorreu déficits em outubro e no primeiro decêndio de novembro de 1977, mas no geral, o perfil hídrico durante o biênio 1977/78 foi de excedente em todo período. A área de plantio permaneceu estável em relação ao ano safra 1974.

9.6.3 – Balanço hídrico sequencial e a produtividade do milho em 1981

Os balanços hídricos do biênio de 1980/81, observados nas figuras 89a e 90b demonstram que os déficits e excessos hídricos registrados no período se assemelham ao comportamento hídrico do biênio de 1977/78. O déficit de água é verificado no mês de outubro de 1980, com uma média de 10 mm, passando para o equilíbrio e logo em seguida o perfil hídrico muda de patamar hídrico ocorrendo o excedente. Este excedente abrange desde o terceiro decêndio de novembro de 1980 ao primeiro decêndio de março de 1981. O excesso que merece destaque no período é o ocorrido no primeiro decêndio de fevereiro de 1980, com um índice de 116,6 mm.

As extrações de água, assim como suas reposições podem ser visualizadas nas figuras 89b e 90b, sendo as retiradas do último trimestre de 1980 mais relevantes para os solos da EDR de Pindamonhangaba, tendo em média retiradas de 12 mm nas três ocorrências deste período. Além das retiradas, as reposições se destacam neste período, mais especificamente no segundo decêndio de novembro de 1980 com 52,2 mm.

Através do déficit hídrico registrado no mês de outubro, onze municípios registraram reduções na produtividade quando comparado com o ano safra de 1978, com uma média de 290 Kg/ha. Esta redução na produtividade é relevante pois a área de plantio do milho aumentou em 34,4% em relação ao ano de 1978.

9.6.4 – Balanço hídrico sequencial e a produtividade do milho em 1982

Na contabilização do Extrato do Balanço Hídrico de 1981 e 1982 (figuras 91a e 92a) para a EDR de Pindamonhangaba, notamos um nítido predomínio do excedente hídrico perdurando por cinco meses, abrangendo os meses de novembro de 1981 a março de 1982. Durante este período de excesso hídrico, houve duas ocorrências de déficit hídrico de pequeno volume; o primeiro decorrente no terceiro decêndio de dezembro de 1981 e o segundo déficit ocorrido no segundo decêndio de fevereiro de 1982. O equilíbrio hídrico no mês de outubro (figura 91a), merece destaque, em função da delimitação entre a estação chuvosa e a estação seca da EDR.

Este equilíbrio hídrico mencionado acima, se transforma em reposição hídrica (figura 91b). Na figura 92b, a reposição ocorre em três oportunidades, sendo estas responsáveis pela manutenção do volume hídrico do primeiro semestre de 1982. Com relação a extração hídrica esta se processa com maior intensidade no terceiro decêndio de 1981 (27,3 mm), e no segundo decêndio de fevereiro de 1982 com 39,0 mm.

Tomando como base o ano safra de 1981, o ano agrícola de 1982 registrou um expressivo aumento na produtividade na EDR de Pindamonhangaba, reflexo este do excedente hídrico que predominou no biênio de 1982/83, e pela expansão da área de cultivo de 35% com relação ao ano safra agrícola anterior.

9.6.5 – Balanço hídrico sequencial e a produtividade do milho em 1985

Através da figura 93a, verifica-se que a deficiência hídrica ocorreu no período de outubro a novembro de 1984, onde no segundo decênio de novembro deste mesmo ano, este déficit atingiu 37,8 mm. Na figura 94a, este perfil hídrico é alterado nos solos da EDR de Pindamonhangaba, tendo para o primeiro trimestre de 1985, um excedente hídrico reinante na EDR, obtendo excessos médios de 80 mm nos dois decêndios.

Nota-se através da análise das figuras 93b e 94b que a deficiência e a retirada hídrica, foram bem mais elevadas no biênio de 1984/85, onde as reposições foram mais efetivas no primeiro trimestre de 1985, tendo como responsável o primeiro decêndio de

janeiro devido a uma reposição de 60,0 mm. A reposição de água pode ser verificada neste trimestre no terceiro decêndio de fevereiro.

A produtividade do ano agrícola de 1985, registrou um decréscimo relevante na produtividade do milho, panorama este presente em treze municípios na EDR de Pindamonhangaba. Tendo como referência o ano de 1982, o ano de 1985 obteve uma redução média de 500 Kg/ha. Esta redução é oriunda da redução da área de cultivo em 55% (comparado com 1982) e pela deficiência ocorrida nos meses de outubro e novembro.

9.6.6 – Balanço hídrico sequencial e a produtividade do milho em 1986

Verificando os Extratos do Balanço hídrico do biênio de 1985/86 (figuras 95a e 96a), nota-se que o déficit hídrico foi presenciado nos dois primeiros decêndios de outubro de 1985, com índices de 8,2 e 21,0 mm; no segundo decêndio de novembro de 1985 com 9,5 mm e nos quatro primeiros decêndios de 1986, com deficiências de 4,6 mm, 7,9 mm, 6,7 mm e 4,4 mm. No que diz respeito ao excesso hídrico registrado no biênio, foi revelado em três momentos, decorrentes no primeiro decêndio de novembro de 1985 (39,4 mm); no terceiro decêndio de dezembro de 1985 e no mês de março de 1986, respectivamente. O excedente do primeiro decêndio de março de 1986 se destaca com 93,6 mm.

As figuras 96a e 96b demonstram que as retiradas foram mais intensas no último trimestre de 1985, quando comparado ao primeiro trimestre de 1986, perfil este equivalente ao da reposição hídrica.

A produtividade em 1986 em relação ao ano anterior, oscilou no comportamento espacial, onde na porção sudeste da EDR e nas cidades de São José dos Campos e Pindamonhangaba registraram quedas na produtividade de 634 Kg/ha, em média. As demais cidades sofreram acréscimos na produtividade, apesar dos sete decêndios de deficiência hídrica ocorridos nos meses de outubro a novembro no biênio de 1985/86. Estes acréscimos na produtividade podem ser justificados pela expansão da área em relação a 1985 em torno de 12%.

9.6.7 – Balanço hídrico sequencial e a produtividade do milho em 1990

A deficiência hídrica observada no biênio de 1989/90, com enfoque dado para o período de outubro de 1989 a março de 1990 (figuras 97a e 98a), foi registrada nos meses de outubro, novembro (terceiro decêndio) e dezembro (primeiro decêndio) com maior volume nos meses de janeiro e no segundo decêndio de fevereiro, retornando novamente a deficiência no terceiro decêndio de março. A deficiência hídrica ocorrida no início de 1990, tendo como destaque os 36,6 mm ocorridos no terceiro decêndio de janeiro. Os excedentes hídricos demonstrados nas figuras 97a e 98b são bem distribuídos durante o biênio, obtendo uma média no período de 8 mm ao decêndio.

A retirada de água (figuras 97b e 98b) foram verificadas em todo biênio de 1989/90, tendo como destaque as extrações hídricas ocorridas nos meses de outubro e novembro e nos meses de janeiro e fevereiro de 1990. As reposições ocorreram em função destas retiradas, merecendo atenção a reposição verificada no terceiro decêndio de fevereiro de 1990, com 61,6 mm.

No ano de 1990, o milho obteve um aumento na produtividade na maioria dos municípios da EDR de Pindamonhangaba, já que em todo território da EDR, não houve praticamente déficits de grandes volumes hídricos. Neste início dos anos 90, a área destinada ao plantio do milho safra das águas reduziu em 24% em relação a 1986.

9.6.8 – Balanço hídrico sequencial e a produtividade do milho em 1994

Ao verificar o comportamento hídrico através dos Balanços Hídricos da região de Pindamonhangaba (figuras 99a e 100a), constatamos que no biênio de 1993/94, o déficit hídrico abrangeu o segundo decêndio de outubro de 1993 ao primeiro decêndio de dezembro de 1994, atingindo logo após o equilíbrio. Este déficit retorna novamente nos decêndios de janeiro e fevereiro, mas de forma inexpressiva. O excesso hídrico se concretiza apenas no terceiro decêndio de janeiro de 1994 (56,3 mm). As retiradas de água da EDR no último trimestre de 1993, foram distribuídas por cinco decêndios, atingindo uma média de 15,0 mm por decêndio (figuras 99b e 100b).

A produtividade agrícola do milho em 1994 registrou praticamente os mesmos valores de 1990. No entanto, em virtude do aumento da área de 32% em relação a 1990, este rendimento deveria estar acima do registrado em 1990. Porém, devido aos déficits processados do segundo decêndio de outubro ao primeiro decêndio de dezembro de 1993 e a deficiência ocorrida nos meses de janeiro e fevereiro de 1994, foram os responsáveis pela baixa produtividade agrícola registrada no ano-safra de 1994.

9.6.9 – Balanço hídrico sequencial e a produtividade do milho em 1998

No biênio de 1997/98 (figuras 101a e 102a), o comportamento hídrico da EDR de Pindamonhangaba obteve uma oscilação significativa, já que as deficiências de água verificada no mês de outubro e no mês de novembro também foram significativas, atingindo um déficit máximo de 32,7 mm no primeiro decêndio de novembro. No primeiro trimestre de 1998 houve dois déficits registrados, sendo o primeiro no mês de janeiro e o segundo no mês de março. Os excedentes hídricos abrangeram três decêndios no último trimestre de 1997, tendo como excedente máximo de 46,1 mm se revelado no segundo decêndio de novembro. O excesso que chama atenção foi o ocorrido no segundo decêndio de fevereiro de 1998, atingindo o índice de 100,7 mm.

As reposições e as retiradas verificadas no biênio de 1997/98 podem ser visualizadas nas figuras 101b e 102b. Na figura 101b, destaca-se a reposição do segundo decêndio de novembro com 28,1 mm.

Presenciou-se decréscimos no rendimento do milho em relação a 1994, nos municípios de São Bento do Sapucaí, Jambeiro, São Luis do Paraitinga, Caçapava, Monteiro Lobato, Jacareí e Natividade da Serra, queda de safra que é justificada principalmente pela redução de 50% da área plantada quando comparada com área cultivada no ano agrícola de 1994.

9.6.10 – Balanço hídrico sequencial e a produtividade do milho em 2001

Com base nas figuras 103a e 104a, notamos que o déficit hídrico se revela em três momentos no biênio de 2000/01; sendo que o primeiro e mais relevante, perdura durante o mês de outubro, ocorrendo também no primeiro decêndio de novembro de 2000; o segundo déficit ocorreu no primeiro decêndio de janeiro de 2001; o terceiro e último déficit hídrico foi verificado nos últimos 20 dias do mês de março, com uma média registrada de 10 mm.

Os excedentes verificados no período ocorreram nos dois últimos decêndios do ano de 2000 (63,0 e 62,9 mm) e nos decêndios de fevereiro (58 mm) e de março.

Com relação as retiradas e reposições (figuras 103b e 104b), estas se destacaram no biênio de 2000/01, onde as extrações foram verificadas por oito decêndios (outubro/2000 a março/2001), sendo que as reposições atuaram nos solos da EDR por oito decêndios, obtendo uma média por decêndio de 18 mm.

Neste último ano de análise do comportamento da produtividade, é variada esta relação quando compada com o ano safra de 1998, sendo que cinco municípios obtiveram os mesmos rendimentos; quatro registraram aumentos; e três deles decréscimos.

10 - CONCLUSÕES

As chuvas são sem “sombra de dúvida”, a variável definidora da produtividade na relação solo-planta-clima. Apesar da evolução tecnológica, pelas previsões climáticas, a utilização dos zoneamentos e dos calendários agrícolas e a utilização em massa dos insumos agrícolas, a variável chuva através de sua variabilidade no tempo e espaço, revelada pelas irregularidades anuais, sazonais, mensais, decendiais e diários nas regiões do globo terrestre, tem trazido muitos danos à agricultura, como o ocorrido no Estados Unidos, mais especificamente no verão quente e seco de 1988, onde pela primeira vez na história, nenhum grão de milho foi adicionado à reserva do país. Esta quebra na safra do milho americano foi atribuído às mudanças climáticas proporcionadas pelas atividades antrópicas, segundo Simon e Defries (1992).

O milho das águas foi a cultura escolhida para analisar esta relação clima versus produtividade no espaço paulista, visto que esta atividade agrícola engloba milhares de pessoas que encontram seu sustento, e é usado diretamente na alimentação humana e de animais domésticos, como porcos e aves; constituindo também como matéria-prima básica para uma gama enorme de produtos industrializados, movimentando grandes complexos industriais, onde milhares de empregos são criados (MOURA e OLIVEIRA, 1980).

Outro fator que merece atenção ao analisarmos a cultura do milho das águas, diz respeito à base produtiva no espaço paulista que é composta por pequenos agricultores, em torno de 65%, sendo estes responsáveis por mais da metade da produção nacional.

A cultura do milho, com a ausência de água durante as fases de formação da espiga, reprodução e enchimento dos grãos são reconhecidas como as causas determinantes das menores produtividades. Portanto, o fator clima é primordial na produção do milho.

Para a prevenção cada vez maior das perdas agrícolas, existe a necessidade de se conciliar os dados biológicos dos cultivos com os dados meteorológicos, tendo o Balanço Hídrico como um excelente indicador da disponibilidade hídrica da região, já que esta técnica acompanha a quantidade de água no solo em nível decendial, volume este que deve ter níveis ótimos para maximizar a produtividade. O Balanço Hídrico, portanto é um subsídio fundamental para o conhecimento agrícola.

Para analisar esta relação clima versus produtividade do milho, foram escolhidas duas regiões no Estado de São Paulo, a primeira região é administrada pelo Escritório de Desenvolvimento Rural (EDR) de Votuporanga, e a segunda região é gerenciada pelo Escritório de Desenvolvimento Rural de Pindamonhangaba, regiões estas situadas no Norte e Sudeste do território paulista. Estas EDRs são grandes produtoras do milho safrinha das águas, sendo a EDR de Votuporanga uma das maiores produtoras do Estado de São Paulo. Além desta aptidão ao cultivo do milho, estas regiões possuem regimes pluviométricos distintos.

Esta característica das EDRs, é justificada pelo clima propício para o cultivo do milho, onde no período chuvoso de outubro a março (80% das chuvas são reveladas nesta época), acontece o calendário desta cultura.

Os solos da EDR de Votuporanga contribuem também para as excelentes produtividades registradas, já que a base pedológica dos municípios de Cardoso, Riolândia, Pontes Gestal, Álvares Florence e Orindiúva, formam os melhores solos do Estado de São Paulo.

O relevo da EDR foi destacado por Almeida (1974), enfatizando que o relevo do Planalto Ocidental apresenta-se favorável as atividades agrícolas, principalmente para a cultura do milho, tendo esta um bom rendimento em áreas com altitudes inferiores a 700 metros de altitude e declividades de 8 a 10%.

Na EDR de Pindamonhangaba as chuvas são melhores distribuídas durante o ano, onde 65% destas ocorrem no período de outubro a março. A dinâmica atmosférica na EDR é determinada pelas elevadas altitudes, principalmente na Serra da Mantiqueira, onde estão situadas as cidades de Campos de Jordão e São Bento do Sapucaí. Na borda interior da Serra do Mar, onde estão situados os municípios de Santa Branca e Paraibuna, apesar das elevadas altitudes, localizam-se à barlavento dos sistemas produtores de chuva, resultando na pluviosidade média em torno de 1200 a 1300 mm de chuva.

A pluviosidade do Médio Vale do Paraíba é inferior aos municípios situados nas Serras do Mar e da Mantiqueira, já que está suprimida pelos dois conjuntos orográficos. Os municípios de Jambeiro, Redenção da Serra, São Luís do Paraitinga formam esta região com pluviosidade inferior as outras áreas da EDR. As localidades de São José dos Campos e Monteiro Lobato, apesar de estarem situadas no Médio Vale do Paraíba, sofrem a

influência da umidade retida na Serra da Mantiqueira, portanto possuem pluviosidade bem elevadas, com médias acima de 1600 mm.

Os solos da várzea do Paraíba do Sul, do ponto de vista químico são ácidos e necessitam de calagem para serem cultivados anualmente. Na região Sul da EDR, onde estão situados os municípios de Caçapava, Santa Branca e São Luis do Paraitinga, os solos são muito rasos e pedregosos.

No geral, o ambiente edáfico da EDR de Pindamonhangaba, sob a influência de elevada pluviosidade e as variações da profundidade dos solos de um centímetro até um metro e meio da meia vertente, fazem com que os solos da EDR, sejam próprios para as mais variadas culturas, conforme a altitude que varia de 100 m até 1900 m (SETZER, 1941).

Para a cultura do milho, as porções mais aptas para o cultivo, na EDR de Pindamonhangaba se localizam nas cidades de São José dos Campos, Taubaté, Pindamonhangaba, Santo Antonio do Pinhal e Paraibuna. Estes municípios em sua maioria estão situados em altitudes inferiores aos 700 metros de altitude, favorecendo o cultivo do milho.

Com relação a variabilidade das chuvas, verificou-se que na EDR de Pindamonhangaba a variabilidade é maior em relação a EDR de Votuporanga. A tendência da pluviosidade nas EDRs, confirmam as pesquisas realizadas por Setzer (1946), Monteiro (1973), Sant'anna Neto (1995) e Santos (1996), entre outros, tendo como espaço de análise o território paulista, onde estes autores concluem que na região Norte do Estado, região onde está localizada a EDR de Votuporanga, a tendência da pluviosidade é de aumento nas últimas três décadas, situação esta que se inverte no Vale do Paraíba, local este onde está situada a maior parte da EDR de Pindamonhangaba, com uma tendência de decréscimo da pluviosidade nos últimos 30 anos.

Outra adversidade climática atuante nas EDRs é o Veranico, fenômeno este que influencia sobremaneira a produtividade do milho na EDR de Votuporanga. Existem algumas medidas mitigadoras para minimizar os efeitos dos veranicos, sendo elas; a calagem acima da quantidade recomendada; a adubação verde; a construção de terraços; a redução da compactação dos solos; o plantio em épocas recomendadas; a utilização de

cultivares aptos a escassez de água; a utilização de quebra-ventos e o emprego do cultivo consorciado.

A produção do milho safra verão na EDR de Pindamonhangaba obteve na maioria dos anos safras analisados variações (acrécimos ou decréscimos), devido a variação da área de plantio. Com o decréscimo da área de plantio do milho, houve sempre reduções na produtividade. No entanto, no ano safra de 1978, apesar do aumento de 34,4% da área de plantio, ocorreram reduções na produtividade em virtude da deficiência hídrica verificada nos meses de outubro a novembro.

No ano agrícola de 1994 na EDR de Pindamonhangaba, ocorreram os mesmos rendimentos em relação ao ano safra de 1990, mas a produtividade do milho conseqüentemente deveria aumentar, já que houve um aumento de 32% na área de plantio. Este fato se deve aos déficits hídricos ocorridos em outubro, dezembro e janeiro do biênio de 1993/94. Convém ressaltar que no período de outubro a janeiro é o período em que a cultura do milho necessita de um atendimento hídrico maior.

Já o ano safra de 1990 na EDR de Pindamonhangaba, obteve um aumento na produtividade em relação a 1986, sendo que não houve déficits hídricos significativos, e a área de plantio reduziu em 24% em relação a 1986. O responsável por este acréscimo na produtividade são os insumos agrícolas que vem sendo implementados, tais como, a calagem correta da área; a irrigação ; o plantio na palha; a escolha do cultivar correto (híbrido ou variedade); e os zoneamentos e calendários agrícolas que auxiliam na organização da agricultura determinando o local e a época correta para o plantio.

Estes insumos relatados acima, foram responsáveis também pelo aumento da produtividade no ano agrícola de 1994 na EDR de Votuporanga, apesar das deficiências hídricas ocorridas de outubro a dezembro e pela manutenção da área de plantio em relação a 1990.

No ano agrícola de 1997, ocorreu um decréscimo na produtividade na EDR de Votuporanga em relação a 1994, já que aconteceu uma redução de 10% na área plantada e a incidência de três veranicos nos meses de outubro a dezembro de 1993. Foram verificados poucos déficits hídricos neste ano agrícola.

O ano safra de 2001 apresentou aumento de 1,2% na produtividade em relação ao ano safra de 1998, constatando também um aumento de área de plantio de 10%. Este

aumento na produtividade não foi maior devido ao veranico de 31 dias ocorrido nos meses de outubro a novembro de 2000.

Existe a necessidade de uma formulação de políticas e estratégias para o desenvolvimento rural regional de curto prazo, para evitar mais perdas na produtividade agrícola paulista.

As ações governamentais precisam ser rápidas e de incentivo ao produtor, fornecendo condições para a prática da agricultura. Ações como as realizadas pelo Governo Federal na década de 90 não podem mais acontecer, pois foi o governo que incentivou a utilização das sementes híbridas, onde 1 Kg de semente híbrida chegou a custar 15 Kg de grãos produzidos (TOMAZELA, 2002).

Para o pequeno agricultor, as variedades melhoradas são recomendadas, principalmente pela reutilização das sementes para a próxima safra.

A exportação do milho, também precisa ser revista pelo governo brasileiro, já que este cereal “tupiniquim”, possui ótima qualidade (proteínas, energia e ótima coloração) e não é transgênico. No entanto, o lucro seria maior através do consumo interno, aumentando as vendas de carne suína e de aves, tendo estes produtos maior valor agregado.

O crescimento dos setores da avicultura e da suinocultura são responsáveis por 45% da demanda total do milho produzido no país, demanda esta acelerada pelo elevado aporte tecnológico que vem permitindo competir com a carne bovina (FARNESE, 1995).

Desta forma, o presente trabalho traz contribuição para o entendimento da importância da variabilidade e tendência do clima na relação clima X agricultura, especificamente na cultura do milho, tão necessária à economia do Estado de São Paulo e do território brasileiro.

11 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB’SABER, A. N. A terra paulista. *Boletim Paulista de Geografia*: São Paulo, n. 23, p.5-38, 1956.

ALFONSI, R. R. Agrometeorologia e sua importância para uma agricultura racional e sustentável. In: SANT’ANNA NETO, J. L.; ZAVATINI, J. A. *Variabilidade e mudanças climáticas*. Maringá: Editora da EDUEM, 2000, p. 213-233.

ALFONSI, R. R. *Épocas de semeadura para a cultura do milho (Zea mays L.) no Estado de São Paulo, baseadas na probabilidade do atendimento hídrico em fases fenológicas críticas*. Piracicaba, ESAUQ/USP, 1996, 137p (Tese de Doutorado).

ALFONSI, R. R. et. Al. Simulação de épocas de plantio, baseadas no atendimento da demanda hídrica para as culturas da soja, milho e arroz de sequeiro no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEROLOGIA, 6, 1989, Maceió, *Anais...*Maceió, 1989, p. 34-35.

ALMEIDA, F.F.M. *Fundamentos geológicos do relevo paulista*. São Paulo: Instituto de Geografia da USP, 1974. (Série Teses e Monografias n. 14).

ALVES, H. R. “Veranico” em Paracatu-MG. Campo Cia de Promoção Agrícola, 1984. 18p. (datilogr.)

ANTUNES, F. Z. et al. Climatologia: considerações sobre geadas *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 5, n. 54, 1979, p. 17-21.

ANTUNES, F. Z. Fenômenos adversos para a agricultura. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, 1986, p. 23-24.

ASPIAZÚ, C. Pronóstico de fases en cultivo de maiz dentado mediante sumas de temperaturas. *R. Facult. Agron. Veterin. Buenos Aires*; v. 19, n. 1-2, p. 61-69, 1971.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. *Sistema de Informações Geográficas: aplicações na agricultura*. Planaltina: EMBRAPA – CPAC, 1993.

ASSUNÇÃO, W. L. *Climatologia da cafeicultura irrigada no município de Araguari (MG)*. 2002, 282 p. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente, 2002.

AYOADE, J. O. *Introdução à Climatologia para os Trópicos*; tradução de Maria Juraci Zani dos Santos; revisão de Suely Bastos. São Paulo: Difel, 1986, 332p.

AZZI, G. *Ecologie Agricole*. Paris, 1954.

BARRIOS, N. A. Z.; SANTA'ANNA NETO, J. L. Variabilidade pluviométrica e atividades agrícolas na região de Presidente Prudente. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 5, São Paulo, 1993. *Anais...* São Paulo: FFCH/USP, 1993, p. 255-257.

BARUQUI, A. B. Solos para a cultura do milho. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.6, n. 72, 1980, p. 16-26.

BRASIL. Ministério da Agricultura. *Carta de solos do Estado de São Paulo: contribuição à carta dos solos do Estado de São Paulo*. IBGE, 1960.

BRUNINI, O. Características meteorológicas e potencialidades das principais regiões produtoras de milho no Estado de São Paulo. *Caracterização edafoclimática e avaliação dos cultivares do milho no Estado de São Paulo*. Campinas: IAC, 1996, p. 19-30.

BRUNINI, O. *Determinação de índices biometeorológicos e sua aplicação para o Estado de São Paulo*. Jaboticabal, Faculdade de Medicina e Agronomia, 1971. 29 p. (Trabalho de graduação).

BRUNINI, O. Efeito dos elementos climáticos no desenvolvimento da cultura do milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUTIVIDADE DO MILHO. Londrina, 1983b *Anais...* Londrina: IAPAR, 1983b, p. 21-39.

BRUNINI, O. et. al. Características de resistência à seca em variedade de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEREOLOGIA, 3, 1983, Campinas. *Resumos...*Campinas: Fundação Cargill, 1983a, p. 42-43.

BRUNINI, O. et. al. Épocas de plantio para o cultivo de milho “safrinha” no Estado de São Paulo. In: SEMINÁRIO SOBRE AGRICULTURA DO MILHO “SAFRINHA”, 3, *Anais...*Assis, 1995, Campinas, 1995, p. 125-129.

CAMARA, N. S. *Os insumos climáticos na produção do trigo no Estado de São Paulo*. 1976. 199f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. São Paulo.

CAMARGO, A. P. *Balanço hídrico no Estado de São Paulo*. Campinas: IAC, 1971. 28p. (Boletim Técnico, 116).

CAMARGO, A. P. de.; CAMARGO, M. B. P. Zoneamento de aptidão agroclimática, baseadas em uma única carta de classificação climática para o Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEREOLOGIA, 6, 1989, Maceió, *Anais...*Maceió, 1989, p. 281-282.

CAMARGO, B. M. P.; ALFONSI, R. R. Frequências de geadas no Estado de São Paulo. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO “SAFRINHA”, 3, *Anais...*Assis, 1995, Campinas, 1995, p. 39-43.

CAMARGO, M. B. P. et. al. Probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas mensais e anuais no Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, v. 52, n. 2, p. 161-168, 1993.

CARVALHO, L. C. P. da. *Aspectos Geoeconômicos da produção do milho*. São Paulo, USP, 1967.

CERQUEIRA, V. L. B. *Condicionantes Hidroclimáticos da Agricultura no Município de Cianorte – PR*. Maringá, 1987.(Trabalho de Especialização).

CHRISTOFOLETTI, A. A geografia física nos estudos das mudanças ambientais. In: CHRISTOFOLETTI, A; BECKER, B. K.; DAVIDOVICH, F. R.; GEISER, P. *Geografia e Meio Ambiente no Brasil*. São Paulo: Editora Hucitec, 1995, p. 334-335.

CHRISTOFOLETTI, A. Geografia Física. *Boletim de Geografia Teorética*, v. 11, n. 21-22, pp. 5-18, 1981.

CHRISTOFOLETTI, A. Implicações geográficas relacionadas com mudanças climáticas. *Boletim de Geografia Teorética*. V. 23, n. 45-46, 1993, p. 18-31.

CHRISTOFOLETTI, A. L. H. *Estudo sobre a sazonalidade da precipitação na bacia do Piracicaba*. São Paulo. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, 1991, 238p. (Mestrado em Geografia Física).

CHRISTOFOLETTI, A. L. H.. Procedimentos de análise utilizados no estudo da precipitação. *Geociências*, São Paulo, v.11, n. 6, p. 75-98, 1992.

CHRISTOFOLETTI, A. Significância da Teoria de Systemas em Geografia. *Boletim de Geografia Teorética*, v. 16-17, pp. 31-34/119 –128, 1986-1987. (Encontro de Geógrafos da América Latina – Rio Claro).

COELHO, A. M. et al.. Cultivares de milho. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 6, n. 72, 1980, p. 27-32.

CONTI, J. B. Considerações sobre mudanças climáticas globais e regionais. *Boletim de Geografia Teórica*. v. 23, n. 45-46, 1993, p. 31-34.

CONTI, J. B. Considerações sobre mudanças climáticas globais. In: SANT'ANNA NETO, J. L.; ZAVATINI, J. A. *Variabilidade e mudanças climáticas*. Maringá: Editora da UEM, 2000, p. 17-28.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL – CATI. Cultura do milho. Elaborado pela Comissão técnica de milho e sorgo do Cati (1997). *Boletim Técnico*, n. 240, Campinas – SP, 1999, 33p.

COSTA, J. M. N. da et al. Zoneamento agroclimático e planejamento agrícola. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, 1986, p. 14-17.

COSTA, M. M. G.; LIU, W. T. H. Aplicação do modelo Cerez-Maize para a previsão da produtividade da cultura do milho na micro-região de Ribeirão Preto (SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 7, 1992. São Paulo, *Anais...* São Paulo: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1992, p. 477- 481.

DAKER, A. *A água na agricultura*; manual de hidráulica agrícola, v. 3 – Irrigação e drenagem 3 ed. ver. e ampl. Rio de Janeiro, 1970. 453 p.

DEPARTAMENTO de agricultura dos Estados Unidos-USDA. Apresenta informações sobre a produção do milho no mundo. Disponível em: http://www.porkworld.com.br/estatisticas/produção_milho_soja.html. Acesso em 27 de junho de 2002.

DEPARTAMENTO de águas e energia elétrica do Estado de São Paulo (DAEE). Apresenta informações sobre dados pluviométricos dos municípios paulistas. Disponível em: <http://www.daee.sp.gov.br>. Acesso em 07/04/2003.

DI PACE, F. J. O. et. al. A determinação da necessidade de irrigação suplementar decendial para as culturas do milho (*Zea mays* L.) e do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no sertão de Alagoas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 7, 1992.São Paulo, *Anais...*São Paulo: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1992a, p. 519-522.

DI PACE, F. T. O.; DI PACE, E. L. D. Fenologia da cultura do milho (*Zea Mays* L.) em Santana do Ipanema. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 7, 1992.São Paulo, *Anais...*São Paulo: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1992b, p. 523-526.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. *Efeito da água no rendimento das culturas*. Estudos FAO, Irrigação e Drenagem 33. Tradução Gheyi, H. R. e outros, UFPB, Campina Grande, FAO. 306p. 1994.

ETTORI, O. J. T.; FALCÃO, J. M.. Aspectos Econômicos da Produção de Milho em São Paulo. *Agricultura em São Paulo*. São Paulo, v.13, n.3-4, p.1-45, 1966.

FARNSE, S. Análises do comportamento recente do mercado do milho no Brasil. In: SEMINÁRIO SOBRE AGRICULTURA DO MILHO “SAFRINHA”, 3, *Anais...*Assis, 1995, Campinas, 1995, p. 121-123.

FEIO, M. *Clima e Agricultura: Exigências Climáticas das principais culturas e potencialidades agrícolas do nosso clima/ Mariano Feio*. Lisboa: Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação, 1991.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censos Agrícolas Municipais. Rio de Janeiro: 1974-1990.

GAMA, E. E. G. et al. Milho pipoca. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 14, n. 165, 1990, p. 12-16.

GRANJEIRO, C. M. M. Geografia Física e Ambiente: contribuições dos estudos de Geografia Física à compreensão da questão ambiental. *Espaço-Tempo*. Informativo da Casa da Geografia de Sobral – CE/Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA, ano 2, n.2, 1997.

GUADARRAMA, J. A. P. *Ritmo pluvial e produção de arroz no Estado de São Paulo no ano agrícola de 1967-1968*. São Paulo: Instituto da Geografia da USP, 1971 (Série Climatologia 2).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em 27 jun. 2002.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. *Monografias*, n. 5, volumes I e II. São Paulo, 1981^a.

IPCC – INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Climate change 2001: The scientific basis*. Third Assessment Report. . Disponível em <http://www.ipcc.ch>. Acesso em 15 de dez. 2002

JACKSON, I. J. *Climate, Water and Agriculture in the tropics*. 2º edição, New York: John Wiley & Sons, Inc. 1989, 377p.

JESUS, E. F. R. J. Algumas considerações a respeito das mudanças climáticas. *Boletim de Geografia Teórica*, v. 21, n. 41, pp. 45-60, 1991.

LIBERA, C. L. F. D. Relação entre evapotranspiração máxima (ETM) da cultura de milho e a evapotranspiração potencial (ETP) estimada por diferentes métodos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEROLOGIA, 4, 1985, Londrina. *Anais...* Campinas: Fundação Cargill, 1985, p. 103-112.

LIU, W. T. H.; G. et al. Comparação de três modelos de estimativa de produtividade do milho na região de Ribeirão Preto (SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 7, 1992, São Paulo, *Anais...* São Paulo: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1992, p. 553-557.

LIU, W. T. H.; LIU, B. W. Y. Seleção das melhores épocas de plantio de milho e sorgo na região do alto São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEROLOGIA, 3, 1983, Campinas. *Resumos...* Campinas: Fundação Cargill, 1983, p. 164-165.

LOCKWOOD, J. G. *World climatic systems*. London: Edward Arnold, 1985, 292 p.

LOMBARDO, M. A. e NUNES, L. H. A questão da variabilidade climática: uma reflexão crítica. *Revista do IG*. São Paulo, v. 16, n. ½, p. 21-31, 1995.

MAGNAVACA, R.; PARENTONI, S. N. Cultivares X híbridos : conceitos básicos. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 14, n. 165, 1990, p. 5-8.

MARINATO, R. Irrigação em milho. . *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 6, n. 72, 1980, p. 42-45.

MAUNDER, W. J. *The human impact of climate uncertainty. Weather, information, economic, planning, and business management*. London: Methuen, 1986, 170 p.

MEDEIROS, S. L. P. et. al. Relação entre evapotranspiração e rendimentos de grão de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v. 26, n. 1, p. 1-10, 1991.

MONTEIRO, C. A. F. *A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo*. (Estudo Geográfico sob forma de Atlas). São Paulo: Instituto de Geografia, USP, 1973.

MONTEIRO, C. A. F. *Análise rítmica em climatologia: Problemas da atualidade climática no Estado de São Paulo e achegas para um problema de trabalho*. Universidade de São Paulo. Instituto de Geografia (*Climatologia*), São Paulo, 1971.

MONTEIRO, C.A. F. *O clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo: Problemas e perspectivas*. São Paulo: IGEOG/USP, 1976 (Série Teses e Monografias nº 28).

MORAES, M. *Variabilidade da precipitação no Estado de São Paulo*. São Paulo, Escola Politécnica da USP, 1979 (Tese de Doutorado).

MOTA, F. S. da. *Previsão e probabilidade agrometeorológica do rendimento de cereais no Brasil: Uma revisão*. CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOLOGIA, 3, 1983, Campinas. *Resumos...* Campinas: Fundação Cargill, 1983, p.64.

MOTA, F. S.; ROSINHA, R. C. *Ocorrência de seca no período crítico do milho no Rio Grande do Sul*. Pelotas: Instituto Agrônomo do Sul, 1955, 37 p. (Boletim Técnico).

MOURA, P. A. M.; OLIVEIRA, A. C. S. Aspectos econômicos da cultura do milho. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 6, n. 72, 1980, p. 3-8.

MUNDSTOCK, C. M. Aspectos fisiológicos da tolerância do milho ao frio In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO "SAFRINHA", 3, *Anais...* Assis, 1995, Campinas, 1995, p. 45-48.

NETO, P. C.; VILELA, E. A. Veranico: um problema de seca no período chuvoso. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, 1986, p.59-62.

NIMER, E., BRANDÃO, A. M. de P. M. Instruções e tabelas para a computação de evapotranspiração potencial e o balanço hídrico ano a ano, a partir de valores mensais. *Revista Brasileira de Geografia*. Rio de Janeiro, v. 46, n. 2, p. 267-282, 1981.

NISHIMURA, T. et. al. Balanço de energia numa cultura de milho (Zea mays L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEREOLOGIA, 4, 1985, Londrina. *Anais...* Campinas: Fundação Cargill, 1985, p. 83-92.

NUNEZ, J. G. O. et al. Caracterização das fases fenológicas de três variedades de milho, utilizando o conceito de graus-dia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEREOLOGIA, 4, 1985, Londrina. *Resumos...* Campinas: Fundação Cargill, 1985, p. 182.

OLIVEIRA, O. J. de et al. Evapotranspiração máxima do milho pipoca com as fases de desenvolvimento caracterizados pelo acúmulo de graus-dia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEREOLOGIA, 9, 1995. Campina Grande, *Anais...* Campina Grande: SBM, 1995, p. 93-95.

OSSIO, J. H. J.; PINO, F. A. Previsão e estimativa objetivas da produção do milho. *Agricultura em São Paulo*, SP, v.35, n.1, p. 51-63, 1988.

PASCALE, A. J. Mapa fenológico del maiz em la República Argentina. *Em Meteóros*, ano III, n. 4. Buenos Aires, 1953.

PENTEADO, M. M. Contribuição ao estudo do clima do Estado de São Paulo: caracterização da área de Rio Claro. *Notícia Geomorfológica*, ano VI, n. 11, p. 33-39, Campinas, 1966.

PEREIRA, A.R. et al. *Evapo(transpi)ração*. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

PRADO, H. do. Distribuições, potencialidades e limitações dos usos dos solos no Estado de São Paulo. In: DUARTE, A. P. (coord.). *Caracterização edafoclimática e avaliação dos cultivares do milho no Estado de São Paulo*. Campinas: IAC, 1996, p. 03-17.

PRATES, J. E. et al. Clima e a produção agrícola. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, 1986, p. 18-22.

REICHARDT, K. *A água em sistemas agrícolas*. São Paulo: Editora Monole, 1997.

RESENDE, M. Clima do solo suas relações com o ambiente agrícola. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, 1986, p. 43-59.

RIBEIRO, A. G. A climatologia geográfica e a organização do espaço agrário. *Boletim de Geografia Teórica*. V. 23, n. 45-46, 1993, p. 34-38.

RIBEIRO, A. G. et al. Climatologia dinâmica na perspectiva da análise rítmica. *Sociedade & Natureza*, v.12, n. 24, p. 47-62, 2001.

RIESBAME, W. E.; MAGALHÃES, A. R. Assessing the regional implications of climate variability and change. In: CLIMATE CHANGE: SCIENCE, IMPACT AND POLICES. 2° WORD CLIMATE CONFERENCE. *Proceedings*. p. 243-255, 1991.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C. *Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite & Mather (1955)*. Piracicaba: USP/ESALQ – Departamento de Ciências Exatas: Área de Física e Metereologia, 1999 (software versão 6.1).

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C. *Balanço Hídrico Sequencial por Thornthwaite & Mather (1955)*. Piracicaba: USP/ESALQ – Departamento de Ciências Exatas: Área de Física e Metereologia, 2002 (software versão 6.3).

RONCATO, R. *A Variabilidade e tendência climática na região de Campinas (SP) e sua relação com o uso do solo*. Tese (Doutorado) UNESP, IGCE/ Rio Claro, 2002, 313p.

SANS, L. M. A. et. al. Aptidão dos diferentes ambientes edafoclimáticos do Estado de Minas Gerais para o plantio do milho “safrinha”. In: SEMINÁRIO SOBRE AGRICULTURA DO MILHO “SAFRINHA”, 3, *Anais...Assis*, 1995, Campinas, 1995, p. 83-87.

SANSIGOLO, C. A. análise das precipitações diárias de Piracicaba (SP), visando o planejamento agrícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEREOLOGIA, 6, 1989, Maceió, *Anais...Maceió*, 1989, p. 224-231.

SANT'ANNA NETO, J. L.. As chuvas no Estado de São Paulo: a variabilidade pluvial nos últimos 100 anos. In: SANT'ANNA NETO, J. L.; ZAVATINI, J. A. *Variabilidade e mudanças climáticas*. Maringá: Editora da EDUEM, 2000, p. 94-119.

SANT'ANNA NETO, J. L. Clima e a organização do espaço. *Boletim de Geografia*. Maringá, Ano 16, n. 1, 1998, p. 119- 131.

SANT'ANNA NETO, J. L.; BARRIOS, N. A. Z. Variabilidade e tendência das chuvas no região de Presidente Prudente. *Revista de Geografia*, n. 11, p. 64-76, 1992.

SANTOS, M. J. Z. dos. *A importância do regime pluviométrico para a produção canavieira na região de Piracicaba (SP)*. 1979, 115 p. Dissertação (Mestrado) . Faculdade de Filosofia , Letras e Ciências Humanas da USP, São Paulo, 1979.

SANTOS, M. J. Z. dos. *Bioclimatologia e Geografia*. Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP, 1990, 55p. (mimeogr).

SANTOS, M. J. Z. dos. *Influências climáticas associadas às pedológicas e econômicas na produção de cana-de-açúcar nos núcleos canavieiros do Estado de São Paulo*. 1981, 411p. Tese (Doutorado). Faculdade de Filosofia , Letras e Ciências Humanas da USP, São Paulo, 1981

SANTOS, M. J. Z. dos. Mudanças climáticas e o planejamento agrícola. . In: SANT'ANNA NETO, J. L.; ZAVATINI, J. A. *Variabilidade e mudanças climáticas*. Maringá: Editora da EDUEM, 2000, p. 65-80.

SANTOS, M. J. Z. dos. Mudanças climáticas no Estado de São Paulo. *Geografia*, Rio Claro, v. 21, n. 2, p. 111-171, 1996.

SANTOS, M. J. Z. dos. Tendências das chuvas no nordeste paulista e problemas ligados com as pesquisas em climatologia agrícola. *Boletim de Geografia Teorética*. v. 23, n. 45-46, 1993, p. 39-45.

SANTOS, M. J. Z. dos. *Variabilidade e tendência da chuva e sua relação com a produção agrícola na região de Ribeirão Preto (SP)*. 1992, 389 p. Tese (Livre Docência). IGCE, UNESP- Rio Claro, Rio Claro, 1992.

SANTOS, M. J. Z. dos; VOLPE, W. L. modelagem e simulação da cultura do arroz na região de Ribeirão Preto (SP). In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 5, São Paulo, 1993. *Anais...* São Paulo: FFCH/USP, 1993, p. 443-449.

SANTOS, M.J. Z. dos.; FLORES, E. F. Distribuição espacial da cultura do milho na região de Ribeirão Preto. IN: SIMPÓSIO DE QUANTIFICAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS, 6, Rio Claro, 1995, *Resumos...* Unesp/IGCE, Rio Claro, 1995, p. 169-172.

SÃO PAULO (Estado). INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). *Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo*. São Paulo: IPT, v. 1-2. 1981.

SAWAZAKI, E. et. al. Comportamento de cultivares de milho “safrinha” nas regiões Norte e Nordeste do Estado de São Paulo em 1993-94. In: SEMINÁRIO SOBRE AGRICULTURA DO MILHO “SAFRINHA”, 3, *Anais...* Assis, 1995, Campinas, 1995, p.?.

SCHORODER, R. Distribuição e curso normal das precipitações no Estado de São Paulo. *Bragantia*. Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo, v. 15, n. 18, p. 193-249, 1956.

SETZER, J. A distribuição normal das chuvas no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geografia*, ano VIII, n. 1, p. 3-70, 1946.

SETZER, J. *As características dos principais solos do Estado de São Paulo*. *Bragantia*. Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo, v. 1, n. 4, p. 255-359, 1941.

SHAUN, N. M. Sementes de variedades de milho X pequenos agricultores. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 14, n. 165, 1990, p. 8-12.

SILVA, B. C. N. Contribuição à metodologia da cartografia temática: o exemplo da variabilidade das precipitações anuais no Estado da Bahia. *Geografia*. Rio Caro, v. 6, n. 11/12, p. 179-197, 1981.

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

SILVA, J. R. da (coord) et. al. Desempenho econômico da safra de verão 1996/97: algodão, arroz, feijão, mandioca, milho e soja. *Informações Econômicas*. São Paulo, v. 27, n. 4, p. 61-71, 1997.

SILVA, W. J.; ANTUNES, F. Z. Aptidão climática para a cultura do milho. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 6, n. 72, 1980, p. 10-14.

SIMON, C.; DEFRIES, R. S. *Uma Terra, um futuro*. São Paulo: Makron Books, 1992.

SILVEIRA, L. M. da.; RIBEIRO, A. G. As repercussões do ritmo climático e seus desvios na produtividade das culturas do milho e da soja. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA. 2.,1996. Presidente Prudente. *Anais...*Presidente Prudente: Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente/ UNESP. p. ?, 1996.

SISMANOGLU, R. A. et al. Zoneamento Agroclimático para o Estado de Minas Gerais, utilizando sistemas de informações geográficas (SIG), implementado pelo Idrisi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEREOLOGIA, 9, 1995. Campina Grande, *Anais...*Campina Grande: SBM, 1995, p. 261-262.

SOARES, J. R.; DIAS, M. A. F. S. Probabilidade de ocorrência de alguns eventos meteorológicos extremos na cidade de São Paulo. *Revista Brasileira de Meteorologia*. São Paulo, v. 2, n. 1, p. 67-75, 1986.

SORRE, M. *Traité de climatologie biologique et médicale introduction*. Paris, Masson et Cie, Editeurs, 1934.

SUOMI, U. E.; TANNER, R. B. Evapotranspiration estimates from heat measurement of a field crop. *Trans. Amer. Geog. Union*, v. 79, n.2, p. 298-304, 1958.

TANNER, C. B. Energy balance approach to evaporation from crops. *Soil Sci. Soc. Proc. Madison*, v. 24, p. 1-9, 1960.

TARIFA, J. R. *Sucessão de tipos de tempo e variação do balanço hídrico no Extremo Oeste Paulista*. São Paulo: USP/Instituto de Geografia, 1973, 71 p. (Séries Teses e Monografias, 8).

TARIFA, J. R.. *Sucessão de tipos de tempo e variação do balanço hídrico no extremo oeste paulista*. Instituto de Geografia, USP,1966.

TAVARES, A. C. *Variabilidade e mudanças climáticas*. Rio Claro, 2001. 228p. (Livre Docência em Climatologia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Campus de Rio Claro, UNESP, 2001.

THORNTHWAITE, C. W. New approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, v.38, n. 1, p. 55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. Publications in *Climatology Drexel Institute of technology*. Ceteron, N. J. Volume VIII, nº 1, 1955, 204 p.

TOMAZELA, J. M. Empresas avícolas buscam alternativa no caso do insumo ficar muito caro. *O Estado de São Paulo*, São Paulo 27 fev. 2002. Suplemento Agrícola, p. G7.

TROPPEMAIR, H. *Geossistemas e geossistemas paulistas*. Rio Claro: Helmut Troppmair, 2000, 107p.

TSUNECHIRO, A et al. Custo operacional da cultura do milho, por região e época no Estado de São Paulo. In: SEMINÁRIO SOBRE AGRICULTURA DO MILHO “SAFRINHA”, 3, *Anais...* Assis, 1995, Campinas, 1995, p. 131-140.

TSUNECHIRO, A. Câmara setorial do milho: proposta de acordo de preços e estimativa de oferta e demanda no Estado de São Paulo. *Informações Econômicas*. São Paulo, v. 31, n. 9, p. 76-77, 2001.

TSUNECHIRO, A. Causas e efeitos do aumento de área do milho “safrinha”. *Informações Econômicas*. São Paulo, v. 28, n. 3, p. 74-75, 1998.

TSUNECHIRO, A. Estimativa de oferta e demanda de milho no Estado de São Paulo, anos safra 1998/99 e 1999/00. *Informações Econômicas*. São Paulo, v. 30, n. 11, p. 60-61, 2000c.

TSUNECHIRO, A. et. al. Produtividade da cultura do milho no Brasil: Evolução e diferenças estaduais. *Agricultura em São Paulo*. São Paulo, v. 43, p.117-135, 1996.

TSUNECHIRO, A. et. al. Prognóstico agrícola 1996-97: algodão, arroz, milho e soja. *Informações Econômicas*. São Paulo, v. 27, n. 8, p. 25-85, 1997.

TSUNECHIRO, A. Perspectivas de produção de milho e de outros grãos no Estado de São Paulo. *Informações Econômicas*. São Paulo, v. 30, n. 12, p. 63-64, 2000b.

TSUNECHIRO, A. Seca frustra produção de milho safrinha no Estado de São Paulo. *Informações Econômicas*. São Paulo, v. 30, n. 6, p. 101-102, 2000a.

TSUNECHIRO, A.; ARIAS, E. R. A. Perspectivas da rentabilidade do milho “safrinha” nas principais regiões produtoras. *Informações Econômicas*. São Paulo, v. 27, n. 2, p. 51-53, 1997.

TSUNECHIRO, A.; FERREIRA, C. R. R. P. T. Aspectos econômicos da adubação do milho no Brasil. *Informações Econômicas*. São Paulo, v. 26, n. 11, p. 21-28, 1996.

TSUNECHIRO, A.; OKAWA, H. Perspectivas da safrinha do milho em 1996. *Informações Econômicas*. São Paulo. V. 26, n. 3, p. 87-89, 1996.

UNE, M. Y. Fatores climáticos influenciando a agricultura em Campo Grande – MT. *Revista Brasileira de Geografia*, v. 41, n. 1 e 2, p. 3-31, 1979

VICENTE, J. R. et al. Adversidades climáticas: estimativas das perdas de safras no Estado de São Paulo e respostas governamentais. *Agricultura em São Paulo*. São Paulo, v. 35, n. 1, p. 149-171, 1988.

VILELA, R. J. Variações climáticas anuais e produção agrícola. *Caderno de Ciências da Terra*, n. 34, USP – Instituto de Geografia, São Paulo, 1973.

VILLA NOVA, N. A. *Principais métodos climatológicos de estimativa de aplicação de água de irrigação*. DFM/ESALQ. Piracicaba, 1982, 21p.

JWADSTED, O. G. O clima e a economia: análise de algumas culturas no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Economia*. Rio de Janeiro, v. 37, n. 2, p. 225-244, 1983.

WREGGE, M. O. et al. Risco de deficiência hídrica na cultura do milho no Estado do Paraná. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v. 34, n. 7, p. 1119-1124, 1999.

Tabela 4 - Dados estatísticos da precipitação para o município de Américo de Campos

Estação Chuvosa							Estação Seca								
Ano	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	t. ano	t. chuv	t. p. seco
1970	140.3	71.2	113.1	329.3	186	129.9	29.3	34.4	47.7	33.2	20.7	58.8	1193.9	969.8	224.1
1971	74.1	61.9	124.9	92.9	72.8	137.9	42.6	88.4	83.1	28.4	0	50.3	857.3	564.5	292.8
1972	352.2	254.6	109.9	231	192.1	113.3	32.9	92	6	72.8	22	64.1	1542.9	1253.1	289.8
1973	214.2	118.6	323.6	260.4	---	---	80.9	60.2	8.8	1.3	3.3	15	1086.3	916.8	169.5
1974	111	69.8	324.6	320.3	55.7	258	77.4	8.1	51.4	0.1	3	28.2	1307.6	1139.4	168.2
1975	139.9	239.4	181.4	161.4	136.7	123.2	41.8	1.3	0.6	19	0	12.5	1057.2	982	75.2
1976	141.4	147.5	313.7	399.9	369.3	83.7	88.6	110.1	23.4	35.7	66.3	120.4	1900	1455.5	444.5
1977	78.6	258.8	302.7	282.4	69.5	179.2	78.8	12.5	29	0	7.7	90.8	1390	1171.2	218.8
1978	100.4	207.8	428.9	363.5	98.1	178.2	6.6	151.2	22.2	51.7	0	29.8	1638.4	1376.9	261.5
1979	102.3	139.1	463.4	303.5	102.6	71.2	69.3	92.4	0	42.9	63.6	76.6	1526.9	1182.1	344.8
1980	124.5	178.6	210.2	337	243.5	91.3	106.1	20.6	25	0	4.8	61.7	1403.3	1185.1	218.2
1981	207.9	113.5	187.4	331.3	15.1	135.2	36	1.4	62.1	0	7.8	3.1	1100.8	990.4	110.4
1982	156	203.7	198.4	330	234.3	379	36.7	94.3	13.2	6.6	13.4	12.5	1678.1	1501.4	176.7
1983	140.4	131.3	249.6	322.5	173.9	163.5	130.7	115.6	20.7	60.3	0	138.9	1647.4	1181.2	466.2
1984	31.3	136.3	162.1	266.7	117.8	121.1	82.8	44.6	0	1.8	58.3	92.4	1115.2	835.3	279.9
1985	44.9	175.7	118	233.3	128.2	160.2	259.8	35.4	8.85	5.9	0	5.8	1176.1	860.3	315.75
1986	80.8	68.4	219.7	122.7	109.3	216.9	44.7	67.4	0	44.3	55.6	20.7	1050.5	817.8	232.7
1987	68	167	146.3	335.3	134.1	148.2	170.6	55.8	3.2	7.8	6.3	65.8	1308.4	998.9	309.5
1988	126.4	53.6	246.8	169.8	289.5	105.3	91.3	26.5	4.6	0	0	0	1113.8	991.4	122.4
1989	48.6	195.7	307.5	323.6	136.4	132.9	53.4	5.2	55.8	32.1	13.9	75.1	1380.2	1144.7	235.5
1990	121.3	173.1	208.7	200.1	98.7	141.1	99.5	79.9	8.1	11.6	91	37.6	1270.7	943	327.7
1991	87.1	56.9	205.5	433.8	181.8	352.2	82.4	35.5	5.5	0	0	26.4	1467.1	1317.3	149.8
1992	244.2	167.6	199.3	332.3	237	148.6	86.2	55.4	0	3.6	7.6	136.3	1618.1	1329	289.1
1993	25.7	78	327.8	124.8	175.4	190.7	84.6	28.4	39.3	0.2	---	92.6	1167.5	922.4	245.1
1994	157.6	277.1	265.5	297.5	131.2	115.5	71	9.1	---	17.9	0	1.7	1344.1	1244.4	99.7
1995	49.7	158.3	279.6	154.3	436	80	96.8	13.3	17.8	8.9	0	44.4	1339.1	1157.9	181.2
1996	50.8	---	141.5	208.8	206.2	303.7	77.4	65.4	23.4	0	7.3	98.4	1182.9	911	271.9
1997	48.8	---	224.1	---	132.9	143	79.3	82.4	120.1	0	0	91.9	922.5	548.8	373.7
1998	108.8	88.3	---	187.1	111	---	139.8	73.8	0.8	2.2	84.2	46.2	842.2	495.2	347
1999	26.8	66.6	111.8	330.7	175.3	149.1	64.3	43.8	31.5	0.7	0	72.7	1073.3	860.3	213
2000	---	---	---	298.5	331.4	78.5	---	7.1	0	39	---	---	754.5	708.4	46.1
													1272.8	1030.8	242.0

Fonte: DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo

Tabela 10 - Dados estatísticos da precipitação para o município de Valentim Gentil

	Estação Chuvosa						Estação Seca								
Ano	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	t. ano	t. chuv	t. p. seco
1970	204.7	424	187.9	172.6	209.3	100.6	94.6	44.9	39	37.1	28.4	65.5	1608.6	1299.1	309.5
1971	84.1	81.1	343.5	99.9	177.8	71.9	36.9	73.2	82.6	72.5	0	91.8	1215.3	858.3	357
1972	329.8	150.9	184.1	238.2	229.3	111.8	19.7	111.8	1.3	81.1	36.6	136.7	1631.3	1244.1	387.2
1973	121.4	172.5	226.3	109.8	242.2	313.6	108.2	127.2	6.9	14.4	6	16.7	1465.2	1185.8	279.4
1974	116.2	45.4	224.6	254.6	67	407.6	93.4	13.4	39.9	0	3.6	102.7	1368.4	1115.4	253
1975	118.5	211.8	317.4	193.1	170.1	87.2	76.2	3	0	22.5	0	0.4	1200.2	1098.1	102.1
1976	165.4	163.8	206.9	330.9	333.7	167	64.9	99.7	10	18.5	73.1	153.5	1787.4	1367.7	419.7
1977	134.4	209.8	327.8	280.1	45.8	125	85	6.4	36.7	0	8.5	185	1444.5	1122.9	321.6
1978	71.1	193.3	238.8	299.3	106.1	195.4	14	194	31.5	150.4	0	26.7	1520.6	1104	416.6
1979	50.4	241.6	382	309.9	111.9	96.3	73.8	92.3	0	31.5	46.4	112.9	1549.0	1192.1	356.9
1980	72.5	148.4	159	323.5	123.7	48.1	78.8	41.2	54.3	0	9.6	87.8	1146.9	875.2	271.7
1981	181.8	171	226.4	247.3	94.8	180.5	123.7	0	88.3	0	0.5	5.8	1320.1	1101.8	218.3
1982	234.8	249.5	123.3	190.6	229.6	236.7	---	89.7	32.4	7.3	16.1	24.4	1434.4	1264.5	169.9
1983	170.8	149.3	192.7	258.5	177.3	191.3	127.4	96.6	22.9	54.7	0	172.5	1614.0	1139.9	474.1
1984	115.1	133.3	228.5	189.9	155.9	140.2	102.2	61.4	0	7.1	36.1	26.6	1196.3	962.9	233.4
1985	25.9	157.3	109.6	190.3	175.8	220.7	229.7	55.8	14.8	6.4	0	9.4	1195.7	879.6	316.1
1986	57.4	74.9	274	193.9	194.2	113.8	59.1	160	0	24.3	51.2	19.7	1222.5	908.2	314.3
1987	112.6	175.4	222.8	312.9	152.7	125.1	87.5	29.4	1.8	8	8.1	96.2	1332.5	1101.5	231
1988	149.7	29.8	102.6	256.5	231.9	183.2	151.2	31.6	6.7	0	0	2.2	1145.4	953.7	191.7
1989	62.7	117.8	330.6	381.6	759.3	208.7	189.2	23.1	62.7	29.7	39.7	72.2	2277.3	1860.7	416.6
1990	181.3	152.8	229.4	376.4	87.1	227.7	107.5	61.3	2.1	18.1	58.2	53.2	1555.1	1254.7	300.4
1991	68.3	45.6	190.2	410.1	256.1	181.4	96.7	23.8	6.9	0	0	12.5	1291.6	1151.7	139.9
1992	137.5	162.3	106	271.9	170.9	129.2	65.7	106.4	0	7.5	15.9	---	1173.3	977.8	195.5
1993	86.8	37.7	---	189.7	324.4	178.3	148.7	26.7	67.3	2.9	24.9	117.4	1204.8	816.9	387.9
1994	44	187	118	---	188.1	241.8	81.4	25.4	15.9	19	0	2.1	922.7	778.9	143.8
1995	124.2	45	305.5	165.9	572.7	54.8	97.9	---	18.7	11.2	0	43.1	1439.0	1268.1	170.9

Fonte: DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo

Tabela 11 - Dados estatísticos da precipitação para o município de Votuporanga

	Estação Chuvosa						Estação Seca								
Ano	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	t. ano	t. chuv	t. p seco
1986	138	80	230.3	226.8	146.2	201.6	44.9	72.6	0	36.6	52.7	48.7	1278.4	1022.9	255.5
1987	87.3	228.3	217.5	242	160.2	120	125.2	39.3	1.8	12.2	8	67.1	1308.9	1055.3	253.6
1988	0	60	146.6	293.8	205.2	139.5	154.4	9.2	8	0	0	0	1016.7	845.1	171.6
1989	79.6	167.8	376.8	282.3	268.5	106	73	21.4	43.2	21.8	16.2	41.6	1498.2	1281	217.2
1990	38.2	72.2	55.8	244.8	94.8	97.8	119	60	7.8	0	29.8	8.4	828.6	603.6	225
1991	14.8	56.8	164.6	14.8	74.4	56.8	164.6	0	0	0	0	14.8	561.6	382.2	179.4
1992	156	131	97	374.2	130.6	146.2	84.2	128.7	0	7	14.4	134.6	1403.9	1035	368.9
1993	146.2	30.6	302.6	196.5	367.3	155.8	147.2	34.2	73	2.4	20	123.8	1599.6	1199	400.6
1994	22.4	195.2	148	357	190	279.6	67.5	26.2	16	20	0	2.4	1324.3	1192.2	132.1
1995	50.7	53.5	308.8	164	604.8	111.2	83.8	12.2	28.6	0	0	50.7	1468.3	1293	175.3
1996	109.4	154.3	251.4	198.7	255	181	75.8	83.8	15.2	1	0	108.4	1434	1149.8	284.2
1997	22.8	163.2	155.8	326.4	92	101.6	48	152.2	144	6.8	0	16	1228.4	861.8	366.6
1998	172	63.4	252	156.6	209.6	174.8	98.4	74.2	0	1	90.4	80.6	1373	1028.4	344.6
1999	47.6	86.4	183	322	144.2	130.2	39.8	35.4	53.4	1.2	0	46.4	1089.6	913.4	176.2
2000	246.2	216.2	117.2	347.6	375.4	224.8	29.6	22.2	0	24.6	45.4	176.2	1825.4	1527.4	298
2001	169.6	236	229.2	122.8	132.2	190.6	44.4	67.8	20.4	20.8	58.4	90.4	1382.6	1080.4	302.2
													1288.8	1029.4	259.4

Fonte: IAC (SP) e INMET – 7 DISME

Tabela12 - Dados estatísticos da precipitação para o município de Cosmorama

	Estação Chuvosa					Estação Seca									
Ano	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	t. ano	t. chuv	t. p. seco
1970	154.6	41.7	130.2	203.9	158.2	143.8	56.3	35.3	45.6	44.4	25.9	97.8	1137.7	832.4	305.3
1971	210.6	135	297.9	118.5	109.7	247.8	34.2	110.5	65.8	60.5	0	57.5	1448.0	1119.5	328.5
1972	278.9	184.5	91.2	226.7	264.3	74.1	3.9	70	0	77	30.2	85	1385.8	1119.7	266.1
1973	162	255.6	236.3	233.9	178.3	136.6	83.2	88.8	8	13.3	5.5	14.8	1416.3	1202.7	213.6
1974	90	94.4	376.3	414.7	112.6	327.4	144.8	16.9	52	0	2.7	62.4	1694.2	1415.4	278.8
1975	155.1	308.8	216.9	152.2	247.7	36.8	64.2	2	0	15.9	0	4.3	1203.9	1117.5	86.4
1976	149.5	139.3	433.3	339.6	337.3	109.3	93.9	108.5	12.7	9.9	74.8	190.4	1998.5	1508.3	490.2
1977	89	266.6	413.7	226.4	73.4	141.3	93.6	26.7	41.8	0.8	7.7	91.9	1472.9	1210.4	262.5
1978	129.4	247.1	470.3	250.6	89.6	157.1	37	219.5	27.8	76.7	0.1	35.3	1740.5	1344.1	396.4
1979	58.2	174.4	550.8	387.9	85.5	100.9	69.5	77.2	0.1	28.4	62.4	122.5	1717.8	1357.7	360.1
1980	77.6	208.2	---	404.5	185.2	171.6	68.2	26.5	64.8	0.1	12.2	90.1	1309.0	1047.1	261.9
1981	257	199.4	270.5	286.1	59.1	295.9	78	0.1	80.3	0	0.3	2.4	1529.1	1368	161.1
1982	386.9	266.6	276	316.7	309.8	297.2	68.1	113.2	18.5	8.6	19	88.8	2169.4	1853.2	316.2
1983	301	136.4	420.4	420.5	252.2	277.7	145.2	117.9	38.5	52.1	0	216	2377.9	1808.2	569.7
1984	93.4	168.6	193.1	217.2	251.2	142.5	168.4	113.4	0	29.1	68.5	35.9	1481.3	1066	415.3
1985	59.1	223.6	161.8	528.9	108.6	308.1	253.6	30	30.3	4	1	8.8	1717.8	1390.1	327.7
1986	67.1	88	323.3	186	274.6	206.9	33.7	90.4	0.5	75.2	97.3	14.6	1457.6	1145.9	311.7
1987	117.4	218.3	296.7	278.5	159.3	140.5	139.7	66.8	6.5	10.7	7	60.3	1501.7	1210.7	291
1988	205.3	55.4	274.7	149.6	380.7	111	145.4	62.1	0.2	0	0	0.7	1385.1	1176.7	208.4
1989	55.8	181.9	306.1	398.3	343.3	206.1	71.3	30.3	73.1	39.7	13.9	74.4	1794.2	1491.5	302.7
1990	181.9	196.3	99.8	293.8	126.2	178.6	125.5	84.3	18.1	10	64.5	64.4	1443.4	1076.6	366.8
1991	87.1	50.6	235.3	413	326.8	347.1	163	23.6	7.3	2	0	28.2	1684.0	1459.9	224.1
1992	224.9	192.1	102.3	414.2	196.7	255.6	102.3	115.1	0	6.9	13.6	140.7	1764.4	1385.8	378.6
1993	44	90.3	211.3	254.4	357.4	215.5	139.3	41.2	53.8	0.3	25.2	99.2	1531.9	1172.9	359
1994	55.3	178.2	240.3	351.3	188.2	224.2	86.2	20.2	21.1	23.3	0	1.7	1390.0	1237.5	152.5
1995	70.9	110.4	236.4	108.8	484.9	85.6	112.3	23.5	23.3	14.3	0	50.3	1320.7	1097	223.7
1996	77.1	261.6	213.2	241.9	118.1	216.6	64.4	92.7	23.8	1.5	6	98.7	1415.6	1128.5	287.1
1997	83.6	200.7	235.5	333.8	80.6	83.8	74.5	54.2	172.8	4.1	0	31.8	1355.4	1018	337.4
1998	206.7	82	325.4	159.6	137.5	265.4	202.8	77.1	0	0	71.6	64.5	1592.6	1176.6	416
1999	70.3	59	87.5	227.5	314.8	72.5	74	34.9	33.5	0.1	0	65	1039.1	831.6	207.5
2000	---	---	---	325.4	330	212.2	20.6	4.2	0	31.2	---	---	923.6	867.6	56
													1529.0	1233.5	295.0

Fonte: DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo

Tabela 15 - Dados estatísticos da precipitação para o município de Paraibuna

	Estação Chuvosa												Estação Seca						
Ano	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	t. ano	t. chuv	t. p. seco				
1970	64.9	96.9	120.5	342.1	236.5	114.1	45	27.1	22.9	16.8	94.2	83.5	1264.5	975	289.5				
1971	---	27.8	186.6	---	---	---	---	---	---	---	---	---	214.4	214.4	0				
1972	121.3	116.9	143.9	207.5	171	161.6	55.5	26.9	10.9	44	65.7	64.7	1189.9	922.2	267.7				
1973	57.1	117.3	288.2	179.3	128	98.1	44.9	54.5	26.6	72.9	19.4	66.3	1152.6	868	284.6				
1974	89.6	125.9	204.9	395.8	116	231.5	51.6	17.8	112.8	4.4	4.4	22.2	1376.9	1163.7	213.2				
1975	105.8	197.4	179.1	124.2	258.5	43.2	37.5	23.1	7.7	29.7	1.6	18.3	1026.1	908.2	117.9				
1976	66.2	165.8	114.3	176.4	201.6	165.3	127.5	187.3	58.5	119.7	123.5	155.6	1661.7	889.6	772.1				
1977	62.6	106.1	166	269.7	8.9	133.8	131	24.2	33.9	16.8	13.9	60.5	1027.4	747.1	280.3				
1978	102.7	220.1	157.8	126	174	87.6	15.1	62.2	79.1	71.2	14.8	20	1130.6	868.2	262.4				
1979	123.1	269	183.2	142.8	81	105.4	100.1	111.2	5.2	47.2	62	97.4	1327.6	904.5	423.1				
1980	71.3	123.2	319	211.2	149.8	69	114.4	22.7	86.6	11.1	39.3	58.9	1276.5	943.5	333				
1981	131.3	129.8	124.9	195.5	86.3	195.1	94.5	11.9	31.8	42.3	34.6	29.5	1107.5	862.9	244.6				
1982	180.2	133.7	260.2	182.7	106.5	---	72.1	19.5	169.5	51.4	64.7	22	1262.5	863.3	399.2				
1983	90.1	165	338.4	173.9	302.5	102.1	204.3	154.6	199.3	29.1	12.4	246.4	2018.1	1172	846.1				
1984	8.9	77.7	180.9	221.4	31.4	110.5	73	67.5	2.7	17.3	91	114.4	886.2	520.3	365.9				
1985	29.1	536	167.5	120.2	253.9	189.4	170.4	100.6	20.3	2.8	19.5	75.9	1685.6	1296.1	389.5				
1986	81.8	196.1	330.2	117.3	231.8	288.8	66.6	69.5	5.5	26	118.6	40.7	1572.9	1246	326.9				
1987	81.7	79.9	75	371.7	159.7	137.5	136.7	187.3	85.4	13.4	10.4	61	1399.7	905.5	494.2				
1988	137.4	71	183.8	316.9	215.7	145.1	123.7	161.2	42.5	1.9	1.1	25.7	1426	1069.9	356.1				
1989	55.3	106.4	105.4	302.4	314.8	147.3	98.7	37.3	71.7	207.6	41.4	99.9	1588.2	1031.6	556.6				
1990	85.5	85.1	60.9	150.1	160.6	146.3	43.1	50.7	8.7	60	55.2	73.4	979.6	688.5	291.1				
1991	157.8	80.4	84.5	341.2	94.2	226.1	92.2	17.6	72	12.6	20.7	75.3	1274.6	984.2	290.4				
1992	140.5	118.9	144	66.1	115.1	103.2	84.4	78.6	0.4	61.3	19.8	128.2	1060.5	687.8	372.7				
1993	137	35.5	47.5	82.2	234.1	---	39.2	105.8	45.2	6.2	4.6	---	737.3	536.3	201				
1994	54.1	60	97.5	100.4	154.1	87.2	129.5	110.2	12.9	40.4	0.3	0	846.6	553.3	293.3				
1995	---	67.4	79.7	342.5	290.9	72.3	5.8	37.6	39.7	39.2	19.9	19.5	1014.5	852.8	161.7				
1996	181.3	45.4	231.4	142.3	282.6	191.5	38	20	---	0.9	11.1	236.2	1380.7	1074.5	306.2				
1997	127.4	184.1	102.4	---	32.6	54.4	64.3	---	58.7	7.3	2	36.4	669.6	500.9	168.7				
1998	136.6	42.8	123.4	119.7	223.7	117	39.8	86	14.8	11.2	26.7	101.6	1043.3	763.2	280.1				
1999	32.4	71.2	210.7	---	197.7	83.9	37.8	26.9	64	1.5	3	---	729.1	595.9	133.2				
2000	---	---	---	252.1	225.8	129.9	27.8	20.1	8.1	50.2	---	---	714	607.8	106.2				
													1162.7	845.7	317.0				

Fonte: DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo

Tabela 16 - Dados estatísticos da precipitação para o município de Caçapava

	Estação Chuvosa						Estação Seca								
Ano	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	t. ano	t. chuv	t. p seco
1970	70.8	127.8	163.3	285.6	311.9	64.4	54.7	27.7	61.8	30.7	85.3	103	1387.0	1023.8	363.2
1971	142	132.5	196	68.2	126.6	177.5	127.6	35.4	90.6	13.6	8.3	90.1	1208.4	842.8	365.6
1972	113.7	103.3	159.3	192.4	186.8	70.9	46	13.1	4	45.4	62.7	83.3	1080.9	826.4	254.5
1973	105.2	96.8	324.9	216.9	84.1	137.4	174	56.7	23.9	45	2.2	43.9	1311.0	965.3	345.7
1974	92.6	104	172.3	238.4	55.6	178.8	62.9	16.2	91.3	1.7	0.4	27.3	1041.5	841.7	199.8
1975	67.8	184.8	287.5	127.6	291.5	87	35	26.2	1.1	15.3	0	13.1	1136.9	1046.2	90.7
1976	83.9	156.4	136.9	244.3	238.6	110.4	89	146.5	45.8	120.3	92	192.1	1656.2	970.5	685.7
1977	98.8	192.5	172.5	366.3	13.4	134.9	153.1	12.4	38.9	3.9	12.9	57.5	1257.1	978.4	278.7
1978	123	200.2	179.3	120.2	123.5	105.6	34.1	49.4	82.1	51.9	21.1	20.2	1110.6	851.8	258.8
1979	143.2	221.6	300.8	167.9	89.2	110.4	82.4	67.2	7	28.3	63.3	116.3	1397.6	1033.1	364.5
1980	104.5	150.9	266.1	164.6	160	114.5	145.3	6.1	74.2	6.6	15.6	63.7	1272.1	960.6	311.5
1981	145.5	145.8	231.2	290.7	145.2	54	48.5	25	35.9	51.6	23.2	27.1	1223.7	1012.4	211.3
1982	215	---	322.9	220.5	189.2	241.1	57.5	23	---	46.7	51	16.8	1383.7	1188.7	195
1983	134.9	150.2	356.6	275.7	204.5	181.8	173.9	164.5	164.8	53.4	14.7	254	2129.0	1303.7	825.3
1984	21.6	111.2	226.9	232.5	31.2	80	144	83.8	6.2	13.3	58.1	78.2	1087.0	703.4	383.6
1985	71.5	---	136.2	204.4	---	113	69.6	84.5	21.9	0.6	20.1	91	812.8	525.1	287.7
1986	62.9	---	383.8	138.6	---	272.3	38.5	---	4.3	11.3	93.7	61.3	1066.7	857.6	209.1
1987	70.5	68.8	127.3	264.8	142.7	126.8	163.1	174.3	89.3	11.7	4.3	50.7	1294.3	800.9	493.4
1988	130.6	86.4	148.3	168.1	189	197.6	87.9	127.6	49.9	6.6	0.7	48.4	1241.1	920	321.1
1989	47.1	124.5	153.5	178.4	323.6	105.5	112.9	29.8	54.8	107.9	30.6	78.5	1347.1	932.6	414.5
1990	66.7	68.2	72.5	216.2	118.9	171.2	57.5	50.6	10.7	74.3	40.1	74.7	1021.6	713.7	307.9
1991	93.4	34.3	95.7	328.6	112.2	261.1	97.7	25.1	33.3	13.7	16.6	64	1175.7	925.3	250.4
1992	106	144.2	103.1	127	137.9	122	63.9	68	0	63.3	16.5	11.6	963.5	740.2	223.3
1993	116.3	108.5	87.6	206.8	314	170.6	61.7	54.1	30	8.3	15.1	154.1	1327.1	1003.8	323.3
1994	104.6	166.6	207	234.9	197.9	184.3	59.6	109.5	29.4	20.3	0	1.6	1315.7	1095.3	220.4
1995	190	96.1	224.5	203.5	353.8	178	74.1	63.7	18.8	74.8	16.6	33.7	1527.6	1245.9	281.7
1996	93	180.1	228.1	322.7	200.4	320	90.3	43.1	17.5	4.4	25.7	159.7	1685.0	1344.3	340.7
1997	---	---	---	---	208.9	---	45.6	52.4	86.4	7.2	17.8	---	418.3	208.9	209.4
1998	---	---	263.1	152.9	---	157.8	---	---	---	12	12.4	122.6	720.8	573.8	147
1999	---	---	---	331.6	---	147	---	28.1	---	---	---	---	506.7	478.6	28.1
													1203.6	897.2	306.4

Fonte: DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo

Tabela 17 - Dados estatísticos da precipitação para o município de Campos de Jordão

	Estação Chuvosa						Estação Seca								
Ano	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	t. ano	t. chuv	t. p seco
1970	155.5	163.2	102.1	389	538.1	290	71.9	81.3	42.2	35.4	137.5	104.6	2110.8	1637.9	472.9
1971	229.3	270	330.7	140.3	105	259.4	80.5	24.9	111.5	28.6	29.2	132.2	1741.6	1334.7	406.9
1972	162.1	164.9	260.8	217.8	214.4	162.1	127.2	25.7	5.5	95	94.8	94.4	1624.7	1182.1	442.6
1973	240.6	140.6	472.6	270.1	300.5	280.2	140.1	62.4	13.7	59.3	9.1	78.2	2067.4	1704.6	362.8
1974	142.6	162.6	333.1	351.8	93.6	155.3	84.7	59.4	115.2	6.1	10.4	32.3	1547.1	1239	308.1
1975	112.9	206.4	238.3	205.7	270.1	166.2	64.2	54.7	8	33.7	4.4	31.3	1395.9	1199.6	196.3
1976	87.6	254.2	270.1	175.2	380.1	171.8	145.8	181.1	68.9	155.8	124.4	189.9	2204.9	1339	865.9
1977	130.9	186.5	250.5	362.5	71	161.7	166.8	29.6	54.2	21.8	25.5	105.2	1566.2	1163.1	403.1
1978	106.6	315.7	277.3	299	208.2	170.8	50.5	84.5	80.7	71.7	9	45.3	1719.3	1377.6	341.7
1979	136.9	304.3	210.8	213.1	184	135.2	122.5	124	4.5	64.1	83.2	108	1690.6	1184.3	506.3
1980	100.7	176.5	378.2	365.1	249.9	135.1	256.4	20.7	98.2	7.7	54.9	82.6	1926.0	1405.5	520.5
1981	283.5	205.3	285.6	444	134.9	265.1	78.3	21.9	93.5	41.2	21.1	26.5	1900.9	1618.4	282.5
1982	189.5	164.9	299.4	384.6	163.6	343.1	98.2	67.4	101.1	60.3	84	18.4	1974.5	1545.1	429.4
1983	207.9	200.3	451.8	351.9	318.9	212.7	111.5	221.9	178.8	60.1	9.3	312.3	2637.4	1743.5	893.9
1984	40.1	194.9	223.1	259.6	128.8	119.6	86.7	63.5	4.3	17.6	148.3	136.7	1423.2	966.1	457.1
1985	102.5	116.5	---	344.4	251.9	205.4	78.3	57.3	25.4	10	50.7	137.5	1379.9	1020.7	359.2
1986	66.2	148.4	391.9	293.1	230.4	210.1	114.6	164.8	11.9	53.1	---	42.9	1727.4	1340.1	387.3
1987	93.4	104	201	355	139.7	129	181	190.6	85.7	24.1	26.1	197.4	1727.0	1022.1	704.9
1988	178.4	154.2	188.4	304.8	225.4	257.2	150.5	164.5	72.4	7.9	5.6	46.8	1756.1	1308.4	447.7
1989	32.7	315.5	472.3	318.5	327.2	162.9	92	36.8	56.8	105.6	24.1	86.7	2031.1	1629.1	402
1990	192.5	102.5	213.4	252.4	226.5	340.5	85.1	79.5	9.4	105.9	104.7	119.7	1832.1	1327.8	504.3
1991	169.3	58.8	219.2	156.7	111.7	199.9	178.1	22.1	66.7	9	10.1	110.3	1311.9	915.6	396.3
1992	208.9	171.7	211.3	236.4	136.8	200.9	95.1	187.7	5.6	104.6	37.3	156.4	1752.7	1166	586.7
1993	86.7	167.8	142.4	161.7	438.4	154.9	42.1	51	41.8	16.3	23.7	180.4	1507.2	1151.9	355.3
1994	77.8	146.8	373.8	211.4	167.8	311.6	84.5	134.4	46.3	39.8	1	1.1	1596.3	1289.2	307.1
1995	311.5	133.2	135.3	297.5	224.9	218.3	52.8	75.7	14.8	36.8	8.6	36.7	1546.1	1320.7	225.4
1996	182	187.8	333.1	249	178.7	277.7	122	50.3	42.1	4.1	37.1	181.7	1845.6	1408.3	437.3
1997	110.5	126	152.9	336.2	128.4	113.2	101.2	79.5	156.4	13	12.1	90.7	1420.1	967.16	452.9
1998	---	---	---	176	297.5	106.7	52	109.4	11	3.8	---	---	756.4	580.2	176.2
1999	67.4	87.4	323.4	---	---	---	---	---	---	---	2.5	51.5	532.2	478.2	54
2000	---	---	---	617.7	293.1	---	123.5	5.9	3	---	---	---	1043.2	910.8	132.4
													1654.7	1241.2	413.5

Fonte: DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo

Tabela 18 - Dados estatísticos da precipitação para o município de Jambeiro

	Estação Chuvosa						Estação Seca								
Ano	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	t. ano	t. chuv	t. p. seco
1970	66.3	102.6	132.1	301.2	277.3	151.7	36.5	21	65.6	43	114.8	87.4	1399.5	1031.2	368.3
1971	156.7	136.3	160.9	73.1	139.9	160.7	87.4	42.8	100.9	35.7	17.9	82.6	1194.9	827.6	367.3
1972	118.2	185.5	126.9	267	325.8	44.7	43.5	23.9	9.3	45.7	74.1	89.1	1353.7	1068.1	285.6
1973	75.2	156	294.2	192.9	132.6	123.1	106.8	60	28.4	72.1	16.5	71.9	1329.7	974	355.7
1974	117.8	96.4	211.4	304.9	37.6	169.7	74.5	18.4	109.8	1.8	3.5	31.1	1176.9	937.8	239.1
1975	113.8	176.7	238.5	176.3	232.5	67.8	45.3	31.2	5.9	33.8	0	28.8	1150.6	1005.6	145
1976	91.9	236.8	165.2	283.3	208.6	141.9	142.7	148.6	57.4	121.6	100.1	183	1881.1	1127.7	753.4
1977	113.1	162.1	217.5	279.6	14.2	101.3	175.2	19.4	83.3	5.7	44.8	95.8	1312.0	887.8	424.2
1978	110.7	207	201.2	108.5	148	131.7	9.9	66.1	97.1	54	16.3	30.3	1180.8	907.1	273.7
1979	---	182.8	224.5	128.3	119.6	100.6	149.2	103	3.7	---	50.7	134	1196.4	755.8	440.6
1980	91	---	270.8	280.2	179.4	90.7	---	20.2	120	7.7	25.6	65.6	1151.2	912.1	239.1
1981	180.2	101.1	167.6	---	90.9	106.9	83.7	24.1	41.5	44.2	41.9	40.9	923.0	646.7	276.3
1982	280.8	142.1	287.1	228.9	215.5	---	31.8	30.4	154.4	---	43.4	24.6	1439.0	1154.4	284.6
1983	107.8	191.4	242.5	290.4	275.6	149.5	229.2	145.7	211.2	55.5	13.1	245.8	2157.7	1257.2	900.5
1984	12.9	93	231.3	270.8	49.5	114.7	79.5	144.4	3	10.7	83	108.4	1201.2	772.2	429
1985	48.2	54.8	146.4	227.3	211.8	139.5	173.7	99.7	24.5	2.2	22.5	112	1262.6	828	434.6
1986	90.4	139.3	342.3	136.5	222.1	230.4	54.7	69.1	8.8	28.1	105.7	50.6	1478.0	1161	317
1987	64.9	78.1	126.9	352.5	228.2	155	176.5	179.8	109.4	15.9	13.1	75.8	1576.1	1005.6	570.5
1988	105.4	117.3	194.4	291.9	236.4	125.8	97.1	182.4	49.2	0.6	1.5	44	1446.0	1071.2	374.8
1989	54.3	109.9	180.6	329.4	330	184.2	131.9	63.9	76.4	152.2	58.8	80.4	1752.0	1188.4	563.6
1990	100.1	68.5	67	172.8	115.2	212.9	61.4	73.6	15.5	98.7	49.7	110.1	1145.5	736.5	409
1991	149.2	46.4	136.9	377.8	298.6	300.5	167.9	35.7	46.4	17.1	18.9	69.5	1664.9	1309.4	355.5
1992	115.4	165.7	100.3	82.8	144.9	167.3	101.8	68.2	0.8	71.6	43.4	116.1	1178.3	776.4	401.9
1993	98.7	79.9	81.2	206.9	251	148.6	56.9	65.8	50	11.3	15.7	135.1	1201.1	866.3	334.8
1994	121.5	179.4	233.7	186.5	181.8	164	100.7	125.9	22.4	34.1	1.5	3.3	1354.8	1066.9	287.9
1995	236.2	122.2	183.4	186.5	265.7	---	59.5	68.2	22.8	79	17.5	51.2	1292.2	994	298.2
1996	150.2	92.5	146	366.5	338.4	320.3	43.9	23.8	23.3	2	27.9	171.7	1706.5	1413.9	292.6
1997	---	234.4	86.9	253.5	101	67	69.7	51.8	78.2	5.8	34.3	---	982.6	742.8	239.8
1998	196.8	61.5	---	203.7	272.5	181.9	41.8	63.1	0	23	18.3	142	1204.6	916.4	288.2
1999	---	---	---	271.6	310.4	56.4	39.7	21.4	64.9	0	0	---	764.4	638.4	126
													1335.2	966.0	369.2

Fonte: DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo

Tabela 19 - Dados estatísticos da precipitação para o município de Igaratá

	Estação Chuvosa						Estação Seca								
Ano	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	t. ano	t. chuv	t.p.seco
1972	98.8	105.5	110.2	---	---	---	---	---	---	---	1.2	81.7	397.4	314.5	82.9
1973	103.3	120.3	245.1	234.2	150.8	135.8	167.7	66.2	24.7	46.9	17.5	59.9	1372.4	989.5	382.9
1974	64.8	129.1	119	252.6	84.7	213.3	39.9	7.7	74.9	0.9	1.1	27.8	1015.8	863.5	152.3
1975	106.2	134.3	342	28.8	206.3	63.7	16.1	2.4	1.4	35.2	0.1	11.3	947.8	881.3	66.5
1976	87.6	128.3	169.7	181	253	234	127.6	171.3	91.1	158.2	123.9	192.4	1918.1	1053.6	864.5
1977	57.8	249.4	219.6	298.1	50.7	212	157.1	33.9	42.3	10.2	21.1	81.4	1433.6	1087.6	346
1978	87.6	404.6	201.3	164.4	246.7	139	15.4	74.6	116.9	58.6	7.8	36.3	1553.2	1243.6	309.6
1979	113.2	160.2	152.5	197.3	107.4	131.6	53.4	113.8	7.8	39.5	98.1	108	1282.8	862.2	420.6
1980	109.3	113.6	298.2	203.5	192.9	81.6	180	6.3	96.2	19.5	48.9	39.2	1389.2	999.1	390.1
1981	253.8	178.5	164.4	249.2	67.3	189.6	60.2	38.1	42.4	38.8	21.1	24.9	1328.3	1102.8	225.5
1982	231.2	235.4	477.1	272.9	137.3	222.9	75.9	24.5	131.8	32.4	95.2	7.9	1944.5	1576.8	367.7
1983	113.2	205.5	277.3	333.1	270.3	111.5	173.6	216.8	195.3	70.8	17	266.5	2250.9	1310.9	940
1984	22.1	53.7	158.4	227.9	19.2	159.4	163	124.7	6.9	9.3	114.5	98.2	1157.3	640.7	516.6
1985	37.8	136.3	243.3	212.4	173.3	148.9	143.1	89.2	23.9	4.6	10.4	96.8	1320	952	368
1986	63.8	193.6	341	170.1	205.4	308.5	39.2	103.3	7.3	30.1	116.3	42.5	1621.1	1282.4	338.7
1987	128.4	129.6	132.7	251.8	143.7	185.2	114.9	182.6	102.3	8.3	7.7	75.1	1462.3	971.4	490.9
1988	172.1	89.2	183.1	332.8	367.7	245	95	211.9	50.7	3.3	2.4	22	1775.2	1389.9	385.3
1989	58.5	86.2	131.2	342.9	197.2	271.9	60.7	32.5	72.9	160.6	30.5	62.1	1507.2	1087.9	419.3
1990	80.6	113	50.1	268.5	83.9	223.1	76.9	55.7	22.2	96	36.4	77.8	1184.2	819.2	365
1991	168.3	55.9	131.8	372.5	314.3	366.7	132.8	41.7	31.6	26.4	23	91.1	1756.1	1409.5	346.6
1992	154.8	134.9	162.1	140.3	134.1	181.5	58.6	88.8	2.4	59.4	37.7	157.3	1311.9	907.7	404.2
1993	100.1	49.6	130.6	195.5	335.7	127	119.1	76.8	72.1	16.2	22.1	176.8	1421.6	938.5	483.1
1994	126	103.6	299.7	192.3	169.3	138.3	76.2	69.2	27.2	57.9	2.2	2.3	1264.2	1029.2	235
1995	188.7	69	202.1	185.7	462.7	251.8	34.2	55.1	39.7	82.2	17.9	63.4	1652.5	1360	292.5
1996	151.5	140.9	232.2	316.1	312.8	308.3	92.2	40.2	29.3	3.1	27.5	212.6	1866.7	1461.8	404.9
1997	85.7	225.8	232.1	342.2	142.2	104	74.3	81.5	92.7	7	27	110.9	1525.4	1132	393.4
1998	191.3	45.1	177.3	197.7	287.1	195.8	60.6	96.5	22.1	13.8	20.7	203	1511	1094.3	416.7
1999	61.6	117.3	145.4	437.8	151.9	99.6	62.4	38.8	80.2	20.4	2	78	1295.4	1013.6	281.8
2000	---	---	---	276.3	---	183.3	10.2	5.8	6.2	48.1	---	---	529.9	459.6	70.3
													1413.7	1042.6	371.1

Fonte: DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo

Tabela 20 - Dados estatísticos da precipitação para o município de Jacareí

	Estação Chuvosa						Estação Seca								
Ano	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	t.ano	t. chuv	t. p.seco
1970	93.9	139.4	173.1	270.6	319.2	63.3	56.4	221.1	77.1	29.9	190	90	1724	1059.5	664.5
1971	136.4	115.2	227.6	85.8	120.2	124.8	73.9	55.5	66.4	50.9	22.9	78.9	1158.5	810	348.5
1972	116.1	103.5	161.9	294.9	278.7	110.3	85.2	21.2	5.9	47.5	66.7	106.9	1398.8	1065.4	333.4
1973	89.7	110.5	229.6	190.9	117.2	104.4	63.3	92.4	27.5	84	16.3	69.4	1195.2	842.3	352.9
1974	104	76.4	168	232.5	77.2	144.6	53.1	27.8	105.7	1.7	3.4	53.2	1047.6	802.7	244.9
1975	84.4	146.8	216	170.3	328.2	72	41.9	26.8	3.6	29.1	0.3	17.5	1136.9	1017.7	119.2
1976	78.9	248.7	142.2	119.9	253.7	256.8	141.2	158.4	58.7	124.2	95	144.7	1822.4	1100.2	722.2
1977	41.4	182.3	235.6	419	57.9	154.3	118.3	22.3	28.7	12	11.5	74.7	1358	1090.5	267.5
1978	74.7	255.1	142.9	63.5	205.1	101.2	12.6	64.8	15	60.6	7.8	28.6	1031.9	842.5	189.4
1979	114.2	156.3	146.1	118.4	158.9	126.9	67.7	94.9	3	37.1	---	107.9	1131.4	820.8	310.6
1980	72.5	161.8	332.1	262	242.4	110.6	127.3	14.6	81.3	9.6	35.3	51.8	1501.3	1181.4	319.9
1981	190.7	131.8	150.2	142.6	68.3	57.6	102.5	9.7	40.1	51.9	19.8	25.2	990.4	741.2	249.2
1982	179.7	178.5	235.2	219.6	196.8	284.2	38.9	20.5	170.8	32.1	104.7	17.1	1678.1	1294	384.1
1983	101.5	120.3	282.1	288.4	260.6	172.3	159.2	181.6	170.8	43.9	11.3	260.4	2052.4	1225.2	827.2
1984	8.2	140	223	238.7	48.1	109.4	106.7	83.6	3.7	4.2	94.8	131.6	1192	767.4	424.6
1985	51.8	124	173	130.2	201.5	141.7	116.5	91	19.8	3.1	12.9	82.8	1148.3	822.2	326.1
1986	65.3	190.3	264.1	263.2	222.7	295.8	29.4	54.8	7.4	19.7	147.1	38.2	1598	1301.4	296.6
1987	114.5	111	206	368.2	213.7	178.8	82.9	160	112.8	8.5	9.3	67	1632.7	1192.2	440.5
1988	148.3	73.4	160.3	408	211.2	128.6	118.6	163.3	50.4	2.2	1.6	24.8	1490.7	1129.8	360.9
1989	59.4	114.4	127.6	211.2	349.5	143.3	89.9	53.8	64.2	132.9	53.4	71.1	1470.7	1005.4	465.3
1990	79.8	---	67.8	174.5	141.2	138.8	66	61.1	12	88.2	40.2	73.8	943.4	602.1	341.3
1991	150	24.9	163.1	399.5	221.3	287	214.2	32	33.1	14.4	17.2	73	1629.7	1245.8	383.9
1992	129.4	94.4	123.8	174.1	156.8	185	48	---	0	---	39.4	---	950.9	863.5	87.4
1993	78.6	61.1	180.9	186.4	295.4	109.2	137.7	66	35.2	0	4.3	158.2	1313	911.6	401.4
1994	162.2	199.6	245	195.9	187.5	143.9	70.1	80.8	16.4	38.4	0	0	1339.8	1134.1	205.7
1995	187.3	87.3	170.7	---	---	---	---	---	32.5	60.2	16	51.9	605.9	445.3	160.6
1996	159	106.8	228.5	---	293.4	281.6	25.8	25.7	23.4	0	25.5	149.7	1319.4	1069.3	250.1
1997	97.7	167	108.4	262.8	96.2	66.3	98.4	65.4	62.5	5.6	38	84.7	1153	798.4	354.6
1998	126.3	25.4	147	227.4	206.7	149.2	60.9	110.4	14.2	11.4	19.8	128.3	1227	882	345
1999	40.9	90.1	82.7	387	169.4	77.7	79	26.6	27.8	10.4	1.4	71.2	1064.2	847.8	216.4
2000	---	---	---	295.3	182	188.7	5	0.8	2.8	55.4	---	---	730	666	64
													1281.1	954.1	337.4

Fonte: DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo

Tabela 21 - Dados estatísticos da precipitação para o município de Monteiro Lobato

	Estação Chuvosa						Estação Seca								
Ano	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	t. ano	t. chuv	t. p. seco
1970	140.3	157	160.7	315.2	196.7	129.2	71.4	41.9	78.4	47.7	105.6	113.7	1557.8	1099.1	458.7
1971	135.3	181.9	253.1	95.5	153	224.1	95	66.8	107.9	36.6	45.1	74.5	1468.8	1042.9	425.9
1972	106	207.4	189.2	184.1	198.6	84	105.7	24.4	2.2	47.6	82	81.5	1312.7	969.3	343.4
1973	150.1	138.2	327.8	225.1	234.6	133.9	198.7	99	10.8	55.9	5.5	77.4	1657	1209.7	447.3
1974	118.7	137.9	333.2	287.6	142	189.5	140.1	11.8	119.8	1.5	4.3	16.8	1503.2	1208.9	294.3
1975	164.2	309.9	392.9	163.9	291.6	128.4	47.1	39.3	29.2	31.1	1.4	17.5	1616.5	1450.9	165.6
1976	95.4	175.9	390.4	262.3	291.6	165.7	117.2	146.5	61.6	127	114.1	194.8	2142.5	1381.3	761.2
1977	69.9	209.1	228.3	384.2	34.7	204.1	154	20.9	32.3	7.9	27.3	147.4	1520.1	1130.3	389.8
1978	144.3	222.1	286.3	394.9	152.7	186.1	89.4	59.5	63.9	60.4	21.5	14.9	1696	1386.4	309.6
1979	114.9	284.5	227.1	257.2	187.5	174.9	86.4	87.2	13.2	48.2	72.6	87.6	1641.3	1246.1	395.2
1980	124	197.7	415.2	189.1	193.5	200.7	145.7	12.1	66.5	11.2	48.4	76.9	1681	1320.2	360.8
1981	329.8	331.1	190.9	371.5	153.4	201.9	69.5	53.8	26	35.6	50.2	16	1829.7	1578.6	251.1
1982	306.7	272	397.3	299.3	253	418.8	40.8	15.1	108.9	73.2	111.5	25.2	2321.8	1947.1	374.7
1983	160.8	106.6	283.2	198.3	362.6	198.6	167.3	139.3	227.2	53.7	14	291.9	2203.5	1310.1	893.4
1984	58	84.5	249.8	317.4	72.9	174.4	144.6	112.6	4	7.1	71.7	180.6	1477.6	957	520.6
1985	83.6	161.1	186.9	459.4	---	323.2	90.8	76	24.1	1.8	29.9	88.9	1525.7	1214.2	311.5
1986	82.5	100.2	428.9	230.8	362.4	294.8	120.4	81.3	6.8	38.1	117.8	71.1	1935.1	1499.6	435.5
1987	68.1	147.4	148.8	283.9	194.3	145.1	232.9	259.9	140.6	9.2	0.7	86.1	1717	987.6	729.4
1988	217	69.5	227.7	328.7	368.8	335.3	230.1	158.9	52.6	6.3	0.8	56.5	2052.2	1547	505.2
1989	31.7	141.9	278.7	328.2	520.1	275.2	100.8	104.8	89.6	103	29.5	112.8	2116.3	1575.8	540.5
1990	142.8	209.5	139.5	168.7	137.8	204.6	179.6	88.3	8.7	66	64.6	127.2	1537.3	1002.9	534.4
1991	106.1	158.2	160.5	304.7	350.2	460.5	175.3	22.1	41.5	25.7	17.9	91.4	1914.1	1540.2	373.9
1992	30.9	41.7	33.6	215.5	101.8	155.8	106.9	46	0.1	61.4	18.2	87.4	899.3	579.3	320
1993	---	---	---	75.6	92	---	---	---	---	---	---	---	167.6	167.6	0
1994	178.1	168.3	384	---	---	---	---	---	34.2	18.7	2.3	9.8	795.4	730.4	65
1995	263.1	132.3	225.1	289.7	649	242	55	72	17.2	82.5	23.5	94.8	2146.2	1801.2	345
1996	135.7	201.5	200.8	373.2	297.1	381.2	94.8	47.6	25.8	5.4	51	167.5	1981.6	1589.5	392.1
1997	122.6	280.8	189.2	237.7	---	101.1	39	59.1	79.5	7.3	21.5	133.3	1271.1	931.4	339.7
1998	202.3	134.5	157.7	181.8	259.5	143.4	57.4	91.4	13.7	16.9	12.8	125.1	1396.5	1079.2	317.3
1999	56.9	101.7	---	411.1	276.1	180.9	56.3	15.8	72.2	38.5	5.8	87.9	1303.2	1026.7	276.5
2000	--	---	---	382.5	258.2	292.4	64	7.5	3.1	55.3	---	---	1063	933.1	129.9
													1595.2	1207.9	387.3

Fonte: DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo

Tabela 22 - Dados estatísticos da precipitação para o município de Pindamonhangaba

	Estação Chuvosa						Estação Seca								
Ano	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	t. ano	t. chuv	t. p. seco
1974	89.2	81.4	214.8	282	97.9	185.8	61.6	11	90	0.8	14.9	15.1	1144.5	951.1	193.4
1975	122.9	228.6	217.4	263.8	185.3	96.5	24	45.8	5.1	20.5	0	17.3	1227.2	1114.5	112.7
1976	87.1	131.6	292.4	141.8	244.9	157.8	100.7	173.8	43.8	128.6	88.9	166.8	1758.2	1055.6	702.6
1977	43.4	117.7	178.4	298.4	19	105.1	127	11.7	74.8	5.6	3.6	146	1130.7	762	368.7
1978	113.6	143.1	188.7	210.3	98.5	144.7	22	69.7	63.5	27.6	14.4	15.2	1111.3	898.9	212.4
1979	97.4	172.9	199.4	145.5	111.4	147	49.6	62.6	3.3	32.1	42.8	72.1	1136.1	873.6	262.5
1980	73.5	136.9	174.2	193.6	114.5	108.1	140.3	22.1	55.4	0.1	30.7	32.9	1082.3	800.8	281.5
1981	175.5	171.9	188.7	292.4	302.5	176.3	57	11.3	34.8	31.9	11.5	20.4	1474.2	1307.3	166.9
1982	174.7	192.2	232.7	277.4	148.9	193.8	29.9	19.6	80.8	33.5	56.8	9.5	1449.8	1219.7	230.1
1983	108	122.2	183.5	193.3	222.6	153.3	134.6	139.1	149.1	48.1	7.5	271.5	1732.8	982.9	749.9
1984	31.2	86.9	151.2	106.2	40.5	97.9	72.8	147.2	9.1	2	54.6	67.3	866.9	513.9	353.0
1985	78.5	163.6	147.5	320.4	120.7	145.6	41.7	60.1	15.4	0	27.7	99.9	1221.1	976.3	244.8
1986	39.9	120.5	239.1	139.6	127.1	320.9	90	57.4	2.1	23.8	81.1	36.7	1278.2	987.1	291.1
1987	118.7	97.8	144.3	235.8	300.4	144.4	323.2	187.5	123.7	14.1	5.1	70.2	1765.2	1041.4	723.8
1988	141.9	57.8	115.4	153.6	211.1	244.9	112.4	198	43.4	1.4	0	34.2	1314.1	924.7	389.4
1989	10.9	147.4	152	205.5	375.4	147.9	140.1	48.9	68.9	53.8	20.7	94.1	1465.6	1039.1	426.5
1990	92.5	131.7	125.3	128.2	156.9	123.9	70.5	79.2	1.3	58.9	43.6	91.5	1103.5	758.5	345
1991	143	74.4	214.2	0	0	0	0	0	0	9.7	11.8	75.6	528.7	431.6	97.1
1992	138.2	71.0	54.1	161.9	40.7	98.0	62.4	77.6	0	9.7	11.8	22.4	747.9	563.9	184.0
1993	87.2	110.6	107.5	185.5	286.5	168.5	100.2	24.8	29.5	11.7	16.1	149.3	1277.4	945.8	331.6
1994	125.2	94	304.3	231.8	95.1	146.3	41.4	133.4	34.3	10.5	0	1	1217.3	996.7	220.6
1995	304.7	97.5	137.1	168.1	339.3	214.5	46	52	9.1	52.2	16.1	30.7	1467.3	1261.2	206.1
1996	133.3	181.2	256	250.8	213.1	248.9	100	41.2	23.7	1.3	24.3	141.9	1615.7	1283.3	332.4
1997	81.8	234.8	155.3	168.4	60.5	101.3	7.2	62.4	74.6	9.2	4.6	72.8	1032.8	802.1	230.8
1998	149	71.7	133.3	134	266	189.4	65.8	79.6	11.7	16.3	6.3	87.7	1210.8	943.4	267.4
1999	43.3	66.9	102.4	207.9	234.7	96.7	69.3	21.9	63.5	14.4	12.2	48.7	981.9	751.9	230.0
2000	51.3	116	319.6	356.2	131.2	148.2	22.4	7	0.2	48	76.4	79.1	1355.6	1122.5	233.1
2001	123	190.3	219.3	165.8	174.1	91.7	52.4	56.9	13.4	25.4	101.1	65.6	1279	964.2	314.8
													1249.1	938.4	310.8

Fonte: IAC (SP)
INMET 7 Disme (SP)

Tabela 24 - Dados estatísticos da precipitação para o município de São Bento da Sapucaí

	Estação Chuvosa						Estação Seca								
Ano	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	t. ano	t. chuv	t. p. seco
1982	170.9	158.7	328.5	364	177	304.9	82.4	55.1	84.1	47.8	88.8	15.8	1878	1504	374
1983	148.5	127.4	395.2	290.5	210.8	249.2	108	208.7	170.1	69	3.6	281.7	2262.7	1421.6	841.1
1984	55.6	185.1	252.4	197.8	23.6	91.1	72.3	27.4	0	18	111.7	124.4	1159.4	805.6	353.8
1985	161	166.9	420.4	177.2	155.4	235.8	65.7	30.2	15.4	1.4	54.1	115.3	1598.8	1316.7	282.1
1986	51.6	106.5	414.9	207.2	163.1	182.8	85.6	138.5	3.4	44.5	116.2	29.6	1543.9	1126.1	417.8
1987	89.9	92.1	101.1	275	94	91.3	136.1	125.5	57.7	13.3	6.5	154.7	1237.2	743.4	493.8
1988	221.4	95.4	137.1	291.8	222.5	197.6	112.9	166.4	50.4	0.2	0	27.9	1523.6	1165.8	357.8
1989	33.7	153.3	163.6	271.6	266.6	162	56.1	19.8	43.3	56.8	40.5	73.6	1340.9	1050.8	290.1
1990	117.1	105.8	176.8	234.3	221.7	161.1	65	65.2	4.9	64.4	57.6	91.2	1365.1	1016.8	348.3
1991	204.8	45.8	253.2	306.9	144.1	405.2	129.3	28	21.2	6.7	4	65.7	1614.9	1360	254.9
1992	168.4	136.8	124.6	145.5	103.4	93.2	111.2	88.1	6.2	72.4	28.6	164.3	1242.7	771.9	470.8
1993	133.4	92.3	182.7	232.8	336.5	226.3	133.5	73.4	34.4	12.7	21.6	148.8	1628.4	1204	424.4
1994	212.1	155.6	216.9	210.7	113.1	136.3	62.3	152.9	32.6	32.7	0	1	1326.2	1044.7	281.5
1995	356.5	160.7	184.6	137.8	452.9	179.8	48.1	66.8	11.7	67.9	7.1	50.3	1724.2	1472.3	251.9
1996	170	214.7	361.1	377.8	267.4	210	64.5	43.2	16.5	3.7	32.8	165.9	1927.6	1601	326.6
1997	93.9	283.6	181.4	264	86.7	95.5	69.4	56.5	139	13	8.7	100.7	1392.4	1005.1	387.3
1998	208.4	69.8	234.1	178.7	259	90.4	41.9	109	2.8	7	11.3	---	1212.4	1040.4	172
1999	---	---	209	344.6	136.5	87.3	13.5	14.6	59.5	--	---	57.4	922.4	777.4	145
2000	---	---	---	508.3	211.6	150.2	32.1	10.5	---	--	---	---	912.7	870.1	42.6
													1463.9	1120.9	342.9

Fonte: DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo

Tabela 26 - Dados estatísticos da precipitação para o município de São Luís do Paraitinga

Ano	Estação Chuvosa					Estação Seca							t. ano	t. chuv	t. p. seco
	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set			
1970	80.2	145.4	107	272.7	173.8	117.1	43.2	18.6	46.1	31.4	118.3	65.5	1219.3	896.2	323.1
1971	117.6	114	215.6	139.7	390.4	180.9	77.2	84.6	82.1	18.7	65.1	60.7	1546.6	1158.2	388.4
1972	106.7	98.9	193.6	285.2	180.3	45.5	30.1	21.7	3.5	34.8	62.3	75.2	1137.8	910.2	227.6
1973	76.4	119.6	185.9	264.4	52	99.5	72.9	59.8	14.1	71.9	4.9	51.5	1072.9	797.8	275.1
1974	107.7	108.5	186	407.9	80.3	90.7	48.4	22.6	93.2	0.9	6.6	9.1	1161.9	981.1	180.8
1975	87.5	204.3	205.5	209	223.2	53.7	41.5	46.9	7.9	25.1	0	23.1	1127.7	983.2	144.5
1976	65.9	136.9	265.7	168.4	263.5	176.3	122.7	123.7	49	106.7	104.9	131.1	1714.8	1076.7	638.1
1977	49.5	128.1	152	332.8	48.6	91	95	22.6	42.7	4	17.2	78.2	1061.7	802	259.7
1978	83.3	130.7	226.4	241	141.2	61.1	13	72.9	75.6	51.2	7.6	29.8	1133.8	883.7	250.1
1979	127.5	166.8	188.5	---	109.1	165.3	78.9	105.5	6.8	37.6	68	89.5	1143.5	757.2	386.3
1980	87.9	106.9	---	260.8	179.9	128.5	144.9	10.7	80.2	4.4	39.6	59.3	1103.1	764	339.1
1981	80.1	169.6	196.1	306.4	96.4	153.1	92.4	17.2	34.5	51.6	43.2	29.6	1270.2	1001.7	268.5
1982	206.2	177.9	210.4	187.9	158	153.4	68.7	26	142.7	54.8	81.3	14.3	1481.6	1093.8	387.8
1983	92.1	109.7	258.4	248.6	162.2	196.6	199	114.8	139.3	43.2	19.8	231	1814.7	1067.6	747.1
1984	23.8	84.1	152.6	151.3	73.7	81.4	111.1	80.2	0.7	6.7	57.7	93	916.3	566.9	349.4
1985	40.3	74.9	193.6	418.8	287.5	178.6	227.4	75.8	19.5	4.4	25.6	91.8	1638.2	1193.7	444.5
1986	---	214.1	382.7	139.1	363.3	156.9	61.7	62.7	13.3	18	79.3	37.1	1528.2	1256.1	272.1
1987	98.8	83.5	97.7	239.6	105.7	82.3	165.4	159.2	95	16.8	10.5	30.3	1184.8	707.6	477.2
1988	115	74.1	129.3	182.2	367.9	152.3	123.5	150.7	28.4	2.5	3.6	41.4	1370.9	1020.8	350.1
1989	24.7	11.2	147	160.8	322.9	84.5	116.5	72.7	37.2	96.8	18.6	110.8	1203.7	751.1	452.6
1990	154.4	61.2	80.2	143.4	111.7	98.4	76	47.6	12.6	77.7	64.3	76.3	1003.8	649.3	354.5
1991	127.3	79	220.1	229.2	159.3	292.8	71.6	46.1	34.6	11.5	18.2	73.2	1362.9	1107.7	255.2
1992	89.2	126.4	140.8	175.2	126.1	116	116.2	80.7	0	74.6	30.1	85.2	1160.5	773.7	386.8
1993	138.1	66.5	123.6	236.6	235.3	145.4	41.8	46.5	64	18.4	9	161.6	1286.8	945.5	341.3
1994	71.9	167.1	229.8	149.9	121.9	135	43.6	101.9	44.3	22.8	1.5	11.8	1101.5	875.6	225.9
1995	252.9	131.6	145.2	223.2	453.7	211.4	42.1	103.7	15.8	60.8	7.2	24.5	1672.1	1418	254.1
1996	117.3	131.4	230.8	325.5	369.9	148.1	110.6	15.8	21.1	3.7	22.5	103.4	1600.1	1323	277.1
1997	91.6	170.2	133.6	294.9	49.1	111	40.2	58.8	73.5	10.7	20.8	130.4	1184.8	850.4	334.4
1998	160.4	54.9	289.8	155.9	193.5	193.6	62.2	93.6	8.3	26	6.9	110.8	1355.9	1048.1	307.8
1999	13.4	103	67.6	209.2	283	76.2	26.1	14.4	51.2	2.1	2	66.1	914.3	752.4	161.9
2000	---	---	---	---	---	---	---	---	0	79.5	---	---	79.5	0	79.5
													1243.6	916.6	327.1

Fonte: DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo

Tabela 27 - Dados estatísticos da precipitação para o município de Taubaté

	Estação Chuvosa						Estação Seca								
Ano	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	t. ano	t. chuv	t. p. seco
1970	138	99.5	109.6	205.7	275.9	113.4	58.7	18.7	42.4	28.5	103	79.2	1272.6	942.1	330.5
1971	170.3	101.7	162.8	83.7	152.9	126.3	42.3	61.3	83.4	33.7	12.4	84.6	1115.4	797.7	317.7
1972	98.7	227.6	200.4	152	294.9	87	26.8	10.1	5.1	39.8	61.8	102.2	1306.4	1060.6	245.8
1973	87.7	115.1	219	214.1	115.7	106.5	100.1	26.4	15.9	72.8	2.9	58.8	1135	858.1	276.9
1974	101.3	150.9	153.9	385.9	50.5	175.7	25.5	13.7	83.1	0.5	4.2	13.7	1158.9	1018.2	140.7
1975	102.1	172	358.1	160.5	269.4	100.4	31.5	27.2	3.3	4.4	0	21.6	1250.5	1162.5	88
1976	53.9	107.8	182.3	308.3	315.3	140.8	129.5	106.4	14.8	99.5	92.3	156.2	1707.1	1108.4	598.7
1977	82.9	91.5	237.3	412	16.6	148.4	95.9	17.8	60	2.2	29.7	104.7	1299	988.7	310.3
1978	83	158.4	207.5	171.9	109.8	64	22.4	58.8	78	55.2	5.3	15.6	1029.9	794.6	235.3
1979	90.2	99.1	152.5	246	167.2	133.8	80.4	82.8	2	46	62.5	103.3	1265.8	888.8	377
1980	97.6	116.7	373.6	110.9	147.7	199	118.9	7.9	58.8	2.8	27.7	36.4	1298	1045.5	252.5
1981	172.2	154.3	---	198	170.8	150.2	67.9	22.2	34.4	56.5	26.3	37.4	1090.2	845.5	244.7
1982	255.5	186.1	266.3	267.1	248.9	228.2	43.4	16	118	57.5	---	22.5	1709.5	1452.1	257.4
1983	112.2	136.7	236.3	250.3	218.1	179.7	193.5	120.8	177.6	49.4	---	239.9	1914.5	1133.3	781.2
1984	11.8	131.6	234.4	228.1	78.3	144.9	155.4	54.1	1.6	32.7	70.6	97.5	1241	829.1	411.9
1985	52.5	138.1	215.6	192.9	321.3	315.1	87.7	106.5	25.9	2.7	31	95.2	1584.5	1235.5	349
1986	53.6	120.9	379.2	146.5	194	219	57	62.3	7.8	35.4	87.3	35.5	1398.5	1113.2	285.3
1987	57.2	101.1	173	378.8	164	156.8	188.3	220.3	91.3	---	9.8	43.4	1584	1030.9	553.1
1988	115.2	77.74	220.7	359.2	194.5	202.7	111.3	132.7	43.3	2.1	1.5	43.7	1504.6	1170.0	334.6
1989	19.6	68.3	---	323.6	354.2	171.1	112.7	43.9	49.6	79.6	22.8	---	1245.4	936.8	308.6
1990	100.1	116.9	61.5	207.2	132.3	93.7	61.2	44.3	11.6	66.9	49.7	82.1	1027.5	711.7	315.8
1991	114.3	59.2	179.8	268.3	362.9	345.7	101.5	107.9	26.6	10.8	18.1	57	1652.1	1330.2	321.9
1992	99.4	83.9	196.9	100.9	161.1	344	56.3	141.3	0	49.2	14.8	75.4	1323.2	986.2	337
1993	128.8	36.3	121.8	227.4	346.8	235.1	49.9	47.3	--	19.4	12.7	151.4	1376.9	1096.2	280.7
1994	106.6	100.7	267.5	171.1	62.5	190.2	37.1	95.6	29	18.4	0	6.3	1085	898.6	186.4
1995	245.6	115.7	165.7	240.1	355.6	145.8	72.5	56.2	19.8	59	11.5	25.8	1513.3	1268.5	244.8
1996	166.8	68.2	205.3	262.5	315.5	197.6	91.8	22.5	17.1	5.4	24.8	124	1501.5	1215.9	285.6
1997	65.2	205.4	180.6	355.7	153	70.5	40.9	67.2	75.8	8.9	20.8	92.1	1336.1	1030.4	305.7
1998	219.2	87.6	162.9	302.7	434.1	265.8	72	173.6	13.2	34.3	19.3	171.8	1956.5	1472.3	484.2
1999	25.1	115.8	192.1	368	465	171.8	95.7	26.3	90.9	10.2	11.3	73.5	1645.7	1337.8	307.9
2000	---	---	---	---	---	---	49.4	20.2	8.4	133.4	---	---	211.4	0	211.4
													1346.4	1024.5	322.0

Fonte: DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo