

MARIA CLEIDE BALDO

VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA E A DINÂMICA
ATMOSFÉRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IVAÍ - PR

Tese apresentada ao curso de pós-graduação
em Geografia Área de concentração:
Desenvolvimento Regional e Planejamento
Ambiental, para obtenção do título de doutora
em Geografia, da Universidade Estadual
Paulista.

Orientador: Prof. Dr. João Lima Sant'Anna Neto

Presidente Prudente
2006

MARIA CLEIDE BALDO

VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA E A DINÂMICA
ATMOSFÉRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IVAÍ - PR

COMISSÃO JULGADORA

TESE PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTORA

Presidente e orientador: Prof. Dr. João Lima Sant'Anna Neto

1º Examinador: José Bueno Conti

2º Examinador: Margarete Cristiane de C. Trindade

3º Examinador: José Tadeu Garcia Tommaselli

4º Examinador: Luci H. Nunes

Presidente Prudente (SP), 25 de abril de 2006



Dedico a:

Pietra

AGRADECIMENTOS

É com sentimentos de muita alegria e profunda gratidão que deixo aqui consignados meus agradecimentos a tantas pessoas que me ofereceram amizade e prestaram valioso apoio ao longo da jornada, de modo muito especial:

- ao meu orientador, Prof. Dr. João Lima Sant'Anna Neto, que gentilmente aceitou me orientar e pacientemente me atendia, mesmo no sufoco de sua agenda, a quem agradeço ainda a oportunidade oferecida para acompanhá-lo nas suas aulas por ocasião do estágio, no ano de 2004;

- a minha filha Pietra, que nem sempre compreendia a minha injustificável falta de tempo para brincar e passear;

- ao meu companheiro e amigo Hélio Silveira, pessoa tão especial, a quem é muito difícil, em tão poucas palavras, expressar a extensão de meu agradecimento;

- ao meu querido irmão Edmar, um exemplo de luta, honestidade e bondade, uma das pessoas que mais acreditaram nos meus ideais, o qual muito me incentivou, principalmente no aspecto financeiro, no decorrer da minha vida acadêmica;

- à minha família, em especial a minha querida irmã Maria da Penha e família, que me acolheram em sua casa nos primeiros anos de minha graduação, e no decorrer desta pesquisa inúmeras vezes dedicaram parte de seu tempo a cuidar carinhosamente da minha pequena Pietra;

- à minha grande e inesquecível amiga Márcia Helena Guerra da Silva, que com sua enorme sabedoria e criatividade sempre me ensinou acreditar nos sonhos.

- ao prof. Dr. José Tadeu G. Tommaselli, do Departamento de Geografia da Unesp de Presidente Prudente, um grande amigo, por cuja disponibilidade, seriedade e franqueza nutro uma enorme admiração;

- ao prof. Dr. Jonas Teixeira Nery, do Departamento de Geografia da Unidade de Ourinhos, uma pessoa muito especial por quem tenho profundo respeito e gratidão e que sempre lembrarei com muito carinho, por tudo o que fez por mim;

- ao prof. Dr. Edílson F. Flores, do Departamento de Matemática da Unesp – Presidente Prudente, que tão prontamente deu uma preciosa contribuição no tratamento estatístico dos dados;

- aos funcionários da Secretaria da Pós-graduação, que com muita atenção e eficiência me atenderam no decorrer destes quatro anos;

- às funcionárias da Biblioteca Central da Unesp Presidente Prudente, em especial à Claudia e à Raquel, pela elaboração da ficha catalográfica e correção das referências;

- aos colegas do laboratório de Climatologia, Roberval, Eduardo, Carlos, Wilson, André; em especial ao Newton Brigatti, pelos inúmeros favores via e-mail e também pela enorme simpatia e alegria que sempre me recebia;

- à Deise Fabiana Ely, colega de turma, pelo empréstimo de materiais e pelas preciosas sugestões prestadas na discussão dos resultados;

- ao Nilson César Fraga, pelos dados cedidos e pelas sugestões na elaboração do projeto desta pesquisa, um amigo muito especial que recorro sempre com muita saudade e admiração;

- à Yolanda Bernardes, à Aparecida Molina e à Miriam de Carlos, que em muitos momentos prestaram ajuda preciosa ao cuidar da Pietra;

- à Angela Maria Endlich, a quem tive a oportunidade de conhecer melhor no doutorado, muito atenciosa e prestativa, sempre esclarecendo minhas dúvidas;

- à Margarida Fachini, do Departamento de Geografia da UEM, pela revisão e correção do texto sobre vegetação;

- à Maria de Lourdes O. F. Martins, técnica do laboratório de Meteorologia do Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá, o meu agradecimento a esta pessoa maravilhosa, antecede a esta etapa, foi a responsável pelos meus primeiros passos na pesquisa.

Agradeço ainda às entidades que me forneceram os dados para a pesquisa: Superintendência de Recursos Hídricos e Meio Ambiente do Paraná – SUDERSHA, em especial ao Dr. Edson Nagashima, que prontamente atendeu todas minhas solicitações com muita eficiência e rapidez; ao Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR e ao Instituto Nacional de Meteorologia, em especial aos funcionários da Estação Climatológica Principal de Maringá, pela atenção e carinho no atendimento, e a CAPES, pela bolsa de estudo concedida durante boa parte do encaminhamento desta pesquisa.

VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA E A DINÂMICA ATMOSFÉRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IVAÍ – PR

RESUMO – Esta pesquisa objetivou analisar a dinâmica climática e a variabilidade pluviométrica para a determinação do padrão de precipitação predominante em diferentes escalas de análise e estabelecer a atuação dos sistemas atmosféricos e sua participação na geração de chuvas através da metodologia de análise rítmica proposta por Monteiro (1971). A bacia do rio Ivaí ocupa uma área de 35.845km², sendo a segunda maior no território paranaense. Na primeira etapa do trabalho foi realizada a caracterização da pluviosidade através dos dados pluviométricos de 60 postos no período de 1976 a 2001. Foram calculadas as médias mensais, sazonais e anuais e os totais anuais para toda série histórica. Para alguns anos considerados atípicos (secos e chuvosos) foram calculados os desvios-padrão em relação à média. A segunda etapa do trabalho consistiu na aplicação da análise rítmica para os anos eleitos como “padrão” - 1998 (chuvoso), 1999 (seco) e 2001 (habitual) para Guarapuava e Maringá. Como resultado, constatou-se que a distribuição espacial da pluviosidade, para todas as escalas de análise, apresentou um padrão com os valores mais elevados a montante, devido ao efeito orográfico e ao clima subtropical predominante nessa porção, enquanto os menores valores foram observados a jusante, por estar ela numa área de clima tropical e baixas altitudes. No que se refere à análise rítmica, foi constatado, no ano de 1998, que os maiores valores precipitados sob atuação dos sistemas frontais ocorreram no outono para Guarapuava e no inverno para Maringá, e que somente a frente polar atlântica gerou 57% da pluviosidade para cada localidade em relação ao total anual. Para o ano de 1999 os sistemas frontais geraram valores pluviométricos semelhantes tanto no verão quanto na primavera, para Guarapuava e Maringá. Foi constatado que a frente polar atlântica foi o sistema atmosférico de maior importância na sucessão dos tipos de tempo para a bacia. Observou-se que a participação dos sistemas frontais com diferentes intensidades no decorrer do ano apresentou estreita ligação com a distribuição da pluviosidade e suas irregularidades, e que não é tanto a quantidade de passagens frontais que repercute na gênese da pluviosidade, mas a associação de suas características com outros mecanismos e combinações é que produz efeitos significativos na área de estudo.

Palavras-chave: Rio Ivaí; análise rítmica; Paraná; pluviosidade; bacia hidrográfica; variabilidade pluviométrica.

PLUVIOMETRIC VARIABILITY AND THE IVAÍ RIVER BASIN**ATMOSPHERIC DINAMICS – PARANÁ STATE**

ABSTRACT – This research analyzes both the climate dynamics and the rainfall variability. It is aimed to determine the dominant rainfall pattern at different scales of analysis, to define the atmospheric systems and how they influence the rainfall generation. This research was performed according to the rhythm analysis methodology proposed by Monteiro (1971). The Ivaí River Basin drains an area of 35.845 km². It is the second largest river basin in the Paraná State. The first step of this research was to characterize rainfall regime based on 60 different rain gauge stations data, collected from 1976 to 2001. This basin monthly, seasonal, yearly averages and yearly totals were calculated based on its historic rainfall records. Atypical years (dry and rainy years) had their standard deviation calculated from mean values. During the second step of this research, rhythm analysis was performed for those years considered “atypical” – 1998 (rainy), 1999 (dry) and 2001 (typical) both for Guarapuava and Maringá. Each analysis scale showed that rainfall spatial distribution has a pattern of higher levels in the upstream basin. This is true because of the dominant subtropical climate and the orographic effects occurring in this area. Lower values occurred in the downstream basin because of the low altitude and its tropical climate. As far as rhythm analysis is concerned, it was evident that rainfall higher values under frontal systems occurred during the fall of 1998 in Guarapuava city and during the winter time in Maringá city, and also that the Atlantic polar front was responsible for 57% of rainfall measures for each locality in relation to the yearly total. In 1999, frontal systems values were similar in the summer and in the spring time, both in Guarapuava and in Maringá. It was clear that the Atlantic polar front was the most important atmospheric system during the weather succession along the river basin. Frontal systems of different intensities occurred along the year. These frontal systems showed close relation with rainfall distributions and its irregularities. It was clear that rainfall genesis is more influenced by the association of its characteristics with other mechanisms and combinations than by the number of frontal passages. Such combinations do affect the study area.

Key words: Ivaí River; rhythm analysis; Paraná; pluviosity; river basin; pluviometric variability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Localização da área de estudo, bacia hidrográfica do rio Ivaí – PR.....	13
Figura 2 -	Geologia da bacia do rio Ivaí – PR	15
Figura 3 -	Perfil geológico da bacia do rio Ivaí	16
Figura 4 -	Hipsometria da bacia do rio Ivaí – PR	18
Figura 5 -	Geomorfologia da bacia do rio Ivaí – PR.....	20
Figura 6 -	Principais classes de solos predominantes na bacia do rio Ivaí – PR.....	21
Figura 7 -	Distribuição das unidades fitogeográficas mais representativas na bacia do Ivaí.....	23
Figura 8 -	Perfil esquemático destacando a estrutura de um segmento de Floresta Ombrófila Mista no município de Iratí – PR.....	24
Figura 9 -	Perfil esquemático destacando a estrutura de um segmento de Floresta Estacional Semidecidual no município de Maringá – PR	25
Figura 10 -	Perfil esquemático destacando a estrutura de um segmento de Savana no município de Jaguariaíva – PR	26
Figura 11 -	Perfil esquemático representativo da Estepe, onde predominam formações herbáceas entremeadas por vegetação ripária e agrupamentos arbóreos isolados.....	26
Figura 12 -	Bacia hidrográfica do rio Ivaí – PR	27
Figura 13 -	Perfil longitudinal dos rios Dos Patos e Ivaí - PR.....	31
Figura 14 -	Divisão administrativa dos municípios inseridos na área de estudo	33
Figura 15 -	Área total em km ² de cada municípios da área e estudo	35
Figura 16 -	Densidade demográfica para todos os municípios da bacia do rio Ivaí	35
Figura 17 -	População total dos municípios localizados na área de estudo.....	36
Figura 18 -	Grau de urbanização em porcentagem dos municípios inseridos na bacia do rio Ivaí....	37
Figura 19 -	Esboço metodológico da pesquisa.....	42
Figura 20 -	Distribuição espacial dos postos pluviométricos na bacia do rio Ivaí – PR	43
Figura 21 -	Postos pluviométricos selecionados para a representação dos histogramas de pluviosidade média mensal, trimestral e sazonal, para o período de 1976-2001.....	48
Figura 22 -	Dendograma anual da pluviosidade para o posto José Afonso (1976 – 2001).....	49
Figura 23 -	Dendograma dos 60 postos pluviométricos localizados na bacia do rio Ivaí.....	56
Figura 24 -	Classificação dos postos pluviométricos obtidos através da análise de agrupamento, para a bacia do rio Ivaí.....	57
Figura 25 -	Média pluviométrica para os meses de jan, fev, mar, abr, maio e jun.....	63
Figura 26 -	Média pluviométrica para os meses de jul, ago, set, out, nov e dez.....	66
Figura 27 -	Distribuição da precipitação média mensal na bacia do rio Ivaí – 1976 a 2001.....	67
Figura 28 -	Variabilidade espaço temporal da pluviosidade mensal.....	68
Figura 29A	Meses mais secos para a bacia do rio Ivaí – período de 1976 a 2001.....	69
Figura 29B	Meses mais chuvosos para a bacia do rio Ivaí – período de 1976 a 2001.....	70
Figura 30 -	Trimestres secos e chuvosos para o período de 1976 a 2001	71
Figura 31 -	Pluviosidade média no verão para a bacia do rio Ivaí – PR (1976 a 2001).....	72

Figura 32 - Pluviosidade média no outono para a bacia do rio Ivaí – PR (1979 a 2001).....	73
Figura 33 - Pluviosidade média no inverno para a bacia do rio Ivaí – PR (1979 a 2001).....	74
Figura 34 - Pluviosidade média na primavera para a bacia do rio Ivaí – PR (1979 a 2001).....	75
Figura 35 - Média sazonal da precipitação para alguns postos da bacia do Ivaí – PR.....	76
Figura 36 - Precipitação média anual para o período de 1976 a 2001.....	78
Figura 37 - Variabilidade espaço-temporal da pluviosidade anual na bacia do rio Ivaí	80
Figura 38 - (A) - Desvio em relação à média anual (B) – Média anual de precipitação 1978.....	82
Figura 39 - (A) - Desvio em relação à média anual (B) – Média anual de pluviosidade 1985.....	83
Figura 40 - (A) - Desvio em relação à média anual (B) – Média anual de pluviosidade 1988.....	83
Figura 41 - (A) - Desvio em relação à média anual (B) – Média anual de pluviosidade 1991.....	84
Figura 42 - (A) - Desvio em relação à média anual (B) – Média anual de pluviosidade 1999.....	85
Figura 43 - (A) - Desvio em relação à média anual (B) – Média anual de pluviosidade 1983.....	85
Figura 44 - (A) - Desvio em relação à média anual (B) – Média anual de pluviosidade 1997.....	86
Figura 45 - (A) - Desvio em relação à média anual (B) – Média anual de pluviosidade 1998.....	87
Figura 46 - (A) - Desvio em relação à média anual (B) – Média anual de pluviosidade 1992.....	88
Figura 47 - (A) - Desvio em relação à média anual (B) – Média anual de pluviosidade 1990.....	88
Figura 48 - Distribuição anual da chuva em Maringá para todo o período e para 1998.....	92
Figura 49 - Distribuição anual da chuva em Guarapuava para todo o período e para 1998.....	92
Figura 50 - Distribuição espacial da pluviosidade total anual para o ano de 1998.....	93
Figura 51 - Distribuição anual da chuva em Maringá para todo o período e para 1999.....	94
Figura 52 - Distribuição anual da chuva em Guarapuava para todo o período e para 1999.....	94
Figura 53 - Distribuição espacial da pluviosidade total anual para o ano de 1999.....	95
Figura 54 - Distribuição anual da chuva em Maringá para todo o período e para 2001.....	96
Figura 55 - Distribuição anual da chuva em Guarapuava para todo o período e para 2001.....	96
Figura 56 - Distribuição espacial da pluviosidade total anual para o ano de 2001.....	97
Figura 57 - Síntese dos elementos climáticos, vento %, nebulosidade %, (Guarapuava e Maringá) e chuva (total anual) ano 1998 para toda área de estudo.....	130
Figura 58 - Síntese dos elementos climáticos, vento %, nebulosidade %, (Guarapuava e Maringá) e chuva (total anual) ano 1999 para toda área de estudo.....	132
Figura 59 - Síntese dos elementos climáticos, vento %, nebulosidade %, (Guarapuava e Maringá) e chuva (total anual) ano 2001 para toda área de estudo.....	134

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Relação dos nomes dos municípios inseridos na bacia do rio Ivaí.....	32
Tabela 2 -	Relação dos postos pluviométricos e das estações climáticas com o seu respectivo nome, ordem, latitude, longitude e altitude.....	44
Tabela 3 -	Variabilidade da pluviosidade anual para o posto José Afonso.....	50
Tabela 4 -	Variabilidade espaço temporal da pluviosidade anual para a bacia do rio Ivaí.....	90
Tabela 5 -	Dados de pluviosidade mensal dos anos de 1998, 1999 e 2001 e a média mensal do período de 1976 – 2001 de Maringá e Guarapuava.....	92
Tabela 6 -	Identificação sazonal dos sistemas atmosféricos para Guarapuava - 1998 (chuvoso)...	99
Tabela 7 -	Atuação em número de dias dos sistemas atmosféricos em Guarapuava - 1998	100
Tabela 8 -	Seqüência rítmica dos sistemas atmosféricos atuantes em Guarapuava – 1998.....	103
Tabela 9 -	Identificação sazonal dos sistemas atmosféricos para Guarapuava - 1999 (seco).....	104
Tabela 10 -	Atuação em número de dias dos sistemas atmosféricos em Guarapuava – 1999.....	105
Tabela 11 -	Seqüência rítmica dos sistemas atmosféricos atuantes em Guarapuava – 1999.....	108
Tabela 12 -	Identificação sazonal dos sistemas atmosféricos para Guarapuava - 2001 (habitual)....	109
Tabela 13 -	Atuação em número de dias dos sistemas atmosféricos em Guarapuava – 2001.....	110
Tabela 14 -	Seqüência rítmica dos sistemas atmosféricos atuantes em Guarapuava – 2001.....	113
Tabela 15 -	Identificação sazonal dos sistemas atmosféricos para Maringá - 1998 (chuvoso).....	114
Tabela 16 -	Atuação em número de dias dos sistemas atmosféricos em Maringá – 1998.....	115
Tabela 17 -	Seqüência rítmica dos sistemas atmosféricos atuantes em Maringá – 1998.....	118
Tabela 18 -	Identificação sazonal dos sistemas atmosféricos para Maringá - 1999 (seco).....	119
Tabela 19 -	Atuação em número de dias dos sistemas atmosféricos em Maringá – 1999.....	120
Tabela 20 -	Seqüência rítmica dos sistemas atmosféricos atuantes em Maringá – 1999.....	123
Tabela 21 -	Identificação sazonal dos sistemas atmosféricos para Maringá - 2001 (habitual).....	124
Tabela 22 -	Atuação em número de dias dos sistemas atmosféricos em Maringá – 2001.....	125
Tabela 23 -	Seqüência rítmica dos sistemas atmosféricos atuantes em Maringá – 2001.....	128
Tabela 24 -	Síntese sazonal das porcentagens pluviais para Maringá e Guarapuava nos anos de 1998(Chuvoso), 1999 (seco) e 2001 (habitual).....	136

LISTA DE FOTOS

Foto 1 -	Região do arenito caiúá no município de Tapejara no primeiro plano, cultura de cana-de-açúcar, no segundo uma usina e ao fundo algumas porções com pastagens.....	20
Foto 2 -	Mesetas e patamares devido à sucessão dos derrames basálticos, à erosão diferencial e ao desnível de blocos falhados em Grandes Rios – PR.....	20
Foto 3 -	Rio Ivaí entre os municípios de Doutor Camargo e Terra Boa - PR.....	28
Foto 4 -	Rio Alonzo afluente da margem direita do rio Ivaí em Grandes Rios.....	28
Foto 5 -	Rio Bom afluente da margem direita do rio Ivaí entre os municípios de Kaloré e Borrazópolis – BR-453.....	28

SUMÁRIO

RESUMO.....	VII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
LISTA DE TABELAS.....	XI
LISTA DE FOTOS.....	XI
1.INTRODUÇÃO.....	01
2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	04
2.1. A dinâmica atmosférica na região Sul e sua influência no clima no Estado do Paraná...	04
2.2. Análises climáticas em bacias hidrográficas.....	06
2.3. Variabilidade interanual da pluviosidade associada ao fenômeno El Niño e La Niña....	10
3.CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA	13
3.1. Localização da área de estudo.....	13
3.2. Clima.....	14
3.3. Geologia.....	14
3.4. Geomorfologia.....	18
3.5. Solos.....	21
3.6. Vegetação.....	23
3.7. Hidrografia	27
4.ASPECTOS SÓCIOS ECONÔMICOS.....	32
4.1. Divisão administrativa da área de estudo.....	32
4.2. Os processos de povoamento na bacia do rio Ivaí	33
5.PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	38
5.1. Referencial teórico.....	38
5.2. Material e técnica.....	42
5.2.1. Escolha dos postos pluviométricos.....	43
5.2.2. Tratamento dos dados.....	44
5.2.3. Preenchimento dos dados faltantes.....	45
5.2.4. Análise de agrupamento.....	45
5.2.5. Estatística descritiva.....	46
5.2.6. Representação espacial da pluviosidade.....	47
5.2.7. Painel espaço temporal da pluviosidade mensal e anual.....	49
5.2.8. Escolha do ano padrão.....	49
5.2.9. Elaboração do gráfico de análise rítmica.....	51
5.2.9.1. Sucinta descrição dos sistemas atmosféricos identificados.....	52
5.3. Documentação cartográfica utilizada e elaborada.....	55

6.DISSCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	56
6.1. Classificação das áreas homogêneas para a bacia do rio Ivaí.....	56
6.2. Análise da variabilidade pluvial para o período de 1976 - 2001.....	61
6.2.1. Pluviosidade média mensal para todos os postos da bacia do rio Ivaí.....	61
6.2.2. Histograma da distribuição mensal da pluviosidade.....	67
6.2.3. Variabilidade espaço-temporal da pluviosidade mensal.....	68
6.2.4. Análise do mês mais seco e do mais chuvoso	69
6.3. Pluviosidade para os trimestres seco e chuvoso.....	71
6.4. Pluviosidade média sazonal do período de 1976 a 2001.....	72
6.4.1. Pluviosidade média sazonal para nove postos pluviométricos.....	76
6.5. Pluviosidade média anual para o período de 1976 a 2001.....	77
6.5.1. Variabilidade espaço-temporal anual.....	79
6.6. Análise da variabilidade interanual para o período de 1976 a 2001.....	82
6.6.1. Análise dos cinco anos mais secos, 1978, 1985, 1988, 1991 e 1999.....	82
6.6.2. Análise dos cinco anos mais chuvosos, 1983, 1997, 1998, 1992 e 1990.....	85
6.7. análise da variabilidade pluviométrica anual para a escolha dos “anos-padrão”.....	90
6.7.1. Análise dos “anos-padrão” 1998 (chuvoso), 1999 (seco), 2001 (habitual) para Maringá e Guarapuava.....	91
6.8. Análise rítmica para Guarapuava e Maringá dos anos de 1998 (chuvoso) 1999 (seco) e 2001 (habitual)	98
6.8.1. Guarapuava - 1998 – “Ano-padrão” chuvoso.....	99
6.8.2. Guarapuava - 1999 – “Ano-padrão” seco.....	104
6.8.3. Guarapuava - 2001 – “Ano-padrão” habitual.....	109
6.8.4. Maringá - 1998 – “Ano-padrão” chuvoso.....	114
6.8.5. Maringá - 1999 – “Ano-padrão” seco.....	118
6.8.6. Maringá - 2001 – “Ano-padrão” habitual.....	123
6.9. Síntese da análise rítmica para Guarapuava e Maringá.....	129
6.9.1. “Ano-padrão” chuvoso - 1998.....	129
6.9.2. “Ano-padrão” seco - 1999.....	131
6.9.3. “Ano-padrão” habitual - 2001.....	134
7.CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	137
8.REFERÊNCIAS.....	139
9.ANEXOS.....	153

INTRODUÇÃO

A atmosfera e os climas terrestres são resultantes de forças que agem no globo, proveniente principalmente do sol. Essa fonte primária, aliada as transformações provocadas pelas atividades humanas no espaço geográfico, afetam profundamente os climas do planeta. Embora o clima tenha sofrido alterações ao longo das eras geológicas e que suas oscilações possibilitaram tanto o surpreendente desenvolvimento da vida, quanto em alguns casos, a sua extinção, através de desastres e catástrofes, ainda não estamos completamente preparados diante da repercussão que os elementos do clima exercem sobre a sociedade.

Sendo o clima muito dinâmico, torna-se necessária a observação de seus principais elementos, como a temperatura, a umidade e a pluviosidade, por um longo período de tempo, para se verificar se as variações de seu comportamento são realmente permanentes, ou são fatores de mudança climática, ou se são ciclos periódicos que tendem a se repetir de tempos em tempos, tratando-se apenas de variabilidade do clima (SANT'ANNA NETO e ZAVATINI, 2000).

O clima é, dentre os inúmeros elementos da paisagem que compõem as características ambientais de uma bacia hidrográfica, um de seus principais formadores. O conhecimento detalhado de sua dinâmica e das interações que mantém com os demais elementos do ambiente é uma contingência necessária para toda e qualquer atividade humana. A estreita relação existente entre os aspectos climáticos e as atividades agrárias, urbanas e industriais atesta a importância do conhecimento das condições climáticas para o gerenciamento de tais atividades (Mendonça, 1997).

O entendimento da dinâmica atmosférica é decisiva para a definição do estado do tempo sobre um dado lugar, assim como do tipo de clima. Evidentemente, outros fatores geográficos - como a latitude, a altitude, o uso da terra - passam a ser parâmetros fundamentais nos estudos do clima, pois a atuação do homem, modificando a paisagem natural numa escala local, impõe à configuração topográfica uma situação de diversificação do uso do solo, que, interagindo com o relevo, cria condições diversificadas de balanço de energia, gerando um quadro climaticamente peculiar.

O resultado da interação dos fatores estáticos e dinâmicos, que determinam o clima, pode ser percebido pelo comportamento dos elementos climáticos.

Desvendar a sucessão habitual dos sistemas atmosféricos sob determinada região e entender suas repercussões em cada atributo meteorológico específico, segundo Monteiro (1971), constituem fatores fundamentais para verificar o seu impacto sobre o espaço geográfico. Sendo assim, com base na gênese e na dinâmica, podem ser desvendadas diversas relações de causa e efeito no conjunto formado pela atmosfera e a superfície. Esse entendimento é muito importante

para a compreensão da dinâmica espaço-temporal dos elementos climáticos, principalmente da precipitação pluviométrica, que merece uma ênfase especial, uma vez que a sua distribuição no espaço e sua irregularidade no tempo tornam-se relevantes, não apenas do ponto de vista climático, mas principalmente pelas repercussões na agricultura e nos problemas de ordem econômica delas advindos, no abastecimento de água, na produção de energia hidrelétrica, nos processos físicos e em outras formas de vida.

Partindo-se desta perspectiva, os estudos climáticos passam a ter um papel fundamental, pois se apresentam de forma tridimensional do ponto de vista espaço-temporal (planos horizontais e verticais, considerando-se a atmosfera adjacente, o solo e o espaço subterrâneo), incluindo os elementos produzidos pela ação antrópica, em distintas combinações.

A bacia hidrográfica, entendida como célula básica de análise ambiental, permite conhecer e avaliar seus diversos componentes e os processos e interações que nela ocorrem. A visão sistêmica e integrada do ambiente está implícita na adoção desta unidade fundamental (BOTE-LHO e SILVA, 2004).

Os mesmos autores colocam que a década de noventa, principalmente a partir da segunda metade, vem sendo caracterizada pelo aumento, não só na produção e trabalhos ligados à área ambiental, mas especificamente das pesquisas relacionadas ao uso e qualidade da água. A conscientização cada vez maior por parte da sociedade, da importância da água, essencial à vida e as muitas das atividades humanas, impulsionou o desenvolvimento de estudos e a criação de leis que a regulamentam.

O que vem sendo constatado é um aumento no valor da bacia hidrográfica como unidade de análise e planejamento ambiental. Nela é possível avaliar de forma integrada as ações humanas sobre o ambiente e seus desdobramentos sobre o equilíbrio hidrológico presente no sistema representado pela bacia de drenagem.

Portanto, a precipitação pluviométrica, principal entrada do balanço hidrológico, é o elemento climático, dentre outros elementos e fatores, de suma importância para entender este equilíbrio.

E, dentro desta perspectiva, somado à falta de pesquisa realizada, que se elegeu como objeto de análise à bacia hidrográfica do rio Ivaí localizada no Estado do Paraná entre as coordenadas geográficas de 22° 54' a 25° 33' de latitude Sul e 50° 44' a 52° 42' de longitude Oeste, ela apresenta uma área total de 35.845 km², sendo a segunda maior do Estado. Este rio drena uma área de 105 municípios inseridos nesta bacia, o que corresponde a 26% do território paranaense.

Segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2000), 21% da população do Estado do Paraná encontra-se na área de estudo, que possui aproximadamente 1.990.000 habitantes, 78% dos quais estão concentrados na área urbana e 22% na zona rural.

As cidades que se destacam pelo maior número de habitantes: Maringá, Guarapuava, Apucarana, Umuarama, Campo Mourão, Paranavaí, e Sarandi, têm a função de pólo regional.

Neste trabalho objetiva-se analisar a distribuição espaço-temporal das chuvas numa escala mensal, trimestral, sazonal, anual e interanual, buscando detectar os padrões de distribuição pluvial existentes a partir de sua gênese e dinâmica. Para tanto, será utilizada a metodologia de análise rítmica proposta por Monteiro (1971), para três “anos-padrão”, habitual, seco e chuvoso, na tentativa de explicar o ritmo climático.

O reconhecimento da dinâmica climática predominante na bacia hidrográfica do rio Ivaí, bem como a distribuição quantitativa e qualitativa da precipitação pluviométrica no tempo e no espaço, fornece subsídios para o planejamento territorial, principalmente no que se refere à gestão dos recursos hídricos.

Através deste conhecimento, pode-se estabelecer uma exploração mais adequada do potencial ecológico da área de estudo, particularmente no que diz respeito à disponibilidade de água, buscando-se desta forma a manutenção da qualidade ambiental e, conseqüentemente, a ampliação do desenvolvimento econômico e social.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A dinâmica atmosférica na Região Sul e sua influência no clima no Estado do Paraná

Os processos genéticos do clima do Paraná são compreendidos através dos mecanismos da circulação atmosférica na América do Sul, sendo estes apresentados nas obras de Serra e Ratisbonna (1942); Serra (1948; 1954; 1962), Monteiro (1968,1969) e Nimer (1989).

Segundo Monteiro (1968), a Região Sul do Brasil é o campo de ação das três principais massas de ar da vertente atlântica da América do Sul, guiado pelos sistemas de circulação do Hemisfério Sul e orientadas pelo relevo produzindo três grandes correntes de perturbação ou de grandes discontinuidades que atravessam a região.

O mesmo autor coloca que a massa tropical atlântica, pela ação persistente do anticiclone oceânico, tem ação muito relevante no decorrer de todo o ano. Segundo as oscilações latitudinais e longitudinais deste ‘anticiclone’, ela percorre a região em correntes de leste e, mais comumente, de nordeste. As massas de ar equatorial continental e tropical continental atuam na região, atraídas pelo centro de baixa pressão do chaco associado às ondulações da frente polar através do corredor de planícies interiores, em correntes do noroeste. A primeira é responsável pelo aquecimento da região que, durante o verão, é seguida da penetração da segunda, que além do calor, responde pelo aumento da umidade e pluviosidade.

O avanço da massa polar atlântica, quer pelas modificações de propriedades que se produzem na sua trajetória, quer especialmente pelos mecanismos de desenvolvimento frontal que acarretam com as massas intertropicais, conferem às correntes do sul o caráter de mais importante discontinuidade que atravessa, não só a Região Sul, mas inclusive o território brasileiro. Particularmente notáveis no inverno, os seus avanços ultrapassam, muitas vezes, os domínios da região, interferindo mesmo, nas regiões mais setentrionais (MONTEIRO,1968).

Outros mecanismos que influenciam na formação da pluviosidade são os complexos convectivos de meso escalas e a formação de ciclones extratropicais.

O clima do Paraná vem sendo analisado sob diferentes enfoques nas mais variadas escalas. Há que se ressaltar que existem uma enorme quantidade de trabalhos sobre diferentes elementos climáticos não somente para todo o Estado, mas também para algumas regiões específicas. É importante destacar os trabalhos clássicos que contribuíram e continuam contribuindo para o entendimento do clima desse Estado.

Simões (1954) caracterizou o clima do Estado do Paraná como sendo “uma região de transição entre dois diferentes regimes: o clima tropical, que domina do planalto paulista para o

norte e o clima mesotérmico, sempre úmido, que caracteriza de modo geral, a região sul do Brasil e que se poderia denominar de subtropical”. Essa transição se reflete, sobretudo, no regime pluviométrico. É no Paraná que se estabelece a passagem do regime de chuva de verão para o regime de chuvas distribuídas por todo o ano, em que se registra um período relativamente seco, no outono e inverno, na Porção Noroeste do Estado.

A mesma autora acrescenta que na parte centro-ocidental do Estado não se percebe nitidamente o período de máxima pluviosidade, devido ao aquecimento relativamente forte na primavera e verão, capaz de produzir chuvas em abundância nesse período. No outono e inverno, as chuvas se formam pelas perturbações trazidas pelos avanços da frente polar atlântica e anticlones migratórios vindos do sul.

A precipitação pluviométrica no território paranaense apresenta uma distribuição irregular no tempo e no espaço, observação feita por Holzmam (1967), que também constatou que as mais elevadas precipitações anuais são encontradas respectivamente nas regiões do litoral, do Sul, do Oeste e do Sudoeste do Estado. As áreas menos chuvosas estão concentradas na Porção Noroeste, mais próxima ao Estado de São Paulo e na calha do rio Paraná.

O interesse pelas características climáticas do Paraná está bem marcado na obra de Maack (1981), que dedica um capítulo à análise do clima, mesmo não contando com a disponibilidade de dados, principalmente para as regiões Norte e Oeste do Estado. O autor apresenta uma série de considerações de alguns elementos climáticos destacando que as grandes escarpas, que delimitam o primeiro, o segundo e o terceiro planalto têm muita influência na distribuição das precipitações. Atuam simultaneamente como obstáculos orográficos, que forçam a precipitação dos ventos marítimos úmidos que sopram de E, NE e de SE como alísio deslocado pela serra do Mar. Desta maneira, a escarpa devoniana recebe 100 a 300 milímetros a mais de chuva do que o primeiro planalto, localizado diante da cuesta, enquanto que a serra da Boa Esperança, com 1.800 a 2.000 milímetros tem anualmente 500 a 600 milímetros a mais de chuva do que os três planaltos ondulados.

As precipitações frontais produzidas, no avanço da massa polar, são mais abundantes nas proximidades do litoral, no contato mais direto com a massa tropical atlântica. Assim, durante o inverno, a pluviosidade na porção mais setentrional do Estado é advinda, em sua maior parte, da frente polar (MONTEIRO, 1968).

As regiões com totais anuais menores, entre 1.200 e 1.500mm, situam-se no Norte e Noroeste do Estado, em altitudes inferiores a 600 metros. Segundo Simões (1954), Monteiro (1968) e Nimer (1989), o regime pluviométrico no Extremo Norte e Noroeste do Estado do Paraná tem afinidade com o regime da porção ocidental do Estado de São Paulo, com tendência a invernos secos.

Esta característica de transição climática é conferida por um conjunto de fatores, alguns de ordem “estática” - orografia - e outros de ordem “dinâmica” - sistemas atmosféricos, que, associados, interagem simultaneamente (NIMER,1989).

As causas das variações pluviiais no Oeste de São Paulo (Araçatuba) e Norte do Paraná (Londrina) foram analisadas por Zavatini (1985), que as relacionou com as principais correntes da circulação atmosférica regional atuantes. O centro do eixo de observação (Presidente Prudente) encontra-se numa zona transicional, é móvel, devido aos fluxos tropicais e extratropicais, ligando-se às variações do ritmo pluvial da área estudada e explicando os regimes pluviométricos contrastantes e interferentes ao longo do eixo.

Com relação à frequência de ocorrência de veranicos no Estado do Paraná, Bernardes, Aguilar e Abe (1988) concluíram que a menor frequência de 7 dias sem chuvas ocorreu no litoral, aumentando do Sul para o Oeste do Estado. Os de 15 dias ocorrem de maneira geral com baixa frequência. A duração de períodos secos variou de 20 a 55 dias, com duração inferior a 20 dias no litoral, entre 20 e 30 dias no Sul e parte do Centro-Oeste e entre 30 e 40 dias de duração no restante do Estado. O veranico tem sido uma das principais causas de frustração de safras. Nos anos agrícolas de 1977/78, 1978/79 e 1981/82 houve perda do arroz e do milho, devido às estiagens ocorridas no mês de janeiro.

A faixa litorânea do Paraná possui um regime pluviométrico marcado pela concentração de chuvas nos meses de janeiro, fevereiro e março. Isto decorre da atuação predominante da massa tropical atlântica, dotada nesta época de aquecimento basal e sujeita à instabilidade fomentada pelo efeito orográfico da Serra do Mar (NIMER, 1989).

Nery, Vargas e Martins (1996) utilizaram análise multivariada para agrupar as séries pluviométricas homogêneas no Paraná. Observaram que o regime de precipitação é altamente sazonal, com verão chuvoso e inverno seco, sendo agosto o mês que apresenta a menor média dos totais mensais de precipitação. Observaram, também, que nas porções Central, Oeste e Sul do Estado, as chuvas são bem distribuídas ao longo dos anos.

As regiões que apresentam os menores riscos para definir as épocas de semeadura para o feijoeiro na safra das águas no Paraná foram identificadas por Wrege *et al.* (1997). A partir de valores diários de evapotranspiração máxima e precipitação provenientes de 32 estações meteorológicas, calcularam o balanço hídrico utilizando um modelo climatológico adaptado ao feijoeiro. Concluíram que toda a região do Norte do Estado apresenta risco elevado de deficiência hídrica. A região litorânea possui risco baixo. Nas demais regiões verifica-se um nível de risco intermediário.

2.2. Análises climáticas em bacias hidrográficas

A bacia hidrográfica passa a ser freqüentemente utilizada como referencial geográfico para a adoção de práticas de planejamento ou de manejo e aproveitamento de recursos naturais. Dada a grande importância da água como via de circulação para transporte, para a geração de energia elétrica, como fonte de abastecimento urbano e industrial e caminho para a diluição de efluentes domésticos e industriais, a bacia hidrográfica tem se transformado em uma unidade básica para planejamento e gestão ambiental (ROSS E DEL PRETTE, 1998).

Portanto, o conhecimento dos padrões predominantes de precipitação pluviométrica em diferentes escalas e sua variabilidade passa a ter uma importância ainda maior no planejamento dos recursos hídricos, no estudo hidrológico, no planejamento urbano e no planejamento agrícola, entre outros.

Uma análise da precipitação nas bacias dos rios Acarai e Mondai, no Paraguai, através dos dados diários, mensais e anuais para o período de 1929 a 1958, constatou que a distribuição das chuvas é relativamente uniforme em quase toda a área, o que não acontece com os dados mensais, cuja variabilidade é considerável. Esta análise de flutuação da pluviosidade é fundamental para a utilização adequada dos recursos hídricos, principalmente quando os dados de observação direta do regime fluvial abrangem apenas períodos curtos (PARAGUAI, 1959).

Maksoud (1964) constatou na bacia do rio de Contas, na Bahia, os sistemas atmosféricos atuantes e o efeito das frentes frias na perduração das chuvas, classificou os tipos climáticos e caracterizou as chuvas mensais e anuais.

As principais características climáticas da bacia do rio Corumbataí foram definidas por Brino (1973) através da análise de alguns elementos climáticos em sua distribuição no tempo e no espaço, aliada à análise dinâmica em situações episódicas, sugerindo os tipos de tempo que habitualmente ocorrem. Na análise dinâmica o autor caracterizou os tipos de tempo mais comuns e estabeleceu o seu ritmo de ocorrência. Este ritmo, tão importante para o tratamento geográfico do clima, é definido com a distribuição dos tipos de tempo dentro dos episódios através das estações do ano.

A bacia do rio Pirapó, no Estado do Paraná, apresenta irregularidade interanual tanto na pluviosidade quanto na temperatura. Os verões são sempre chuvosos e os invernos quase sempre úmidos, mas a bacia sempre apresenta de um a dois meses secos. Os meses mais frios são junho, julho e agosto, podendo o tempo frio iniciar-se a partir de maio e estender-se até setembro. O efeito altimétrico controla a distribuição espacial dos setores mais frios (RIBEIRO, 1987).

O mesmo autor observou um controle orográfico que não interfere apenas nas temperaturas, mas se estende aos totais pluviométricos. A diferença entre o total anual que se

verifica na área da nascente à foz do rio Pirapó está em torno de 35%, ocorrendo um decréscimo pluviométrico associado à perda de altitude. O inverno vai se tornando mais seco no sentido da foz do rio Pirapó, que passa a apresentar um clima mais voltado para as condições que se verificam no Oeste do Estado de São Paulo, com duas estações bem marcadas - o verão quente e chuvoso e o inverno brando e seco.

Na bacia do Piracicaba – SP, Christofolletti (1992) analisou a sazonalidade da precipitação utilizando o índice de Walsh e Lawler (1981). Este índice oferece uma classificação para quantificar os graus de sazonalidade. Para toda a área de estudo constatou que as ocorrências mais comuns recaíram nas classes da distribuição sazonal das chuvas e da distribuição marcadamente sazonal com pequena estação seca. No estudo da sazonalidade constatou a existência de baixos valores na variabilidade, considerando-se tanto a porcentagem da estação chuvosa quanto os índices de sazonalidade. Através dessa análise percebeu-se que há homogeneidade em toda a bacia, sem distinguir setores regionais.

Para melhor entender a gênese pluviométrica e sua relação com as variações anuais e sazonais sobre a bacia do rio Corumbataí - SP, Zavatini e Cano (1993) realizaram uma análise detalhada da sucessão dos estados atmosféricos. Consideraram as intrínsecas relações existentes entre a dinâmica climática e a evolução da paisagem, especialmente em países como o Brasil, onde as flutuações climáticas são, habitualmente, sinônimo de variações do ritmo pluvial.

Mendonça (1997) realizou uma caracterização climática da bacia hidrográfica do Rio Tibagi, e observou uma tropicalização do clima. Isto se deve ao fato de o Norte do Estado do Paraná, na porção médio-jusante da bacia hidrográfica do rio Tibagi, situar-se dentro de uma área considerada de transição climática. As temperaturas médias compensadas, a média das mínimas e os totais absolutos apresentaram tendência a elevar-se em termos totais anuais, e as chuvas concentradas e torrenciais têm se tornado mais expressivas.

As flutuações da precipitação pluviométrica em escala anual e interanual, na bacia do rio Itajaí-SC, foram estudadas por Nery e Baldo (2000). Constataram que a precipitação pluviométrica está concentrada nos períodos de janeiro e fevereiro, e os meses com menor precipitação foram maio, junho e julho. Com relação à escala interanual, concluíram que oscilação sul interfere com maior intensidade na pluviometria em anos de El Niño do que nos eventos de La Niña.

Sant'Anna Neto e Borsato (2000), realizaram uma caracterização climática para a bacia do rio Pirapó – PR, através da variabilidade temporal e espacial da pluviosidade, correlacionando os dados de 5 censos agropecuários de 1970 a 1996, com os respectivos dados: produção, área das culturas, manejo do solo e indicadores de modernização. Desta forma foi demonstrado o

papel do clima no desenvolvimento agropecuário da região, servindo de subsídio para futuros planejamentos agroclimáticos.

Um monitoramento da precipitação foi realizado por Valdati e Pellerin (2000), na sub-bacia do rio da Pedra – SC, durante o ano de 1998 a início de 1999. Os autores constataram que existe um aumento progressivo da quantidade de chuva a partir da planície litorânea em direção ao sopé da Serra Geral, atingindo maiores amplitudes nos meses de verão, quando a quantidade de chuva, próximo às escarpas da serra, é praticamente o dobro da das áreas situadas a 12 km a leste.

Menardi Júnior (2000) analisou o regime e o ritmo das chuvas na bacia do rio Piracicaba - SP, primeiramente numa ótica da climatologia estática, onde obteve cinco compartimentos, resultando numa “tipologia pluvial”; e sob a ótica dinâmica foram analisados dezessete episódios pluviométricos excepcionais, através da análise rítmica destacando os sistemas atmosféricos geradores ou não de chuvas. Complementando os resultados obtidos, demonstrou, através dos episódios selecionados e das notícias coletadas na imprensa regional, os principais impactos ocorridos na bacia. Constatou que somente no mês de junho de 1980 não foi registrado, na imprensa regional, o impacto pluvial. Os demais períodos, tanto os de estiagem como os de altos valores pluviométricos, tornaram-se manchetes.

A distribuição temporoespacial das chuvas na bacia do rio Corumbataí - SP foi estudada por Silva (2001), que correlacionou os índices mensais de precipitação pluviométrica com as amostras de águas coletadas, com o intuito de verificar o comportamento dos índices de consumo da cidade de Rio Claro e as condições da qualidade da água em função do ritmo pluvial na área de estudo. Constatou que a estação mais chuvosa é o verão e a mais seca é o inverno, e que o outono se caracteriza como a estação de transição entre o período das chuvas e a época de estiagem. Mesmo o verão sendo a estação mais chuvosa, o trimestre não é necessariamente o mais chuvoso.

Sakamoto (2001) estudou a pluviosidade na bacia do Alto Uruguai, para abordar alguns aspectos das flutuações interanuais, com o objetivo de investigar suas características e a evolução posterior das tendências constatadas por Zavatini (1990) na região e verificar se apresentaram tendência crescente semelhante à constatada por Sant’Anna Neto (1995) para o Estado de São Paulo, que abrange uma faixa de latitude análoga à da porção centro-sul da bacia. As tendências observadas por Zavatini permaneceram com tendência crescente dos totais anuais na série de Cuiabá, e na série de Campo Grande as chuvas de primavera diminuíram a partir de 1985, voltando a aumentar no início da década de 1990. As flutuações de curto período mostraram-se relacionadas principalmente às flutuações sazonais e apresentaram características de persistência de condições mais chuvosas ou de condições mais secas. A variabilidade da

chuva na bacia apresentou variação temporal segundo a latitude, podendo dilatar-se o tempo de permanência de condições mais úmidas ou mais secas.

Com relação ao estudo de vazões, Galvincto e Souza (2002) analisaram as vazões médias do rio São Francisco de outubro a março, nos períodos de 1970 e 1983, de 237 postos pluviométricos, e as correlacionaram com os índices da temperatura da superfície do mar do Niño 3. Constataram que existe uma relação significativa entre as vazões e as temperaturas da superfície do mar. Avaliaram a viabilidade de prever qualitativamente as vazões médias mensais pela análise da correlação. A maioria das correlações é estatisticamente significativa ao nível de significância de 95%. Na sub-região do Alto São Francisco, alguns anos de altas vazões estão associados a eventos de El Niño e anos de baixas vazões, a eventos de La Niña.

As anomalias da precipitação na bacia do rio Paraná foram estudadas por Camilloni e Barros (2002) durante eventos de El Niño, com o objetivo de identificar a época do ano que apresenta a maior resposta ao evento, e relacionaram os resultados obtidos com os eventos extremos de vazão do rio Paraná. Os períodos analisados foram os dos eventos de El Niño ocorridos em 1951 e 1998. A análise das maiores anomalias registradas no rio Paraná no último século mostra que onze dos dezesseis casos mais importantes tiveram lugar durante alguma fase quente do El Niño.

O clima assume importante papel na produção do espaço rural. A partir do conhecimento da dinâmica climática e sua gênese, podem-se minimizar seus efeitos negativos às atividades humanas e direcionar este conhecimento no sentido de encontrar um equilíbrio, aproveitando a sua variabilidade temporal para o planejamento econômico (SANT'ANNA NETO,1998).

O mesmo autor coloca que em cada porção do território as configurações espaciais determinadas pela topografia do relevo, cobertura do solo, rede de drenagem e escoamento hídrico, entre outros, interagem com os padrões climáticos, o que torna necessário conhecer estas interações.

2.3. Variabilidade interanual da pluviosidade associada ao fenômeno El Niño e La Niña

A variação da precipitação pluviométrica é um dos mais importantes elementos meteorológicos, principalmente nas regiões tropicais. Todo um conjunto de atividades, entre elas as agrícolas, das quais tantas outras dependem, estão estreitamente associadas ao regime pluvial, sendo gravemente prejudicadas pelos episódios extremos, como as secas ou as enchentes.

Segundo Kousky e Cavalcanti (1984), alguns casos de desvios de precipitação no Brasil estão ligados ao fenômeno chamado El Niño Oscilação Sul - ENOS o qual provoca sensíveis anomalias no escoamento atmosférico em escala global.

O fenômeno El Niño – Oscilação Sul tem a sua origem situada no Oceano Pacífico tropical. Dois componentes constituem o fenômeno, sendo um de natureza oceânica e outro de natureza atmosférica. O primeiro está associado com as variações na temperatura da superfície do mar (TSM) com caráter mais intenso e abrangente. Este componente é, atualmente, monitorado principalmente através da temperatura da superfície do mar (TSM) em regiões ao longo da região equatorial do Oceano Pacífico. O segundo está relacionado ao fenômeno Oscilação Sul, este é caracterizado por uma oscilação da pressão ao nível do mar observado entre as regiões da Indonésia e o Oceano Pacífico Leste, segundo Walker e Bliss (1932 apud Casarin e Kousky, 1986) e Trenberth (1976) entre outros.

Esta correlação inversa existente entre a pressão atmosférica nos extremos leste e oeste desse oceano, repercute em profundas modificações climáticas na região tropical e em várias regiões do globo terrestre (TRENBERTH, 1991 e 1997; GRIMM, GUETTER, CARAMORI, 1997; CAPEL MOLINA, 1999). Durante a fase negativa da Oscilação Sul são observadas, na alta troposfera, correntes de jato mais intensas que as normais nos subtrópicos, durante o inverno, nos dois hemisférios (ARKIN, 1982).

O Índice de Oscilação Sul (IOS) é utilizado no monitoramento desta componente, sendo definido como a diferença entre os desvios normalizados da pressão na superfície entre as regiões do Oceano Pacífico do Taiti, na Polinésia Francesa, e Darwin, no Norte da Austrália. O IOS é dado pela pressão atmosférica ao nível do mar (PNM) do Taiti menos a pressão atmosférica ao nível do mar (PNM) de Darwin.

O fenômeno ENOS faz parte de uma variação irregular em torno das condições normais do oceano e da atmosfera na região do Pacífico Tropical. Um extremo dessa variação é representado pelas condições de El Niño, quando se verifica um aquecimento das águas, simultaneamente com a diminuição da pressão atmosférica no Pacífico Leste (também denominado fase quente ou fase negativa); outro extremo da variação é representado pelas condições de La Niña, quando ocorre um resfriamento das águas e aumento na pressão atmosférica na Região Leste do Pacífico (também denominado de fase fria ou fase positiva). Quando ocorre o El Niño, o IOS é negativo e a anomalia de TSM do Pacífico Equatorial é positiva (quente), e no caso de La Niña o IOS é positivo e a anomalia de TSM é negativa (frio) (BERLATO E FONTANA, 2003).

A relação existente entre o ENOS (El Niño - Oscilação Sul) e a precipitação é conhecida e tem sido muito estudada. Segundo Grimm, Guetter e Caramori (1997), a influência do El Niño no clima na Região Sul do Brasil deve-se ao fato de o fenômeno ENOS criar intensas fontes de calor (energia) na atmosfera, em locais onde normalmente não estão. Quando há uma fonte de calor em certa região do Pacífico Leste, o que pode ocorrer em situação de El Niño é uma

propagação de um “trem de onda” para o Sul da América do Sul, de maneira a criar condições propícias à ocorrência de chuvas mais intensas e persistentes no Sul do Brasil. Estas condições propícias incluem o fortalecimento e a ondulação do Jato Subtropical sobre o Sul da América do Sul.

No Brasil, algumas anomalias de precipitação podem estar associadas ao fenômeno El Niño Oscilação Sul. Kousky e Cavalcanti (1984) concluíram que, durante o período de El Niño de 1982-1983 (fase negativa da Oscilação Sul), uma corrente de jato subtropical bem marcada sobre a América do Sul e a oeste do Pacífico Sul, juntamente com várias situações de bloqueio, em latitudes médias, favoreceu o ingresso de sistemas frontais ativos no Sul do Brasil. Isto explicaria a excessiva precipitação observada na região, nesse período.

Studzinski (1995) relacionou as precipitações no Sul do Brasil com as temperaturas dos oceanos Pacífico e Atlântico Tropical e Sul, e concluiu que o El Niño Oscilação Sul desempenha um importante papel na variabilidade interanual das precipitações pluviométricas dessa região e que o fenômeno atua em praticamente todos os meses do ano.

O impacto desta variabilidade interanual sobre as chuvas no Paraná é maior na primavera do ano em que o El Niño se inicia, havendo também, nas regiões Sul e Sudeste do Estado, uma tendência a excesso de chuvas no outono/inverno do ano seguinte. Foram registrados mais de 12 El Niños desde de 1940, dos quais apenas os episódios de 1983 e 1992 estiveram associados às enchentes no Estado. Nesses dois casos o El Niño começou em abril/maio e persistiu até meados do ano seguinte (GRIMM, GUETTER E CARAMORI, 1997).

Nery et al. (1997) observaram que todas as flutuações interanuais mais significativas da precipitação no Estado do Paraná estiveram associadas com as fases extremas de Oscilação Sul. As secas mais significativas ocorreram no inverno, e nem sempre estiveram associadas com a fase de La Niña.

A variabilidade interanual da precipitação pluviométrica é o fator principal da flutuação dos rendimentos e da produção agrícola na Região Sul do Brasil segundo Berlato, Fontana e Gonçalves, 1992.

A variabilidade climática causa transtornos à economia e gera impactos sociais imensuráveis. Entretanto entender essa variabilidade do clima é de suma importância e tem sido o principal objetivo da comunidade científica que se dedica às ciências atmosféricas e oceânicas.

3. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

3.1. Localização da área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Ivaí está inteiramente inserida no território paranaense - em sua quase-totalidade, no Terceiro Planalto, e em menor porção no segundo planalto. Localiza-se entre as coordenadas geográficas de 22° 54' a 25° 33' de latitude sul e 50° 44' a 52° 42' de longitude oeste, apresentando uma área total de 35.845 km² (**Figura 1**).

O rio Ivaí surge da confluência dos rios Dos Patos e São João, na Porção Sul do Estado do Paraná, precisamente na região denominada Serra da Boa Esperança, na divisa dos municípios de Prudentópolis e Ivaí.

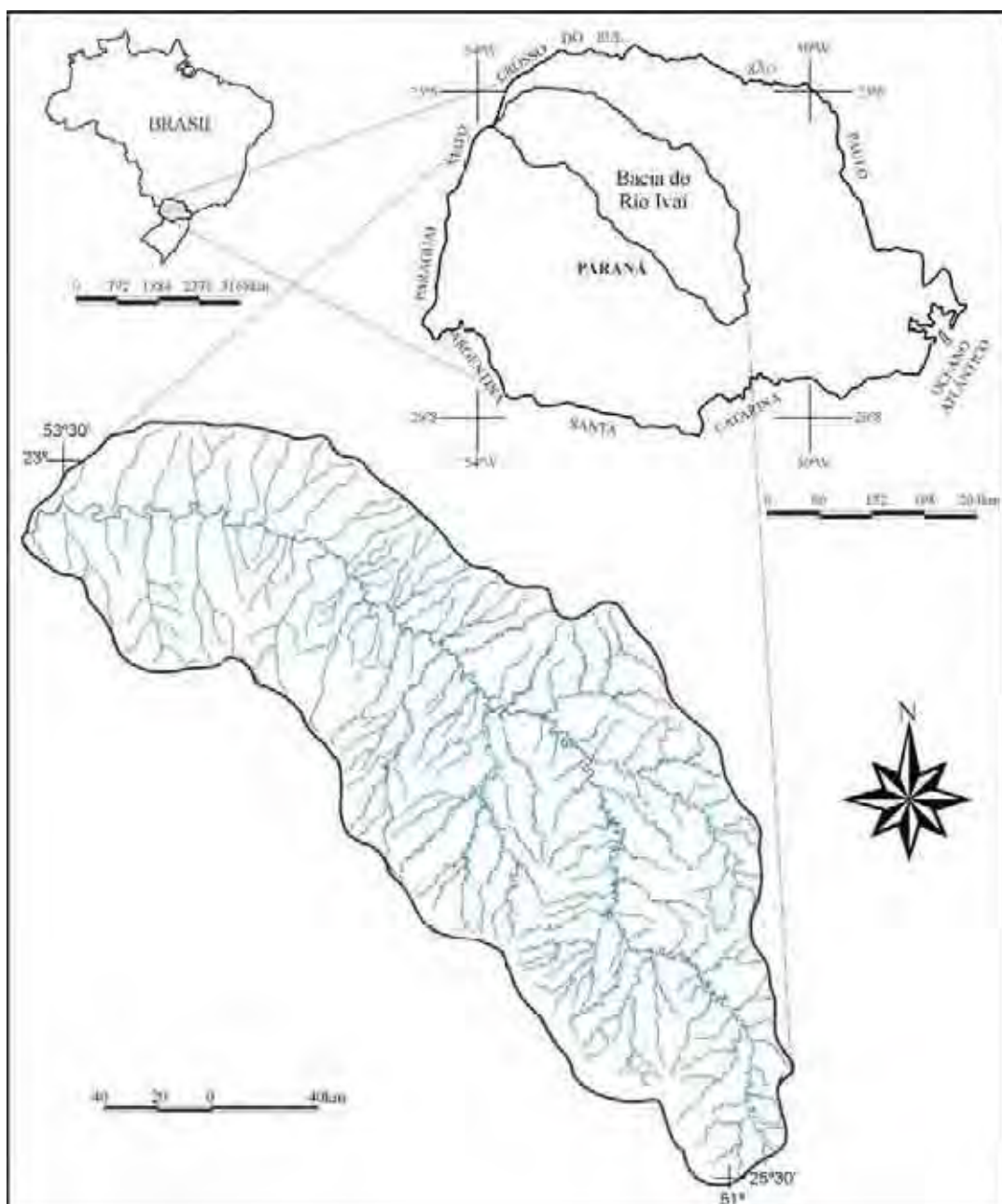


Figura 1- Localização da área de estudo, bacia hidrográfica do rio Ivaí – PR.

3.2. Clima

O clima da área de estudo está enquadrado em dois tipos principais; o primeiro é tropical e abrange o curso inferior e o médio da bacia e o segundo subtropical e compreende o curso superior da bacia, (INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, 1994).

Segundo Caramori (1989), na porção do baixo Ivaí, os maiores totais médios mensais ocorrem em outubro, janeiro e dezembro, enquanto os menores valores acontecem nos meses de agosto, julho e abril e as geadas começam a ocorrer no início de maio, com uma baixa frequência no primeiro decêndio (uma a cada 15 anos). O fenômeno concentra-se mais intensamente nos meses de junho e julho, quando apresentam elevada frequência. Até o segundo decêndio de setembro ainda é provável a ocorrência de geadas, porém com risco muito baixo (uma a cada 15 anos). Segundo o mesmo autor, culturas semeadas a partir do terceiro decêndio de setembro correm risco zero de perda por geadas.

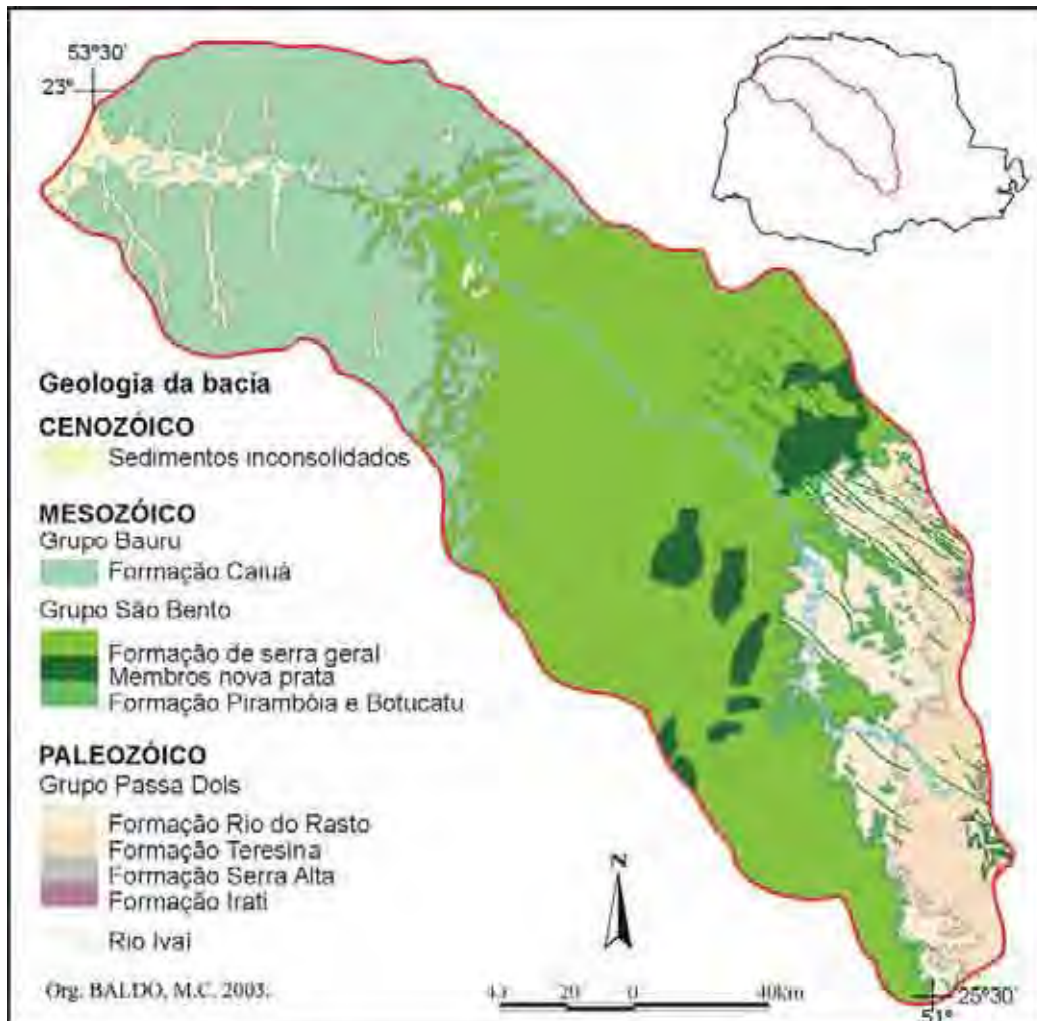
Um período seco durante o ano apenas atinge uma porção localizada a noroeste da bacia do rio Ivaí. Os valores médios anuais de precipitação pluviométrica estão entre 1.250 e 1.750mm, sendo os meses de dezembro e janeiro os mais chuvosos e junho e julho os mais secos (BRASIL, 1985).

Andrade e Nery (2002) compararam a variabilidade da pluviosidade na bacia do Ivaí com a variabilidade da temperatura da superfície do mar nos oceanos Atlântico e Pacífico, e concluíram que a região estudada sofre interferência dos fenômenos El Niño e La Niña. Os anos que apresentaram as maiores correlações foram 1982 e 1983 (anos de El Niño) e 1985 (ano de La Niña).

3.3. Geologia

Em virtude da extensão da bacia do rio Ivaí e da complexidade geológica encontrada na área, os eventos geológicos serão descritos numa seqüência cronológica, dos períodos mais antigos para os mais recentes. Os principais tipos de rocha encontrados em cada grupo e sua formação são mostrados nas **figuras 2 e 3**.

Segundo Thomaz (1984), a duração dessa era (Paleozóica) é estimada em 370 milhões de anos e compreende aos seguintes períodos geológicos: Cambriano, Ordoviciniano, Siluriano, Devoniano, Carbonífero e Permiano. Esses terrenos paleozóicos encontram-se no Segundo Planalto Paranaense, na Porção Sul da bacia do rio Ivaí.



Fonte: Minérios do Paraná - Mineropar, Paraná (2001).

Figura 2 – Geologia da bacia do rio Ivaí – PR.

Durante o Permiano iniciou-se uma subsidência gradual, determinando uma transgressão marinha que, com pequenas interrupções relativas e rápidas regressões, condicionou a deposição dos sedimentos correspondentes aos grupos Passa Dois, compreendendo as formações Irati, Serra Alta, Teresina e Rio do Rastro, como pode ser visto nas **figuras 2 e 3**.

A Formação Irati consiste numa seqüência de folhelhos argilosos e argilitos cinza escuros pirobetuminosos e calcários, indicativos de ambientes de mar fechado.

A Formação Serra Alta, possui sedimentos que foram depositados em ambiente marinho raso, de águas calmas, formando rochas do tipo folhelhos argilosos escuros na base, passando para lentes de calcário e folhelhos argilosos cinza-esverdeado.

A Formação Teresina apresenta um ambiente de transição do marinho de águas mais profundas, evoluindo para mar mais raso e de águas agitadas, e já na sua fase final manifesta evidências de continentalidade. As rochas desta formação são constituídas essencialmente por finas camadas de siltito com leitos de arenito e intercalações de calcário dolomítico.

A Formação Rio do Rastro marca a passagem da Era Paleozóica para a Era Mesozóica e a mudança do ambiente marinho (planície de marés) em sua porção basal para o ambiente continental (fluvial e deltaica) em sua parte superior, em condições climáticas altamente oxidantes. As litologias encontradas nesta formação são os argilitos e siltitos vermelho-arroxeados, arenitos esverdeados, arroxeados, amarelados, esbranquiçados e por vezes avermelhados, e calcarenitos (THOMAZ, 1984; PARANÁ, 1986; PARANÁ 2001b).

A Era Mesozóica teve duração de 160 milhões de anos e foi marcada por condições climáticas muito oxidantes, evoluindo até as condições totais de aridez. Tem-se nesse momento o aparecimento do Grupo São Bento, que abrange as formações Pirambóia e Botucatu.

A Formação Pirambóia foi marcada pela deposição em ambiente fluviocontinental dos arenitos esbranquiçados, amarelados, avermelhados, de granulometria média a muito fina, com algumas intercalações de finas camadas de argilito e siltito.

A Formação Botucatu é marcada por um clima seco, típico de deserto, que cobriu quase todo o Sul do Brasil. Apresenta arenitos com estratificações cruzadas de grande porte e paleodunas, comprovando a deposição eólica.

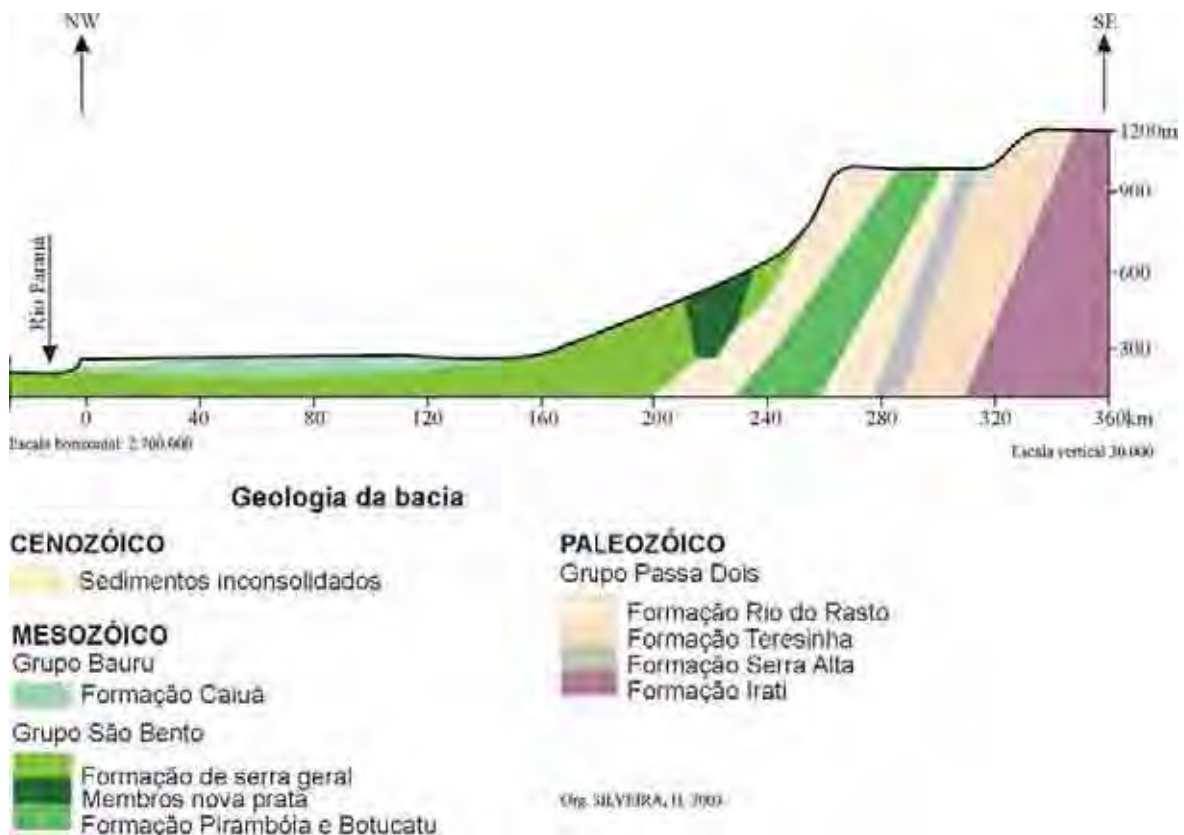


Figura 3 – Perfil geológico da bacia do rio Ivaí – PR.

Ainda durante o Jurássico e parte do Cretáceo o Grupo São Bento foi marcado pela maior atividade de vulcanismo fissural do planeta, dando origem à Formação Serra Geral, que recobriu uma grande parte do imenso deserto de Botucatu.

A Formação Serra Geral engloba as rochas relacionadas com o Trapp basáltico, que cobre a maior porção da bacia do rio Ivaí. Juntamente com os derrames de lavas básicas, houve também, em pequena quantidade, a ocorrência de alguns derrames de lavas ácidas, como os dacitos, riolitos e riodacitos, denominados como Membro Nova Prata (SANTOS *et al.*, 1991; PARANÁ, 2001b).

Segundo Maack (1981), na porção Noroeste da bacia do rio Ivaí, sobreposto ao basalto da Formação Serra Geral, encontra-se o arenito da Formação Caiuá do grupo Bauru do período Cretáceo, que documentou um clima árido.

A Formação Caiuá constitui-se por apresentar arenitos de coloração vermelho-arroxeados, muito friáveis, com estruturas cruzadas acanaladas, evidenciando condições deposicionais coluvioaluvionares e também, na maioria das vezes, estruturas cruzadas caracteristicamente eólicas (JABUR e SANTOS, 1984).

Durante a Era Cenozóica as litologias do Estado do Paraná estão em alguns locais parcialmente recobertas por sedimentos inconsolidados, formados durante o Cenozóico, oriundos da erosão e deposição das rochas mais antigas. Na bacia do rio Ivaí esses sedimentos encontram-se concentrados nas proximidades da desembocadura do rio Ivaí no rio Paraná.

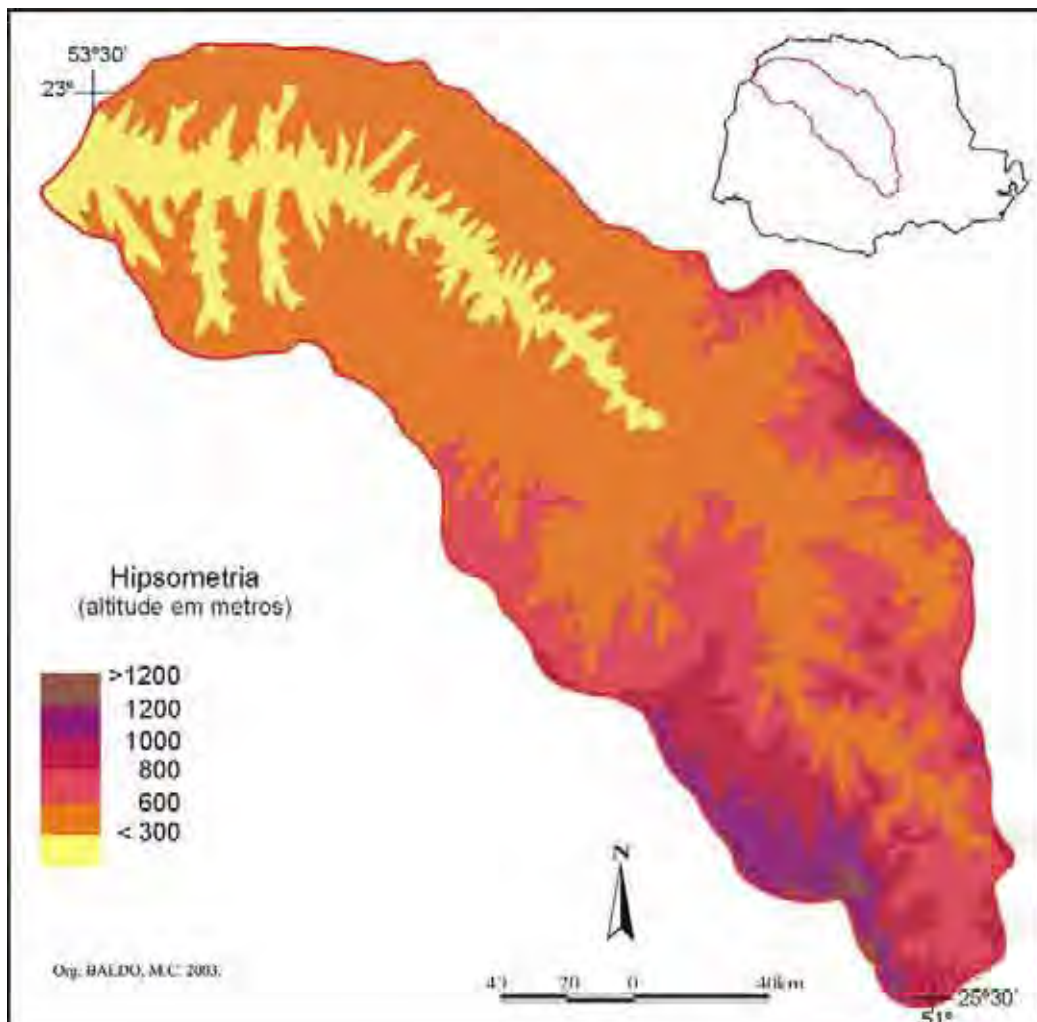
Segundo Paraná (2001b) e Santos *et al.* (1991), o processo formador é hidráulico-deposicional, fluvial do continente, condicionado pela ação dos rios que drenam a bacia e depositam os sedimentos na planície de inundação.

3.4. Geomorfologia

Segundo Maack (1981), o sistema orográfico da bacia do rio Ivaí evidencia claramente a correlação das formas existentes com a constituição geológica. O rio Ivaí nasce no Segundo Planalto e corta todo o Terceiro Planalto em sentido noroeste.

As altitudes na bacia variam de menos 300 a mais de 1200 metros desde a foz até a nascente, conforme mostra a **figura 4**.

O Segundo Planalto apresenta-se como um patamar intermediário na sucessão dos grandes planaltos do Paraná. Limita-se a leste pela escarpa Devoniana, que recebe o nome genérico de Serrinha, e a oeste pela escarpa arenito-basáltica, chamada de Serra Geral ou Serra da Esperança.



Fonte: Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social - IPARDES (2002).

Figura 4 – Hipsometria da bacia do rio Ivaí – PR.

Esse planalto é constituído por relevos tabulares, que formam “cuestas” e plataformas estruturais cada vez mais dissecadas, cujas declividades variam de 10 a mais de 45% para oeste, onde perde altitude, no sentido montante para jusante do rio Ivaí, (PARANÁ, 1987).

As altitudes nessa porção da bacia variam de 600 a mais de 1200 metros, em alguns pontos.

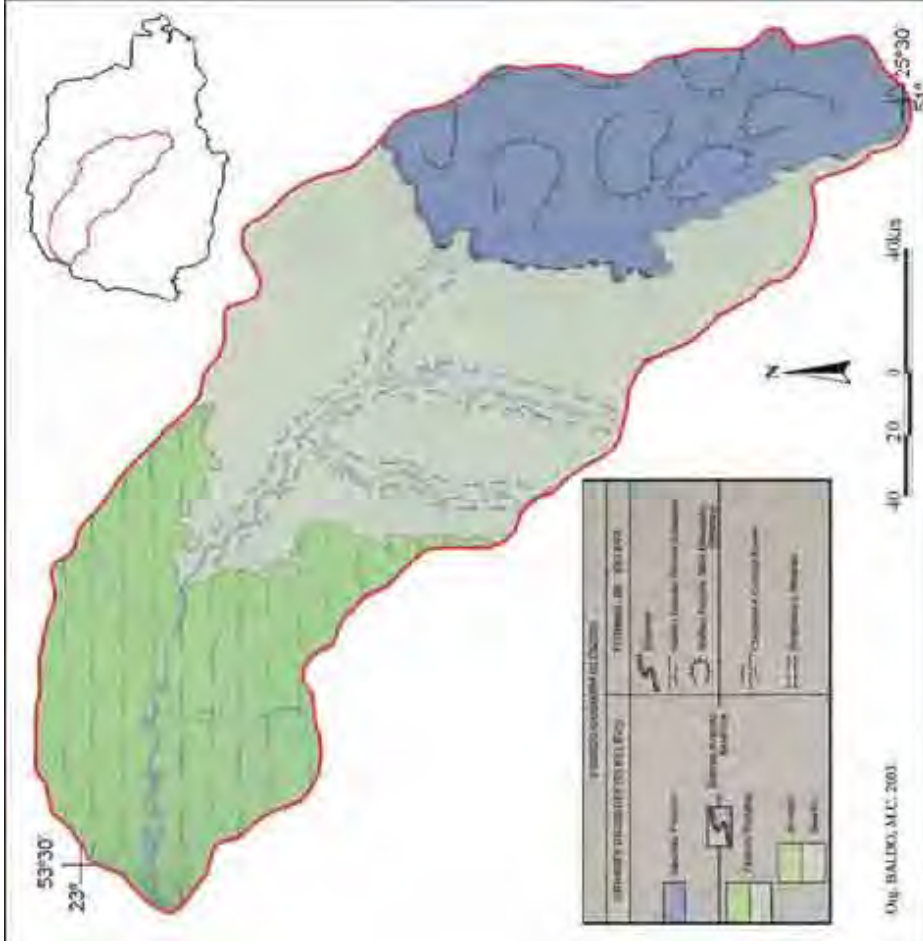
O Terceiro Planalto Paranaense é talhado em rochas eruptivas básicas, capeadas a noroeste por sedimentos mesozóicos (arenito Caiuá).

Na porção do Arenito Caiuá, o relevo é uniforme e horizontalizado de colinas convexizadas, caracterizado por extensas chapadas e platôs suavemente ondulado. As altitudes estão entre 300 e 600 metros Paraná (1987); Santos *et al.* (1991) (**Figuras 4 e 5, Foto 1**).

A feição dominante nas áreas que sofreram derrames de rochas básicas é a de uma série de mesetas e patamares, devidos à sucessão dos derrames basálticos, à erosão diferencial e ao desnível de blocos falhados (**Figura 5 e Foto 2**).

O Terceiro Planalto pode ser dividido, dentro da bacia do rio Ivaí, ao norte pelo planalto de Apucarana, onde se verificam pequenos espigões, cujas altitudes chegam aos 1200 metros e constituem divisores de águas secundários com vales mais profundos em direção ao rio Ivaí, a aproximadamente 600 metros de altitude.

Entre os rios Ivaí e Piquiri localiza-se o Planalto de Campo Mourão, com altitudes que variam de 1000 metros, nas proximidades da testa da escarpa, a 300 metros, nas margens do rio Paraná (PARANÁ, 1987; MAACK, 1981).



Fonte: Paraná (1987).

Figura 5 – Geomorfologia da bacia do rio Ivaí – PR.



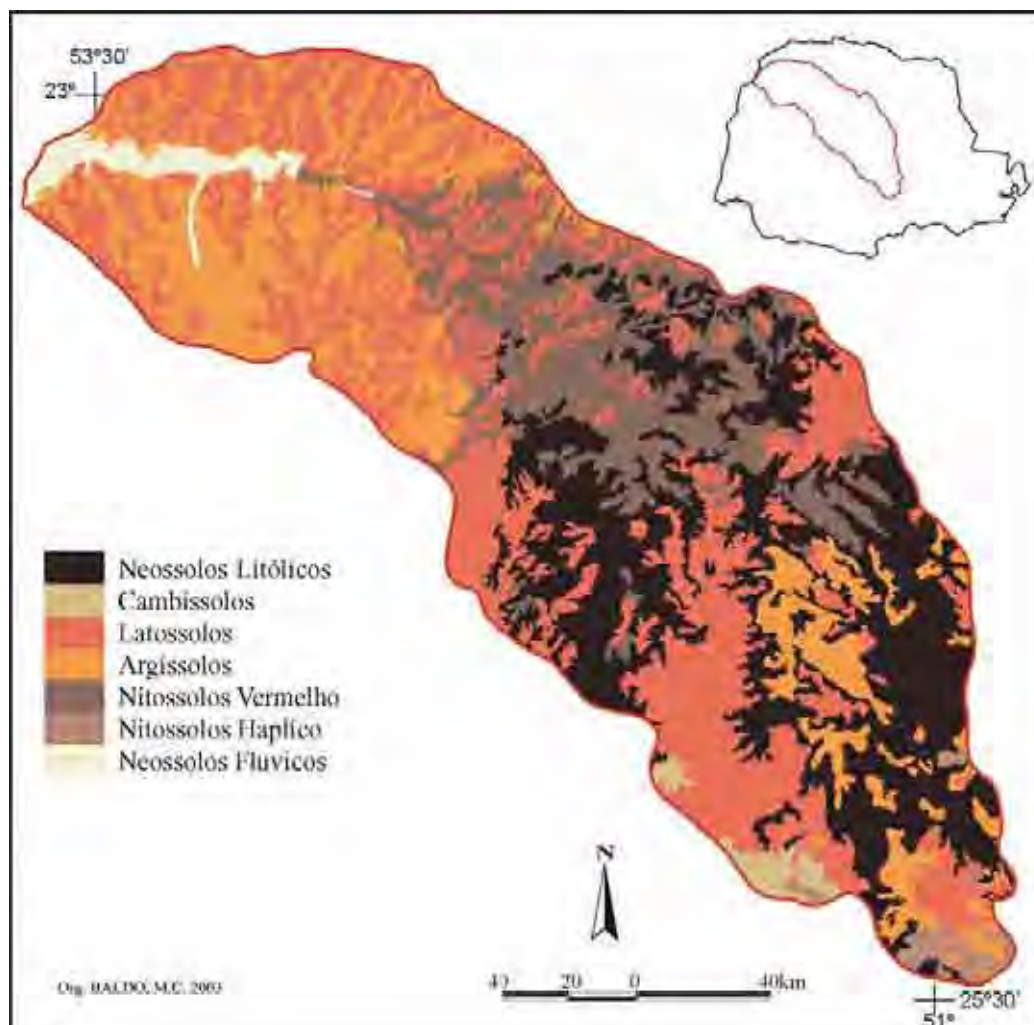
Foto 1 – Região do arenito caiúá, no município de Tapéjara no primeiro plano, cultura de cana-de-açúcar, no segundo uma usina e ao fundo algumas porções com pastagens (Nóbrega, M.T. 2005).



Foto 2 - Mesetas e patamares devidos à sucessão dos derrames basálticos, à erosão diferencial e ao desnível de blocos falhados no município de Grandes Rios. (Baldo, M.C. 2003).

3.5. Solos

A bacia do rio Ivaí, tanto em termos pedológicos como edafológicos, é uma região privilegiada na questão das possibilidades de exploração, uso, ocupação e produção dos seus solos. Essa bacia por apresentar uma grande extensão territorial possui também uma variedade muito grande de solos; dentre os mais encontrados, podemos citar: solos neossolos litólicos, cambissolos, latossolos, argissolos, nitossolos vermelho e haplício e o neossolos fluvicos, segundo a classificação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1999), atualizadas a partir dos dados obtidos junto a (EMBRAPA, 1984, 1984a e 1986; OLIVEIRA et. al, 1986), (**Figura 6**).



Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1984,1984a).

Figura 6 – Principais classes de solos predominantes na bacia do rio Ivaí – PR.

Os solos neossolos líticos são encontrados em grandes extensões, principalmente na porção média e superior da bacia do rio Ivaí, normalmente em área mais de relevo forte ondulado e montanhoso, e também em relevo suave ondulado e escarpado. Compreendem a solos jovens e rasos, de espessura em geral inferior a 40 centímetros (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA,1999).

Os cambissolos são em sua maioria, pouco profundos (50 a 130 cm de espessura). São encontrados em áreas muito restritas dentro da bacia do rio Ivaí, e são formados a partir da meteorização de rochas eruptivas básicas e sedimentares principalmente siltitos, do Grupo Passa Dois.

Os latossolos são muito profundos, friáveis, muito porosos, acentuadamente drenados e de coloração variável. Na área de estudo são encontrados os latossolos vermelhos eutroféricos e distroféricos formados de rochas eruptivas básicas.

Os latossolos brunos são derivados de rochas eruptivas intermediárias (básicas e ácidas), e apresentam textura muito argilosa.

Os latossolos vermelho textura argilosa são derivados de basaltos, com influência de arenitos e siltitos, e os de textura média são derivados de arenito da formação Caiuá.

Os argissolos são solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural e seqüência de horizontes geralmente A-Bt-C ou A-E-Bt e também A-Btx-C.

Na área de estudo são encontrados os argissolos vermelho-amarelos textura média/argilosa e são derivados de rochas sedimentares, principalmente de folhelhos argilosos e siltitos.

Os argissolos vermelho-amarelos textura arenosa/média ocorrem sob rochas sedimentares da Formação Caiuá, em relevo suave ondulado a ondulado.

Os argissolos vermelho-amarelos abrupticos textura média/argilosa são encontrados em áreas de relevo ondulado a suave ondulado e são derivados de folhelhos, siltitos, argilitos do Grupo Passa Dois.

Os argissolos vermelho-amarelos abrupticos textura arenosa/média ocupam as partes de relevo mais movimentados em praticamente todos os municípios cujos solos são formados do arenito Caiuá.

Os nitossolos compreendem solos minerais, não hidromórficos, com baixo gradiente textural, ricos em sesquióxidos de ferro e alumínio. São profundos, argilosos, porosos, bem drenados, de coloração avermelhada.

Na área de estudo são comuns os nitossolos vermelhos distroféricos latossólicos, ocorrem na região de derrames de lavas básicas, normalmente em relevo ondulado, podendo também ser, encontradas em áreas mais suaves ou mais acidentadas, situando-se, em geral, nas meias encostas das elevações. Os nitossolos háplicos ocorrem com maior freqüência em relevo suave ondulado e apresenta textura argilosa ou muito argilosa, e é derivada de basaltos. Os neossolos flúvicos estão compreendidos solos não hidromórficos, pouco desenvolvidos, derivados de sedimentos aluviais ou colúvio aluviais não consolidados. Ocorrem em relevo plano, nos terraços próximos aos rios ou ocupando partes de algumas ilhas.

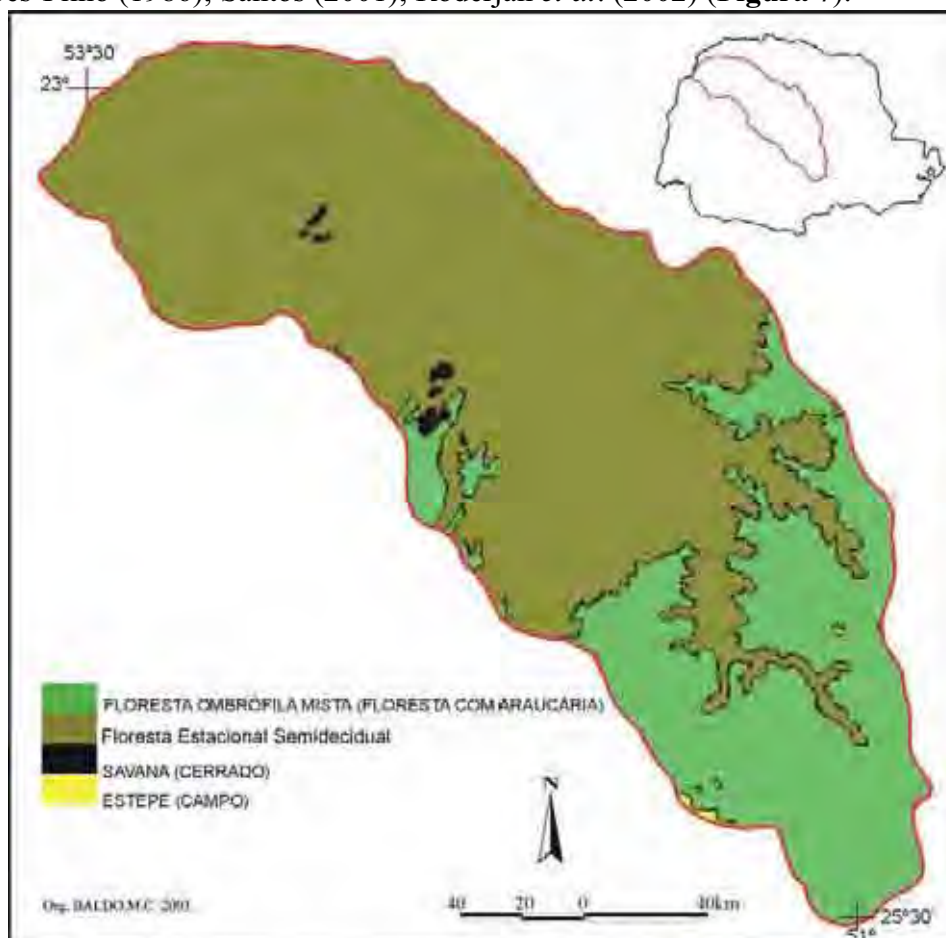
3.6. Vegetação

A vegetação é o reflexo da interação de um conjunto de fatores naturais, entre os quais notadamente a altitude, a latitude, o clima e a formação pedológica (PARANÁ, 1987).

Na bacia como um todo a vegetação natural foi quase totalmente retirada e transformada em campos de cultivo ou pastagens. Este desmatamento ocorreu em vários momentos históricos, iniciando-se no século XX ao sul, indo até as décadas de 40 a 60 do mesmo século, a noroeste e oeste da bacia (MAACK, 1981).

O processo de retirada da vegetação natural e as várias formas de uso da terra com finalidades agropecuárias ou urbanas modificam o tempo de permanência da água na bacia hidrográfica, por diminuir a permeabilidade e, conseqüentemente, o seu armazenamento em reservatórios subterrâneos (TRICART, 1977; MAACK, 1981; BIGARELLA e MAZUCHOWSKI, 1985).

A cobertura vegetal primitiva, segundo a nomenclatura utilizada pelo Manual Técnico da Vegetação Brasileira do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (1992), é formada pela Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecidual, savana e estepe, Brasil (1985); Velloso e Góes-Filho (1986); Santos (2001); Roderjan *et al.* (2002) (**Figura 7**).



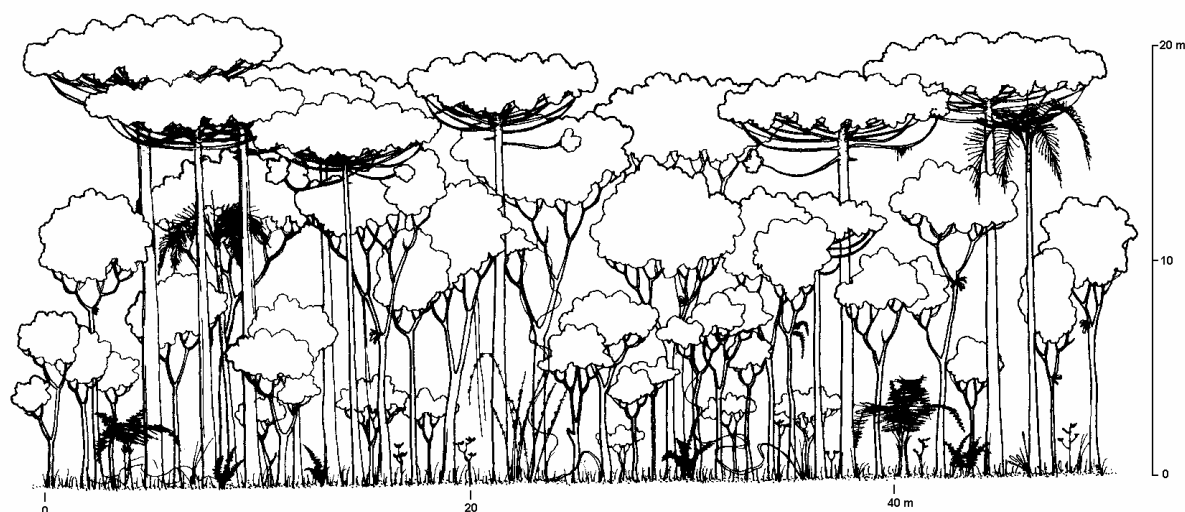
Fonte: Maack, 1950, modificado por Roderjan et al. (2002).

Figura 7 - Distribuição original das unidades fitogeográficas mais representativas na bacia do rio Ivaí - PR.

A **Floresta Ombrófila Mista (floresta com araucária)** é uma unidade fitoecológica onde se contempla a mistura de representantes das floras tropical e temperada, e encontra-se nos setores médio e superior da bacia o rio Ivaí como mostra a **figura 8**, que divide-se em Floresta Ombrófila Mista Montana, Altomontana e Ombrófila Mista Aluvial (RODERJAN *et al.* 2002).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (1992), essas formações florestais são típicas e exclusivas dos planaltos da Região Sul do Brasil, e encontram-se predominantemente entre 800 e 1200m, podendo eventualmente ocorrer acima desses limites.

A Floresta Ombrófila Mista Montana apresenta o pinheiro-do-paraná como estrato dominante e contínuo acima de 30 metros de altura, podendo ocorrer indivíduos emergentes acima de 40 metros.



Fonte: Roderjan *et al.*, 2002.

Figura 8 - Perfil esquemático destacando a estrutura de um segmento de Floresta Ombrófila Mista no município de Irati - PR, com predominância de pinheiro-do-paraná, canela, cedro, espeteiro, sapopema, pinheiro-bravo, guabiroba, erva-mate.

Em altitudes superiores a 1200m, ocupando uma superfície pouco expressiva, encontram-se as formações altomontanas. Fisionomicamente são similares às montanhas; no entanto, pelo rigor climático, possuem menor diversidade florística. Os solos são igualmente similares, destacando-se latossolos, argissolos, cambissolos e neossolos litólicos segundo Roderjan *et al.*, 2002.

A Floresta Ombrófila Mista Aluvial corresponde às vegetações ripárias, também denominadas de florestas ciliares ou de galeria, que se desenvolvem às margens de rios que percorrem terrenos de topografia plana até suave-ondulada, não raro fazendo limite a várzeas (formações pioneiras) de extensão variável.

A **Floresta Estacional Semidecidual** ocupa a maior porção do Terceiro Planalto Paranaense e tem como principal característica fisionômica a semidecidualidade, cujo conceito ecológico está condicionado pela dupla estacionalidade climática - uma tropical, com épocas de intensas chuvas de verão, seguidas por estiagem acentuada, e outra subtropical, sem período seco, mas com seca fisiológica provocada pelo frio de inverno. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (1992), nesse tipo de vegetação a porcentagem de árvores que perdem as folhas (caducifólias) nos conjuntos florestais, situa-se entre 20 e 50%.

Segundo Santos (2001), trata-se de uma floresta exuberante, com uma grande diversidade de espécies vegetais, desenvolvida sobre as férteis terras roxas do Norte do Estado, como mostra a **figura 9**, e sobre o arenito Caiuá, no Noroeste, onde assume porte menor e também relativa redução da diversidade, em função das características limitantes do solo e do baixo índice pluviométrico. Essas formações florestais dividem-se em floresta estacional semidecidual submontana e estacional semidecidual aluvial (TROPMAIR, 1990; RODERJAN *et al.*, 2002; MAACK, 1981).

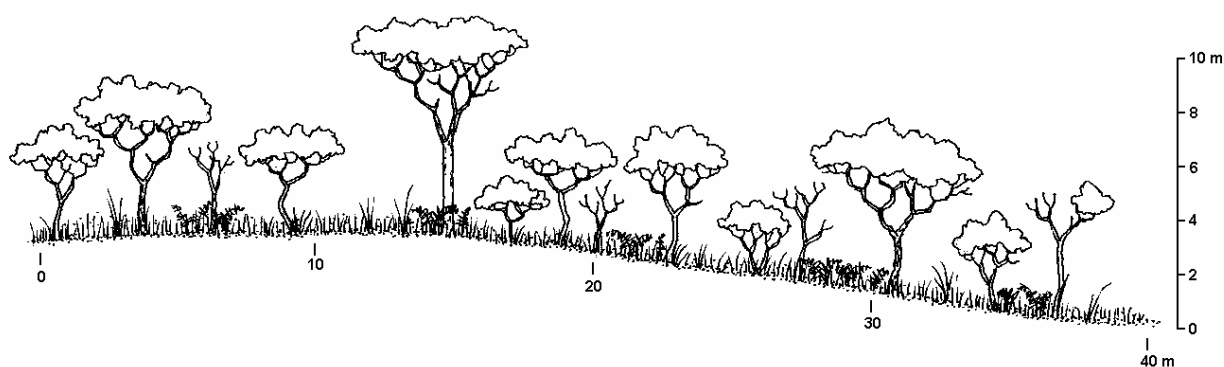


Fonte: Roderjan *et al.*, 2002.

Figura 9 - Perfil esquemático destacando a estrutura de um segmento de floresta estacional semidecidual no município de Maringá - PR, com predominância de peroba, canafistula, timporil, angico-vermelho, louro-pardo, pau-marfim, alecrim e cedro.

Savana (cerrado) é conceituada como uma vegetação xeromorfa, preferencialmente de clima estacional, podendo ser encontrada também em clima ombrófilo. (Veloso *et al.*, 1991).

A savana é de origem semelhante à das estepes. Pequenas manchas ocorrem nas regiões Nordeste e Centro-Norte do Paraná, com fisionomia e florística semelhantes àquelas dos planaltos do Brasil Central, sua principal área de ocorrência (**Figura 10**).

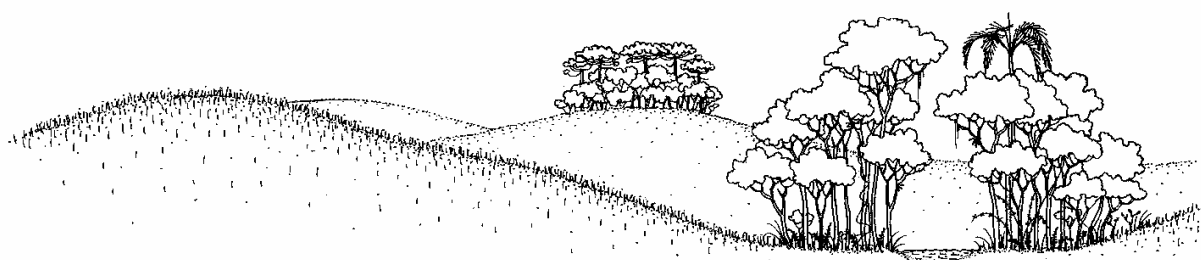


Fonte: Roderjan et al., 2002

Figura 10 - Perfil esquemático destacando a estrutura de um segmento de savana no município de Jaguariaíva – PR, com predominância de barbatimão, angico, oiti, ipê, ariticum, piqui e pau-de-colher..

Estepe é de constituição essencialmente graminóide e é encontrada sobre relevos suavemente ondulados (**Figura 11**). As estepes compõem um elemento característico da paisagem dos planaltos do Sul do Brasil. Sua origem remonta ao início do atual período pós-glacial, como colonizadora da superfície estéril resultante do clima anterior, sendo sua manutenção garantida pela ocorrência regular do fogo, de causa natural ou antrópica (MAACK, 1981; RODERJAN *et al.*, 2002).

A monotonia da paisagem dos campos é abrandada pela ocorrência de agrupamentos arbóreos marginais aos rios ou isolados sobre o campo, de formas e dimensões variáveis, onde sobressai o pinheiro-do-paraná, associado a diferentes grupos de espécies arbóreas.

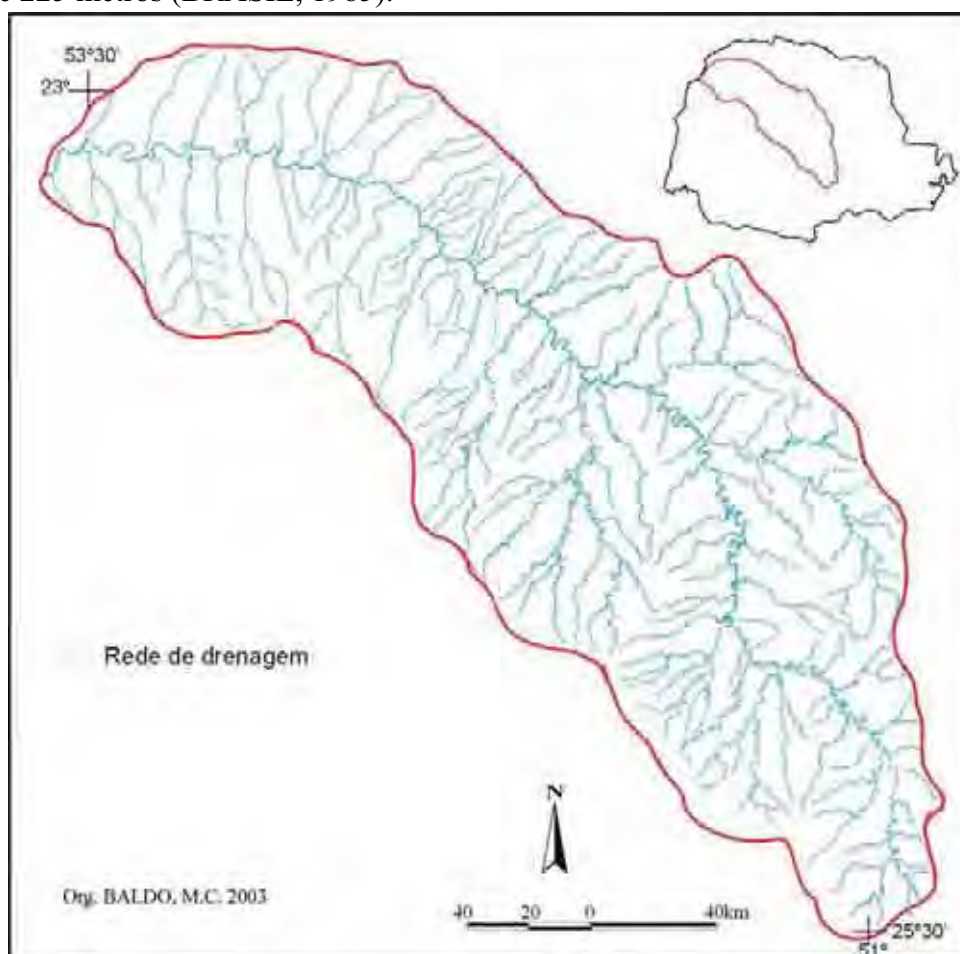


Fonte: Roderjan et al. 2002.

Figura 11 - Perfil esquemático representativo da estepe, onde predominam formações herbáceas entremeadas por vegetação ripária (à direita) e agrupamentos arbóreos isolados (os capões, ao fundo).

3.7. Hidrografia

O rio Ivaí drena uma área de 36.594 km², e recebe este nome a partir da confluência dos rios Dos Patos e São João, na divisa entre os municípios de Prudentópolis e Ivaí, seguindo em direção noroeste até desembocar no rio Paraná conforme mostra a **figura 12**. As nascentes do rio Dos Patos estão localizadas a noroeste do município de Irati, com uma altitude aproximada de 1.120 metros, reduzindo-se para 500m na junção do rio São João (PARANÁ, 1998). A partir desta confluência o rio Ivaí percorre aproximadamente 730 km até a foz, que se situa em uma altitude de 225 metros (BRASIL, 1985).



Fonte: Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, (1998).

Figura 12 – Bacia hidrográfica do rio Ivaí – PR.

O rio Ivaí pode ser considerado um rio predominantemente de planalto e, como tal, tem reduzida capacidade de navegação, pois apresenta no seu percurso algumas quedas e muitas corredeiras, principalmente nos trechos superior e médio.

Não obstante, estas características oferecem uma grande vantagem no que se refere ao potencial hidrenergético da bacia, estimado em 1320 MW. Desse potencial destaca-se apenas o aproveitamento de 26,15 MW. Atualmente estão em projeto as hidrelétricas de Salto Ariranha,

Foz do Alonzo, Ubaúna, São João do Ivaí, Bela Vista do Ivaí, Ivatuba e Três Figueiras, somando um potencial de 886 MW. Somente nos últimos 250 km, no trecho inferior, o rio Ivaí, apresenta condições favoráveis à navegação segundo Brasil (1985); Paraná (1987); Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, 1998.

Segundo Maack (1981), o rio Ivaí (**Foto 3**) recebe na sua bacia hidrográfica mais de 100 afluentes. Entre os mais expressivos em comprimento e volume de água podem-se destacar, na margem direita, o rio Dos Patos, o Ubazinho, o Alonzo (**Foto 4**), o Bom (**Foto 5**), o Keller, o Bandeirantes do Sul, o Anhumá e o Das Antas; e na margem esquerda, os rios São João, Marrecas, Marreczinho, Corumbataí, Mourão, Dos Índios, da Bulha e Tapiracuí.



Foto 3 - Rio Ivaí entre os municípios de Doutor Camargo e Terra Boa na BR-323 (Baldo, M. C. 2005).



Foto 4 - Rio Alonzo, afluente da margem direita do rio Ivaí no município de Grandes Rios (Baldo, M. C. 2003).



Foto 5 - Rio Bom afluente da margem direita do rio Ivaí entre os municípios de Kaloré e Borrazópolis. BR- 453 (Silveira, H. 2003).

Em virtude da variação dos tipos de rocha, relevos e solos presentes na bacia, há um acompanhamento do sistema de drenagem. Na área recoberta pelo arenito da Formação Caiuá, onde se encontram as mais baixas declividades e solos muito permeáveis, o sistema de drenagem é mais aberto e retilíneo, como mostra a **figura 12**.

Na porção tomada pelos derrames de lavas básicas o sistema de drenagem é mais denso e meandrante, expressando textura argilosa a muito argilosa dos solos e grande dureza e baixa permeabilidade do basalto, e declividade mais elevada em alguns pontos.

Ao sul da bacia, precisamente mais a montante do Ivaí, no Segundo Planalto, embora a rocha e os solos formados tenham características de boa permeabilidade para formar um sistema de drenagem semelhante ao arenito da Formação Caiuá, isto só ocorre onde as declividades são fracas. A porção onde se encontram as maiores altitudes e fortes declividades favorece uma rica rede de drenagem. Cabe ainda lembrar que aí ocorrem os maiores valores de precipitação pluviométrica da bacia.

Segundo Bittencourt (1982), o sistema hidrográfico da bacia do rio Ivaí está distribuído sobre três compartimentos geológicos da bacia do Paraná: o Grupo Passa Dois (Seqüência Sedimentar Paleozóica), o Grupo São Bento, incluindo os basaltos da formação Serra Geral, e a Formação Caiuá, com outros sedimentos arenosos a ela relacionados. Este quadro possibilitou o levantamento de dados em algumas sub-bacias, avaliando as taxas de perda de material por veiculação hídrica, para cada compartimento geológico. Os dados desta análise foram levantados entre os anos de 1974 e 1977. Foram realizadas medições de vazão líquida, e coleta de sólidos transportados em suspensão e por arraste de fundo no rio Ivaí e em quatro sub-bacias.

O mesmo autor concluiu que, no compartimento basáltico, as bacias suportam intensa atividade agrícola, nem sempre com precauções conservacionistas. A erosão e o hidrotransporte de sólidos é predominantemente, processado no início do verão, quando a época de plantio e início de crescimento de culturas de larga escala coincide com as intensas precipitações estivais daquela época do ano. No compartimento representado pelas formações suprabasálticas arenosas relacionadas ao arenito Caiuá, seu padrão de erosão e transporte de sólidos não é tão diferenciado segundo épocas específicas do ano, pelo fato de a cobertura do solo ser formada pelas pastagens perenes que dominam aquelas regiões.

Outro aspecto que diferencia a erosão e transporte de sólidos por águas superficiais de rios sobre basaltos e sobre depósitos suprabasálticos arenosos, segundo Bittencourt (1982), é a erosão da calha dos rios. Os rios sobre terrenos basálticos em geral correm diretamente sobre lages desta rocha, sendo pequena a erosão física do leito. Os rios que correm sobre formações arenosas, apresentam uma intensa movimentação de sólidos originados de sua própria calha, esculpida em sedimentos pouco resistentes à ação erosiva de suas águas.

Numa análise do regime hidrológico do rio Ivaí, Destefani (2005) constatou que o rio apresenta baixa periodicidade, sem um período sazonal definido de cheia e estiagem; a oscilação entre as vazões máximas e mínimas se manteve ao longo das séries históricas. Estas não possuem um período definido de ocorrência, ou seja, podem ocorrer em qualquer mês e mudam de um ano para outro. Nessa discussão a autora mostra que existe uma correlação entre os altos e baixos valores de vazão e os anos identificados como El Niño e La Niña, respectivamente.

A mesma autora acrescenta que a bacia de drenagem do rio Ivaí não apresenta grande capacidade de armazenamento, fazendo com que as vazões de maior magnitude registradas em períodos de maior concentração de chuva tenham uma resposta rápida de vazão. Este padrão deve-se principalmente à forma da bacia, cuja área de captação é pequena em relação ao comprimento do canal.

Evidentemente, a precipitação pluviométrica é, dentre outros elementos e fatores a serem considerados, o elemento climático de maior importância para definir um padrão de vazão nas mais diferentes escalas temporais de análise para um sistema fluvial, pois é a principal entrada de água na bacia hidrográfica. Se o padrão pluvial da bacia apresentar uma distribuição temporal-espacial homogênea durante o ano é bem provável que assim será a tendência do regime fluvial, não apresentando uma sazonalidade acentuada.

Na bacia hidrográfica do rio Ivaí, por exemplo, a montante, a distribuição pluvial é bastante homogênea no decorrer do ano, além de serem altos os valores registrados nesta porção, o que não ocorre a jusante desta bacia. Principalmente na porção noroeste, há um declínio dos valores pluviométricos no inverno, segundo Baldo, Tommaseli, Santa'Anna Neto (2002). Mesmo assim acredita-se que não há uma interferência significativa nos valores de vazão, pelo fato de este comportamento ocorrer a jusante. Certamente esta característica climática propicia este regime pluvial descrito por Destefani (2005).

A discussão referente ao perfil longitudinal do rio Ivaí será baseada em Barthelme (1965) e obedecerá à mesma seqüência longitudinal apresentada na **figura 13**.

A foz do rio Ivaí, que desemboca no rio Paraná mediante interposição de uma ilha aluvial, tem migrado consideravelmente, legando uma paisagem pontilhada de lagoas e clareiras de inundação. Esta característica é explicada pela enorme quantidade de sedimentos transportados pelo rio, como já mencionado no texto acima.

Geomorfologicamente, o vale do rio Ivaí se desenvolve sobre cinco compartimentos, que são, de jusante para montante: Superfície de Guaíra; Secção dos Saltos; Ciclo de Cândido de Abreu; Superfície de Prudentópolis e Superfície de Guarapuava.

A Superfície de Guaíra compreende o trecho que inicia na foz do rio Ivaí e vai até a foz do rio Ligeiro, onde o perfil cruza a cota de 250 metros e se observa uma ruptura de declive. Esta

seção, de 300 km, apresenta um declive de 30 metros, dando a média de 10 centímetros por quilômetro sobre o eixo do vale, o que constitui a mais modesta inclinação de todo o perfil em discussão.

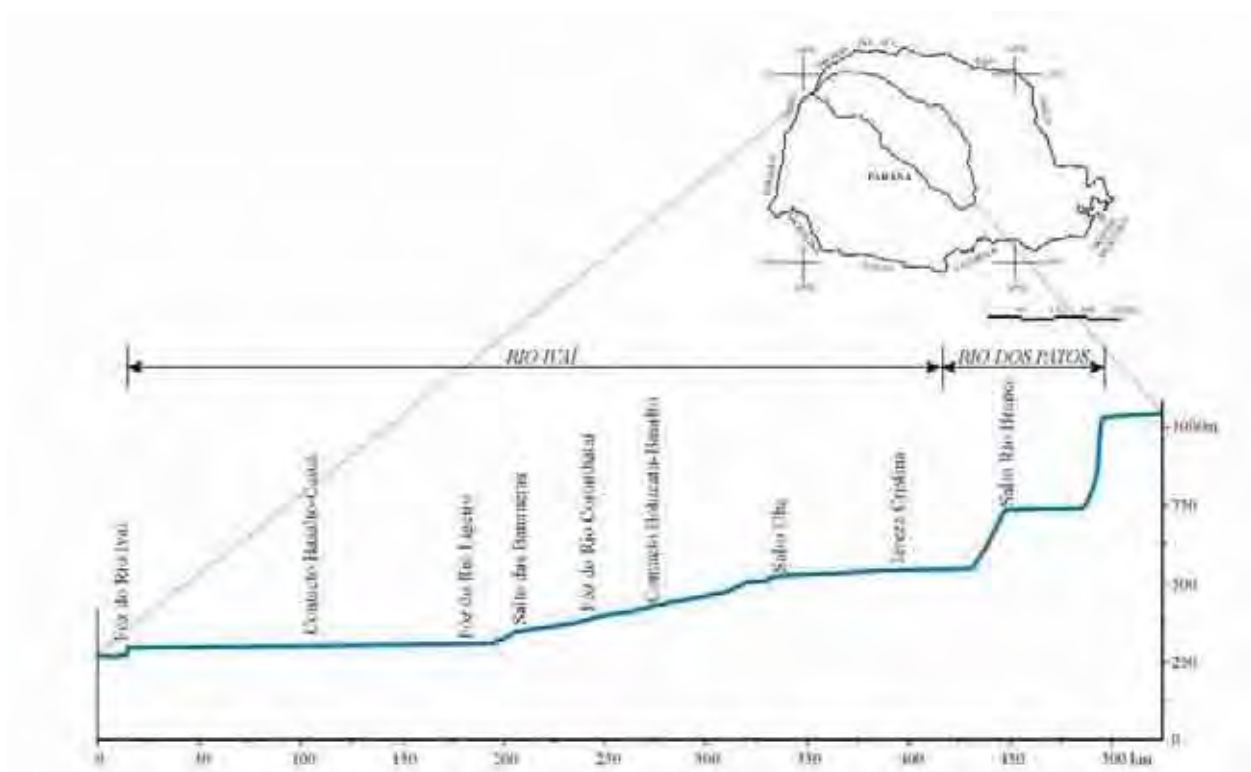
A Secção dos Saltos compreende a região a montante da foz o rio Ligeiro. Nesta porção a altitude aumenta 240 metros em 120 quilômetros, quando alcança o Salto de Ubá, o que dá um declive médio de dois metros por quilômetro.

É esta a única secção do rio Ivaí que apresenta acidentes que na toponímia local se denominam “saltos”, enquanto os trechos rápidos que ocorrem em outras secções recebem apenas o nome de “corredeiras”.

O ciclo de Cândido de Abreu, compreendido entre o Salto de Ubá e o Salto Rio Branco, tem 100 quilômetros de comprimento, com inclinação de 40 centímetros por quilômetro, cinco vezes mais suave que a secção dos Saltos.

A superfície de Prudentópolis corresponde à secção do rio Dos Patos a montante do Salto Rio Branco, sendo representada nas cotas de 750 a 800 metros, aproximadamente, abrigando o sítio da cidade de Prudentópolis.

A superfície de Guarapuava, a última secção do perfil longitudinal, é representada pelo alto rio Dos Patos, que drena subseqüentemente a escarpa arenítica basáltica, nascendo sobre a superfície de Guarapuava, que constitui o alto reverso da mesma cuesta a cerca de 1200 metros de altitude.



Fonte: Barthelmess (1965), adaptado.

Figura 13 – Perfil longitudinal dos rios Dos Patos e Ivaí – PR.

4. ASPECTOS SÓCIOS ECONÔMICOS

4.1. Divisão administrativa da área de estudo

A área de estudo compreende 105 municípios, especificados por nome e número, conforme mostra a **tabela 1** os quais estão espacializados na **figura 14**. Segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2000), 21% da população do Estado do Paraná encontra-se na área de estudo, que possui aproximadamente 1.990.000 habitantes, 78% dos quais estão concentrados na área urbana e 22% na zona rural.

Tabela 1 – Relação dos nomes dos municípios inseridos na bacia do rio Ivaí.

Nº	Municípios	Nº	Municípios	Nº	Municípios
01	Querência do Norte	36	Presidente C. Branco	71	Rio Bom
02	Icaraíma	37	São Jorge do Ivaí	72	Borrazópolis
03	Santa C. do M.Castelo	38	Jussara	73	São João do Ivaí
04	Ivaté	39	Araruna	74	Godoy Moreira
05	Santa Isabel do Ivaí	40	Terra Boa	75	Lunardelli
06	Loanda	41	Doutor Camargo	76	Lidianópolis
07	Santa Mônica	42	Ourizona	77	Cruzmaltina
08	Douradina	43	Mandaguaçu	78	Faxinal
09	Tapira	44	Paíçandu	79	Jardim Alegre
10	Umuarama	45	Maringá	80	Luiziana
11	Maria Helena	46	Floresta	81	Iretama
12	Planaltina do Paraná	47	Ivatuba	82	Nova Tebas
13	Guairaçá	48	Engenheiro Beltrão	83	Roncador
14	Amaporã	49	Peabiru	84	Arapuã
15	Cidade Gaúcha	50	Campo Mourão	85	Ivaiporã
16	Nova Olímpia	51	Mamborê	86	Ariranha do Ivaí
17	Cruzeiro do Oeste	52	Corumbataí do Sul	87	Manoel Ribas
18	Tapejara	53	Quinta do Sol	88	Pitanga
19	Rondon	54	Itambé	89	Mato Rico
20	Guaporema	55	Fênix	90	Santa Maria do Oeste
21	Mirador	56	Barbosa Ferraz	91	Boa V.de São Roque
22	Paranavaí	57	Sarandi	92	Cândido de Abreu
23	Nova Aliança do Ivaí	58	Marialva	93	Rio Branco do Ivaí
24	Paraíso do Norte	59	Mandaguari	94	Rosário do Ivaí
25	São Manoel do Paraná	60	Jandaia do Sul	95	Grandes Rios
26	Japurá	61	Bom Sucesso	96	Ortigueira
27	Indianópolis	62	Cambira	97	Reserva
28	Tuneiras do Oeste	63	Marumbi	98	Ivaí
29	Cianorte	65	Kaloré	99	Guamiranga
30	São Tomé	66	Novo Itacolomi	100	Imbituva
31	São Carlos do Ivaí	67	Apucarana	101	Prudentópolis
32	Tamboara	68	Califórnia	102	Irati
33	Alto Paraná	69	Marilândia do Sul	103	Inácio Martins
34	Nova Esperança	69	São Pedro do Ivaí	104	Guarapuava
35	Floraí	70	Mauá da Serra	105	Turvo

As cidades que se destacam pelo maior número de habitantes são: Maringá, Guarapuava, Apucarana, Umuarama, Campo Mourão, Paranavaí, e Sarandi. Muitas dessas cidades têm a função de pólo regional.



Fonte: Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (2002).

Figura 14 – Divisão administrativa dos municípios inseridos na área de estudo.

4.2. Os processos de povoamento na bacia do rio Ivaí

A bacia do rio Ivaí, de acordo com Strauch e Duarte (1972), apresenta um sistema de colonização bastante contrastante entre o seu norte/noroeste e sul. Ao sul, desde o início do século XX, sua ocupação se deu de maneira espontânea e desordenada. Muitos dos atuais municípios, como Guarapuava, foram povoados por caboclos e colonos, e em 1920 a ocupação já atingia a região de Pitanga e em 1940, a de Campo Mourão. Segundo Hespanhol (1993), a ocupação sistemática de toda a área situada ao sul do rio Ivaí intensificou-se somente a partir de 1940, com a implementação, por parte do poder público estadual, de um plano geral de colonização, que resultou na implantação de várias colônias.

Para Strauch e Duarte (1972), apesar de todos esses cuidados, a colonização estadual encontrou enormes obstáculos para o seu desenvolvimento, pois nessas áreas já se haviam instalado caboclos e colonos de origem estrangeira, especialmente poloneses e ucranianos. Isto

gerou sérios problemas de posse de terra e legalização de títulos de propriedade, culminando muitas vezes em luta armada, instabilidade social e econômica. Esse povoamento ocupou áreas pouco extensas, restando muitas terras devolutas, que no decorrer dos anos foram paulatinamente desenvolvendo uma policultura de subsistência e a criação de suínos, sucedida, geralmente, pela extração da madeira, praticada pelas serrarias, que iam devastando a floresta.

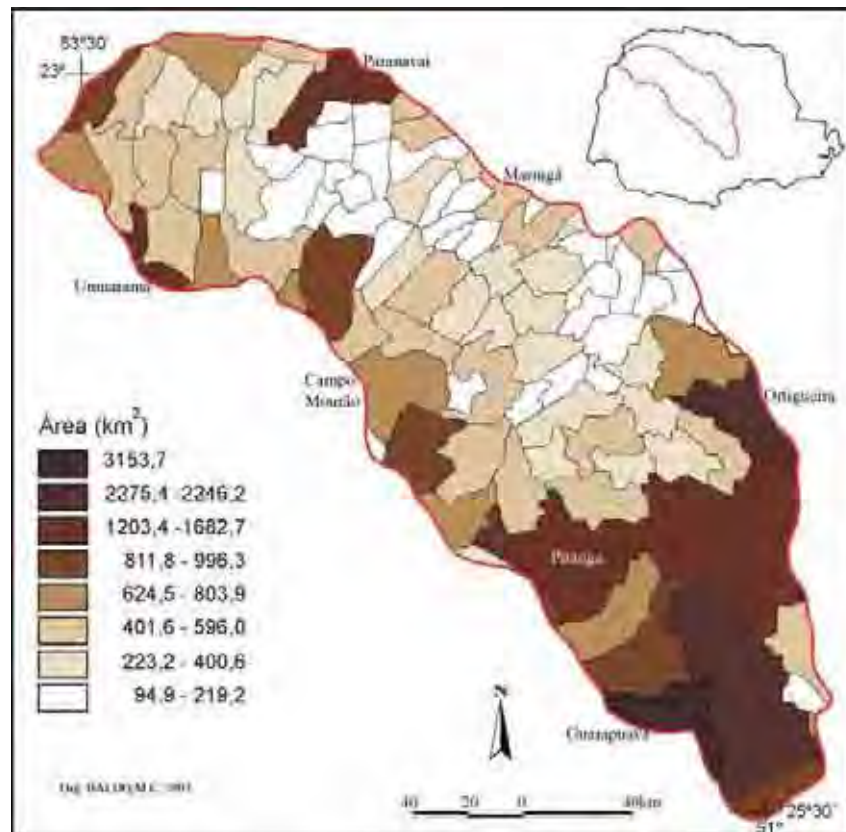
O povoamento ao norte/noroeste do rio processou-se de maneira diferente, contrária ao da região ao sul do Ivaí, pois a região ao norte permaneceu por mais tempo desabitada e seu povoamento se processou de forma rápida e efetiva. A ocupação do Norte/Noroeste do Paraná caracterizou-se pela expansão da lavoura cafeeira, que ultrapassou os limites do Estado de São Paulo, e foi feita basicamente por imigrantes paulistas, mineiros e nordestinos. Essa região teve a ação da Companhia de Terras Norte do Paraná, inicialmente denominada Paraná Plantation Ltda., e atualmente, Companhia Melhoramentos Norte do Paraná.

Esta Companhia, constituída inicialmente de capital inglês, adquiriu do Governo do Estado do Paraná uma área de 515.000 alqueires de terras devolutas, nas bacias dos rios Paranapanema, Tibagi, Pirapó e Ivaí. Os primeiros colonos - nacionais, vindos de São Paulo - se instalaram nos lotes abertos pela Companhia em 1931. Posteriormente foram fundadas as cidades de Londrina, em 1932, e Maringá, em 1947.

Segundo Bernardes (1950), foram construídas numerosas estradas de rodagem, milhares de lotes foram medidos e vendidos. A estrada de ferro, que em 1935 estava construída até Londrina, cinco anos depois já alcançava Apucarana, situada no divisor dos rios Pirapó, Ivaí e Tibagi. Posteriormente a Companhia adquiriu terras mais a noroeste, surgindo, em 1950, Cianorte, e em 1955, Umuarama (STRAUCH E DUARTE, 1972).

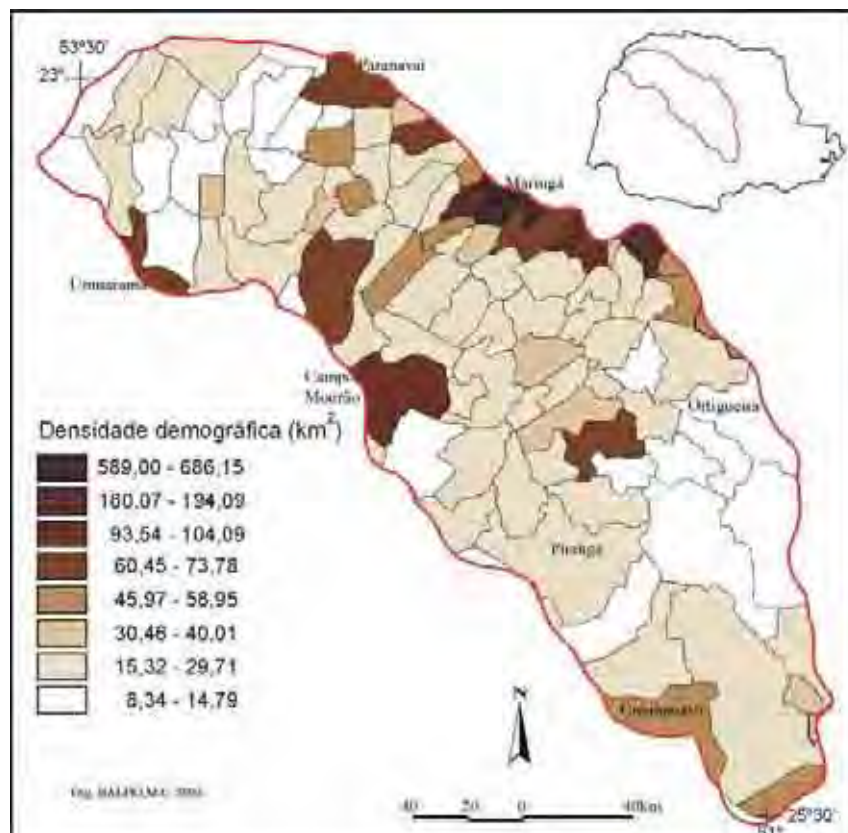
Estes dois processos de povoamento se refletem na organização do espaço. O Norte/Noroeste é muito mais densamente ocupado, com maior número de municípios, porém com áreas menores e com cidades localizadas próximas umas das outras. Nessas áreas as atividades de beneficiamento dos produtos agrícolas foram concentradas nas cidades fundadas às margens da estrada de ferro, sobre os divisores para onde convergem às estradas. Também o grande número de pequenas propriedades propiciou a formação de uma população rural bastante numerosa. Isto foi reflexo do tipo de colonização implantado pela Companhia Melhoramentos Norte do Paraná (BERNARDES, 1950).

Os municípios de Irati, Cândido de Abreu, Pitanga, Reserva, Prudentópolis, Ortigueira e Guarapuava, localizados a montante da bacia, apresentam as maiores extensões territoriais como mostra a **figura 15**. Embora não sejam totalmente drenados pela bacia do rio Ivaí, exemplificam o processo de ocupação e as condições naturais.



Fonte: Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social – IPARDES (2002).

Figura 15 – Área total em km² de cada município da área de estudo.



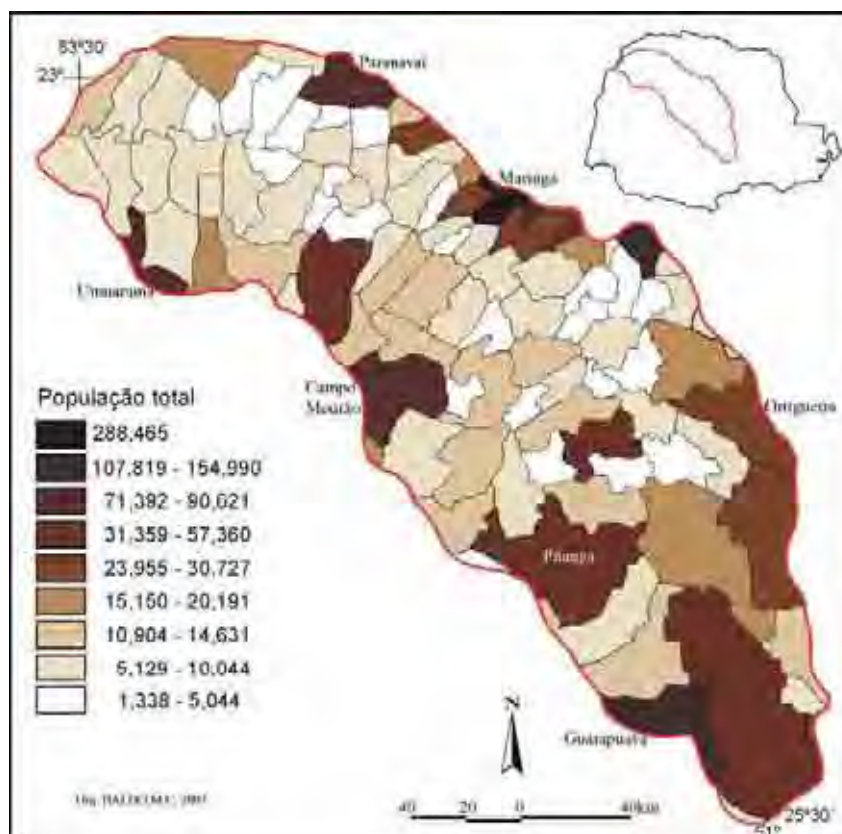
Fonte: Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social – IPARDES (2002).

Figura 16 - Densidade demográfica para todos os municípios da bacia do rio Ivaí.

Atualmente podem-se encontrar no Norte/Noroeste municípios com baixa densidade demográfica, decorrente da mudança da cultura agrícola na região. No início da colonização predominava o café, que absorvia grande número de pessoas para trabalhar nas lavouras.

Nas últimas três décadas essa cultura foi substituída por pastagens, implantadas para criação do gado bovino, e por lavouras mecanizadas. Em razão disso um grande contingente da mão-de-obra agrícola foi dispensado, e os agricultores foram sendo obrigados a deixar o campo e ir morar nas cidades. Muitos se mudaram para os grandes centros ou para outros estados, em busca de trabalho.

A menor densidade demográfica foi registrada nos municípios de Luiziana - com 8,34, Ortigueira - com 10,29, Nova Aliança do Ivaí - com 10,35, Guaporema - com 10,55 e Boa Ventura de São Roque - com 10,89 hab/km². Cianorte, Umuarama, Ivaiporã, Mandaguari, Jandaia do Sul, Campo Mourão, Paiçandu, Apucarana, Maringá e Sarandi foram os que apresentaram as maiores densidades. Segundo dados obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2000), 21% da população do Estado encontram-se na área em estudo, que possui aproximadamente 1.990.000 habitantes. Desse total, 78% estão concentrados na área urbana e 22% se espalham pela zona rural. As cidades de Maringá, Guarapuava, Apucarana, Umuarama, Campo Mourão, Paranavaí e Sarandi destacam-se como as de maior número de habitantes. Muitas dessas cidades têm a função de pólo regional, como mostram as **figuras 16 e 17**.



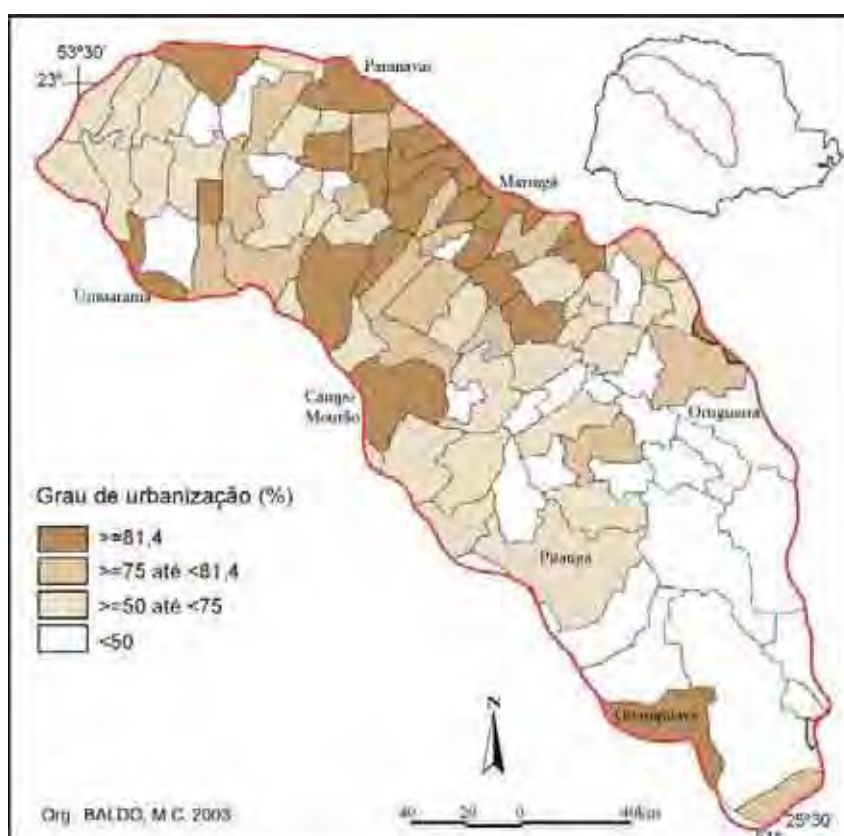
Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IPARDES (2000).

Figura 17 – População total dos municípios localizados na área de estudo.

De acordo com Bernardes (1950), a distribuição das populações rural e urbana está intimamente relacionada com os diversos fatores físicos, econômicos e sociais, entre os quais se destacam, por sua maior importância, de um lado, a presença de solos e florestas procurados para a agricultura, e de outro, a proximidade dos mercados ou das vias de comunicação a que as populações têm acesso. A presença desses fatores tem contribuído decisivamente para o maior adensamento da população nas porções Norte e Noroeste da bacia do Ivaí (**Figura 18**).

No sentido Sul da bacia, as densidades demográficas são menores, em decorrência do histórico da ocupação que se processou. O povoamento ao sul da bacia, iniciado no início do século XX, atingiu Campo Mourão por volta de 1940, e em 1950 esta última cidade interligou-se com Maringá através de uma picada, transformada em estrada dentro da floresta.

Houve a partir daí uma captura econômica, uma vez que as comunicações e o movimento de pessoas e cargas da zona de Campo Mourão passaram a fazer-se preferencialmente para o norte, e não mais para o sul. Aí, então, nesta fronteira do povoamento, o Norte/Noroeste e o Sul do Estado e da bacia do Ivaí se encontram. Para aí afluíram mineiros, paulistas e nordestinos, bem como rio-grandenses, catarinenses e paranaenses do leste (BERNARDES, 1952).



Fonte: Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (2002).

Figura 18 – Grau de urbanização em porcentagem dos municípios inseridos na área de estudo.

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5.1. Referencial teórico

Neste trabalho será adotada a concepção dinâmica de clima proposta por Sorre (1951), em que o “clima é a série de estados atmosféricos sobre um determinado lugar em sua sucessão habitual”, sendo ajustada à análise rítmica desenvolvida por Monteiro (1971).

Para Monteiro (1999), “o tempo é um estado momentâneo da atmosfera sobre um lugar, fatalmente destinado a uma contínua mutação ao longo do desenvolvimento cronológico. Nesse sentido será um ‘elemento’ básico cujo ritmo de sucessão desencadeará padrões de seqüências cuja repetição assemelhada ou diferenciada vai conduzir àquela difícil concepção de ‘habitual’ ou mais freqüente. Se o tempo meteorológico é um ‘eventual’ que se configura no contexto de um dia de 24 horas o clima é algo que se manifesta através da percepção dos ‘regimes’, ou seja, a variação anual. Se os regimes são observações feitas separadamente para os diferentes ‘elementos’ climáticos a noção sintética de clima advém do ritmo de sucessão dos tipos de tempo, configurados em ‘cadeias’ nas sucessões mais habituais”.

O conceito de ritmo, expressão da sucessão dos estados atmosféricos, conduz, implicitamente, ao conceito de “habitual”, pois há variações e desvios que geram diferentes graus de distorções até atingir padrões “extremos” (MONTEIRO, 1971).

Monteiro (1991) coloca que “a aceitação do conceito de Max Sorre (1951) deu margem à adoção de um paradigma que não encontraria apoio em uma estratégia metodológica, de vez que Sorre não produziu análises climatológicas. A estratégia proposta por Pedelaborde (1957) foi descartada de vez que ele se preocupava antes com o levantamento da totalidade dos tipos de tempo, quanto a mim interessava mais o mecanismo ‘seqüencial’, dando atenção às suas peculiaridades, irregularidades, posto que estas se constituem, longe de ser ‘exceções’ em eventos de imensa importância aos processos de interação geográfica”.

O ritmo climático só poderá ser compreendido através da representação concomitante dos elementos fundamentais do clima em unidades de tempo cronológico pelo menos diárias, compatíveis com a representação da circulação atmosférica regional, geradora dos estados atmosféricos que se sucedem e constituem o fundamento do ritmo, como afirma Monteiro (1971).

Após a caracterização dos tipos de tempo é necessário analisar as articulações desses mecanismos através do ano. “Só assim penetramos na concepção do ritmo; perscrutaremos sua pulsação e seu dinamismo e podemos nos dar conta de que a maior ou menor incidência de chuvas tem íntima s relações com a pulsação desse ritmo” (MONTEIRO, 1964a).

O mesmo autor coloca que somente uma análise detalhada no nível de “tempo” que revele a gênese dos fenômenos climáticos pela interação dos elementos e fatores dentro de uma realidade regional é capaz de oferecer parâmetros válidos à consideração dos diferentes e variados problemas geográficos.

No decorrer de um ano a ocorrência de episódios extremos tem, muitas vezes, profunda repercussão geográfica. Um episódio de seca, por exemplo, em um mês habitualmente chuvoso, ou de geada inesperada em um mês não muito frio, poderá ter sérias implicações nas atividades agrícolas, ligadas um calendário gerado pelo ritmo climático habitual (MONTEIRO, 1991).

Monteiro (2001) coloca que o tempo meteorológico, gerador dos climas dos lugares, não pode restringir-se às medidas dos elementos e ao estabelecimento de parâmetros “amaciados” nos valores médios. Há que considerar-se que o homem, como executor de trabalhos, sobretudo no cultivo da terra, está sujeito a ritmos e ciclos bióticos que não podem ignorar o que as oscilações climáticas oferecem em situações extremas, acidentais e catastróficas, que por não serem tão habituais causam impactos e significam riscos que não podem ser ignorados.

Através da análise das variações diárias dos elementos climáticos associados à circulação regional, é possível entender a gênese dos fenômenos climáticos. Segundo Monteiro (1973), o nível geográfico é alcançado quando colocamos a análise dos tipos de tempo em seqüência contínua. É a seqüência que conduz ao ritmo e o ritmo é a essência da análise dinâmica.

Para Sant’Anna Neto (1998), somente a partir do conhecimento da dinâmica climática, sua gênese e previsão, podem-se minimizar seus efeitos negativos sobre as atividades humanas e direcionar este conhecimento no sentido de encontrar um equilíbrio, aproveitando a sua variabilidade temporal para o planejamento econômico.

Vários autores desenvolveram trabalhos buscando uma abordagem rítmica dos tipos de tempo e utilizando o conceito de anos “atípicos” e “habituais”, entre os quais estão: Guadarrama (1971), Monteiro (1973), Barbière (1974), Conti (1975,1981), Brino e Tavares (1982), Sant’Anna Neto (1983, 1989), Titarelli (1972), Tarifa (1973 e 1975) e Boin (2000).

Barbière (1974) analisou o ritmo climático e a extração de sal em Cabo Frio do triênio de 1963/65. O que realmente interessou ao autor foi analisar o comportamento rítmico dos vários estados atmosféricos, a maneira como se desenvolvem os tipos de tempo determinantes do quadro dinâmico que possibilita o calendário da extração do sal, o qual certamente se definirá com proveito, segundo a maior freqüência e melhor encadeamento das condições atmosféricas favoráveis a esta atividade. Elegeu o ano de 1963, considerado ótimo para a produção salineira, devido ao encadeamento mais freqüente dos estados atmosféricos propícios à extração do sal, a grandes intervalos. Foi um daqueles anos favoráveis em que o calendário salineiro pode avançar até meados do outono. O ano de 1964 apresentou grande diversificação de articulação entre os vá-

rios estados atmosféricos, fato que, conjugado com a sensível redução dos intervalos entre eles, resultou em um ano péssimo para atividade salineira. Conquanto o ano de 1965 tenha apresentado certa identidade de encadeamento em relação a 1964, os intervalos de atuação dos estados atmosféricos, embora maiores que os do ano anterior foram consideravelmente inferiores àqueles ocorridos em 1963, não permitindo uma ascensão significativa da curva de produção.

Tarifa (1973) observou detalhadamente o ritmo dos tipos de tempo, estabelecendo as correlações com a disponibilidade de água aplicada para o ano agrícola de 68/69 no Extremo Oeste Paulista. O autor coloca que através de estimativas diárias da disponibilidade hídrica superficial é que se buscou a gênese dos excessos e das deficiências hídricas nas cadeias de tipos de tempo e concluiu que estas nada mais eram do que conjuntos de situações atmosféricas resultantes dos diferentes tipos de frontogêneses no eixo principal da frente polar atlântica. O mesmo acrescenta que a validade metodológica das análises episódicas apóia-se no próprio sentido prático e real da aplicabilidade de tais estudos na compreensão de fenômenos atmosféricos de ocorrência restrita, mas de repercussão vital nas atividades do homem, o que aumenta a importância geográfica de análise, uma vez que permite a compreensão dos impactos gerados pelas excepcionalidades climáticas.

Na sua tese de doutorado, Tarifa (1975) coloca que a idéia básica de sua pesquisa é quantificar os diferentes tipos de fluxos polares pelo centro isobárico de ação na primavera e no verão no Estado de São Paulo. Numa primeira etapa o autor utiliza-se de uma abordagem média e genérica para todo o Estado como dados de pluviosidade e sistemas atmosféricos, e numa segunda, uma abordagem detalhada para os quatro pontos de amostragem do Estado.

Conti (1975) analisou a circulação secundária e o efeito orográfico na gênese das chuvas na região Lesnordeste Paulista através dos fluxos atmosféricos da orografia e da pluviosidade, verificando a circulação secundária e sua repercussão nos diversos compartimentos regionais. Para tanto utilizou a técnica da escolha do “ano-padrão” e posteriormente o método de análise rítmica proposto por Monteiro (1971), sendo escolhidos três anos para análise diária. Em suas conclusões o autor afirma que, embora a gênese das chuvas seja eminentemente frontal, o relevo é importante, sobretudo, como elemento orientador da distribuição regional do fenômeno pluvial. Há determinadas direções de correntes atmosféricas que produzem resultados pluviais em que as chuvas ocorrem em razão inversa dos níveis altimétricos. O ar frio, por ser mais denso, penetra vigorosamente nos fundos de vales orientados no sentido de sua trajetória, provocando instabilidade local ao longo dos mesmos.

Boin (2002) analisou a ação dinâmica pluvial sobre o meio ambiente físico do Oeste Paulista, visando à identificação das áreas submetidas a diferentes impactos pluviais e de suas conseqüências erosivas nos diversos compartimentos ambientais. Considerando a dificuldade em

analisar a sucessão e articulação dos tipos de tempo de toda a série histórica utilizada é que se optou pela escolha de “anos-padrão” 1983, 1984 e 1985, o que, segundo o autor, possibilita a interpretação a que se propõe este trabalho, com a condensação das análises interpretativas nos anos mais representativos, tanto do ponto de vista pluvial como da erosividade. Pela análise da dinâmica atmosférica proporcionada pelo método de análise rítmica, chegou-se a um comportamento dos diferentes tipos de tempo que explicaram a gênese das chuvas e de seus eventos impactantes. Com o balanço hídrico e o detalhamento horário das “pancadas” de chuva, foi possível entender os impactos ocasionados ao solo, nas diferentes seqüências de tipos de tempo. O autor concluiu que a posição predominante dos deslocamentos dos fluxos do anticiclone polar atlântico determina a quantidade de chuvas precipitadas sobre o Oeste Paulista; que o trajeto oceânico gera os anos chuvosos; o trajeto continental, os anos secos, e o trajeto intermediário, os anos habituais.

A pretensão neste item não foi fazer um levantamento da produção dos trabalhos que usaram o paradigma da análise rítmica realizados até o momento, pois isso ficaria muito extenso e seria desnecessário, considerando-se a disponibilidade da obra de Zavattini (2004), que, através de uma espécie de inventário, apresenta 108 obras, entre elas teses e dissertações realizadas na área da climatologia geográfica dos programas paulistas de pós-graduação do período correspondente ao de 1971 a 2000. O autor analisa em cada obra o uso ou não do paradigma da análise rítmica e, conseqüentemente, a utilização do conceito de ritmo climático.

Desde a mudança de paradigma, a partir da aceitação dos pressupostos teóricos de Sorre e das contribuições de Monteiro, a climatologia geográfica do Brasil tem sido eficiente para a compreensão e explicação dos mecanismos da circulação atmosférica regional e dos sistemas produtores dos tipos de tempo segundo Sant’Anna Neto (2004). Vários trabalhos científicos têm mostrado como a dinâmica climática produz as variações temporais e espaciais dos principais elementos atmosféricos e sua repercussão no espaço.

Este último autor acrescenta que, apesar da vasta produção científica, não se conseguiu, até hoje, obter um conhecimento claro e sistemático para prognosticar e projetar para o futuro o comportamento do clima. Tanto os modelos matemáticos, quanto as técnicas estatísticas mais usuais não têm conseguido oferecer um instrumental adequado para o progresso da climatologia, de tal forma que esta possa responder e esclarecer os grandes problemas ainda não resolvidos naquele final de século, principalmente no que se refere às questões relativas às mudanças climáticas.

5.2. Material e técnica

Na **figura 19** está apresentada a estrutura da pesquisa e a seqüência do andamento de cada etapa do roteiro adotado.

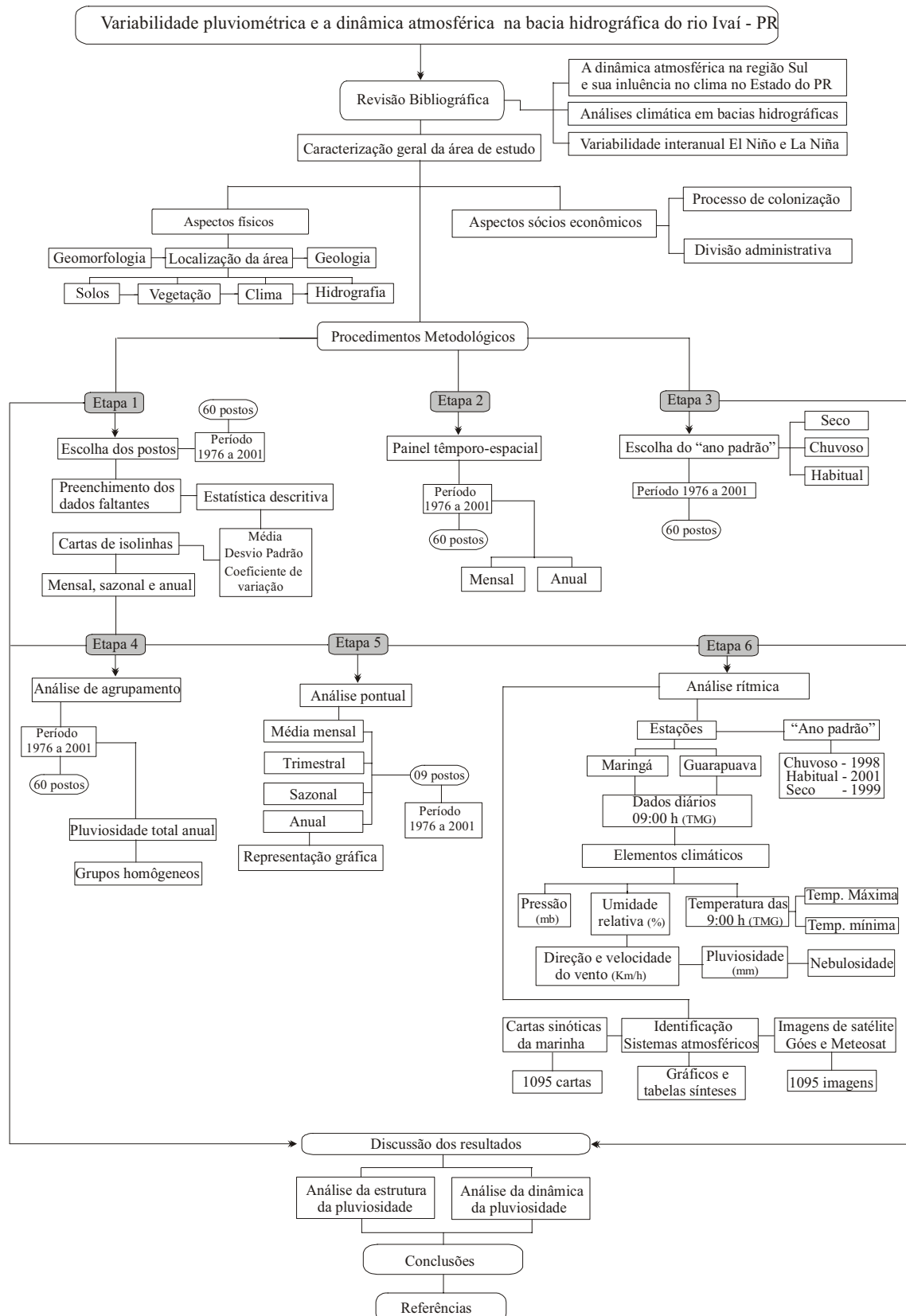


Figura 19 – Esboço metodológico da pesquisa

5.2.1. Escolha dos postos pluviométricos

Inicialmente foram obtidos os dados mensais de precipitação pluviométrica de 145 postos. Estes dados foram obtidos junto à Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

Num primeiro momento utilizou-se como critério para a escolha dos postos a distribuição espacial em quadrículas de 15'x 15', num mapa de escala 1:2000.000 (PARANÁ, 1998), procurando-se uma melhor distribuição espacial, aliada à disponibilidade e à uniformidade de dados com séries temporais longas, de cada uma das quadrículas.

Após esta análise preliminar optou-se por trabalhar na primeira abordagem do trabalho com 59 postos pluviométricos e uma estação climatológica do Instituto Nacional de Meteorologia, (Estação Climatológica Principal de Maringá – ECPM) no período correspondente a 1976 a 2001, como mostra a **Figura 20 e a Tabela 2**. Na segunda abordagem, análise rítmica, além da ECPM foram acrescentados os dados climáticos dos anos de 1998, 1999 e 2001 da estação climatológica de Guarapuava, dado este, cedido pelo Instituto Agrônômico do Paraná, após a realização da primeira etapa deste trabalho.

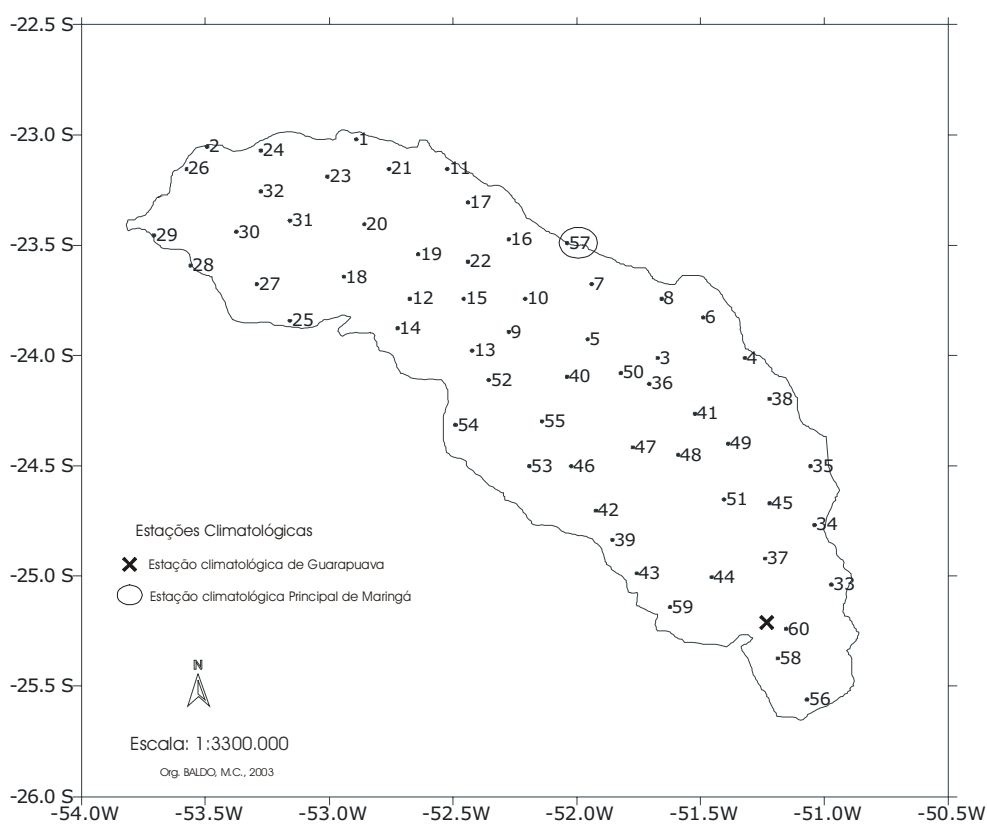


Figura 20 – Distribuição espacial dos postos pluviométricos na bacia do rio Ivaí – PR.

Tabela 2 – Relação dos postos pluviométricos e das estações climatológicas utilizadas com o seus respectivos nomes, ordens, latitudes, longitudes e altitudes.

Estação	Nº	Latitude	Longitude	Alt (m)	Nº	Estação	Latitude	Longitude	Alt (m)
Fazenda Novo Matão	01	22°57'00"	52°47'00"	460	31	Tapira	23°19'00"	53°04'00"	450
Icatu	02	22°58'59"	53°24'00"	384	32	Novo Porto	23°10'59"	53°10'59"	470
Borrazópolis	03	23°55'59"	51°34'59"	640	33	Saltinho	24°57'00"	50°52'59"	800
Papua	04	23°55'59"	51°13'59"	1010	34	Barreiro	24°40'59"	50°57'00"	850
São Pedro do Ivaí	05	23°51'00"	51°52'00"	400	35	Rio Novo	24°25'00"	50°58'00"	650
Rio Bom	06	23°45'00"	51°24'00"	620	36	Ubá do Sul	24°02'59"	51°37'00"	380
São Miguel do Cambui	07	23°36'00"	51°50'59"	470	37	Tereza Cristina	24°49'59"	51°09'00"	550
Cruzeiro	08	23°40'00"	51°34'00"	750	38	Pinhalzinho	24°07'00"	51°07'59"	750
Quinta do Sol	09	23°49'00"	52°10'59"	315	39	Pitanga	24°45'00"	51°46'00"	860
Porto Bananeira	10	23°40'00"	52°07'00"	520	40	Barbosa Ferraz	24°01'00"	51°57'00"	320
Estação Criação Estado	11	23°04'59"	52°25'59"	480	41	Ribeirão Bonito	24°10'59"	51°25'59"	700
Cianorte	12	23°40'00"	52°34'59"	530	42	Arroio Grande	24°37'00"	51°49'59"	1050
Peabiru	13	23°53'59"	52°19'59"	550	43	Carazinho	24°53'59"	51°40'00"	1000
Igarité	14	23°47'59"	52°37'59"	600	44	Faxinal Vista	24°55'00"	51°16'00"	590
Malu	15	23°40'00"	52°22'00"	450	45	Barra Bonita	24°34'59"	51°07'59"	950
Ourizona	16	23°23'59"	52°10'59"	520	46	Nova Tebas	24°25'00"	51°55'59"	700
Ivaitinga	17	23°13'59"	52°20'59"	470	47	Alto Porã	24°19'59"	51°40'59"	900
Bernadelli	18	23°34'00"	52°50'59"	500	48	Ariranha	24°22'00"	51°30'00"	900
Japurá	19	23°28'00"	52°32'59"	500	49	Rio Branco	24°19'00"	51°17'59"	900
Guaporema	20	23°19'59"	52°46'00"	400	50	Pouso Alegre	24°00'00"	51°43'59"	650
Deputado José Afonso	21	23°04'59"	52°40'00"	450	51	C. de Abreu	24°34'00"	51°19'00"	600
Copacabana do Norte	22	23°30'00"	52°20'59"	450	52	Salto Natal	24°01'59"	52°16'00"	617
Comur	23	23°07'00"	52°55'00"	380	53	Iretama	24°25'00"	52°05'59"	650
Santa Isabel do Ivaí	24	23°00'00"	53°10'59"	400	54	Rioda Vargem	24°13'59"	52°24'00"	750
Cruzeiro do Oeste	25	23°46'00"	53°04'00"	580	55	Água Fria	24°13'00"	52°02'59"	500
Querência do Norte	26	23°04'59"	53°28'59"	360	56	Itapara	25°28'00"	50°58'59"	900
Maria Helena	27	23°36'00"	53°12'00"	400	57	*Maringá	23°25'00"	51°57'00"	542
Santa Eliza	28	23°31'00"	53°28'00"	500	58	Relógio	25°16'59"	51°05'59"	850
Icaraima	29	23°22'59"	53°37'00"	450	59	Turvo	25°02'59"	51°31'59"	1100
Douradina	30	23°22'00"	53°16'00"	450	60	Vila Esperança	25°08'59"	51°04'00"	750
					X	**Guarapuava	25°21'00"	51°30'00"	1058

Fonte: Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. *Instituto Nacional de Meteorologia. ** Instituto Agrônômico do Paraná.

5.2.2. Tratamento dos dados

Os dados mensais de pluviosidade, que a princípio estavam em blocos de notas, foram transportados para a planilha eletrônica, para serem preliminarmente analisados.

A planilha de cada posto foi meticulosamente conferida. A primeira etapa consistiu em uniformizar todos os postos para o período de análise escolhido - 1976 a 2001 - e verificar as falhas existentes e os dados que apresentavam valores muito elevados, devido a erros cometidos na digitação.

Detectados os problemas existentes no banco de dados, a segunda etapa do trabalho foi o preenchimento dos dados faltantes. Finalizadas estas etapas, aplicou-se a estatística descritiva, para as respectivas escalas de análises mensal, trimestral, sazonal e anual.

5.2.3. Preenchimento dos dados faltantes

Alguns postos pluviométricos apresentavam falhas em seus registros, e como há necessidade de se trabalhar com séries contínuas, essas falhas foram preenchidas segundo o método apresentado por Villela e Mattos (1975), um método bastante utilizado para fazer esta estimativa que tem como base o registro pluviométrico de três postos localizados o mais próximo possível do posto que apresenta a falta de dados.

Os dados faltantes foram interpolados segundo o algoritmo abaixo:

$$P_x = \frac{\bar{P}_x}{3} \left(\frac{P_A}{\bar{P}_A} + \frac{P_B}{\bar{P}_B} + \frac{P_C}{\bar{P}_C} \right)$$

onde P_x é a precipitação do mês faltante, \bar{P}_x é a precipitação média mensal da estação X, P_A , P_B , P_C são as precipitações mensais e \bar{P}_A , \bar{P}_B , \bar{P}_C são as precipitações médias mensais, todas das estações mais próximas da estação X.

5.2.4. Análise de agrupamento

Os grupos homogêneos foram obtidos através da análise de *cluster*. Os dados utilizados para essa análise foram os totais anuais de pluviosidade para o período de 1976 a 2001 dos 60 postos localizados na área de estudo.

O objetivo principal do agrupamento foi realizar uma análise pormenorizada de cada porção da bacia, delimitando as regiões que apresentassem similaridade no padrão pluviométrico. Este agrupamento também serviu como subsídio para a escolha dos postos pluviométricos para a análise pontual, devido a representatividade da tipologia pluvial, possibilitando uma melhor escolha para a elaboração dos histogramas mensais, trimestrais e sazonais.

Para efetuar a regionalização foi utilizado o método de classificação hierárquica, análise de agrupamento. Este método de classificação indica a amostra de um grupo localizando e agrupando as amostras similares. O propósito é colocar objetos de maneira agrupada, dentro de grupos sucessivamente maiores, utilizando algumas medidas de similaridade ou distância. Cada objeto começa a ser classificado dentro de um grupo individual. Em seguida, diminui-se o limiar para o critério de determinação da possibilidade de dois ou mais pertencerem ao mesmo grupo. O limiar desse critério diminui até que todos os objetos sejam colocados no mesmo grupo.

Na técnica hierárquica os objetos são classificados em grupos em diferentes etapas, de modo hierárquico, produzindo uma árvore de classificação conhecida como dendograma.

A técnica hierarquizada aglomerativa é iniciada considerando-se n elementos do conjunto E (objetos) formando um conjunto de n grupos $\{e_1\}$, $\{e_2\}$, ..., $\{e_n\}$. Selecionam-se então dois e

lementos e_i e e_j , $i \neq j$, considerados mais semelhantes, e unem-se esses dois elementos em um único agrupamento. O processo é seqüencialmente repetido, isto é, são unidos os grupos mais semelhantes, formando-se $(n-2)$ grupos, $(n-3)$, $(n-4)$, etc. O processo termina quando se determina novamente um único agrupamento E.

O algoritmo geral é o mesmo nas técnicas hierarquizadas, variando apenas a medida de distância utilizada. Para a presente pesquisa foi eleito, dentre as técnicas hierarquizadas aglomerativas, o método de Ward. Este método se distingue dos demais por usar a análise de variância para avaliar as distâncias entre os grupos; ou seja, ele procura minimizar a soma de quadrados de quaisquer dois (hipotéticos) grupos que podem ser formados em cada passo. A medida de similaridade entre dois grupos é a soma de quadrados entre eles, somando sobre todas as variáveis. Este método foi escolhido por ser o mais indicado e aplicado em estudos climatológicos (GADGIL, 1980; LEWIS E TORRES, 1992; MCGREGOR, 1993; NERY; 1997; BERNARDES, 1998).

Como medida de distância elegeu-se a distância euclidiana, por ser o tipo de distância mais comumente escolhido para variáveis quantitativas. Ela é a distância geométrica no espaço multidimensional. Assim, a distância euclidiana entre duas observações p dimensionais $X = (x_1, x_2, \dots, x_p)$ e $Y = (y_1, y_2, \dots, y_p)$, caracteriza-se como sendo:

$$d(XY) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \dots + (x_p - y_p)^2} = \sqrt{(X-Y)'(X-Y)}$$

A partir dos totais anuais de precipitação pluviométrica do período de 1976 a 2001, foram construídas as tabelas do tipo “indivíduos x variáveis”. Na análise temporal foi considerado o indivíduo como sendo cada posto pluviométrico, e as variáveis como os totais pluviométricos de cada ano. Para a representação dos resultados foi gerado o dendograma através do programa *Statistica* versão 5.0.

5.2.5. Estatística descritiva

Foi aplicada a estatística descritiva para todos os postos utilizando-se os respectivos parâmetros: média, desvio-padrão e coeficiente de variação para as escalas de análise (mensal, sazonal, anual). O desvio-padrão também foi calculado para os anos considerados “atípicos” como os mais secos de todo o período - 1978, 1985, 1988, 1991 e 1999 - e os mais chuvosos - 1983, 1997, 1998, 1992 e 1990.

O desvio-padrão e o coeficiente de variação são índices que mostram a variabilidade dos dados analisados. O desvio-padrão é uma medida de dispersão dos valores individuais em relação à média. Quanto maior esse índice, tanto maior será a variabilidade. O coeficiente de variação permite comparar os desvios-padrão de regiões com chuvas de diferentes intensidades.

Para a análise sazonal foi considerado o ano civil, ou seja, verão (janeiro, fevereiro e março) outono (abril, maio e junho) inverno (julho, agosto e setembro) e primavera (outubro, novembro e dezembro). Na escala trimestral foram considerados os meses de dezembro, janeiro e fevereiro como o trimestre chuvoso, e junho, julho e agosto como o trimestre mais seco para a bacia, chegou-se a esta escolha após ter analisado o gráfico da distribuição mensal de cada localidade. Estes cálculos foram executados por meio da planilha eletrônica excel¹.

5.2.6. Representação espacial da pluviosidade

Os valores gerados através da estatística descritiva são representados mediante cartas de isoietas, elaboradas a partir do aplicativo *Surfer*², versão 7.0, que utiliza um arquivo com o contorno da área de estudo digitalizado, o qual usa os valores de longitude e latitude e outro arquivo com os valores calculados, tais como a média, o desvio-padrão e o coeficiente de variação de cada estação com suas respectivas coordenadas geográficas.

O “surfer” utiliza o método reticulado para realizar a interpolação de dados, com os quais irá gerar valores para a construção das isolinhas. A interpolação dos dados no reticulado do programa foi feita através do método de *kriging*, considerado o mais adequado para este tipo de interpolação.

Segundo Flores (2000), este método possibilita a melhor representação da continuidade dos fenômenos geográficos e, mais especificamente, do fenômeno pluvial e térmico, permitindo desta forma uma melhor espacialização dos regimes pluviométricos predominantes na área de estudo em diferentes escalas de análise.

Foram elaborados os mapas com as isoietas, de precipitação média mensal, coeficientes de variação e os desvios-padrão. Na escala sazonal foi representada somente a média. Também foi elaborada a espacialização da precipitação média anual do período (1976 a 2001) e do total anual para cada ano. Os desvios em relação à média dos anos considerados “atípicos” como os mais secos de todo o período - 1978, 1985, 1988, 1991 e 1999 - e os mais chuvosos -1983, 1997, 1998, 1992 e 1990 - também foram elaborados.

¹ “Microsoft Corporation”.

² “Golden Software”.

Foram selecionados para a representação dos histogramas pontuais 9 postos pluviométricos, (2) Querência do Norte, (14) Cianorte, (23) Planaltina do PR, (29) Icaraíma, (38) Ortigueira, (43) Boa Ventura de São Roque, (55) Barbosa Ferraz, (56) Irati e uma estação climatológica (57) Maringá. Os histogramas foram elaborados a partir de valores médios mensais, trimestrais e sazonais (**Figura 21**). O critério utilizado para a escolha destes postos pluviométricos foi a representação espacial dentro de cada grupo homogêneo obtido através da análise de cluster. A análise pontual é importante pelo fato de a área de estudo abranger diferentes unidades climáticas e topográficas.

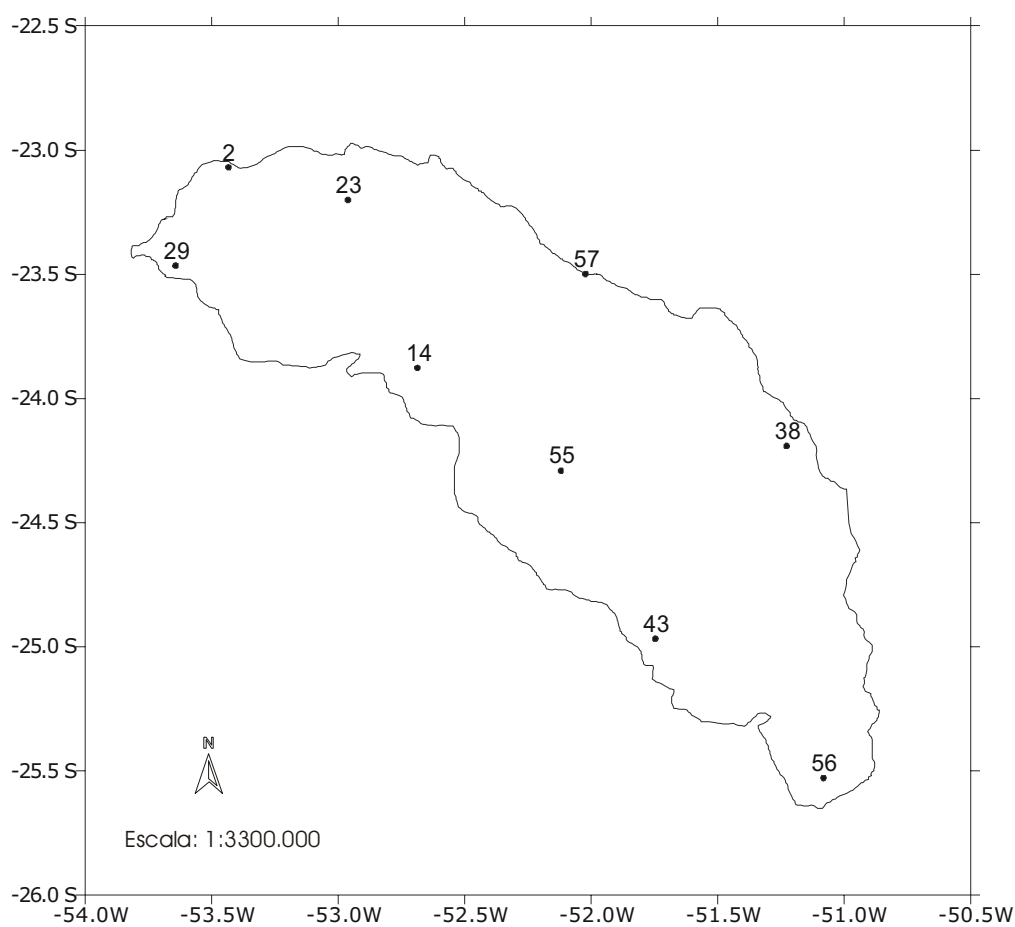


Figura 21 – Postos pluviométricos e uma estação (57) selecionados para representação dos histogramas de pluviosidade média mensal, trimestral e sazonal, para o período de 1976 a 2001.

5.2.7. Painel espaço temporal da pluviosidade mensal e anual

Para a elaboração do painel foram utilizados os dados mensais e anuais da precipitação dos 60 postos para o período de 1976 a 2001. A planilha foi elaborada seguindo uma seqüência contínua e ordenada dos postos no sentido montante a jusante da bacia, mostrando desta forma a variabilidade pluvial e os padrões predominantes numa escala anual e mensal ao longo de todo o eixo da bacia.

Para Sant'Anna Neto (1990) a grande vantagem do painel espaço-temporal é de representar, concomitantemente da variação temporal dos fenômenos climáticos num eixo espacial, tornando possível à visualização de diferentes feições, contribuindo para a análise sistêmica do espaço geográfico.

5.2.8. Escolha do ano padrão

Através do total anual de pluviosidade foram obtidos os desvios percentuais para cada posto pluviométrico no período de 1976 a 2001 num total de 60 postos.

Primeiramente foi calculado para cada posto o desvio percentual da pluviosidade total anual em relação às precipitações médias de todo o período. Esta etapa foi realizada na planilha eletrônica³ como mostra a **Tabela 3**, que exemplifica a aplicação para o posto José Afonso.

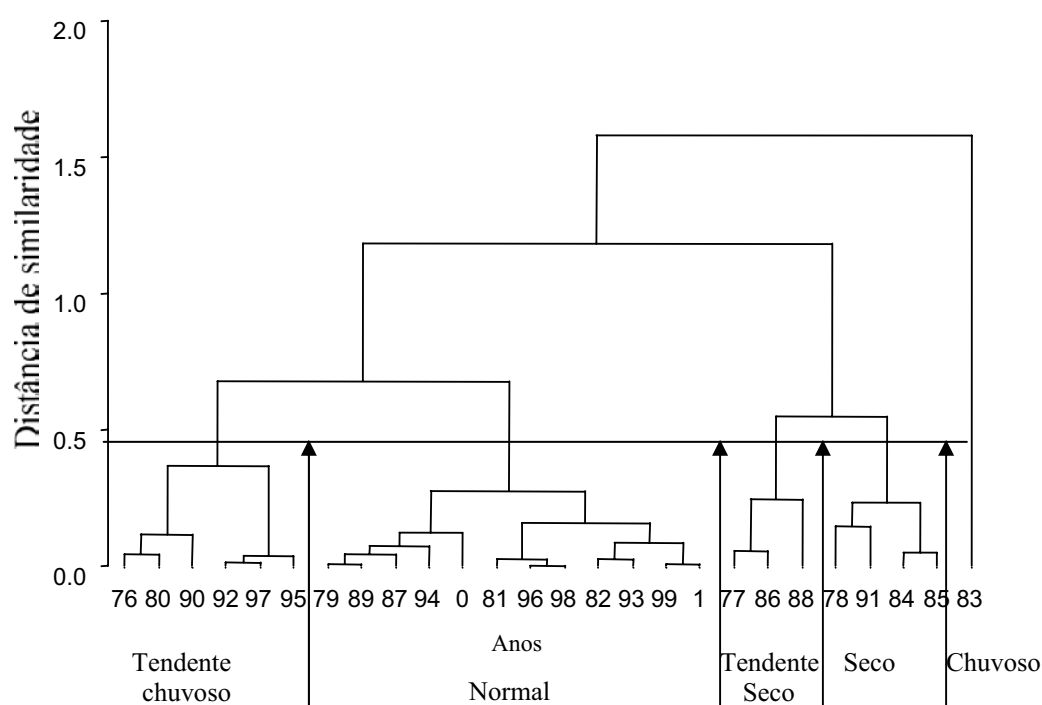


Figura 23 – Dendrograma anual da pluviosidade para o posto José Afonso (1976-2001)

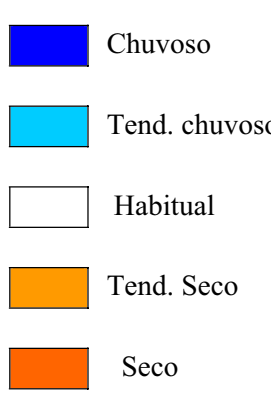
³“Microsoft Corporation”.

Estes dados foram agrupados através da “análise hierárquica por pares recíprocos” (DINIZ,1971; SANCHEZ, 1972 E TAVARES, 1976). O método de agrupamento adotado foi o centróide.

Para a elaboração da árvore de ligação, dendograma, como mostra a **Figura 22**, foi utilizado o programa SAS, versão 8.2. Esta técnica foi importante para a identificação dos anos que apresentam valores pluviométricos semelhantes dentro das categorias pré-estabelecidas (chuvoso, tendente a chuvoso, habitual, tendente a seco e seco) no período de 1976 a 2001 para cada posto pluviométrico da área de estudo.

Tabela 3 – Variabilidade da pluviosidade anual para o posto de nº 21, deputado José Afonso.

PRECIPITAÇÃO TOTAL			
Código 2352052		DESVIO	
ANO	TOTAL	(mm)	(%)
1976	1577,5	174,4	12,4
1977	1221,8	-181,3	-12,9
1978	955,4	-447,7	-31,9
1979	1464,1	61,0	4,3
1980	1561,1	158,0	11,3
1981	1404,2	1,1	0,1
1982	1366,1	-37,0	-2,6
1983	1909,3	506,2	36,1
1984	1067,5	-335,6	-23,9
1985	1051,2	-351,9	-25,1
1986	1241,7	-161,4	-11,5
1987	1479,8	76,7	5,5
1988	1149,4	-253,7	-18,1
1989	1466,1	63,0	4,5
1990	1609,4	206,3	14,7
1991	1005,7	-397,4	-28,3
1992	1706,1	303,0	21,6
1993	1377,0	-26,1	-1,9
1994	1445,5	42,4	3,0
1995	1695,6	292,5	20,8
1996	1413,8	10,7	0,8
1997	1712,0	308,9	22,0
1998	1413,1	10,0	0,7
1999	1339,5	-63,6	-4,5
2000	1504,9	101,8	7,3
2001	1342,6	-60,5	-4,3
MÉDIA	1403,1		
DP	235,0		
C. VAR.	16,7		



- Chuvoso
- Tend. chuvoso
- Habitual
- Tend. Seco
- Seco

Os resultados obtidos desta análise foram sintetizados na forma de tabela, na discussão dos resultados, mostrando a variação espaço-temporal anual da precipitação pluviométrica. Após a obtenção destes resultados realizou-se a escolha dos anos “atípicos” e “habituais”, como apresentado adiante.

5.2.9. Elaboração do gráfico de análise rítmica

Segundo Monteiro (1971), a análise rítmica detalhada no nível de “tempo”, revelando a gênese dos fenômenos climáticos pela interação dos elementos e fatores dentro de uma realidade regional, é capaz de oferecer parâmetros válidos para a consideração dos diferentes e variados problemas geográficos.

A estratégia de projeção temporal foi feita à base da escolha de “anos-padrão”, a qual, segundo Monteiro (1971), representa os diferentes graus de proximidade do ritmo “habitual” ao lado daqueles anos afetados por irregularidades na circulação de modo a promover acidentes e impactos nas atividades humanas e no meio físico.

Após a escolha dos anos excepcionais 1998 (chuvoso), 1999 (seco) e 2001 (habitual) foi elaborada a análise rítmica de acordo com a metodologia proposta por Monteiro (1971).

A escolha dos “anos-padrão” ficou restrita à década de 1990, considerando-se a existência de uma enorme quantidade de trabalhos já realizados para a década de 1980, principalmente para o ano de 1983, o mais chuvoso dessa década.

Em análise rítmica a técnica consiste na montagem de um gráfico de representação simultânea dos elementos climáticos numa escala diária e horária, juntamente com a representação gráfica da seqüência de alternância dos diferentes sistemas atmosféricos envolvidos na circulação secundária e tipos de tempo.

Segundo Flores (1995), o gráfico de análise rítmica permite uma visão de conjunto, dando a idéia de ritmo climático, e auxilia no entendimento da seqüência dos estados de tempo. Sua larga utilização deve-se ao caráter dinâmico, necessário para a representação da idéia de “ritmo”.

Os elementos climáticos utilizados nesta análise foram: pressão atmosférica (hPa), umidade relativa (%), temperatura do ar, temperaturas máxima e mínima do dia (°C), precipitação pluviométrica, total diário (mm), velocidade do vento (m/s) e direção, nebulosidade (décimos), sendo estes dados diários e horários 12:00 h (TMG). Utilizou-se a escala anemométrica de Beaufort em km/h para estabelecimento das classes de velocidade do vento segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (1999). Também foram apresentados nestes gráficos de análise rítmica, através da identificação diária, os sistemas atmosféricos atuantes nos três anos-padrão.

Para a realização deste levantamento foram utilizadas 1095 cartas sinóticas do Departamento de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil, e 1095 imagens de satélite do GOES 12 para América do Sul, no canal do visível e infravermelho; para complementar as imagens faltantes, utilizaram-se também as imagens do satélite Meteosat, ambas disponíveis em: <<http://www.inpe.cptec>> do horário das 12:00 h (TMG).

Foram identificados 13 sistemas atmosféricos; Tropical Atlântica (TA), Tropical Atlântica Continentalizada (TAC), Tropical Continental (TC), Equatorial Continental (EC), Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Polar Atlântica (PA), Polar Tropicalizada (PT), Frente Polar Atlântica (FPA) Frente Polar Atlântica Estacionária (FPE) e Frente Polar Atlântica em Dissipação (FPAD), Repercussão da Frente Polar Atlântica (RFPA), Recuo da Frente Polar Atlântica (Rec.FPA) e a Linha de Instabilidade Tropical (IT).

Primeiramente foram obtidos, junto ao Instituto Agrônomo do Paraná e ao Instituto Nacional de Meteorologia, os dados diários e horários dos elementos climáticos acima citados dos anos de 1998 (“padrão” chuvoso), 1999 (“padrão” seco) e 2001 (“padrão” habitual) de seis estações climatológicas, todas localizadas na área de estudo, das quais foram escolhidas duas: Guarapuava e Maringá. Os dois critérios utilizados na escolha das estações para o estudo de análise rítmica foram a representação espacial na bacia e a disponibilidade dos dados, tendo-se optado pelas estações que apresentaram a menor quantidade de dados faltantes.

A primeira, a de Guarapuava, está localizada a montante da bacia numa altitude de 1020 metros, e representa a porção mais chuvosa da área de estudo. A segunda a de Maringá, está localizada na porção média da bacia, com 542 metros.

Por meio desta análise pretende-se estabelecer os índices de atuação dos sistemas atmosféricos e sua participação na geração de chuvas na área de estudo.

5.2.9.1. Sucinta descrição dos sistemas atmosféricos identificados

Considerando a falta de padronização na nomenclatura para a identificação dos sistemas atmosféricos e as diferentes terminologias mencionadas em teses e dissertações em estudo de análise rítmica, decidimos fazer uma sucinta descrição dos sistemas atmosféricos atuantes na bacia e sua repercussão no tempo atmosférico, juntamente com as nomenclaturas dos treze sistemas atmosféricos, adotadas neste trabalho.

Repercussão da Frente Polar Atlântica (RFPA): é um “prenúncio” da entrada de uma Frente Polar Atlântica. O céu fica parcial ou totalmente encoberto, há um aumento na umidade relativa e um leve declínio na temperatura e o valor pluviométrico, quando registrado, é relativamente baixo.

Frente Polar Atlântica (FPA): os sistemas frontais que se deslocam sobre o Brasil estão entre as mais importantes perturbações atmosféricas e são responsáveis pela geração de pluviosidade e mudanças de temperatura no Centro-Sul e principalmente na Região Sul. Sua atuação sempre resulta numa queda significativa da temperatura, em aumento da nebulosidade e da umidade relativa e, conseqüentemente, na geração de precipitação pluviométrica.

Frente Polar Atlântica Estacionária (FPAE): como o próprio nome diz, este sistema estaciona por três ou mais dias, provocando chuva “mansa” e contínua, céu totalmente nublado, queda na temperatura e conseqüentemente, umidade relativa elevada.

Recuo da Frente Polar Atlântica (Rec.FPA): verifica-se quando o eixo mais instável da frente fria se desloca e depois de 24 horas ou mais retorna. O tempo adquire as mesmas características observadas quando da atuação de uma Frente Polar Atlântica, ou seja, o céu fica quase totalmente encoberto, a umidade relativa aumenta e quase sempre, mesmo que em baixos valores, ocorre a precipitação. Porém nesta situação não é identificada a entrada nem o prenúncio de uma nova Frente Polar Atlântica.

Frente Polar Atlântica em dissipação (FPAD): é uma “sombra” da Frente Polar Atlântica, depois de sua passagem sobre a área de estudo. O céu continua quase todo encoberto, a umidade relativa continua elevada, a temperatura começa a elevar-se gradativamente, e registram-se baixos valores pluviométricos.

Polar Atlântica (PA): possui maior atividade no outono e inverno e se origina no anticiclone polar atlântico. As características do tempo sob atuação desse sistema são rápido declínio da temperatura e, conseqüentemente, maiores amplitudes térmicas, umidade relativa muito baixa, céu claro, pressão atmosférica em elevação, tempo ensolarado e - dependendo das condições atmosféricas - formação de geada.

Polar Atlântica Tropicalizada (PT): a polar tropicalizada é percebida quando um sistema polar, depois de deslocar-se pelo continente, vai perdendo suas características originais; ou seja, é uma Polar Atlântica modificada. A temperatura e a umidade começam a elevar-se gradativamente. Geralmente a Polar Tropicalizada encontra-se entre uma frente em frontólise nas latitudes baixas e uma nova frontogênese nas proximidades do rio da Prata.

Tropical Atlântica (TA): é originária do anticiclone semifixo do Atlântico Sul. Sua propriedade de origem é a de uma massa quente e úmida com tendência a estabilidade. Devido ao seu sentido anti-horário penetra para o interior, atingindo as regiões Leste, Sul e Centro-Oeste. Sua atividade é constante o ano inteiro (MONTEIRO 1968).

Em vista da característica de tempo estável, as temperaturas sempre estão entre 20 e 30°C, com ventos fracos a moderados vindos de leste e sudoeste, com céu claro ou parcialmente encoberto.

Tropical Atlântica Continentalizada (TAC): é a Tropical Atlântica, porém modificada. Durante seu deslocamento pelo continente ela vai sendo modificada e perdendo suas características originais. Os ventos predominantes nesta situação sinótica são de norte e nordeste; a temperatura se eleva e há uma queda significativa na umidade relativa, sempre com o tempo estável e céu claro.

Tropical continental (TC): forma-se na depressão do Chaco ou resultante de anticiclone que precede da frente polar atlântica, com atuação bem definida no verão. Para Nimer (1989), esta é constituída de uma circulação ciclônica na superfície, de forte convergência. Entretanto, a baixa umidade, aliada à forte subsidência da alta superior, dificulta a formação de nuvens de convecção e trovoadas, sendo, portanto responsável por tempo quente e seco. Os ventos predominantes são de oeste e noroeste. O tempo fica quente e abafado, a pressão baixa; não ocorre chuva e a temperatura quase sempre fica acima dos 30°C. Sua atuação contínua é responsável pelos veranicos, ou seja, 15 dias ou mais sem chuva, muito comuns na primavera e no verão na área de estudo, segundo Bernardes, Aguilar e Abe (1988).

Equatorial continental (EC): tem sua fonte na planície amazônica apresenta umidade específica e temperaturas elevadas. No Hemisfério Sul ela tende a avançar para o interior do continente nos sentidos NW, SE e para ESE, de acordo com a posição da Frente Polar Atlântica (MONTEIRO 1968).

Esse sistema forma-se sobre o continente aquecido, onde dominam os ventos fracos, sobretudo no verão. A repercussão na bacia é de umidade relativa elevada, temperatura acima de 30°C, queda na pressão atmosférica, sendo os ventos de norte, noroeste e oeste. A característica do tempo sob este sistema é de instabilidade.

Linha de instabilidade tropical (IT): geralmente uma linha de instabilidade tropical antecede a entrada de uma Frente Polar Atlântica. Esse sistema é responsável pela formação de tempo instável, aumento na nebulosidade e na umidade relativa, gerando num curto período chuvas de forte concentração no tempo e no espaço. Este tipo de tempo sucede quase sempre ao tempo estável e quente motivado pelo domínio do anticiclone subtropical (NIMER, 1989).

Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS): é um importante fenômeno na escala intra-sazonal, que ocorre principalmente durante o verão na América do Sul. Pode ser identificada, na composição de imagens de satélite, como uma banda de nebulosidade de orientação noroeste a sudeste, estendendo-se desde o Sul da região amazônica até a região central do Atlântico Sul (KOUSKY, 1988). Com relação ao seu posicionamento, Quadro (1994) mostrou, através da análise dos campos meteorológicos, imagens de satélite e cartas de superfície, que a ZCAS geralmente estaciona sobre a Região Sudeste, o Brasil Central, o Norte do Paraná e o Sul da Bahia;

e acrescenta que os episódios verificados quando ela ancora sobre estas regiões podem ser definidos como casos típicos de ZCAS.

Os mecanismos que originam e mantêm a ZCAS não estão totalmente definidos. Oliveira (1986) estabeleceu uma climatologia de interações entre sistemas frontais e a convecção tropical sobre a Amazônia e o Brasil Central, e constatou que no período de novembro a março os sistemas frontais organizam convecção tropical, em termos de faixa de nebulosidade convectiva orientada no sentido de noroeste a sudeste. Figueroa (1990) coloca que os processos convectivos sobre o Brasil Central e o Sul da Amazônia são responsáveis pela formação da ZCAS. São vários os trabalhos realizados nesta temática, entre os quais estão os de Nobre, (1988); Araújo e Viola, (1988); Casarin e Kousky, (1986); Sugahara, (1991); Vicente, (1991); Gandú e Silva Dias, (1994); Figueired e Scoabar, (1996).

5.3. Documentação cartográfica utilizada e elaborada

A caracterização dos aspectos físicos (solo, geologia, hipsometria, geomorfologia, hidrografia e vegetação), políticos (divisão administrativa) e socioeconômicos (densidade demográfica, população, grau de urbanização e extensão territorial dos municípios) da área de estudo exigiu o emprego de uma diversidade de documentos cartográficos, que foram adaptados e representados neste trabalho.

Para a elaboração do mapa geomorfológico, foi utilizado o Atlas dos Estado do Paraná, na escala 1:1200.000 (PARANÁ,1987).

O mapa pedológico foi elaborado a partir do levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná escala 1:600.000 (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA,1984a).

O mapa geológico da bacia foi elaborado a partir do mapa geológico do Estado do Paraná desenvolvido pela Mineropar (PARANÁ, 2001), e os mapas de hipsometria, divisão administrativa, densidade demográfica, grau de urbanização e extensão territorial dos municípios foram obtidos através do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (2002).

A hidrografia foi elaborada a partir do Atlas de recursos hídricos do Estado do Paraná, da Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (PARANÁ ,1998), editado na escala 1:2000.000.

O mapa de vegetação da bacia foi retirado do trabalho intitulado “As Unidades fitogeográficas do Estado do Paraná”, editado na escala de 1:4.500.000 (RODERJAN et. al. 2002).

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

6.1. Classificação das áreas homogêneas para a bacia do rio Ivaí

Através deste agrupamento foram delimitadas as regiões que apresentaram similaridade no padrão pluviométrico, sendo possível ter uma noção geral da tipologia pluvial da área de estudo.

Através da análise de agrupamento dos totais anuais de pluviosidade no período de 1976 a 2001 dos 60 postos pluviométricos foram obtidos quatro grupos homogêneos, conforme mostram as **figuras 23 e 24**.

É importante destacar que a interpretação de um dendograma é subjetiva, considerando-se que, segundo Pielou (1984), não existe nenhum, método para determinar o número de agrupamentos a ser escolhido. Portanto, é necessário o conhecimento dos aspectos físicos da área de estudo, principalmente da topografia, pois este possibilita uma escolha mais adequada da distância de ligação para a realização do corte do dendograma, sendo possível a obtenção de um resultado mais representativo e condizente com a realidade da área estudada.

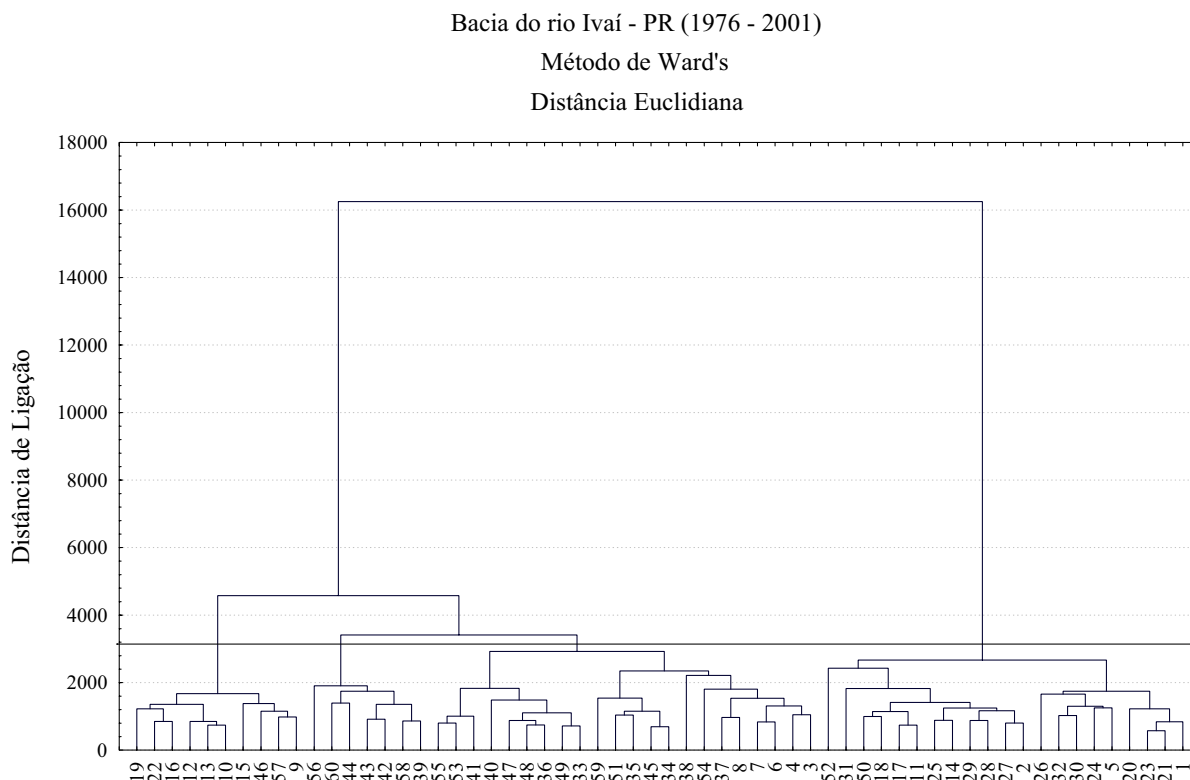


Figura 23 – Dendograma dos 60 postos pluviométricos localizados na bacia do rio Ivaí.

Grupo A

O grupo A abrange a porção norte e noroeste, ou seja, a porção do baixo Ivaí, onde estão localizadas as cidades de Paranavaí e Umuarama. Foram inseridos nesse agrupamento 21 postos pluviométricos com valores semelhantes de pluviosidade (**Figura 24**).

Esta área apresenta um relevo uniforme e monótono, caracterizado por extensas chapadas e platôs, suavemente ondulados, com baixas cotas altimétricas (**Figura 4**, ver pág. 18).

A média anual de precipitação pluviométrica é de 1443,0mm, sendo a mais baixa de toda a bacia. Isto se deve à vinculação desta área ao clima tropical semi-úmido do Brasil Central, cujo regime anual de chuva caracteriza-se por possuir uma onda anual bem marcada, ou seja, no verão uma acentuada concentração de chuvas de instabilidade tropical e no inverno a ausência de chuvas, segundo Nimer (1989).

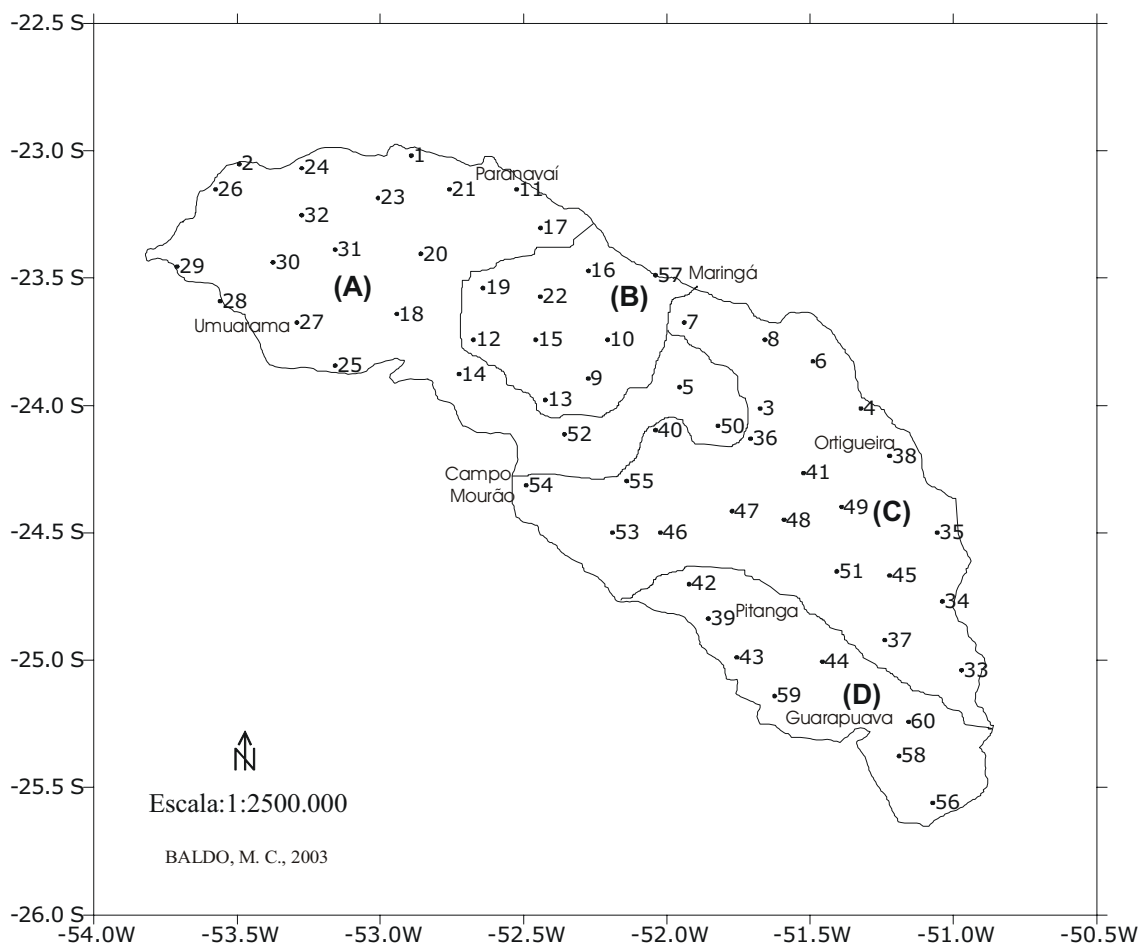


Figura 24 – Classificação dos postos pluviométricos obtidos através da análise de agrupamento, para a bacia do rio Ivaí.

Esta porção da bacia está numa área de transição climática que apresenta as mais expressivas características de tropicalidade, quando comparada aos demais setores da bacia. Essas características climáticas para o Estado do Paraná também já foram observadas e explicadas por vários pesquisadores, entre eles Holzman (1967), Monteiro (1973), Zavatini (1983) e Mendonça (1997).

Constatou-se que os anos de 1983, 1997 e 1992 apresentaram, respectivamente, 2045,0, 1790,0 e 1732,0mm, que são os maiores valores pluviométricos de toda a série histórica; os valores mais baixos foram de 1012,0, 1106,0 e 1148,0mm para os anos de 1978, 1985, 1988.

Grupo B

Esse agrupamento constitui-se de nove postos pluviométricos, que apresentaram valores semelhantes. Localiza-se numa área de transição entre o médio e o baixo Ivaí, no Terceiro Planalto, no norte da bacia, onde se encontra o município de Maringá.

As unidades geomorfológicas encontradas são diferentes, pelo fato de este grupo estar inserido numa área de transição da formação arenito caiuí para a de formação de basalto (**Figura 5**, ver pág. 20). A forma do relevo é do tipo chapada e colina suave na região do arenito e mesetas e patamares na porção do basalto.

Este agrupamento tem características climáticas semelhantes às observadas no grupo A, porém as médias pluviométricas anuais foram superiores. Quanto à altimetria, ele se apresenta inserido numa porção mais elevada do que a do primeiro grupo e, mesmo não sendo visível, por conta da escala representada, como mostra a **figura 4**, ver pág.18, a variação altimétrica é significativa. Pode-se concluir que, devido ao predomínio da entrada dos sistemas frontais no sentido sul e sudoeste da bacia, estes sistemas encontram relevos mais elevados, que, juntamente com a orientação das vertentes, propiciam valores pluviométricos mais elevados do que os observados no grupo A.

Também é importante destacar que a convecção de pequena escala é sempre capaz de produzir chuvas localizadas quando os mecanismos de grande escala não a estão inibindo.

A precipitação média anual para este grupo foi de 1609,0mm, e os anos chuvosos, numa seqüência crescente, foram 1983, com 2348,0mm, 1997, com 1951,2mm, e 1990, com 1935,0mm; e os anos secos foram 1978, 1988, 1985, com valores respectivos de 1076,0 1164,0 e 1201,0 mm.

Grupo C

Esse grupo está localizado entre os cursos alto e médio do rio Ivaí. Este agrupamento contém 21 postos pluviométricos e está inserido numa área de transição entre o Segundo e Terceiro Planalto. Predominam neste grupo, precisamente na porção sudeste, as formas de relevo do tipo escarpa e relevo tabular numa declividade variando de 20 a mais de 45%. No terceiro planalto há o predomínio de patamares e mesetas.

A pluviosidade média anual foi de 1706,0mm. Esta porção está inserida numa unidade climática de transição entre o clima tropical e o subtropical, onde as médias anuais apresentam valores maiores que as dos grupos A e B e menores que os registrados no grupo D.

Analisando-se a média anual de toda a série histórica, constata-se que os maiores valores registrados de precipitação pluviométrica foram de 2361,0mm em 1983 e 2107,0mm em 1998 e 1982,0mm no ano de 1997 e os menores ocorreram nos anos de 1985, 1978, 1988, com valores respectivos de 1218,0mm, 1273,0mm e 1345,0mm.

Grupo D

O grupo D abrange a porção sul da bacia, onde se encontra nos municípios de Guarapuava e Pitanga, ou seja, o curso superior do rio Ivaí. Os sete postos apresentaram valores similares (**Figura 24**).

Este setor também está inserido numa área de transição entre o Segundo e o Terceiro Planalto, sendo as formas de relevo predominantes semelhantes às observadas no grupo C.

A média anual de precipitação deste setor da bacia é de 1821,8mm e, independentemente da escala de análise temporal (anual, sazonal, trimestral e mensal), os valores registrados nesta porção são sempre superiores aos das demais áreas da bacia.

Esse padrão está relacionado aos seguintes fatores: a altitude, que nesta porção oscila entre as cotas de 600 a 1200 metros; a posição das vertentes; maior intensidade dos sistemas frontais quando iniciam a passagem sobre o território paranaense no sentido sul e sudoeste, e ainda o tipo climático predominante, o subtropical, que apresenta uma característica de distribuição homogênea da precipitação pluviométrica no decorrer do ano.

Os maiores valores pluviométricos para esse grupo foram registrados nos anos de 1983, 1998 e 1997 - respectivamente 2674,0, 2328,2 e 2194,3mm. Os menores valores de toda a série histórica foram de 1145,3, 1298,9 e 1315,0mm, registrados respectivamente nos anos de 1985, 1991 e 1988.

Constatou-se que a variabilidade interanual para cada grupo repercutiu de maneira diferente, ou seja, em um ano em que os valores foram elevados, estes não se verificaram nos demais grupos. Tal comportamento foi registrado principalmente para aqueles anos que apresentaram valores pluviométricos abaixo da média climatológica. Este padrão era esperado, considerando-se que o método apresentou quatro grupos distintos na bacia do rio Ivaí.

Esta metodologia é eficiente principalmente quando se trabalha com uma quantidade relevante de dados e não se tem conhecimento preliminar da tipologia pluvial da área de estudo e se busca informação mais específica de determinadas regiões.

Segundo Sant'Anna Neto (1990), “as precipitações atmosféricas, encaradas sob o enfoque quantitativo através da análise da distribuição espacial e temporal das chuvas, apesar de apresentar um viés importante na tentativa de compreensão do fenômeno, está longe de responder às indagações da climatologia enquanto ciência geográfica que só se consubstancia na explicação qualitativa de sua gênese e repercussão no espaço”.

6.2. Análise da variabilidade pluvial para o período de 1976 a 2001

6.2.1. Pluviosidade média mensal para todos os postos da bacia do Ivaí

A distribuição das chuvas no decorrer do ano apresenta grande importância para os mais diferentes segmentos econômicos, principalmente para aqueles voltados à agropecuária, pois é a partir do seu ritmo mensal e sazonal que estas atividades são programadas.

O mês de janeiro foi um dos mais chuvosos na área de estudo, tendo os valores ultrapassado 210mm, principalmente a montante da bacia, como mostra a **figura 25A**. Dois fatores são determinantes para que estes valores sejam mais elevados nesta porção. O primeiro e o mais importante refere-se a questão altimétrica como mostra a **figura 4**, pág. 18, onde as altitudes estão acima de 1200 metros, gerando as chuvas orográficas. O segundo fator é o predomínio da direção das passagens dos sistemas frontais nos sentidos sul e sudoeste da área de estudo.

Há que se ressaltar que a porção a jusante da bacia está localizada numa área de transição climática, ou seja, do clima subtropical para o tropical, sendo os verões chuvosos e os invernos, secos. É importante também destacar que a altitude desta porção está abaixo de 300 metros. Em virtude disso se constata, em quase todos os meses do ano, principalmente no inverno, um decréscimo nos valores pluviométricos, no sentido montante a jusante.

A amplitude pluviométrica registrada no mês de fevereiro foi semelhante à de janeiro. Com relação à distribuição espacial, houve um leve declínio nos valores, quando comparado ao mês anterior.

Os núcleos (locais de valores mais ou menos elevados) com os maiores valores foram localizados nas porções alta e média da bacia, conforme mostra a **figura 25B**.

Constatou-se que no mês de **março** os núcleos com os maiores totais pluviométricos mantiveram os valores semelhantes aos observados no mês de fevereiro; porém houve uma gradativa diminuição da pluviosidade para toda a área de estudo (**Figura 25C**).

A média mensal de abril foi inferior à do mês de março. Este decréscimo foi registrado em quase toda a área, sendo mais expressivo nas porções média e superior da bacia. O núcleo com os maiores valores - acima de 140,0mm - ficou localizado na parte sudoeste da bacia, devido à influência topográfica já apresentada e discutida no início desta análise (**Figura 25D**).

Em maio a distribuição dos núcleos com os valores mais elevados, permaneceram a montante, semelhante aos observados no mês anterior, porém, com valores mais elevados acima de 170mm, como mostra a **figura 25E**. É importante ressaltar que nesse mês os valores aumentaram para toda a área de estudo, sendo mais elevados para as porções média e alta da bacia. A concentração das chuvas no mês de maio compreende a fase de transição sazonal do outono para

o inverno. Nessa época do ano já ocorre a entrada dos sistemas polares para o interior da Região Sul do Brasil com moderada intensidade, os quais, ao se encontrar com os sistemas atuantes mais aquecidos - como a tropical atlântica ou tropical continental - ocasionam zonas de instabilidade, elevando os valores de pluviosidade.

No mês de junho foi registrado um decréscimo pluvial, padrão esperado, para esse mês, principalmente na porção jusante da bacia. A distribuição da pluviosidade no decorrer do ano não apresenta uma onda anual bem marcada para todo o Estado do Paraná, devido aos tipos climáticos predominantes. Na porção noroeste do Estado ocorre um decréscimo da pluviosidade nos meses de junho, julho e agosto. Vários pesquisadores observaram este padrão, entre eles Simões (1954); Holzmann, (1967); Monteiro (1968); Nimer (1989).

Estas variações estão relacionadas com o efeito da altitude, mas exibem claramente a influência da circulação atmosférica regional. A posição geográfica em relação ao Trópico de Capricórnio e ao continente sul-americano torna a área de estudo sujeita à atuação dos sistemas tropicais e extratropicais, definindo assim um ritmo pluviométrico marcado pela irregularidade da distribuição anual das chuvas, apresentando um verão chuvoso e um inverno quase sempre úmido, principalmente a montante; porém a jusante o verão é chuvoso e o inverno é marcado pelo decréscimo nos valores pluviométricos nos meses de julho e agosto.

A jusante da bacia, localizada no Noroeste do Estado, os valores pluviométricos no mês de junho foram próximos de 80mm, declínio explicado por estar localizada numa área de clima tropical o que, juntamente com o efeito continentalidade e as baixas cotas altimétricas encontradas nessa porção, propicia esses baixos valores.

Constatou-se que a montante da bacia a pluviosidade média mensal foi acima de 140mm. Os fatores que contribuíram para este padrão já foram apresentados na discussão do mês de janeiro (**Figura 25F**).

Nos meses de junho, julho e agosto os processos convectivos não são tão intensos quando comparados ao período do verão, e há maior frequência do sistema polar atlântico, que, devido às suas características, ocasiona maior estabilidade do tempo atmosférico.

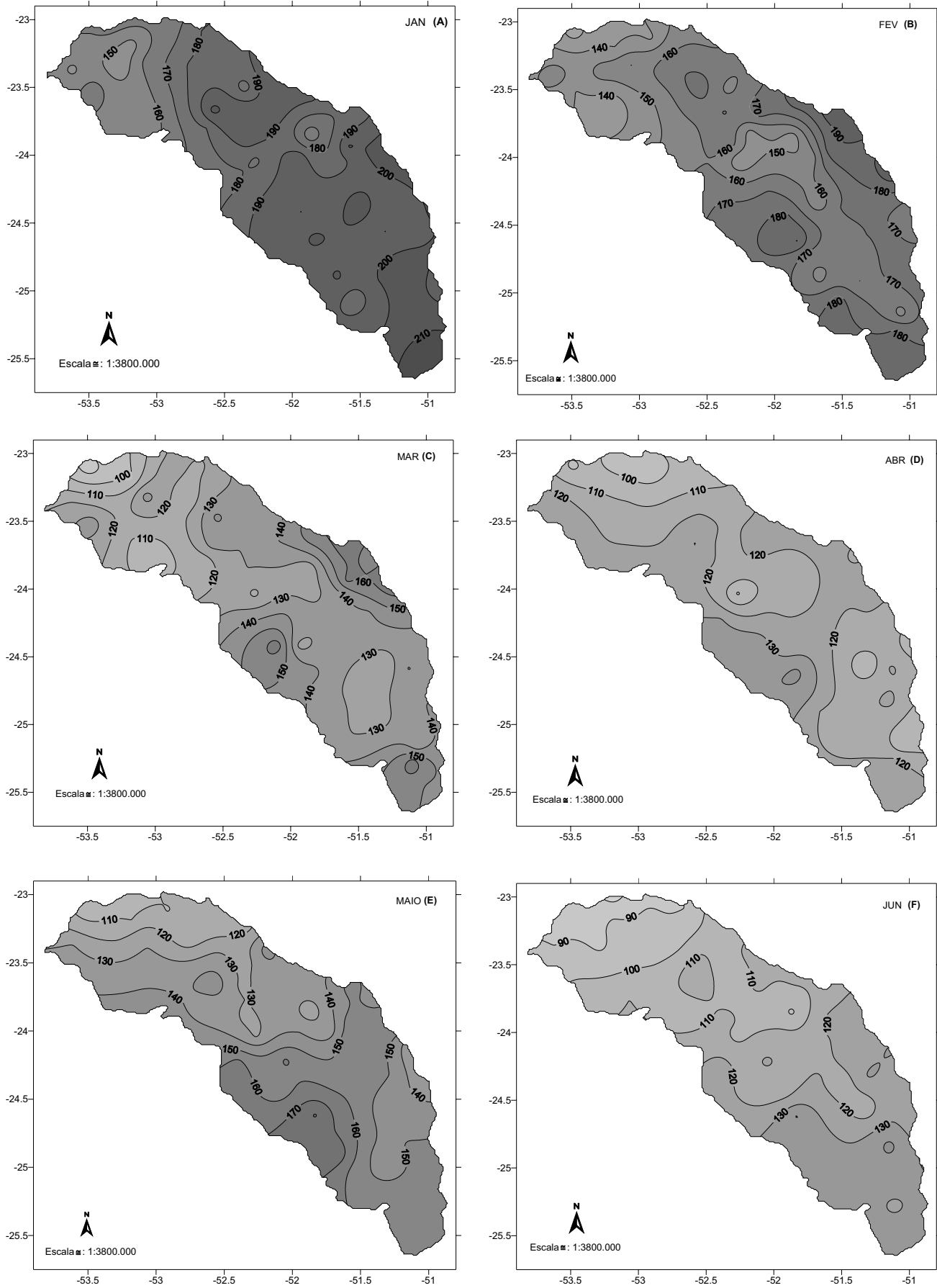


Figura 25(A,B,C,D,E,F) – Média pluviométrica para os meses de jan., fev., mar., abr., maio e jun. (1976 a 2001).

O padrão da distribuição espacial da pluviosidade em julho, foi semelhante ao do mês anterior. Nesse mês foi registrada uma redução significativa da precipitação em toda a bacia. Os valores mais elevados mantiveram-se a montante, com mais de 130mm, e no sentido jusante o decréscimo foi expressivo, chegando a 40mm próximo à foz do rio Ivaí. Conseqüentemente as amplitudes pluviométricas foram elevadas, chegando a 90mm (**Figura 26G**).

Em agosto foi registrado um declínio acentuado nos valores pluviométricos para toda a área de estudo, e devido a estes baixos valores as amplitudes pluviométricas não foram tão relevantes como as observadas nos meses anteriores (**Figura 26H**).

A pluviosidade média mensal de setembro apresentou valores significativos, quando comparado ao mês de agosto. No fim do inverno e começo da primavera ainda há uma intensa atividade dos anticiclones migratórios polares, enquanto no interior do país já começa a intensificar-se o aquecimento pela maior insolação, gerando grandes instabilidades tropicais, responsáveis pelas chuvas.

O padrão de distribuição espacial se manteve como nos meses anteriormente apresentados, ou seja, os núcleos com os maiores valores apareceram atrelados às altas altitudes, com valores acima de 180mm precipitados a montante da bacia, como pode ser observado na **figura 26I**.

No mês de outubro foi registrado um suave aumento, quando comparado ao mês de setembro, na média mensal da pluviosidade, principalmente a jusante da bacia, onde os valores foram maiores que 170,0mm, conforme mostra a **figura 26J**.

O mês de novembro foi o que apresentou um padrão mais diferenciado, quando comparado aos demais meses do ano, ou seja, os maiores valores não ficaram concentrados a montante, os valores acima de 160,0mm, foram localizados nas porções leste e nordeste da área de estudo, precisamente no planalto de Apucarana, nem os menores valores ficaram apenas concentrados a jusante. Observou-se também que as médias foram praticamente semelhantes para as duas localidades, ou seja, montante e jusante (**Figura 26K**).

Em dezembro os valores pluviométricos foram elevados para quase todos os postos pluviométricos da área de estudo, como pode ser visto na **figura 26L**.

Com relação à distribuição espacial das chuvas, constatou-se um padrão diferenciado, como ocorreu nos meses de outubro e novembro, ou seja, uma distribuição mais homogênea.

Numa análise geral da precipitação pluviométrica mensal é possível afirmar, em relação aos diferentes padrões de distribuição pluviométrica no decorrer do ano, que na primavera (outubro, novembro e dezembro), devido ao início da maior incidência solar, os processos convectivos vão se intensificando gradativamente, principalmente com a aproximação do verão (janeiro, fevereiro e março).

Nesta situação ocorre a formação das chuvas convectivas ou localizadas, que, dependendo de uma série de fatores, uns de ordem estática - como a altitude, cobertura vegetal a disponibilidade hídrica, posicionamento das vertentes, proximidade da área urbana - e outros de ordem dinâmica, propiciam uma situação sinótica de instabilidade que vai de uma escala regional a uma local.

Cumprе ressaltar que, na situação acima mencionada, independentemente da localização do posto pluviométrico - ou seja, a montante ou a jusante da área de estudo - apresentou-se, principalmente nos meses de janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro, e dezembro, um padrão pluviométrico mais atrelado aos aspectos geográficos locais. Pelos motivos acima enumerados é que o padrão de distribuição apresenta núcleos com altos e baixos valores dispersos na área de estudo. Evidentemente, a dinâmica dos sistemas atmosféricos não deve em nenhum momento ser descartada.

Nos meses de julho, agosto e setembro não foram observados estes núcleos dispersos, porque o padrão de distribuição esteve mais atrelado à dinâmica dos sistemas atmosféricos predominantes nessa estação do ano, como, por exemplo, a atuação da polar atlântica, que nesse período do inverno não somente se intensifica, mas aumenta a frequência de passagens, fazendo com que a distribuição pluviométrica seja mais homogênea.

Outro fator relevante são as cotas altimétricas que chegam a mais de 1200 metros, como mostra a **figura 4**, pág. 18, encontradas a montante da bacia, sendo responsáveis pelas chuvas orográficas. Por isso, nesse período a distribuição apresenta um aumento gradativo no sentido jusante a montante e por vários meses consecutivos este padrão se reproduz com valores ora mais ora menos elevados.

Segundo Nimer (1989), “o conhecimento das influências dos fatores estáticos ou geográficos que atuam sobre o clima de uma determinada região, por mais completo que seja, não é suficiente para a compreensão de seu clima. Este não pode ser compreendido e analisado sem o concurso do mecanismo atmosférico, seu fator genético por excelência”.

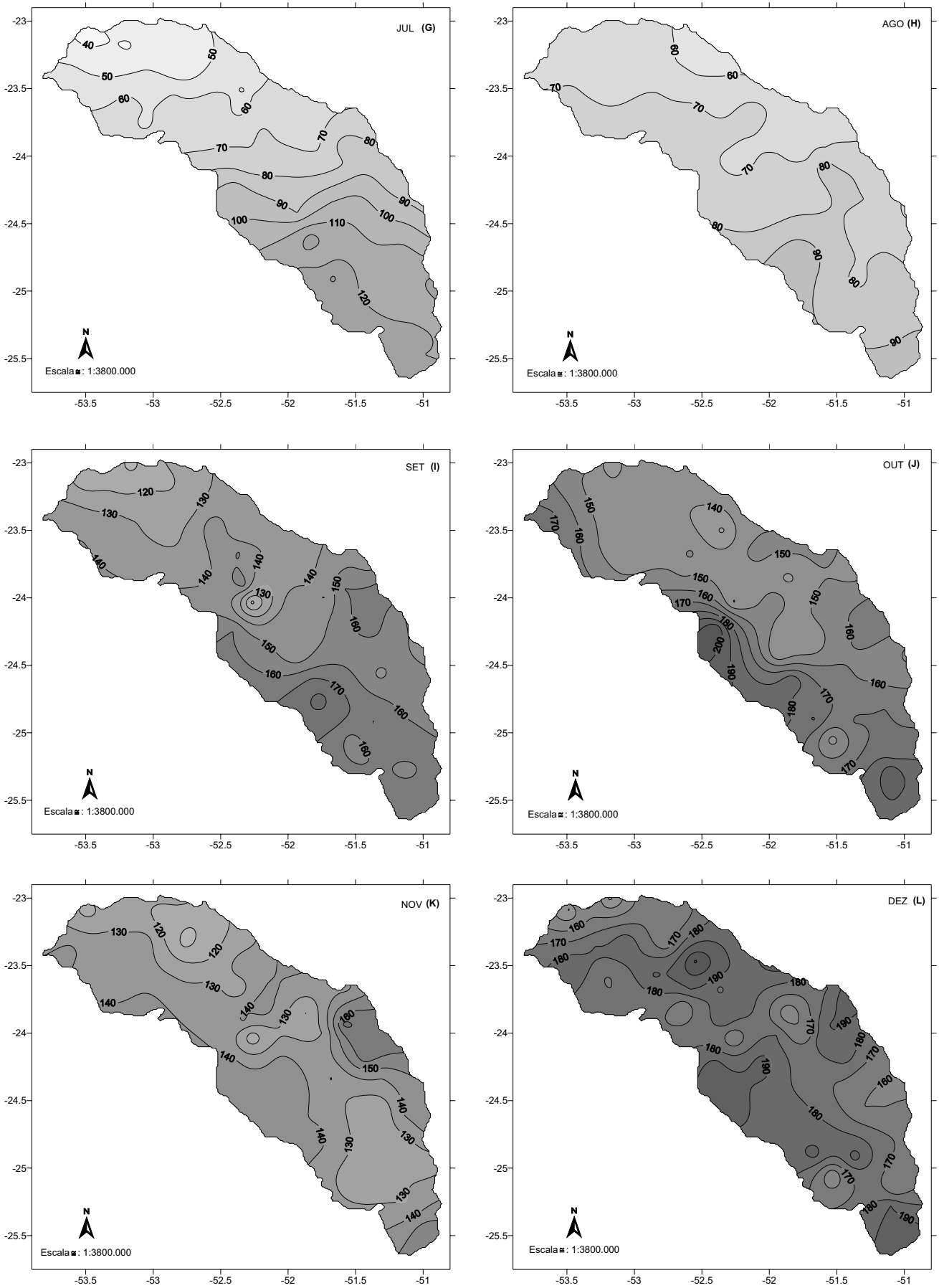


Figura 26(G,H,I,J,K,L) – Média pluviométrica para os meses de jul., ago., set., out., nov. e dez. (1976 a 2001).

6.2.2. Histograma da distribuição mensal da pluviosidade

A distribuição da precipitação mensal, para alguns postos selecionados na bacia, confirmou os resultados já apresentados, ou seja, existe uma distribuição diferenciada no decorrer do ano. Para aqueles postos localizados à montante a distribuição é mais homogênea, enquanto nos da jusante observou-se uma onda anual mais marcada no decorrer do ano (**Figura 27**). Isto ocorre devido aos dois tipos climáticos predominantes: o tropical e o subtropical.

Os postos de Boa Ventura de São Roque e Irati não apresentaram um mês que possa ser considerado seco; a distribuição é quase homogênea ao longo do ano, em virtude da própria característica climática - como já apresentado - a qual apresenta verões chuvosos e invernos úmidos, segundo Nimer (1989).

Nos demais postos, principalmente nos localizados mais a jusante, constatou-se que os meses que apresentaram menores valores pluviométricos foram os de julho e agosto.

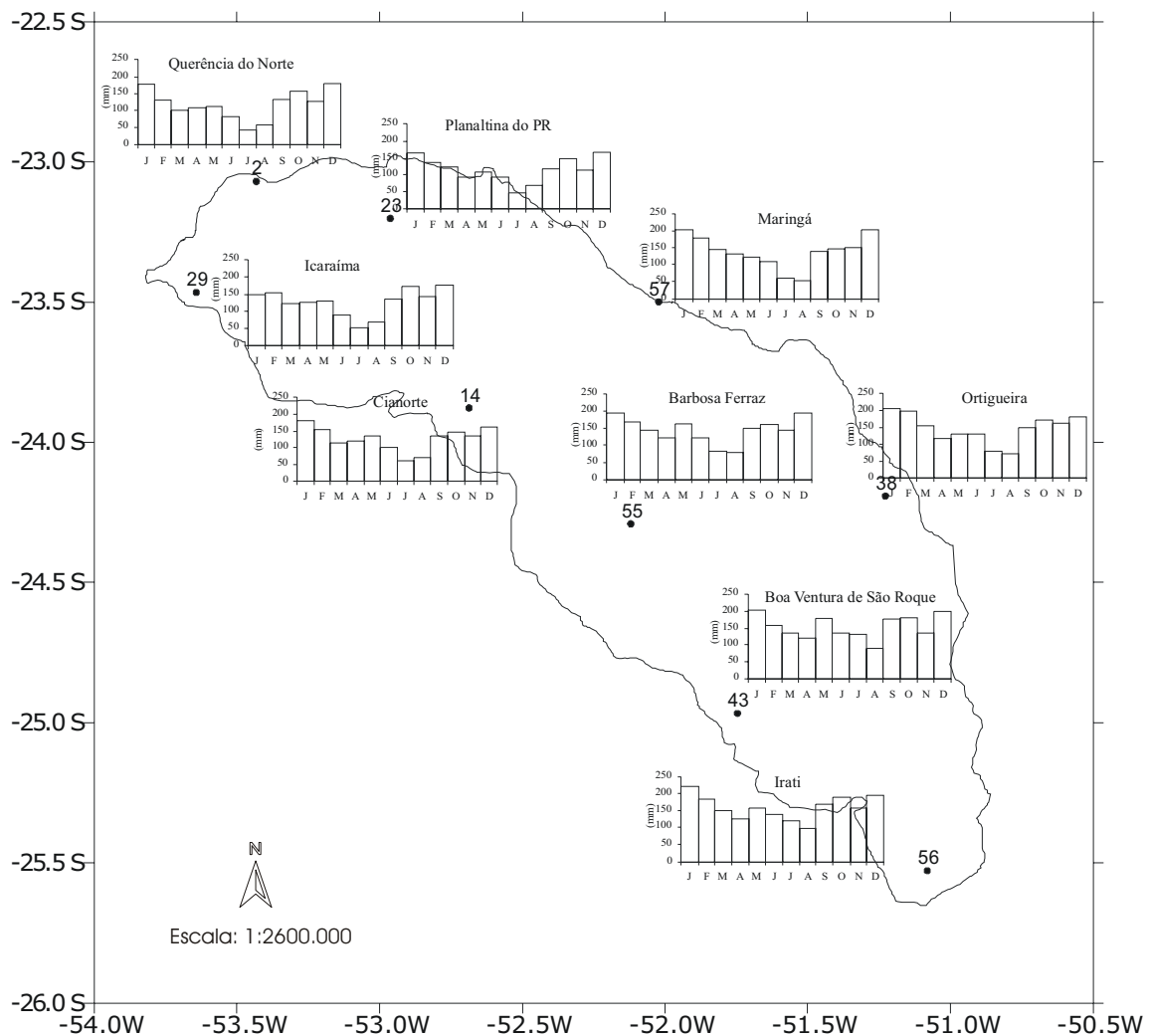


Figura 27 – Distribuição da precipitação média mensal para os 9 postos pluviométricos na bacia do rio Ivaí – 1976 a 2001.

6.2.3. Variabilidade espaço-temporal da pluviosidade mensal

Nesta análise espaço-temporal mensal, dois padrões bem distintos da distribuição da chuva no decorrer do ano foram observados, confirmando os resultados anteriormente apresentados.

A partir dos postos pluviométricos de números 36 - Ubá do Sul - e 50 - Pouso Alegre (ver a espacialização na **figura 20**, pág. 43, constatou-se exatamente a região de transição entre os meses em que ocorre um decréscimo significativo da pluviosidade, com valores em torno de 40 e 80mm.

Outro comportamento observado foi o aumento gradativo da quantidade de meses que apresentam este decréscimo, principalmente a partir do posto pluviométrico de número 17 (Ivaítinga), no sentido a jusante, onde os meses de março, abril, maio e junho apresentaram valores em torno de 80 a 120mm, como pode ser observado na **figura 28**.

Através do painel constatou-se que os maiores valores foram registrados a montante da bacia. Uma das explicações é a entrada dos sistemas frontais, com predomínio nos sentidos sul e sudoeste, os quais se apresentam mais intensos nesta porção da bacia, quando comparada com as demais áreas a jusante. Também é importante considerar os aspectos orográficos desta porção, os quais, podem ser observados na **figura 4**, pág. 18, que propiciam esses altos valores pluviométricos.

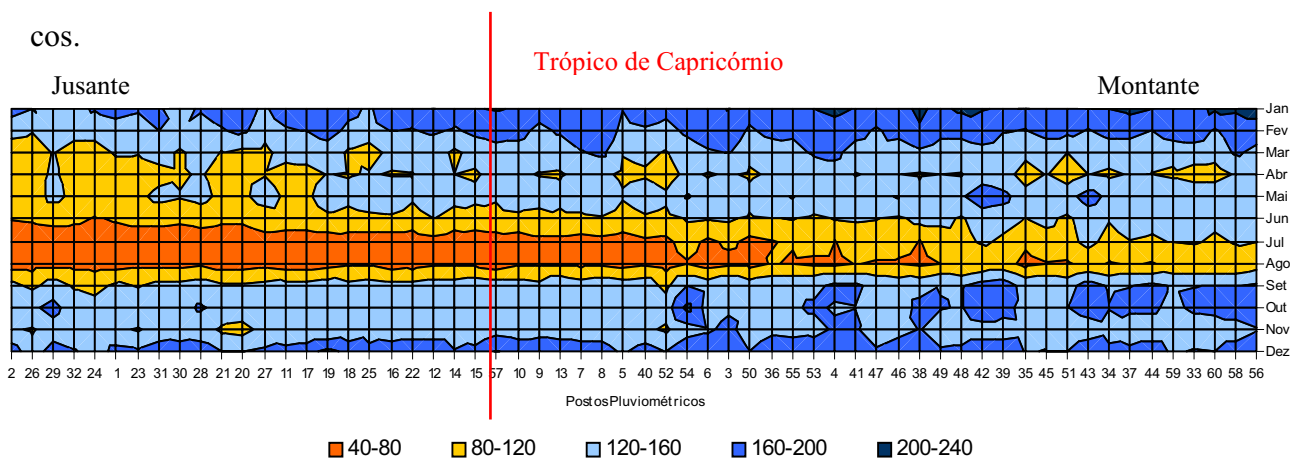


Figura 28 – Variabilidade espaço-temporal da pluviosidade mensal para os 60 postos (1976-2001).

Este caráter topográfico localizado a montante do rio Ivaí favoreceu a formação de altos valores pluviométricos, como mostra a **figura 28**. Segundo Nimer (1989), a topografia atua no sentido de aumentar a turbulência do ar pela ascendência orográfica, notadamente durante a passagem de correntes perturbadas, que na área de estudo correspondem às frentes polares e às linhas de instabilidade.

Não obstante, não é somente a topografia o fator responsável pelo aumento das precipitações; o mesmo autor acrescenta que as linhas gerais do relevo constituem para esse fim um importante reforço.

Segundo Monteiro (1967), a natureza do ritmo de evolução dos estados do tempo é função de uma rica série de combinações. O grau de propagação latitudinal, bem como as diferenças de canalização da massa fria pelas rotas do interior e do litoral, tem a ver com as ondulações que se produzem ao longo do eixo da frente polar em deslocamento, e são estas ondulações ou ciclogêneses que explicam os contrastes térmicos, gerados pela participação conflitante dos sistemas intertropicais e extratropicais, dos quais depende a intensidade das chuvas.

6.2.4. Análise do mês mais seco e do mais chuvoso

Analisando-se o período mais seco de 1976 a 2001 para todos os postos pluviométricos da bacia, constatou-se que o mês de julho se constituiu-se como o mais seco para os 45% dos postos localizados a jusante, conforme mostra a **figura 29-A** e agosto, para os 55% dos postos localizados a montante da bacia, formando dois grupos bem caracterizados.

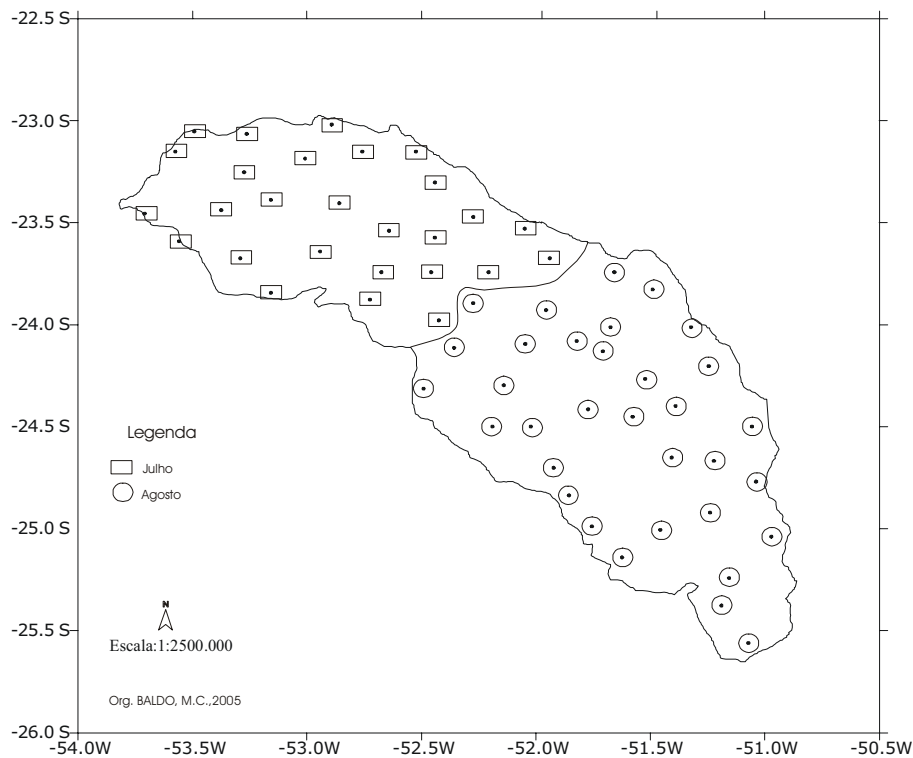


Figura 29 A – Meses mais secos para a bacia do rio Ivaí - período de 1976 a 2001.

Nos meses de julho e agosto devido os processos convectivos serem menos intensos, a distribuição das chuvas depende mais da atuação dos sistemas atmosféricos, sendo aquelas mais homogêneas, e não tão localizadas como ocorre no verão. É importante destacar um maior deslocamento da trajetória da frente polar atlântica para o litoral nesse período.

Também é necessário considerar que o Paraná está localizado no setor setentrional da Região Sul e possui um regime anual de precipitações que, embora não seja tipicamente tropical,

tem um ritmo muito semelhante ao que caracteriza o Brasil tropical. Esse regime pluviométrico atinge uma pequena área do Noroeste Paranaense. Entretanto, as secas desta área verificam-se com muita regularidade no inverno e têm a duração média de apenas um a dois meses. Esta estação seca, além de ser geralmente muito curta, é de pouca intensidade, devido às sucessivas invasões da frente polar atlântica (NIMER, 1989).

O citado autor coloca que, margeando a área acima citada, aparece um corredor subseco, orientado no sentido NE-SW, do Nordeste ao Oeste do Paraná. Trata-se de uma zona de transição entre os regimes de chuvas de duas estações bem-definidas, com o regime de chuvas bem-distribuídas.

Com relação ao período mais chuvoso, constatou-se que 68% dos postos pluviométricos tiveram o mês de janeiro como o mais chuvoso e 32%, o mês de dezembro.

Nesse período não houve a formação de grupos, como ocorreu para os meses mais secos, mas observou-se uma espacialização dispersa na área de estudo, conforme mostra a **figura 29-B**.

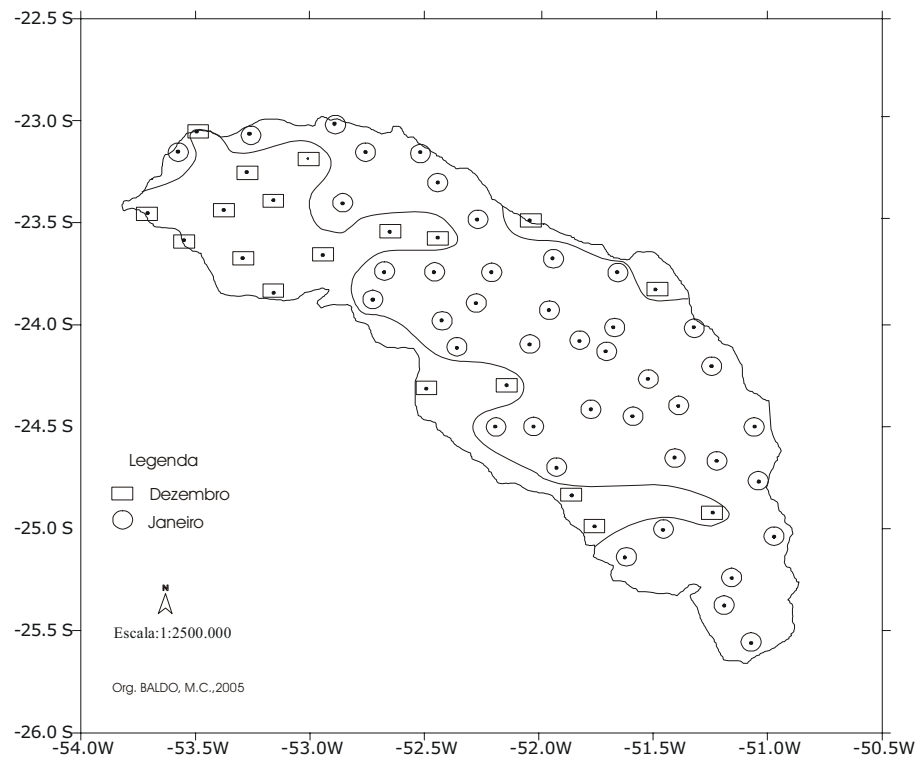


Figura 29 B - Meses mais chuvosos na bacia do rio Ivaí - período de 1976 a 2001.

Isto mostrou que nos meses de dezembro e janeiro, devido à maior incidência solar, os processos convectivos ficam mais intensos, e, dependendo da localização do posto pluviométrico, é possível afirmar que nesse período do ano os aspectos geográficos locais adquirem proporções relevantes entre outros fatores que venham a influenciar a geração das chuvas localizadas, muito comuns no verão.

6.3. Pluviosidade para os trimestres seco e chuvoso

Analisando o trimestre mais chuvoso - dezembro, janeiro e fevereiro - constatou-se que a distribuição da pluviosidade, com exceção do posto pluviométrico de Querência do Norte, apresentou-se quase toda homogênea, tendo o mês de janeiro sobressaído com os maiores valores apenas para os postos de Cianorte, Ortigueira e Irati (**Figura 30**).

No trimestre mais seco - junho, julho e agosto - a distribuição não foi tão homogênea. O mês de agosto foi o que apresentou os menores valores para os postos localizados a montante, ou seja, Irati, Boa Ventura de São Roque, Barbosa Ferraz e Ortigueira. Para os postos localizados a jusante da bacia, como Querência do Norte, Planaltina do Paraná, Icaraíma e Cianorte, o trimestre seco foi mais representativo, considerando-se os baixos valores registrados, sendo o mês de julho o mais seco. A variabilidade foi maior para o trimestre seco, principalmente para os postos localizados a jusante da bacia.

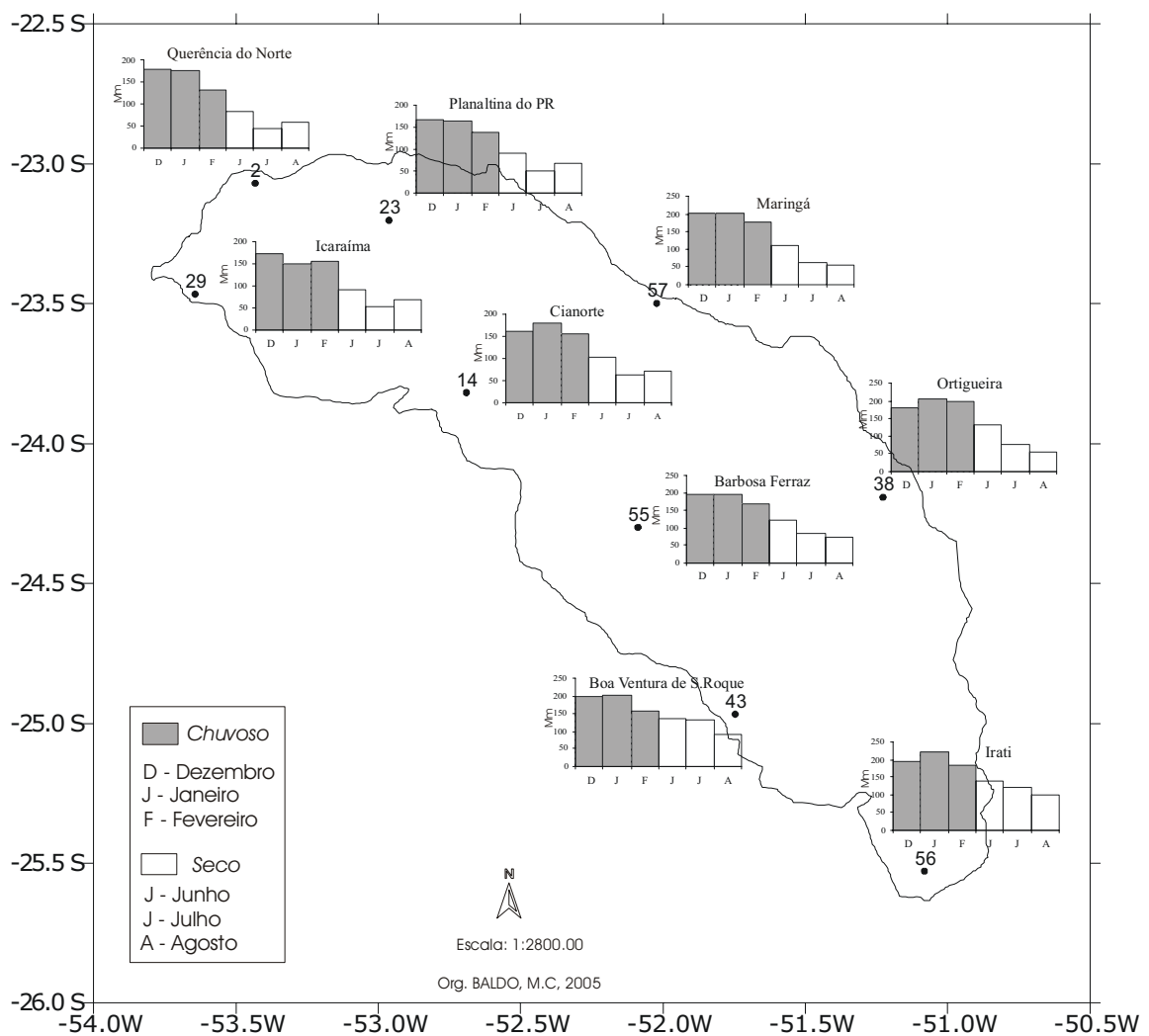


Figura 30 – Trimestres secos e chuvosos para o período de 1976 a 2001 para a bacia do rio Ivaí.

6.4. Pluviosidade média sazonal do período de 1976 a 2001

Verão (janeiro, fevereiro e março)

Segundo Monteiro (1968), ao ocorrer o solstício de dezembro os centros de ação já apresentam novas disposições e os mecanismos da circulação regional pulsam segundo um ritmo sensivelmente diferente.

Nessa estação do ano, a incidência solar proporciona maior atividade dos sistemas tropicais no Hemisfério Sul, em virtude do maior aquecimento do continente em relação ao mar; a depressão térmica continental (baixa do chaco) e a depressão do Alto Amazonas acham-se aprofundadas, enquanto o centro de ação de origem polar encontra-se enfraquecido (NIMER, 1989).

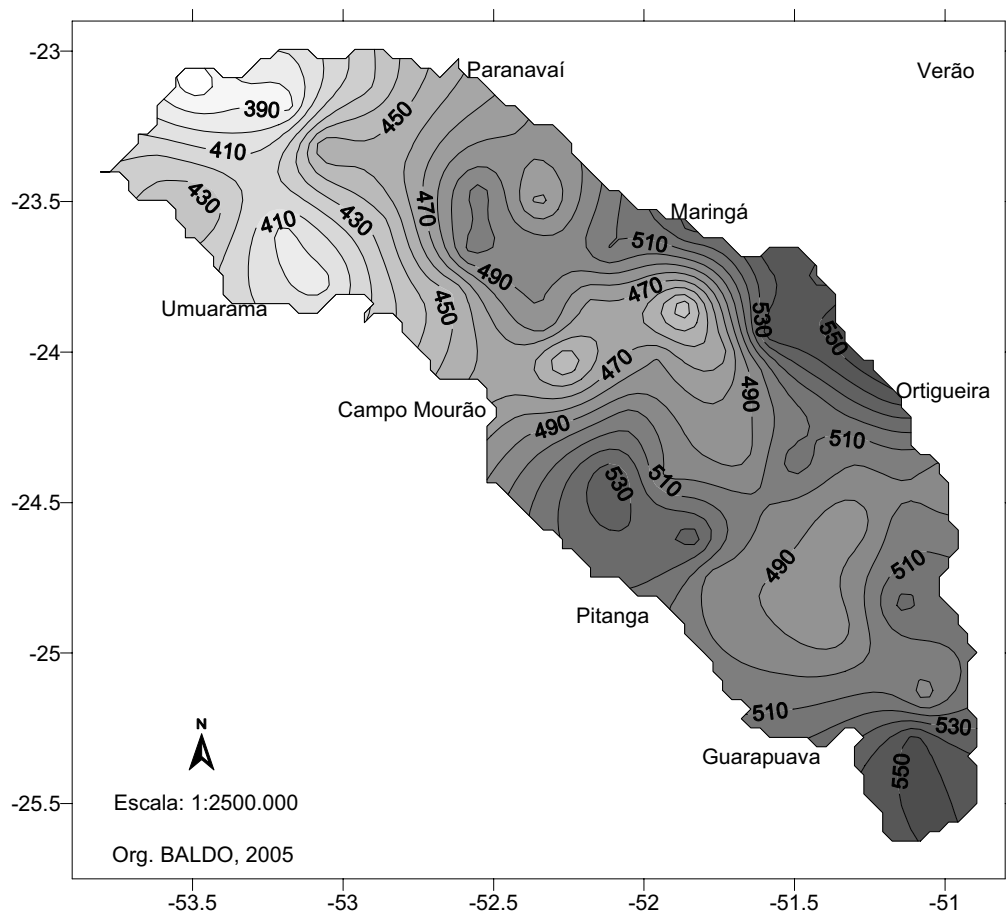


Figura 31 – Pluviosidade média no verão para a bacia do rio Ivaí – PR (1976 a 2001).

Com o enfraquecimento dos sistemas polares nessa época do ano, a circulação regional é dividida entre a massa tropical atlântica, de atuação persistente o ano inteiro, equatorial

continental e a tropical continental. A participação da massa polar atlântica não fica afastada do Brasil Meridional, sobretudo a ação frontológica por ela desenvolvida (MONTEIRO, 1968).

A **figura 31** apresenta dois núcleos com valores acima de 550mm: o primeiro está localizado na região de Ortigueira e o segundo, na porção sul da bacia, em Guarapuava. Uma outra região com totais mais elevados foi observado na região de Pitanga.

A amplitude pluviométrica, entre os valores máximos registrados a montante e os mínimos a jusante, foi de 170mm, sendo que os menores valores foram localizados na parte noroeste da bacia.

Outono (abril, maio e junho)

Assim como a primavera, o outono constitui um período de transição. No final dessa estação os sistemas polares vão ficando mais definidos e começam a produzir avanços mais constantes. As amplitudes térmicas mais significativas começam a ser registradas no decorrer desta estação e observa-se também um declínio da temperatura, por dias consecutivos.

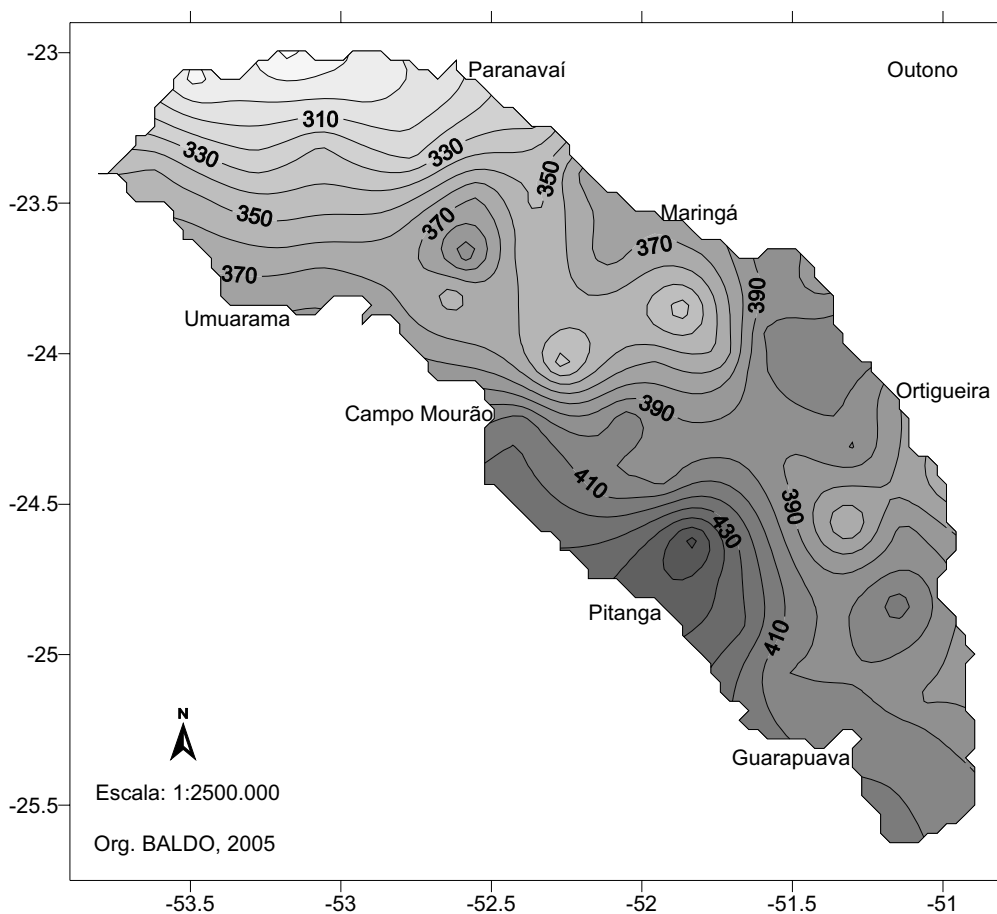


Figura 32 – Pluviosidade média no outono para a bacia do rio Ivaí – PR (1976 a 2001).

Constatou-se que no outono ocorreu um decréscimo da precipitação, quando comparado com o verão.

Os núcleos com os valores mais elevados foram localizados na porção sudoeste da área de estudo, precisamente na região onde estão localizados os municípios de Pitanga, Manoel Ribas e Boa Vista de São Roque. Ali as precipitações chegaram a mais de 450mm (**Figura 32**).

Na situação anteriormente descrita é relevante destacar a influência do efeito orográfico. Evidentemente não pode ser descartada a influência de outras associações que também interferem nesta dinâmica, como o predomínio das passagens dos sistemas frontais nesta porção da bacia e também a própria característica de clima subtropical.

Inverno (julho, agosto e setembro)

Nessa estação do ano o anticiclone semifixo do atlântico, em virtude das temperaturas menos elevadas no continente, avança sobre o mesmo, dominando a face leste. Seus avanços e recuos pelo interior são regulados pelos sistemas de depressões reinantes ao longo da frente polar atlântica (MONTEIRO, 1968).

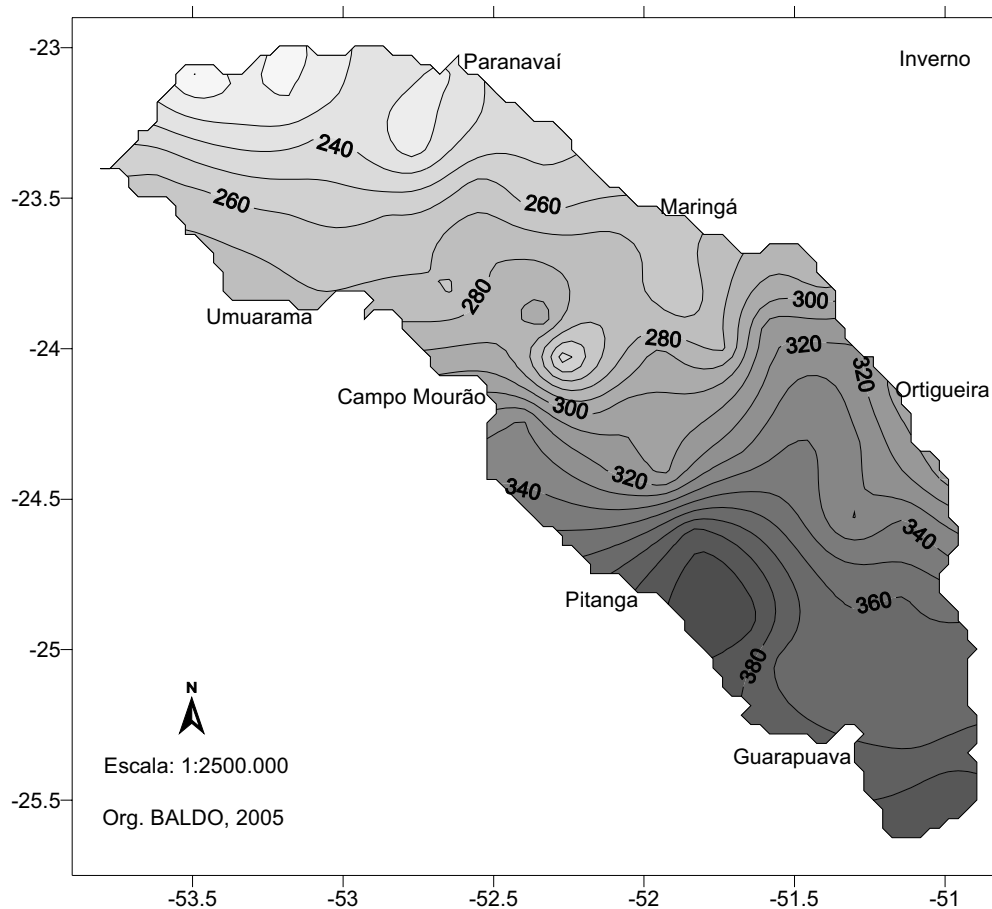


Figura 33 – Pluviosidade média no inverno para a bacia do rio Ivaí – PR (1976 a 2001).

No inverno foi registrado um declínio nos valores pluviométricos em toda a área de estudo, conforme mostra a **figura 33**; porém este declínio foi mais acentuado na porção do médio e baixo Ivaí. São perceptíveis nessa estação do ano dois padrões bem-definidos: a montante da área de estudo são registrados valores acima de 300mm e a jusante, valores abaixo de 300mm.

Os maiores valores pluviométricos - acima de 390mm - concentraram-se nas proximidades de Pitanga e a explicação para este padrão de distribuição já foi exposta na discussão anterior.

Primavera (outubro, novembro e dezembro)

Monteiro (1968) observou que após o equinócio de setembro não se verifica uma quebra rápida do mecanismo de circulação; muito ao contrário, nota-se certa continuidade, que, embora com alguma diminuição de nitidez e intensidade, propaga-se pelos meses de setembro e outubro, o que confere maior afinidade desta estação com a anterior. Em novembro já se acentuam as diferenças, apresentando a circulação maiores afinidades com a do verão.

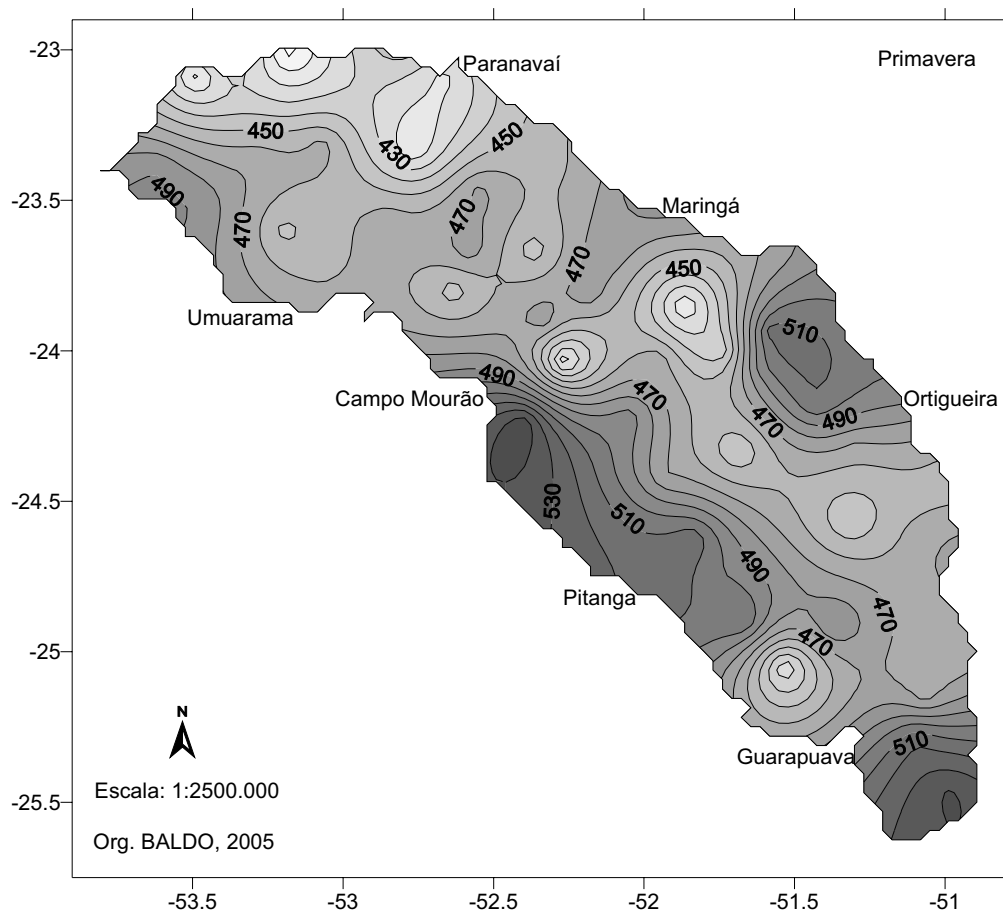


Figura 34 – Pluviosidade média na primavera para a bacia do rio Ivaí – PR (1976 a 2001).

As diferentes fases que compõem o ciclo das ondas de frio, ainda desenvolvendo-se com bastante nitidez, vão perdendo intensidade e vão se produzindo algumas modificações, que se refletem nas condições do tempo.

Na primavera a distribuição das chuvas assemelha-se ao padrão observado no verão. Os núcleos com os maiores valores também apresentaram a mesma distribuição espacial (**Figura 34**). Não foi constatado para este período um decréscimo significativo de pluviosidade no sentido montante para a jusante, padrão este observado em todas as outras estações do ano.

6.4.1. Pluviosidade média sazonal para nove postos pluviométricos

Confirmando os dados apresentados para todos os postos através das isoietas sazonais, observou-se que os valores de pluviosidade registrados no verão não se diferenciaram significativamente quando comparados com os valores registrados na primavera, com exceção dos postos de Icaraíma, localizado numa altitude de 450 metros, e Querência do Norte, na altitude de 380 metros, onde os valores foram superiores na primavera (**Figura 35**).

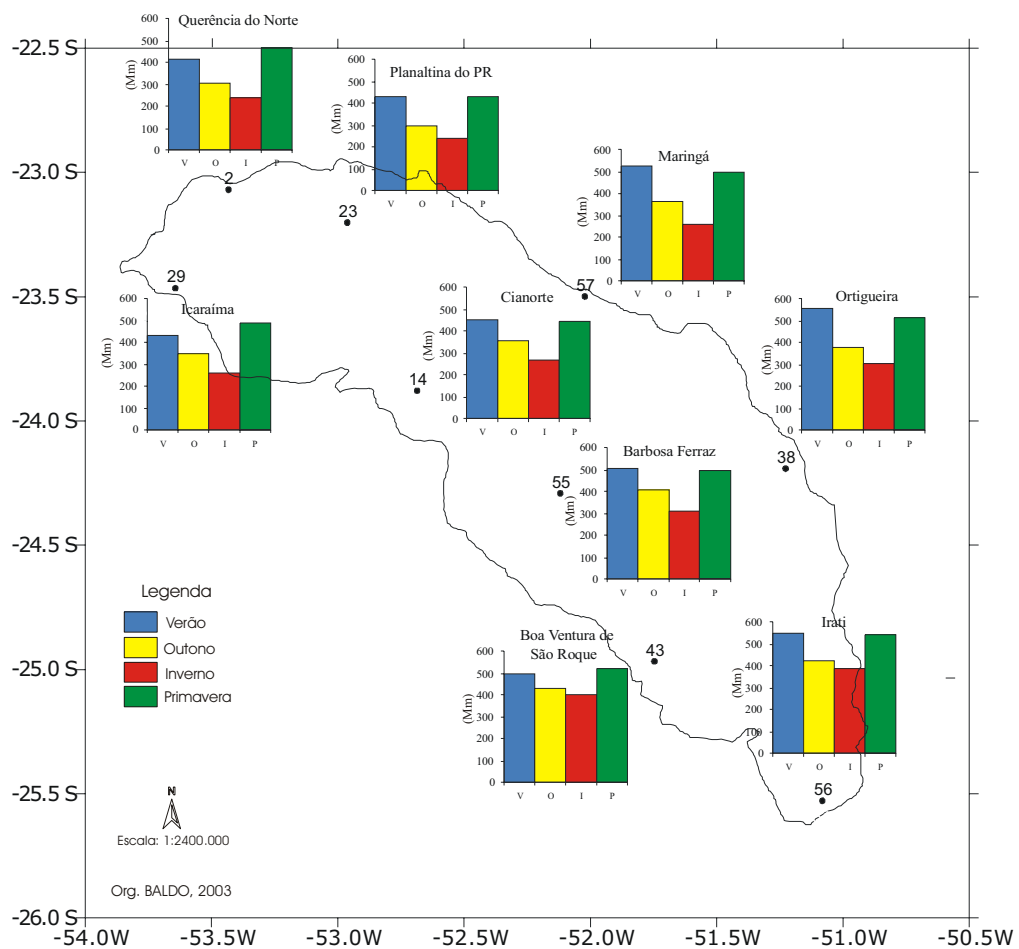


Figura 35 – Média sazonal da precipitação para alguns postos da bacia do Ivaí – PR - período 1976 a 2001

O inverno apresentou valores médios mais baixos para os postos de Querência do Norte, Planaltina do Paraná, Maringá, Cianorte e Icaraíma. Para os demais postos os valores registrados para esse período foram mais elevados, chegando a 400mm.

Nos postos de Ortigueira - que esta a 750 metros - e Irati - a 900 metros de altitude - foram registradas as maiores médias para o verão, acima de 550mm.

A análise pontual sazonal para os nove postos pluviométricos possibilitou a confirmação do comportamento da distribuição sazonal representado através da espacialização das isoietas, ou seja, é possível detectar um decréscimo da pluviosidade em todas as estações do ano no sentido montante a jusante na bacia do Ivaí.

6.5. Pluviosidade média anual período 1976 - 2001

A distribuição espacial das chuvas mostra dois padrões bem distintos para a bacia, ou seja, maiores valores foram registrados a montante, com mais de 1850mm na região de Pitanga e Guarapuava. Este valor vai decrescendo no sentido a jusante, chegando a menos de 1350mm nas proximidades de Paranaíba (**Figura 36**).

A altitude é um dos fatores significativamente responsáveis por estes dois padrões de chuva, pois a área de estudo apresenta cotas altimétricas abaixo de 300 metros a jusante e mais de 1200 metros a montante, como mostra a **figura 4**, pág. 18.

Na região do baixo Ivaí, por ser uma área onde os valores de chuva estão quase sempre abaixo de 1500mm, com exceção de alguns anos em que apresenta alguma variabilidade interanual, é necessária a realização de um planejamento agrícola. O planejamento é importante para qualquer região, mas, dependendo das características climáticas, ele torna-se ainda mais relevante.

Caramori (1989) constatou para essa região do baixo Ivaí que as culturas semeadas nos meses de julho e agosto, como o feijão-das-águas, estarão expostas a maiores riscos sob condições de sequeiro. As culturas de inverno, como o trigo, também apresentam riscos elevados de frustração caso não sejam irrigadas. Por outro lado, culturas que possuam os períodos mais sensíveis à deficiência hídrica coincidente com final de dezembro, janeiro e fevereiro estarão expostas a menores riscos.

Com relação à colheita, o mesmo autor afirma que as culturas com problemas de deterioração por excesso de umidade na colheita, como feijão e arroz, devem ter sua época de semeadura planejada de tal forma que a colheita não ocorra de 15 de dezembro a 20 de fevereiro, quando a ocorrência de chuvas é muito freqüente.

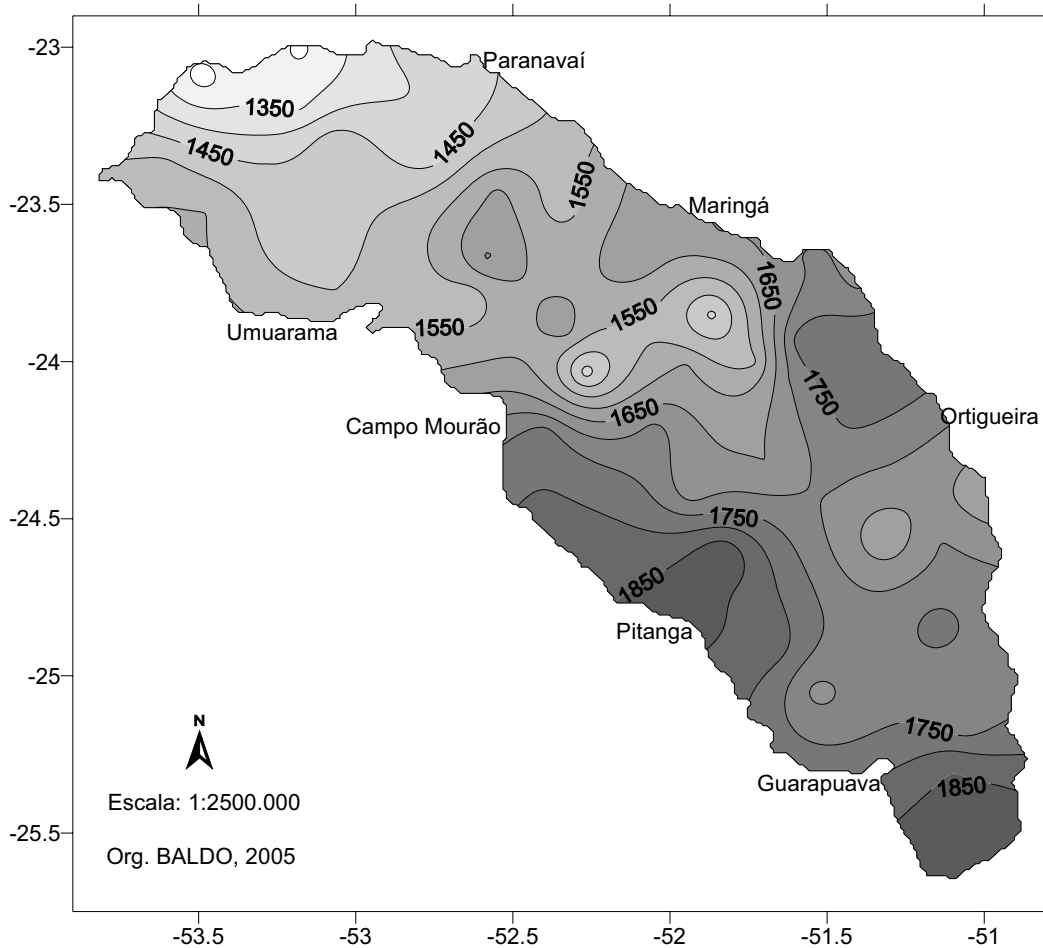


Figura 36 – Precipitação média anual para o período de 1976 a 2001.

Segundo Silveira (2001), nessa mesma área, onde ocorre o predomínio do arenito caiuíá, situado no extremo noroeste da bacia, os solos são pouco férteis, de textura média a arenosa com baixa capacidade de retenção de água, apresentando limitações ao uso agrícola intensivo.

Essa região, em virtude das características edafoclimáticas, apresenta uma forte vocação para a pecuária extensiva, que desde os anos 1960 teve sua área de pastagens ampliada, passando a concentrar o maior rebanho bovino do Estado do Paraná. Nessa região, a pecuária de corte cresceu em ritmo acelerado nos últimos vinte anos, principalmente nas microrregiões de Paranavaí e Umuarama. Atualmente vem dividindo espaço com a cana-de-açúcar, principalmente a partir de meados de 1985, e no final da década de 1990 o cultivo da soja em forma de plantio direto começa a ganhar espaço.

A expansão da cultura de cana-de-açúcar nessa porção da bacia deve-se entre outros fatores as características climáticas predominantes. Doorenbos e Kassam (2000) constataram que esta cultura se desenvolve bem sob estação quente e longa com alta incidência de radiação e umidade relativa adequada, seguida de período seco, ensolarado e mediantemente frio, porém sem geadas durante a maturação e a colheita.

Com relação aos altos valores pluviométricos registrados a montante da área de estudo, constataram-se dois núcleos com valores elevados, conforme mostra a **figura 36**, situando-se o primeiro na porção sudoeste, precisamente nos municípios de Roncador, Boa Ventura de São Roque, Turvo, Prudentópolis e Guarapuava, e o segundo na porção leste, onde estão Mauá da Serra, Faxinal, Ortigueira e Marilândia do Sul. São exatamente os locais que apresentam as maiores altitudes, de 800 a mais de 1200m (**Figura 4**, pág. 18 e **Figura 14** pág. 33 e **Tabela 1**, pág.32).

É importante ressaltar que os sistemas polares atuantes no Paraná seguem em sua maioria a direção de sul, sudoeste a nordeste. Os dois núcleos com altos valores precipitados, acima citados, são explicados através da altitude e também da orientação das vertentes, principalmente a barlavento, onde os valores são mais elevados.

6.5.1. Variabilidade espaço-temporal anual

A análise do painel (**Figura 37**) permite visualizar a variação espaço-temporal da pluviosidade anual, tornando possível a visualização de diferentes feições ao longo de toda uma série histórica, principalmente daqueles anos “atípicos”, bem como sua repercussão no espaço.

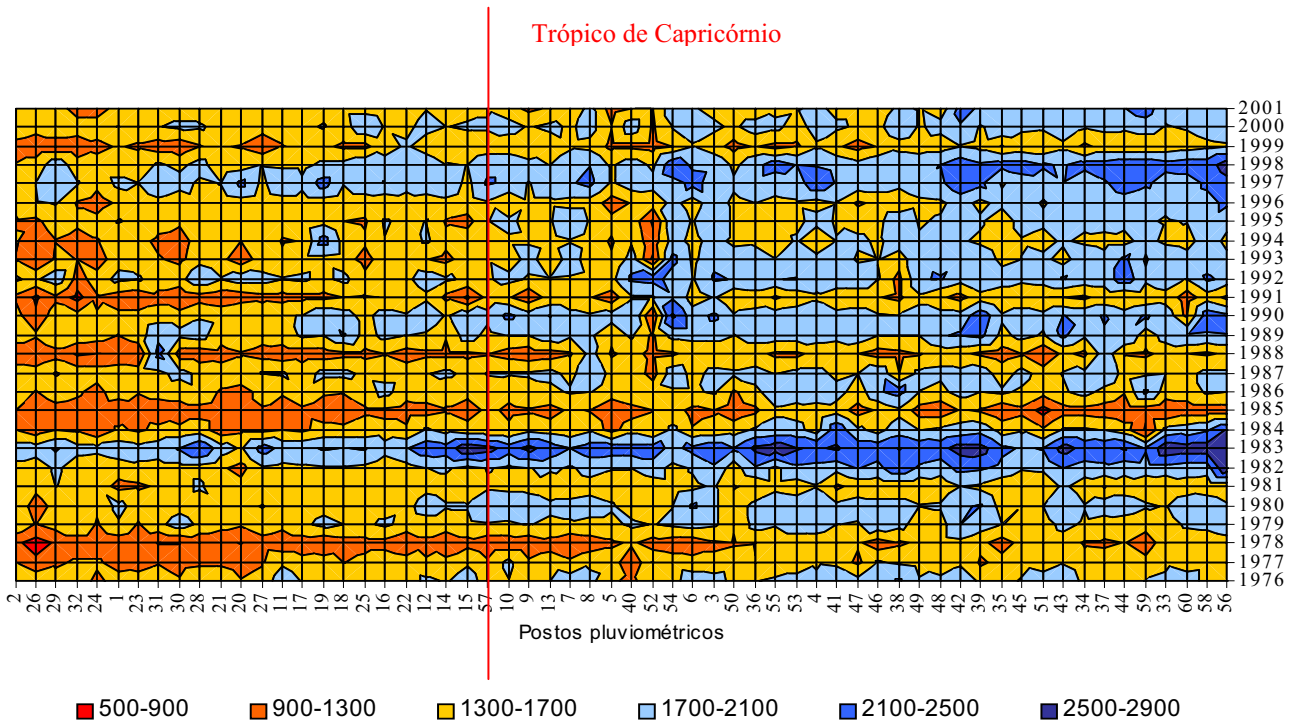
O painel tem uma função didática importante, uma vez que possibilita essa visualização da variabilidade do conjunto de postos pluviométricos da área de estudo.

Num primeiro momento é fácil perceber dois padrões bem distintos de distribuição da pluviosidade total. A montante os valores são mais elevados, chegando a 2900mm, e a jusante há uma diminuição significativa destes valores, ou seja, 500 a 900mm.

Analisando-se as **figuras 37 e 13** fica evidente a influência orográfica na distribuição da precipitação pluviométrica na bacia do rio Ivaí. Não será necessário repetir esta discussão, considerando-se que já foi realizada nos itens anteriores.

Não será detalhada nesta análise a influência do El Niño Oscilação Sul (ENOS) e suas implicações, pois esta discussão será elaborada num outro item, sobre variabilidade interanual; alguns eventos extremos serão apenas mencionados.

Analisando-se toda a série histórica, de maneira geral é fácil identificar os anos considerados chuvosos e secos e sua abrangência espacial.



Fonte: Barthelmes (1965), adaptado

Figura 37 – Variabilidade espaço-temporal da pluviosidade total anual na bacia do rio Ivaí (1976- 2001).

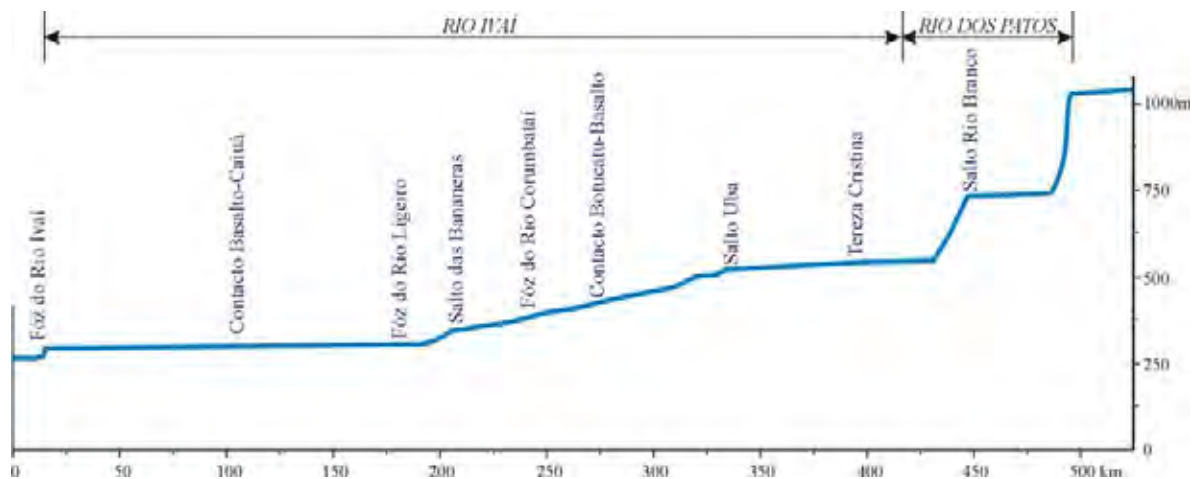


Figura 13 – Perfil longitudinal dos rios Dos Patos e Ivaí – PR.

Por exemplo, o ano de 1983 apresentou valores pluviométricos bem acima da média climatológica, sendo significativos para todos os postos pluviométricos da bacia.

Esse ano foi extremamente chuvoso não somente para a área de estudo, mas também para várias regiões do Sul do Brasil. Segundo Kayano e Moura (1986), o El Niño de 1982/1983 apresentou os maiores impactos na Região Sul, principalmente para o Estado de Santa Catarina, o mais afetado pelas enchentes.

Nos anos de 1997, 1998 e 1990 também foi registrado um aumento na pluviosidade. A repercussão espacial dos anos de 1997 e 1998 foi semelhante à do ano de 1983, porém a quantidade precipitada foi menor.

Para o ano de 1990 esse aumento não foi registrado para todos os postos, principalmente para aqueles localizados a jusante.

Os anos que apresentaram valores bem abaixo da média foram 1978, 1985, 1988, 1991 e 1999, e a porção mais prejudicada pela seca foi a montante.

O posto pluviométrico Salto Natal, de número 52, foi o que demonstrou um padrão mais diferenciado quando comparado com os demais. Por vários anos, algumas vezes consecutivos, apresentou totais anuais de 900 a 1300mm.

Os valores registrados em Salto Natal são muito baixos, considerando que o posto está localizado no sul da porção média da bacia, numa área de transição climática entre a mais chuvosa e a menos chuvosa e numa altitude de 617 metros, como mostram as **figura 20 e a tabela 2**, ver pág. 43 e 44. Vários fatores devem ser acrescentados nesta interpretação, um dos quais se refere à localização do posto a sotavento, além de eventuais empecilhos próximos do pluviômetro ou pluviógrafo e também essa diferença poderia estar associada a erro na leitura ou no registro dos dados na caderneta.

O painel espaço-temporal anual mostrou que tanto para os anos excepcionalmente chuvosos quanto para os secos ficou perceptível que a porção mais voltada a montante da área de estudo sofreu mais intensamente com as implicações dos anos “atípicos”.

Ao longo de todo o período analisado constatou-se que os anos secos se repetiram com maior frequência do que os anos chuvosos, e que ambos não apresentaram periodicidade no período analisado de 1976 a 2001.

6.6. Análise da variabilidade interanual para o período de 1976 a 2001

O fenômeno interanual El Niño-Oscilação Sul (ENOS) tem apresentado reflexos importantes na alteração do ritmo climático no Sul do Brasil, especialmente nos valores pluviométricos. Talvez seja o fenômeno que mais influencia a variabilidade do tempo e do clima regional.

Segundo Silva Dias e Marengo (2002), estes eventos provocam mudanças na circulação atmosférica em escala regional e global, gerando anomalias climáticas em várias partes do mundo.

Não foi realizada nessa análise, a correlação de precipitação com os índices de temperatura da Superfície do mar (TSM) e nem com os índices de oscilação Sul (IOS). A intenção é, apenas mostrar os cinco anos mais secos e chuvosos, porém, fazendo uma comparação com a listagem disponível dos anos identificados com El Niño-Oscilação Sul (ENOS).

Os dados sobre a intensidade dos eventos de El Niño e La Niña, que serão várias vezes citados ao longo do texto, foram obtidos junto ao CPC/NCEP/NOAA disponível em <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products>.

6.6.1. Análise dos cinco anos mais secos, 1978, 1985, 1988, 1991 e 1999

O ano de **1978** foi considerado o mais seco do período. A média para este ano foi de 1167,5mm, e os baixos valores de pluviosidade foram homogêneos para toda a bacia. A região que apresentou os menores valores de pluviosidade foi à porção do baixo Ivaí **Figuras 38(A e B)**.

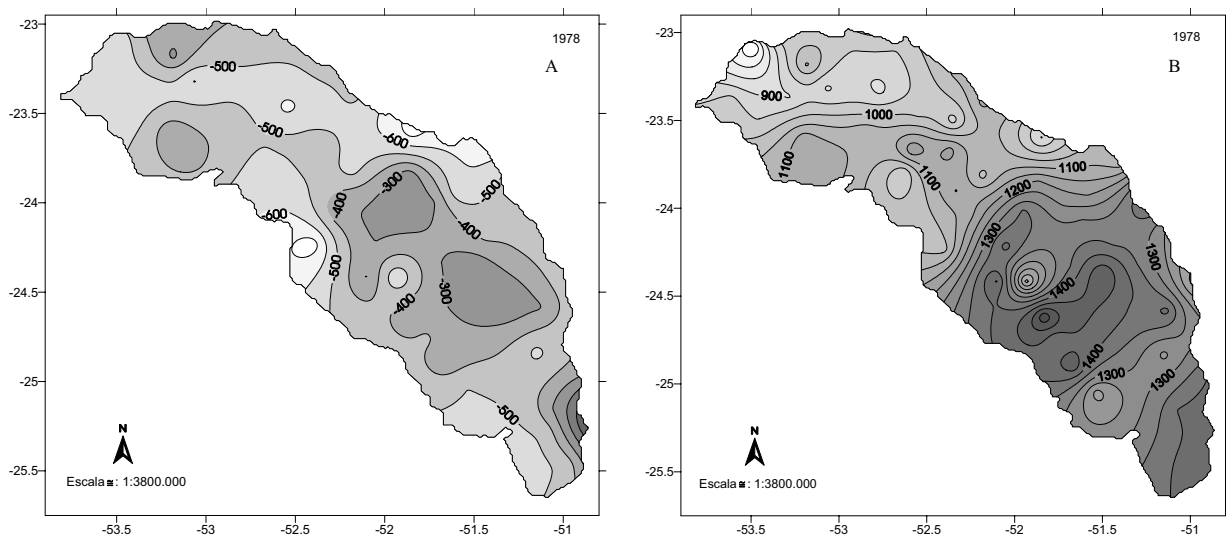


Figura 38(A)-Desvios (mm) em relação à média anual **(B)**-Total anual de pluviosidade para 1978

Analisando os desvios em relação à média para o ano de **1985** constatou-se que os maiores desvios negativos ficaram concentrados a montante da bacia, ou seja, as menores alturas pluviométricas, sendo a porção mais prejudicada pela seca (**Figuras 39 (A) e (B)**).

Para esse mesmo ano foi registrado um evento de La Niña de fraca intensidade no verão e no outono. A média anual para toda a bacia foi de 1167,9mm.

O ano de 1985, mais precisamente no início de 1986, foi um período de muita seca nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, que resultou em perdas significativas para o setor agrícola e colocou em posição crítica o setor de geração de hidroeletricidade devido ao baixo nível dos reservatórios da região (CLIMANÁLISE, 1986).

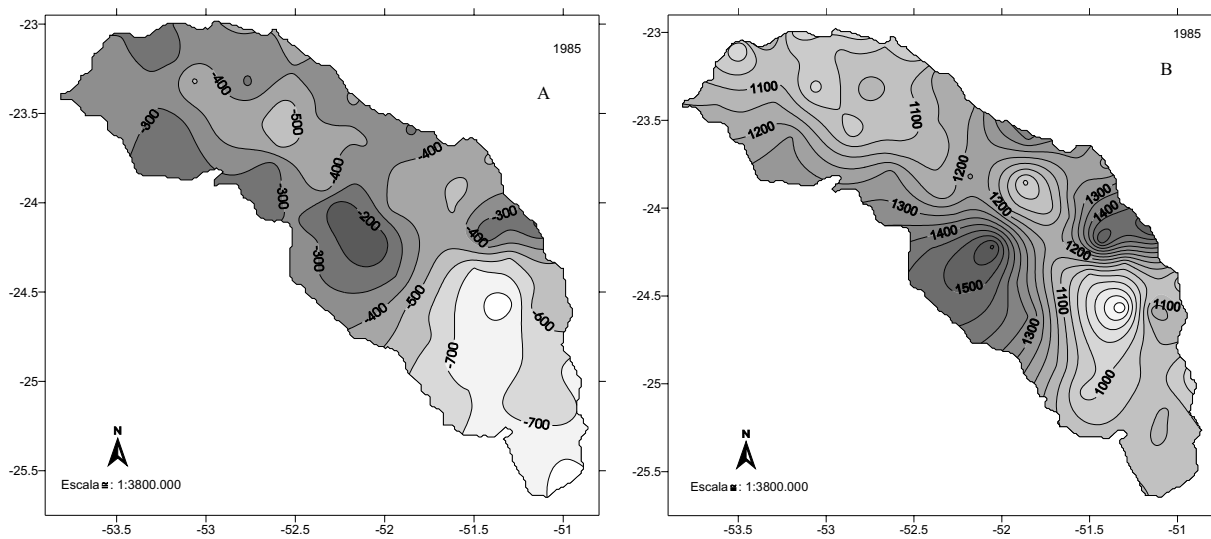


Figura 39(A)-Desvios (mm) em relação à média anual **(B)**-Total anual de pluviosidade para 1985

Nesse ano de **1988**, a média anual foi de 1242,5mm e o verão foi marcado por um evento de El Niño de fraca intensidade.

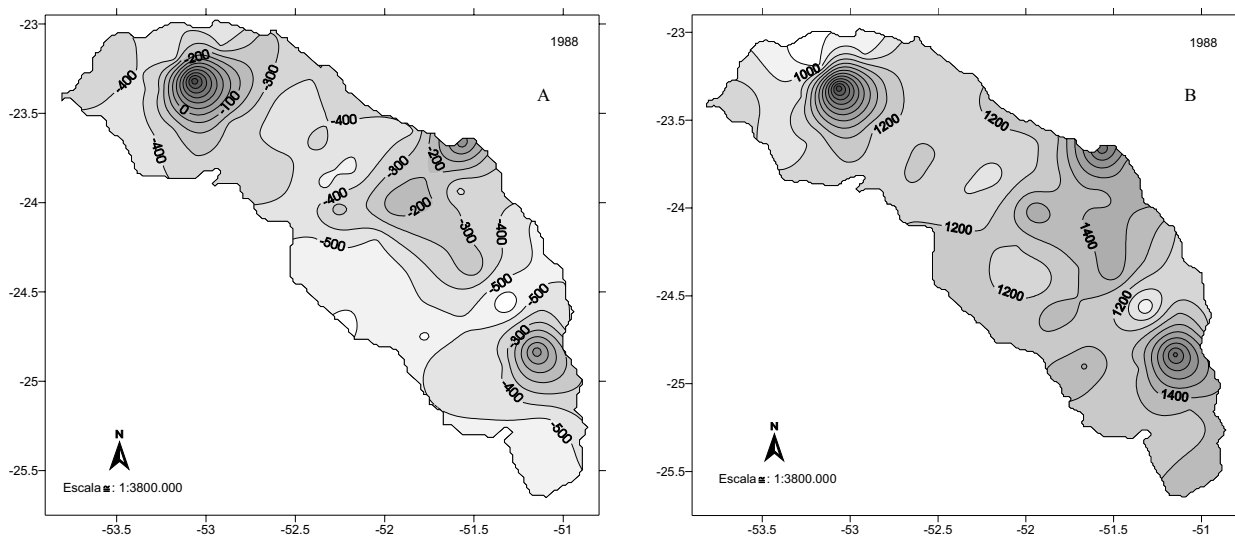


Figura 40(A)-Desvios (mm) em relação à média anual **(B)**-Total anual de pluviosidade para 1988

No inverno de 1988 ocorreu uma La Niña de fraca intensidade e na primavera, uma de forte intensidade. Observou-se que mesmo sendo um ano característico de baixa pluviosidade, dois núcleos apresentaram desvios positivos, um a montante e outro a jusante da bacia.

Isto mostra que o fenômeno La Niña não interferiu de maneira homogênea com baixos valores para toda a área de estudo, como se observa na **Figura 40(A) e (B)**.

No ano de **1991**, mesmo sendo classificado como um ano de El Niño, a média anual foi de 1300,6mm. Foi observado desvio negativo para quase toda a área de estudo, com exceção da porção sul da bacia, em que apareceu um núcleo com valores próximos da média (**Figuras 41 (A) e (B)**).

Tanto a montante como a jusante os desvios negativos foram significativos, ou seja, choveu bem abaixo da média do período.

Para esse ano o verão e o outono foram marcados por um evento de El Niño de fraca intensidade. No inverno e na primavera o mesmo evento foi identificado como moderado.

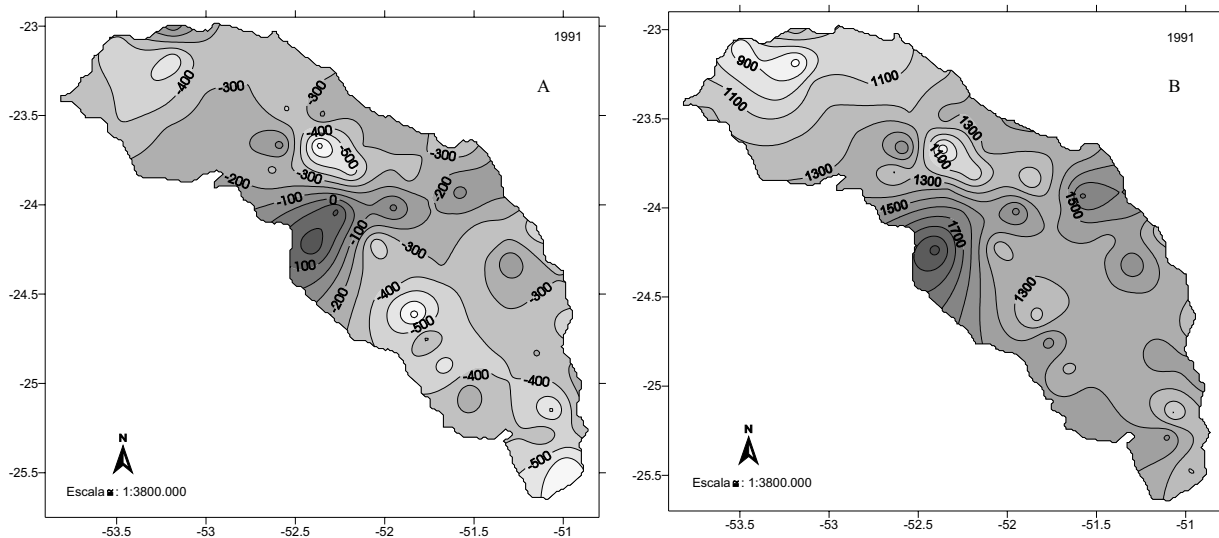


Figura 41(A)-Desvios (mm) em relação à média anual **(B)**-Total anual de pluviosidade para 1991

Foi observado que no ano de **1999**, com exceção de um pequeno núcleo com desvios positivos no norte da bacia, mais precisamente na região da Maringá, em toda a área de estudo os valores pluviométricos estiveram abaixo da média climatológica (**Figuras 42(A) e (B)**).

A queda nos valores pluviométricos desse ano deveu-se possivelmente, dentre outros fatores, ao fenômeno La Niña. No verão de 1999 foi registrado um evento de La Niña de forte intensidade, já no outono e na primavera o fenômeno foi de intensidade moderada e no inverno foi fraco.

Segundo Marengo e Oliveira (1998), ocorrem em anos de La Niña passagens rápidas das frentes frias na região Sul com tendência a diminuição da precipitação pluvial.

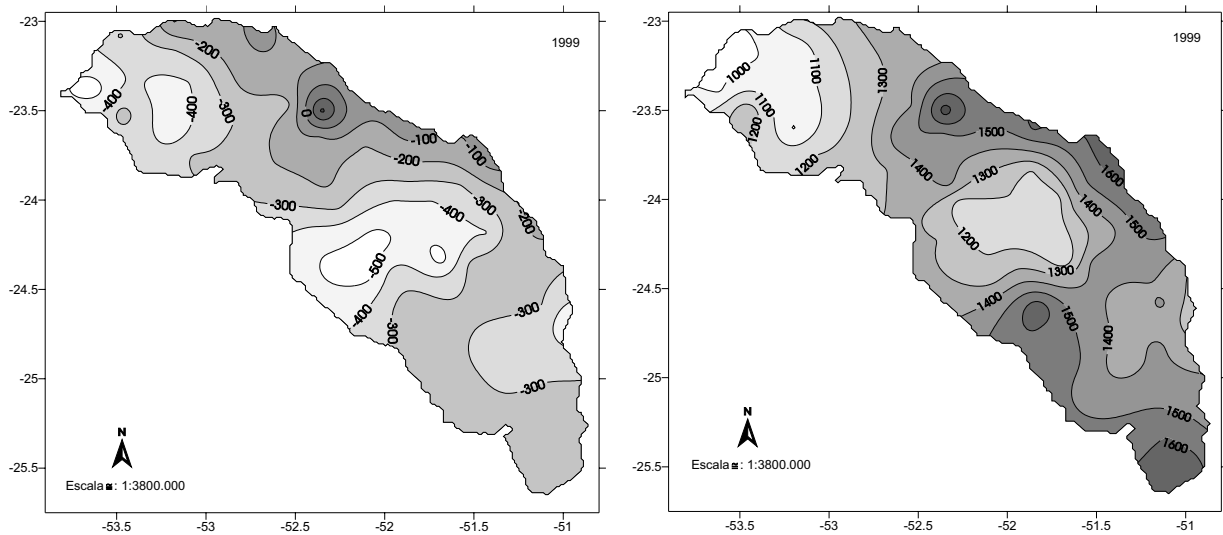


Figura 42(A)-Desvios(mm) em relação à média anual **(B)**-Total anual de pluviosidade para 1999

6.6.2. Análise dos cinco anos mais chuvosos 1983, 1997, 1998, 1992 e 1990

Com relação aos anos chuvosos, constatou-se que o ano de **1983** foi o que apresentou os maiores valores de desvios positivos para todos os postos pluviométricos da área de estudo.

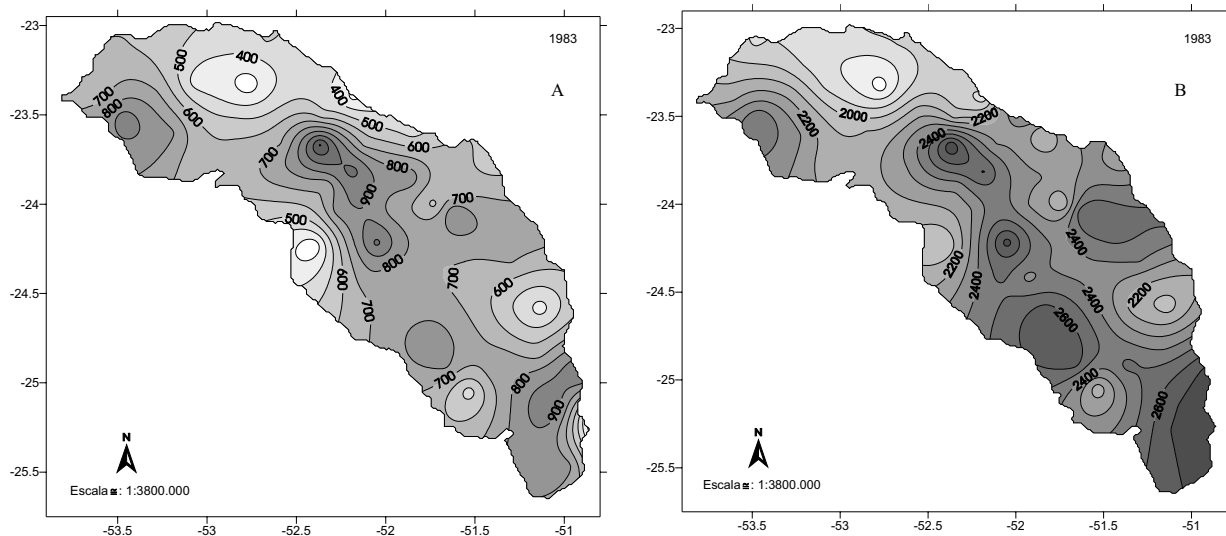


Figura 43(A)-Desvios (mm) em relação à média anual **(B)**-Total anual de pluviosidade para 1983

Os valores extremos para esse ano foram respectivamente registrados nos postos pluviométricos de Malu (nº15), com 2.787mm, Saltinho (nº33), com 2.767mm, Água Fria (nº55), com 2.743mm, e Itapara (nº56), 2.741mm, sendo que a média registrada para todos os postos para este mesmo ano foi de 2.278mm(**Figura 20**, pág. 43 e **Tabela 2**, pág.44).

Segundo a literatura, este foi identificado como um ano de El Niño. Não necessariamente o ano todo foi chuvoso. Somente no verão o evento foi de forte intensidade; no outono foi moderado e na primavera ocorreu um La Niña de fraca intensidade (**Figuras 43 (A) e (B)**). Segundo

Berlato e Fontana (2003), na segunda metade do século XX, os eventos mais fortes de El Niño ocorreram em 1982/1983, com intensidade maior no período de outubro a março, e 1997/1998, sendo de julho a março o período de maior intensidade.

Kousky e Cavalcanti (1984), concluíram que durante o período de El Niño de 1982-1983 (fase negativa da Oscilação Sul), uma corrente de jato subtropical bem marcada sobre a América do Sul e a oeste do Pacífico Sul, juntamente com várias situações de bloqueio, em latitudes médias, favoreceu o ingresso de sistemas frontais ativos no Sul do Brasil. Isto explicaria a excessiva precipitação observada na área de estudo, nesse período.

O ano de **1997** foi o segundo mais chuvoso do período, quando a média de pluviosidade para todos os postos foi de 1934,6 mm. Os altos valores registrados ficaram acima da média climatológica e foram observados em toda a área de estudo.

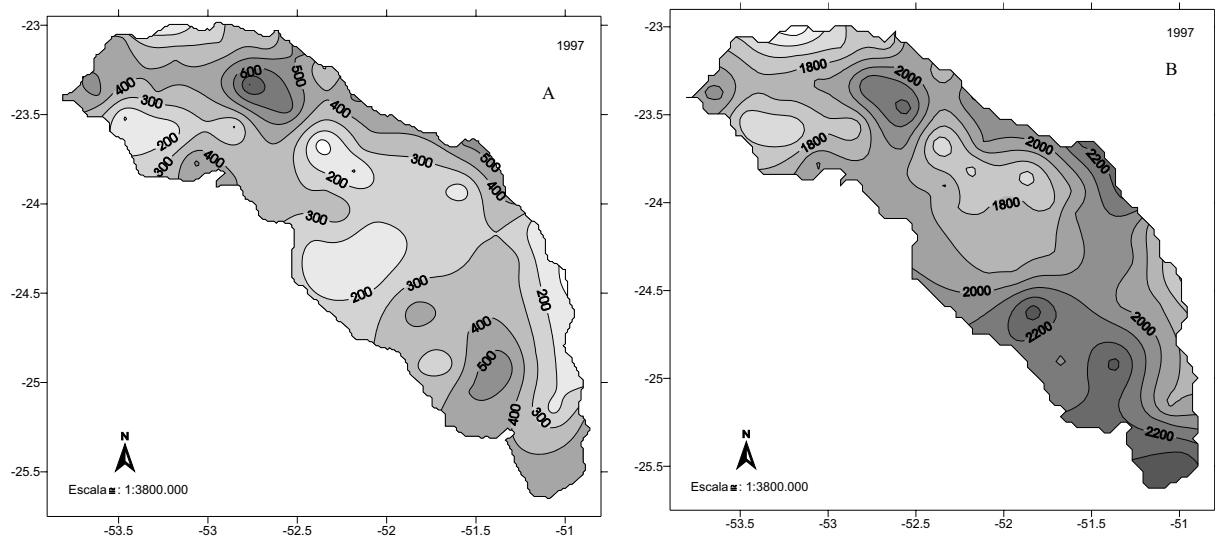


Figura 44(A)-Desvios (mm) em relação à média anual **(B)**-Total anual de pluviosidade para 1997

Esse aumento significativo deveu-se ao evento El Niño, que iniciou no outono com intensidade moderada se estendeu para o inverno e a primavera com forte intensidade. É interessante observar que a jusante da área analisada aparece um núcleo com os desvios em relação à média acima de 600mm, padrão um pouco diferenciado quando comparado aos demais anos. Isso pode ser explicado pela atuação do El Niño (**Figura 44(A) e (B)**).

O El Niño de 1997/98 apresentou praticamente a mesma intensidade que o El Niño de 1983, sendo que sua formação foi a mais rápida de todos os episódios mais recentes. Em outubro de 1997, observaram-se as maiores anomalias positivas de precipitação na Região Sul, que recebeu chuvas até 300% acima do normal no Noroeste do Rio Grande do Sul (SILVA DIAS e MARENCO, 2002).

Constata-se que para o ano de **1998** os desvios em relação à média foram mais elevados a montante, com mais de 700 mm. O fator mais relevante desta porção é a altitude, embora se con-

sidere que não é somente isto que explica esse comportamento, pois, evidentemente, não pode ser desconsiderada a dinâmica atmosférica para um melhor entendimento (**Figura 45 (A) e (B)**).

No sul da porção média da bacia os desvios também foram elevados. Como nessa porção a questão altimétrica não é relevante o que explica esse fato é a entrada dos sistemas atmosféricos na bacia, que de uma maneira geral ocorrem no sentido sudoeste.

A precipitação média para esse ano foi de 1927,6mm. É importante ressaltar que, por ter sido registrado um evento de El Niño, o padrão de distribuição espacial da pluviosidade se manteve semelhante à espacialização dos totais para todo o período de análise, apenas houve um aumento nos valores precipitados.

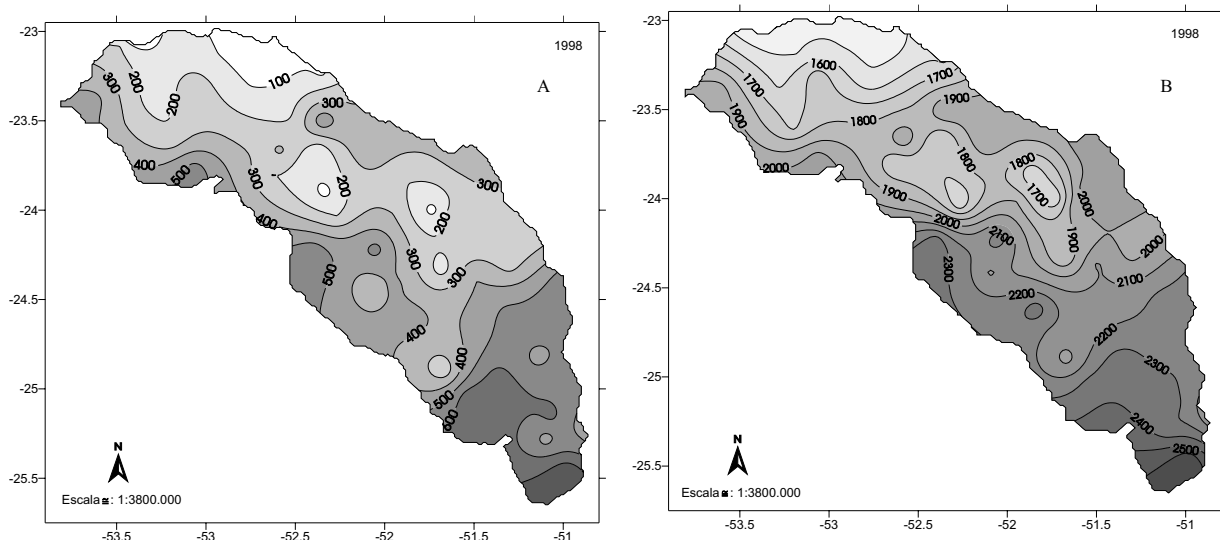


Figura 45(A)-Desvios (mm) em relação à média anual **(B)**-Total anual de pluviosidade para 1998

Nesse ano de 1998 ocorreu o fenômeno El Niño de forte intensidade no verão e moderado no outono. Também para este mesmo ano foi identificado um evento de La Niña que se iniciou no inverno com intensidade fraca, estendendo-se com intensidade moderada na primavera.

Em **1992** o fenômeno El Niño atuou durante todo o ano, sendo de forte intensidade no verão e no outono e de fraca intensidade no inverno e na primavera. Esse evento não repercutiu no aumento significativo da precipitação para todos os postos da área de estudo. Os núcleos com os desvios mais elevados foram observados nas porções média e baixa da bacia (**Figura 46(A) e (B)**).

Na **Tabela 4**, na variação espaço-temporal da pluviosidade anual mostrou que para o ano de 1992 somente 6 postos foram classificados como chuvosos e 26 postos como tendentes a chuvosos, somente 53% dos postos da bacia apresentaram valores acima da média histórica.

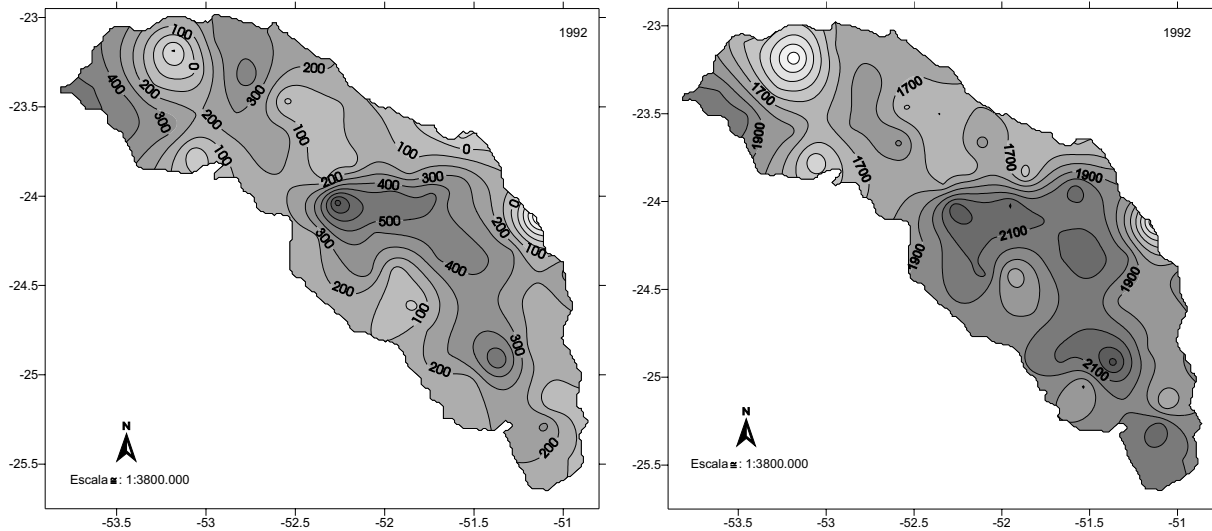


Figura 46(A)-Desvios (mm) em relação à média anual **(B)**-Total anual de pluviosidade para 1992

A média anual para o ano de **1990** foi de 1811,0mm. Os valores mais elevados foram registrados a montante da bacia, com mais de 2300,0mm o mesmo ocorrendo na porção sudoeste da área de estudo **(Figura 47(A) e (B))**.

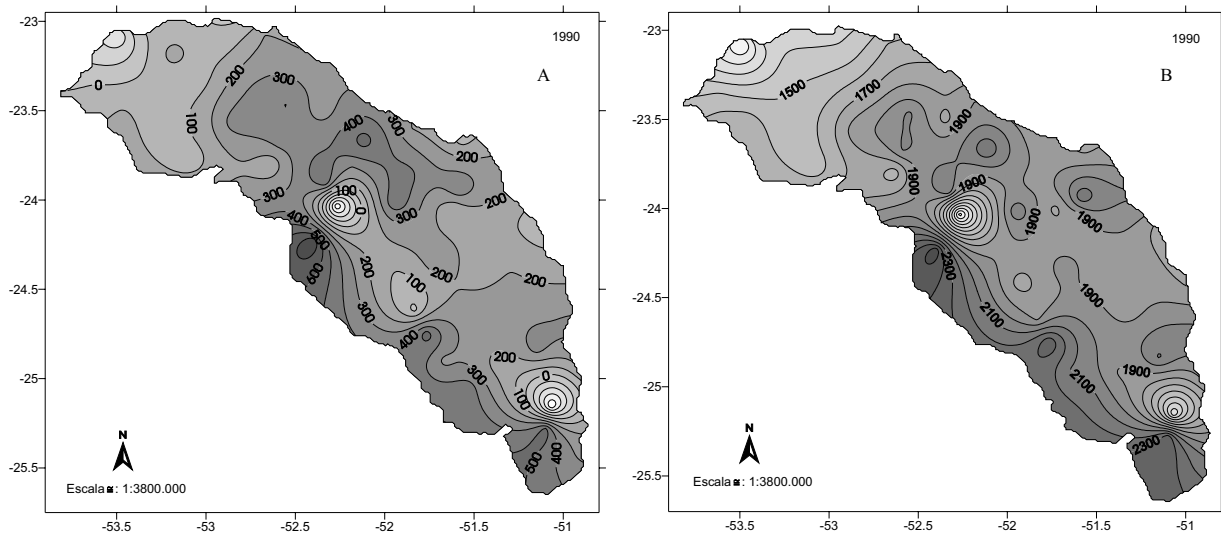


Figura 47(A)-Desvios (mm) em relação à média anual **(B)**-Total anual de pluviosidade para 1990

A jusante da bacia a precipitação pluviométrica manteve-se próximo da média histórica do período de 1976 a 2001, tendo se constatado que os altos valores ficaram mais concentrados nas porções média e alta da bacia. Para esse ano foi identificado um evento de El Niño de fraca intensidade, que iniciou no inverno estendendo-se até a primavera.

É importante destacar que a repercussão de um evento de El Niño ou La Niña apresenta diferenças no tempo e no espaço, porque a dinâmica atmosférica é muito complexa. Como são eventos que provocam mudanças na circulação atmosférica em escala regional e global, é neces-

sária uma análise mais meticulosa para entender a variabilidade da precipitação pluviométrica de uma determinada região.

Outro problema muito comum são as listagens disponíveis com o histórico de ocorrência de El Niño e La Niña. Muitas vezes diferem umas das outras, porque sua classificação depende dos critérios adotados pelos pesquisadores, entre os quais está o da escolha da região dos Niños no Oceano Pacífico Equatorial. Nessa análise foi utilizada a tabela dos índices da região do Niños (1+3).

Para os anos de 1983, 1997, 1998 e 1992 (chuvosos) o aumento da precipitação pluviométrica teve repercussão significativa do fenômeno El Niño. O padrão de distribuição para estes anos foi semelhante: ora o aumento foi mais expressivo a montante, ora a jusante: também foi detectado um padrão homogêneo para toda a bacia, como ocorreu no ano de 1983, sendo este o evento o de maior intensidade.

O ano de 1990 (chuvoso) apresentou uma média anual elevada, mas este aumento não teve uma correlação direta com o evento de El Niño, que para esse ano, foi de fraca intensidade.

O ano de 1978 (seco) foi o mais seco de todo o período, porém nesse ano não foi identificado o evento de La Niña. Os dados mostram que no verão ocorreu um evento de El Niño de fraca intensidade, não repercutindo no aumento da pluviosidade na bacia.

Apesar do ano de 1985 (seco) ter sido registrado como o segundo mais seco de todo o período, La Niña nesse ano foi de fraca intensidade.

Para o ano de 1988 (seco), os baixos valores pluviométricos estiveram mais relacionados com La Niña, que ocorreu com forte intensidade na primavera. Este foi o terceiro mais seco de todo o período. Também foi identificado um evento El Niño de fraca intensidade.

O ano de 1991 (seco) foi identificado como um ano de El Niño de intensidade fraca e moderada no decorrer do ano, porém os valores pluviométricos ficaram abaixo da média, estando entre os cinco mais secos de toda a série histórica. Já os baixos valores registrados no ano de 1999 estiveram atrelados ao fenômeno La Niña.

Os valores pluviométricos, tanto negativos como os positivos, apresentaram uma certa correlação com o fenômeno El Niño-Oscilação-Sul, porém observou-se uma oscilação na magnitude pluvial, padrão esperado devido à própria variabilidade dos índices de temperatura da superfície do mar e da pressão atmosférica, que determinaram a intensidade de cada evento.

Numa análise geral dos cinco anos mais seco e dos cinco mais chuvosos, constatou-se que os eventos de El-Niño interferiram com maior intensidade no aumento dos valores pluviométricos, do que os eventos de La-Niña nos valores negativos.

6.3. Análise da variabilidade pluviométrica anual para a escolha dos “anos-padrão”.

A técnica de agrupamento apresentou um excelente resultado na escolha dos “anos-padrão” principalmente quando o objetivo é identificar aqueles que apresentaram valores extremos de pluviosidade como “seco” e “chuvoso”, isto acontece porque o método isola os valores mais elevados.

Tabela 4 – Variação espaço-temporal da pluviosidade anual para a bacia do rio Ivaí – PR.

Município	Nº	Nome do Posto	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Guairaça	1	Novo Matão																										
Querência do Norte	2	Icatu																										
Borrazópolis	3	Borrazópolis																										
Faxinal	4	Papuã																										
São Pedro do Ivaí	5	São Pedro do Ivaí																										
Rio Bom	6	Rio Bom																										
Marialva	7	São M. do Cambui																										
Cambira	8	Cruzeiro																										
Quinta do Sol	9	Quinta do Sol																										
Porto Bananeira	10	Floresta																										
E. Criação Estado	11	Paranavaí																										
Cianorte	12	Cianorte																										
Peabiru	13	Peabiru																										
Cianorte	14	Igarité																										
Terra Boa	15	Malu																										
Ourizona	16	Ourizona																										
Nova Esperança	17	Ivaitinga																										
Bernadelli	18	Rondon																										
Japurá	19	Japurá																										
Guaporema	20	Guaporema																										
Dep. José Afonso	21	Paranavaí																										
Copacabana do Norte	22	São Jorge do Ivaí																										
Comur	23	Planaltina do PR																										
Loanda	24	St. Isabel do Ivaí																										
Cruzeiro do Oeste	25	Cruzeiro do Oeste																										
Querência do Norte	26	Querência do Norte																										
Maria Helena	27	Maria Helena																										
Umuarama	28	Santa Eliza																										
Icaraima	29	Icaraima																										
Douradina	30	Douradina																										
Tapira	31	Tapira																										
Porto Taquara	32	Santa Mônica																										
Ivaí	33	Saltinho																										
Reserva	34	Barreiro																										
Reserva	35	Rio Novo																										
Lidianópolis	36	Ubá do Sul																										
Prudentópolis	37	Tereza Cristina																										
Ortigueira	38	Pinhalzinho																										
Pitanga	39	Pitanga																										
Barbosa Ferra	40	Barbosa Ferraz																										
Grandes Rios	41	Ribeirão Bonito																										
Pitanga	42	Arroio Grande																										
Boa Ventura	43	Carazinho																										
Faxinal Boa Vista	44	Prudentópolis																										
Cândido de Abreu	45	Barra Bonita																										
Nova Tebas	46	Nova Tebas																										
Ivaiporã	47	Alto Porã																										
Ariranha do Ivaí	48	Ariranha do Ivaí																										
Rio Branco do Ivaí	49	Ariranha do Ivaí																										
São João do Ivaí	50	Pouso Alegre																										
Cândido de Abreu	51	Candido de Abreu																										
Campo Mourão	52	Salto Natal																										
Iretama	53	Iretama																										
Campo Mourão	54	Rio da Vargem																										
Barbosa Ferraz	55	Água Fria																										
Irati	56	Itapara																										
Maringá	57	Maringá																										
Prudentópolis	58	Relógio																										
Turvo	59	Turvo																										
Prudentópolis	60	Vila Esperança																										

■ Chuvoso ■ Tendente a chuvoso □ Habitual ■ Tendente a seco ■ Seco

Por exemplo, o ano de 1983, considerado o mais chuvoso de toda a série histórica, com valores muito acima da média, apresentou-se isolado no dendograma para quase todos os postos pluviométricos da área de estudo.

É importante destacar que os demais anos considerados como tendentes a chuvoso também apresentaram valores significativamente elevados quando comparados com os valores de pluviosidade dos anos classificados como habituais, porém não classificado como chuvoso devido aos valores extremos ocorridos no ano de 1983.

Os anos de 1982, 1990, 1992, 1997 e 1998 foram classificados como tendentes a chuvosos para a maioria dos postos.

O ano de 1978 foi o mais seco de toda a série, 40 postos foram classificados como seco e 20 como tendentes a seco, também em 1985 e 1988 foram registrados os menores valores pluviométricos para todos os postos. Os anos de 1977, 1984, 1991 e 1999, foram classificados como tendentes a seco como mostra a **Tabela 4**.

Após análise da variabilidade espaço-temporal da precipitação anual para toda a série histórica e todos os postos pluviométricos, foi nomeado os anos de 1998 (“padrão” chuvoso), 1999 (“padrão” seco) e 2001 (“padrão” habitual).

A escolha dos “anos-padrão” ficou restrita à década de 1990, considerando-se a existência de uma enorme quantidade de trabalhos já realizados para a década de 1980, principalmente para o ano de 1983, o mais chuvoso dessa década.

6.3.1. Análise dos anos “padrão” 1998 (chuvoso), 1999(seco) e 2001 (habitual) para Maringá e Guarapuava

Duas localidades foram nomeadas, para um estudo mais detalhado na bacia do rio Ivaí, Guarapuava e Maringá. Os critérios utilizados na escolha destas foram a representação espacial e a disponibilidade dos dados climáticos necessários.

A primeira, Guarapuava, está localizada a montante da bacia, numa altitude de 1020 metros sobre o domínio do clima subtropical e representa a porção mais chuvosa da área de estudo.

A segunda, Maringá, está localizada na porção média da bacia e representa uma área em que os valores pluviométricos são inferiores quando comparado à primeira, estando sobre o domínio do clima tropical e numa altitude de 542 metros.

A característica geomorfológica desta região é de um relevo uniforme e monótono. Caracterizado por extensas chapadas e platôs suavemente ondulados, com divisores de água arredondados pouco ondulado.

Ano de 1998 (“padrão” chuvoso)

Para o ano de 1998, classificado e escolhido como ano “padrão” chuvoso, observou-se que a distribuição da precipitação total mensal acima da média climatológica para Guarapuava foi semelhante à Maringá, os meses de fevereiro, março, abril, agosto, setembro e outubro foram os que apresentaram valores acima da média para ambas as estações (**Figuras 48 e 49**).

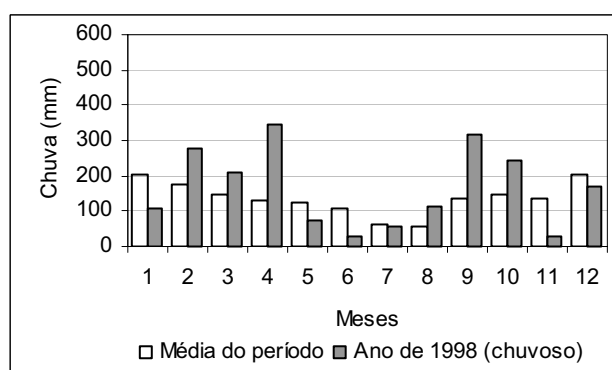


Figura 48 – Distribuição anual da chuva em Maringá para todo o período e para o ano de 1998.

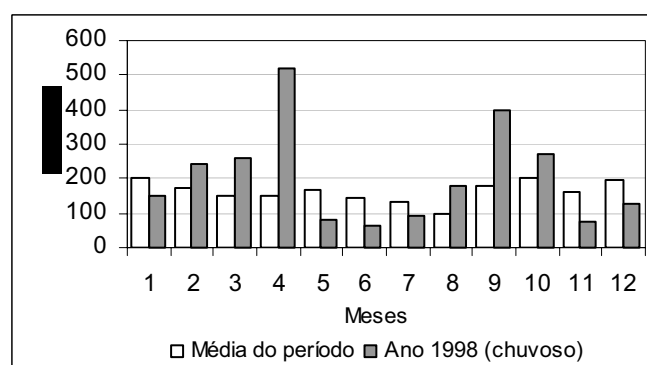


Figura 49 – Distribuição anual da chuva em Guarapuava para todo o período e para o ano de 1998.

É importante destacar que o mês de abril foi o que apresentou o maior desvio em relação à média principalmente para a estação de Guarapuava, que choveu 518,0 mm, sendo a média de 152,3 mm, o mesmo ocorreu para Maringá, choveu 345,8 e a média é de 131,3 mm (**Tabela 5**).

Tabela 5 - Dados de pluviosidade mensal dos anos de 1998, 1999 e 2001 e a média mensal do período de 1976-2001 de Maringá e Guarapuava.

Mês	Maringá				Guarapuava			
	1976-2001	1998	1999	2001	1976-2001	1998	1999	2001
Jan	203,3	107,9	222,3	188,8	201,7	149,2	212,5	198,6
Fev	176,9	274,9	131,1	217,0	173,8	244,9	188,5	331,8
Mar	144,4	208,3	102,6	146,9	148,7	258,1	183,8	92,1
Abr	131,3	345,8	115,2	70,0	152,3	518,0	181,2	124,9
Mai	123,5	73,4	126,5	166,5	170,0	79,5	125,8	141,6
Jun	109,3	29,4	127,0	122,5	144,2	61,8	228,3	107,8
Jul	60,3	59,0	100,4	36,7	131,9	92,1	106,4	126,7
Ago	54,3	113,1	0,0	102,6	96,6	180,2	3,2	87,2
Set	137,1	319,6	52,3	110,1	176,3	396,5	143,0	152,0
Out	147,4	242,6	107,8	78,5	201,9	268,7	97,6	190,4
Nov	133,7	30,9	46,7	153,8	163,2	77,4	53,8	192,0
Dez	203,4	171,4	280,9	255,0	195,5	129,2	228,0	110,6
Total anual	*1624,9	1976,3	1412,8	1648,4	*1956,1	2455,6	1752,1	1855,7

(*) \bar{X} Período

Na distribuição da pluviosidade sazonal para ambas localidades constatou-se que os desvios acima da média climatológica foram mais significativos para o outono e inverno.

Em Guarapuava os valores registrados acima da média no outono foram de 41% e no inverno, de 65%. Para a estação de Maringá o outono foi de 23% e o inverno de 95% acima da média

O total precipitado acima da média para o ano 1998, foi de 391,0 mm em Maringá e 584,8 mm em Guarapuava.

Por ser um ano chuvoso, não significa que no decorrer do mesmo os valores precipitados ficaram sempre acima da média. A primavera, por exemplo, quando os valores foram abaixo da média para ambas as localidades, é uma estação que segundo a média histórica é tão chuvosa quanto o verão. Esse baixo valor é explicado pela atuação da La Niña, que iniciou no inverno com intensidade fraca estendendo-se com intensidade moderada na primavera também foi identificado neste ano o fenômeno El Niño de forte intensidade no verão e moderado no outono segundo (CPC/NCEP/NOAA, 2005).

Analisando a distribuição espacial da precipitação total de todos os postos da área de estudo, é perceptível que no ano de 1998 houve um aumento significativo da pluviosidade para quase toda a bacia quando comparado com média anual do período de 1976 a 2001 como mostra a **Figura 50**. Porém este aumento foi mais expressivo a montante da bacia, a média é de 1850 mm e para este ano o valor registrado foi de 2600 mm, como mostram as **Figuras 50 e 36** ver pág. 78.

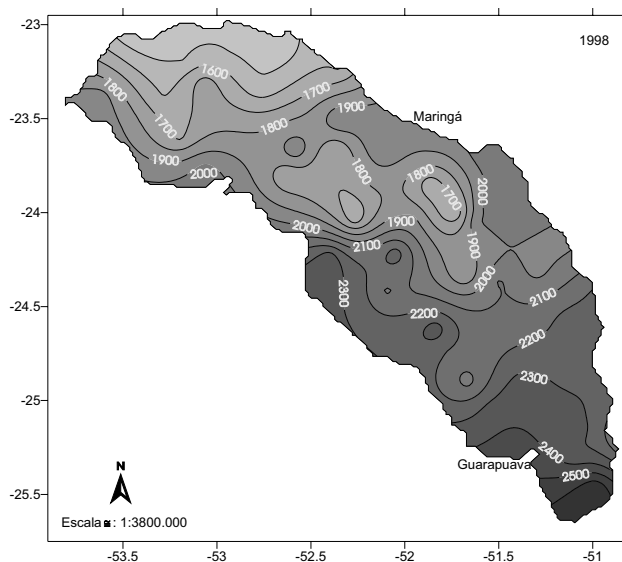


Figura 50 – Distribuição espacial da pluviosidade total anual para o ano de 1998.

A distribuição dos núcleos com os valores máximos e mínimos precipitados são semelhantes quando comparado os da **Figura 36**, ver pág.78, que representa os valores da média climatológica para todo o período, com os da **Figura 50**, que especializam os totais pluviais para o ano de 1998. Não significa que num ano chuvoso sempre ocorra uma alteração nos padrões da

distribuição espacial, o que se constatou, para o ano de 1998, foi somente um aumento da precipitação pluviométrica em toda a área de estudo.

Ano de 1999 (seco)

Para o ano de 1999, escolhido como ano “padrão” seco observou-se que a precipitação total mensal ficou abaixo da média climatológica para os meses de agosto, setembro, outubro e novembro, ou seja, o período mais seco do ano. Este padrão foi semelhante para as estações de Guarapuava e Maringá. **Figuras 51 e 52.**

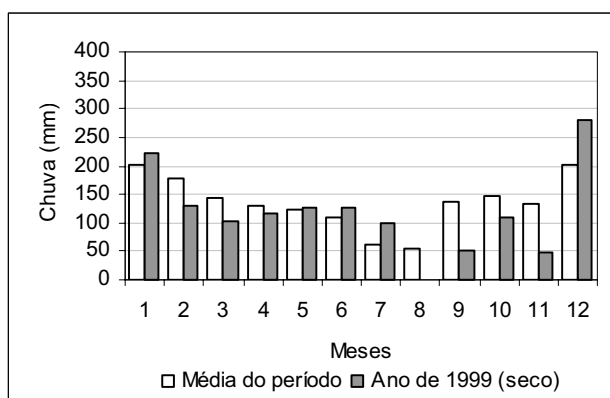


Figura 51 – Distribuição anual da chuva em Maringá para todo o período e para o ano de 1999.

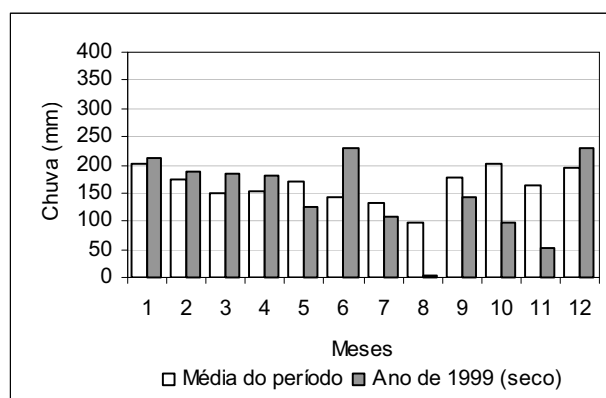


Figura 52 – Distribuição anual da chuva em Guarapuava para todo o período e para o ano de 1999.

Portanto, o mês de agosto foi o mais seco, não choveu para a estação de Maringá e apenas 3,2 mm foi registrado para Guarapuava, sendo mais expressivo considerando que a média climatológica para esta estação é de 97,0 mm.

Para a estação de Maringá a média histórica mostra que o inverno é a estação do ano mais seca. Esta estação está localizada numa área de clima tropical, em que a distribuição anual de precipitação apresenta uma onda anual bem marcada, com máximos no verão e mínimos no inverno conforme mostra a **Tabela 5.**

Em Guarapuava a distribuição da pluviosidade anual é mais “homogênea”, por estar sob a influência do clima subtropical, há um declínio nos valores precipitados no inverno, sendo pouco significativo quando comparado com os valores registrados na estação de Maringá.

No mês de junho foi registrado o maior valor de pluviosidade em Guarapuava, a média para o período foi de 144,2 mm e o total precipitado foi de 228,3 mm, ou seja, 58% a mais de chuva.

Fato semelhante ocorreu em Maringá, no mês de dezembro a média mensal foi de 203,4 mm, o total registrado foi de 280.9 mm, sendo 38% acima da média.

Com relação à distribuição pluviométrica sazonal, constatou-se que os maiores desvios negativos em Guarapuava ocorreram no inverno com -38% e primavera -32%. Para Maringá os desvios negativos foram observados no inverno -39% e no verão -10%.

Neste ano “padrão” seco o total precipitado abaixo da média histórica para Guarapuava foi de 204,0 mm e Maringá foi de 212,1 mm. Aparentemente estes valores não parecem ser relevantes quando mostrados no contexto anual, mas analisando detalhadamente percebe-se que estes baixos valores estão concentrados em uma ou duas estações do ano, tornando significativo quando há uma queda nos valores em determinadas estações que segundo sua média histórica está classificada como chuvosa, como ocorreu para Maringá no verão e Guarapuava na primavera.

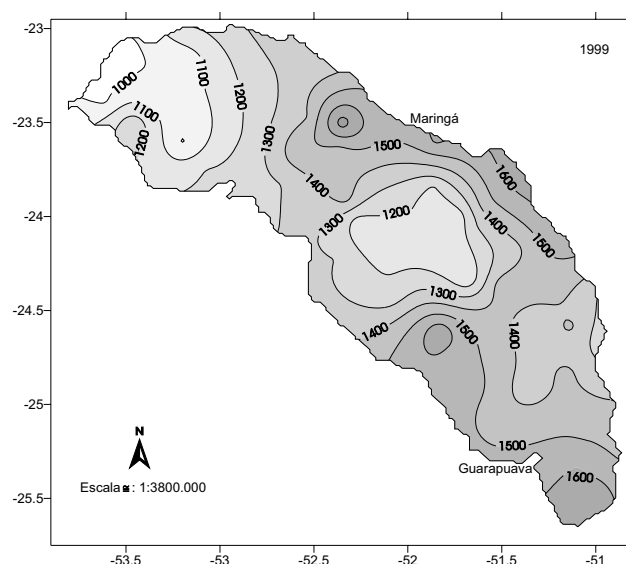


Figura 53 – Distribuição espacial da pluviosidade total anual de 1999 para todos os postos pluviométricos da área de estudo.

Na distribuição espacial da precipitação total para todos os postos da área de estudo para o ano de 1999, constatou-se que os baixos valores foram significativos para toda a bacia, quando comparado com a média histórica, como mostra a **Figura 53**. Foram detectados dois núcleos que apresentaram um declínio mais acentuado da pluviosidade: o primeiro localizado à jusante e o segundo, na porção média da bacia com valores abaixo de 1000 mm.

Nesta análise espacial os núcleos, que concentram os maiores e os menores totais pluviométricos, são semelhantes tanto para um ano “padrão” seco quanto para o chuvoso, porém, o que os diferenciam são os valores registrados.

O período “crítico” com valores pluviométricos abaixo da média para este ano representativo do “padrão” seco ocorreu de agosto a novembro para ambas localidades como mostra a **Tabela 5**.

Ano de 2001 (habitual)

O ano de 2001 foi escolhido para representar o “padrão” habitual. Constatou-se que apesar dos valores pluviométricos mensais ficarem próximos da média histórica, principalmente para a estação de Maringá, foram detectados alguns desvios negativos para os meses de abril 61,3mm e outubro com 69,0; já o mês de dezembro choveu 52,0mm acima da média **Figura 54**.

Para Guarapuava foi observado nesta mesma análise mensal que no mês de fevereiro ocorreu um desvio positivo de 158 mm, também para este mesmo ano dois meses apresentaram desvios negativos em relação à média, o mês de dezembro com 85,0 mm e março com 57,0 mm.

Figura 55.

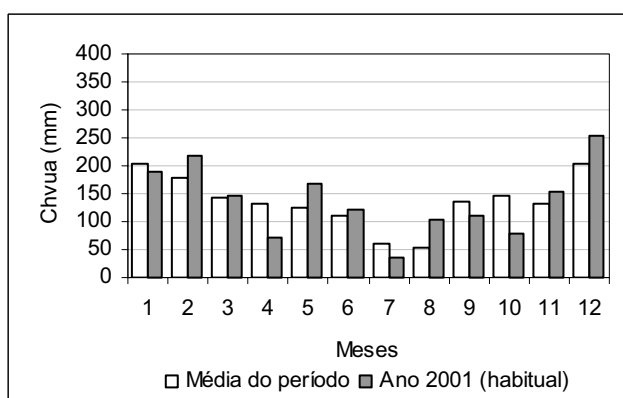


Figura 54 – Distribuição anual da chuva em Maringá para todo o período e para o ano de 2001

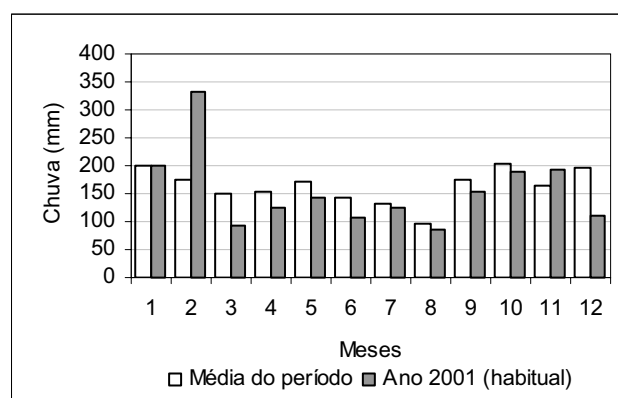


Figura 55 – Distribuição anual da chuva em Guarapuava para todo o período e para o ano de 2001

Na análise sazonal foi constatado que em Maringá as estações do ano tiveram um comportamento típico de um ano “padrão” habitual, os valores permaneceram muito próximos da média histórica sazonal. O mesmo não ocorreu em Guarapuava, onde os desvios tanto positivos quanto negativos foram representativos em todas as estações do ano. No verão, por exemplo, choveu 98,3 mm acima da média e no outono 92,2 mm abaixo da média **Tabela 5**.

Na distribuição espacial do total pluviométrico para este ano de 2001, **Figura 56** constatou-se que os valores mais baixos ficaram concentrados na porção média da bacia com valores abaixo de 1200 mm, sendo estes significativos quando comparado com a média do período, como mostra a **Figura 36**, ver pág. 78.

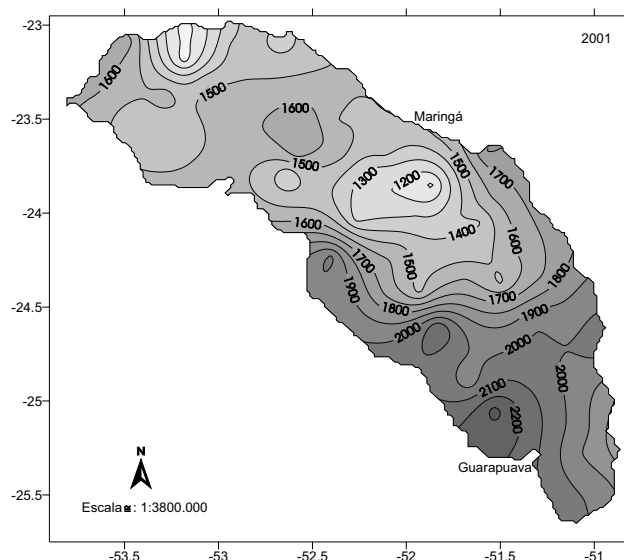


Figura 56 – Distribuição espacial da pluviosidade total anual de 2001 para todos os postos pluviométricos da área de estudo

Na distribuição espacial da pluviosidade total para os anos-padrão de 1998, 1999 e 2001 observou-se que os mesmos núcleos, já identificados na média do período de 1976 a 2001 conforme mostra a **Figura 36**, pág. 78, se repetem, porém os valores se alteram de um ano para outro, sejam eles negativos ou positivos.

Quanto à escolha do “ano-padrão” habitual constatou-se que o ano de 2001, não foi tão representativo para Guarapuava quanto foi para Maringá.

Isso nos leva a refletir que numa área com os aspectos geográficos diversificados principalmente no que se refere a altimetria e a geomorfologia e com tipos climáticos diferentes como é o caso da bacia do rio Ivaí, torna difícil à escolha de um único ano para representar o “habitual”.

6.8. Análise rítmica para Guarapuava e Maringá dos anos de 1998 (chuvoso), 1999 (seco) e 2001 (habitual)

A dinâmica atmosférica é muito complexa, portanto, é relevante destacar que, quando mencionado nesta discussão que um determinado sistema atmosférico gerou um certo valor de precipitação pluviométrica, cumpre ressaltar que a gênese pluvial é muito mais ampla e envolve uma série de outros mecanismos, citados abaixo, e combinações que influem na origem, quantidade e intensidade da pluviosidade nas mais variadas escalas temporais (ciclo diurno, diário, mensal, trimestral, sazonal, intra-sazonal, anual, interanual).

A precipitação pluvial na área de estudo sofre influência de diversos sistemas atmosféricos, que se intensificam dependendo da estação do ano. Os sistemas frontais atuam durante todo o ano, sendo mais intensos no inverno, em virtude do forte gradiente térmico entre o equador e o pólo, podendo alcançar as latitudes mais baixas, segundo Nimer (1989).

As frentes frias apresentam repercussões diferenciadas quando outros sistemas interagem com elas na produção de precipitação.

Outra situação sinótica que também interfere no ritmo climático refere-se ao posicionamento do anticiclone semipermanente do Atlântico Sul, que, quando localizado mais na porção continental do território brasileiro pode exercer um bloqueio intenso dos sistemas frontais (CLIMANÁLISE, out.1986).

O jato subtropical também é responsável pela intensificação das atividades convectivas no Sul e Sudeste do Brasil. Ele bloqueia as frentes frias, tornando-as estacionárias e elevando os totais de precipitação locais, o que é muito comum em anos de El Niño, segundo Kousky e Cavalcanti (1984).

Na primavera os tempos instáveis em setembro e outubro estão associados aos complexos convectivos de mesoescalas (FIGUEIRED e SCOBAR, 1996). Os complexos convectivos são aglomerados de nuvens convectivas de forma circular, formados na madrugada no Norte da Argentina e no Paraguai, que se deslocam para Região Sul do Brasil (SILVA DIAS e MARENGO, 2002).

Na primavera e verão outro fenômeno na escala intra-sazonal, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), também concorre para o aumento dos valores pluviométricos. Pode ser identificada, na composição de imagens de satélite, como uma banda de nebulosidade de orientação noroeste a sudeste, estendendo-se desde o Sul da Região Amazônica até a região central do Atlântico Sul (KOUSKY, 1988).

É relevante destacar que os fenômenos El Niño e La Niña oscilação sul (ENOS) também estão inseridos nesta complexa dinâmica climática. Silva Dias e Marengo (2002) opinam que

esta variabilidade interanual seja responsável por significativa parcela da variação do regime de chuvas e temperatura em diversas regiões do globo, incluindo o Brasil.

Outros sistemas também participam dessa dinâmica, mas com peso menor, como, por exemplo, a baixa térmica do Chaco, uma massa seca e quente, sendo determinante, principalmente no clima do Noroeste do Paraná e Oeste de São Paulo, segundo Nimer (1989).

A variabilidade da pluviosidade está associada às mais diversas interações (atmosfera-oceano, solo-vegetação-atmosfera, entre outras). Acredita-se que de muitas delas nem se tem conhecimento ainda, portanto as interferências acima mencionadas não se restringem ao apresentado.

A revista Climanálise, citada no decorrer desta discussão dos anos de 1998, 1999 e 2001, está disponível em: <http://www3.cptec.inpe.br/products/climanalise>.

6.8.1 Guarapuava – 1998 - “ano-padrão” chuvoso.

Numa análise geral do ano de 1998, constatou-se que os totais pluviométricos foram elevados para quase todas as estações do ano. No verão foram 652,2mm, no outono 659,3mm, no inverno, 668,0mm, sendo esta estação mais chuvosa, com 25% acima da média climatológica. O menor valor foi registrado na primavera, com 475,3mm.

Tabela 6 – Identificação sazonal dos sistemas atmosféricos para Guarapuava - 1998 (chuvoso).

Sistemas atmosféricos	Verão		Outono		Inverno		Primavera		Total	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	mm	%
<i>Sistemas tropicais</i>										
TA	0	-	2,8	0,4	0,2	0,3	9,4	1,97	12,4	0,50
TAC	6,8	1,0	0	-	0	-	4,2	0,88	11,0	0,44
TC	0	-	0	-	0	-	0	-	0	
EC	1,0	0,15	0	-	0	-	0	-	1,0	0,04
<i>Sub total</i>	7,8	1,15	2,8	0,4	0,2	0,3	13,6	2,8	24,4	1,0
<i>Sistemas polares</i>										
PA	3,8	0,5	6,6	1,0	3,7	0,5	1,2	0,25	15,3	0,62
PT	1,2	0,16	3,6	0,5	9,5	1,4	3,1	0,65	17,4	0,70
<i>Sub total</i>	5,0	0,66	10,2	1,5	13,2	1,9	4,3	0,9	32,7	1,4
<i>Sistemas frontais</i>										
FPA	318,3	49,0	458,8	70,0	331,7	49,5	297,9	62,7	1406,7	57,0
Rec. FPA	0,2	0,03	0	-	0	-	0	-	0,2	0,008
RFPA	26,6	4,07	1,0	0,14	13,6	2,03	3,5	0,73	44,7	1,8
FPAD	23,1	3,54	0	-	0	-	0	-	23,1	1,0
FPAE	84,6	12,97	144,2	21,8	116,8	17,4	0	-	345,6	14,0
<i>Sub total</i>	452,8	69,6	604,0	91,9	462,4	68,9	301,4	63,4	1820,3	74,0
<i>Sistemas individualizados</i>										
IT	172,4	26,43	42,3	6,2	193,3	28,91	156	32,85	564,0	23,0
ZCAS	14,2	2,17	0	-	0	-	0	-	14,2	0,60
<i>Sub total</i>	186,6	28,6	42,3	6,2	193,3	28,91	156,0	32,8	578,2	23,6
Total (mm)	652,2	100	659,3	100	668,8	100	475,3	100	2455,6	100

Com relação a pluviosidade total deste ano, observou-se que 42% das chuvas ocorreram entre os meses de fevereiro e abril, somando 1021,0mm.

Verão – 1998

O total precipitado no verão foi de 652,2mm, sendo que 49% das chuvas foram geradas pela atuação da frente polar atlântica, 26% pela linha de instabilidade e 13% pela atuação da frente polar atlântica estacionária (**Tabela 6**).

Com relação à atuação dos sistemas atmosféricos, 22 dias estiveram sob a frente polar atlântica, 16 da tropical atlântica continentalizada e 11 com linha de instabilidade tropical. Estes sistemas representaram 54% dos treze sistemas identificados (**Tabela 7**).

Nessa estação foi identificado um episódio no mês de março de 10 dias consecutivos de chuva, entre os dias 11 e 20, somando 103,2mm, ou seja, 40% do valor total desse mês, como mostra o **anexo 1**. Os sistemas atuantes que se intercalaram foram os sistemas frontais e as linhas de instabilidade tropical (**Tabela 8**).

Tabela 7 – Atuação em número de dias dos sistemas atmosféricos em Guarapuava – 1998.

Sistemas atmosféricos	Verão				Outono				Inverno				Primavera			
	Jan	Fev	Mar	Total	Abr	Mai	Jun	Total	Jul	Ago	Set	Total	Out	Nov	Dez	Total
<i>Sistemas tropicais</i>																
TA	3	3	1	7	6	6	9	21	11	1	3	15	5	7	3	15
TAC	10	2	4	16	-	-	-	0	-	1	4	5	5	8	8	21
TC	4	-	-	4	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
EC	-	-	2	2	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
<i>Sub total</i>	17	5	7	29	6	6	9	21	11	2	7	20	10	15	11	36
<i>Sistemas polares</i>																
PA	2	2	4	8	8	15	10	33	7	7	1	15	3	1	3	7
PT	2	3	1	6	3	3	5	11	3	4	4	11	7	4	5	16
<i>Sub total</i>	4	5	5	14	11	18	15	44	10	11	5	26	10	5	8	23
<i>Sistemas frontais</i>																
FPA	8	7	7	22	6	4	4	14	8	8	7	23	6	4	7	17
Rec.FPA	-	1	-	1	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
RFPA	2	-	3	5	-	1	2	3	2	4	-	6	1	1	1	3
FPAD	-	4	-	4	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
FPAE	-	2	-	2	3	-	-	3	-	-	4	4	-	-	-	0
<i>Sub total</i>	10	14	10	34	9	5	6	20	10	12	11	33	7	5	8	20
<i>Sistemas individualizados</i>																
IT	-	2	9	11	4	2	-	6	-	6	7	13	4	5	4	13
ZCAS	-	2	-	2	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
<i>Sub total</i>	-	4	9	13	4	2	-	6	-	6	7	13	4	5	4	13
Total	31	28	31	90	30	31	30	91	31	31	30	92	31	30	31	92

Numa análise preliminar constatou-se que quando não ocorre atuação de sistemas tropicais intercalados com os frontais os valores precipitados são mais elevados e o tempo instável tende a se prolongar.

Outono – 1998

A atuação da frente polar atlântica foi geradora de 70% do valor precipitado e a frente polar atlântica estacionária, de 22%. O total precipitado nesse outono foi de 659,3mm, como mostra a **tabela 6**.

Quanto ao número de atuações, observou-se que a polar atlântica atuou por 33 dias, fato comum por ser uma estação de transição para o inverno, quando os sistemas polares começam a intensificar-se no tempo e no espaço. A tropical atlântica atuou por 21 dias e a frente polar atlântica por 14 dias, valor inferior quando comparado com as demais estações do ano (**Tabela 7**).

Analisando-se mensalmente a pluviosidade no outono, constatou-se que as chuvas estiveram concentradas no início da estação, ou seja, abril, com valores bem acima da média histórica. Para os meses de maio e junho ocorreu o inverso, os valores ficaram bem abaixo da média. A variabilidade da precipitação foi muito significativa nesta estação do ano (**Anexo 1**).

O mês de abril, como já mencionado acima, foi o mais chuvoso, com 518,0mm, ficando muito acima do valor médio do período, que foi de 152,3mm. 64% das chuvas ocorreram entre os dias 23 e 29, sob a atuação da frente polar atlântica, que estacionou por alguns dias intercalando com linhas de instabilidade, deixando o tempo instável com nove dias de céu quase que totalmente encoberto (**Tabela 5 e Anexo 1**).

Choveu 47% abaixo da média no mês de maio e 43% no mês de junho (**Tabela 5**). Constatou-se na análise dos sistemas atmosféricos atuantes que houve um predomínio da atuação da polar atlântica nesses meses, a qual, devido às suas características de fria e seca, “inibiu” a formação de chuva.

Inverno - 1998

A frente polar atlântica foi geradora de 50% das chuvas, a linha de instabilidade, de 29%, e a frente polar atlântica estacionária, de 17% (**Tabela 6**). O total precipitado para essa estação foi de 668,8mm, equivalente a 65% acima da média histórica (**Tabela 5**).

Quanto ao número de atuações dos sistemas atmosféricos no inverno, constatou-se que a frente polar atlântica atuou por 23 dias, a polar atlântica e a tropical atlântica por 15 dias e a li-

na de instabilidade tropical por 13 dias, como mostra a **tabela 7**. É importante destacar que a polar atlântica não esteve tão presente nessa estação como esteve no outono.

Analisando-se a distribuição mensal, observou-se que as chuvas se concentraram no mês de setembro, somando 41% em relação ao total precipitado no inverno, tendo uma distribuição homogênea ao longo do mês.

A temperatura mais baixa desse inverno, de 6,4°C, foi registrada no dia 11 de julho, às 9,00h. Por cinco dias consecutivos, de 10 a 14 de julho, houve o predomínio da polar atlântica, conseqüentemente nesse período a temperatura mínima mais baixa foi de 3,2°C no dia 10 de julho (**Anexo 1**).

Segundo Climanálise (jul.1998), entre os dias 8 e 15 de julho houve o predomínio de um anticiclone nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, no Acre e no Sul da Bahia. Nos dias 8 e 9, ocorreu um declínio de temperatura e geadas na Região Sul e no Sul do Mato Grosso do Sul.

O mês de agosto, segundo a média histórica, é o mais seco do ano, porém nesse ano choveu 54% acima da média (**Tabela 5**). Entre os dias 13 e 21 o total precipitado foi de 106,8mm, volume gerado por duas entradas consecutivas de sistemas frontais juntamente com a formação de linhas de instabilidade (**Anexo 1 e Tabela 8**).

Primavera - 1998

O total precipitado nessa estação foi de 475,3mm. Deste montante, 63% foram gerados pela atuação da frente polar atlântica e 33% pela linha de instabilidade tropical (**Tabela 6**).

Com relação ao número de dias de atuações dos sistemas atmosféricos, constatou-se que a tropical atlântica continentalizada foi a mais atuante, somando 21 dias; a frente polar atlântica atuou por 17 dias, a polar tropicalizada por 16 e a tropical atlântica por 15 dias.

Nos meses de novembro e dezembro os valores precipitados ficaram abaixo da média histórica. Constata-se que para ambos os meses houve atuação maior da tropical atlântica continentalizada, por 16 dias, inibindo a formação de chuva (**Tabelas 5 e 7**).

As chuvas se concentraram no início da primavera, precisamente entre os dias 05 e 08 de outubro. Neste curto intervalo de tempo choveu 42% em relação ao total desse mês, e os sistemas atuantes foram à frente polar atlântica e linhas de instabilidade tropical (**Anexo 1 e Tabela 8**).

Quando ocorre somente a passagem da frente polar atlântica percebe-se que os valores pluviométricos não são muito significativos mas quando uma linha de instabilidade tropical antecede a esse sistema, as precipitações apresentam-se elevadas num curto período de tempo.

Tabela 8 - Sequência rítmica dos sistemas atmosféricos atuantes em Guarapuava – 1998.

	Verão			Outono			Inverno			Primavera		
	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	TA	FPAE	EC	FPA	PA	PA	TA	FPA	TA	PT	TA	TA
2	RFPA	FPAE	IT	PA	PA	PA	FPA	FPA	TA	PT	TA	TAC
3	FPA	FPAD	TAC	PA	PA	PA	FPA	PT	TAC	TA	TA	TAC
4	FPA	TAC	IT	PA	IT	PA	PT	IT	FPA	TAC	IT	IT
5	TA	FPA	TAC	IT	PA	PT	TA	FPA	FPA	FPA	TAC	FPA
6	TAC	FPAD	IT	PT	PA	TA	TA	PA	PT	FPA	TAC	PT
7	FPA	FPA	TAC	FPA	PA	TA	TA	PA	IT	IT	TAC	PT
8	FPA	TA	TA	FPA	PA	TA	FPA	PA	FPA	IT	FPA	TAC
9	PA	IT	RFPA	PT	PA	TA	FPA	RFPA	FPA	TA	PT	RFPA
10	PA	FPA	EC	TA	PA	RFPA	PA	IT	PA	TA	IT	FPA
11	PT	FPA	RFPA	TA	PT	FPA	PA	FPA	TA	IT	IT	FPA
12	TA	PA	IT	TA	PT	PA	PA	PT	TAC	TAC	PT	IT
13	TAC	PA	FPA	TA	TA	PT	PA	FPA	FPA	TAC	TA	TAC
14	TAC	PT	FPA	TA	FPA	PT	PA	FPA	FPA	PT	TA	TAC
15	TAC	Rec.FPA	FPA	IT	FPA	TA	PT	FPA	IT	TA	TA	IT
16	FPA	ZCAS	PA	IT	FPA	TA	TA	PT	PT	RFPA	TAC	TAC
17	TC	ZCAS	PA	FPA	PA	RFPA	TA	RFPA	TAC	FPA	TAC	FPA
18	TC	TA	IT	PA	PA	FPA	FPA	FPA	FPA	PA	FPA	FPA
19	TC	TAC	FPA	PA	PA	FPA	FPA	FPA	IT	PA	PA	PA
20	TAC	FPD	FPA	PA	PT	PA	FPA	FPA	IT	PT	PT	PT
21	TAC	FPD	TAC	PT	TA	PA	FPA	IT	IT	TA	IT	IT
22	TAC	PT	IT	TA	TA	PT	TA	IT	PT	TAC	IT	FPA
23	TAC	PT	IT	FPA	TA	TA	TA	PT	PT	TAC	TA	PA
24	TC	TA	RFPA	FPAE	TA	FPA	TA	TA	TAC	FPA	TAC	PA
25	FPA	IT	FPA	FPAE	TA	PA	TA	TAC	IT	PA	RFPA	TA
26	TA	FPA	PA	PA	RFPA	PA	RFPA	RFPA	IT	FPA	FPA	TA
27	TAC	FPA	PA	IT	FPA	PA	PA	FPA	FPAE	FPA	PT	TAC
28	TAC	FPA	PT	FPA	PA	PT	TA	FPA	FPAE	PT	FPA	TAC
29	RFPA	-	FPA	FPAE	IT	TA	RFPA	PA	FPAE	PT	TAC	FPA
30	FPA	-	IT	PA	PA	TA	PA	PA	FPAE	IT	TAC	PT
31	FPA	-	IT	-	PA	-	PT	PA	-	PT	-	PT

TA – Tropical atântica

TAC – Tropical atlântica continentalizada

TC – Tropical continental

EC – Equatorial continental

PA – Polar atlântica

PT – Polar tropicalizada

FPA- Frente polar atlântica

Rec. FPA – Recuo da frente polar atlântica

RFPA – Repercussão da frente polar atlântica

FPAD – Frente polar atlântica em dissipação

FPAE – Frente polar atlântica estacionária

IT – Linhas de instabilidade tropical

Zona de convergência do atlântico sul

Quanto à gênese pluvial, nesse ano de padrão chuvoso, é evidente a importância da frente polar atlântica na geração de chuva na bacia do rio Ivaí.

Em todas as estações do ano a porcentagem de chuva gerada pela atuação deste sistema foi muito significativa, principalmente quando antecedida por uma linha de instabilidade. Nesta situação sinótica constatou-se que os valores são mais elevados num curto período de tempo.

Outra condição sinótica observada na área de estudo se deve à velocidade da passagem de uma frente polar atlântica. Quando esta se desloca rapidamente, dando lugar a um novo sistema frontal e não possibilitando a entrada de um sistema tropical, a característica predominante é de tempo instável por vários dias consecutivos. Mas esta instabilidade não repercute no aumento significativo da precipitação pluviométrica, e as condições atmosféricas observadas são apenas

de céu parcial ou totalmente encoberto, umidade relativa elevada e um leve declínio da temperatura.

Os episódios marcados pela falta de chuva devem-se à entrada da tropical atlântica intercalada com a tropical atlântica continentalizada por vários dias consecutivos. O tempo fica estável com temperaturas elevadas e baixa umidade relativa, as quais se intensificam principalmente no verão, inibindo a atuação dos sistemas frontais.

6.8.2. Guarapuava – 1999 “ano-padrão” seco.

Numa análise geral deste ano-padrão, observou-se que tanto no verão quanto no outono a precipitação pluviométrica ficou acima da média histórica e que os valores mais baixos desse ano foram registrados no inverno e na primavera (**Anexo 2**).

A variabilidade anual foi bem marcada neste ano. No primeiro semestre choveu 1120,1mm, 64%, e no segundo semestre o total foi de 632,0mm, representando 36% em relação ao total anual (**Tabela 9**).

Tabela 9 – Identificação sazonal dos sistemas atmosféricos para Guarapuava -1999 (seco).

Sistemas atmosféricos	Verão		Outono		Inverno		Primavera		Total	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	mm	%
<i>Sistemas tropicais</i>										
TA	12,6	2,15	1,4	0,3	0	-	0	-	14,0	0,79
TAC	0	-	0	-	0	-	0	-	0	0,01
TC	0	-	0	-	0	-	0,2	0,05	0,2	0,01
EC	0,2	0,03	0	-	0	-	0	-	0,2	1,47
<i>Sub total</i>	12,8	2,18	1,4	0,3	0	-	0,2	0,05	14,4	2,2
<i>Sistemas polares</i>										
PA	3,6	0,61	23,6	4,4	13,0	5,14	11,6	3,05	51,8	2,9
PT	12,2	2,0	10,8	2,01	2,8	1,1	0	-	25,8	1,4
<i>Sub total</i>	15,8	2,61	34,4	6,41	15,8	6,2	11,6	3,05	77,6	4,3
<i>Sistemas frontais</i>										
FPA	247,8	42,3	446,7	83,4	226,2	89,54	179,5	47,3	1100,2	62,7
Rec. FPA	38,4	6,5	0	-	0	-	0	-	38,4	2,19
RFPA	44,4	8,0	1,0	0,19	5,0	1,97	5,4	1,42	55,8	3,18
FPAD	0,2	0,03	0	-	0	-	0	-	0,2	0,01
FPAE	0	-	0	-	0	-	0	-	0	0
<i>Sub total</i>	330,8	56,8	447,7	83,6	231,2	91,5	184,9	48,7	1194,6	68,0
<i>Sistemas individualizados</i>										
IT	105,2	17,9	51,8	9,7	5,6	2,25	58,5	15,4	221,1	12,6
ZCAS	120,2	20,5	0	-	0	-	124,2	32,7	244,4	13,9
<i>Sub total</i>	225,4	38,4	51,8	9,7	5,6	2,25	182,7	48,1	465,5	26,0
Total (mm)	584,8	100	535,3	100	252,6	100	379,4	100	1752,1	100

Verão - 1999

A precipitação total registrada no verão foi de 584,8mm, sendo 12% acima da média histórica. No **Anexo 2**, é possível perceber que a temperatura das 9,00h seguiu um ritmo bem linear nesta estação.

A frente polar atlântica, gerou 42% da precipitação, a zona de convergência do atlântico sul, gerou 20% e a linha de instabilidade, com 18%, foram os principais sistemas responsáveis pelas chuvas ocorridas nessa estação do ano (**Tabela 9**).

A zona de convergência do Atlântico Sul esteve atuante entre os dias 06 e 18 de janeiro (CLIMANÁLISE, jan.1999). Em Guarapuava este sistema gerou 120,2mm, representando 20,5% da pluviosidade dessa estação, e atuou entre os dias 10 e 13, conforme mostra a **tabela 9**.

A atuação da frente polar atlântica foi de 22 dias, a da tropical atlântica de 21 e a da tropical atlântica continentalizada, de 11 passagens (**Tabela 10**).

Tabela 10 – Atuação em número de dias dos sistemas atmosféricos em Guarapuava – 1999.

Sistemas atmosféricos	Verão				Outono				Inverno				Primavera			
	Jan	Fev	Mar	Total	Abr	Mai	Jun	Total	Jul	Ago	Set	Total	Out	Nov	Dez	Total
<i>Sistemas tropicais</i>																
TA	8	3	10	21	9	3	5	17	6	12	6	24	2	1	2	5
TAC	3	4	4	11	-	1	-	1	1	5	5	11	-	1	6	7
TC	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	4	-	4
EC	-	2	1	3	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
<i>Sub total</i>	11	9	15	35	9	4	5	18	7	17	11	35	2	6	8	16
<i>Sistemas polares</i>																
PA	1	6	2	9	7	14	9	30	9	8	7	24	14	7	-	21
PT	4	1	2	7	5	3	3	11	5	1	2	8	3	6	7	16
<i>Sub total</i>	5	7	4	16	12	17	12	41	14	9	9	32	17	13	7	37
<i>Sistemas frontais</i>																
FPA	6	8	8	22	5	9	8	22	6	3	6	15	5	7	6	18
Rec. FPA	-	2	-	2	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
RFPA	1	2	3	6	1	1	-	2	3	-	4	7	1	1	2	4
FPAD	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
FPAE	-	-	-	0	-	-	2	2	-	-	-	0	-	-	-	0
<i>Sub total</i>	7	12	11	30	6	10	10	26	9	3	10	22	6	8	8	22
<i>Sistemas individualizados</i>																
IT	4	-	1	5	3	-	3	6	1	2	-	3	2	3	2	7
ZCAS	4	-	-	4	-	-	-	0	-	-	-	0	4	-	6	10
<i>Sub total</i>	8	-	1	9	3	-	3	6	1	2	-	3	6	3	8	17
Total	31	28	31	90	30	31	30	91	31	31	30	92	31	30	31	92

Devido à entrada da tropical atlântica e da tropical atlântica continentalizada, nos primeiros nove dias de março não houve a formação de pluviosidade. O mesmo foi constatado entre os dias 13 e 20 desse mês, porém a atuação da polar atlântica intercalada com a polar tropicalizada foi responsável pela estabilidade do tempo por vários dias (**Anexo 2 e Tabela 11**).

Outono – 1999

A precipitação pluviométrica total foi de 535,3mm, sendo que somente a frente polar atlântica e a linha de instabilidade, somadas, geraram 93% das chuvas ocorridas nessa estação do ano (**Tabela 9**).

Quanto à distribuição da pluviosidade, constatou-se que entre os dias 18 e 23 de junho choveu 123,8mm, representando 54% do total desse mês. Essa concentração no final do mês se deu pela atuação da frente polar atlântica e da linha de instabilidade. Nota-se que quando os sistemas frontais atuam de forma sucessivas, sem estar intercalados com outros sistemas tropicais, a precipitação tende a concentrar-se em valores bem elevados (**Tabela 11**).

Quanto ao número de atuações dos sistemas atmosféricos, constatou-se que por 30 dias houve o predomínio da polar atlântica, muito comum nesse período de transição sazonal. Este sistema quase sempre é responsável por dias claros e declínio de temperatura e, dependendo das características atmosféricas e de sua intensidade, há formação de geadas fracas e isoladas em determinados locais da área de estudo, principalmente a montante da bacia, devido à altitude e à latitude.

Quanto às atuações dos sistemas atmosféricos, constatou-se que a frente polar atlântica atuou por 22 dias e a tropical atlântica por 17 dias (**Tabela 10**).

Inverno – 1999

O total precipitado nesse inverno foi de 252, mm, sendo 38% abaixo da média histórica; a frente polar atlântica foi geradora de 90% deste total (**Tabela 5**).

A polar atlântica e a tropical atlântica atuaram por 24 dias nesse inverno e a frente polar atlântica, por 15 dias (**Tabela 10**).

A variabilidade observada nesse inverno foi muito significativa, pois numa longa estiagem que durou 71 dias; houve um único dia, 04 de julho, em que choveu 67,8mm, representando 64% em relação ao total desse mês. O mesmo ocorreu em setembro, numa menor intensidade: em apenas três dias - 09, 14 e 15 - choveu 126,0mm, ou seja, 88% em relação ao total mensal. Esta condição sinótica, nesse período do ano, propicia o aumento de ocorrências de infecções respiratórias agudas e pneumonias, sobretudo entre crianças e idosos, devido à baixa umidade do ar e aumento das partículas em suspensão (**Anexo 2**).

Mello Jorge *et al.* (2001) indicam que 37,1% das internações de menores de um ano na Região Sul, em 1999, deveram-se a problemas do aparelho respiratório e entre crianças na faixa

de um a quatro ano as doenças respiratórias ocuparam o segundo posto em mortalidade, somando 18,9% dos casos.

A concentração pluviométrica também é muito prejudicial aos mais diversos setores da economia, principalmente à agricultura.

Nesse inverno todos os meses tiveram seus valores pluviométricos abaixo da média histórica. Para julho tais valores corresponderam a 19% da média, para agosto a 97% e para setembro, a 19% (**Tabela 5**).

As baixas temperaturas concentraram-se entre os dias 14 e 18 de agosto, devido a um predomínio da polar atlântica de forte intensidade. No dia 15 de agosto a temperatura das 9:00h foi de 0,2°C e a mínima do dia foi de -4,6°C, sendo as mais baixas desse inverno (**Tabela 11, Anexo 2**).

O mês de agosto foi o mais seco, quando comparado a julho e setembro. A umidade relativa apresentou valores muito oscilantes, reflexo da própria dinâmica atmosférica atuante nessa estação do ano. Entre os dias 31 de agosto a 02 de setembro a umidade relativa foi de 35,4%, 28,6% e 27,8% respectivamente, sendo esses índices os mais baixos dessa estação. Esta condição sinótica deveu-se ao predomínio da tropical atlântica continentalizada entre os dias 30 de agosto a 04 de setembro. A temperatura máxima nestes dias esteve acima dos 28,8°C (**Tabela 11 e Anexo 2**).

Primavera - 1999

A precipitação total foi de 379,4mm, valor que ficou 32% abaixo da média histórica. Esta situação sinótica é resquício das condições atmosféricas observadas no inverno, que se prolongaram, nessa estação, precisamente até o mês de novembro, repercutindo nos baixos valores pluviométricos.

Os sistemas atmosféricos que mais contribuíram para a formação dessa pluviosidade foram a frente polar atlântica, com 47% , a zona de convergência do Atlântico Sul, com 33%, e a linha de instabilidade tropical, com 15% (**Tabela 9**).

As atuações atmosféricas mais frequentes foram a polar atlântica, com 21 dias, a frente polar atlântica, com 18 dias, e a polar tropicalizada, com 16 dias (**Tabela 10**).

A precipitação pluviométrica no mês de outubro foi marcada por baixos totais, somando apenas 97,6mm, ou 52% abaixo da média histórica. Uma característica positiva para este mês foi a sua distribuição temporal, que se deu em três etapas: a primeira ocorreu no início do mês, a segunda no meio e a terceira no final. Mesmo sendo baixos os valores, a distribuição passa a ser relevante quando comparada com a quantidade (**Anexo 2**).

O mês de novembro foi o que apresentou o total pluviométrico mais baixo dessa estação do ano, com 53,8mm, 67% abaixo da média mensal histórica. Foram 24 dias sem precipitação e conseqüentemente, em 13 dias a umidade relativa ficou abaixo de 60% (**Tabela 5 e Anexo 2**).

Nesse mês de novembro foi constatado que a entrada da frente polar atlântica repercutiu quase sempre no aumento da nebulosidade e na umidade relativa, com declínio na temperatura e não necessariamente com a geração de pluviosidade (**Anexo 2**).

Em dezembro os valores pluviais ficaram 17% acima da média, ou seja, foram 288,0mm precipitados (**Tabela 5**). Constatou-se uma diversidade muito significativa dos sistemas atmosféricos atuantes nesse mês, e os valores mais elevados concentraram-se na primeira quinzena, somando 166,0mm.

Tabela 11 - Seqüência rítmica dos sistemas atmosféricos atuantes em Guarapuava – 1999.

Dia	Verão			Outono			Inverno			Primavera		
	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	PT	TA	TA	IT	TA	PA	PA	PA	TAC	TA	PT	PT
2	RFPA	FPA	TA	TA	TA	PA	RFPA	PA	TAC	FPA	RFPA	PT
3	PT	FPA	TA	TA	TA	PA	FPA	PA	TAC	PA	FPA	FPA
4	PT	TAC	TA	IT	TAC	FPA	FPA	TA	TAC	PA	FPA	FPA
5	FPA	TAC	TA	TA	FPA	FPA	FPA	TA	RFPA	PA	FPA	TAC
6	PA	TA	TA	FPA	FPA	FPA	PA	TA	FPA	PT	PA	FPA
7	PT	RFPA	TAC	TA	FPA	PA	IT	FPA	TAC	FPA	PA	FPA
8	TAC	RFPA	TAC	FPA	PA	PT	PA	PA	RFPA	FPA	PT	PT
9	IT	FPA	RFPA	PA	PA	PT	PA	PA	FPA	PA	FPA	ZCAS
10	ZCAS	PT	RFPA	PA	PT	FPA	PA	TA	FPA	PA	FPA	ZCAS
11	ZCAS	PA	FPA	PT	PT	PA	PT	TA	PA	PA	PA	ZCAS
12	ZCAS	PA	FPA	TA	FPA	IT	TA	TA	PA	PT	FPA	ZCAS
13	ZCAS	TAC	PA	RFPA	PA	FPAE	TA	FPA	TA	TA	FPA	ZCAS
14	TA	FPA	PA	FPA	PA	FPAE	TA	FPA	FPA	RFPA	PA	ZCAS
15	FPA	FPA	PT	IT	PA	PA	TA	PA	FPA	PA	PA	PT
16	FPA	TA	PT	FPA	PA	TA	TA	PA	PA	FPA	PA	PT
17	FPA	FPA	TA	PA	PA	TA	RFPA	PA	PA	FPA	PA	TAC
18	FPAD	EC	TA	PA	RFPA	FPA	PT	PT	PT	PA	PT	TAC
19	IT	TAC	TA	PA	FPA	FPA	PT	TA	TA	PA	TA	TAC
20	IT	Rec.FPA	TA	PA	PA	IT	RFPA	TA	TA	PA	IT	TAC
21	TA	Rec.FPA	RFPA	PT	PA	FPA	PA	TA	TA	PT	IT	TAC
22	TA	FPA	FPA	PT	PA	PA	PA	TAC	RFPA	IT	TC	RFPA
23	TA	EC	FPA	TA	PA	PA	PA	TA	PA	PA	TC	FPA
24	TA	FPA	FPA	TA	PA	TA	PT	TA	PA	PA	TC	PT
25	TA	PA	EC	PA	PA	IT	TA	TA	PA	PA	TC	PT
26	TAC	PA	TAC	PT	PT	PT	TAC	TAC	PT	IT	IT	TA
27	FPA	PA	IT	PT	FPA	TA	FPA	TAC	TA	ZCAS	TAC	IT
28	TAC	PA	TAC	TA	FPA	TA	FPA	IT	TA	ZCAS	PT	IT
29	IT	-	FPA	TA	FPA	FPA	PT	IT	RFPA	ZCAS	PT	TA
30	TA	-	FPA	FPA	FPA	PA	FPA	TAC	FPA	ZCAS	PT	RFPA
31	TA	-	FPA	-	PA	-	PA	TAC	-	PA	-	FPA

6.8.3. Guarapuava - 2001 “ano-padrão” habitual.

Nesse ano constatou-se que as estações mais chuvosas foram o verão e a primavera. Do total de 1855,7mm precipitados, 33% concentraram-se no verão, 20% no outono e inverno e 27% na primavera (**Tabela 12**). As maiores amplitudes térmicas foram registradas nos meses de maio, junho e julho, devido à maior quantidade de atuações do sistema polar atlântico.

Verão de 2001

A frente polar atlântica, somada às outras associações dinâmicas, como, por exemplo, os complexos convectivos de mesoescala, nessa estação do ano foi responsável por 68% da precipitação total, que foi de 622,5mm nesse verão.

Precipitações pluviométricas foram registradas em 56 dias nesse verão: 19 dias em janeiro, 20 em fevereiro e 17 em março. É importante destacar que a distribuição ocorreu ao longo do mês, quase não sendo registrados totais concentrados. Por exemplo, no mês de março choveu 38% abaixo da média mensal do período, porém choveu 17 dias. Mesmo considerando-se elevada a precipitação ocorrida no dia 18 desse mês, sob uma frente polar atlântica, a distribuição se deu no decorrer do mês, como mostra o **anexo 3**.

Tabela 12 – Identificação sazonal dos sistemas atmosféricos para Guarapuava – 2001 (habitual).

Sistemas atmosféricos	Verão		Outono		Inverno		Primavera		Total	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	mm	%
<i>Sistemas tropicais</i>										
TA	20,5	3,3	3,7	0,98	0	-	0	-	24,2	1,3
TAC	0,5	0,08	0	-	0	-	0	-	0,5	0,02
TC	0	-	0	-	0	-	0	-	0	0
EC	12,6	2,02	0	-	0	-	0	-	12,6	0,67
<i>Sub total</i>	<i>33,6</i>	<i>5,4</i>	<i>3,7</i>	<i>0,98</i>	<i>0</i>	<i>-</i>	<i>0</i>	<i>-</i>	<i>37,3</i>	<i>1,99</i>
<i>Sistemas polares</i>										
PA	0	-	14,7	3,92	6,5	1,77	2,8	0,6	24,0	1,29
PT	7,8	1,25	0	-	0	-	1,4	0,28	9,2	0,49
<i>Sub total</i>	<i>7,8</i>	<i>1,25</i>	<i>14,7</i>	<i>3,92</i>	<i>6,5</i>	<i>1,77</i>	<i>4,2</i>	<i>0,88</i>	<i>33,2</i>	<i>1,78</i>
<i>Sistemas frontais</i>										
FPA	424,8	68,26	255,4	68,23	216,6	59,29	315,8	63,8	1212,6	65,3
Rec. FPA	46,0	7,38	0	-	0	-	0	-	46,0	2,4
RFPA	44,2	7,1	40,8	10,9	1,0	0,27	2,8	0,56	88,8	4,78
FPAD	0	-	0	-	3,0	0,81	8,8	2,0	11,8	0,63
FPAE	52,5	8,43	0	-	120,8	33,0	43,2	8,76	216,5	11,6
<i>Sub total</i>	<i>567,5</i>	<i>91,17</i>	<i>296,2</i>	<i>79,0</i>	<i>341,4</i>	<i>93,37</i>	<i>370,6</i>	<i>75,12</i>	<i>1575,7</i>	<i>85,0</i>
<i>Sistemas individualizados</i>										
IT	13,6	2,18	59,7	15,97	18,0	4,9	118,2	24,0	209,5	11,2
ZCAS	0	-	0	-	0	-	0	-	0	0
<i>Sub total</i>	<i>13,6</i>	<i>2,18</i>	<i>59,7</i>	<i>16,0</i>	<i>18,0</i>	<i>4,9</i>	<i>118,2</i>	<i>24,0</i>	<i>209,5</i>	<i>11,2</i>
Total (mm)	622,5	100	374,3	100	365,9	100	493,0	100	1855,7	100

No mês de janeiro os valores foram praticamente idênticos aos da média histórica; o mesmo, porém, não foi identificado em fevereiro, quando o valor ficou 91% acima da média, e em março, com 38% abaixo, conforme mostra a **tabela 5**.

Em fevereiro choveu praticamente o mês inteiro, apresentando o maior valor total mensal desse ano: 331,8mm (**Tabela 5**). Constatou-se que os sistemas extratropicais atuaram com maior frequência e intensidade, inibindo a atuação dos sistemas tropicais; mesmo assim, a tropical atlântica atuou entre os dias 25 e 28, provocando a estabilidade do tempo (**Tabela 14**).

Estes altos valores registrados em fevereiro ocorreram devido às frentes frias que avançaram sobre a Região Sul e à atuação de aglomerados de nuvens convectivas que favoreceram o aumento das chuvas no Paraná e litoral de Santa Catarina. Com exceção do Sul do Rio Grande do Sul e Extremo Norte do Paraná, as chuvas estiveram acima da média em praticamente toda a região (CLIMANÁLISE, fev. 2001).

Quanto ao número de atuações dos sistemas atmosféricos, constata-se que neste verão a frente polar atlântica, a tropical atlântica, a repercussão da frente polar atlântica e a tropical atlântica continentalizada atuaram respectivamente por 25, 19, 13 e 11 dias, representando a maior frequência em relação ao total dos sistemas identificados, conforme mostra a **tabela 13**.

Tabela 13– Atuação em número de dias dos sistemas atmosféricos em Guarapuava – 2001.

Sistemas atmosféricos	Verão				Outono				Inverno				Primavera			
	Jan	Fev	Mar	Total	Abr	Mai	Jun	Total	Jul	Ago	Set	Total	Out	Nov	Dez	Total
<i>Sistemas tropicais</i>																
TA	5	7	7	19	5	4	4	13	6	4	3	13	4	5	3	12
TAC	4	2	5	11	2	1	7	10	5	15	2	22	2	4	1	7
TC	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
EC	4	-	-	4	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	1	1
<i>Sub total</i>	13	9	12	34	7	5	11	23	11	19	5	35	6	9	5	20
<i>Sistemas polares</i>																
PA	-	-	1	1	1	10	10	21	6	2	6	14	4	-	2	6
PT	3	2	2	7	9	2	2	13	2	2	1	5	4	4	9	17
<i>Sub total</i>	3	2	3	8	10	12	12	34	8	4	7	19	8	4	11	23
<i>Sistemas frontais</i>																
FPA	9	8	8	25	8	8	6	22	5	3	7	15	7	8	7	22
Rec.FPA	-	2	-	2	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
RFPA	4	1	8	13	5	3	-	8	3	1	4	8	2	3	1	6
FPAD	-	-	-	0	-	-	-	0	1	-	-	1	-	1	3	4
FPAE	-	4	-	4	-	-	-	0	-	3	3	6	-	4	-	4
<i>Sub total</i>	13	15	16	44	13	11	6	30	9	7	14	30	9	16	11	36
<i>Sistemas individualizados</i>																
IT	2	2	-	4	-	3	1	4	3	1	4	8	8	1	4	13
ZCAS	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
<i>Sub total</i>	2	2	-	4	-	3	1	4	3	1	4	8	8	1	4	13
Total	31	28	31	90	30	31	30	91	31	31	30	92	31	30	31	92

Outono – 2001

O total precipitado nessa estação foi de 374,3mm, sendo 20% abaixo da média do período. Deste total a frente polar atlântica foi geradora de 68% e a linha de instabilidade tropical gerou 16% (**Tabelas 12 e 13**).

Em todos os meses os valores estiveram abaixo da média mensal histórica, como abril, com 18%, maio, com 17% e junho, com 25%, como mostra a **tabela 5**. É importante destacar que, mesmo estando todos os meses abaixo da média, é perceptível, através do **anexo 3**, que houve uma “boa” distribuição temporal, mesmo sendo elevada a pluviosidade registrada no dia 16 de maio.

A temperatura das 9,00h apresentou-se num ritmo linear, como observado no verão, somente até o mês de abril. Nos dias 5 e 6 de maio foram registradas quedas significativas na temperatura das 9,00h, sendo respectivamente de 4,6°C e 7,6°C, devido à atuação da polar atlântica por dois dias, com forte intensidade. Foi a primeira queda de temperatura observada nesse início de outono como mostra o **anexo 3**.

No mês de maio a temperatura mais baixa registrada às 9,00h foi de 4,6°C e a mais alta de 20,8°C. Constatou-se uma maior frequência da passagem do sistema polar atlântico, que gradativamente tende a intensificar-se com a chegada do inverno, sendo normais as amplitudes térmicas, como foi registrado nesse mês.

No mês de junho, entre os dias 17 e 23, tanto a temperatura das 9, 00h como a mínima do dia mantiveram-se baixas, devido ao predomínio da polar atlântica intercalada com a frente polar atlântica (**Tabela 14 e Anexo 3**).

A umidade relativa manteve-se elevada de uma maneira geral, ocorrendo uma queda em casos específicos, como observado no mês de abril, no dia 13, sob o predomínio da polar tropicalizada, e no dia 28, da tropical atlântica continentalizada. No mês de maio a umidade relativa foi baixa no dia 02, sob o sistema tropical atlântico continentalizado, e no dia 13, devido à polar atlântica. Em junho, no dia 16, a tropical atlântica continentalizada foi responsável pelo valor mais baixo registrado nesse mês (**Anexo 3**).

Quanto ao número de atuações, constatou-se que, numa ordem decrescente, a frente polar atlântica atuou por 22 dias, a polar atlântica por 21, a tropical atlântica e a polar tropicalizada por 13 dias, e a tropical atlântica continentalizada, por 10 dias (**Tabela 13**).

Inverno – 2001

O total precipitado neste inverno foi de 365,9mm, correspondentes a 10% abaixo da média do período. Deste total a frente polar atlântica foi responsável por 60% e a frente polar atlântica estacionária, por 33% (**Tabelas 12 e 13**).

Em todos os meses dessa estação do ano a pluviosidade ficou abaixo da média mensal do período. Em julho foi de 4%, em agosto de 10% e em setembro, de 14% (**Tabela 5**).

A deficiência pluviométrica nessa estação do ano não está necessariamente na quantidade, e sim, na distribuição temporal. O mês de agosto, por exemplo, foi o que apresentou a maior concentração, mas quase 100% da pluviosidade concentraram-se em apenas quatro dias. Foram 26 dias praticamente consecutivos sem chuvas. Analisando-se as **tabelas 12 e 14** é possível verificar que os sistemas tropicais propiciaram a estabilidade do tempo e os sistemas extratropicais somente iniciaram sua atuação entre os dias 26 e 30, gerando quase 100% do valor total precipitado neste mês de agosto (**Anexo 3**).

Foi verificada nesse mês de agosto a intensificação da alta subtropical do Atlântico Sul, que esteve deslocada para o oeste do continente, apresentando pressão acima da média. Essa configuração resultou no aumento da temperatura do ar, com registro de máximas e mínimas acima da média, e na fraca atividade das massas de ar frio. Somente a partir do dia 21 foi intensificada a presença de vórtices e cavados (CLIMANÁLISE, ago, 2001). Esse bloqueio causado por essa massa de ar quente justifica a concentração da precipitação no final do mês tanto para a estação de Guarapuava quanto para a de Maringá.

O número de dias em que a tropical atlântica continentalizada atuou nesse inverno foi de 22; a frente polar atlântica atuou por 15, a polar atlântica por 14 e a tropical atlântica por 13 dias.

No mês de julho foram registradas as maiores amplitudes térmicas do ano, pelo fato de ser o mês que apresenta as temperaturas mais baixas do ano. A queda da temperatura nesse mês se deu em três etapas: a primeira entre os dias 12 e 14, a segunda entre 22 e 24, e por último, entre 27 e 29, como pode ser observado no **anexo 3**. A temperatura das 9,00h foi de 0,8°C e a mínima do dia de -3,0°C no dia 28 de julho, sendo as mais baixas desse inverno. Esta situação sinótica deveu-se ao predomínio da polar atlântica de forte intensidade, que provocou um declínio acentuado nas temperaturas, deixando o céu claro e a umidade relativa baixa.

Primavera - 2001

Nessa estação a precipitação pluviométrica foi de 493,0mm. Na identificação dos sistemas atmosféricos constata-se que 64% deste total foram gerados pela atuação da frente polar atlântica e 24% pela linha de instabilidade tropical (**Tabelas 12 e 13**).

Numa análise mensal para essa primavera observou-se que os meses que apresentaram totais pluviométricos abaixo da média foram outubro, com 5,7%, e dezembro, com 43%, e que somente em novembro os valores foram 18% superiores à média climatológica.

O mês de outubro foi o único que não apresentou uma distribuição temporal habitual nessa primavera. Como mostra o **anexo 3**, na primeira semana deste mês choveu 71% em relação ao total.

Foi observado na Região Sul, em novembro, a atuação de sistemas frontais e de um complexo convectivo de mesoescala, que causou chuvas principalmente no Sul do Rio Grande do Sul e na fronteira entre o Paraná e Santa Catarina, onde foram registrados os maiores valores acumulados do mês. (CLIMANÁLISE, nov. 2001).

Quanto ao número de dias de atuação dos sistemas atmosféricos nesta primavera, observou-se que a frente polar atlântica atuou por 22 dias, seguida pela polar tropicalizada, com 17, da linha de instabilidade tropical, com 13, e da tropical atlântica, com 12 dias (**Tabelas 13 e 14**).

Tabela 14- Sequência rítmica dos sistemas atmosféricos atuantes em Guarapuava – 2001.

Dia	Verão			Outono			Inverno			Primavera		
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	PT	FPA	TA	RFPA	TA	TAC	TAC	TAC	TAC	IT	TAC	PA
2	PT	TAC	TA	FPA	TAC	TAC	TA	TAC	TAC	FPA	RFPA	PT
3	PT	RFPA	TA	PA	RFPA	TA	FPAD	TA	IT	FPA	RFPA	PT
4	RFPA	FPA	RFPA	PT	FPA	TA	TA	TAC	IT	PA	RFPA	IT
5	TA	TAC	FPA	PT	FPA	TAC	RFPA	PT	RFPA	PT	PT	IT
6	TA	FPA	RFPA	RFPA	PA	TAC	IT	PT	FPA	PT	TAC	FPA
7	FPA	PT	RFPA	FPA	PA	FPA	PT	TAC	TA	IT	TAC	PT
8	TAC	PT	FPA	FPA	PT	FPA	TA	TAC	TA	FPA	FPA	TA
9	IT	TA	FPA	FPA	RFPA	IT	TA	TAC	RFPA	FPA	TA	EC
10	FPA	IT	TA	FPA	FPA	PA	RFPA	TAC	FPA	PA	TA	FPAD
11	FPA	FPA	TA	FPA	FPA	PT	FPA	TA	FPA	TA	FPAE	FPAD
12	FPA	FPA	RFPA	PT	PA	TA	FPA	TA	PA	IT	FPAE	FPAD
13	FPA	FPAE	FPA	PT	PA	TA	PA	TA	PA	IT	FPAE	FPA
14	TA	FPAE	TA	RFPA	PA	TAC	PA	TAC	FPA	IT	FPAE	FPA
15	TA	FPAE	TAC	PT	PA	TAC	TA	TAC	FPA	TA	FPA	RFPA
16	IT	FPAE	RFPA	PT	IT	TAC	TAC	TAC	PA	TA	PT	FPA
17	TAC	IT	RFPA	PT	FPA	FPA	TAC	TAC	PA	IT	IT	PA
18	TAC	FPA	FPA	PT	PA	PA	TAC	TAC	PA	IT	PT	PT
19	TAC	FPA	FPA	PT	PA	PA	FPA	TAC	PT	IT	PT	PT
20	RFPA	FPA	TAC	TA	PA	FPA	TAC	RFPA	IT	RFPA	TA	TA
21	FPA	TA	TAC	RFPA	IT	PA	RFPA	FPA	FPA	RFPA	TA	TAC
22	FPA	TA	TA	FPA	FPA	PA	PA	PA	FPA	FPA	FPA	FPA
23	RFPA	Rec.FPA	R.FPA	TA	FPA	PA	PA	PA	IT	PA	FPA	FPA
24	FPA	Rec.FPA	TAC	RFPA	PA	PA	IT	IT	TA	PA	TAC	PT
25	TA	TA	TAC	FPA	PT	FPA	IT	TAC	FPA	PT	FPA	PT
26	EC	TA	R.FPA	TA	TA	FPA	FPA	FPA	FPA	PT	TA	PT
27	EC	TA	FPA	TAC	RFPA	PA	FPA	FPA	PA	TA	FPA	PT
28	EC	TA	FPA	TAC	FPA	PA	PA	FPAE	FPA	TAC	FPA	TA
29	EC	-	PA	TA	IT	PA	PA	FPAE	FPA	TAC	FPA	IT
30	RFPA	-	PT	TA	TA	PT	PT	FPAE	FPA	FPA	FPAD	IT
31	FPA	-	PT	-	TA	-	TA	TAC	-	FPA	-	FPA

6.8.4. Maringá – 1998 “ano-padrão” chuvoso

O total precipitado nesse ano foi de 1976,3mm, 22% acima da média. As estações do ano que apresentaram os maiores valores pluviométricos foram o outono e o inverno, com 23% e 95% respectivamente.

Segundo Marengo e Silva Dias (2002), o El Niño de 1997/1998 apresentou praticamente a mesma intensidade do El Niño de 1982/1983, tendo sido a sua formação a mais rápida de todos os episódios mais recentes. Segundo os mesmos autores, esse evento de 1997/1998 provocou fortes chuvas, ocasionando enchentes na Região Sul do país.

Verão – 1998

O total precipitado nesse verão foi de 591,1mm, superando em 13% a média histórica. Deste total a frente polar atlântica foi geradora de 42%, a equatorial continental, de 24% e a linha de instabilidade tropical, de 16% (**Tabela 15**). Dos três meses do verão somente janeiro apresentou 47% de precipitação abaixo da média. Observando-se a **tabela 16**, constata-se que nesse mês os sistemas tropicais somaram 17 atuações, número bem maior em comparação com janeiro e março.

Tabela 15 – Identificação sazonal dos sistemas atmosféricos para Maringá – 1998 (chuvoso).

Sistemas atmosféricos	Verão		Outono		Inverno		Primavera		Total	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	mm	%
<i>Sistemas tropicais</i>										
TA	6,9	1,2	1,0	0,2	0	-	9,6	2,2	17,5	0,88
TAC	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
TC	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
EC	142,2	24,1	0	-	0	-	0	-	142,2	7,19
<i>Sub total</i>	149,1	25,3	1,0	0,2	0	-	9,6	2,2	159,7	8,07
<i>Sistemas polares</i>										
PA	9,3	1,6	6,3	1,4	0	-	0	-	15,6	0,78
PT	5,3	0,9	0	-	0	-	3,2	0,7	8,5	0,45
<i>Sub total</i>	14,6	2,5	6,3	1,4	0	-	3,2	0,7	24,1	1,13
<i>Sistemas frontais</i>										
FPA	246,2	41,7	268	59,8	281,9	57,3	337,5	75,9	1133,6	57
Rec. FPA	0	-	0	-	29,9	6,1	0	-	29,9	1,5
RFPA	15,0	2,5	11,4	2,5	0,4	0,1	3,3	0,7	30,1	1,5
FPAD	4,4	0,7	2,7	0,6	13,4	2,7	12,4	2,8	32,9	1,7
FPAE	27,2	4,6	89,9	20,0	141,0	28,7	58,7	13,2	316,8	16
<i>Sub total</i>	292,8	49,5	372,0	82,9	466,6	94,9	411,9	92,6	1543,3	77,7
<i>Sistemas individualizados</i>										
IT	96,6	16,3	69,3	15,4	25,1	5,1	20,2	4,5	211,2	11
ZCAS	38,0	6,4	0	-	0	-	0	-	38,0	2
<i>Sub total</i>	134,6	22,7	69,3	15,4	25,1	5,1	20,2	4,5	249,2	13
Total (mm)	591,1	100	448,6	100	491,7	100	444,9	100	1976,3	100

Nos meses de fevereiro e março os valores ficaram acima da média, no primeiro em 55% e no segundo em 44%. Analisando-se a **tabela 16**, para esses dois meses observou-se que a diversidade de sistemas atmosféricos atuantes foi bem maior, quando comparados a janeiro.

Com relação à situação sinótica acima mencionada, notou-se que quando por vários dias há um número significativo de alternâncias dos sistemas atmosféricos (tropicais e extratropicais), estes tendem a gerar valores elevados de pluviosidade, e numa situação inversa, ou seja, de pouca alternância, com o domínio dos sistemas tropicais, os valores pluviométricos geralmente são muito baixos, como ocorreu em janeiro.

Nota-se que nessa estação do ano praticamente todos os sistemas atmosféricos foram identificados, porém os que mais atuaram foram a frente polar atlântica - por 22 dias, a tropical atlântica - por 17 e a tropical continentalizada - por 11 dias, como mostra a **tabela 16**.

A zona de convergência do Atlântico Sul atuou entre os dias 12 e 16 de fevereiro (CLIMANÁLISE, fev. 1998), gerando nesse mês 38,0mm.

Em março, 39% do total mensal de pluviosidade foram registrados nos dias 1 e 2 e 17% no dia 30. Essa concentração foi gerada pela atuação da linha de instabilidade tropical. Apesar desta concentração, os 44% restantes foram distribuídos ao longo do mês. Os valores não foram elevados, porém foram contínuos, devido à atuação da frente polar atlântica estacionária, conforme mostram o **anexo 4 e tabela 17**.

Tabela 16 – Atuação em número de dias dos sistemas atmosféricos em Maringá – 1998.

Sistemas atmosféricos	Verão				Outono				Inverno				Primavera			
	Jan	Fev	Mar	Total	Abr	Mai	Jun	Total	Jul	Ago	Set	Total	Out	Nov	Dez	Total
<i>Sistemas tropicais</i>																
TA	7	5	5	17	5	5	5	15	10	4	7	21	7	11	8	26
TAC	7	-	4	11	-	-	-	0	1	2	3	6	5	6	-	11
TC	3	-	-	3	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
EC	-	4	1	5	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
<i>Sub total</i>	17	9	10	36	5	5	5	15	11	6	10	27	12	17	8	37
<i>Sistemas polares</i>																
PA	2	2	4	8	7	10	12	29	6	6	-	12	-	-	4	4
PT	1	2	-	3	1	3	4	8	2	-	-	2	4	1	4	9
<i>Sub total</i>	3	4	4	11	8	13	16	37	8	6	-	14	4	1	8	13
<i>Sistemas frontais</i>																
FPA	9	7	6	22	6	7	7	20	6	7	7	20	8	7	8	23
Rec.FPA	-	-	-	0	-	-	-	0	-	1	-	1	-	-	-	0
RFPA	2	2	1	5	5	2	1	8	2	4	2	8	-	1	3	4
FPAD	-	1	1	2	1	3	-	4	3	4	4	11	1	3	2	6
FPAE	-	-	5	5	3	-	-	3	-	-	5	5	4	-	-	4
<i>Sub total</i>	11	10	13	34	15	12	8	35	11	16	18	45	13	11	13	37
<i>Sistemas individualizados</i>																
IT	-	2	4	6	2	1	1	4	1	3	2	6	2	1	2	5
ZCAS	-	3	-	3	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
<i>Sub total</i>	-	5	4	9	2	1	1	4	1	3	2	6	2	1	2	5
Total	31	28	31	90	30	31	30	91	31	31	30	92	31	30	31	92

Outono – 1998

Nesse outono o total precipitado foi de 448,6mm, 23% acima da média histórica. Com relação à distribuição temporal deste total, 77% ocorreram em abril, 16% em maio e 7% em junho.

Os sistemas atmosféricos mais atuantes e geradores de chuva foram a frente polar, com 60%, a frente polar atlântica estacionária, com 20%, e a linha de instabilidade tropical, com 15%.

No mês de abril os valores pluviométricos ficaram acima da média e a distribuição se deu em três etapas no decorrer do mês. A primeira ocorreu entre os dias 6 e 9, a segunda nos dias 16 e 18 e a última nos dias 24 e 29. Todos os episódios foram marcados pela presença dos sistemas frontais e extratropicais (**Anexo 4**).

Nos meses de maio e junho os valores pluviométricos foram significativamente reduzidos: em maio foi de 41% e em junho, de 73% abaixo da média do período, conforme mostra a **tabela 5**. Analisando-se a **tabela 16** constata-se que houve um aumento relevante do sistema polar atlântico, que, intercalado com o tropical atlântico, gerou 53 dias de estabilidade do tempo nesses dois meses. Cumpre ressaltar que, mesmo com baixos valores pluviométricos, a umidade relativa manteve-se elevada e o número de dias de céu parcial ou totalmente nublado também foi elevado, principalmente para o mês de junho.

Com relação à quantidade de atuações dos sistemas atmosféricos nesse inverno, observou-se que a polar atlântica atuou por 29 dias. Esta foi a mais duradoura, em comparação com as demais estações do ano. A frente polar atlântica atuou por 20 dias e a tropical atlântica por 15 dias (**Tabela 16**).

Pelo fato de o outono ser uma estação de transição para o inverno, é observada uma queda gradativa da temperatura. Os valores mais baixos foram registrados no mês de junho, quando a temperatura das 9,00h mais baixa dessa estação foi de 9,8 °C, no dia 25 de junho. A polar atlântica atuou por 3 dias consecutivos, provocando um declínio acentuado da temperatura (**Anexo 4, Tabela 17**).

Inverno – 1998

O total pluviométrico desse inverno foi de 491,7mm, um valor relevante, considerando-se que ficou 95% acima da média histórica. Deste total, 12% ocorreram em julho, 23% em agosto e 65% no mês de setembro (**Tabela 5**)

A tropical atlântica atuou com maior frequência - 21 dias; a frente polar atlântica atuou por 20 e a polar atlântica por 12 dias (**Tabela 16**).

A precipitação pluviométrica ficou próxima da média somente no mês de julho. Nos meses de agosto e setembro os valores foram respectivamente de 107% e 133% acima da média.

O mês de setembro foi o mais chuvoso. É comum nesse período do ano o aumento gradativo dos processos convectivos. Também é preciso ressaltar que nesse mês a dinâmica atmosférica foi mais diferenciada, pois os sistemas frontais que atuaram na Região Sul foram intensificados pela presença de complexos convectivos de mesoescala e de vórtices ciclônicos, que causaram anomalias positivas em toda a região (CLIMANÁLISE, set. 1998).

As temperaturas nesse inverno não apresentaram um declínio muito acentuado. As mais baixas foram registradas entre os dias 09 e 15 de julho, devido à atuação da polar atlântica, que permaneceu durante vários dias na região.

A umidade relativa do ar apresentou baixos valores em julho, situação sinótica habitual para esta época do ano, principalmente para a porção noroeste do Paraná, onde se encontra Maringá. O valor mais baixo de umidade relativa do ar foi de 44%, registrado no dia 18 de julho, por conta da atuação antecedente da polar atlântica por 06 dias consecutivos, seguidos pela tropical atlântica, frentes cujas características, propiciaram este baixo valor (**Anexo 4**).

Primavera – 1998

Nessa primavera choveu 444,9mm. Deste total, 55% ocorreram em outubro, 7% em novembro e 38% em dezembro. A frente polar atlântica foi responsável pela geração de 76% da pluviosidade registrada e a frente polar estacionária, por 13% (**Tabela 15**).

Analisando-se os valores mensais com a média do período constata-se que somente no mês de outubro os desvios foram positivos, com 65%. Nos demais meses os valores ficaram abaixo da média: em novembro foi de 77% - o mais significativo - e em dezembro, de 16% (**Tabela 5**).

A análise das atuações de cada sistema leva a constatar que a tropical atlântica atuou por 26 dias, a frente polar atlântica por 23 dias e a tropical atlântica continentalizada por 11 dias (**Tabelas 16 e 17**).

A distribuição da pluviosidade foi muito irregular nessa primavera. O mês de outubro, por exemplo, em praticamente 2 dias choveu 55% em relação ao total (**Anexo 4**).

O mês mais seco dessa primavera foi novembro, com 30,9mm, somando-se 25 dias sem chuva. Analisando a **tabela 16 e o anexo 4**, observou-se que atuação da tropical atlântica somada com a tropical atlântica continentalizada perfaz 17 dias, deixando o tempo estabilizado por vários dias. Conseqüentemente a umidade do ar nesse mês foi a mais baixa da primavera: foram 10 dias em que esteve abaixo de 60%.

Tabela 17 - Sequência rítmica dos sistemas atmosféricos atuantes em Maringá - 1998.

Dia	Verão			Outono			Inverno			Primavera		
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	TA	FPA	IT	IT	PA	PA	TA	FPA	TA	PT	TA	TA
2	RFPA	FPA	EC	PA	PA	PA	TA	FPA	TA	PT	TA	TA
3	FPA	FPA	TA	PA	FPA	PA	TA	FPAD	TAC	TA	IT	TA
4	FPA	RFPA	TAC	PA	FPA	PA	TAC	RFPA	FPA	TAC	TA	FPA
5	TA	RFPA	TAC	PA	FPAD	PA	TA	FPA	FPA	FPA	TAC	FPA
6	TAC	FPAD	TAC	RFPA	PA	PT	TA	FPAD	FPAD	FPA	TAC	PT
7	FPA	FPA	TAC	FPA	PA	TA	TA	PA	FPA	FPA	FPA	PT
8	FPA	FPA	TA	FPA	PA	TA	FPA	FPA	FPA	FPA	FPA	TA
9	PA	IT	TA	IT	PA	TA	FPA	Rec.FPA	FPA	TA	FPA	RFPA
10	PA	FPA	TA	TA	PT	FPA	PA	FPAD	FPAD	TA	FPA	FPA
11	PT	FPA	RFPA	TA	PT	FPA	PA	IT	TA	IT	FPAD	FPA
12	TA	PA	FPAE	TA	RFPA	PA	PA	FPA	TA	IT	PT	TA
13	TA	PA	FPAE	TA	RFPA	PA	PA	RFPA	RFPA	TA	TA	TA
14	TA	ZCAS	FPAE	TA	FPA	FPA	PA	FPA	FPAD	TAC	TA	IT
15	TA	ZCAS	FPAE	RFPA	FPA	FPA	PA	FPAD	IT	TAC	TAC	IT
16	FPA	ZCAS	FPAE	FPA	FPAD	FPA	TA	IT	TA	FPA	TAC	RFPA
17	FPA	TA	PA	FPA	PA	IT	TA	IT	TAC	FPA	FPA	FPA
18	TC	TA	PA	PA	PA	RFPA	FPA	RFPA	RFPA	PT	FPAD	PA
19	TC	TA	FPA	PA	PA	FPA	FPAD	FPA	FPA	PT	TA	PA
20	TAC	TA	FPA	PA	PT	PA	FPAD	TA	FPA	TA	TA	PT
21	TAC	IT	TA	PT	TA	PA	FPA	TA	FPAD	TA	TAC	FPA
22	TAC	PT	FPA	RFPA	TA	PT	TA	TA	TA	TAC	TA	FPA
23	TAC	PT	IT	RFPA	TA	PT	TA	TA	TA	TAC	TAC	FPAD
24	TC	TA	FPA	FPAE	TA	FPA	IT	TAC	TAC	FPAE	RFPA	PA
25	FPA	EC	FPA	FPAE	TA	PA	FPA	TAC	IT	FPAE	FPA	PA
26	TA	EC	PA	FPAE	FPA	PA	FPA	RFPA	FPAE	FPAE	FPA	TA
27	TAC	EC	PA	RFPA	FPA	PA	PT	PA	FPAE	FPAE	FPAD	TA
28	TAC	EC	FPA	FPA	FPAD	PT	RFPA	PA	FPAE	FPA	TA	RFPA
29	RFPA	-	FPAD	FPA	IT	TA	RFPA	PA	FPAE	FPA	TA	FPA
30	FPA	-	IT	FPAD	FPA	TA	FPAD	PA	FPAE	FPAD	TA	FPAD
31	FPA	-	IT	-	PA	-	PT	PA	-	TA	-	PT

TA – Tropical atlântica

TAC – Tropical atlântica continentalizada

TC – Tropical continental

EC – Equatorial continental

PT – Polar tropicalizada

PA – Polar atlântica

FPA – Frente polar atlântica

Rec. FPA - Recuo da frente polar atlântica

RFPA – Repercussão da frente polar atlântica

FPAD – Frente polar atlântica em dissipação

FPAE – Frente polar atlântica estacionária

IT – Linha de instabilidade tropical

ZCAS – Zona de convergência do Atlântico Sul

6.8.5. Maringá – 1999 “ano-padrão” seco.

Esse foi o ano mais seco da década de 1990, pois choveu 1412,8mm 13 % abaixo da média climatológica. Numa análise sazonal constata-se que as estações mais chuvosas foram o verão e a primavera, enquanto que os invernos os valores ficaram 39% e no verão 13% abaixo da média.

As maiores amplitudes térmicas desse ano foram registradas nos meses de abril e agosto, conforme mostra o **anexo 5**.

Verão – 1999

Choveu 456,0mm, 13% abaixo da média histórica. Deste total, 49% ocorreram em janeiro, 29% em fevereiro e 22% em março. Os dois principais sistemas atmosféricos que atuaram gerando pluviosidade foram a frente polar atlântica, com 64%, e a linha de instabilidade tropical, com 17% (**Tabela 18**).

Segundo Climanálise (mar. 1999), as anomalias negativas de maior magnitude nesse mês de março foram registradas nos setores Centro-Oeste de Santa Catarina e Norte do Paraná.

Tabela 18 – Identificação sazonal dos sistemas atmosféricos para Maringá – 1999 (seco).

Sistemas atmosféricos	Verão		Outono		Inverno		Primavera		Total	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	mm	%
<i>Sistemas tropicais</i>										
TA	4,8	1,0	0	-	0,2	0,1	0,8	0,2	5,8	0,4
TAC	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
TC	0	-	0	-	0	-	0,3	0,1	0,3	0,02
EC	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
<i>Sub total</i>	4,8	1,0	0	-	0,2	0,1	1,1	0,3	6,1	0,4
<i>Sistemas polares</i>										
PA	0	-	14,9	4,0	0	-	0,9	0,2	15,8	1,1
PT	0	-	0	-	0	-	0,1	0,0	0,1	0,007
<i>Sub total</i>	0	-	14,9	4,0	0	-	1,0	0,2	15,9	1,1
<i>Sistemas frontais</i>										
FPA	290,8	63,8	225,2	61,0	144,1	94,4	197,0	45,2	857,1	61
Rec. FPA	13,8	3,0	0	-	0	-	3,0	0,7	16,8	1,18
RFPA	16,0	3,5	4,2	1,1	0	-	4,5	1,0	24,7	1,7
FPAD	15,8	3,5	14,2	3,9	8,4	5,5	2,8	0,6	41,2	3,0
FPAE	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
<i>Sub total</i>	336,4	73,8	243,6	66,0	152,5	99,9	207,3	47,5	939,8	67,0
<i>Sistemas individualizados</i>										
IT	76,5	16,8	110,2	30,0	0	-	30,8	7,1	217,5	15,4
ZCAS	38,3	8,5	0	-	0	-	195,2	45,0	233,5	16,2
<i>Sub total</i>	114,8	25,3	110,2	30,0	0	-	226,0	52,1	451,0	31,6
Total (mm)	456,0	100	368,7	100	152,7	100	435,4	100	1412,8	100

Nesse verão, somente janeiro apresentou total acima da média, devido à atuação da zona de convergência do Atlântico Sul entre os dias 06 a 18 de janeiro (CLIMANÁLISE, jan. 1999).

A precipitação pluviométrica no mês de fevereiro foi de 26% e a de março, de 29%, abaixo da média. A análise da **tabela 5 e o anexo 5** leva a constatar que a frente polar atlântica gerou mais chuva para o mês de janeiro, porém em fevereiro, que apresentou a mesma quantidade de passagens deste sistema atmosférico, o valor foi bem inferior.

Quanto à situação sinótica acima mencionada, observou-se que na primeira quinzena de fevereiro as frentes frias, ao atingirem o Sul do país, tiveram um rápido deslocamento para a

Região Sudeste, organizando forte convecção nas regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil. A partir da segunda quinzena observou-se a atuação dos complexos convectivos de mesoescala, cavados e vórtices ciclônicos vindos da Argentina que, ao se deslocarem para o Sul do Brasil, causaram apenas nebulosidade e chuvas isoladas (CLIMANÁLISE, fev. 1999).

Nesse verão, apesar dos baixos valores, houve uma boa distribuição em todos os meses, o que é mais importante do que a quantidade, não representando uma repercussão tão negativa para os mais diversos setores da economia.

Com relação ao número de atuações dos sistemas frontais, constata-se que a tropical atlântica atuou por 26 dias, a frente polar atlântica por 22 dias e a repercussão da frente polar atlântica por 10 dias, conforme mostra a **tabela 19**.

Tabela 19 – Atuação em número de dias dos sistemas atmosféricos em Maringá – 1999.

Sistemas atmosféricos	Verão				Outono				Inverno				Primavera			
	Jan	Fev	Mar	Total	Abr	Mai	Jun	Total	Jul	Ago	Set	Total	Out	Nov	Dez	Total
<i>Sistemas tropicais</i>																
TA	7	6	13	26	10	10	4	24	7	5	7	19	7	1	4	12
TAC	-	2	-	2	-	-	-	0	2	4	5	11	-	1	3	4
TC	-	-	-	0	-	-	-	0	-	3		3	-	4	-	4
EC	-	1	1	2	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
<i>Sub total</i>	7	9	14	30	10	10	4	24	9	12	12	33	7	6	7	20
<i>Sistemas polares</i>																
PA	-	-	2	2	7	7	9	23	9	9	5	23	5	5	-	10
PT	-	-	2	2	5	2	1	8	4	3	3	10	2	7	5	14
<i>Sub total</i>	-	-	4	4	12	9	10	31	13	12	8	33	7	12	5	24
<i>Sistemas frontais</i>																
FPA	8	8	6	22	7	7	7	21	6	5	6	17	7	7	7	21
Rec.FPA	2	2	-	4	-	-	-	0	-	-	-	0	1	-	-	1
RFPA	4	2	4	10	-	3	5	8	2	-	3	5	2	3	3	8
FPAD	3	4	2	9	-	2	1	3	1	-	1	2	1	1	2	4
FPAE	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
<i>Sub total</i>	17	16	12	45	7	12	13	32	9	5	10	24	11	11	12	34
<i>Sistemas individualizados</i>																
IT	3	3	1	7	1	-	3	4	-	2	-	2	-	1	2	3
ZCAS	4	-	-	4	-	-	-	0	-	-	-	0	6	-	5	11
<i>Sub total</i>	7	3	1	11	1	-	3	4	-	2	-	2	6	1	7	14
Total	31	28	31	90	30	31	30	91	31	31	30	92	31	30	31	92

Outono – 1999

O total precipitado nesse outono foi de 368,7mm, praticamente o mesmo valor da média histórica para todo o período. Deste total, 31% ocorreram em abril, 34% em maio e 35% em junho (**Tabela 5**).

A frente polar atlântica nesse outono gerou 61% da pluviosidade, e a linha de instabilidade tropical, 30% (**Tabela 18**).

A quantidade das passagens frontais foi às mesmas para todos os meses, sete passagens, porém, a repercussão nos totais pluviométricos e a intensidade foram diferentes (**Tabela 19**).

A distribuição pluviométrica para o mês de abril ficou concentrada em apenas quatro dias, que somaram 99% em relação ao total. Os sistemas que atuaram nesses dias foram a linha de instabilidade tropical e a frente polar atlântica. Foram 25 dias com ausência de pluviosidade, e o sistema que mais atuou nesse período foi a polar atlântica.

Situação sinótica semelhante ocorreu no mês de maio, em que a pluviosidade concentrou-se nos dias 6 e 7, com a primeira entrada da frente polar atlântica, que atuou entre os dias 5 e 7, gerando 117,4mm (**Tabela 20 e Anexo 5**). As demais passagens deste sistema tiveram deslocamento pelo oceano e outras foram de fraca intensidade, refletindo-se apenas no aumento da nebulosidade e da umidade do ar. Nesse mês de maio, durante 27 dias houve ausência de precipitação, e o predomínio do sistema polar atlântico por vários dias, como mostra a **tabela 20**.

O primeiro declínio de temperatura foi registrado nos dias 17 e 18 de abril. A temperatura das 9,00h foi, respectivamente de 7,8°C e 8,3°C, as mais baixas desse outono (**Anexo 5**).

Com relação ao número de atuações dos sistemas atmosféricos, constata-se que a tropical atlântica, a polar atlântica e a frente polar atlântica atuaram respectivamente por 24, 23 e 21 dias. Cumpre ressaltar que nessa estação do ano é normal o aumento da atuação da polar atlântica, pelo fato de o outono ser uma estação de transição para o inverno.

Inverno – 1999

Nesse inverno choveu 152,7mm, o que corresponde a 39% abaixo da média. Foi o maior valor negativo, quando comparado com as demais estações do ano. Deste total precipitado a frente polar atlântica foi responsável por 94% (**Tabela 18**).

Quanto ao número de atuações dos sistemas atmosféricos, observou-se que a polar atlântica, a tropical atlântica e a frente polar atlântica atuaram respectivamente por 23, 19 e 17 dias (**Tabela 19**).

Esse foi um inverno muito seco, foram 83 dias com ausência de precipitação, e a variabilidade mensal foi muito significativa. Em julho, por exemplo, choveu 67% acima da média; no entanto este valor não foi representativo em termos de benefícios, considerando-se a concentração em apenas 4 dias, como mostra o **anexo 5**. No mês de agosto nenhum valor de pluviosidade foi registrado e em setembro choveu 62% abaixo da média do período.

Pela análise da **tabela 20** é perceptível que o aumento dos sistemas estabilizadores do tempo, e quando estes se prolongam sem serem intercalados com outros sistemas que provocam a instabilidade do tempo, tende a gerar baixos valores pluviométricos, como ocorreu nesse inverno.

Um declínio acentuado da temperatura foi registrado no dia 15 de agosto, quando a temperatura das 9,00h foi de 3,6°C, a máxima de 14,1°C e a mínima de 1,9°C. Estas temperaturas foram as mais baixas desse inverno (**Anexo 5**).

A umidade relativa foi extremamente baixa entre os dias 31 de agosto e 05 de setembro. Foi o período mais crítico, tendo a umidade do ar permanecido entre 30 e 39%.

Primavera – 1999

O total pluviométrico foi de 435,4mm. Deste total, 25% ocorreram em outubro, 10% em novembro e 65% em dezembro (**Tabela 5**).

Os sistemas atmosféricos que geraram esta precipitação foram a frente polar atlântica e a zona de convergência do Atlântico Sul, que, juntas, somaram 90%, conforme mostra a **tabela 18**.

A frente polar atlântica, a polar tropicalizada, a tropical atlântica e a zona de convergência do Atlântico Sul atuaram respectivamente por 21, 14, 12 e 11 dias (**Tabela 19**).

Em outubro, apesar de os valores pluviométricos ficarem abaixo da média histórica, observou-se que houve uma distribuição mais homogênea ao longo do mês, devido a uma maior diversidade dos sistemas atmosféricos atuantes.

Nesse mês a zona de convergência do Atlântico Sul esteve configurada entre os dias 23 e 31 (CLIMANÁLISE, out. 1999). Apesar de os totais pluviométricos não terem sido elevados, a atuação da ZCAS nesse período prolongou a instabilidade do tempo, com céu totalmente ou parcialmente nublado e elevada umidade do ar (**Anexo 5**).

O mês de novembro foi o mais seco dessa primavera, com 65% de precipitação abaixo da média. Além de baixo, esse valor se concentrou, pois num único dia choveu 67% do total do mês, devido à atuação, por três dias consecutivos, da frente polar atlântica.

O mês de dezembro apresentou a maior quantidade pluviométrica do ano de 1999: 280,9mm, 38% acima da média. Foi observado nesse mês um aumento na diversidade dos sistemas atmosféricos atuantes (**Tabela 20**). Também foi constatado que houve a formação de dois episódios da zona de convergência do Atlântico Sul. O primeiro configurou-se entre os dias 8 e 14 e o segundo entre os dias 16 e 20 (CLIMANÁLISE, dez. 1999). Somente o primeiro episódio repercutiu em precipitação para Maringá e região.

O declínio mais acentuado de temperatura nessa primavera foi registrado nos dias 3 e 4 de outubro, como mostra o **anexo 5**, devido à passagem da frente polar atlântica, que teve um deslocamento continental.

Tabela 20 - Sequência rítmica dos sistemas atmosféricos atuantes em Maringá – 1999.

Dia	Verão			Outono			Inverno			Primavera		
	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	RFPA	FPA	TA	FPA	TA	PA	PA	PA	TAC	TA	PT	PT
2	FPA	FPA	TA	FPA	TA	PT	PA	PA	TAC	RFPA	RFPA	RFPA
3	FPAD	FPAD	TA	TA	TA	TA	RFPA	PA	TAC	FPA	FPA	FPA
4	RFPA	RFPA	TA	TA	TA	RFPA	FPA	FPA	TAC	PA	FPA	FPAD
5	FPA	TA	TA	TA	FPA	RFPA	FPA	FPA	RFPA	PA	FPA	TA
6	FPAD	TA	TA	TA	FPA	FPA	FPA	FPA	FPA	PT	PA	FPA
7	IT	RFPA	TA	FPA	FPA	PA	FPA	FPA	TA	FPA	PT	FPAD
8	Rec.FPA	FPA	RFPA	TA	PA	PA	PA	PA	RFPA	FPA	PT	ZCAS
9	Rec.FPA	FPA	RFPA	PA	PA	RFPA	PA	PA	FPA	FPA	RFPA	ZCAS
10	ZCAS	FPAD	FPA	PA	PT	FPA	PA	PA	FPA	PA	FPA	FPA
11	ZCAS	IT	FPA	PA	PT	PA	PT	PT	PA	PA	FPA	ZCAS
12	ZCAS	TAC	FPAD	FPA	TA	RFPA	PT	TA	PT	PT	FPA	FPA
13	ZCAS	TAC	PA	FPA	TA	FPA	PT	TA	TA	TA	FPAD	ZCAS
14	TA	FPA	PA	FPA	TA	IT	TA	FPA	FPA	RFPA	PA	ZCAS
15	FPA	FPAD	PT	FPA	TA	PA	TA	PA	FPA	FPAD	PA	PT
16	FPA	TA	PT	IT	TA	PA	TA	PA	FPAD	Rec.FPA	PA	PT
17	FPA	FPA	TA	PA	TA	RFPA	TA	PA	PA	FPA	PA	TAC
18	FPA	FPAD	TA	PA	RFPA	FPA	TA	PT	PT	FPA	PT	TA
19	FPAD	Rec.FPA	TA	PA	RFPA	FPA	FPA	PT	TA	TA	TA	TAC
20	TA	Rec.FPA	TA	PT	PA	FPA	FPA	TA	TA	TA	RFPA	TAC
21	TA	FPA	RFPA	PT	PA	FPAD	PA	TA	TA	TA	FPA	TA
22	TA	FPA	FPA	PT	PA	PA	PA	TAC	TAC	FPA	TC	RFPA
23	TA	EC	FPA	TA	PA	PA	PA	TAC	PA	ZCAS	TC	RFPA
24	TA	IT	FPAD	TA	PA	TA	PT	TAC	PA	ZCAS	TC	PT
25	TA	IT	EC	PA	FPA	IT	TA	TAC	PA	ZCAS	TC	PT
26	RFPA	TA	IT	PT	FPA	IT	TAC	IT	PT	ZCAS	IT	TA
27	FPA	TA	TA	PT	FPAD	TA	TAC	IT	TA	ZCAS	TAC	IT
28	RFPA	TA	TA	TA	RFPA	TA	TA	TA	TA	ZCAS	PT	IT
29	FPA	-	RFPA	TA	FPA	FPA	RFPA	TC	RFPA	TA	PT	FPA
30	IT	-	FPA	TA	FPA	PA	FPAD	TC	FPA	TA	PT	FPA
31	IT	-	FPA	-	FPAD	-	PA	TC	-	PA	-	FPA

6.8.6. Maringá – 2001 “ano-padrão” habitual.

O total precipitado nesse ano foi de 1648,4mm e a distribuição deste total foi de 33,5% para o verão, 22% para o outono, 15% para o inverno e 29,5% para a primavera. Os valores precipitados, em todas as estações do ano permaneceram próximos da média, o que é típico de um ano habitual (**Tabela 5**).

Analisando-se o gráfico, constata-se que as maiores amplitudes térmicas foram registradas entre os meses de maio e julho; nos demais meses a temperatura das 9:00h apresentou-se bastante linear, principalmente nos primeiros quatro meses do ano.

Verão de 2001

No verão choveu 552,7mm. Deste total, 34% foram registrados em janeiro, 39% em fevereiro e 27% em março. Tanto em janeiro quanto em março os valores mensais ficaram próximos da média; somente em fevereiro choveu 23% acima da média histórica (**Tabela 5**). Este aumento observado em fevereiro deveu-se às frentes frias que avançaram sobre a Região Sul, e a atuação de aglomerados de nuvens convectivas favoreceu o aumento das chuvas no Paraná. Com exceção do Sul do Rio Grande do Sul, as chuvas estiveram acima da média em praticamente toda a Região Sul (CLIMANÁLISE, fev. 2001).

Tabela 21 – Identificação sazonal dos sistemas atmosféricos para Maringá – 2001 (habitual).

Sistemas atmosféricos	Verão		Outono		Inverno		Primavera		Total	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	mm	%
<i>Sistemas tropicais</i>										
TA	16,6	3,0	0	-	0	-	14,9	3,1	31,5	2,0
TAC	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
TC	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
EC	0,6	0,1	0	-	0	-	0	-	0,6	0,03
<i>Sub total</i>	17,2	3,1	0	-	0	-	14,9	3,1	32,1	2,0
<i>Sistemas polares</i>										
PA	7,5	1,4	13,6	3,8	7,5	3,0	6,7	1,3	35,3	2,14
PT	0,9	0,2	0	-	0	-	0	-	0,9	0,05
<i>Sub total</i>	8,4	1,6	13,6	3,8	7,5	3,0	6,7	1,3	36,2	2,1
<i>Sistemas frontais</i>										
FPA	310,2	56,1	283,1	79,0	126,5	50,6	259,4	53,2	979,2	59
Rec. FPA	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
RFPA	14,2	2,5	5,0	1,3	5,7	2,2	8,2	2,0	33,1	2
FPAD	4,9	0,8	6,5	1,8	15,7	6,2	7,0	1,4	34,1	2
FPAE	170,4	31,0	0	-	94,0	38,0	24,7	5,0	289,1	17,5
<i>Sub total</i>	499,7	90,4	294,6	82,1	241,9	97,0	299,3	61,6	1335,5	81
<i>Sistemas individualizados</i>										
IT	27,4	5,0	50,8	14,2	0	-	166,4	34,0	244,6	15
ZCAS	0	-	0	-	0	-	0	-	-	-
<i>Sub total</i>	27,4	5,0	50,8	14,2	0	-	166,4	34,0	244,6	15
Total (mm)	552,7	100	359,0	100	249,4	100	487,3	100	1648,4	100

Os sistemas atmosféricos responsáveis pela formação de pluviosidade nesse verão foram a frente polar atlântica, com 56%, e a frente polar atlântica estacionária, com 31% em relação ao total precipitado (**Tabela 21**). Os sistemas atmosféricos que mais atuaram nesse verão foram a tropical atlântica, a frente polar atlântica e a frente polar atlântica estacionária - por 20, 19 e 15 dias, respectivamente, como mostra a **tabela 22**.

Outono – 2001

O valor pluviométrico total precipitado nesse outono foi de 359,0mm, bastante, próximo da média histórica. Deste total, 20% foram registrados em abril, 46% em maio e 34% em junho. Os sistemas atmosféricos responsáveis por essa pluviosidade foram a frente polar atlântica, com 79%, e a linha de instabilidade tropical, com 14% (**Tabela 21**).

Com relação ao número de atuações dos sistemas atmosféricos, constata-se que a frente polar atlântica, a tropical atlântica e a tropical atlântica continentalizada atuaram, respectivamente, por 22, 19, 17 e 16 dias (**Tabela 22**).

Tabela 22 – Atuação em número de dias dos sistemas atmosféricos em Maringá – 2001.

Sistemas atmosféricos	Verão				Outono				Inverno				Primavera			
	Jan	Fev	Mar	Total	Abr	Mai	Jun	Total	Jul	Ago	Set	Total	Out	Nov	Dez	Total
<i>Sistemas tropicais</i>																
TA	6	4	10	20	7	5	5	17	5	7	3	15	8	5	8	21
TAC	1	-	1	2	6	2	8	16	4	13	2	19	5	7	2	14
TC	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
EC	4	4	-	8	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
<i>Sub total</i>	11	8	11	30	13	7	13	33	9	20	5	34	13	12	10	35
<i>Sistemas polares</i>																
PA	-	-	4	4	2	10	7	19	8	-	6	14	3	-	2	5
PT	3	1	3	7	2	2	-	4	1	-	-	1	3	-	4	7
<i>Sub total</i>	3	1	7	11	4	12	7	23	9	-	6	15	6	-	6	12
<i>Sistemas frontais</i>																
FPA	6	7	6	19	9	6	7	22	7	6	8	21	7	7	7	21
Rec.FPA	1	-	-	1	-	-	-	0	-	-	-	0	-	1	-	1
RFPA	3	1	4	8	3	3	2	8	4	1	4	9	4	2	3	9
FPAD	2	1	1	4	1	2	1	4	2	1	3	6	1	2	1	4
FPAE	5	10	-	15	-	-	-	0	-	3	4	7	-	4	-	4
<i>Sub total</i>	17	19	11	47	13	11	10	34	13	11	19	43	12	16	11	39
<i>Sistemas individualizados</i>																
IT	-	-	2	2	-	1	-	1	-	-	-	0	-	2	4	6
ZCAS	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0
<i>Sub total</i>	-	-	2	2	-	1	-	1	-	-	-	0	-	2	4	6
Total	31	28	31	90	30	31	30	91	31	31	30	92	31	30	31	92

No mês de abril choveu 46% abaixo da média, sendo o único deste outono com valores negativos; nos demais meses os valores estiveram acima da média: em maio 35% e em junho 12%. Apesar dos baixos valores pluviométricos registrados no mês de abril, constata-se que houve uma boa distribuição no decorrer do mês (**Anexo 6**).

Nesse mês de abril foram observadas anomalias positivas de precipitação somente no Centro-Sul do Rio Grande do Sul; no restante da Região Sul as chuvas estiveram abaixo da média climatológica em até 50mm (CLIMANÁLISE, abr. 2001).

Analisando a **tabela 23** detectou-se que houve uma quantidade relevante das passagens da frente polar atlântica. O problema é que esta se prolongou por vários dias, não tendo outro sistema intercalado, o que proporcionou os baixos valores de pluviosidade. Monteiro (1968) observou que quando as massas polares e as tropicais ocorrem em fluxos alternados, os totais de precipitação são maiores, quando somente um domina, os totais tendem a ser menores.

As maiores amplitudes térmicas foram registradas nos meses de maio e junho. O primeiro declínio acentuado da temperatura nesse outono foi de 9,5°C das 9,00h, no dia 5 de maio. O período mais frio dessa estação concentrou-se entre os dias 17 e 29 de junho, e a temperatura mais baixa das 900h foi de 5,5°C, registrada no dia 21 (**Anexo 6**).

Este declínio das temperaturas deveu-se à passagem da terceira massa de ar frio nesse mês de junho, com deslocamento continental. No dia 16 ingressou no Oeste do Rio Grande do Sul, estendendo-se para as regiões Centro-Oeste e Sul da Região Norte, causando o fenômeno conhecido por friagem. O dia 21 foi o mais frio na Região Sul, predominando temperaturas mínimas inferiores a 10°C, (CLIMANÁLISE, jun. 2001).

Inverno – 2001

O total pluviométrico desse inverno foi de 249,4mm, semelhante à média climatológica do período; porém a variabilidade mensal foi significativa. Deste total, 15% foram registrados no mês de julho, 41% em agosto e 44% em setembro (**Tabela 5**).

O mês de julho apresentou o menor valor pluviométrico, que ficou 39% abaixo da média climatológica. Além de ocorrer pouca pluviosidade, sua distribuição foi irregular, pois 52% do total, precipitaram-se num único dia e o restante concentrou-se em apenas 5 dias (**Anexo 6**).

Nos primeiros vinte dias desse mês de julho, em sua maior parte os sistemas frontais atuaram no interior do Rio Grande do Sul e posteriormente deslocavam-se para o oceano. O último sistema frontal do mês atuou pelo interior e litoral das regiões Sul e Sudeste. Este sistema intensificou-se devido à atuação de um vórtice ciclônico em altos níveis, com a formação de uma frontogênese e ciclogênese no Rio Grande do Sul (CLIMANÁLISE, jul. 2001). A interferência deste sistema foi observada na área de estudo entre os dias 24 e 27, em que foram registrados precipitação e aumento da nebulosidade e da umidade do ar (**Anexo 6**).

A precipitação no mês de setembro também ficou 20% abaixo da média, somente no mês de agosto choveu 88% acima da média histórica. Nos primeiros vinte dias do mês de agosto as frentes frias foram fracas; a partir do dia 21, os sistemas frontais, ao atingirem o Sul do país, intensificaram-se, associados à presença de vórtices ciclônicos e cavados em altos e médios níveis. Segundo Climanálise (ago. 2001), estes sistemas organizaram áreas de instabilidade que causaram chuvas mais intensas e concentradas no final de agosto.

As maiores amplitudes térmicas foram registradas nos meses de julho e setembro, como mostra o **anexo 6**. O dia 28 de julho foi o mais frio desse inverno, tendo a temperatura das 9,00h descido a 5,0°C e a mínima a 3,4°C, devido à atuação da polar atlântica por quatro dias consecutivos.

No período de 27 a 30 de julho houve atuação de um sistema polar de forte intensidade. O anticiclone associado apresentou uma trajetória continental, cobrindo desde o Sul do Brasil até o Sul da Região Norte. Na Região Sul houve queda acentuada de temperatura e nas demais regiões o declínio foi moderado. O fenômeno “friagem” ocorreu na Região Norte, devido à atuação desta massa. Foram registradas geadas nas regiões Sul, Sudeste e Sul da Região Centro-Oeste (CLIMANÁLISE, jul. 2001).

Conforme mostra a **tabela 22**, a frente polar atlântica, a tropical atlântica continentalizada, a tropical atlântica e a polar atlântica atuaram por 21, 19, 15 e 14 dias respectivamente. Analisando-se a tabela constata-se que a polar atlântica atuou com o maior número de dias nos meses de julho e setembro. É possível que este sistema, juntamente com outras dinâmicas, tenha inibido a formação de precipitações, explicando os valores abaixo da média registrados nesses meses.

Neste inverno foram 70 dias com ausência de pluviosidade. Este decréscimo é esperado no inverno, principalmente nesta porção mais a jusante da bacia, onde está localizada a estação de Maringá.

Este comportamento é explicado porque a região está numa área de transição climática, onde a distribuição pluviométrica apresenta uma onda anual bem marcada, ou seja, verão chuvoso e inverno com um decréscimo significativo de precipitações. Este padrão não foi identificado nas demais porções da área de estudo, principalmente a montante da bacia do rio Ivaí, onde está localizada a estação de Guarapuava.

Primavera – 2001

A frente polar atlântica gerou 53% da pluviosidade, e a linha de instabilidade tropical, 34% (**Tabela 21**). O total pluviométrico foi de 487,3mm, e deste total, 16% ocorreram em outubro, 32% em novembro e 52% em dezembro (**Tabela 5**).

A tropical atlântica e a frente polar atlântica atuaram por 21 dias e a tropical atlântica continentalizada, por 14 dias, conforme mostra a **tabela 22**.

Numa análise mensal constata-se que o mês mais seco dessa primavera foi o de outubro, com 47% de precipitação abaixo da média. Apesar de esse mês ter sido chuvoso para quase toda a Região Sul, como mostra Climanálise (out. 2001), em Maringá ocorreu pouca chuva, resultando em desvios negativos.

No mês de novembro a pluviosidade foi de 15% acima da média histórica e este valor foi bem distribuído no decorrer do mês (**Tabela 5**). Nesse mês foram identificados dois episódios de zona de convergência do Atlântico Sul, o primeiro entre os dias 1 e 6 e o segundo nos dias 16 a 21 (**Tabela 23**). Portanto este sistema não foi responsável pelo aumento da pluviosidade neste mês, devido ao posicionamento. Segundo Climanálise (nov. 2001) a região preferencial de atuação da banda de nebulosidade foi semelhante nos dois episódios, isto é, o Sul da Região Norte, o Centro-Norte das regiões Centro-Oeste e Sudeste.

Tabela 23 - Sequência rítmica dos sistemas atmosféricos atuantes em Maringá – 2001.

Dia	Verão			Outono			Inverno			Primavera		
	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	PT	FPA	TA	TA	TA	TAC	TA	TAC	TAC	FPA	TAC	PA
2	PT	FPAE	TA	FPA	TAC	TAC	TA	TAC	TAC	FPA	TAC	PA
3	PT	FPAE	TA	PA	TAC	TA	TAC	TA	TA	FPAD	RFPA	PT
4	TA	FPAE	TA	PA	FPA	TA	TAC	TAC	TA	PA	FPA	FPA
5	TA	FPAE	IT	RFPA	PA	TAC	RFPA	TAC	TA	PT	FPAD	FPA
6	TA	FPAE	RFPA	FPA	PA	TAC	TA	TAC	FPA	PT	TA	FPA
7	RFPA	FPA	FPA	FPA	PA	FPA	TA	TAC	FPA	RFPA	RFPA	TA
8	FPAD	PT	FPA	FPA	PT	FPAD	FPA	TAC	FPA	FPA	FPA	TA
9	FPA	EC	FPAD	FPA	PT	TA	FPA	TAC	FPAD	TA	TA	RFPA
10	FPAE	EC	TA	FPA	FPA	TAC	RFPA	TAC	RFPA	TA	TA	RFPA
11	FPAE	EC	IT	FPA	FPA	TAC	FPA	TA	RFPA	TA	FPA	IT
12	FPAE	RFPA	PA	PT	PA	TA	FPA	TA	PA	TA	FPA	FPA
13	FPAE	FPA	PT	PT	PA	TA	PA	TA	PA	RFPA	Rec.FPA	FPA
14	FPAE	FPA	TA	TAC	PA	TAC	PA	TAC	FPA	RFPA	FPA	IT
15	TA	FPA	TA	TAC	PA	TAC	TA	TAC	FPAD	TA	FPA	FPAD
16	TA	FPA	RFPA	TAC	IT	RFPA	TAC	TA	PA	TAC	FPA	TA
17	TA	EC	RFPA	TAC	FPA	FPA	TAC	TA	PA	TA	FPAD	TA
18	TAC	FPA	FPA	TA	PA	FPA	FPA	TAC	PA	RFPA	IT	TA
19	RFPA	FPAE	FPA	TA	PA	FPA	FPAD	TAC	PA	FPA	TA	TAC
20	FPA	FPAE	FPA	TA	PA	FPA	FPAD	FPA	FPA	FPA	TA	TAC
21	FPA	FPAE	TA	RFPA	RFPA	PA	RFPA	FPA	FPAE	FPA	TA	RFPA
22	RFPA	FPAE	TA	FPA	FPA	PA	PA	FPA	FPAE	PA	TA	FPA
23	FPA	FPAE	TA	FPAD	FPA	PA	PA	FPA	FPAE	PA	TA	IT
24	FPA	FPAD	TAC	RFPA	TA	RFPA	RFPA	RFPA	FPAE	PT	TA	PT
25	EC	TA	RFPA	FPA	TA	FPA	FPA	FPA	FPA	PT	TA	PT
26	EC	TA	FPA	TA	RFPA	FPA	FPA	FPA	FPAD	TA	IT	PT
27	EC	TA	PA	TAC	RFPA	PA	PA	FPAE	RFPA	TA	FPAE	TA
28	EC	TA	PA	TAC	FPAD	PA	PA	FPAE	RFPA	TA	FPAE	IT
29	FPA	-	PA	TA	FPAD	PA	PA	FPAE	FPA	TA	FPAE	FPA
30	FPAD	-	PT	TA	TA	PA	PA	FPAD	FPA	FPA	FPAE	TA
31	Rec.FPA	-	PT	-	TA	-	PT	TA	-	TA	-	TA

No mês de dezembro o total precipitado ficou 25% acima da média do período. Analisando-se a distribuição no decorrer do mês constata-se que 47% ocorreram entre os dias 9 e 16. Os sistemas frontais atuantes nesses dias tiveram um deslocamento mais lento (**Tabela 23**).

Dois eventos de zona de convergência do Atlântico Sul estiveram atuando nesse mês, entretanto nenhum deles repercutiu no aumento da pluviosidade, devido ao posicionamento, como mostrou (CLIMANÁLISE, dez. 2001).

6.9. Síntese da análise rítmica para Guarapuava e Maringá

6.9.1. “Ano-padrão” chuvoso – 1998

Identificou-se, nesse ano, o fenômeno El Niño de forte intensidade no verão e moderado no outono segundo o CPC/NCEP/NOAA (2005). Entretanto a repercussão deste evento em Guarapuava e Maringá foi mais intensa no outono e no inverno. Os maiores totais precipitados sob atuação dos sistemas frontais para Guarapuava no outono foram de 604,0mm. Em Maringá o maior valor foi observado no inverno com 466,6mm (**Tabelas 6 e 15**).

Com relação aos valores acima da média climatológica, constatou-se que para Guarapuava os totais pluviométricos no inverno foram de 65% e no outono, de 41%. Em Maringá, no inverno foram de 95% e no outono de 23% acima da média (**Tabela 5**, ver pág. 92).

Segundo Grimm, Guetter e Caramori (1997), quando ocorre El Niño, o aquecimento se inicia geralmente no outono e atinge o máximo no verão, durando 1 ano, em média. Contudo, tanto a intensidade do fenômeno como sua evolução e duração variam consideravelmente de um evento para outro e seus impactos também podem variar.

A frente polar atlântica gerou 57% da pluviosidade para as duas localidades em relação ao total anual, sendo 1406,7mm para Guarapuava e 1133,6mm para Maringá (**Tabelas 6 e 15**).

A magnitude da pluviosidade registrada nesse ano nessas duas localidades deveu-se à atuação do jato subtropical que intensifica as atividades convectivas no Sul e Sudeste do Brasil e bloqueia a passagem das frentes frias, tornando-as estacionárias e conseqüentemente elevando os totais de precipitação locais, o que é muito comum em anos de El Niño, segundo Kousky e Cavalcanti (1984).

Devido a este mesmo fenômeno é que houve maior predomínio da frente polar atlântica estacionária em Maringá, somando 17 atuações em relação ao total anual, enquanto para Guarapuava somente 9 foram identificadas, conforme mostram as **tabelas 7 e 16**.

Constatou-se que os sistemas individualizados também foram representativos na geração de pluviosidade nesse ano. Em Guarapuava essa representação foi de 23,6 % e em Maringá, de 13% em relação ao total anual.

O menor total pluviométrico gerado através dos sistemas frontais foi de 49,5% no verão, em Maringá. Analisando-se a **tabela 15**, constatou-se o predomínio dos sistemas tropicais, que geralmente propiciam a estabilidade do tempo e atuaram por 36 dias (**tabela 16**), representando 40% de atuação em relação ao total de sistemas identificados nesse verão.

Numa análise sazonal observou-se que os sistemas tropicais atuaram com maior frequência em Maringá, principalmente no verão, devido à própria proximidade com o centro de ação.

Entretanto os sistemas polares são muito mais representativos em número de atuações em Guarapuava, localizada no Sul do Estado, devido ao efeito latitude (**Tabela 24**). Para ambas as localidades este foi o sistema atmosférico que atuou com maior frequência no outono, sendo identificadas 44 atuações em Guarapuava e 37 em Maringá.

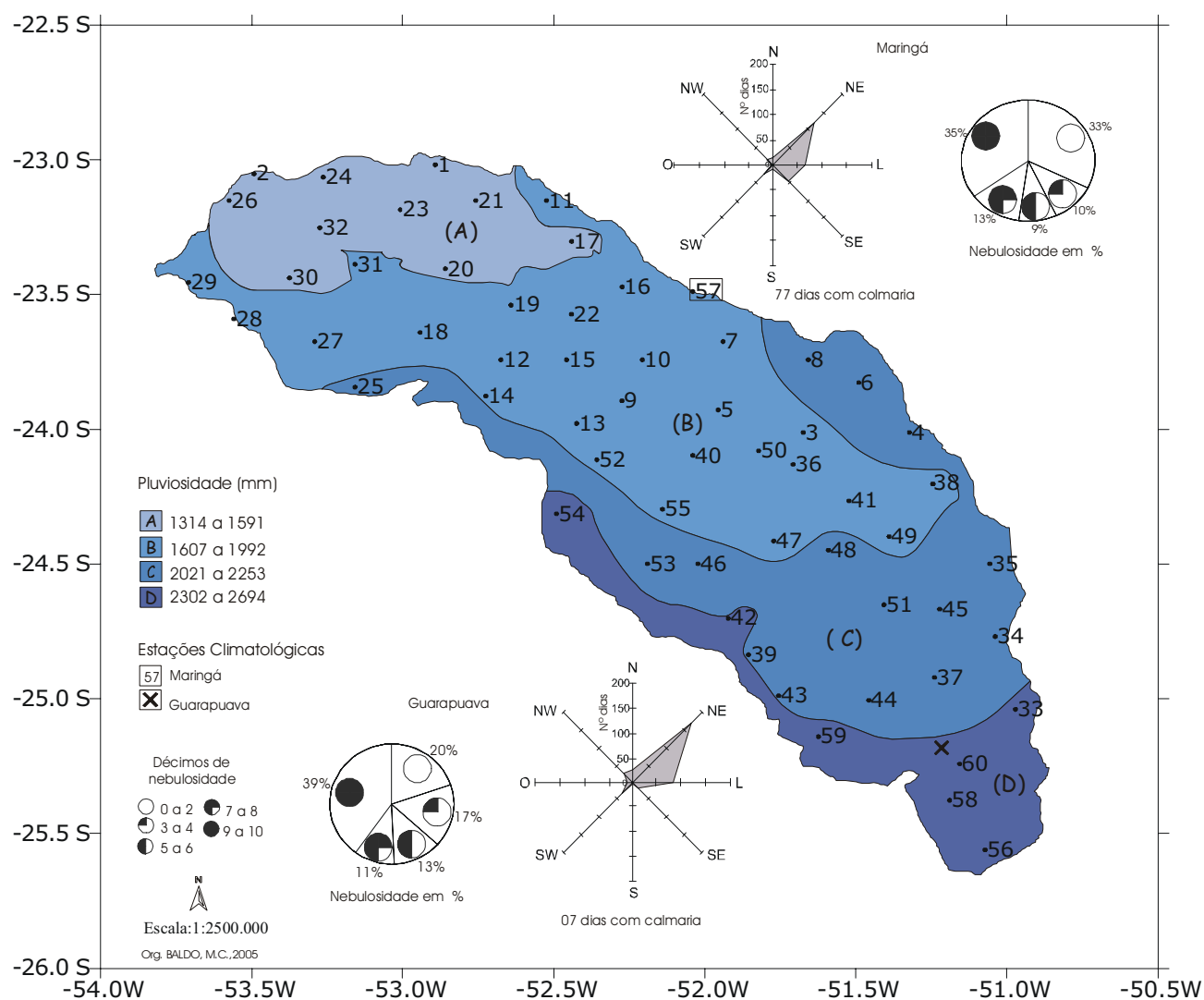


Figura 57 - Síntese dos elementos climáticos, vento (número de dias e direção), nebulosidade (%) e chuva (total anual) para o “ano-padrão” chuvoso (1998), na bacia do rio Ivaí – PR.

Constatou-se que a quantidade de passagens de sistemas frontais em Maringá foi maior do que o identificado em Guarapuava. Destaca-se que nem sempre a quantidade esta diretamente relacionada ao aumento pluviométrico. Tanto que, os totais pluviométricos gerados pelos sistemas frontais, observados em Guarapuava indiferente do “ano-padrão” sempre foram mais elevados do que em Maringá, que apresentou maior quantidade passagens dos sistemas frontais.

A pluviosidade total espacializada na **figura 57** mostrou uma distribuição pluviométrica decrescente nos sentidos montante e jusante, onde os valores extremos apresentados pelo grupo

D ficaram concentrados nas porções alta e média da bacia, mais precisamente, no Sudoeste, numa estreita faixa. Os menores valores concentraram-se a jusante da bacia, no grupo A.

Para melhor entender esta tipologia pluvial é necessário considerar tanto a configuração do jato subtropical - que se configura com maior intensidade em anos de El Niño, elevando os totais pluviais - quanto os aspectos geográficos da área de estudo, como latitude, altitude, e o predomínio dos sistemas frontais no sentido sul e sudoeste, como também o domínio do clima tropical a jusante e o subtropical a montante, para compreender este gradiente negativo no sentido montante e jusante.⁹⁹

A amplitude observada entre montante e jusante foi de 1380,0mm. Sendo um ano representativo do padrão chuvoso, é importante destacar que houve um aumento nos totais precipitados, porém a distribuição espacial foi semelhante à precipitação média para todo o período, conforme mostra a **figura 36**, pág. 78.

Para ambas as localidades os ventos predominantes foram os de nordeste e leste, como mostra a **figura 57**. Este direcionamento se deve ao predomínio da passagem dos sistemas extratropicais no sentido sudoeste da área de estudo.

Em Maringá foram registrados 77 dias de calmaria. Os fatores que determinaram este padrão foram: altitude, efeito continentalidade e o próprio regime tropical, em que as temperaturas nessa região são mais elevadas no decorrer do ano quando comparados a Guarapuava.

6.9.2. “Ano-padrão” seco – 1999

Esse ano foi influenciado pelo fenômeno La Niña. No verão este foi de forte intensidade; já no outono e na primavera foi de intensidade moderada e no inverno foi fraco, segundo (CPC/NCEP/NOAA, 2005).

Os sistemas frontais geraram valores pluviométricos semelhantes para ambas as localidades tanto no verão quanto na primavera. As maiores diferenças foram registradas no inverno e principalmente no outono, em que esses valores foram de 447,7mm para Guarapuava e de 243,6mm para Maringá.

Em quase todas as estações do ano os sistemas frontais geraram pluviosidade mais elevada para Guarapuava, conforme mostram as **tabelas 9 e 18**, devido aos fatores de ordem estática, como a latitude e a altitude, somados aos fatores de ordem dinâmica, como a predominância da entrada dos sistemas com maiores intensidades a montante da bacia, evidentemente pelo domínio do clima subtropical.

Quanto à atuação da frente polar atlântica, constatou-se que para Guarapuava esta gerou um total mais elevado no outono, com 446,7mm, e para Maringá o maior valor foi de 290,8mm,

ocorrido no verão. Considerando o total anual precipitado, este mesmo sistema foi responsável por 62,7 % em Guarapuava (**Tabela 9**) e 61% em Maringá (**Tabela 18**).

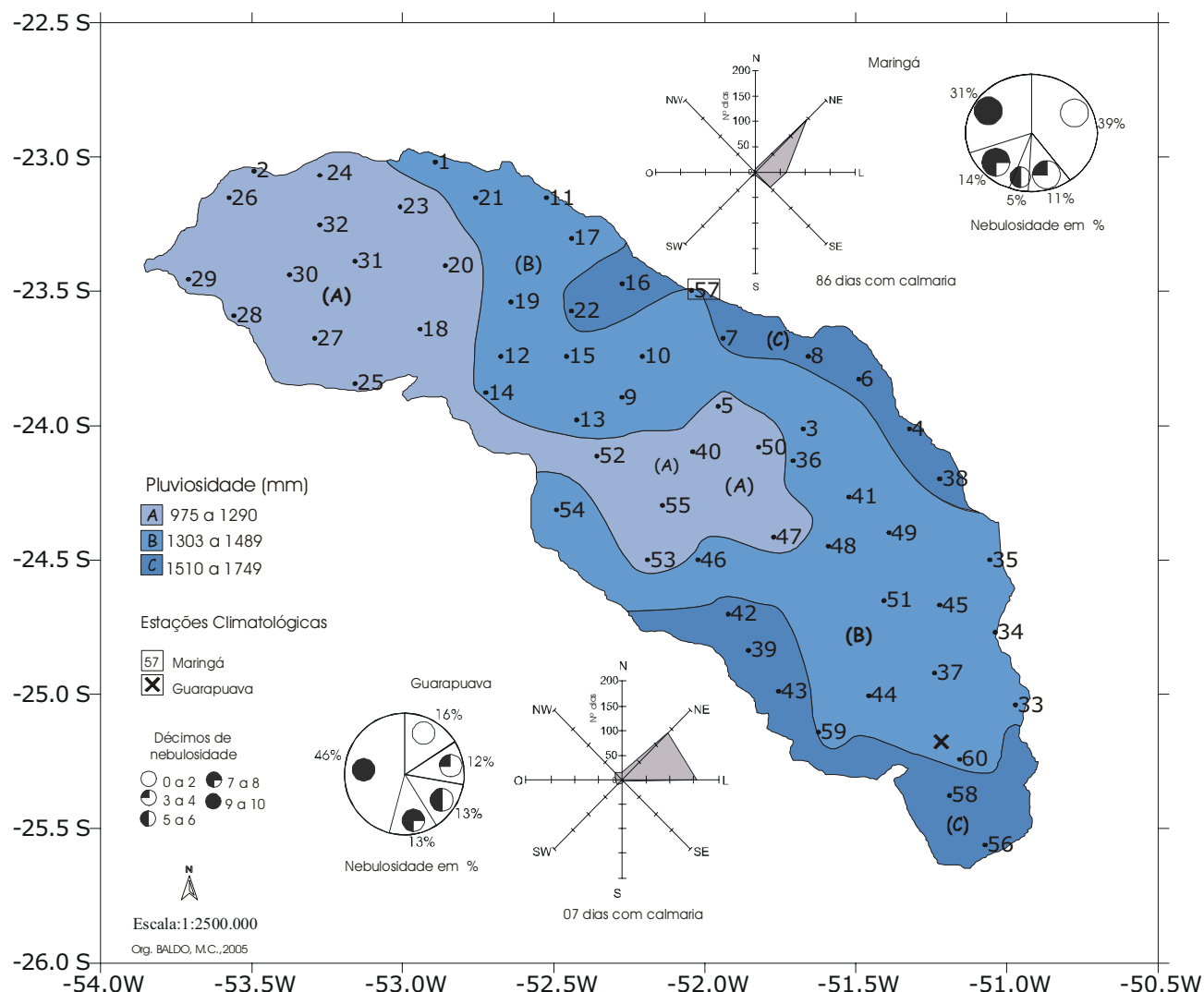


Figura 58 - Síntese dos elementos climáticos, vento (número de dias e direção), nebulosidade (%) e chuva (total anual) para o “ano-padrão” seco (1999), na bacia do rio Ivaí – PR.

Os totais pluviométricos abaixo da média climatológica nesse “ano-padrão” seco ficaram concentrados no inverno e na primavera, para ambas as localidades. No inverno, em Guarapuava a diferença a menos foi de 38 % e na primavera, de 32 %; já em Maringá, no inverno foi de 39% e na primavera de 10% abaixo da média climatológica (**Tabela 5**, ver pág. 92).

Esse declínio nos totais pluviométricos ocorreu em virtude do aumento da atuação dos sistemas polares, tanto para Guarapuava quanto para Maringá, no inverno e na primavera. Em Guarapuava no inverno foram 32 dias e na primavera, 37 dias de atuação. Em Maringá no inverno foram 33 dias e na primavera, 24 dias, prolongando a estabilidade do tempo atmosférico (**Ta-**

bela 24). Este aumento na frequência de atuação dos sistemas polares foi muito expressivo, quando comparado aos anos de 1998 e 2001, para estas mesmas estações do ano.

Também ocorreu uma queda significativa na quantidade das passagens dos sistemas frontais no inverno, em comparação ao ano de 1998 (chuvoso) e de 2001 (habitual). Em Guarapuava foram 22 e Maringá 24 os dias em que os sistemas frontais estiveram atuantes.

Além da quantidade, é importante destacar a velocidade do deslocamento dos sistemas frontais na formação da pluviosidade. Segundo Marengo e Oliveira (1998), ocorrem em anos de La Niña passagens rápidas das frentes frias na Região Sul, com tendência a diminuição da precipitação pluvial.

O número de atuações dos sistemas individualizados foi mais elevado na primavera, sendo de 17 dias em Guarapuava e 14 dias em Maringá. Estes sistemas geraram, nessa estação do ano, 48,1% para Guarapuava e 52,1% para Maringá, superando a frente polar atlântica. Este aumento foi proporcionado pela atuação da zona de convergência do Atlântico Sul, que esteve configurada na última quinzena de outubro e na primeira de dezembro.

Na distribuição dos totais anuais, como mostra a **figura 58**, constatou-se que os valores pluviométricos estiveram abaixo da média climatológica para toda a área de estudo. Essa queda nos valores pluviométricos deveu-se ao evento La Niña, que esteve atuante durante todo o ano.

O grupo A foi o que apresentou os totais pluviométricos mais baixos. Este não ficou restrito à jusante da bacia, abrangendo também a sua porção média.

Os totais anuais pluviais mais elevados concentraram-se no grupo C, dois grupos foram os que apresentaram valores semelhantes. O primeiro agrupamento está localizado a montante da área de estudo, nas proximidades de Guarapuava. Este padrão, caracterizado por valores mais elevados nessa porção, já era esperado diante dos resultados até agora obtidos. O segundo grupo encontra-se nas porções norte e nordeste da bacia, devido à configuração da zona de convergência do Atlântico Sul, que nesse ano teve atuação mais intensa em Maringá, quando comparado aos anos de 1998 e 2001. Na primavera, por exemplo, este sistema gerou 45% de pluviosidade em relação ao total, porcentagem que foi semelhante à gerada pela frente polar atlântica para a mesma estação do ano.

Em Guarapuava os ventos de leste predominaram por 155 dias e os de nordeste, por 134 dias. Este aumento nos ventos de leste deveu-se à alteração da entrada dos sistemas extratropicais, que nesse ano apresentaram um deslocamento no sentido oeste, na área de estudo.

Em Maringá foram 146 dias com ventos de nordeste e 61 dias de leste. A calmaria predominou por 86 dias, conforme explicação já apresentada para o ano de 1998.

6.9.3. “Ano-padrão” habitual – 2001

O total pluviométrico registrado foi de 1855,7mm em Guarapuava 1648,4mm em Maringá, ficando este último valor mais próximo da média histórica.

O número de atuações dos sistemas frontais foi mais elevado para Maringá; porém, os totais pluviométricos registrados em Guarapuava sob atuação deste mesmo sistema foram superiores aos de Maringá em todas as estações do ano.

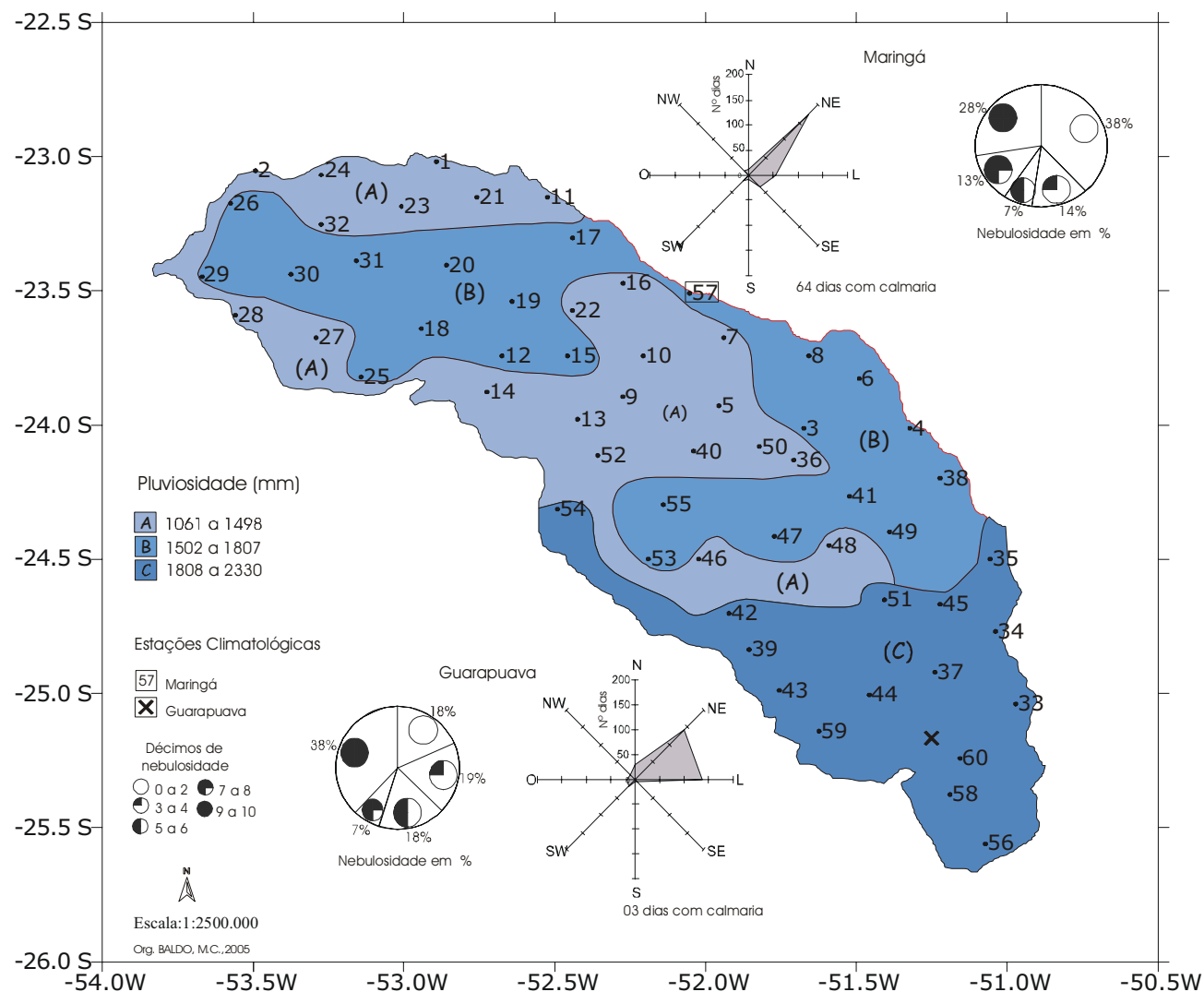


Figura 59 - Síntese dos elementos climáticos, vento (número de dias e direção), nebulosidade (%) e chuva (total anual) para o “ano-padrão” habitual (2001) na bacia do rio Ivaí – PR.

A frente polar atlântica gerou para Guarapuava 1212,6mm, representando 65,3%. Em Maringá o valor foi de 979,2mm, sendo 59% em relação ao total. Destaque-se que este sistema

apresentou as maiores porcentagens na geração de pluviosidade para todas as estações do ano, tanto para Maringá quanto para Guarapuava.

Comparando os totais anuais dos sistemas atmosféricos identificados nesse ano, de padrão habitual, com os anos de 1998 e 1999, constatou-se que para as duas localidades houve um aumento da atuação dos sistemas tropicais, principalmente para Maringá. Este aumento também foi percebido na quantidade de passagens dos sistemas frontais. Entretanto, para os sistemas individualizados e os polares, percebeu-se uma redução no número de dias em que estes atuaram, como mostra a **tabela 24**.

Mesmo com a redução da atuação dos sistemas individualizados, estes foram representativos na geração de chuva para ambas as localidades, na primavera. Em Maringá foram registrados 166,4mm, representando 34%, e em Guarapuava foram 118,2mm, ou 24% em relação ao total precipitado nesta estação do ano.

A distribuição da precipitação total anual mostrou que os valores acima de 1800mm foram registrados a montante, padrão esperado e já explicado na discussão do ano-padrão chuvoso.

Os valores mais baixos envolveram a porção extrema a jusante e também a média. Possivelmente este padrão esteja relacionado à alteração no sentido da entrada dos sistemas extratropicais, principalmente dos frontais, geradores de pluviosidade, que avançaram seguindo a calha do rio Paraná e entraram na área de estudo no sentido oeste (**Figura 59**).

Os ventos predominantes em Guarapuava no decorrer desse ano foram os de nordeste - por 140 dias - e os de leste - com 137 dias de atuações. Para Maringá foram os de nordeste e os de leste, que respectivamente atuaram por 170 e 54 dias, e a clamaria que atuou por 64 dias.

Pelo direcionamento dos ventos predominantes nos três anos analisados, juntamente com outras análises realizadas no decorrer desta pesquisa, ficou evidente a importância dos sistemas extratropicais na mudança do tempo atmosférico na área de estudo.

Tabela 24– Síntese sazonal das porcentagens pluviais para Maringá e Guarapuava nos anos de 1998 (chuvoso) 1999 (seco) e 2001 (habitual).

Estação do ano	1998			1999			2001			1998			1999			2001			
	Nº	%		Nº	%		Nº	%		Nº	%		Nº	%		Nº	%		
Guarapuava	Verão																		
	Tropicais	29	1,1	35	2,1	34	5,4	21	0,4	18	0,3	23	0,9	20	0,3	35	-	35	-
	Polares	14	0,6	16	2,6	08	1,2	44	1,5	41	6,4	34	3,9	26	1,9	32	6,2	19	1,77
	Frontais	34	69,6	30	56,8	44	91,1	20	91,9	26	83,6	30	79,0	33	68,9	22	91,5	30	93,3
Individualizados	13	28,6	09	38,4	04	2,1	06	6,2	06	9,7	04	16,0	13	28,9	03	2,25	08	4,9	
Maringá	Outono																		
	Tropicais	36	25,3	30	1,0	30	3,1	15	0,2	24	-	33	-	27	-	33	0,1	34	-
	Polares	11	2,5	04	-	11	1,6	37	1,4	31	4,0	23	3,8	14	-	33	-	15	3,0
	Frontais	34	49,5	45	73,8	47	90,4	35	82,9	32	66,0	34	82,1	45	94,9	24	99,9	43	97,0
Individualizados	09	22,7	11	25,3	02	5,0	04	15,4	04	30,0	01	14,2	06	5,1	02	-	-	-	
Inverno																			
Tropicais	36	2,8	16	0,5	20	-	36	2,8	16	0,5	20	-	37	2,2	20	0,3	35	3,1	
Polares	23	0,9	37	3,0	23	0,8	23	0,9	37	3,0	23	0,8	13	0,7	24	0,2	12	1,3	
Frontais	20	63,4	22	48,7	36	75,1	20	63,4	22	48,7	36	75,1	37	92,6	34	47,5	39	61,6	
Individualizados	13	32,8	17	48,1	13	24,0	13	32,8	17	48,1	13	24,0	05	4,5	14	52,1	06	34,0	

Sistemas tropicais: TA, TAC, TC, EC. N° - Número de dias de atuação do sistema atmosférico

Sistemas Polares: PA, PT.

Sistemas frontais: FPA, Rec. FPA, RFP, FPAD, FPAE.

Sistemas individualizados: IT, ZCAS.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao término desta pesquisa, de acordo com os resultados alcançados através do roteiro de abordagem teórica e do conjunto de técnicas empregadas, podem-se confirmar vários aspectos da climatologia regional da bacia do Rio Ivaí, como a distribuição espacial e a variabilidade interanual.

A distribuição espacial da pluviosidade, para todas as escalas de análise, apresentou um padrão com os valores mais elevados a montante, devido ao efeito orográfico e ao clima subtropical úmido predominante nessa porção, enquanto os menores valores foram observados a jusante, por estar numa área de baixas altitudes, numa faixa de transição do clima tropical, confirmando os resultados obtidos por Simões (1954); Holzmam (1967); Maack (1981) e Nimer (1989) para o Estado do Paraná.

Na variabilidade interanual constatou-se que os valores excepcionais de pluviosidade tanto negativos como positivos apresentaram certa correlação com o fenômeno El Niño-Oscilação-Sul; porém os eventos de El Niño interferiram com maior intensidade no aumento dos valores pluviométricos do que os eventos de La Niña na redução dos totais pluviais.

Também foi possível contribuir para o conhecimento da variabilidade e do ritmo climático da área de estudo, a partir dos resultados alcançados na análise rítmica e dos anos-padrão, de acordo com os postulados de Monteiro (1971). A análise apontou para três anos padrão: 1998, 1999 e 2001 - respectivamente, ano chuvoso, seco e habitual.

Para o “ano-padrão” habitual, constatou-se que o ano de 2001 não foi tão representativo para Guarapuava quanto foi para Maringá. Isso nos leva a refletir que numa área com os aspectos geográficos diversificados o ideal seria a escolha de mais de um ano para representar o “habitual”, por causa da diversidade climática da área de estudo, que se encontra em uma faixa de transição zonal dos climas.

A repercussão do evento El Niño no aumento da pluviosidade no ano de 1998, “padrão-chuvoso” tanto em Guarapuava quanto Maringá, como era de se esperar, foi mais intensa no outono e no inverno. Somente a frente polar atlântica gerou 57% da pluviosidade em relação ao total anual para ambas as localidades. Foi constatada, nesse mesmo ano, maior atuação da frente polar atlântica estacionária em Maringá.

Para o ano de 1999 (seco) o desvio negativo nos totais precipitados ficou concentrado no inverno e na primavera, tanto para Guarapuava quanto para Maringá. Este declínio nos totais pluviométricos registrados nesse ano ocorreu em virtude do aumento da atuação dos sistemas polares. Também ocorreu uma queda significativa na quantidade das passagens dos sistemas frontais no inverno, quando comparado ao ano de 1998 (chuvoso) e de 2001 (habitual).

Foi constatado para o ano de 2001 (habitual) que somente a frente polar atlântica gerou, para Guarapuava, 1212,6mm de chuva, representando 65,3%. Em Maringá foram 979,2mm, correspondendo a 59% do total anual. Comparando a participação dos sistemas atmosféricos nos totais anuais identificados no ano de 2001 com a dos de 1998 e 1999, constatou-se que, para as duas localidades, houve um aumento da atuação dos sistemas tropicais, principalmente em Maringá. Este aumento também foi percebido na quantidade de passagens dos sistemas frontais. Entretanto, para os sistemas individualizados e os polares percebeu-se uma redução no número de dias em que estes atuaram.

Uma análise geral das condições sinóticas identificadas nos três anos escolhidos como “padrão” apontou que, quando ocorre somente a passagem da frente polar atlântica o total pluviométrico não é tão elevado, porém quando antecede a este sistema uma linha de instabilidade tropical, as precipitações apresentam-se mais elevadas num curto período de tempo.

Outra condição sinótica está relacionada à velocidade da passagem da frente polar atlântica. Quando esta se desloca rapidamente, dando lugar a uma nova frente, sem estar intercalada com um sistema tropical, a característica predominante é de tempo instável por vários dias consecutivos. Entretanto, esta instabilidade não repercute no aumento significativo da precipitação pluviométrica. As condições atmosféricas observadas são de céu parcial ou totalmente encoberto, umidade relativa elevada, um leve declínio na temperatura e baixos totais pluviométricos registrados.

Os episódios marcados pela falta de chuva devem-se à entrada da massa tropical atlântica alternada com a tropical atlântica continentalizada por vários dias consecutivos. O tempo fica estável, com temperaturas elevadas e baixa umidade relativa, as quais se intensificam principalmente no verão, inibindo a atuação dos sistemas frontais.

A condição sinótica mais propícia à formação das chuvas ocorre quando os sistemas frontais e os tropicais ocorrem em fluxos alternados. A distribuição é mais homogênea e os totais precipitados são maiores na área de estudo.

Os gráficos de análise rítmica para os três anos escolhidos como “padrão”, para Guarapuava e Maringá, mostraram um ritmo muito similar no que se refere às alterações dos elementos climáticos, quando comparados; porém, notou-se uma defasagem da repercussão da frente polar atlântica e da polar atlântica em Maringá em relação a Guarapuava, pelo fato desta estar localizada mais no Sul da bacia.

Por fim, a análise da variabilidade e do ritmo climático na bacia do rio Ivaí, demonstrou a importância da utilização do instrumental técnico e teórico proporcionado pela Climatologia Geográfica na identificação de sua estrutura espacial e dinâmica temporal, como contribuição ao planejamento regional. Qualquer gestão dos recursos hídricos, principalmente em áreas de forte variabilidade pluviométrica, tem que considerar a análise do seu ritmo e regime.

Como recomendações que ousamos propor, uma vez que esta pesquisa não esgota a temática tratada, seria relevante que estudos futuros incorporassem, além das técnicas aqui aplicadas, a análise de aspectos sinóticos de mesoescala e larga escala, bem como a dinâmica atmosférica de outros níveis de altitude. Sugere-se ainda incorporar os avanços do conhecimento dos sistemas atmosféricos providos pela meteorologia aos métodos e técnicas da climatologia, os quais, unidos, poderão trazer significativa melhoria nos resultados das análises nesse campo do saber.

7. REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. R.; NERY, J. T. Análise da precipitação pluviométrica da bacia hidrográfica do rio Ivaí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2002.

ARKIN, P. A. The relationship between interannual variability in the 200 mb tropical wind field and the southern oscillation. **Monthly Weather Review**. Boston, n.110, p.1393-1404, 1982.

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

BALDO, M. C.; TOMMASELI, J. T. G.; SANTA'ANNA NETO, J. L. Caracterização pluviométrica da bacia do rio Ivaí – PR. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 5, 2002, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2002. 1 CD-ROM

BARBIÉRI, E. B. **Ritmo climático e extração do sal em Cabo Frio**. 1974. 94f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humana, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1974.

BARTHELMESS, H. Comentário geomorfológico sobre o vale do Ivaí. **Boletim Paranaense de Geografia**. Curitiba, n.1, ano 1, p.8-17, 1965.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D.C.; GONÇALVES, H. M. Relação entre o rendimento de grãos da soja e variáveis meteorológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.27, n.5, p.695-702, 1992.

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

BERNARDES. L. R. M.; AGUILAR, A. P.; ABE, S. Frequência de ocorrência de veranicos no Estado do Paraná. **Boletim de Geografia**, Maringá, n.9, ano 6, p.83-108, 1988.

BERNARDES. L. R. M. **Determinação de regiões pluviometricamente homogêneas no Estado do Paraná, através de técnicas de análise multivariada.** 1998. 136f. Tese (Doutorado) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo, 1998.

BERNARDES, L. M. C. Distribuição da população no Estado do Paraná em 1940. **Revista Brasileira de Geografia.** Rio de Janeiro, p.56-69, out.dez. 1950.

BERNARDES, N. Expansão do povoamento do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geografia.** Rio de Janeiro, v.14, n.4, p.427- 456, out.dez. 1952.

BIGARELLA, J. J.; MAZUCHOWSKI, Z. Visão integrada da problemática da erosão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DA EROSAO, 3., 1985, Maringá. **Anais...** Maringá: ABGE/ADEA, 1985.

BITEENCOURT, A. V. L. Transporte de sólidos na Bacia Hidrográfica do Rio Ivaí. **Boletim Paranaense de Geociências.** Curitiba, n.35, p.3-53. 1982.

BOIN, M. N. **Chuvvas e erosões no oeste paulista: uma análise climatológica aplicada.** 2000. 264f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a Geografia física no Brasil.** Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, p.153-192, 2004.

BRASIL. Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica. Bacias hidrográficas dos rios Ivaí, Piquiri e Paraná; dados atualizados até 1984. **Boletim Fluviométrico,** Brasília, série F-06. 1985.

BRINO, W. C. **Contribuição à definição climática da bacia do rio Corumbataí e adjacências (SP)dando ênfase à caracterização dos tipos de tempo.** 1973. 119 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Faculdade de Ciências e Letras de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

BRINO, W.C.; TAVARES, A. C. - Probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos em Rio Claro. **Revista de Geografia**, São Paulo, n.1, p.25-34, 1982.

CAPEL MOLINA, J. J. **El niño y el sistema climático terrestre**. Barcelona: Ariel, 1999.154p.

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

CAMILLONI, I. A.; BARROS, V. Anomalia de La precipitación en la cuenca del Paraná durante eventos El Niño. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12. 2002. Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2002.

CARAMORI, P. H. Caracterização Climática. In: Instituto Agrônomo do Paraná. Potencial de Uso agrícola das áreas de várzea do Estado do Paraná: bacia hidrográfica do baixo Ivaí. **Boletim Técnico**. Londrina, n.24, v.1, p.65-69, 1989.

CONTI, J. B. Circulação secundária e efeito orográfico na gênese das chuvas na região lesnordeste paulista. **Série Teses e Monografias**. São Paulo, n.18. IGEOG/USP, 1975.

_____. Ocorrência do granizo no Estado de São Paulo. **Climatologia**. São Paulo, n.9. IGEOG/USP, 1981.

CHRISTOFOLETTI, A.L.H. Análise da sazonalidade da precipitação na bacia do Piracicaba – SP. **Geografia Teorética**. Rio Claro, v.17, n.2, p.93-105, 1992.

CLIMANÁLISE. **Boletim de Monitoramento e Análise Climática**. Cachoeira Paulista: Ministério da Agricultura, Instituto Nacional de Meteorologia. Ministério da Ciência e Tecnologia, Instituto de Pesquisas Espaciais. 1986, 125p. Número especial

DESTEFANI, E. V. **Regime hidrológico do rio Ivaí-Pr**. 2005. 93f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2005.

DINIZ, J. A. F. Classificação de uma variável e sua aplicação na geografia. **Boletim de Geografia Teorética**. Rio Claro, n.1, 1971.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Paraíba: Universidade Federal da Paraíba. n.33, 2000, 221p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná**. Londrina, 1984, 791p. Tomo I e II

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Mapa de levantamento e reconhecimento dos solos do estado do Paraná**. Curitiba: IAPAR/ EMBRAPA/ SUDESUL. 1984a. Escala 1:600.000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Guia para identificação dos principais solos do estado do Paraná**. Brasília. 1986, 36p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999. 412p.

FIGUEIRED, J. C.; SCOBAR, J. Estudos da trajetória dos sistemas convectivos de mesoescalas na América do Sul. **In: CONGRESSO ARGENTINO DE METEOROLOGIA**. 7., 1996. Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires: 1996.

FIGUEROA, S. N. **Simulações da circulação atmosférica no verão sobre a América do Sul com a presença da cordilheira dos Andes usando coordenadas eta**. 1990. 135 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1990.

FLORES, E. F. **Sistema de informação climatológica: desenvolvimento e inserção no sistema de informação geográfica "Geo-Inf+Map"**. 1995. Dissertação (Mestrado em Geociências e Ciências Exatas) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.

FLORES, E. F. **Modelagem em climatologia geográfica: um ensaio metodológico aplicado ao Oeste Paulista**. 2000. 237 f. Tese (Doutorado em Geociências e Ciências Exatas) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

GADGIL, S.; IYENGAR, R. N. Cluster analysis of rainfall of the Indian Peninsula. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**. Inglaterra. v. 106, p.873-86, 1980.

GALVINCIO, J. D. Correlação múltipla entre TSM's e as vazões médias mensais da bacia hidrográfica do rio São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2002.

GANDÚ, A. D; SILVA DIAS, P.L. Simulação numérica dos efeitos locais da convecção de verão sobre a América do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA E II CONGRESSO LATINO AMERICANO E IBÉRICO DE METEOROLOGIA 5, 1994b, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Associação Brasileira de Meteorologia.

GRIMM A. M.; GUETTER, A. K.; CARAMORI, P. H. El Niño no Paraná: o que pode esperar em cada região - uma análise científica. **Informativo**. Curitiba, n.1, 1997.

GUADARRAMA, M. C. M. - Ritmo pluvial e produção do arroz no Estado de São Paulo no ano agrícola de 1967/68. São Paulo, **Climatologia**, n.2. IGEOG/USP, 1971.

HESPANHOL, A. N. A formação sócio-espacial da região de Campo Mourão e dos municípios de Ubitatã, Campina da Lagoa e Nova Cantú-PR. **Boletim de Geografia**. Maringá, n.1, ano 11, p.17-28, 1993.

HOLZMAM, M. **Contribuição ao estudo do clima do Paraná**. Curitiba: Companhia de Desenvolvimento Econômico do Paraná. 1967. 112p.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina, 1994. 49p.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Indicadores e mapas temáticos para o planejamento urbano e regional do Paraná**. Curitiba: IPARDES. 2002. 1 CD Rom.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual técnico da vegetação brasileira. **Manuais Técnicos em Geociências**. Rio de Janeiro, n.1, 1992. 92p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico do Brasil**. Rio de Janeiro, 2000.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Manual de observações meteorológicas**. 3.ed. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento. 1999, 30p.

JABUR, J. C.; SANTOS, M. L. Revisão estratigráfica da formação Caiuá. **Boletim de Geografia**. Maringá, v.2, n.2, p.91-106, 1984.

KAYANO, M. T., MOURA A.D. O El Niño de 1982-1983 e a precipitação sobre América do Sul. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 4,n.1-2, p.201-214, 1986.

KOUSKY, V. E.; CAVALCANTI, I. F. A. Eventos oscilação sul El Niño: características, evolução e anomalias de precipitação. **Ciências e Cultura**. v.36, n.11, p.1188-1199, 1984.

KOUSKY, V. E. Pentad outgoing longwave radiation climatology for the South American sector. **Revista Brasileira de Meteorologia**. São José dos Campos, v.3. 217-231 1988.

LEWIS, J. P.; TORRES, P. S. **Análise multivariada, introducción y su aplicación a la biología y ecología**. Rosário: Rosário Publicación, 1992, 87p.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 2.ed. Rio de Janeiro: Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Estado do Paraná, 1981, 438p.

McGREGOR, G. R. A multivariate approach to the evaluation of the climatic regions and climatic resources of China. **Geoforum**, v.24, n.4, p.357-380, 1993.

MARENGO, J. A.; OLIVEIRA, G. S. Impactos do fenômeno La Niña no tempo e no clima do Brasil: desenvolvimento e intensificação do milho. In CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10, 1998, Brasília. **Anais...** Brasília: SBMET, 1998. 1 CD. ROM.

MAKSOUUD, H. **Hidrologia e possibilidades hidrenergéticas da bacia do Rio de Contas/ BA**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1964, 196p.

MELLO JORGE, M. H. P.; GOTLIEB, S. L. D.; LAURENTI, R. **A saúde no Brasil**: análise do período de 1996 a 1999. Brasília. Organização Pan-Americana de Saúde, 2001.

MENARDI JÚNIOR, A. **Regime e ritmo das chuvas na bacia do rio Piracicaba**: variações e impactos. 2000. 291 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

MENDONÇA, F. A. Contribuição do zoneamento climático na elaboração do diagnóstico ambiental de bacias hidrográficas: o exemplo da bacia do Rio Tibagi – PR. **Boletim Climatológico**. Presidente Prudente, v.2, n.3, p.118-121, 1997.

MONTEIRO, C. A. F. Sobre um índice de participação das massas de ar e suas possibilidades de aplicação à classificação climática. **Revista Geográfica**. Rio de Janeiro, v.34, n.61, p.59-69, 1964a.

_____. Clima. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Ed.). **Geografia do Brasil: Grande Região Sul**. Rio de Janeiro, v.4, n.18, Tomo I., p.114-166, 1968.

_____. **A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada Sul-oriental do Brasil**. Contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil. São Paulo: IGEO/USP, Série teses e monografias, n. 1, 1969, 68p.

_____. Análise rítmica em climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Climatologia**. São Paulo, n.1, 21p, 1971.

_____. A climatologia do Brasil ante a renovação atual da Geografia: um depoimento. **Métodos em Questão**. São Paulo, n.6, 1973.

_____. **Clima e excepcionalismo**. Florianópolis: Ed. da UFSC. 1991, 241p.

_____. O estudo geográfico do clima. **Cadernos Geográficos**. Florianópolis. Ano 1, n.1, 1999, 72p.

NERY, J. T.; VARGAS, W. M.; MARTINS, M. L. O. F. Caracterização da precipitação no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, v.4, n.2, p.81-89, 1996.

NERY, J. T.; VARGAS, M. W.; MARTINS, M. L. O. F. Variabilidade interanual da precipitação do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, v.5, n.1, p.115-125, 1997.

NERY, J. T.; BALDO, M. C.; MARTINS, M. L. O. F. O comportamento da precipitação na bacia do Itajaí. **Revista Acta Scientiarum**. Maringá, v.22, n.5, p.1429-1435, 2000.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1989. 421p.

NOBRE, C.A. Ainda sobre a zona de convergência do Atlântico Sul: a importância do Oceano Atlântico. **Climanálise**. Cachoeira Paulista, v.3 n.34, p.30-35, abr, 1988.

OLIVEIRA, A. S. **Interações entre sistemas frontais na América do Sul e convecção na Amazônia**. 1986. 115 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 1986.

OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento**. Jaboticabal: FUNEP, 1992, 201p.

PARAGUAI. Ministério da Viação e Obras Públicas. Departamento Nacional de obras de Saneamento. **Hidrologia e geologia das bacias dos rios Acarai e Mondai**. Serviços Técnicos de Hidrologia, 1959. 164p

PARANÁ - Mapa geológico do Estado do Paraná. Curitiba: Minerais do Paraná - Mineropar, 1986. 1 mapa. Escala: 1:1. 400.000.

PARANÁ - Secretaria do Estado da Agricultura e do Abastecimento, Instituto de Terras, Cartografia e Florestas. **Atlas do Estado do Paraná**, Curitiba, 1987, 73 p.

PARANÁ - Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. **Atlas de Recursos Hídricos do Estado do Paraná**. Curitiba: 1998. 32p.

PARANÁ – Mapa geológico do Estado do Paraná. Curitiba: Secretaria da Indústria do Comércio e Turismo, 2001(b). 1 mapa. Escala: 1:1.000.000.

PARANÁ - Atlas Geológico do Estado do Paraná. Curitiba: Minérios do Paraná - Mineropar. Secretaria da Indústria do Comércio e do Turismo/Fundação Araucária. 2001. 1.CD Rom

PÉDELABORDE, P. **Lê climat du bassin parisien: essai d'une méthode rationnelle de climatologie physique.** Paris: Medicis, 1957.

PIELOU, A. C. **The interpretation of ecological data.** New York: John Willey and Sons. 1984. 263p.

QUADRO, M. F. L. **Estudo de episódios de zonas de convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul.** 1994. 94 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 1994.

RIBEIRO, A. G. Caracterização termo pluviométrica da bacia hidrográfica do rio Pirapó – PR **Boletim de Geografia.** Maringá, n.1, ano 5, p.91-135, 1987.

RODERJAN, C. V. et al. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná, Brasil. **Revista Ciência & Ambiente.** Santa Maria, v.1, n.24, jan. jun., p.75-92, 2002.

ROSS, J. L. S.; DEL PRETTE, M. E. Recursos hídricos e as bacias hidrográficas: âncoras do planejamento e gestão ambiental. **Revista do Departamento de Geografia.** São Paulo, n.12, p.89-121, 1998.

SAKAMOTO, L. L. S. **A chuva na bacia do Alto Paraguai:** contribuição ao estudo de aspectos das flutuações interanuais durante o século XX. 2001. 149 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade São Paulo, São Paulo.

SANCHEZ, M. C. A. A problemática dos intervalos de classe na elaboração de cartogramas. **Boletim de Geografia Teorética.** Rio Claro, n. 4, 1972.

SANT'ANNA NETO, J. L. Ritmo climático e regime geossistêmico na área de Ribeirão Preto. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA. Belém **Anais...**, 35. Belém, 1983.

_____ Ritmo pluvial na zona costeira paulista. In: Encontro Nacional de Estudos sobre o Meio Ambiente. **Anais...**, v.2. Florianópolis, UFSC, 1989.

_____ J. L. **Ritmo climático e a gênese das chuvas na zona costeira paulista**.1990, 156 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1990.

_____ Clima e organização do espaço. **Boletim de Geografia**. Maringá, n.1, ano 16, p.119-131, 1998.

SANT'ANNA NETO, J. L.; ZAVATINI, J. A. (Orgs.) **Variabilidade e mudanças climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas**. Maringá: Eduem. 2000. 259p.

SANT'ANNA NETO, J. L.; BORSATO, V. Variabilidade climática e utilização da terra na bacia do rio Pirapó- PR. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 4., Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Departamento de Geografia - CLIMAGEO, 2000.

SANT'ANNA NETO, J. L. História da Climatologia no Brasil: gênese e paradigmas do clima como fenômeno geográfico. **Cadernos Geográficos**. Florianópolis, n.7, 2004, 124p.

SANTOS, M. L et al. Degradação ambiental no Noroeste do Paraná. **Boletim de Geografia**. Maringá, n.1, ano 9, p.1-57, 1991.

SANTOS, V. D. Aspectos fitogeográficos e ecológicos da vegetação natural do Estado do Paraná. **Geojandaia**. Jandaia do Sul, v.1, n.1, p.15-37, 2001.

SILVA, C. A. **Distribuição tempo-espacial das chuvas na bacia do Corumbataí e implicações no consumo e na qualidade das águas do município de Rio Claro (SP)**. 2001. 191 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

SILVA DIAS, P. L. MARENGO, J. A. Águas atmosféricas. In: REBOUÇAS, A. C., BRAGA, B., TUNDISI. (Orgs). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2.ed. São Paulo: Escrituras 2002. p.65-116

SERRA, A. Previsão do tempo. **Boletim Geográfico**. Rio de Janeiro, v.6, n.68, p.827-904, 1948.

SERRA, A. Circulação superior. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, v. 15, n.4, p.517-596, 1954.

SERRA, A. O princípio da simetria: circulação secundária no Hemisfério Sul. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, v.24, n.3, p.377-439, 1962.

SERRA, A.; RATHBONNA, L. **Massas de ar na América do Sul**. Rio de Janeiro: Serviço de Meteorologia do Ministério da Agricultura, 1942.

SILVEIRA, H. **Modificações na estrutura e no comportamento hidrofísico de latossolos provocadas pelo uso e manejo no município de Cidade Gaúcha – PR**. 2001. 97 f. Tese (Doutorado em Geociências e Ciências Exatas) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

SIMÕES, R.M.A. Notas sobre o clima do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, v.16, n.1, p.126-132, 1954.

SORRE, M. **Lês fondements de la Géographie humaine**. Paris: Armand Colin, 1951.

SUGAHARA, S. **Flutuações interanuais, sazonais e intrasazonais da precipitação no Estado de São Paulo**. 1991. 140 f. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Departamento de Ciências Atmosféricas. Universidade de São Paulo. São Paulo.

STRAUCH, N.; DUARTE, A. C. Noroeste do Paraná: guia de excursões. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRÁFOS, 1., 1972, Presidente Prudente. **Anais...** Presidente Prudente: Associação dos Geógrafos Brasileiros, 1972. p.133-166.

STUDZINSKI, C. D. **Um estudo da precipitação na região Sul do Brasil e sua relação com o Oceano Pacífico e Atlântico Tropical e Sul.** 1995. 87 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisa Espacial, São José dos Campos, 1995.

TAVARES, A. C. Critérios de escolha de anos padrão para análise rítmica. **Geografia.** Rio Claro, v.1, n.1, p.79-87, 1976.

TARIFA, J. R. Sucessão de tipos de tempo e variação do balanço hídrico no extremo oeste paulista. São Paulo, **Série Teses e Monografias**, n.8. IGEOG/USP, 1973, 71p.

_____ Fluxos Polares e as chuvas de primavera/verão no Estado de São Paulo. São Paulo, **Série Teses e Monografias**, n.19. IGEOG/USP, 1975, 93p.

TITARELLI, A. H. V. A. A onda de frio de abril de 1971 e sua repercussão no espaço geográfico brasileiro. São Paulo, **Climatologia**, n.4. IGEOG/USP, 1972.

THOMAZ, S. L. Sinopse sobre a geologia do Paraná. **Boletim de Geografia.** Maringá, n.2, ano 2, p.76-89, 1984.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1977. 97p.

TRENBERTH, K. E. Spatial and temporal variations in the southern oscillation., **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, n. 102, p. 639-653, 1976.

_____ General characteristics of the el niño-southern oscillation. In: GLANTZ, M.H.; RICHARD, W. K.; NICHOLLS, N. (Ed.) **Teleconnection linking worldwide climate anomalies.** Ney York: Cambridge University, p.13-42, 1991.

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

TROPPEMAIR, H. Perfil fitoecológico do Estado do Paraná. **Boletim de Geografia.** Maringá, n.1, ano 8, p.67-81, 1990.

VALDATI, J.; PELLERIN, J. Amplitude pluviométrica no sopé da serra geral: registro de chuvas na sub-bacia do rio da Pedra – SC. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 4., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Universidade Estadual do Rio de Janeiro. 2000. 1 CD ROM.

VELOSO, H. P.; GÓES FILHO, L. Fitogeografia brasileira classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. Rio de Janeiro: IBGE, 1986.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal.** Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 124p.

VICENTE, S. S. **Bloqueio atmosférico subtropical ocorrido em janeiro de 1985.** 1991. 126 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Instituto Astronômico de Geofísico. Universidade de São Paulo.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.

WALKER, G. T.; BLISS, E. W. Word Weather. V. Mem. **Royal Meteorological Society.** Inglaterra, n.4, p.53-84, 1932.

WREGE, M. S. et al. Risco de deficiência hídrica na cultura do feijoeiro durante a safra das águas no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia.** Santa Maria, v.5, n.1, p.51-59, 1997.

ZAVATINI, J.A. Dinâmica atmosférica e variações pluviais no oeste de São Paulo e norte do Paraná: uma análise temporo-espacial ao longo do eixo Araçatuba, Presidente Prudente e Londrina. **Boletim de Geografia Teorética.** Rio Claro, v.15, n. 29 e 30, p.372-387, 1985.

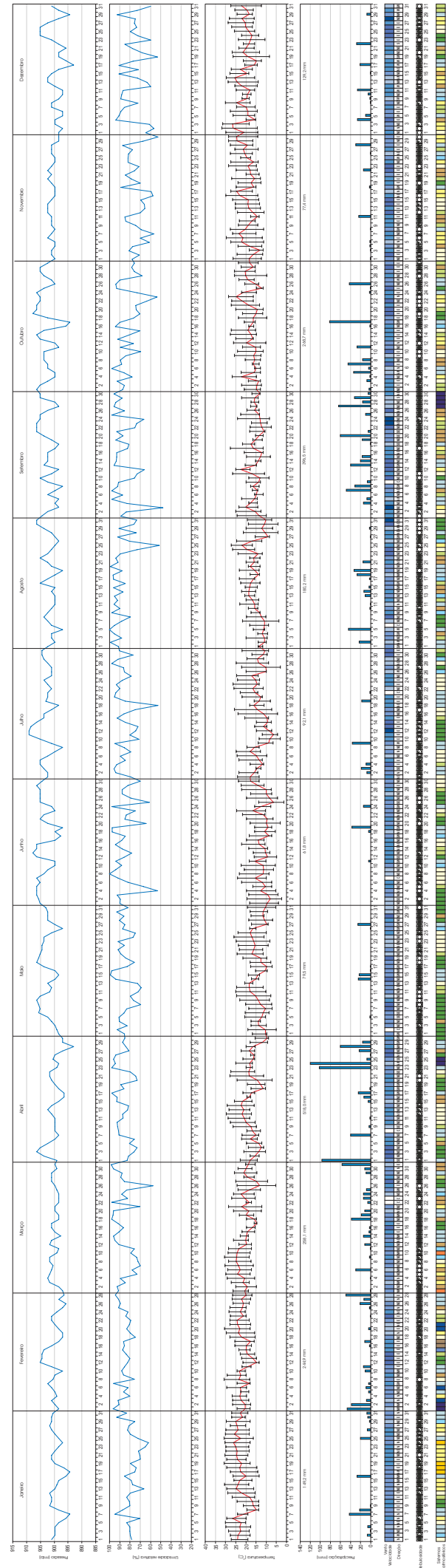
ZAVATINI, J.A. - **Variações do ritmo pluvial no oeste de São Paulo e norte de Paraná: eixo Araçatuba - Presidente Prudente - Londrina.** 1983. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade São Paulo, São Paulo.

ZAVATINI, J.A. - **A dinâmica atmosférica e as chuvas no Mato Grosso do Sul**. São Paulo, FFLCH/USP, 1990. Tese (Doutorado) Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade São Paulo, São Paulo. 1990.

ZAVATINI, J. A.; CANO, H. Variações do ritmo pluvial na bacia do rio Corumbataí (SP). **Boletim de Geografia Teorética**. Rio Claro, v.23, n.45 e 46, p.215-240, 1993.

ZAVATINI, J.A. **Estudos do clima no Brasil**. Campinas: Alínea, 2004. 398p.

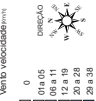
ANEXOS



ANEXO I - Gráfico de ondas (trmco para Guayaquil - RI do ano de 1998 (Tudoor chuvoso)

1998

LEGENDA
Vento velocidad (m/h)



Nebuloidade
(horas)



Sistema atmosférico

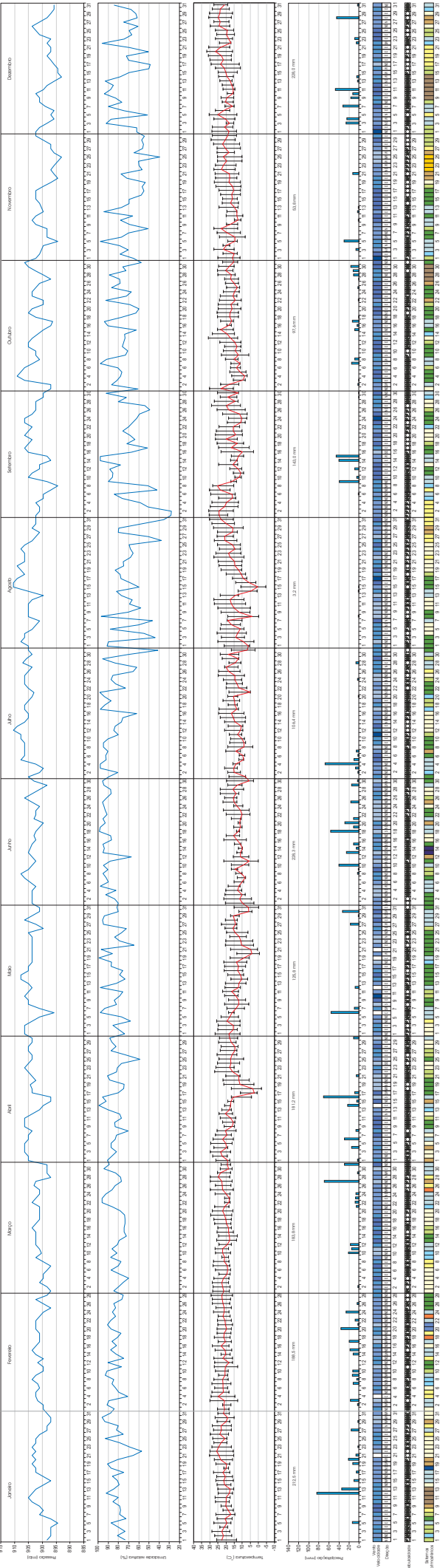
- Trópicos de Arriba
- Trópicos de Abaixo
- Trópicos de Equinoccio
- Subtropicais
- Sistema Polar
- Trópicos

Sistema Frontal

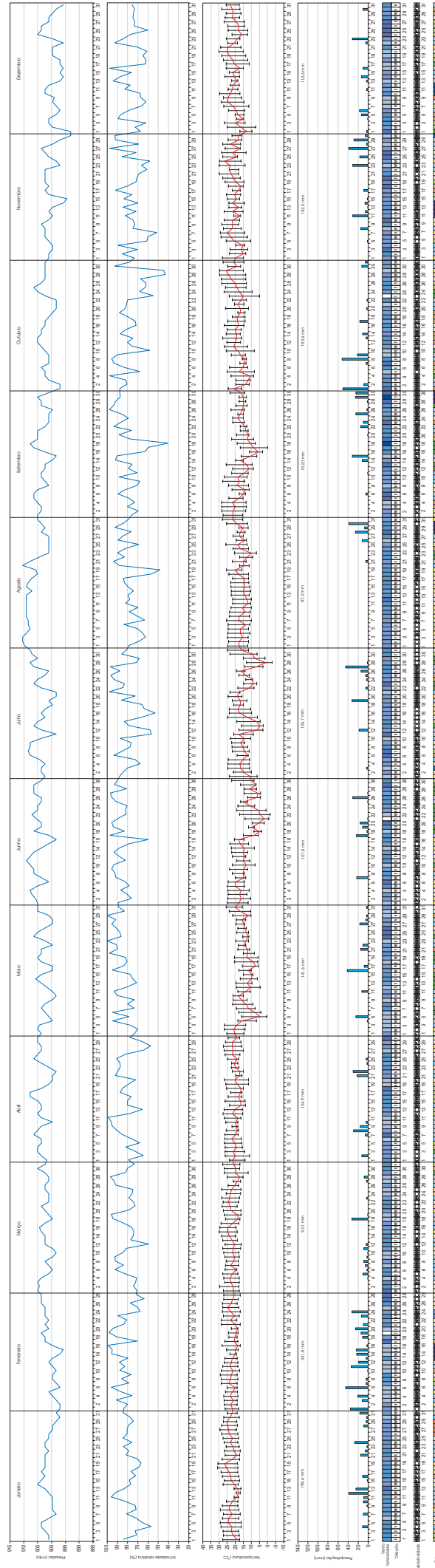
- Frente fria do norte
- Frente fria do sul
- Frente fria do leste
- Frente fria do oeste
- Frente fria do nordeste
- Frente fria do sudoeste
- Frente fria do noroeste
- Frente fria do sudeste
- Frente fria do sudoeste
- Frente fria do noroeste

Sistema Induzido

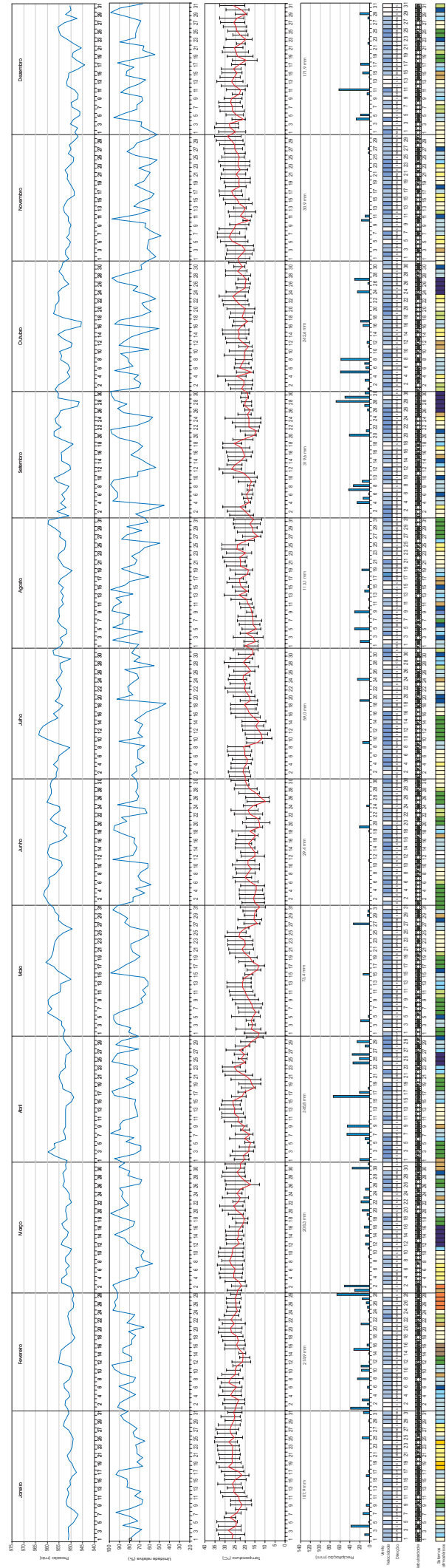
- Frente fria induzida do norte
- Frente fria induzida do sul
- Frente fria induzida do leste
- Frente fria induzida do oeste
- Frente fria induzida do nordeste
- Frente fria induzida do sudoeste
- Frente fria induzida do noroeste
- Frente fria induzida do sudeste
- Frente fria induzida do sudoeste
- Frente fria induzida do noroeste



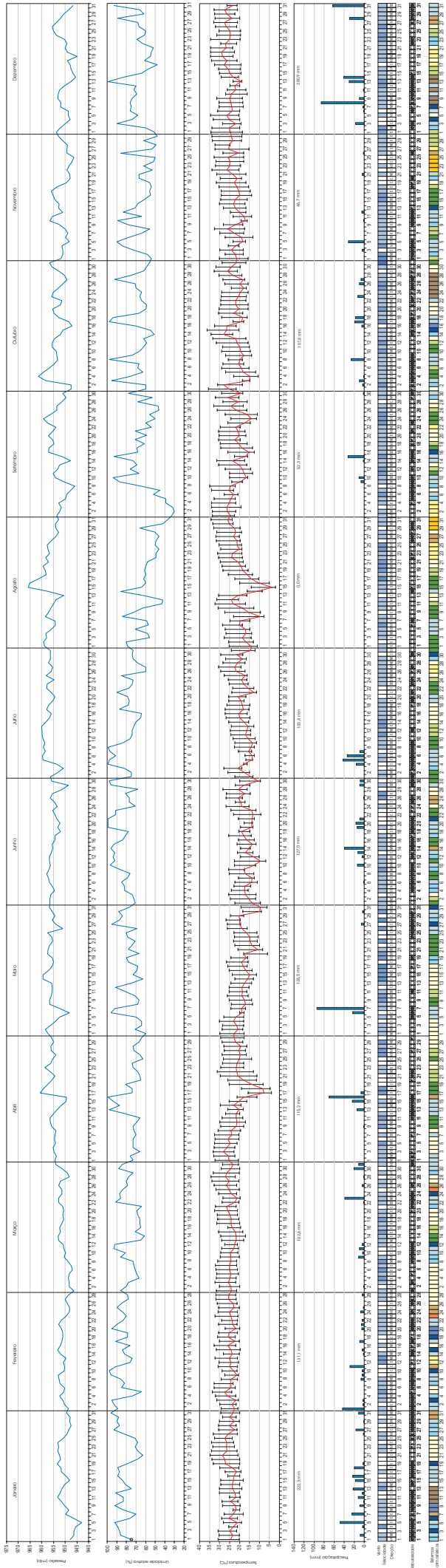
Anexo 2 - Gráfico de análise de dados - Pl. de amo de 1997 (padrão - sec3)



Anexo 3. Gráfico de análise térmica para Guapazano - RI do ano de 2021 (Tudo em radian)



Anexo 4. Gráficos orbitales micos para Montego - Pto. More de 1978 (Pto. Mor. Chusón)



LEGENDA
Vento velocidad (km/h)
 0
 01 a 05
 06 a 11
 12 a 19
 20 a 26
 27 a 35

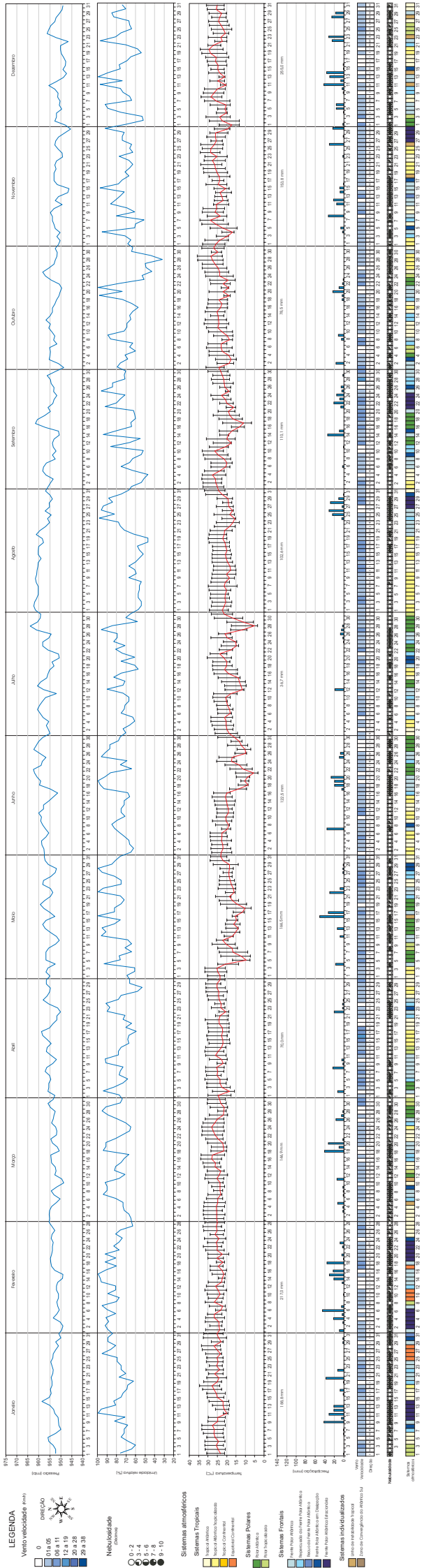
Nebulosidade (oktas)
 0 - 2
 3 - 5
 6 - 8
 9 - 10

Sistema atmosférico
 Zona de alta presión
 Zona de baja presión
 Zona de alta presión
 Zona de baja presión
 Zona de alta presión
 Zona de baja presión
 Zona de alta presión
 Zona de baja presión

Sistema Frontal
 Zona de alta presión
 Zona de baja presión
 Zona de alta presión
 Zona de baja presión
 Zona de alta presión
 Zona de baja presión
 Zona de alta presión
 Zona de baja presión

Sistema individualizado
 Zona de alta presión
 Zona de baja presión
 Zona de alta presión
 Zona de baja presión
 Zona de alta presión
 Zona de baja presión
 Zona de alta presión
 Zona de baja presión

Anexo 5. Gráfico de análise climática para Mangó, no Estado de 1997 (passado seco)



Anexo C - Gráfico de análise climática para Maricopa - 1º de janeiro de 2021 (Tudo de 2021)