

# ANÁLISE SAZONAL E ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IVAÍ – PARANÁ

*Seasonal and spatial analysis of the precipitation in hydrographic basin of Ivaí River – Paraná*

**Aparecido Ribeiro de Andrade<sup>1</sup>**  
**Jonas Teixeira Nery<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup>Universidade Estadual do Centro-Oeste – Unicentro**

**Departamento de Geografia do Campus CEDETEG**

Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03 – CEP 85040-080 – Guarapuava – Paraná

apaandrade@gmail.com

**<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – UNESP**

**Departamento de Geografia, Unidade Diferenciada de Ourinhos.**

Av. Vitalina Marcusso, 1500, CEP 19910-206, Ourinhos - SP

jonas@ourinhos.unesp.br

## RESUMO

A variabilidade climática e, conseqüentemente, a precipitação pluvial são muito citadas atualmente, em tempos que se fala de “mudanças globais”, “aquecimento global”, “desastres antropogênicos”, entre outros termos ligados a questões climáticas, pois pode provocar enchentes e desastres que prejudicam regiões inteiras. Nesse sentido, foram analisados a sazonalidade pluviométrica e seus extremos na bacia hidrográfica do rio Ivaí, que possui uma área de drenagem de aproximadamente 36.000 km<sup>2</sup>, percorrendo uma extensão de 680 km, localizada no Estado do Paraná entre as coordenadas 22°54’S a 25°44’S e 55°44’W a 52°42’W. A influência da chuva para a ocupação antrópica é inegavelmente importante, não menos importante é o papel que esse aspecto climático representa para o meio abiótico e biótico, pois toda a dinâmica de relações entre a fauna e a flora está diretamente relacionada à disponibilidade de água no sistema (nesse caso, a chuva). Os procedimentos metodológicos utilizados durante a pesquisa centraram-se na análise estatística de séries pluviométricas diárias, mensais e anuais, cedidas pela Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental - Suderhsa, órgão vinculado ao Governo do Estado do Paraná. O período de análise escolhido foi de 1975 a 2005, com 38 postos de coleta de dados, distribuídos de forma homogênea em toda a área de pesquisa. O padrão da pluviometria na bacia é explicado, principalmente, por processos convectivos no verão (período úmido) e por entradas de sistemas frontais que provocam chuvas mais homogêneas sobre a bacia (período seco). O que fica bem marcado é a ocorrência de máximos de precipitação nos anos de 1983 e 1997 (El Niño) e de mínimos nos anos de 1977, 1985 e 1988 (La Niña). Enfim, apesar da área de estudo ter sofrido uma alteração significativa em sua paisagem nos últimos 30 anos, o presente estudo indica que não houve interferência significativa no regime pluviométrico.

**Palavras-chave:** Precipitação Pluviométrica. Variabilidade Climática. Sazonalidade. Rio Ivaí.

## ABSTRACT

Climate variability and therefore the rainfall is often cited today, in times to speak of "global change", "global warming", "anthropogenic disasters," among other terms related to climate issues, which may cause floods and disasters that affect entire regions. In this sense, the seasonal rainfall and its extremes in the basin of Ivaí river, which has a drainage area of approximately 36 000 km<sup>2</sup>, covering a length of 680 km, located in the State of Paraná between coordinates 22 ° 54'S 25 ° 44'S and 55 44'W to 52 ° 42'W, were analyzed. Influence of rainfall for the man occupation is undeniably important, not less important is the role that this issue poses to the climate abiotic and biotic environment, because the dynamic relations between the fauna and flora is directly related to the availability of water in system (in this case, rain). The methodological procedures used during the research focused on statistical analysis of rainfall series

daily, monthly and yearly, provided by the Superintendence of Water Resources Development and Environmental Protection Agency - SUDERHSA, an agency linked to the government of Parana. The analysis period chosen was from 1975 to 2005, with 38 stations for data collection, distributed evenly across the search area. The standard rainfall in the basin is explained mainly by convective processes in the summer (wet season) and front system causing more homogeneous rainfall over the basin (dry season). What is well marked is the occurrence of maximum rainfall in the years 1983 and 1997 (El Niño) and minimal in the years 1977, 1985 and 1988 (La Niña). Finally, although the study area have undergone a significant change in your landscape for over thirty years, this study indicates no significant interference in rainfall.

**Keywords:** Pluviometric Precipitation. Climatic variability. Seasonality. Ivaí River.

## 1 INTRODUÇÃO

A variabilidade da precipitação pluvial na bacia hidrográfica do rio Ivaí, localizada no Estado do Paraná, é muito marcada, ainda que a bacia não seja das mais significativas do território brasileiro. A precipitação pluvial é um elemento climático, o qual, utilizando-se de sua mensuração, é possível prever a ocorrência de enchentes, de um lado, e, por outro lado, estiagens que ocasionam problemas sérios como abastecimento de água para as cidades, necessitando-se de racionamentos, que sempre são inconvenientes à economia de uma região.

Essa variabilidade, combinada com a falta de planejamento na ocupação dos espaços urbanos, principalmente, mas que extrapola este limite, englobando as áreas rurais também, culmina em vários tipos de desastres. Neste sentido, a análise pluviométrica com seus extremos é fator considerado de alta relevância no estudo do comportamento pluvial em bacias hidrográficas.

A bacia hidrográfica do rio Ivaí possui uma área de drenagem de, aproximadamente, 36.000 km<sup>2</sup>, e percorre uma extensão de quase 680 km, localizada no Estado do Paraná entre as coordenadas 22°54'S a 25°44'S e 55°44'W a 52°42'W.

Em uma descrição geomorfológica, suas características abrangem uma região de serra (porção da Serra Geral) até a planície de inundação do rio Paraná. Apresenta condições geológicas distintas, pois nasce em uma região de derrames basálticos e deságua em áreas de deposição sedimentar, onde o arenito é a formação rochosa predominante. Enquanto à montante se verifica uma área relativamente

florestada, à jusante a realidade é bem diferente, pois a vegetação natural já foi extinta, restando poucos testemunhos de mata residual. Fica evidente a descontinuidade natural que a referida área de estudo apresenta, sem considerar ainda, a densidade demográfica, que apresenta variações bem marcadas no decorrer de toda a sua extensão (ANDRADE, 2003).

Maack (1981) realizou trabalhos de descrição geográfica em todo o Estado do Paraná, fazendo, principalmente, uma análise de fatores geomorfológicos e climatológicos pioneiros da paisagem em várias regiões desta área do Brasil, inclusive na bacia do rio Ivaí. Desta forma, suas descrições sobre a paisagem natural do Estado do Paraná, como um todo, e da bacia do Ivaí em particular, são referências obrigatórias em trabalhos que tratem sobre a Geografia do Paraná.

O estudo da distribuição sazonal da precipitação pluvial torna-se interessante sob diversos aspectos, mas principalmente aqueles relacionados à dinâmica ambiental e sob a ótica do planejamento e gestão territorial, a fim de mapear a região de estudo, com a consequente delimitação de períodos e de áreas de maior e menor concentração pluviométrica.

A região de estudo apresenta descontinuidades em sua área, tanto em nível de aspectos naturais (solo, vegetação e capacidade hídrica), quanto na ocupação humana. A influência da chuva nas atividades antrópicas é inegavelmente importante, não menos importante é o papel que esse elemento climático representa para o meio abiótico e biótico, pois toda a dinâmica de relações entre a fauna e a flora está diretamente relacionada com a disponibilidade de água no sistema.

As informações sobre os trimestres mais e menos chuvosos foram obtidas por meio de investigações da ocorrência de precipitação no tempo e no espaço. Depois de várias observações, do ponto de vista estatístico, foi possível a delimitação de períodos específicos que serão discutidos no decorrer do trabalho.

Estudos realizados para o Sul do Brasil têm mostrado que o verão está dominado por sistemas convectivos oriundos do deslocamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), mais para o Sul da linha do Equador. Este deslocamento da ZCIT intensifica a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e origina chuvas intensas sobre os Estados de Mato Grosso, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro e Paraná (NERY, 1996).

O ciclo anual de precipitação na região Sul da América do Sul foi estudado por Prohaska (1976), que elaborou uma análise climatológica baseada na dinâmica anual, observada em diferentes zonas e detectou regimes de chuva distintos em função desta onda anual. No caso do Estado do Paraná, em especial da bacia hidrográfica do Ivaí, estes regimes diferenciados estão ligados a uma dinâmica climática específica para determinada localidade. Também se nota que os sistemas convectivos aliados às características orográficas desempenham papel importante na explicação da dinâmica da chuva nessa área de estudo.

A correlação da variabilidade da precipitação pluviométrica, no Estado do Paraná e, conseqüentemente, na bacia do Ivaí, com o fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) já foi estudada por diversos autores, Nery et al. (2002, 2005), Grimm, Barros e Doyle (2000) e Caramori et al. (1994).

Esses trabalhos buscaram a elaboração de uma possível explicação para a distribuição temporal deste fenômeno meteorológico, associado às alterações da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) do Pacífico.

No decorrer deste estudo foi buscada a identificação dessa correlação, segundo a distribuição temporal. Outro objeto estudado

foi a variabilidade temporal da precipitação pluvial na área selecionada, procurando correlacioná-la com períodos de El Niño e La Niña, além de estudar as variabilidades diárias, mensais e interanuais da precipitação pluviométrica na região. Por meio do estudo da variabilidade pluvial, há a possibilidade de diagnosticar algumas situações extremas que orientem o controle de hidroelétricas e formas de preservar a referida bacia de erosões (ANDRADE, 2003).

Souza (2002), ao propor uma regionalização das chuvas para o Estado do Paraná, verificou que a região litorânea e a região Centro-Oeste possuem uma maior quantidade de precipitação, bem como maior variabilidade interanual. A autora realizou, também, uma correlação das anomalias da precipitação pluviométrica com o índice da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) dos Oceanos Pacífico e Atlântico, concluindo que o primeiro apresenta uma relação significativa com a precipitação no Paraná, já o segundo não exerce uma influência tão marcante.

Sant'Anna Neto (1998), ao tratar deste tema, enfatiza que na análise de processos, os agentes que regulam os sistemas habituais devem ser considerados e, principalmente, os seus episódios excepcionais. O autor salienta, ainda, que a topografia, o solo, a drenagem e o regime hídrico interagem com os padrões climáticos dentro de um geossistema, dando uma única configuração para a paisagem.

A caracterização da distribuição das chuvas na área de estudo, para a análise da dinâmica temporal e espacial da precipitação pluvial é o objetivo deste trabalho. Tal análise possibilitou a delimitação de áreas e períodos com maior e menor concentração de chuva, tanto no aspecto da frequência quanto da intensidade.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos metodológicos utilizados durante a pesquisa centraram-se na análise estatística de séries pluviométricas diárias, mensais e anuais, cedidas pela Superintendência de Desenvolvimento de

Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (Suderhsa), órgão vinculado ao Governo do Estado do Paraná. Algumas investigações sobre dados censitários da região também foram utilizadas (IBGE, 2000).

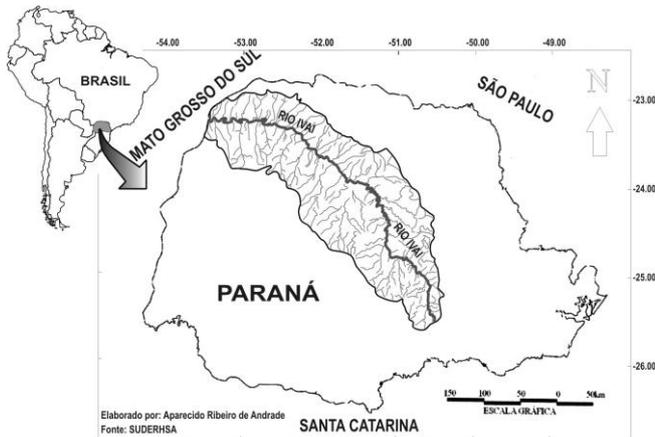
O período de coleta de dados não é o mesmo para todos os postos, mas o período de 1975 a 2005 está contemplado em todos eles. – Tabela 1.

Pode-se observar na Figura 1 a localização da bacia hidrográfica, no Estado do Paraná.

Foram utilizados 38 postos pluviométricos, distribuídos de forma homogênea em toda a área de pesquisa, conforme demonstra a Figura 2 e Tabela 1. A área foi dividida em grupos homogêneos, obtidos da análise multivariada e calculados com base na Tabela 1. Utilizou-se o método de Ward com distância euclidiana, por ser este amplamente utilizado em pesquisas desta magnitude (LEWIS; TORRES, 1992).

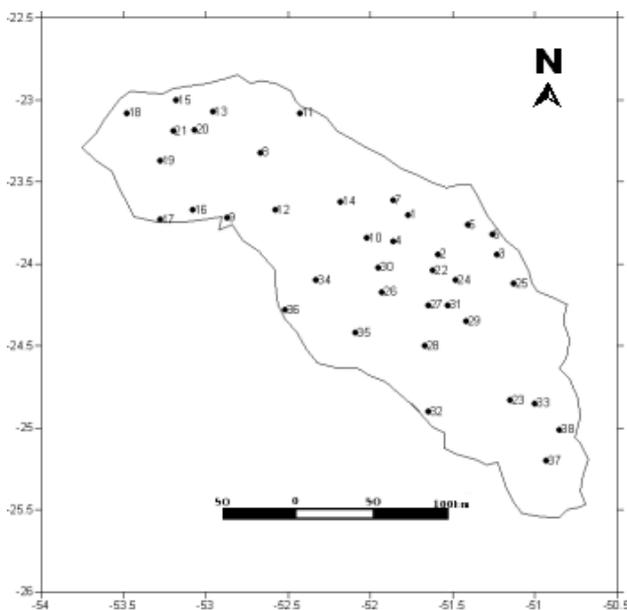
**Tabela 1:** Postos pluviométricos com localização geográfica, altitude e período de coleta dos dados.

ORDEM	POSTO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE (M)	PERÍODO
1	Bom Sucesso	23° 42' 00"	51° 46' 00"	560	1975 a 2005
2	Borrazópolis	23° 56' 27"	51° 35' 16"	600	1975 a 2005
3	Papuã	23° 56' 17"	51° 14' 01"	1016	1975 a 2005
4	São Pedro do Ivaí	23° 51' 51"	51° 51' 30"	404	1975 a 2005
5	Rio Bom	23° 45' 50"	51° 24' 39"	648	1975 a 2005
6	São José	23° 49' 37"	51° 15' 59"	860	1975 a 2005
7	São Miguel do Cambuí	23° 36' 35"	51° 51' 36"	372	1975 a 2005
8	Porto Paraíso do Norte	23° 19' 00"	52° 40' 00"	250	1953 a 2005
9	Tapejara	23° 43' 00"	52° 52' 00"	470	1968 a 2005
10	Bela Vista do Ivaí	23° 50' 53"	52° 01' 42"	420	1975 a 2005
11	Estação Criação do Estado	23° 04' 59"	52° 25' 59"	480	1974 a 2005
12	Cianorte	23° 40' 00"	52° 34' 59"	530	1972 a 2005
13	Comur	23° 04' 38"	52° 57' 33"	362	1975 a 2005
14	Sítio Floresta	23° 37' 00"	52° 10' 59"	300	1975 a 2005
15	Santa Isabel do Ivaí	23° 00' 00"	53° 10' 59"	400	1958 a 2005
16	Cruzeiro do Oeste	23° 46' 40"	53° 04' 56"	480	1969 a 2005
17	Umuarama	23° 43' 59"	53° 16' 59"	480	1974 a 2005
18	Querência do Norte	23° 04' 59"	53° 28' 59"	360	1975 a 2005
19	Douradina	23° 22' 00"	53° 16' 59"	450	1975 a 2005
20	Aparecida do Ivaí	23° 10' 59"	53° 04' 00"	300	1975 a 2005
21	Novo Porto Taquara	23° 11' 13"	53° 12' 05"	470	1975 a 2005
22	Ubá do Sul	24° 02' 59"	51° 37' 00"	380	1968 a 2005
23	Tereza Cristina	24° 49' 59"	51° 09' 00"	550	1957 a 2005
24	Porto Monteiro	24° 06' 00"	51° 28' 59"	625	1974 a 2005
25	Pinhalzinho	24° 07' 00"	51° 07' 59"	750	1975 a 2005
26	Barra Ribeirão Raposo Tavares	24° 04' 00"	51° 55' 59"	330	1966 a 2005
27	Ivaiporã	24° 15' 00"	51° 39' 00"	360	1956 a 2005
28	Mamonel Ribas	24° 30' 00"	51° 40' 00"	972	1966 a 2005
29	Porto Espanhol	24° 21' 00"	51° 25' 00"	600	1966 a 2005
30	Barbosa Ferraz	24° 01' 00"	51° 57' 00"	320	1975 a 2005
31	Jacutinga	24° 15' 00"	51° 31' 59"	720	1975 a 2005
32	Caraquinhos	24° 54' 30"	51° 39' 28"	906	1975 a 2005
33	Bairro da Imbuia	24° 52' 00"	51° 00' 00"	1000	1975 a 2005
34	Barragem Mourão	24° 06' 00"	52° 19' 59"	615	1974 a 2005
35	Iretama	24° 25' 00"	52° 05' 59"	650	1974 a 2005
36	Mamborê	24° 16' 59"	52° 31' 00"	702	1966 a 2005
37	Rio dos Patos	25° 12' 00"	50° 55' 59"	690	1937 a 2005
38	Ivaí	25° 01' 00"	50° 51' 00"	850	1975 a 2005



**Figura 1:** Delimitação da bacia hidrográfica do rio Ivaí no Estado do Paraná.

**Fonte:** Elaborado por Aparecido Ribeiro de Andrade (2011), a partir de base cartográfica da SUDERHSA.



**Figura 2:** Mapa de localização dos postos pluviométricos.

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2011), com base em dados cedidos pela SUDERHSA

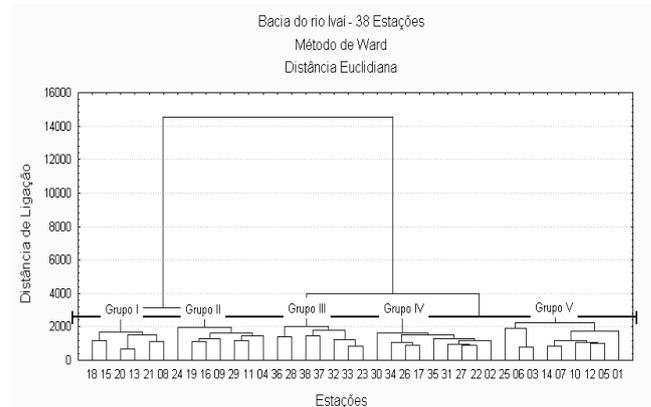
O cálculo do Índice de Irregularidade Meteorológica (IIM) foi obtido utilizando da equação

$$(X_i - \bar{X}), \quad (1)$$

em que  $X_i$  é o valor da precipitação mensal ou anual e  $\bar{X}$  é a média da precipitação em todo o período estudado.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O dendograma obtido está representado na Figura 3, podendo-se observar que o corte realizado subjetivamente determinou a existência de cinco grupos homogêneos.



**Figura 3:** Dendograma dos grupos homogêneos, segundo o método de Ward.

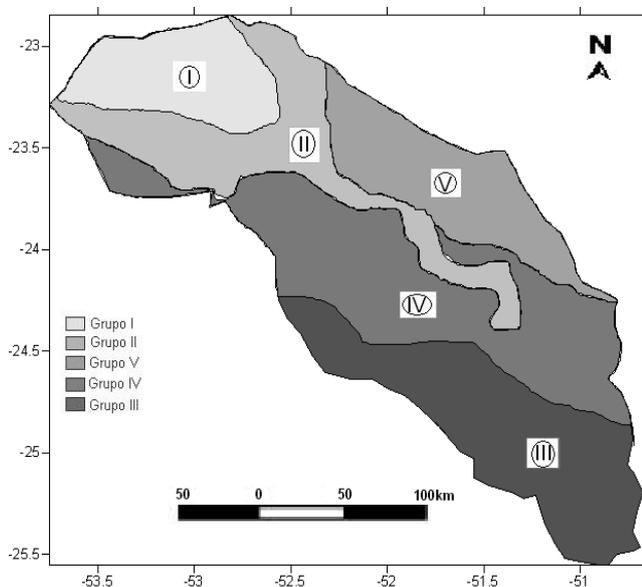
**Fonte:** Elaborado pelos autores (2011), com base em dados cedidos pela SUDERHSA

Os grupos homogêneos identificados por esta técnica representam então a distribuição espacial da variável estudada (chuva), demonstrando um comportamento similar dentro de cada grupo, com base em dados pluviométricos totais anuais. Depois de separados os grupos dentro da área de estudo, foi possível visualizá-los utilizando do mapa mostrado na Figura 4.

As áreas de abrangência de cada um dos grupos homogêneos foram delimitadas pelos tons de cinza, o que possibilitou a visualização da distribuição espacial dos mesmos. Este procedimento se mostrou bastante didático na tentativa de entender como está distribuída a chuva na área de estudo, pois uma área tão extensa não apresenta uma característica única em sua distribuição.

Cada um dos grupos apresenta, então, características similares na intensidade e na frequência da ocorrência de precipitação, tal similaridade foi confirmada pelos parâmetros estatísticos aplicados aos dados de precipitação selecionados. Contudo, o objetivo deste trabalho não é a discussão desta distribuição, por isso não será abordada nenhuma

consideração mais aprofundada sobre este aspecto, pois o mesmo já foi amplamente tratado em trabalho de dissertação de mestrado, desenvolvido no programa de Pós-graduação em Geografia da UEM, enfocando a variabilidade da precipitação pluviométrica na bacia do Ivaí (ANDRADE, 2003).



**Figura 4:** Área de estudo com a delimitação dos grupos homogêneos.

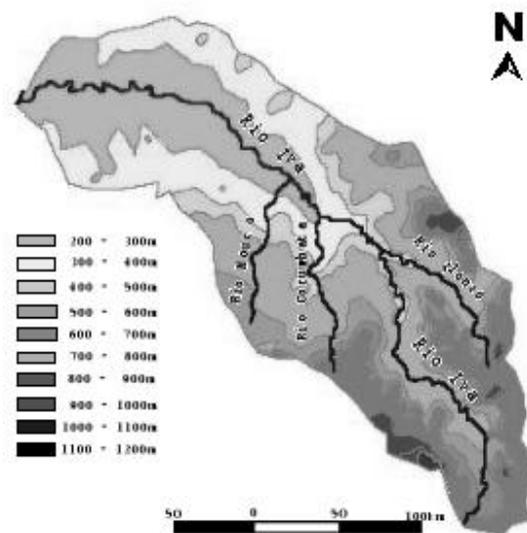
**Fonte:** Elaborado pelos autores (2011), com base em dados cedidos pela SUDERHSA

A distribuição espacial só foi abordada aqui por ter apresentado uma característica que durante o trabalho de Mestrado não foi notada, provavelmente pelo enfoque geral abordado e pela estrutura do banco de dados disponível à época, tanto relacionado ao período de estudo, quanto à quantidade e localização dos postos de coleta de dados.

Essa nova característica notada se trata da semelhança dos contornos da área de cada grupo com os contornos do relevo da bacia hidrográfica. Pela confrontação da Figura 4 com a Figura 5 (mapa hipsométrico), verifica-se a semelhança das áreas dos grupos com as alternâncias do relevo.

Por essa comparação é possível afirmar que a distribuição dos grupos homogêneos está fortemente vinculada com a estrutura do relevo. As áreas dos grupos homogêneos se sucedem de forma muito parecida com as do relevo, pois conforme o relevo sofre variações,

as características dos grupos também se modificam. Isto leva à conclusão de que o comportamento pluviométrico está vinculado à orografia da área de estudo, de forma incontestável.



**Figura 5:** Mapa hipsométrico da bacia do rio Ivaí.

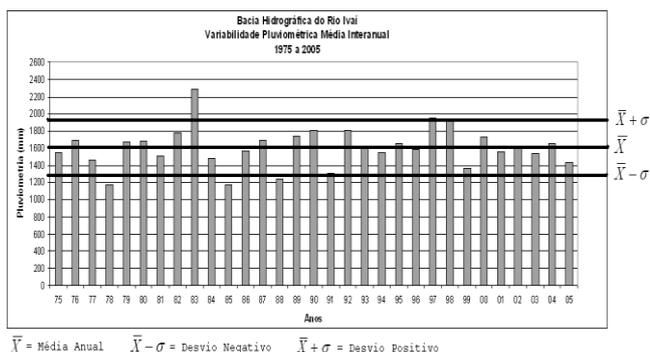
**Fonte:** Elaborado pelos autores (2011), com base em dados cedidos pela SUDERHSA

Depois das considerações acima, tratando mais especificamente da distribuição espacial das chuvas na área de estudo, passou-se então a investigar a sazonalidade deste fenômeno, ou seja, como as chuvas se distribuem numa escala temporal.

Diante das afirmações identificadas no referencial teórico, buscou-se uma investigação da sazonalidade da precipitação para a bacia hidrográfica do Ivaí, partindo do estudo de dados diários e mensais. O primeiro resultado encontrado foi o comportamento interanual da precipitação, representado na Figura 6.

É possível identificar no gráfico apresentado na Figura 6 que a média de chuva anual é de 1.606 mm, enquanto o desvio-padrão é de 333 mm, representados pelas linhas traçadas. Nota-se, então, que os anos fora do padrão considerado normal são 1977, 1985 e 1988, com desvios negativos

significativos e os anos de 1983 e 1997, com desvios positivos.



**Figura 6:** Gráfico da variabilidade interanual da precipitação da bacia do Ivaí.

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2011), com base em dados cedidos pela SUDERHSA

Dessa maneira, identificam-se apenas cinco anos dentro de um período de 31 anos com variações fora do normal e a explicação mais aceita para tais eventos é a ocorrência do El Niño Oscilação Sul (ENOS), pois em todos os anos apontados ocorreram este fenômeno. Isso demonstra uma anomalia na precipitação sem, no entanto, apontar uma tendência para mudança climática, pois tal realidade não se repetiu em anos posteriores aos identificados como anos de ENOS (TRENBERTH, 1995 e 1997).

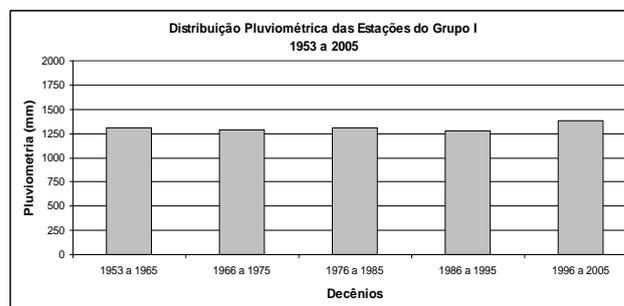
A tendência pluviométrica deve ser analisada buscando-se entender a chuva na região e, subjetivamente, associá-la a processos naturais e sociais atuantes. Estes processos podem estar associados tanto ao crescimento das cidades dentro dos limites da área de estudo, quanto à diversificação da vegetação.

A chuva é um componente muito importante do ciclo hidrológico. Esta sofre a interferência significativa com a falta ou diminuição de árvores e bosques secundários, o que faz diminuir a evapotranspiração e, conseqüentemente, a formação de nuvens, além de incentivar o escoamento superficial, dificultando a infiltração e o acúmulo de água no sistema.

Depois da definição das características de variabilidade interanual para a área de estudo como um todo, analisou-se a dinâmica

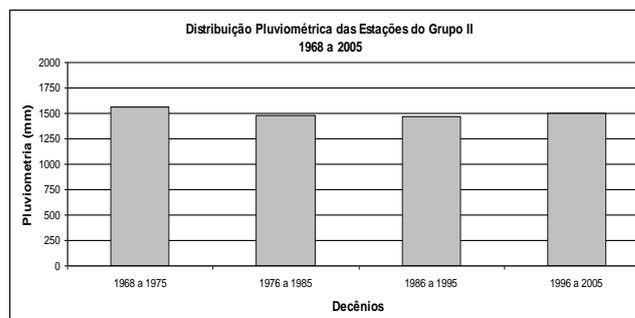
de acordo com a espacialidade apontada na definição dos grupos homogêneos. Desta forma, os grupos foram estudados separadamente, com a finalidade de uma análise mais criteriosa do comportamento interanual de acordo com as características de cada grupo.

Os resultados obtidos estão representados nas Figuras 7, 8, 9, 10 e 11.



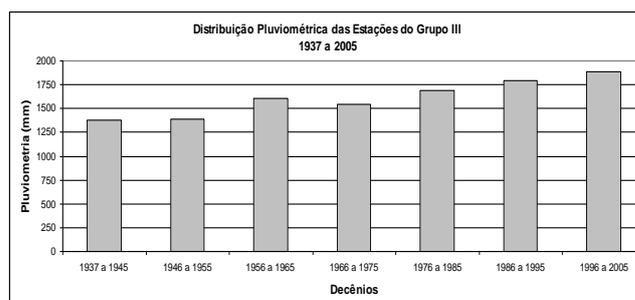
**Figura 7:** Distribuição pluviométrica interanual das estações do Grupo I.

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2011), com base em dados cedidos pela SUDERHSA



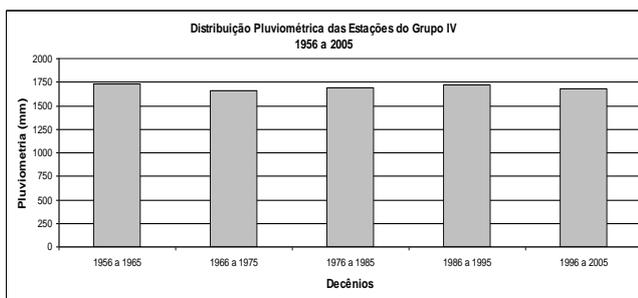
**Figura 8:** Distribuição pluviométrica interanual das estações do Grupo II.

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2011), com base em dados cedidos pela SUDERHSA



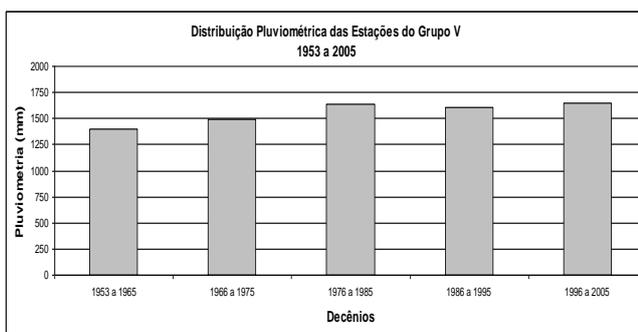
**Figura 9:** Distribuição pluviométrica interanual das estações do Grupo III.

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2011), com base em dados cedidos pela SUDERHSA



**Figura 10:** Distribuição pluviométrica interanual das estações do Grupo IV.

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2011), com base em dados cedidos pela SUDERHSA



**Figura 11:** Distribuição pluviométrica interanual das estações do Grupo V

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2011), com base em dados cedidos pela SUDERHSA

As Figuras 7 a 11 apresentam a variabilidade dentro do período de estudo, para cada um dos grupos homogêneos. Pode-se observar a diferenciação de uma área em relação à outra, que está associada à posição da bacia, à orografia da área de estudo e à dinâmica climática que interferem na chuva, dentro da área de estudo.

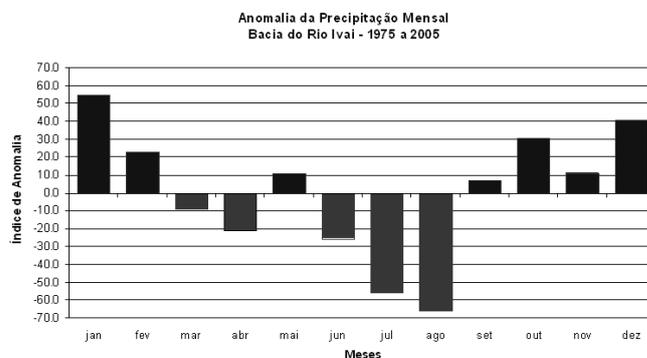
A orografia representa papel importante na variabilidade pluviométrica da área, pois o Grupo I (representado na Figura 7 e localizado na foz do rio Ivaí, com terrenos mais planos e menores cotas altimétricas) possui menores alturas pluviométricas, mas o comportamento da variabilidade é parecido com os outros.

Da mesma forma, o Grupo II (Figura 8), que apresenta maiores alturas pluviométricas, também não apresenta variabilidade distinta dos outros grupos, mas localiza-se em regiões um pouco mais acidentadas do médio curso do rio Ivaí e com maiores altitudes.

Os Grupos III, IV e V, localizados em áreas mais próximas da montante e com cotas altimétricas mais expressivas, apresentam maior quantidade de chuva, mas novamente a tendência da variabilidade é parecida com os primeiros grupos.

Na análise decenal dos grupos homogêneos também foi possível identificar uma relação marcante da pluviometria com a orografia, ou seja, quanto maior a altitude e mais acidentado o terreno, maior a concentração da chuva, mas isso não altera a tendência de aumento na precipitação e o comportamento de sua variabilidade.

A Figura 12 possibilita discutir a variabilidade mensal da precipitação pluvial em toda a área de estudo. Alguns meses apresentaram anomalias positivas (principalmente janeiro e dezembro) e outros meses, com anomalias negativas bem marcadas, tais como: junho, julho e agosto. Nos demais meses, os valores das anomalias estiveram dentro do desvio-padrão, em toda a bacia, para o período de estudo. Como esse cálculo foi realizado para todos os dados de chuva desta bacia, buscou-se, através das anomalias para cada uma das áreas homogêneas, encontrar-se maior detalhe dessa variabilidade (Figuras 13, 14, 15, 16 e 17). Pode-se observar, com base nessas figuras, que não há marcada variabilidade mensal entre os grupos, na análise mensal. Desta forma, as variabilidades são mais evidentes de ano para ano.



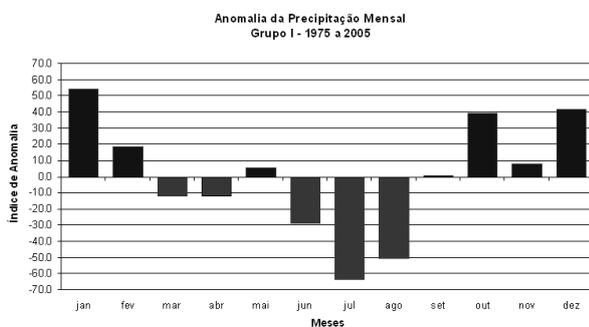
**Figura 12:** Anomalia da precipitação para a área de estudo.

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2011), com base em dados cedidos pela SUDERHSA

Todos os grupos homogêneos apresentam distribuição sazonal da precipitação bem parecida, apesar de terem características próprias, principalmente no aspecto da variabilidade espacial da precipitação, o que foi comprovado pelo Método de Ward, utilizado como parâmetro estatístico na separação dos mesmos. Entretanto, não foi possível identificar diferenciação temporal significativa.

Para toda a área de estudo, nota-se que os meses com anomalias positivas mais significativas estão centrados no verão (janeiro e dezembro), já os meses com anomalias negativas estão centrados no inverno (julho e agosto).

Os grupos analisados separadamente, apresentam certas semelhanças em tal evento. Para o Grupo I (Figura 13), as características notadas para toda a área de estudo praticamente se repetem.



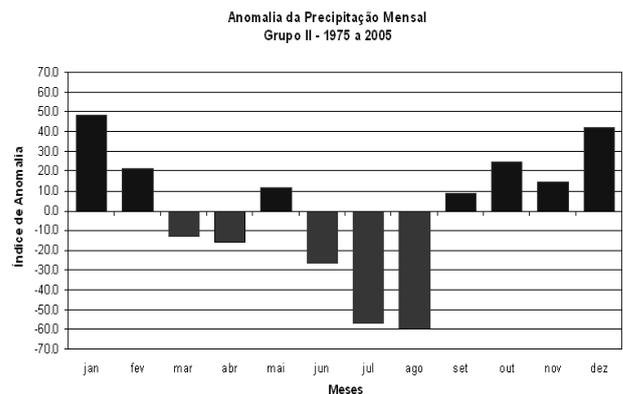
**Figura 13:** Anomalia da precipitação para o Grupo I.

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2011), com base em dados cedidos pela SUDERHSA

Na análise do Grupo II (Figura 14), nota-se que os valores de anomalias, tanto positivas quanto negativas são menores. No entanto, repete-se o comportamento das anomalias anteriores, ou seja, os meses com anomalias negativas centram-se no inverno, enquanto os meses com anomalias positivas estão no verão.

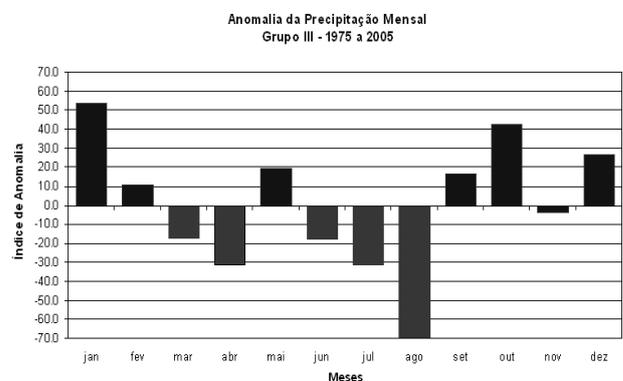
Para o Grupo III (Figura 15), é possível notar uma variabilidade mais significativa, pois as anomalias positivas e negativas estão mais dispersas. Agosto é o mês que apresenta concentração bem mais marcada em relação aos outros meses, enquanto as anomalias

positivas se distribuem de forma mais homogênea no ano, apesar do mês de dezembro se destacar com maiores anomalias.



**Figura 14:** Anomalia da precipitação para o Grupo II.

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2011), com base em dados cedidos pela SUDERHSA



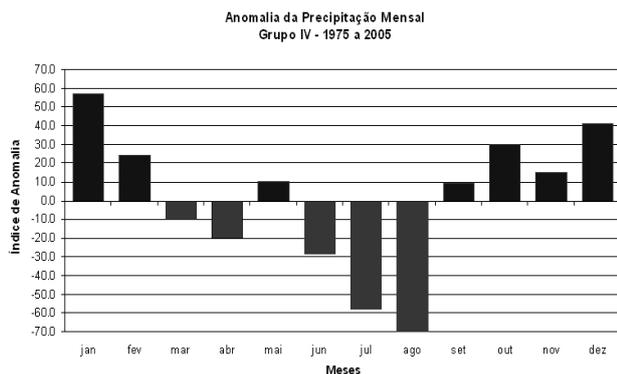
**Figura 15:** Anomalia da precipitação para o Grupo III.

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2011), com base em dados cedidos pela SUDERHSA

Já na análise dos Grupos IV e V (Figuras 16 e 17), volta-se a encontrar a ocorrência de anomalias positivas e negativas muito parecidas com aquelas encontradas na área de estudo como um todo.

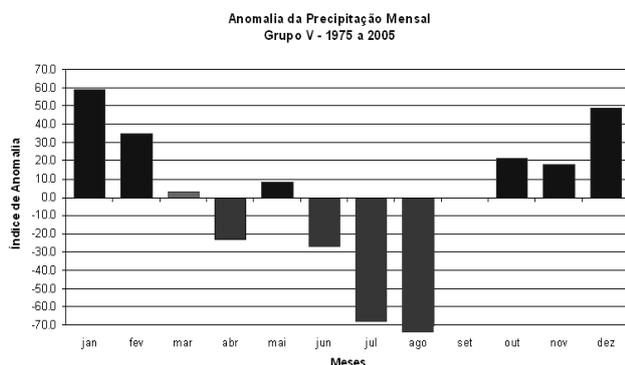
Na Figura 18 é mostrado o cálculo do Índice de Irregularidade Meteorológica (IIM), que possibilita analisar a irregularidade das chuvas na área de estudo. Conforme demonstrado na figura, pode-se observar que a bacia não apresenta marcada irregularidade da chuva, dentro do período de análise. Dessa forma, a chuva se distribui de maneira regular,

ou seja, seu comportamento está dentro dos limites estatísticos considerados normais.



**Figura 16:** Anomalia da precipitação para o Grupo IV.

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2011), com base em dados cedidos pela SUDERHSA

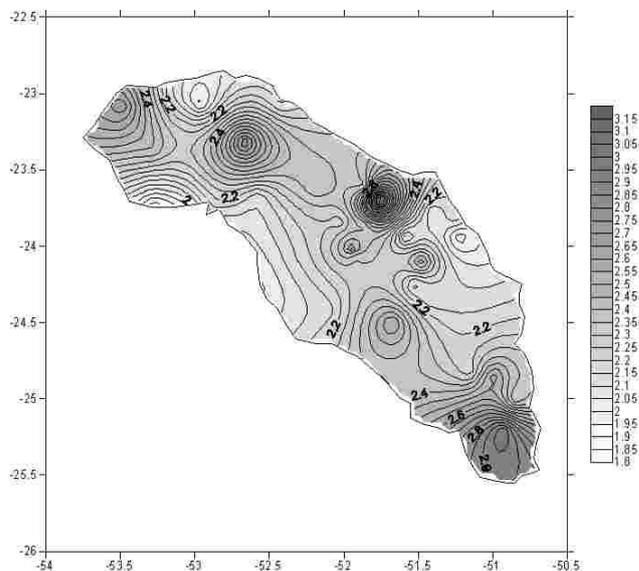


**Figura 17:** Anomalia da precipitação para o Grupo V.

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2011), com base em dados cedidos pela SUDERHSA

Essa marcada irregularidade, quando ocorre, está associada à dinâmica característica da região Sudeste, onde no verão a entrada de sistemas convectivos provenientes da Amazônia carrega umidade para a parte central do Brasil, principalmente para esta região (Sudeste). Além disso, a forte incidência solar provoca o surgimento de sistemas convectivos isolados que forçados pela entrada de sistemas frontais, provenientes do Sul da América do Sul, provocam a ascensão da umidade presente nesta região abruptamente, gerando chuvas intensas, características da primavera e verão, nas regiões Sul e Sudeste brasileiro.

O procedimento seguinte se centrou na análise da sazonalidade da precipitação pela análise de dados mensais, ou seja, procurou-se a obtenção dos meses mais chuvosos e os menos chuvosos. Para tanto se calculou primeiramente as médias e medianas para todo o período, conforme Tabela 2.



**Figura 18:** Distribuição do IIM para a área de estudo (dados anuais: período de 1975 a 2005).

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2011), com base em dados cedidos pela SUDERHSA

**Tabela 2:** Identificação dos meses mais secos e mais chuvosos

Maiores Médias	Menores Médias	Maiores Medianas	Menores Medianas
janeiro (29 postos)	agosto (26 postos)	janeiro (32 postos)	agosto (33 postos)
dezembro (07 postos)	julho (12 postos)	fevereiro (03 postos)	abril (01 posto)
outubro (02 postos)		agosto (01 posto)	julho (03 postos)
		outubro (02 postos)	outubro (01 posto)

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2011), com base em dados cedidos pela SUDERHSA

Analisando a Tabela 2 é possível identificar que o mês de janeiro é o mais chuvoso, pois tanto no cálculo das médias como das medianas, este mês surge como o mais chuvoso. No cálculo da média, janeiro é o mês mais chuvoso em 29 dos 38 postos de coleta de dados, no caso da mediana, ele aparece em 32 dos 38 postos. Os meses de

fevereiro, agosto, outubro e dezembro também surgem com médias e medianas mais significativas em alguns postos.

Com relação aos meses menos chuvosos (Tabela 2), o mês de agosto é o mais significativo, tanto no cálculo das médias quanto das medianas, apresentando 26 postos no primeiro cálculo e 33 postos no segundo. Os meses de abril, julho e outubro também aparecem, nesta análise, como meses com pouca chuva dentro do período, em alguns postos.

Neste contexto, foi possível constatar que o mês menos chuvoso é **agosto** e o mês mais chuvoso é **janeiro**, o que indica um verão chuvoso e um inverno com menos chuva. As constatações de inverno menos chuvoso e verão mais chuvoso, justificam-se pela identificação dos meses em que tais eventos ocorrem. Janeiro e agosto podem ser considerados meses representativos de verão e inverno, respectivamente, para o Hemisfério Sul.

No mesmo sentido, ou seja, procurando confirmar a identificação do mês com maior ou menor pluviosidade, foi analisada a ocorrência de mínimos e máximos na altura pluviométrica, conforme demonstrado na Tabela 3.

**Tabela 3:** Ocorrência de mínimos e máximos da precipitação.

Mínimas	Máximas
ago (34 postos)	jan (23 postos)
jun (27 postos)	mai (12 postos)
jul (24 postos)	dez (03 postos)
abr (22 postos)	out (02 postos)

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2011), com base em dados cedidos pela SUDERHSA

Novamente foi constatado que o mês de agosto é o que apresente menos chuva e o mês de janeiro o mais chuvoso, confirmando então os resultados obtidos por meio do cálculo de médias e medianas. Salienta-se que o total de postos com mínimas e máximas não são exatamente 38, pela não ocorrência de mínimas, em vários postos, no mesmo mês,

simultaneamente, fato que ocorreu também na obtenção das máximas, mas com menos frequência.

Outro parâmetro estatístico utilizado foi o da dispersão (desvios-padrão e coeficientes de variação – CV), buscando a compreensão da variabilidade pluviométrica (Tabela 4).

A Tabela 4 indica que o mês com maior desvio-padrão é o de maio, enquanto o mês de julho é o que apresenta o menor desvio na maioria dos postos. Com relação ao cálculo dos coeficientes de variação, o mês de agosto é o que apresenta maiores coeficientes em grande parte dos postos, enquanto o mês de dezembro apresenta menores CVs. Tais resultados levam à conclusão de que o período mais seco apresenta menores desvios e maiores CVs, ou seja, maior variabilidade relativa, enquanto o período chuvoso apresenta maiores desvios e menores CVs (menores variabilidades relativas).

**Tabela 4:** Identificação das maiores e menores dispersões (variabilidades)

Maiores Desvios	Menores Desvios	Maiores CVs	Menores CVs
maio (30 postos)	julho (25 postos)	agosto (29 postos)	dezembro (22 postos)
Janeiro (07 postos)	agosto (13 postos)	maio (05 postos)	outubro (08 postos)
dez (01 posto)		março (02 postos)	janeiro (03 postos)
		junho (01 posto)	agosto (02 postos)
		julho (01 posto)	março (02 postos)
			fevereiro (01 posto)

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2011), com base em dados cedidos pela SUDERHSA

Salienta-se, no entanto, que os meses identificados pelos cálculos dos desvios e dos CVs não são os mesmos considerados mais ou menos chuvosos, ocorrendo certo deslocamento sazonal, apesar de coincidirem com períodos de maiores e menores temperaturas também, ou seja, que precede o inverno, apresentando maiores desvios, enquanto julho, já no inverno, tem desvios menores. No cálculo dos CVs, essa relação se

inverte, pois o mês de agosto, no meio do inverno, apresenta maiores CVs, enquanto dezembro, no início do verão, apresenta menores CVs.

Os coeficientes de variação apresentaram as variabilidades relativas, identificando maior variabilidade no mês mais seco (agosto) e menor variabilidade no mês mais chuvoso (dezembro).

Também foi possível realizar um estudo da variabilidade da precipitação na bacia pela análise de algumas séries mais longas, o que propiciou a comparação em dois períodos climatológicos distintos, tentando-se identificar a possibilidade de flutuação climática entre um período e outro, ou seja, períodos mais secos ou mais úmidos, dentro da área de estudo.

Para tanto, foram escolhidos os postos pluviométricos disponíveis na base de dados, que contemplassem um período de coleta próximo de 50 anos de dados, Tabela 5 e Figura 19.

**Tabela 5:** Postos Pluviométricos com base de dados superiores a 50 anos

Ordem	Posto	Período
8	Porto Paraíso do Norte	1953 a 2005
15	Santa Isabel do Ivaí	1958 a 2005
23	Tereza Cristina	1957 a 2005
27	Ivaiporã	1956 a 2005
37	Rio dos Patos	1937 a 2005

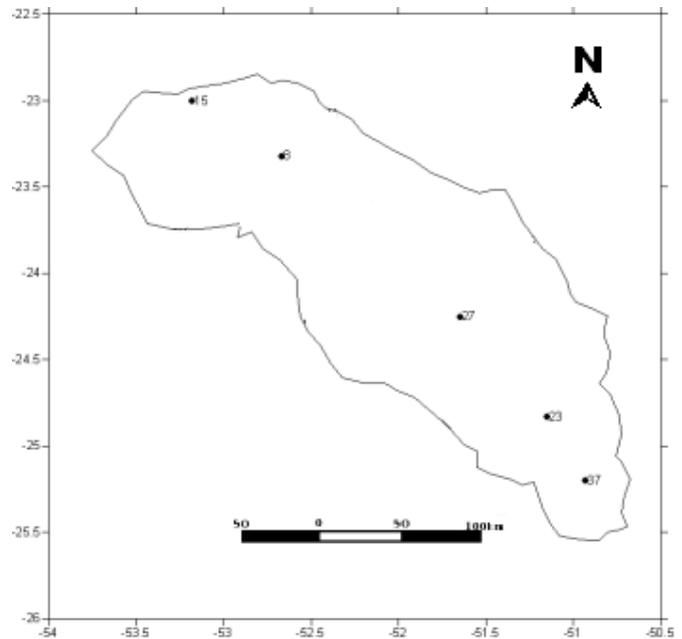
**Fonte:** Elaborado pelos autores (2011), com base em dados cedidos pela SUDERHSA

Nota-se, na Figura 19, que os postos selecionados contemplam a área da bacia de forma relativamente homogênea, pois os mesmos distam cerca de 50 km entre si, seguindo o curso do rio principal. Exceção feita para a área central da bacia (entre as Estações 27 e 8).

A Figura 20 apresenta um gráfico de comportamento médio mensal para a precipitação em todas as séries (postos) selecionadas. Nota-se claramente que todos os postos apresentam uma distribuição sazonal bem parecida.

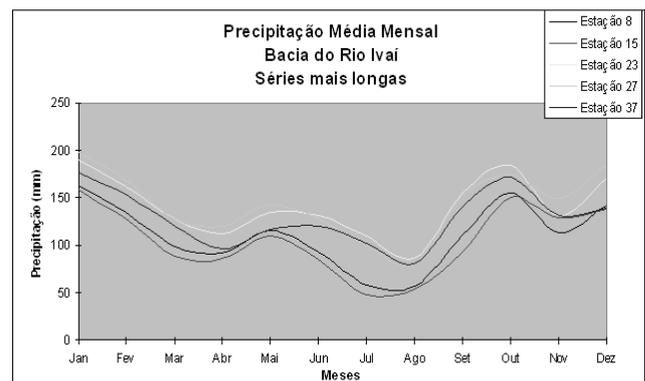
Apesar de as séries apresentarem dados coletados em um período aproximado de 50

anos, os meses mais chuvosos e os mais secos continuam a ser os mesmos para todos os postos. Assim, julho e agosto continuam a ser secos, enquanto dezembro e janeiro permanecem como os meses mais chuvosos.



**Figura 19:** Distribuição espacial dos postos pluviométricos com dados superiores a 50 anos.

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2011), com base em dados cedidos pela SUDERHSA



**Figura 20:** Distribuição da precipitação média mensal para 5 postos com períodos de coleta de dados próximo de 50 anos, conforme Tabela 5.

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2011), com base em dados cedidos pela SUDERHSA

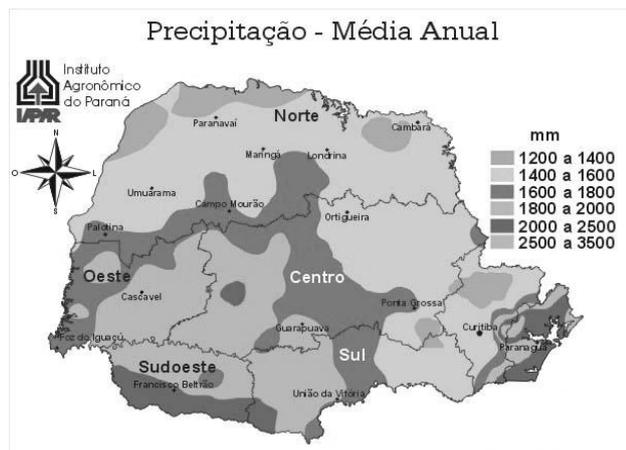
A distribuição média mensal da precipitação para os postos de Porto Paraíso do Norte, Santa Isabel do Ivaí, Tereza Cristina, Ivaiporã e rio dos Patos, foram eleitas para a melhor interpretação da dinâmica temporal da área de estudo.

Essas estações apresentam as séries mais longas de dados pluviométricos, podendo ser divididas em dois períodos de aproximadamente 25 anos cada um.

Ao se analisarem os períodos climatológicos nos postos selecionados, nota-se um comportamento bem parecido, ou seja, o segundo período apresenta uma tendência de aumento da precipitação média em praticamente todos os meses do ano.

Da mesma forma, a variabilidade apresentada segue o padrão de todas as análises realizadas, ou seja, tanto em períodos menores, quanto em períodos mais longos, a concentração da chuva continua ocorrendo no verão, ao passo que no inverno ocorrem secas mais pronunciadas.

As Figuras 21 a 23 demonstram os valores de precipitação para todo o Estado do Paraná. É possível notar que nas médias anuais a região Central do Estado, com boa representatividade para a da área da bacia do Ivaí, possui pluviometria que varia de 1.600 a 1.800 mm anuais.

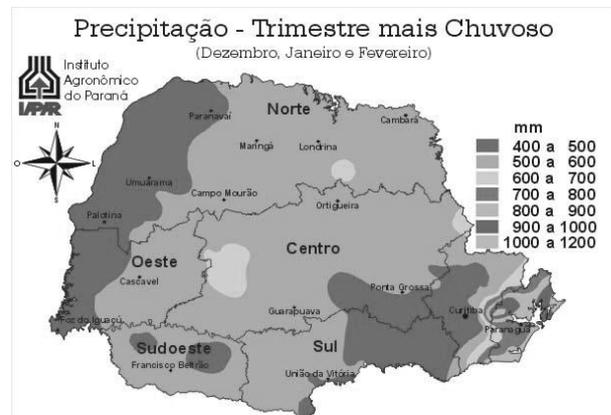


**Figura 21:** Distribuição da precipitação média anual para o Estado do Paraná.  
**Fonte:** Caviglione et al., (2000, p 10).

O valor médio anual identificado para a área de estudo é de 1.606 mm (Figura 6), por isso percebe-se que a área da bacia do rio Ivaí está influenciando a dinâmica climática em uma grande extensão do Estado do Paraná. As análises realizadas constataram que a parte mais à jusante da bacia (Noroeste do Paraná),

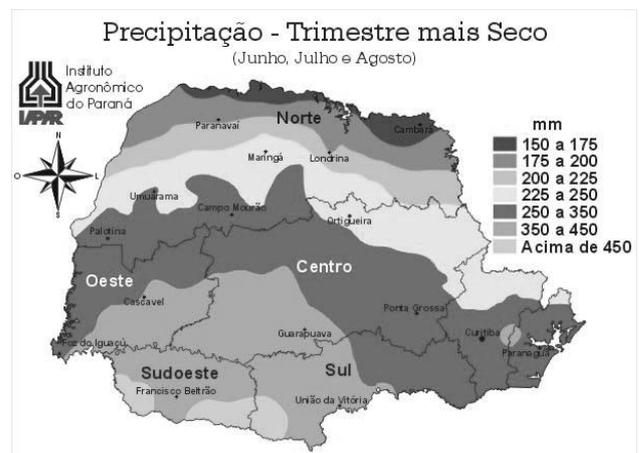
possui médias pluviométricas inferiores, o que pode ser confirmado na Figura 21.

A Figura 22, por sua vez, representa o trimestre chuvoso para o Estado do Paraná, onde é possível verificar que a precipitação é bem distribuída em todo o Estado, variando de 400 a 700 mm de precipitação nos limites da bacia do rio Ivaí.



**Figura 22:** Distribuição da precipitação média do verão para o Estado do Paraná.  
**Fonte:** Caviglione et al., (2000, p. 13).

Por fim, a Figura 23 demonstra a variabilidade espacial da precipitação para o trimestre mais seco no Paraná. Novamente, a área de abrangência da bacia do Ivaí tem pouca variabilidade, pois as médias ficam no intervalo entre 225 a 350 mm.



**Figura 23:** Distribuição da precipitação média do inverno para o Estado do Paraná.  
**Fonte:** Caviglione et al., (2000, p. 14).

A comparação dos dados de precipitação dos meses menos chuvosos e os

meses mais chuvosos para a bacia do Ivaí, com a distribuição espacial para todo o Estado do Paraná, confirma que o verão é mais chuvoso, com influência de chuvas convectivas, principalmente. Entretanto, no inverno, além de chover menos, ocorre boa distribuição espacial das precipitações, proveniente de chuvas frontais.

Assim, é facilmente notado que a bacia hidrográfica do rio Ivaí acompanha a dinâmica regional paranaense. Essa dinâmica demonstra forte contraste de área de transição de um clima tipicamente tropical (mais ao Norte), com um clima subtropical úmido (mais ao Sul).

#### 4 CONCLUSÕES

O padrão pluviométrico na bacia é explicado, principalmente, por processos convectivos, associados a sistemas frontais, no verão (período mais chuvoso), bem como por entradas de sistemas frontais que provocam chuvas mais homogêneas sobre a bacia (período menos chuvoso).

Quanto à variabilidade interanual na bacia, a precipitação pluviométrica é homogênea, ocorrendo aumento/diminuição significativa em anos considerados excepcionais, explicados principalmente pela ocorrência dos fenômenos El Niño e La Niña. O que fica bem marcado é a ocorrência de máximos de precipitação nos anos de 1983 e 1997 e de mínimos nos anos de 1977, 1985 e 1988. Ressalta-se que o ano de 1977 não foi ano de La Niña, assim como a influência desse evento no ano 1976, o que pode indicar um efeito defasado ocorrido neste ano.

A variabilidade espacial da pluviometria é também vinculada à variação do relevo, pois em regiões mais elevadas da bacia, pode-se observar maior concentração de chuvas, tornando possível fazer essa inferência.

A delimitação dos grupos homogêneos praticamente segue os contornos das curvas de nível do relevo, o que indica um efeito orográfico fortemente influenciador da ocorrência de chuvas.

As anomalias da precipitação que foram calculadas, tanto para a área de estudo quanto para os grupos homogêneos de forma separada, indicaram a variabilidade sazonal centrada na alternância das estações do ano. Tal variabilidade se comporta de forma bem parecida, tanto para a área total quanto para os grupos separadamente. O inverno (representado pelos meses de julho e agosto) é a estação mais seca, pois apresenta anomalias negativas em todos os cálculos realizados. Já o verão (representado pelos meses de dezembro e janeiro) é a estação mais chuvosa, pois apresenta anomalias positivas em todos os grupos.

Quanto à sazonalidade das chuvas, foi possível identificar o mês de agosto como o mês mais seco, enquanto o mês de janeiro é o mais chuvoso, na maior parte da área estudada, representando até 80% da área de estudo.

#### REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. R. **Variabilidade da Precipitação Pluviométrica na Bacia Hidrográfica do Ivaí – Paraná**. 2003. 99 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)- Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2003.

CARAMORI, P. H. et al. Monitoramento agroclimático do Estado do Paraná. In: PESSOA, M. L. (Org.). **Meteorologia e hidrologia: aspectos e considerações no contexto brasileiro**. 1. ed. Curitiba: SIMEPAR/FINEP, 1994. v. 1, p. 87-103

CAVIGLIONE, J. H. et al. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. 1 CD-ROM.

GRIMM, A. M.; BARROS, V. R.; DOYLE, M. E. Climate variability in Southern South America associated with el niño and la niña events. **Journal of Climate**, Boston, v. 13, p. 35-58, 2000.

IBGE. **Censo Demográfico: resultados preliminares**. 2000.

LEWIS, J. P.; TORRES, P. S. **Análise multivariada, introducción y su aplicación a la biología y ecología.** Rosário: Rosário Publicación, 1992.

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná.** Rio de Janeiro: J. Olympio, 1981.

NERY, J. T. **Estudio climático de la precipitación del Brasil meridional asociados con extremos extrarregionales.** 1996. Tesis (Doctoral). Buenos Aires, 1996.

NERY, J. T.; MARTINS, M. L. O. F.; BALDO, M. C. Correlação da precipitação do estado do Paraná com a anomalia da temperatura da superfície do mar no Pacífico Equatorial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 305-316, 2002.

NERY, J. T. et al. Estudo da precipitação do estado do Paraná e sua associação à temperatura da superfície do Oceano Pacífico. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 161-171, 2005.  
PROHASKA, F. J. **Climates of Central and South America: world survey of climatology.** Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, 1976.

SANT'ANNA NETO, J. L. Clima e organização do espaço. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 16, n. 1, p. 119-131, 1998.

SOUZA, P. **Análise e regionalização das chuvas no estado do Paraná e sua relação com o índice de oscilação do Pacífico e do Atlântico.** 2002. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Geografia)- Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2002.

TRENBERTH, K. E. General characteristics of the el Niño-Southern Oscillation. In: GLANTZ, M. H.; KATZ, M. H.; NICHOLLS, N. (Ed.). **Teleconnection linking world wide climate anomalies.** New York: Academic Press, 1995.

TRENBERTH, K. E. The definition of El Niño. **Bulletin of the American Meteorological Society**, Boston, v.78, no. 12, p. 2771-2777, 1997.

Data de submissão: 01.11.2009  
Data de aceite: 07.03.2011