



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

LINDBERG NASCIMENTO JÚNIOR

**AS CHUVAS NO PARANÁ:**  
Variabilidade interanual e decadal

---

LONDRINA  
2011

LINDBERG NASCIMENTO JÚNIOR

**AS CHUVAS NO PARANÁ:**  
Variabilidade interanual e decadal

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Departamento de Geociências da Universidade  
Estadual de Londrina.

Orientadora: Profa. Dra. Deise Fabiana Ely

LONDRINA  
2011

LINDBERG NASCIMENTO JÚNIOR

**AS CHUVAS NO PARANÁ:**  
Variabilidade interanual e decadal

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Departamento de Geociências da Universidade  
Estadual de Londrina.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Deise Fabiana Ely  
Universidade Estadual de Londrina

---

Prof. Dr. Osvaldo Coelho Pereira Neto  
Universidade Estadual de Londrina

---

Prof. Dr. Marcelo Augusto de Aguiar e Silva  
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Profa. Dra. Deise Fabiana Ely pela orientação neste trabalho, e pela amizade, disponibilidade e consideração. Mesmo sob o constante fluxo de suas atividades, a Profa. Deise sempre arranhou um ‘tempinho para conversar’, nos corredores do departamento, que por vezes se transformavam em reuniões rápidas e produtivas em sua sala.

Ao professor Dr. Osvaldo Coelho Pereira Neto, que além de deixar suas atividades para ler e avaliar este trabalho como componente da comissão examinadora, disponibilizou o computador de sua sala para produção dos principais mapas que constam no presente trabalho. Sem me esquecer que já fui seu orientando, e por isso parte significativa deste trabalho é resultado dessa orientação.

Ao professor do Departamento de Agronomia, Dr. Marcelo Augusto de Aguiar e Silva, por ter aceito o convite da banca, e se disponibilizado para leitura e avaliação do trabalho. Espero contribuir de alguma forma para suas atividades.

Aos professores do Laboratório de Arranjos Territoriais e Climatologia Geográfica – LATEC: Dra. Eliane Tomiasi Paulino, Dr. Fábio César Alves da Cunha, Dra. Ideni Terezinha Antonello e inclusive a Profa. Deise, pela disponibilização do espaço do laboratório para desenvolvimento do trabalho e, especialmente, pela contribuição à minha formação acadêmica (no que tange a pesquisa em geografia) e de vida (como profissional formado). Acredito que o mérito deste trabalho e da formação tem significativa participação de vocês.

Á Profa. Dra. Angela Massumi Katuta da Universidade Federal do Paraná – Litoral, que me iniciou nos caminhos da pesquisa em geografia. Aos pesquisadores: Dr. Norman Neumaier, Dr. José Renato Bouças Farias, Dr. Alexandre Nepomuceno da Embrapa Soja, que me influenciaram na pesquisa científica a nível de pós-graduação. Parte deste trabalho, é fruto de discussões sobre a perspectiva da ciência apreendida junto a estes mestres.

Ao Departamento de Goeciências e ao Centro de Ciências Exatas, especialmente aos amigos Edna, Regina, Sônia (Mãe Lúcia), Isabel, Dona Percy, Dona Pedra, Fábio e Maria, que fizeram dos corredores do departamento um ambiente confortável e sempre disponível.

Aos geógrafos e funcionários do Instituto das Águas do Paraná, Sr. Nilson Antônio de Moraes e Sr. Antônio Marcos Ferreira, que gentilmente disponibilizaram os dados e o *shapefile* dos postos pluviométricos utilizadas no trabalho.

Aos amigos do LATEC: Fabiana, Guilherme, Lívia, Luiza, Marcela, Meire e

Vinícius que acompanharam o desenvolver desse trabalho, e se irritavam sempre com minha falta de atenção enquanto escrevia ou lia algo. Muitos momentos bons no laboratório.

A todos da minha família principalmente a participação de Mainha, Liane (Nany), Tia Miriam, Tio Marinho, Tio David, Raissa, Raique, originalmente baianos, e aos paranaenses: Fabrício, Riccielle, e o mais recém chegado Fabrízio.

Aos amigos, Thiago e Kharina Barcelos, Thabata Alvarenga (Thauba), Keren Hapuque (Puk), Thânia e Thaiza Araujo, Thiago Lisboa, Osvaldo Marques (Oswardo), Fernando Magre, Sabrina Bueno (Sabris), Matheus Santos. Quando nos encontrávamos ou reuníamos eram sempre momentos com muita risada, música, comida, cantoria, pastel, barulho, discussão, e mais risada.

Aos amigos mais chegados na graduação: Vinícius Carmello (Cirso), Felipe (Chamada), Douglas Ambiel (Timburi), Luiz Jerônimo (Gerso) e Gustavo Nascimento Sussego, e as amigas Juliana Pelarim (Ju) (que fez a gentileza de corrigir a redação do trabalho). Isabel Cristina (Bel); Estes amigos ouviram a idéia desse trabalho, foram parceiros de grupos de trabalho, em todos os instantes da graduação (ajudando inclusive financeiramente), e sempre com muita risada, bebida, zuação e parceria.

Aos demais amigos que me acompanharam nas atividades de estágios na Embrapa Soja e na graduação, nos trabalhos de campo, nos churrascos e nas festas, em todos os bons, maus e sempre engraçados momentos: Carlos Henrique (Carlão), Leandro Longo, os Companheiros da Banda B, Cássia Emi (Cassilta), Francisco Brenzan (Chicão), Josiane Amaral (Josi), Michele Moreno (Mê), Emiliana Alves (Milly), Felipe Paiva (Paiva), Karen Thomazeli, Rafael Cícero (Cicinho), Agnaldo Nascimento, Maria Natalina (Merry Christmas), Joyce Leitão, Deyvid Fernando, Alexandre Nicolas (Nikita), Kátia Rodrigues, Luciana Alonso e Melina Fushimi (pela disponibilidade de corrigir a versão final). Uma grande família.

E a Universidade Estadual de Londrina, que por meio da política de cotas, tive a oportunidade de fazer um curso superior público, gratuito e de qualidade. E além disso, através disponibilização de bolsas de Iniciação Científica – Inclusão Social Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná, e a bolsa Recém-Formado do Programa Universidade Sem Fronteiras, da Secretaria de Estado, Tecnologia e Ensino Superior, pude desenvolver e concluir a graduação sem muitas dificuldades. Graças aos incentivos financeiros e ao ingresso, a formação em geografia foi possível e proveitosa.

*"O que os homens realmente querem não são conhecimentos, mas certezas."*

**Bertrand Russel**

*"Olhar os mapas pode ser esclarecedor. Olhar para eles de ângulos novos pode ser ainda mais esclarecedor. Mas, se você quer libertar a sua mente de todas as idéias preconceituosas e preconcebidas que os planisférios tendem a produzir, provavelmente só terá um remédio: arranje um globo – e mantenha-o sempre rodando."*

**Basil Blackwell**

NASCIMENTO JÚNIOR, Lindberg. **As chuvas no Paraná:** variabilidade interanual e decadal. 2011. 87 páginas. Trabalho de conclusão de curso em Geografia – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

## RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo analisar a variabilidade interanual e decadal das chuvas no Estado do Paraná na tentativa de buscar possíveis correlações com os fenômenos El Niño Oscilação Sul e a Oscilação Decadal do Pacífico. A partir do tratamento das consistências dos dados pluviométricos e da escolha dos postos no interior de uma quadrícula, foram produzidos painéis têmporoespaciais das chuvas, através da série histórica (1976 a 2009); a identificação dos anos-padrão chuvosos, tendente a chuvosos, habituais, tendentes a secos e secos; os gráficos de variabilidade e tendência e mapas. O destaque para análise e interpretação da expressão geográfica do fenômeno foi pressuposto a partir do entendimento da geograficidade do fenômeno climático como produto da relação Homem x Natureza. Portanto, socialmente produzido, resultado de complexos processos e dinâmicas que vão desde sua produção natural até a sua dimensão como condicionante social, isto é, no âmbito dos impactos que produz no território. A pesquisa pretendeu traçar parâmetros para o estudo de padrões interanuais e decadais da variabilidade das chuvas no Paraná. Verificou-se que novos instrumentos devem ser introduzidos para uma análise geográfico-climática mais significativa e acurada, mas foi possível estabelecer a configuração de influência do fenômeno El Niño Oscilação Sul na variabilidade interanual e da Oscilação Decadal do Pacífico na variabilidade decadal das chuvas, apesar de não coincidir com a temporalidade rígida desta última.

**Palavras-chave:** Variabilidade; Mudanças climáticas; Pluviosidade; Paraná.

NASCIMENTO JÚNIOR, Lindberg. **Rainfall in the Paraná:** Interannual and decadal variability. 2011. 87 pages. Geography graduation course conclusion work – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

### **ABSTRACT**

This study aims to analyze interannual and decadal rainfall's variability in Paraná state trying to find possible correlations with El Niño Southern Oscillation and Pacific Decadal Oscillation. From treatment about consistency at rainfall data and the choice of stations inside a grid, were produced panel temporal-spatial rain through historical series (1976 to 2009); rainy years-pattern identification, trending to rainy, usual, trending to dry and dry; variability and trend graphics and maps. The emphasis for analysis and interpretation at phenomenon geographical expression was assumption from geography understanding of climatic phenomenon as a product Human x Nature relation. So socially produced and result of complex and dynamic processes since natural production until the dimension as social condition, in scope at impacts produced on territory. The research intended delineate parameters for study about interannual and decadal patterns of rainfall variability in Paraná. It was concluded that new instruments should be introduced to a geographic-climatic analysis more meaningful and accurate, but was possible establish the influence at El Niño Southern Oscillation phenomenon in interannual variability and Pacific Decadal Oscillation on rainfall's variability decadal, despite no match with this last rigid temporality.

**Key words:** Variability; Climate Change, Rainfall; Paraná.



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 A noção de escala climática .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 A variabilidade climática .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 Componentes oceânicas da variabilidade climática .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3.1 Variabilidade Interanual: O El Niño Oscilação Sul.....</b>	<b>20</b>
<b>2.3.2 Variabilidade Decadal: A Oscilação Decadal do Pacífico .....</b>	<b>23</b>
<b>2.4 Influência interanual e decadal na variabilidade climática .....</b>	<b>26</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>33</b>
<b>4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1 Variabilidade pluviométrica e sistemas produtores de chuvas no Paraná ...</b>	<b>45</b>
<b>4.2 Padrões de variabilidade das chuvas e correlações com TSMs do Oceano     Pacífico na Região Sul do Brasil e no Paraná .....</b>	<b>54</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>59</b>
<b>5.1 Total médio anual dos dados pluviométricos .....</b>	<b>59</b>
<b>5.2 Variabilidade espaço-temporal .....</b>	<b>60</b>
<b>5.3 Pluviosidade média sazonal .....</b>	<b>65</b>
<b>5.4 Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos nos postos analisados .</b>	<b>68</b>
<b>5.5 Variabilidade decadal das chuvas .....</b>	<b>77</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES.....</b>	<b>82</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>85</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O trabalho ora apresentado teve sua origem numa oficina destinada aos professores da rede pública, cujo tema geral foi sobre: mudanças climáticas globais.

Com as leituras para produção desta oficina, percebeu-se que fenômenos oceânico-atmosféricos, principalmente os observados no Oceano Pacífico, teriam influência significativa na variabilidade e dinâmica no clima global e regional. Estes fenômenos naturais são responsáveis por variações climáticas repetitivas, entendidas como oscilações, e correlacionados aos atributos que controlam o clima nas escalas espaço-temporal em que atuam. Tais fenômenos são representados através de padrões de variabilidade e formam atualmente alguns dos diversos mecanismos das mudanças climáticas e seu estudo.

Nesse intuito, a discussão sobre padrões de variabilidade, presente no trabalho, buscou trazer aspectos da dinâmica climática global e seus mecanismos de influência em escala regional. Verificou-se que algumas componentes oceânicas provocam alterações suficientes para gerar oscilações decadais, que se configuram em padrões de variabilidade diferentes dos padrões habituais observados de década(s) em década(s).

Neste sentido, a primeira intenção deste trabalho foi de buscar uma possível correlação de influência da Oscilação Decadal do Pacífico na variabilidade das chuvas no Estado do Paraná. Sobretudo, com o desenvolver da pesquisa, verificou-se que, para o estudo deste fenômeno seria necessária uma série de dados de aproximadamente 50 anos. Mas no Paraná a rede meteorológica padronizada data a partir de 1974 quase em totalidade, e foi impossibilitada a análise de um padrão de variabilidade decadal, como o modo ODO, para todo o Estado.

Dada a (im)possibilidade acima apresentada, foi inserido o padrão interanual de variabilidade tipo El Niño Oscilação Sul - ENOS. Este padrão se configurou de forma mais clara na análise da variabilidade das chuvas, do que os padrões decadais de variabilidade.

Assim, para análise da variabilidade das chuvas no Estado, foi necessário produzir um estudo englobando os dois padrões de variabilidade: a interanual e a decadal, e resultou no novo e principal objetivo da pesquisa: analisar a variabilidade interanual e decadal das chuvas no Paraná, na tentativa de buscar possíveis correlações

com os fenômenos ENOS e ODP. Essa indicação foi obtida através das orientações, e possibilitou a análise de 33 anos de dados, no período compreendido entre 1976 a 2009.

Para isso, o trabalho foi dividido em cinco partes. A primeira parte se refere à revisão bibliográfica, e apresenta a perspectiva geográfica de entendimento do fenômeno climático e de sua configuração escalar (no tempo e no espaço). Em seguida, fez-se uma discussão dos conceitos e dos componentes da variabilidade climática, bem como apresentação dos padrões de variabilidade abordados no trabalho.

A segunda parte traz ao leitor os procedimentos, a definição da série histórica dos dados, a localização dos postos selecionados, bem como toda estrutura metodológica compreendida para a execução de tratamento dos dados das chuvas para o Estado do Paraná.

Uma segunda revisão bibliográfica no intuito de apresentar o recorte territorial e entender os mecanismos de funcionamento, distribuição e gênese das chuvas no Estado, foi produzida na terceira parte. Em seguida, são apresentados os resultados e as discussões sobre a verificação da variabilidade interanual e decadal, além das tendências, totais, pluviosidade trimestral e variabilidade espaço-temporal. A última parte refere-se às considerações obtidas ao final da pesquisa.

Com este trabalho pretende-se contribuir com o estudo da variabilidade climática do Paraná, apresentando uma possibilidade de interpretação dos impactos climáticos e sua vinculação às alterações climáticas observadas no território abordado. Longe de querer naturalizar os impactos relacionados ao fenômeno e analisá-los com uma noção de causa x efeito.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O clima não é somente uma variável que marca o ritmo das estações do ano, é um fenômeno sistêmico, dinâmico e natural produzido pelo sistema Sol-Atmosfera-Terra (MOLION, 2005) e exerce grande influência nas atividades humanas (AYOADE, 1983).

Para melhor compreendê-lo é de fundamental importância que se realize uma análise integrada de todos os elementos, fatores, variáveis e componentes genéticos que o produzem. É por meio desta análise que é possível verificar correlações de sua dinâmica e tendência/variabilidade e os impactos produzidos no território.

De acordo com Sant'Anna Neto (2008, p. 62) o estudo do clima e de seus impactos, numa perspectiva geográfica, deve atingir dois níveis: o da dimensão socioeconômica e da ambiental.

O primeiro nível é de ordem teórico-metodológica, pois propõe uma construção analítica do clima que incorpora a dimensão social, ou seja, o fenômeno climático é um fenômeno socialmente produzido (SANT'ANNA NETO, 2008, 61 - 62).

Interpretação que implica:

[...] compreender que a repercussão dos fenômenos atmosféricos na superfície terrestre se dá num território, transformado e produzido pela sociedade, de maneira desigual e apropriado segundo os interesses dos agentes sociais, criando espaços de segregação, em variados níveis de vulnerabilidade (SANT'ANNA NETO, 2008, p 62).

O segundo nível ocorre a partir de uma discussão que compreende a influência dos fenômenos atmosféricos e dos padrões climáticos na estruturação do território e no cotidiano da sociedade (SANT'ANNA NETO, 2008, p. 62).

Há que se considerar que, de certa forma, é a partir do diálogo entre esses dois níveis que uma série de estudos tem sido produzida pela ciência do clima, e tem incorporado cada vez mais novos instrumentos e novos métodos. Tais instrumentos têm auxiliado na consideração dos diversos fatores e elementos que exercem influências e alterações no sistema climático. A variável Temperatura da Superfície do Mar -TSM constitui um exemplo bastante significativo de tais estudos.

As TSMs são obtidas por meio de imagens de satélite ou de bóias marítimas (NOAA, 2010). No primeiro caso, os oceanos são observados através de radiômetros infravermelhos instalados nos satélites, e medem a temperatura do oceano a partir da consideração da radiação emitida pela camada superficial da água (cerca de 10 µm). No

segundo caso, as bóias são equipadas com termômetros que medem a temperatura da água do mar entre 1 a 20 metros de profundidade, e/ou até em quilômetros (NOAA, 2010). Tais bóias podem estar à deriva (e/ou navegam através das correntes oceânicas), instaladas em navios, submarinos ou, podem ser fixas em determinados pontos próximos ou não às costas continentais.

A partir dos dados e da configuração das TSMs uma série de índices/fenômenos<sup>1</sup> climáticos são relacionados. Muitos desses índices são calculados a partir de TSM estimada, e neste caso, a classificação na forma numérica tem demonstrado correlações significativas entre estas, e as variáveis climáticas que influenciam as dinâmicas dos fenômenos climáticos nas mais diversas escalas (NOAA, 2010).

Cabe ressaltar que tais índices são debatidos nos diversos meios da academia científica e, cada vez mais, despertam interesses no conjunto da sociedade, principalmente, nos debates relativos às questões ambientais, à variabilidade climática e, notadamente, às mudanças climáticas globais e regionais. Contudo, este assunto será melhor explicado no decorrer do trabalho.

No próximo item, serão apresentados os temas vinculados a noção de escala climática, e as escalas definidas para o desenvolvimento da pesquisa. Posteriormente serão discutidos os aspectos do estudo da variabilidade climática, especialmente da variabilidade espacial das chuvas no Paraná, procurando estabelecer possíveis correlações desta com a variabilidade do tipo interanual e decadal, como ENOS e ODP respectivamente, e o papel dos oceanos no clima, através das TSMs.

## **2.1 A noção de escala climática**

Para a Organização Meteorológica Mundial – OMM (1959, *apud* CONTI, 2000) o clima é o conjunto flutuante das condições atmosféricas, caracterizado pelos estados e evolução do tempo no curso de um período suficientemente longo (mínimo 30 anos) para um domínio espacial determinado.

Compreende-se que o fenômeno climático é variável, tanto no espaço quanto no tempo, isto é, diz respeito à dimensão espacial (extensão) e temporal

---

<sup>1</sup>Preferimos tratar de índices e fenômenos como equivalentes, a fim de contribuir para uma compreensão mais didática da configuração da ocorrência do elemento climático. Neste caso, o índice está para um valor estatístico, produto de cálculos de diversas variáveis que compõem determinado fenômeno. Por exemplo, a ODP é calculada a partir da TSM do Pacífico Extratropical e Tropical e o ENOS, é determinado por TSM no pacífico tropical e as zonas de baixa e alta pressão, construindo a interação das componentes: oceânica e atmosférica.

(duração) das condições atmosféricas (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 22).

O estudo do clima, em uma abordagem geográfica, propicia o entendimento de seus diferentes encadeamentos que podem ocorrer em diferentes e associadas escalas que comportam a escala temporal e espacial do fenômeno climático. A primeira se dá pela consideração de, no mínimo, 30 anos de dados, considerando o estudo numa abordagem da escala contemporânea. Mas, dependendo dos objetivos, podem-se considerar períodos menores ou, até mesmo, períodos de longos e médios prazos, como o da escala geológica e da escala histórica (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 22). Segundo os autores, a segunda consideração pode abranger desde o globo como um todo até as particularidades do interior de uma casa ou bosque.

Segundo Pinto e Aguiar Neto (2008, p. 158-160), a escolha das categorias climáticas só pode ser realizada a partir da definição da escala e de um quadro de referências que deve estar centralizado na percepção humana, e não deve estabelecer limites absolutos em termos sistêmicos. Ainda destacam que a escala é um problema complexo e que, a sua identificação requer dois princípios: 1) os objetivos do estudo ou da pesquisa e, 2) a natureza das informações de que se pode dispor.

Com relação ao estabelecimento de um quadro de referências que esclareça as escalas em que o fenômeno climático pode ser desdobrado, Monteiro (2003) propôs uma taxonomia para o estudo do clima urbano (Quadro 1).

Nesse quadro, o autor destaca a flexibilidade e a interação necessária entre os níveis escalares para o estudo do clima urbano, tendo a preocupação de responder as seguintes perguntas: “[...] Que está contido dentro de quê? Quais são os elementos que compõe o conjunto? Em que níveis escalares os elementos podem ser posicionados?”. (MONTEIRO, 2003, p. 27).

Pinto e Aguiar Neto (2008) também enfatizam que a necessidade de hierarquização<sup>2</sup> das ordens de grandeza é elucidada a partir de um movimento em que o número de variáveis e a velocidade das mudanças temporais tornam-se significativamente menores (maiores), conforme se caminha em direção a unidades maiores (menores).

---

<sup>2</sup>Que não deve ser confundida com a idéia de uma escada.

Ordens de grandeza (Caillex & Tricart)	Unidade de Superfície	Escala cartográfica de tratamento	Espaços climáticos	Espaços urbanos	Estratégias de abordagem		
					Meios de observação	Fatores de organização	Técnicas de Análise
II	Milhões de Km	1:45.000.000 1:10.000.000	Zonal	-	Satélites Nefanálises	Latitude Centros de ação atmosférica	Caracterização geral comparativa
III	Milhões de Km	1:5.000.000 1:2.000.000	Regional	-	Cartas sinóticas Sondagens aerológicas	Sistemas meteorológicos (Circulação secundária)	Redes transectos
IV	Centenas de Km	1:1.000.000 1:5.000.000	Sub-Regional (Fáceis)	Megalópole Grande área metropolitana	Rede meteorológica de superfície	Fatores geográficos	Mapeamento Sistemático
V	Centenas de Km	1:250.000 1:100.000	Local	Área metropolitana Metrópole	Posto meteorológico Rede complementar	Interação geológica Ação antrópica	Análise espacial
VI	Centenas de Km	1:50.000 1:25.000	Mesclima	Cidade Grande Bairro ou subúrbio de metrópole	Registros móveis (Episódios)	Urbanismo	Especiais
-	Dezenas de metros	1:10.000    1:5.000	Topoclima	Pequena cidade Fáceis de bairro/subúrbio de cidade	Detalhe	Arquitetura	
-	Metros	1:2.000	Microclima	Grande edificação Habitação Setor de habitação	Baterias de instrumentos especiais	Habitação	

**Quadro 1** - Categorias taxonômicas da organização geográfica do clima e suas articulações com o clima urbano. Fonte: Monteiro (2003, p. 29)

Neste caso, a pesquisa exige um “[...] ajuste do segmento temporal ou unidade de tempo, para melhor capacitar as alterações que se sucedem em ritmo diferenciado para cada unidade de grandeza espacial.” (PINTO; AGUIAR NETO, 2008, p. 158-159).

Assim, pode-se compreender que a

[...] sistematização tem como questão básica de consistência a ordem de grandeza e os graus de organização [...] com as ligações no plano vertical e entrelaçamentos no plano horizontal, pois o clima de qualquer lugar é função dos fluxos de energia que percorrem no sentido vertical e horizontal. É a visão sistêmica com graus e níveis diferentes de hierarquia, decompostas em diversos elementos associados e vinculados uns aos outros. (PINTO; AGUIAR NETO, 2008, P. 159)

Ribeiro (1993, p. 288 - 289) considera que a escala “[...] é uma referência de valor arbitrada segundo critérios que interessam à compreensão de um fenômeno”. Para o autor a integração dos fenômenos num dado tempo e espaço criam unidades, que correspondem a níveis escalares coerentes com a extensão espacial e duração do fenômeno que irão direcionar as técnicas a serem empregadas para a sua análise.

As escalas de análise do fenômeno climático, propostas por Ribeiro (1993), podem ser compreendidas a partir dos seguintes pontos:

- Distinção entre escalas superiores (mais próximas do nível planetário) e inferiores (mais próximas da superfície terrestre);
- Processos físicos interativos em escalas superiores modificam sucessivamente a tendência da atmosfera nas escalas inferiores, enquanto que a repercussão dos processos das escalas inferiores se daria de forma limitada sobre os processos superiores;
- Quanto mais extenso o resultado de determinada combinação, maior o tempo de sua permanência e vice-versa, bem como a extensão de determinada combinação na atmosfera resultaria em atributos tridimensionais.

Nesta perspectiva, Ribeiro (1993) apresenta três níveis escalares interativos, também discutidos por Ayoade (1983), Mendonça e Danni-Oliveira (2007) e Pinto e Aguiar Neto (2008): 1) Nível Macroclimático (produzido na interação entre a radiação solar, curvatura da Terra e movimentos de rotação e translação); 2) Nível Mesoclimático (interação entre a energia disponível para os processos de evaporação e a geração dos campos de pressão e as feições do meio terrestre) e 3) Nível Microclimático



(da interação entre sistemas ambientais particulares na modificação dos fluxos de energia, umidade, massa e momentum) (RIBEIRO, 1993, p. 287 – 288).

A partir de uma reflexão crítica sobre a produção dos estudos do clima pela geografia, Sant’Anna Neto (2008) destaca que os níveis escalares (desde global ao local) devem combinar as gêneses e os processos articulados aos diversos graus de intensidade estimulados pelas relações entre o clima, e as transformações históricas dos territórios (SANT’ANNA NETO, 2008, p. 77).

Através dos níveis estabelecidos por Bryant (2001 apud SANT’ANNA NETO, 2008, p. 78), Sant’Anna Neto (2008) sistematiza três escalas de articulação do clima, conforme o quadro 2.

	<b>ESCALA ESPACIAL</b>	<b>ESCALA TEMPORAL</b>	<b>GÊNESES</b>	<b>PROCESSOS</b>
<b>GENERALIZAÇÃO</b>	Global	Mudança	Natural	Movimentos astronômicos, Glaciações, Vulcanismo, Tectônica de Placas
<b>ORGANIZAÇÃO</b>	Regional	Variabilidade	Natural e Antrópico	Sazonalidade, Padrões e Ciclos naturais, Mudanças da paisagem (desmatamento, poluição, etc.)
<b>ESPECIALIZAÇÃO</b>	Local	Ritmo	Antrópico	Uso do solo, Expansão Territorial Urbana, Cotidiano

**Quadro 2** - Articulação das escalas geográficas do clima. Fonte: Sant’Anna Neto (2008, p. 78)

Segundo Nunes (1998, p. 71), a escala de abordagem nas ciências atmosféricas é um dos aspectos mais importantes na definição de uma pesquisa, não apenas em relação à área e ao período de abrangência, mas também as técnicas e os métodos a serem empregados pelo pesquisador em busca de seus objetivos predeterminados.

Nesta perspectiva, Ribeiro (1993), Ayoade (1983), Mendonça e Danni-Oliveira (2007) e Pinto e Aguiar Neto (2008) propuseram uma taxonomia baseada nas ferramentas metodológicas de estudo do fenômeno climático<sup>3</sup>. Por outro lado, Monteiro (2003) e Sant’Anna Neto (2008) possuem perspectivas diferentes daqueles, pois partem da consideração do fenômeno climático atrelado ao espaço, procurando focar as informações e atributos que interagem/influenciam no mesmo. A noção de escala, neste

<sup>3</sup>Por isso, ambos os autores explicam as escalas de forma similares.

sentido, ultrapassa a perspectiva metodológica de hierarquização e fragmentação do clima, e passa para uma a consideração da escala em interação sistêmica dos fenômenos atmosféricos e o espaço geográfico. Compreensão que entende a escala como

[...] processos dinâmicos dotados de atributos altamente sensíveis aos ritmos, variações e alterações de todas as forças terrestres, atmosféricas e cósmicas que de alguma forma exercem, ou provocam qualquer tipo de interferência no sistema climático. Incluindo-se também, as interferências de origem antrópica e socioespacial (SANT'ANNA NETO, 2011, p. 1).

A partir desta discussão sobre as escalas em que se dão as conexões do fenômeno climático e a verificação de que ele possui uma ocorrência em um domínio espacial determinado, discutido pela OMM (1959 *apud* CONTI, 2000) e de que o clima se materializa em episódios concretos, discutido por Sant'Anna Neto (2008), sintetiza-se que os impactos do clima no território podem ser estudados por meio de ferramentas que propiciam a sua visualização por meio da análise articulada de suas escalas, o que irá possibilitar o entendimento de sua gênese/ocorrência (SANT'ANNA NETO, 2008, p. 77).

Com o objetivo de fazer um exercício de reflexão sobre o objeto desta pesquisa, aplicou-se o mesmo proposto por Monteiro (2003), ou seja, submeteu-se as três questões ao nosso objeto: Que está contido dentro de quê? Quais são os elementos que compõem o conjunto? Em que níveis escalares os elementos podem ser posicionados? As respostas para estas perguntas devem buscar os atributos e controles climáticos que possam construir uma análise sobre a variabilidade das chuvas no Estado do Paraná.

Assim, têm-se as seguintes complementações: O clima do Paraná (que é a unidade espacial enfocada por nossa pesquisa) está dentro de quê? Qual nível escalar, quais os atributos e controles que interagem com este táxon? Quais os principais elementos que compõem essa unidade climática? Do ponto de vista climático, quais são os principais sistemas atmosféricos e outras variáveis (configuração do terreno, fenômenos de meso e macro escala) que contribuem para a atual dinâmica climática?

Como resposta ao exercício, o estudo da variabilidade das chuvas no Estado do Paraná requer para seu entendimento os atributos e controles climáticos compreendidos pela escala regional. Deve-se, então, dialogar com os fatores de impactos ligados a sazonalidade, padrões e ciclos naturais e transformações históricas (antrópicas e naturais) da paisagem (SANT'ANNA NETO, 2008), com uma área

suficiente para provocar forte “[...] interação entre a energia disponível (para o processo de evaporação e a geração de campos de pressão) e as feições do meio terrestre” (RIBEIRO, 1993, p.289), além dos efeitos da continentalidade, maritimidade, rugosidade, cobertura vegetal, etc.

Como fenômenos que influenciam a dinâmica nesta escala na perspectiva de padrões e ciclos naturais, estão a ODP e o ENOS que, segundo Ferraz (2010, p. 107), são fenômenos de teleconexão (conexão à distância), que “[...] compreendem uma visão global da circulação atmosférica quando forçantes locais ou instabilidades atuam para influenciar regiões remotas na atmosfera”<sup>4</sup>.

Com relação à escala temporal de análise, toma-se por base a escala contemporânea, na qual são estabelecidas as análises dos tipos de tempo, variabilidade climática de curta duração, tendências climáticas e o estabelecimento de médias (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 25).

## **2.2 A variabilidade climática**

Segundo a OMM (1966 *apud* CONTI, 2005, p. 20) a variabilidade climática é a “maneira pela qual os parâmetros climáticos variam no interior de um determinado período de registro, expressos através de desvio-padrão ou coeficiente de variação”. Essa conceituação é representada na Figura 1.

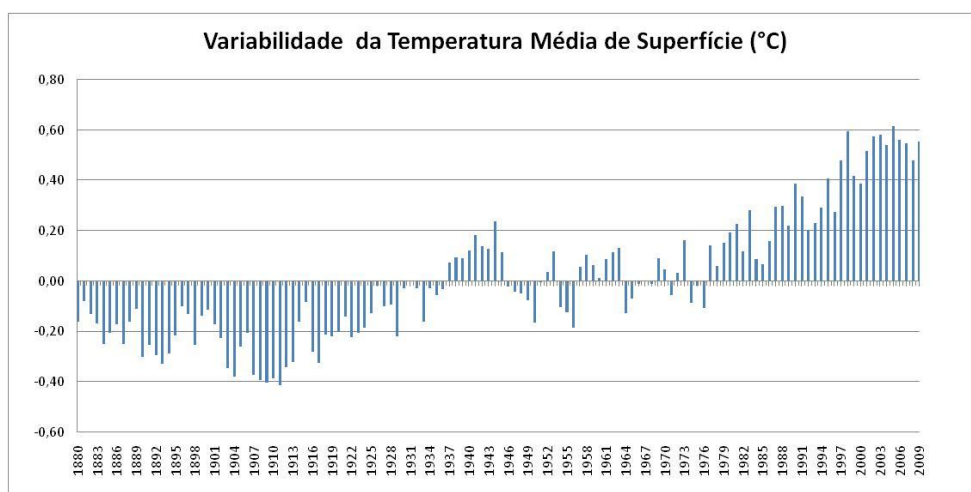
Steinke (2004, p. 12 - 13) diz esta definição reflete a compreensão do clima sob um viés de base estatística, a partir de um padrão estático, ela separa os efeitos das atividades humanas no clima da sua variabilidade natural. A autora considera o sistema climático sendo extremamente complexo e, por mais que se tenha avançado em técnicas de amostragem e conhecimento sobre o sistema Terra-Atmosfera, a sua dinâmica ainda não é completamente compreendida.

Sentelhas *et al.* (2000, p. 106) escrevem que as “[...] condições climáticas na Terra sofrem flutuações contínuas. Dependendo da escala de tempo em que se trabalha é possível visualizar essa variabilidade e definir o que são mudanças climáticas”. Segundo esses autores, é difícil a constatação de mudanças climáticas por vários motivos, dentre eles a dificuldade em se ponderar o efeito da variabilidade natural, as mudanças nas

---

<sup>4</sup>A discussão mais aprofundada sobre teleconexões será abordada no tópico sobre as componentes oceânicas da variabilidade climática.

técnicas de medida da temperatura ao longo do tempo, da distribuição inadequada de pontos de medida e da dificuldade de modelagem do clima.



**Figura 1 - Variabilidade da temperatura na superfície da Terra, nos últimos 130 anos.**

Fonte: NOAA (2010). Adaptado pelo autor.

Angelocci e Sentelhas (2007, p. 1), ao analisar os aspectos da variabilidade, anomalia e mudança climática, alegam que flutuação temporal é

[...] uma característica que deve ser discutida com maiores detalhes, pois o seu estudo nas mais diferentes escalas cronológicas permite compreender como era o clima terrestre no passado longínquo (paleoclima), no passado recente e como o é no presente, além de permitir, a partir de modelos, simular situações de clima no futuro.

Os autores entendem o estudo das flutuações climáticas a partir dos conceitos de variabilidade, de anomalia e de mudança climática. Destacam a escala de tempo de, no mínimo 30 anos de dados para este estudo, mas que esta pode ser prolongada às escalas longas, a exemplo das eras geológicas e históricas. (ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007)

Os autores definem a variabilidade climática como uma variação das condições climáticas em torno da média climatológica e ressaltam que não há uma distinção absoluta entre os termos variabilidade e mudança climática, pois dependendo da escala de tempo em que se trabalha certa flutuação, que poderia ser considerada uma variabilidade numa escala de milênios, pode ser considerada uma mudança na escala de décadas ou séculos. (ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007)

Nunes e Lombardo (1995) procuraram sintetizar discussões sobre a variabilidade climática e elaboraram um panorama parcial sobre as formas de

tratamento utilizadas nos estudos de variabilidade climática. Mostram que o [...] “desenvolvimento dessa temática vem se dando de forma não sistemática, dificultando a troca de informações entre os diversos estudos e, conseqüentemente, conclusões mais gerais que possibilitem uma apreensão global do tema” (NUNES; LOMBARDO, 1995, p. 21-22).

As autoras escreveram que, embora “[...] a variabilidade seja uma componente conhecida da dinâmica climática, seu impacto, mesmo dentro de limites esperados, pode ter reflexos significativos nas mais diversas atividades humanas, como agropecuária, indústria e produção de energia” (NUNES; LOMBARDO, 1995, p. 21).

Ainda, conforme Nunes e Lombardo (1995, p. 20), as sociedades e os recursos tecnológicos disponíveis estão relativamente adaptados a certo nível de variabilidade climática, além do qual, as anomalias podem provocar profunda desestruturação no sistema ambiental e socioeconômico. Deste modo compreende-se, a partir destas afirmações, que o sistema climático é de tal modo complexo em termos de variáveis intervenientes, interações dinâmicas e processos inter-escalares que, até hoje, é apenas parcialmente conhecido<sup>5</sup>. (NUNES; LOMBARDO, 1995, p. 20)

Para Pinto e Aguiar Neto (2008), subsidiados nos preceitos da OMM, ao se referirem às categorias de inconstância do clima, citam que a variabilidade climática é o termo sobre o qual recai maior imprecisão (PINTO; AGUIAR NETO, 2008, p. 167).

Nímer (1979, *apud* PINTO; AGUIAR NETO, 2008, p. 167) entende que a variabilidade é expressa pela irregularidade interanual, considerando a concentração de chuvas nas estações do ano ou o grau de homogeneidade espaço-temporal. Christofoletti (1989 *apud* PINTO; AGUIAR NETO, 2008, p. 167) considera o conceito de variabilidade como sendo alteração, de curto prazo, nas características das variáveis climáticas, mas sem que haja mudança do clima.

Conti (2005, p. 19) ressalta que a variabilidade climática é produto tanto do espaço quanto do tempo, e sua tendência nunca é igual de um ano para o outro e nem de década para década. Para o autor, é possível verificar flutuações a curto, médio e em longo prazo e, neste caso, o clima é resultado de um processo complexo que envolve a atmosfera, oceano, superfícies sólidas, neve, gelo, etc.

---

<sup>5</sup>Contribui para isso o fato de que as próprias ferramentas de análise utilizadas para a compreensão da variabilidade climática são claramente deficientes no tratamento de aspectos altamente dinâmicos e fruto de interação de processos tão diferentes, como os que compõem o clima. (NUNES; LOMBARDO, 1995, p. 20)

No caso específico dos oceanos, Molion (2005) e Wainer (2010) escrevem que os oceanos são imensos reservatórios de calor e que por meio dos dados de TSM é possível verificar os mecanismos físicos dinâmicos e termodinâmicos de interação oceano-atmosfera, responsáveis por efeitos consideráveis no clima.

Prefere-se deste modo, discutir como os oceanos participam na dinâmica climática, e quais são os mecanismos de influência que aos mesmos são atribuídos.

### **2.3 Componentes oceânicas da variabilidade climática**

Como foi apresentada no início deste trabalho, as TSMs representam uma variável extremamente significativa para o estudo do clima. A partir delas são construídos índices que fornecem alguns aspectos da dinâmica climática.

Dos principais índices climáticos podem-se destacar os seguintes: ENOS (El Niño-Oscilação Sul); NAO (Oscilação do Atlântico Norte, da sigla *North Atlantic Oscillation*); SAM (*South Atlantic Mode*); TNA (*Tropical Northern Atlantic*); NOI (*Northern Oscillation Index*) e ODP – Oscilação Decadal do Pacífico (da sigla em inglês PDO - *Pacific Decadal Oscillation*). Tais fenômenos agem em temporalidades e espacialidades diferentes, e possuem caráter de conexão climática.

Sobre o caráter de conexão dos oceanos, ou teleconexões climáticas, segundo Cavalcanti e Ambrizzi (2009, p. 318) o termo refere-se a um padrão recorrente e persistente de anomalias de uma determinada variável (pressão e circulação de grande escala que cobre vastas áreas geográficas, por exemplo), que podem persistir por várias semanas ou meses e, algumas vezes, podem se tornar dominantes por vários anos consecutivos e explicam como as anomalias de uma determinada região são associadas às anomalias em regiões remotas. Essas teleconexões mostram uma parte importante da variabilidade interanual e interdecadal da circulação atmosférica, pois várias delas atuam e são de escala planetária por cobrir grandes regiões, como bacias oceânicas e continentes.

Segundo os mesmos autores, na época da divulgação sobre a possível “interconexão” da Oscilação Sul – OS (componente atmosférica do El Niño) com os padrões de pressão, temperatura e precipitação obtidas por estações de superfície muito distantes da região, em 1932, os resultados indicaram pouca aceitação da comunidade científica, pois a idéia era nova e controversa. Foi somente em 1996, que a palavra teleconexão foi usada pela primeira vez, num outro contexto técnico-científico, com o

avanço dos estudos climáticos que acoplavam e mostravam mais claramente o papel do oceano na atmosfera (CAVALCANTI; AMBRIZZI, 2009, p. 318-319).

Wainer (2010), ao estudar o impacto do oceano Atlântico na variabilidade climática do Brasil, afirma que a TSM na região tropical deste oceano exerce influência especialmente sobre a precipitação no nordeste brasileiro.

Ao considerar os fenômenos El Niño, La Niña e Dipolo do Atlântico Tropical, Nóbrega *et al.* (2009) concluíram que tais fenômenos provocaram modificações na circulação de grande escala, causando alterações nos índices pluviométricos do Estado do Ceará e que as anomalias de TSM do Pacífico equatorial afetam a pluviometria da região; mas que o fator principal sobre o índice pluviométrico na estação chuvosa é o padrão do Dipolo do Atlântico Tropical.

Molion (2005) explica que, como a atmosfera é aquecida por debaixo (parte inferior da Troposfera), os oceanos são a condição de contorno mais importante para o clima. Para o autor, os oceanos e, mais especificamente, o Oceano Pacífico deve ter papel preponderante na variabilidade climática global, pois, este ocupa cerca de 39% da superfície terrestre, sendo considerando um grande armazenador de calor. O autor enfatiza que a variabilidade climática global pode ser controlada pelos oceanos (especificamente o Pacífico), pois as suas TSMs apresentam uma configuração com variações de prazo mais longo ou médio, como a ODP, ou ainda com prazos mais curtos, como ENOS, fenômenos estes que atuam em escala global e produzem alterações climáticas significativas.

Nesta perspectiva, a seguir são apresentadas mais explicações sobre os padrões de variabilidade do ENOS e da ODP a fim de demonstrar, no final do trabalho, os padrões que formam a configuração mais significativa para análise das chuvas no Paraná.

### **2.3.1 Modo de variabilidade interanual: *O El Niño Oscilação Sul***

Cavalcanti e Ambrizzi (2009, p. 330) afirmam que as principais configurações de teleconexões que afetam a América do Sul têm sido obtidas através dos padrões de variabilidade interanual e intrassazonal.

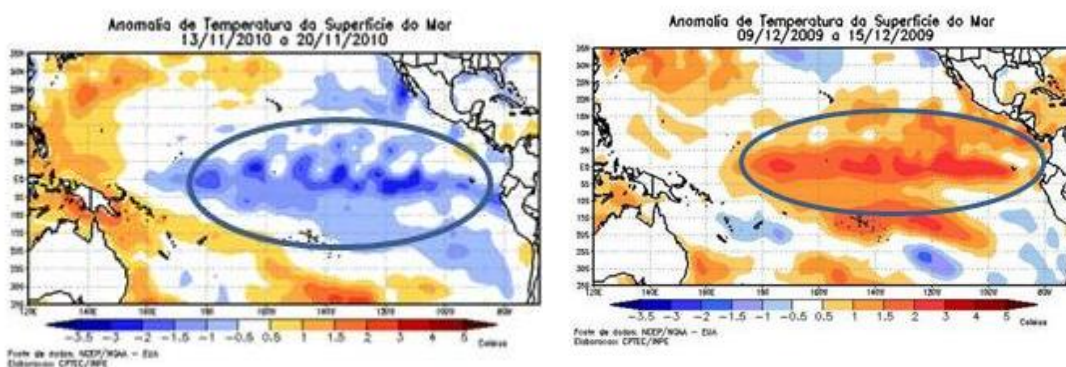
Segundo Grimm (2009b, p. 353), a variabilidade interanual do clima no Brasil apresenta significativa contribuição para a variação da precipitação em várias regiões e representa um importante modulador da variabilidade de mais alta frequência.

Ainda conforme a autora, que analisou os impactos da variabilidade interanual sobre a precipitação e enfatizou a estação chuvosa das várias regiões no Brasil, o fenômeno ENOS é a principal fonte de variabilidade climática interanual global.

Para a autora citada, o ENOS é uma oscilação acoplada do oceano-atmosfera que produz alterações nas TSMs, “[...] na pressão, no vento e na convecção tropical principalmente no Oceano Pacífico, mas com reflexos em muitos lugares do planeta” (GRIMM, 2009b, p. 353). E apresenta duas fases denominadas El Niño (com TSM+ e OS-) e La Niña (TSM- e OS+) (BERLATO; FONTANA, 2003), num sistema entendido como uma gangorra (balança) barométrica entre o Pacífico central-leste e oeste (COELHO, 2001).

Essa configuração espacial é representada na Figura 2, através das anomalias da TSMs do Pacífico Tropical. As anomalias de TSMs negativas (predominância da cor azul) representam a configuração do La Niña atual (período de referência entre 13 e 20 de novembro de 2010). Enquanto que as anomalias de TSMs positivas (predominância das cores vermelho e laranja) indicam a manifestação do El Niño referente ao período de 09 a 15 de dezembro de 2009.

Segundo Baldo (2006, p. 11) o fenômeno ENOS faz parte de uma variação irregular em torno das condições normais do oceano e da atmosfera na região do Pacífico Tropical.



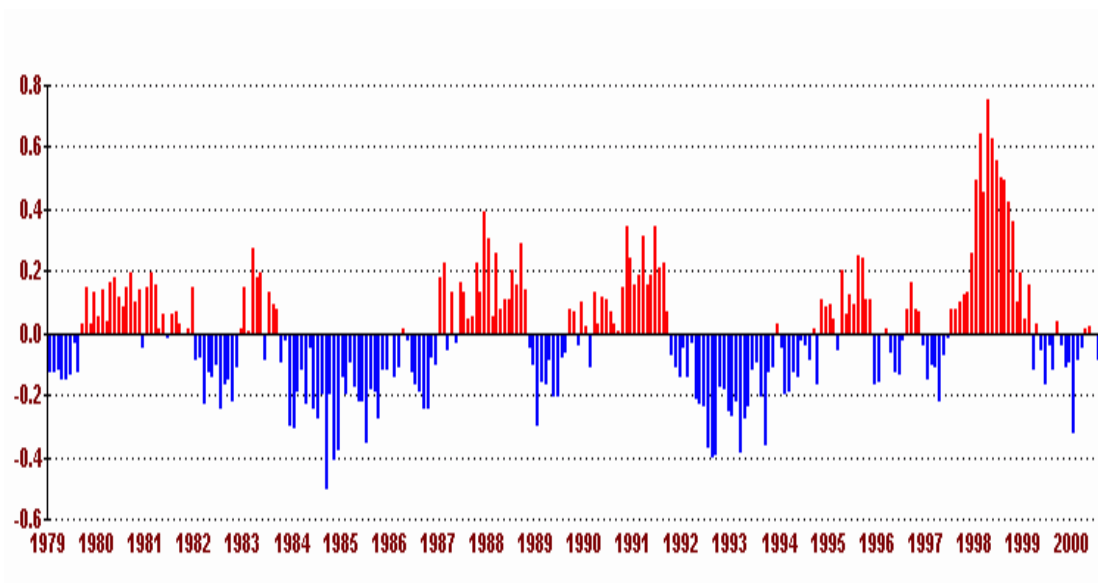
**Figura 2 - Configuração espacial das anomalias de TSMs no Pacífico Tropical. Destaque para região de manifestação do La Niña e El Niño, respectivamente à esquerda e direita.**

Fonte: CPTEC (2010)

A variabilidade interanual do tipo ENOS é ilustrada na Figura 3. Segundo Molion (2005), o fenômeno ENOS já provocou variações entre  $-0,5^{\circ}\text{C}$  (La Niña de 1984 a 1985) a  $0,7^{\circ}\text{C}$  (El Niño de 1997 a 1998) na temperatura média global. Berlato e



Fontana (2003) afirmam que variações interanuais tipo ENOS foram encontradas há 1000 anos.



**Figura 3 – Variabilidade do Índice de TSM, que representa a configuração de El Niño (barras vermelhas) e La Niña (barras azuis).**

Fonte: Molion (2010).

Segundo Berlato e Fontana (2003), Molion (2008a; 2008b) e Coelho (2006), um fenômeno típico de El Niño pode durar de 14 a 22 meses e decai quando não há água quente o suficiente para sustentar o ciclo que, por sua vez, coincide com o ciclo sazonal de TSM no Pacífico tropical leste. Em outras palavras, “[...] o pico de anomalias positivas de TSM próximo à costa da América do Sul ocorre no mesmo período do pico climatológico de TSM dessa região do Pacífico” (RASMUSSEN; CARPENTER, 1982, *apud* COELHO, 2006, p. 13).

Berlato e Fontana (2003) e Coelho (2006) afirmam que a origem do conhecimento/descoberta do fenômeno não é certa, mas que por meio de relatos de pescadores e fazendeiros da costa peruana, que viam suas atividades prejudicadas devido à manifestação de uma corrente marítima costeira quente de norte para sul e uma coincidência no aumento nos índices pluviométricos na região.

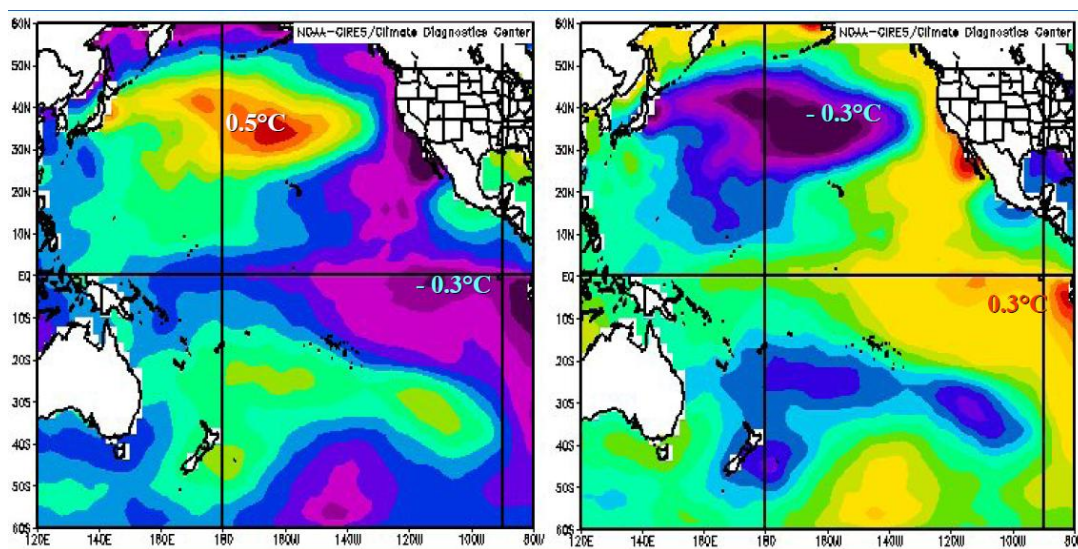
Na realidade, segundo os autores, esta corrente quente era comum durante todos os anos e manifestava-se durante períodos que variavam de algumas semanas a um mês ou pouco mais, uma vez que o aquecimento atingia seu pico. Como a manifestação se dava próximo à data do Natal, a corrente recebeu o nome de “El Niño” (o menino Jesus em espanhol). Atualmente constata-se uma periodicidade variável entre

três e sete anos com a corrente El Niño prolongando-se por meses (COELHO, 2006, p. 8).

### 2.3.2 Modo de variabilidade decadal: A Oscilação Decadal do Pacífico

Segundo Kayano e Andreoli (2009, p. 376), a existência de estudos que procuram abordar os modos de variabilidade climática de baixa frequência, com escalas decadal e multidecadal, representa importantes teleconexões climáticas. Com base nestes modos e a superposição de variabilidade interanuais (ENOS, por exemplo) é possível observar alterações em algumas regiões do globo. Ainda segundo os autores, dentre os principais aspectos observados da variabilidade decadal e multidecadal no Oceano Pacífico encontra-se a ODP.

A Oscilação Decadal do Pacífico ou Oscilação Decenal do Pacífico é um fenômeno correlacionado às TSMs do Oceano Pacífico, caracterizado por anomalias negativas de temperaturas no Pacífico Tropical e positivas no Pacífico Extratropical, quando apresenta uma fase fria ou ODP Negativa (ODP-). E anomalias positivas de temperaturas no Pacífico Tropical e, negativas no Pacífico Extratropical na fase quente, denominada ODP Positiva (ODP+) (Figura 4).



**Figura 4 - Configuração espacial das TSMs na fase Negativa (Fria) e Positiva (Quente) da Oscilação Decadal do Pacífico.**

Fonte: Molion (2010)

Foi a partir da década de 90, com bases em pesquisas sobre a variação decadal das TSMs correlacionadas com as secas e chuvas intensas (e inundações) no verão chinês, que Wang e Zhao (1979 apud MANTUA e HARE, 1997; MANTUA *et*

al., 2002) e Wang *et al.* (1981 apud MANTUA et al, 1997) utilizaram pela primeira vez o termo Oscilação Decadal do Pacífico.

Mantua *et al.* (2002, p. 36) enfatizam que outros nomes, como Oscilação Interdecadal do Pacífico, Oscilação do Pacífico Norte e Variação Decadal do Pacífico têm sido usadas, mas que a denominação Oscilação Decadal do Pacífico é a que indica a maturidade da rapidez e evolução da pesquisa, sintetizando e ampliando os resultados da investigação do clima sobre a atividade pesqueira e os estudos de hidroclima.

Segundo Francis e Lebre (1994 apud MANTUA;; HARE, 1997, p. 36), os primeiros estudos das variações interdecadais foram realizados visando estabelecer a relação entre a produção de salmão no Alaska com a alternância de regimes de baixa produção (1940 e início do ano de 1950) e de alta produção, na metade dos anos de 1970. Destaca-se no trabalho de Mantua e Hare (1997) que, além da verificação de que a produção de salmão diminuiu sob padrões de TSMs acima da média habitual na região de pesca (ODP-) de um lado, por outro foi verificado fortes e claras correlações com o fenômeno ENOS e o padrão decadal<sup>6</sup>.

Segundo Molion (2005), Mantua e Hare (1997) e Mantua *et al.* (2002), a última ODP+ ocorreu aproximadamente no período de 1977 a 1998, enquanto que a última ODP-, ocorreu aproximadamente de 1947 a 1976, conforme a Figura 6.

Na referida figura são bem visíveis as seguintes fases: 1) quente (*warm regime*) ou positiva (1925 – 1946); 2) fria (*cool regime*) ou negativa (1947 – 1976); 3) quente (*warm regime*) ou positiva (1977 até meados da década de 1990) e, ainda, entre 2000 e 2010 uma variabilidade maior entre valores positivos e negativos.

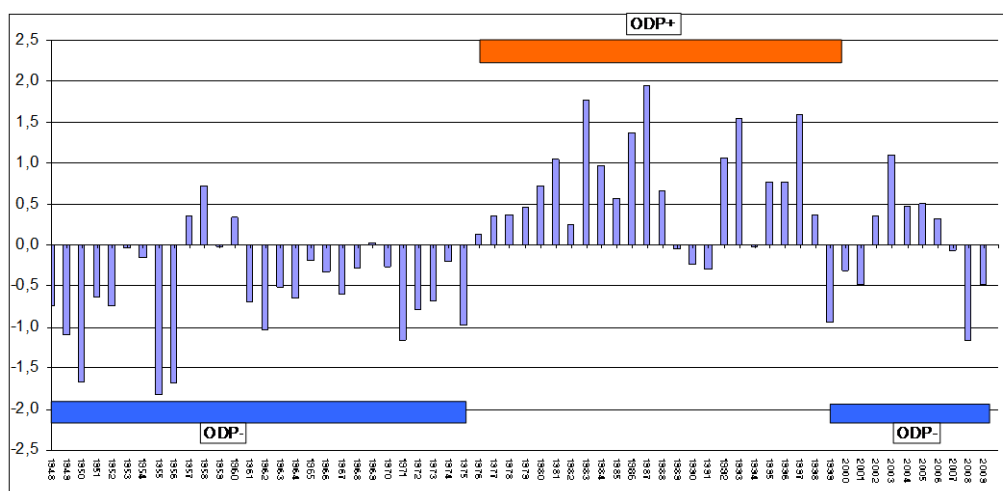
Segundo Xavier e Xavier (2009), dentre os índices que são utilizados para representar a variabilidade da ODP estão: O Índice do NCDC–*National Climatic Data Center*-USA, baseado nos dados da ERSST - *Extended Reconstructed SST* da *National Oceanic and Atmospheric Administration* - NOAA (dados “reconstruídos” da TSM no Pacífico<sup>7</sup>); o Índice da ODP de Mantua e Hare (1997) que é derivado da primeira componente principal das anomalias da TSM no Pacífico Norte, entre as latitudes 20°N e 90°N (pólo) (Figura 5); e o Índice anual reconstruído a partir de dados dendroclimáticos (anéis de árvores) de 1661 a 1984, de Biondi e Berger (2001).

---

<sup>6</sup>Mantua e Hare (1997) identificam a ODP como se fosse uma espécie de El Niño, porém com duração de 20 a 30 anos.

<sup>7</sup>Reconstrução baseada nas anomalias de TSM de alta frequência por meio de ajuste a um conjunto de modelos espaciais e métodos estatísticos que permitem a reconstrução estável com dados esparsos. Produzida pela Comprehensive Ocean–Atmosphere Data Set (COADS) com dados de 1854 a 1997. O modelo inclui incerteza de amostragem e erro (NOAA, 2010).

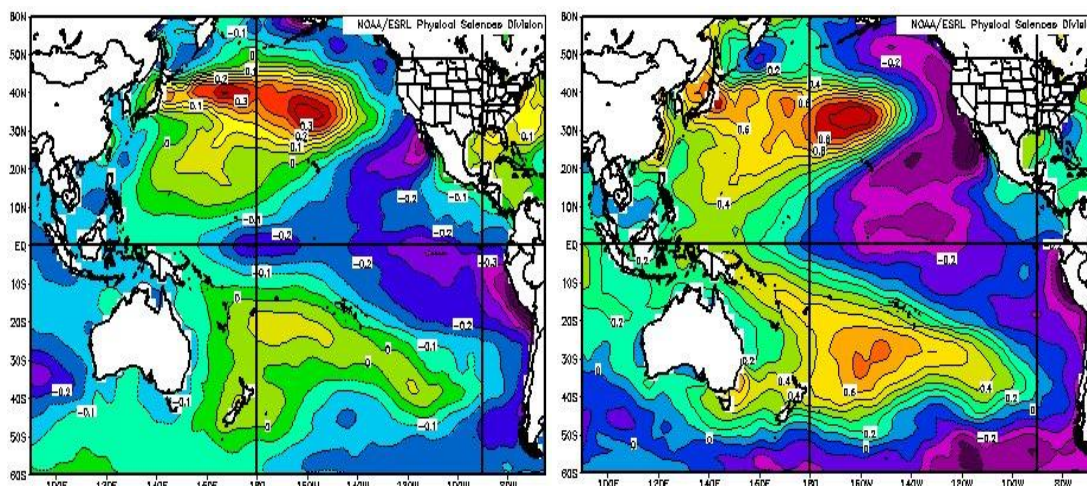
Com base nos dados da NOAA (2010) e utilizando os softwares disponibilizados por essa mesma agência, Molion (2010) calculou o desvio médio das TSMs no Oceano Pacífico com os dados de 1999 a 2009 e demonstrou que a configuração das TSMs, é semelhante à última fase de ODP, observada no período de 1947 a 1976. A Figura 7 ilustra essa configuração.



**Figura 5 - Variabilidade do Índice ODP anual, com base no desvio padrão das médias mensais segundo Mantua e Hare (1997). Representa as fases ODP- (1947 a 1974 e 1999 a 2009, nas faixas azuis) e ODP + (1975 a 2008, faixa laranja)**

Fonte: PDO-Internet Page (NOAA, 2010). Adaptado pelo autor.

Com base na Figura 6 e nas previsões de Mantua e Hare (1997) e Mantua *et al.* (2002), pode-se inferir que as águas do Oceano Pacífico, nestes últimos 10 anos (a partir de 1998) estão mais geladas do que a média habitual observada.



**Figura 6 - Configuração das TSMs correspondentes ao período de 1947-1976 (esquerda) e 1999-2009 (direita).**

Fonte: NOAA (2010).

Esta afirmação é confirmada através da intensidade e da área ocupada pelas cores azul e violeta que indicam tendências de TSMs negativas em relação ao desvio da última fase fria. As cores amarela, vermelho e laranja, representam as TSMs positivas, neste caso, estas apresentam também maior amplitude no que tange a intensidade e área ocupada nos últimos 10 anos, quando se compara com o período de 1947 a 1976

## 2.4 Influência interanual e decadal na variabilidade climática

Segundo Kayano e Andreoli (2009, p. 379), com relação à similaridade nas estruturas espaciais oceano-atmosfera, observadas no final da década de 1990, “[...] houve o interesse em esclarecer como o Pacífico Tropical e Extratropical interagem nas escalas interanual e decenal”.

Neste sentido, alguns estudos (SILVA *et al.*, 2010; REBELLO, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2006; MOLION, 2008a; 2008b) observaram que a ODP tem correlação na quantidade e intensidade do ENOS, pois tais oscilações ocorrem no oceano Pacífico.

Aguiar (2009, p. 1) resume que, sob ODP+ há tendência de maior número e intensidade de episódios de El Niño's e menor número e intensidade de La Niña's. Enquanto que em fases de ODP- há maior número de episódios de La Niña, que tendem a ser mais intensos e menor frequência de El Niños, que tendem a ser curtos e rápidos (Figura 7).

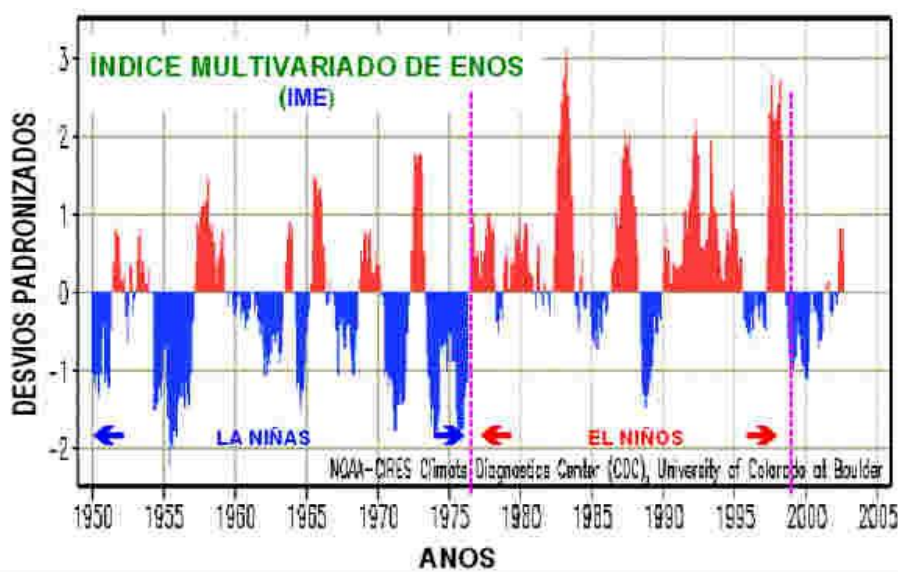


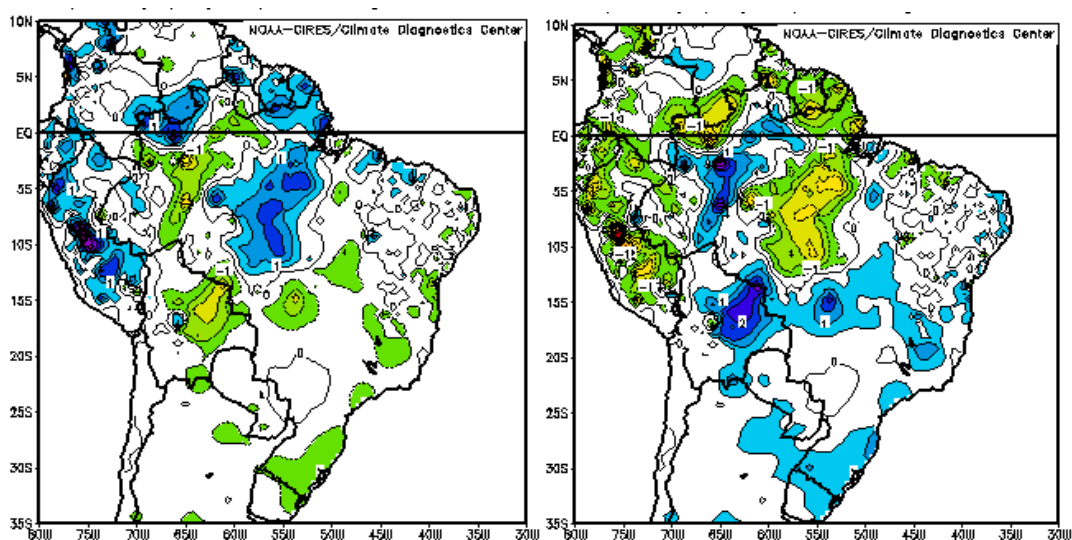
Figura 7 - Relação entre fases Negativas e Positivas da ODP e a quantidade e intensidade dos fenômenos La Niña e El Niño.

Fonte Molion (2008b, p. 2).



Molion (2008b) ressalta que, com a possível entrada da ODP- (a partir de 1998), o Brasil poderá sofrer mudanças climáticas (amplitude térmica diária - temperaturas máximas diárias maiores e mínimas diárias menores, em face do enfraquecimento do efeito-estufa pela redução da concentração de vapor d'água na atmosfera global); os invernos poderão ser mais intensos, com aumento da frequência de geadas; os totais pluviométricos poderão ser reduzidos globalmente e no país como um todo, pois uma troposfera mais fria e mais seca é mais estável e produz menos chuva.

Molion (2008b) também indica a tendência de maior ocorrência de períodos de seca (mais severas) no Nordeste brasileiro, enquanto que na Amazônia Oriental os menores índices pluviométricos serão significativamente menores, apesar de sua distribuição regular durante os anos em ODP- (Figura 8).



**Figura 8 - Desvios de precipitação para o Brasil e parte da América do Sul.**

Fonte: Molion (2010)

A Figura 8 representa o desvio médio durante a fase negativa (esquerda) de ODP e o desvio médio na fase de ODP positiva (direita). As regiões de cores quentes (amarelo e verde) representam tendências a maiores índices de precipitação. As regiões de cores frias (azul claro e azul escuro) tendências a menores índices de precipitação. Regiões com ausência de cores não indicaram tendência significativa.

Robertson e Mechoso (1998), ao estudar as vazões cíclicas interanuais e decadais dos Rios Negro, Paraguai, Paraná, Uruguai no Sudoeste e Sul da América, observaram dois aspectos estatísticos de correlação. O primeiro aspecto apresentou um

nível de 95% de significância<sup>8</sup> em uma tendência não linear em correlação com a variabilidade das vazões, e o segundo aspecto, foi verificado através da configuração de uma componente quase decadal. Através dos valores positivos das vazões, os autores atestaram a influência do El Niño na variabilidade das vazões dos rios. Com relação aos aspectos mencionados, o primeiro configurou-se através de um padrão interanual e apresentou correlação com os ENOS, principalmente na vazão dos rios Negro e Uruguai. A componente quase decadal (segundo aspecto estatístico verificado) se apresentou com mais força na variação das vazões dos rios Paraguai e Paraná e coincidiu com a temporalidade da ODP (ROBERTSON e MECHOSO, 1998).

Kayano e Andreoli (2006), ao estudar a variabilidade das chuvas de verão da América do Sul, encontraram diferenças significativas nas chuvas e a variação das teleconexões ENOS para o sul da América que, segundo os pesquisadores, poderia estar relacionada com a ODP. Segundo os autores, essa situação cria um *background* para estas teleconexões agirem construtivamente (destrutivamente) quando o ENOS e a ODP estão em fases opostas.

Ainda conforme os autores, outro aspecto interessante é a ocorrência robusta de estruturas de componente não-linear que, devido às anomalias, dão o mesmo sinal de chuva para os eventos de El Niño e de La Niña (KAYANO e ANDREOLI, 2006).

Moura e Shukla (1981), a partir do estudo da dinâmica das secas no Nordeste do Brasil utilizando a teoria de Circulação Geral com observações e experimentos numéricos, propuseram que há um possível mecanismo para a ocorrência de secas severas sobre o Nordeste do Brasil. Os pesquisadores estabeleceram um local cuja circulação térmica direta tem o seu ramo ascendente próximo a 10° N e seu ramo descendente sobre o Nordeste do Brasil e da região oceânica adjacente. Essa situação ocorre devida à circulação anômala que é fornecida pelo aquecimento e ao reforço da convecção úmida associada com as anomalias de TSMs (positivas) do Atlântico Tropical Norte e o resfriamento associado às TSMs (negativas) do Atlântico Tropical Sul. Os autores concluíram que os efeitos combinados da subsidência térmica, evaporação reduzida e a convergência do fluxo de umidade produzem condições de seca severa na região Nordeste do Brasil.

Coelho (2001) estudando as anomalias de precipitação sobre a América do Sul e as suas relações com a TSMs dos oceanos Pacífico e Atlântico, durante períodos

---

<sup>8</sup> Índice para demonstração do nível da correlação estatística.

extremos da Oscilação Sul, observou dois modos de variabilidade de TSM dos oceanos Pacífico e Atlântico. Esses modos se destacaram e apresentaram as maiores correlações com a precipitação sobre a América do Sul. Os modos observados foram ENOS de anomalias de TSM do Pacífico Equatorial e o dipolo do Atlântico Equatorial.

Para o autor, as maiores influências conjuntas dos padrões de TSMs dos oceanos Pacífico e Atlântico sobre a precipitação da América do Sul durante eventos de El Niño ocorrem no trimestre março, abril e maio, enquanto La Niña, no trimestre referente aos meses de dezembro, janeiro e fevereiro (COELHO, 2001). Os estudos dos padrões de circulação dos episódios ENOS indicaram uma grande variabilidade entre os eventos.

Coelho (2001) afirma que as anomalias de precipitação são resultados de alterações de características de circulações climáticas já existentes na atmosfera, as quais influenciam o padrão de chuvas em regiões específicas e existem indícios de que durante eventos de La Niña, as principais alterações no padrão de precipitação sobre a América do Sul ocorrem devido ao fortalecimento do jato de baixos níveis, responsável pelo transporte de calor e umidade da região tropical para o sudeste da América do Sul, ao enfraquecimento da corrente do jato subtropical, assim como ao distinto posicionamento dos ciclones e anticiclones em altos níveis. Para chegar às conclusões o autor utilizou as análises de CCA e SVD e correlação linear simples, além de cálculos dos padrões de circulação atmosférica.

Cardoso e Silva Dias (2004), por meio do cálculo de correlação simples, encontraram correlações entre a TSM do Atlântico e Pacífico e os valores térmicos da cidade de São Paulo durante o inverno. Os autores observaram também que as regiões de ambos os oceanos apresentam relações caracterizadas por dipolos de correlações significativas similares. Eles caracterizaram quatro áreas similares no Oceano Pacífico tropical e Equatorial. No Atlântico Sul os autores identificaram duas áreas.

Com relação à ODP, Xavier e Xavier (2009), por meio do emprego da correlação linear, evidenciaram que esta oscilação não influencia significativamente no 'estado' do Atlântico Intertropical e também não foi verificado indício algum de que possa modular as chuvas no Nordeste Setentrional (em particular o Ceará) durante a pré-estação ou no início da estação chuvosa. Em se tratando da sua influência sobre as chuvas, a partir dos meses de março/abril no Ceará, o sinal da ODP é muito fraco comparativamente à do ENOS.



Apesar da influência da ODP parecer ser fraca no Nordeste do Brasil, com relação à região sul essa afirmação muda. Rebello (2009) verificou boa relação entre os índices da ODP e as anomalias de precipitação no Estado do Rio Grande do Sul (positivas e negativas) e produziu uma correlação com alguns anos de déficits agrícolas e a influência da fase de ODP positiva. O autor utilizou as séries históricas de precipitação da região, no período de 1961 a 2005 e removeu as anomalias da média global do padrão da variabilidade ODP para não ter nenhum sinal de aquecimento global, conforme explicado por Mantua e Hare (1997).

Rebello (2009) enfatiza que, ao achar uma correlação desse fenômeno com variações da precipitação em nível decadal na região sul, foi possível interpretar as quebras de produtividades observadas na região. O autor citou o ano agrícola de 2004/05 quando ocorreu seca severa e gerou quebra na produtividade.

Marques (2010) ao estudar a precipitação anual na Bacia do Rio Tubarão, localizada no sul do Estado de Santa Catarina-SC, por meio dos dados de seis estações pluviométricas para a série histórica de 1946 a 2006 e as TSMS representadas pela ODP, observou, a partir do cálculo da regressão linear simples, que os resultados indicaram um incremento expressivo da precipitação no primeiro trimestre (verão) e no quarto trimestre (primavera). O autor constatou que houve influência da ODP na variabilidade da precipitação no sul de SC, sobretudo, destacou também a ação humana que, em virtude das alterações ambientais, intensificou a distribuição das chuvas na área de estudo.

O impacto da variabilidade interanual<sup>9</sup>, padrão ENOS no Brasil e no globo, é significativamente estudado. O CPTEC (2010) produziu mapas que permitem visualizar os principais impactos globais do ENOS. O mapa referente aos impactos do fenômeno no período de dezembro a fevereiro é ilustrado na Figura 9.

A partir da figura 9 e com base na descrição do CPTEC (2010), pode-se observar que no Brasil os impactos do fenômeno El Niño produzem alterações no país como todo. Na Região Sul o fenômeno produz precipitações abundantes, principalmente na primavera e chuvas intensas de maio a junho, além da tendência do aumento da temperatura média. Por outro lado o fenômeno La Niña produz ocorrência de secas severas e tendência de diminuição da temperatura média

---

<sup>9</sup>Cabe ressaltar que o padrão de variabilidade interanual do ENOS é ainda mais freqüente, sobretudo não é apagado pela manifestação da variabilidade decadal, ou seja, pela ODP.



**Figura 9 – Mapeamento dos impactos globais do fenômeno ENOS no trimestre de verão (dezembro, janeiro e fevereiro). As figuras representam impactos do El Niño e La Niña, à direita e esquerda, respectivamente.**

Fonte: CPTEC (2010).

Kayano e Andreoli (2009, p. 379) sugerem que as

[...] diferenças nos padrões de precipitação associadas ao ENOS sobre América do Sul podem estar relacionadas à ODP, sendo que a ODP cria um background que atua construtivamente (desconstrutivamente) quando o ENOS E a ODP estão na mesma fase (fase oposta).

Em outras palavras é como se a ODP e o ENOS, sendo dois dos diversos aspectos que interferem na variabilidade climática em ritmo decadal e interanual, respectivamente, agissem conjuntamente em escalas espaciais e temporais diferentes, mas que se interconectam definindo mecanismos e impactos que podem ser visualizados no território.

Os dois padrões de variabilidade tornam-se uma ferramenta eficaz para geração de ações e tomadas de decisões quando são analisados em conjunto com a variabilidade da precipitação pluviométrica, pois a pluviosidade é o fator principal da flutuação dos rendimentos e da produção agrícola na Região Sul do Brasil (FAIAS *et al.*, 1993), tratando-se apenas de impactos no espaço agrícola. No espaço urbano e no ambiente natural (entendido como meio natural) os impactos da variabilidade da precipitação também se manifestam de forma diferenciada, seja na ocorrência de enchentes nos centros urbanos (eventos máximos) ou na menor vazão de rios (eventos mínimos) que, de forma geral, pode prejudicar a geração de energia e abastecimento de água e na diversidade de vida em ambientes florestais e fluviais.

Nesta perspectiva, espera-se encontrar possibilidades de correlações entre a variabilidade interanual e decadal nas chuvas do Paraná, no sentido de produzir um sistema de referência que contribua para a elucidação sobre a dinâmica das chuvas no Estado. A proposição de uma discussão dos possíveis impactos que estes podem gerar no território poderá contribuir para uma análise geográfica do fenômeno climático.

A seguir são relacionados o material e os procedimentos metodológicos utilizados, visando atingir o objetivo de analisar a influência espaço-temporal dos padrões de variabilidade decadal e interanual das chuvas no Paraná e sua possível correlação com os fenômenos ENOS e ODP.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

A figura 10 representa um esboço metodológico, contendo de forma sintética a reflexão sobre o objeto de estudo e as perguntas sugeridas para compreender a problemática.

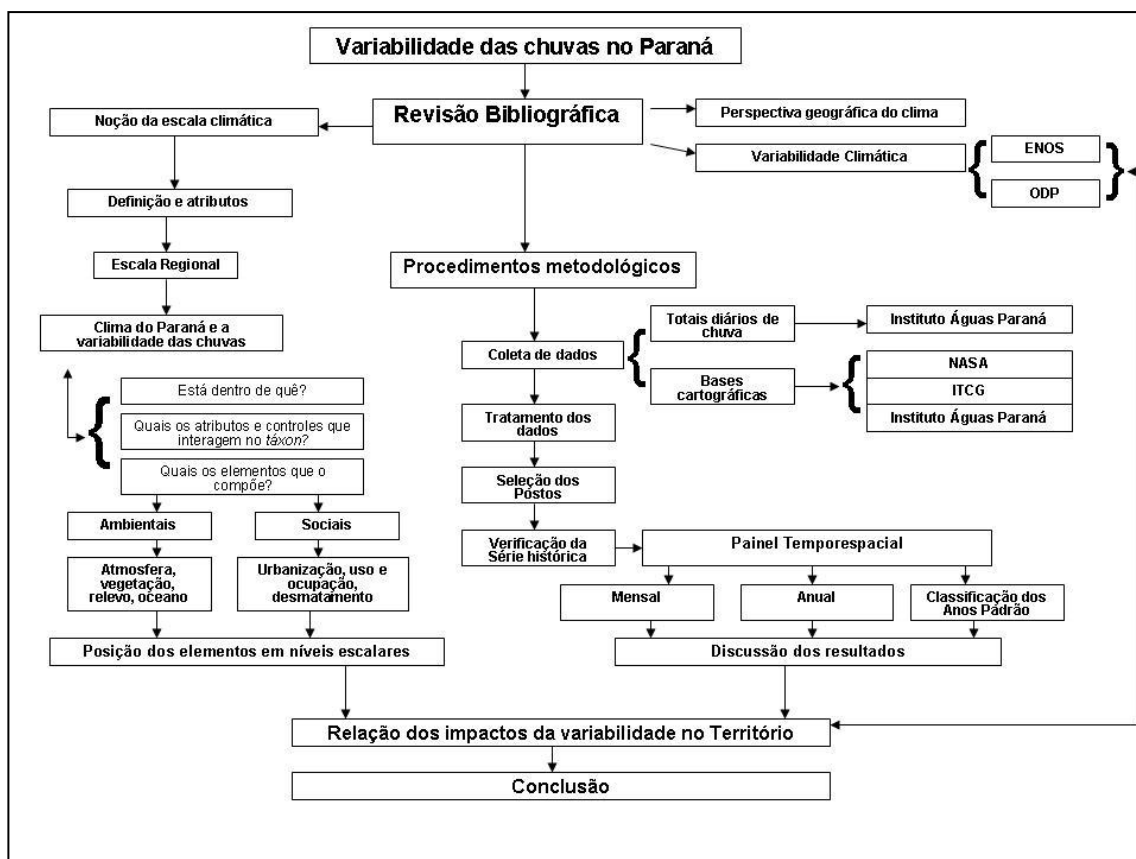


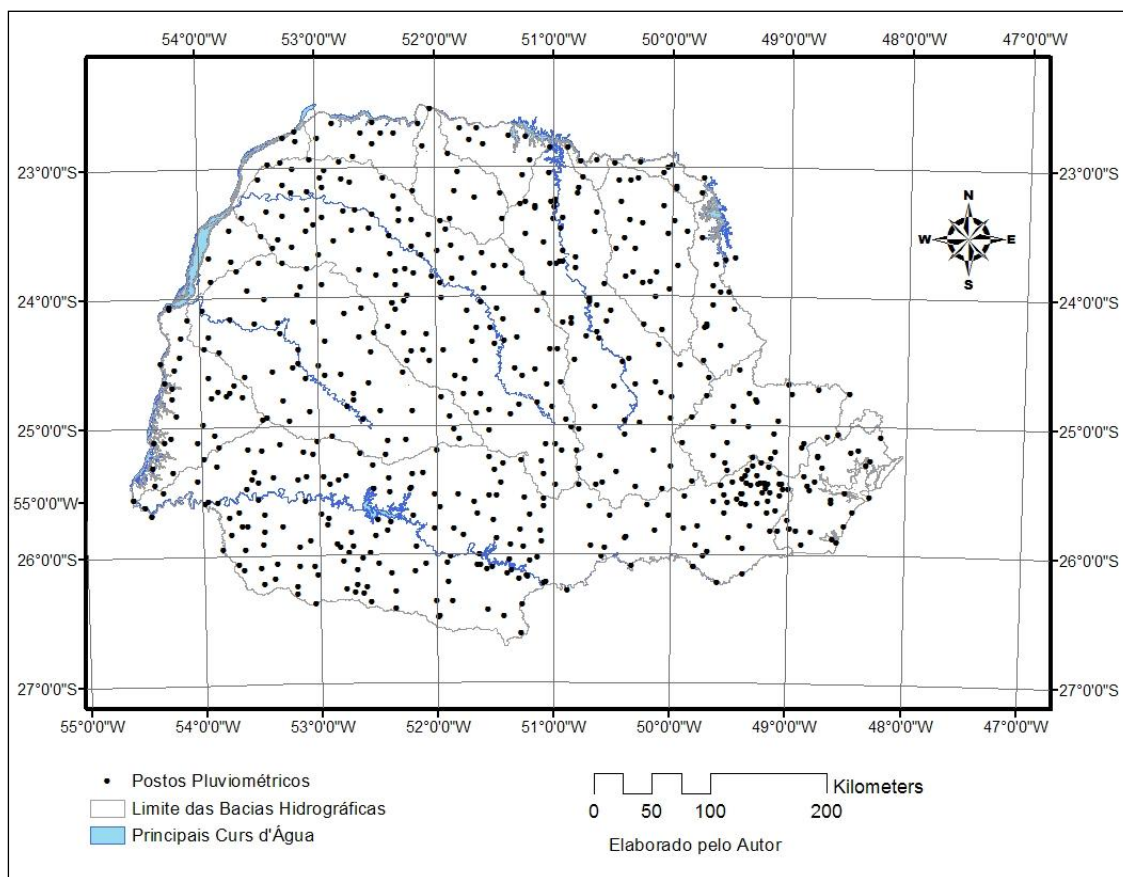
Figura 10 – Esboço metodológico.

Para a elaboração da presente pesquisa foram utilizados dados pluviométricos de redes de estações e postos cedidos pelo Instituto das Águas do Paraná, distribuídos ao longo do Estado do Paraná. A distribuição espacial dos postos pluviométricos do Paraná está representada na Figura 11<sup>10</sup>.

Os dados pluviométricos foram obtidos por meio de contato eletrônico (*email*), quando foi solicitada toda a série histórica disponível e atualizada. Os dados estavam na extensão/formato *txt*, ou seja, arquivo de texto, lido somente no bloco de

<sup>10</sup> O *shapefile* das estações pluviométricas do Estado do Paraná foi gentilmente cedido pelo Instituto das Águas do Paraná.

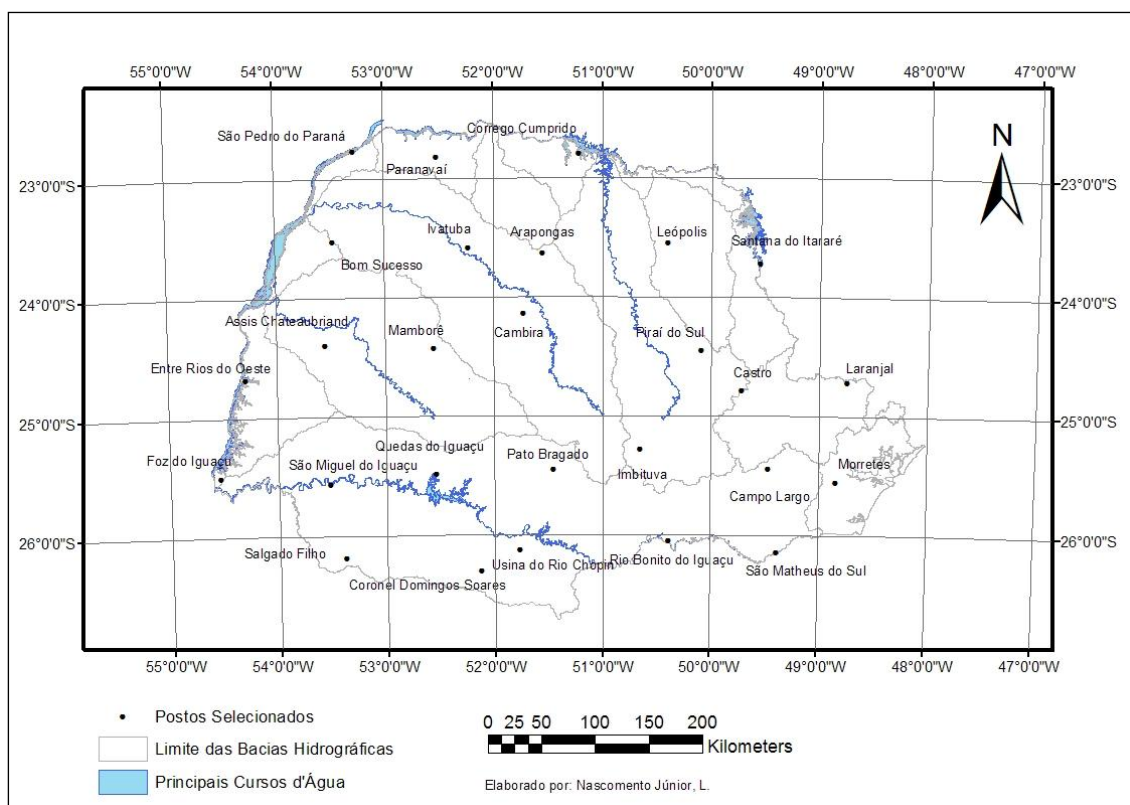
notas do *Windows Microsoft*. Posteriormente os dados foram exportados no formato/extensão *xls* (lido pelo *software Windows Office Excel*). Desta forma o manuseio e a manipulação dos mesmos foram facilmente desenvolvidos e pôde-se explorar melhor a confecção das planilhas e a produção dos cálculos e gráficos.



**Figura 11 - Distribuição espacial dos postos pluviométricos do Instituto das Águas Paraná**

Inicialmente foram obtidos dados de 1185 postos com séries históricas que iniciavam em 1953 até 2010 em planilhas eletrônicas. Para o desenvolvimento deste trabalho foi selecionada a série histórica de 1976 a 2009, por ter se mostrado uma série comum aos postos selecionados e coincide com a instalação de uma rede meteorológica adequada aos padrões aprovados pela OMM.

A seleção dos postos pluviométricos foi processada a partir da divisão do recorte territorial do Paraná em quadrículas de 1° de latitude por 1° de longitude. O posto escolhido para compor a análise seria aquele que se aproximava mais significativamente do centro da quadrícula, aliada à disponibilidade e à uniformidade de dados na série histórica. Este procedimento foi realizado por meio da utilização do *software ArcMap 3.0*, cujo o resultado é ilustrado na Figura 13.



**Figura 12 - Seleção dos postos pluviométricos conforme a posição no interior da quadrícula de 1° de latitude por 1° de longitude.**

A partir de então, fez-se a exclusão das colunas e linhas (no *software Excel*) que continham informações que não seriam utilizadas, facilitando a visualização das informações e dos dados dos postos pluviométricos selecionados. Foram selecionados 27 postos, representados na Tabela 1, conforme o nome da estação, altitude e sequência, com a respectiva localização ilustrada na Figura 12.

**Tabela 1:** Postos pluviométricos utilizados

Nome da Estação	Altitude (m)	Sequência	Nome da Estação	Altitude (m)	Sequência
Morretes	88	1	Cambira	600	15
Foz do Iguacu	152	2	Mamborê	650	16
Córrego Comprido	160	3	Rio Bonito do Iguacu	704	17
Entre Rios do Oeste	239	4	Laranjal	741	18
Pato Braçado	253	5	São Mateus do Sul	770	19
São Miguel do Iguacu	287	6	Araonças	793	20
Ivatuba	339	7	Imbituva	869	21
Paranavaí	367	8	Campo Largo	901	22
São Pedro do Paraná	419	9	Leópolis	904	23
Salgado Filho	500	10	Pirai do Sul	962	24
Assis Chateaubriand	501	11	Usina do Rio Chopim	1028	25
Bom Sucesso	531	12	Castro	1100	26
Santana do Itararé	543	13	Coronel Domingos Soares	1100	27
Quedas do Iguacu	550	14	-	-	-

Posteriormente à escolha do posto, verificou-se que algumas séries históricas possuíam falhas ou dados faltantes em alguns poucos períodos. Tais falhas foram preenchidas segundo o procedimento metodológico proposto por Villela e Mattos (1975), representado pela função a seguir:

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

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 das estações mais próximas da estação X.

Este método foi utilizado por Baldo (2006) no estudo da variabilidade pluviométrica da Bacia do Rio Ivaí – PR e compreende um método bastante utilizado para fazer esta estimativa, pois tem como base o registro pluviométrico de três postos localizados o mais próximo possível do posto que apresente a falta de dados (BALDO, 2006, p. 45). Os postos que continham falhas, bem como o período corrigido são mostrados na Tabela 2.

Após a escolha dos postos e o preenchimento dos dados, foi elaborado o painel temporoespacial para mostrar a variabilidade dos totais pluviométricos e os padrões predominantes numa escala anual e mensal, considerando a altitude na ordem de apresentação dados, em sequência crescente, conforme a Tabela 1.

**Tabela 2:** Postos pluviométricos que apresentaram falhas e que foram corrigidos

Estação	Ano com falhas	Meses com falha
Coronel Domingos Soares	1976	Jan
	1976	Jan
	1978	Out a Dez
Usina do Rio Chopin*	1979	Jan a Set
	1986	Abr e Maio
	2006	Jan a Julho

\*Preferiu-se manter este posto, pois somente era o que apresentava a série histórica completa, diferentemente dos postos vizinhos.

O painel temporoespacial representa concomitantemente a variação temporal dos fenômenos climáticos num eixo espacial, tornando possível a visualização de diferentes feições da pluviosidade, contribuindo para a análise sistêmica do espaço geográfico (SANT'ANNA NETO, 1990) (Exemplo apresentado no Quadro 3).

A identificação dos anos padrões foi realizada segundo metodologia proposta por Sant’Anna Neto (1990), foi compreendida pela medida do valor dos totais pluviométricos e sua variação em torno da média para o período, essa variação foi calculada por meio desvio padrão em milímetros anuais e porcentagem. O desvio padrão em milímetros anuais foi calculado a partir da fórmula:

$$DP(mm) = X_1 - M$$

Onde DP(mm) é o desvio padrão,  $X_1$  é o valor do total pluviométrico anual e M é a média do posto no período compreendido para a série histórica de 1976 a 2009. O desvio padrão em porcentagem foi um índice resultante da divisão do desvio padrão em milímetros – DV(mm) - pela média do período (M) e multiplicado por 100, conforme pela fórmula a seguir:

$$DP(\%) = [DP(mm)/M] * 100$$

A partir deste cálculo foi feita a classificação dos anos secos, tendentes a secos, habituais, tendentes a chuvosos e chuvosos (tabela 3). Este procedimento foi realizado para todos os postos pluviométricos através da ferramenta de “Formatação Condicional” no *Windows Office Excel* e é representado no Quadro 3.

**Quadro 3:** Cálculo da classificação dos anos-padrão.

Classe	Cálculo	Formatação Condicional	Cor
Seco	T-DP(mm)	Valores menores/iguais a Seco	Laranja escuro
Tendente a Seco	T-[DP(mm)/2]	Valores entre Seco e Habitual	Laranja
Habitual			Sem preenchimento
Tendente a Chuvoso	T+[DP(mm)/2]	Valores entre Habitual e Chuvoso	Azul Claro
Chuvoso	T+DP(mm)	Valores maiores/iguais a Chuvoso	Azul

A variabilidade das chuvas em padrão decadal foi analisada em função da variabilidade do Índice da ODP de Mantua e Hare (1997), conforme apresentado na Figura 13.

A variabilidade do Índice de ODP foi calculada a partir do desvio padrão baseado nas médias mensais, disponibilizadas da *home page* da NOAA (2010) através do link <http://jisao.washington.edu/pdo/img/v1v2PDOComp.png>. O índice foi produzido por Mantua e Hare (1997), e segundo os autores foi retirado da série qualquer indício de aquecimento global. Ressalta-se que do ano 2002 a 2009 o índice tem sido



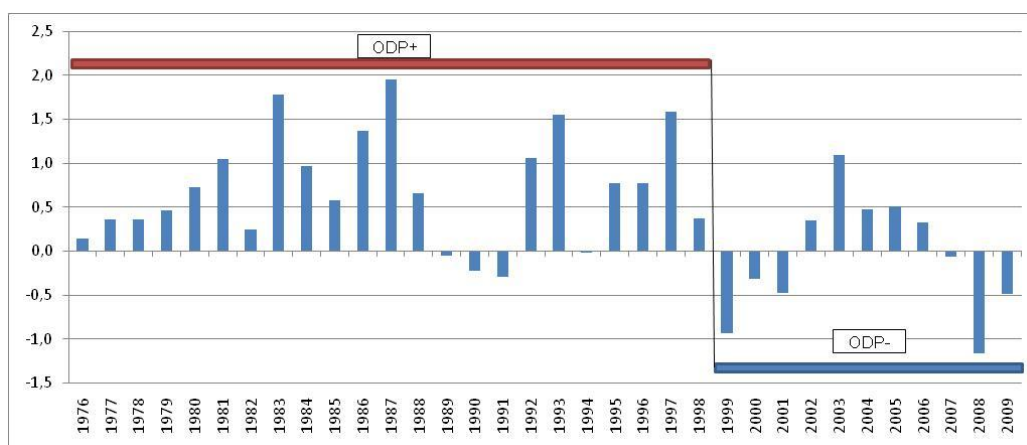
derivado da comparação com os valores mensais de TSMs de padrão ODP referentes ao período de 1982 a 2002, conforme NOAA (2010).

Ano	Totais	Desvio Padrão	
		mm	%
1976	2856,8	284,8	11,1
1977	2515,5	-56,5	-2,2
1978	1761,6	-810,4	-31,5
1979	2203,6	-368,4	-14,3
1980	2878,2	306,2	11,9
1981	2590,5	18,5	0,7
1982	2586,8	14,8	0,6
1983	3198,3	626,3	24,3
1984	2595,9	23,9	0,9
1985	2015,2	-556,8	-21,6
1986	2298,2	-273,8	-10,6
1987	2300,1	-271,9	-10,6
1988	2620,7	48,7	1,9
1989	2842,3	270,3	10,5
1990	3751,1	1179,1	45,8
1991	2405,1	-166,9	-6,5
1992	2947,3	375,3	14,6
1993	2220,6	-351,4	-13,7
1994	2645,5	73,5	2,9
1995	2680,0	108,0	4,2
1996	2544,5	-27,5	-1,1
1997	2257,5	-314,5	-12,2
1998	3033,7	461,7	17,9
1999	3044,7	472,7	18,4
2000	1957,9	-614,1	-23,9
2001	2523,3	-48,7	-1,9
2002	2700,8	128,8	5,0
2003	2251,6	-320,4	-12,5
2004	2459,8	-112,2	-4,4
2005	2551,0	-21,0	-0,8
2006	2303,5	-268,5	-10,4
2007	2358,3	-213,7	-8,3
2008	2694,2	122,2	4,7
2009	2855,2	283,2	11,0
<b>MÉDIA</b>	<b>2572,0</b>		
<b>DESVIO PADRÃO</b>	<b>383,7</b>		
Seco		2188,3	
Tendente a Seco		2380,2	
Habitual			
Tendente a Chuvoso		2763,9	
Chuvoso		2955,7	

**Quadro 3** - Variabilidade da pluviosidade anual do posto nº1, Morretes-Pr.

Como neste trabalho foi escolhida a série histórica de 1976 a 2009, preferiu-se recortar a variabilidade da ODP também para este período. O resultado do recorte

pode ser visualizada na Figura 13, na qual a ocorrência da Fase ODP + está representada pela faixa laranja e ODP- pela faixa azul.



**Figura 13 - Variabilidade anual do Índice de ODP, com base nas médias mensais, para o período de 1976 a 2009.**

Fonte: NOAA (2010)

A variabilidade das chuvas em padrão interanual foi analisada em função da variabilidade ENOS, conforme apresentado no Quadro 4 e segundo classificação do CPTEC (2010).

Ano	El Niño	La Niña	Ano	El Niño	La Niña
1976			1993		
1977			1994		
1978			1995		
1979			1996		
1980			1997		
1981			1998		
1982			1999		
1983			2000		
1984			2001		
1985			2002		
1986			2003		
1987			2004		
1988			2005		
1989			2006		
1990			2007		
1991			2008		
1992			2009		

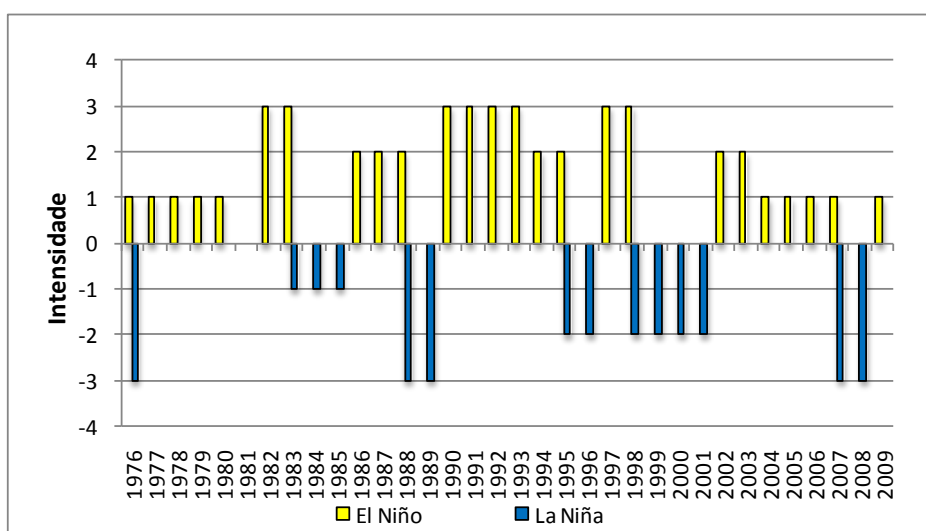
Escala de intensidade do fenômeno ENOS						
La Niña			Anos habituais	El Niño		
Forte	Moderada	Fraco		Fraco	Moderada	Forte

**Quadro 4 - Ocorrência e intensidade do Fenômeno ENOS.**

O Quadro 4 representa a ocorrência do fenômeno ENOS em sua Fase Quente (El Niño) e Fria (La Niña) na série histórica estudada, com apresentação da intensidade

de cada fase numa classificação que vai de intensidade Fraca, Moderada e Forte, além da ocorrência de anos habituais.

A Figura 14 representa esses mesmos dados do Quadro 4, porém numa visualização de variação e repetição, com a classificação que compreende os valores 1, 2 e 3 para representar ocorrência de El Niño em sua intensidade (fraca, moderada e forte), enquanto que os valores -1, -2 e -3 representam o fenômeno La Niña (fraco moderado e forte).



**Figura 14 - Ocorrência e intensidade do ENOS entre 1976 a 2009.**  
Fonte: CPTEC (2010).

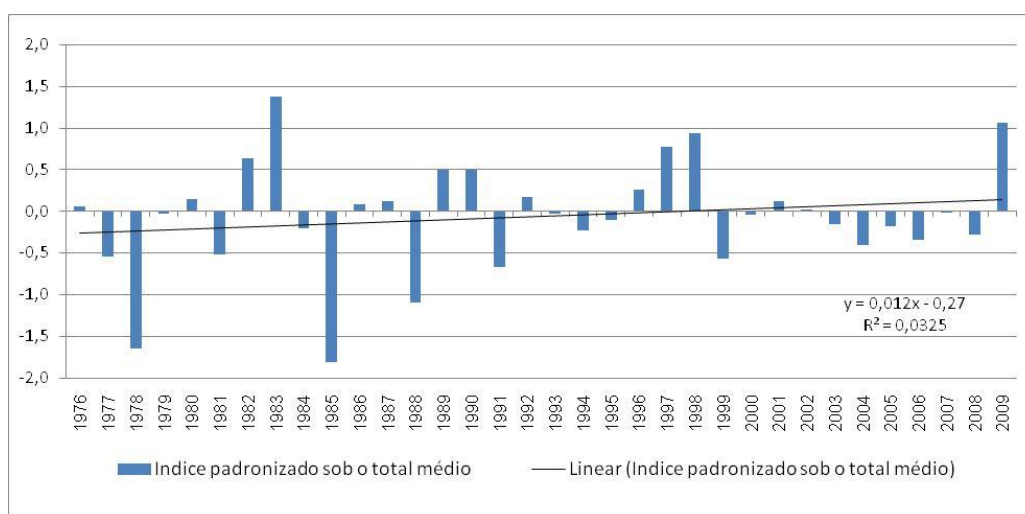
Essa classificação servirá de subsídio para a interpretação e análise dos painéis temporoespaciais e na variabilidade interanual da chuva. A variabilidade e tendência das chuvas nos postos pluviométricos foram representadas pela técnica de padronização (índice padronizado) e pelo cálculo estatístico de regressão linear. Esses cálculos foram usados por Marques (2010) e Molion (2005; 2008). Tais cálculos foram executados no *Microsoft Excel*, através das fórmulas *desvpad*, para desvio padrão e *padronizar* para a geração do índice padronizado.

Representam graficamente a variabilidade dos dados de chuva de cada posto pluviométrico, a partir da variação dos valores de chuva (positivos e negativos) em torno da média da série histórica no posto. A Figura 15 representa a variabilidade dos dados médios dos 27 postos pluviométricos e ilustra as afirmações.

As barras em cor azul representam a variação dos totais médios dos 27 postos selecionados em torno da média (1621,4 mm/ano) representada por 0. Neste

caso, os valores acima (positivos) e abaixo (negativos) indicam estatisticamente o quanto os valores de chuvas variaram.

O valor de  $R^2$  (apresentado no interior do gráfico) representa a análise de correlação simples, onde é determinada estatisticamente a “força” da relação entre as variáveis: chuva e tempo. O valor pode demonstrar correlação de tendência negativa (de 0 a -1) ou positiva (de 0 a +1). Quanto mais o valor de  $R^2$  estiver próximo dos extremos (-1 a +1), melhor a tendência linear expressa a variabilidade dos dados.



**Figura 15 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos no Paraná, sob os totais médios dos 27 postos de 1976 a 2009.**

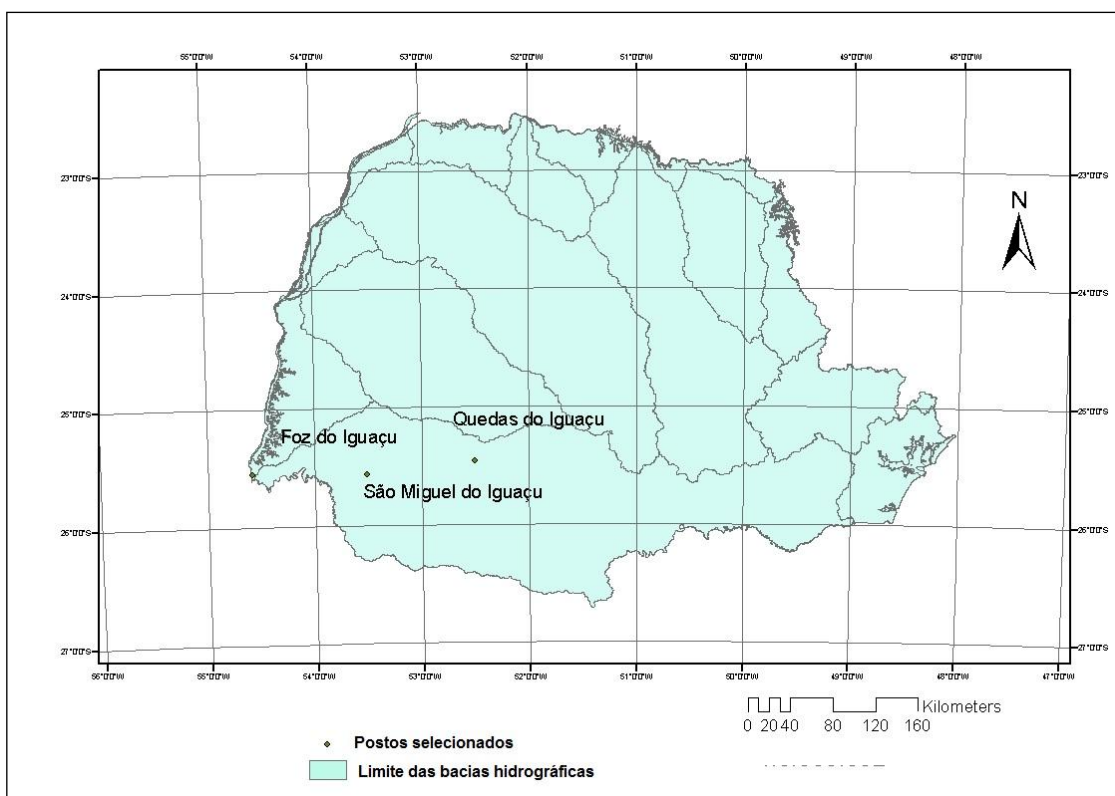
Estas técnicas foram aplicadas por Marques (2010) na análise de chuva na Bacia do Rio Tubarão-SC e correlação com a ODP, e na avaliação das mudanças no regime das chuvas em São Paulo entre 1888 a 1993, produzido por Sant’Anna Neto (1999).

A escolha da série histórica proporcionou uma confiabilidade considerável para análise interanual da variabilidade pluviométrica no Paraná, contudo o total de 33 anos de dados não foi suficiente para gerar uma série histórica que configurasse uma variabilidade decadal tipo ODP.

Sendo assim, a possibilidade de análise da atuação deste padrão de variabilidade nas chuvas do Estado, não seria tão claramente observada, pois somente a ODP+ representaria 23 anos da série histórica, enquanto que a ODP-, seria visualizada em sua fase inicial (a partir de 1999), o que, por sua vez, não é suficiente para gerar uma correlação clara do padrão ODP com as chuvas no Paraná.

A proposta encontrada foi à realização de um teste de classificação, com base na seleção de alguns postos que possuíam as séries históricas mais longas, e a partir deste ter possibilidades de observação de uma configuração de variabilidade decadal das chuvas no Paraná.

Cabe ressaltar que parte considerável da rede meteorológica do Paraná foi instalada no início da década de 1970. E dos 27 postos pluviométricos selecionados neste trabalho, somente três possuem séries históricas longas suficientes para observar padrões de variabilidade decadal. Os postos escolhidos foram de Foz do Iguaçu, São Miguel do Iguaçu, São Mateus do Sul cujas séries iniciaram em 1949, 1932 e 1965, respectivamente, cuja localização é apresentada na Figura 16. Os demais postos variam o início de seus registros entre os anos de 1974 a 1976.



**Figura 16 – Localização dos postos selecionados no Estado do Paraná**

O teste de classificação na série histórica foi realizado a fim de identificar pelo menos duas fases similares às fases da ODP. Os valores foram classificados segundo a seqüência temporal e predominância na série dos valores positivos e negativos que indicam respectivamente possíveis fases quentes e frias. São representados nas Figuras 56, 57 e 58.

A classificação foi procedida da seguinte maneira:

1. Considerou-se primeiramente, a temporalidade das fases da ODP, conforme bibliografia, sendo a atuação da ODP- de 1947 a 1975 e 1999 a 2009, e ODP+ predominante de 1976 a 1998;
2. Com base no conhecimento do item anterior, utilizaram-se os anos da série que coincidiam com a temporalidade das fases da ODP, e em seguida, os valores de chuvas referentes a cada ano na série;
3. Posteriormente, foi indicada através de faixas horizontais de cor azul (indicação possível da atuação da ODP-, com a predominância dos dados de chuva em valores negativos) e vermelha (indicação possível de atuação da ODP+, com a predominância dos dados em valores positivos). As faixas verticais de cor azul indicam os desvios (variabilidade) dos valores de precipitação observada no posto;
4. A partir de retas verticais na cor preta, foi localizado temporalmente o início da predominância de valores negativos e/ou positivos conforme possível domínio das fases da ODP e o valor apresentado ano. A fase foi iniciada primeiramente pela predominância consecutiva de valores positivos e negativos, e a através da apresentação do primeiro ano após a entrada das fases da ODP que apresentasse valores correspondentes.

O intuito final foi de identificar e classificar fases com apresentação de variabilidade positiva (mais chuva) e negativa (menos chuva) que pudesse ser comparada à temporalidade das fases da ODP.

O mapa do relevo do Paraná (Figura 21, apresentado na página 49) foi desenvolvido a partir do modelo de terreno em alta resolução do *Shuttle Radar Topographic Mission*, disponibilizado gratuitamente através do sítio <http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp>, no *software* ArcGis 9.

O procedimento foi realizado conforme Silva e Rodrigues (2008), que a partir da transformação dos arquivos SRTM em extensão TIN e a utilização da ferramenta 3D Analyst no ArcGis, fez-se o recorte da área de interesse com a ferramenta ‘Mask’, com os seguintes passos: Na barra de ferramentas, em “3DAnalyst”, prosseguiu-se até “Surface Analysis” > “Contour”. Na nova janela, em “Input surface” selecionou a imagem TIN, na opção “Contour interval” escolheu-se o intervalo entre as curvas. Escolheu o intervalo de 100 metros devido o extensão do recorte territorial e a possibilidade de confecção das 14 classes de altitude. Em “Output features” selecionou-se o local para salvar as curvas e nomeou-o como “SRTM\_PR”, clicou-se em ‘ok’ e

aguardou-se o processamento. Com *curvas já geradas*, clicou-se em “3D analyst” > “Create Modify TIN” > “Create TIN From Features”. Na nova janela, em “Layers”, marcou-se a opção “SRTM\_PR” e em “Output TIN” selecionou-se um local para salvar o TIN criado, “Ok”. Aguardou-se o processamento.

Para alterar os arquivos “TIN”, clicou-se com o botão direito do *mouse* sobre “TIN” e selecionou-se a ferramenta “Properties”. Na nova janela, abriu-se a aba “Symbolology”, desmarcou-se a opção “Edge types” e removeu-se (“Remove”). Na opção “Add”, foi possível adicionar diferentes feições além da elevação (*elevation*), tais como a declividade (*slope*), o aspecto das vertentes (*aspect*), entre outros. Tratou-se somente da elevação. Em “Add”, foi selecionada a opção “Face slope with graduated color ramp” > “Add” e “Add renderer”, e clicou-se em “Dismiss” para fechar a janela.

As demais cartas (localização dos postos, unidades de bacias hidrográficas e localização dos principais cursos d’água) foram adquiridas junto ao Instituto Águas Paraná e Instituto de Terras, Cartografia e Geodésia – ITCG, e os mapas produzidos no *software* ArcGis 3, no módulo ArcMap. Fez a inserção dos nomes dos postos pluviométricos, através da ferramenta ‘Add Text’.

O *layout* final (inserção de legenda, norte, título, escalas) de todos os mapas foram também executados no módulo ArcMap. Os mapas apresentados poderão auxiliar no entendimento dos totais pluviométricos observados.

## 4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 4.1 Variabilidade pluviométrica e sistemas produtores de chuvas no Paraná

Na Região Sul do Brasil as chuvas são relativamente bem distribuídas ao longo do ano, com índices pluviométricos médios sazonais superiores a 251 mm mensais (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 146). Os climas nessa região são controlados por massas de ar tropicais e polares<sup>11</sup>, sendo predominante a atuação da Massa Tropical Marítima (mTm) no clima subtropical úmido das costas orientais e subtropicais (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 177).

Mendonça (2000, p. 27) salienta que quatro sistemas atmosféricos atuam na região sul do país, sendo:

- MPa – Massa Polar Atlântica, que se desloca na direção S-N e origina-se no Anticiclone Migratório Polar, com características de fria e seca;
- MTa – Massa Tropical Atlântica, quente e úmida, movimenta-se do Atlântico em direção ao continente, isto é, de leste para oeste;
- MEc – Massa Equatorial Continental, produzida pelo Anticiclone da Amazônia, é quente e úmida e desloca-se no sentido N-S;
- MTc – Massa Tropical Continental, quente e seca, tem origem na Depressão do Chaco, no Paraguai, com direção predominante de N.

Segundo Marques *et al.* (2008), ao estudarem a espacialidade e a temporalidade da precipitação na Região Sul do Brasil verificaram que esta não apresenta nenhum período seco durante o ano, as chuvas são bem distribuídas anualmente, embora com uma maior concentração no verão (dezembro, janeiro e fevereiro – com destaque para o mês de janeiro). O inverno se apresenta como o período menos chuvoso. A Serra do Mar (Paraná), juntamente com o oceano e outros elementos dinâmicos, constituem variáveis importantes destacadas pelos autores que, de um modo geral, verificaram que a citada forma de relevo interfere na dinâmica pluviométrica na região Sul do Brasil e na circulação atmosférica.

No caso específico do clima do Paraná, o Clima Subtropical Úmido, com apresentação de inverno fresco a frio, predomina na região oeste e de inverno frio na

---

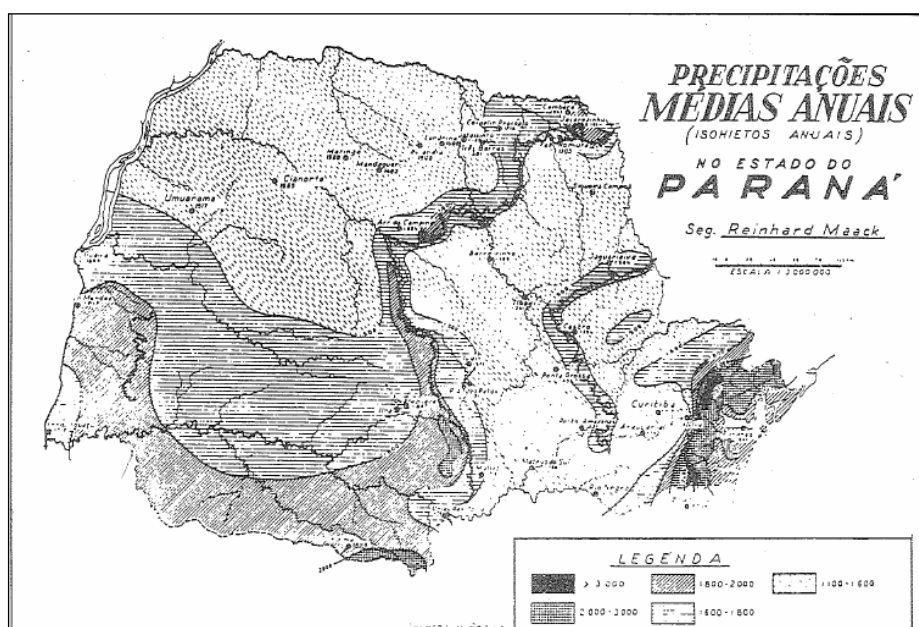
<sup>11</sup>Massa Tropical Atlântica – MTa, Massa Tropical Continental – MTc e Massa Polar Atlântica – MPa. (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 177)



região leste (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 151). Nimer (1979) destaca que no Paraná atuam, principalmente, quatro massas de ar: massa Equatorial continental, massa Tropical continental, massa Tropical atlântica e massa Polar atlântica.

Apesar da deficiência das séries históricas e dos dados disponíveis no Estado, Maack (1981) dividiu o Paraná em cinco regiões conforme a pluviosidade média observada em 10 séries e constatou que no Paraná ocorriam extremos cada vez maiores, pois as precipitações apresentavam variações “[...] desde meses absolutamente secos até com excesso de chuvas, todavia de tal forma que dentro de dez anos atingem aproximadamente a média normal” (MAACK, 1981, p. 160).

Ainda, segundo Maack (1981), essa variabilidade das precipitações no Estado se deu devido ao excessivo desmatamento que produziu um desequilíbrio do ciclo normal da água. O autor também constatou que o Paraná, além de sofrer influência significativa das massas de ar Equatorial continental, Tropical continental, Tropical atlântica e Polar atlântica, tem o relevo como determinante na distribuição espacial da precipitação (MAACK, 1981, 62). Essa primeira regionalização espacial da pluviosidade no Paraná, desenvolvida por Maack (1981), está representada na Figura 17.



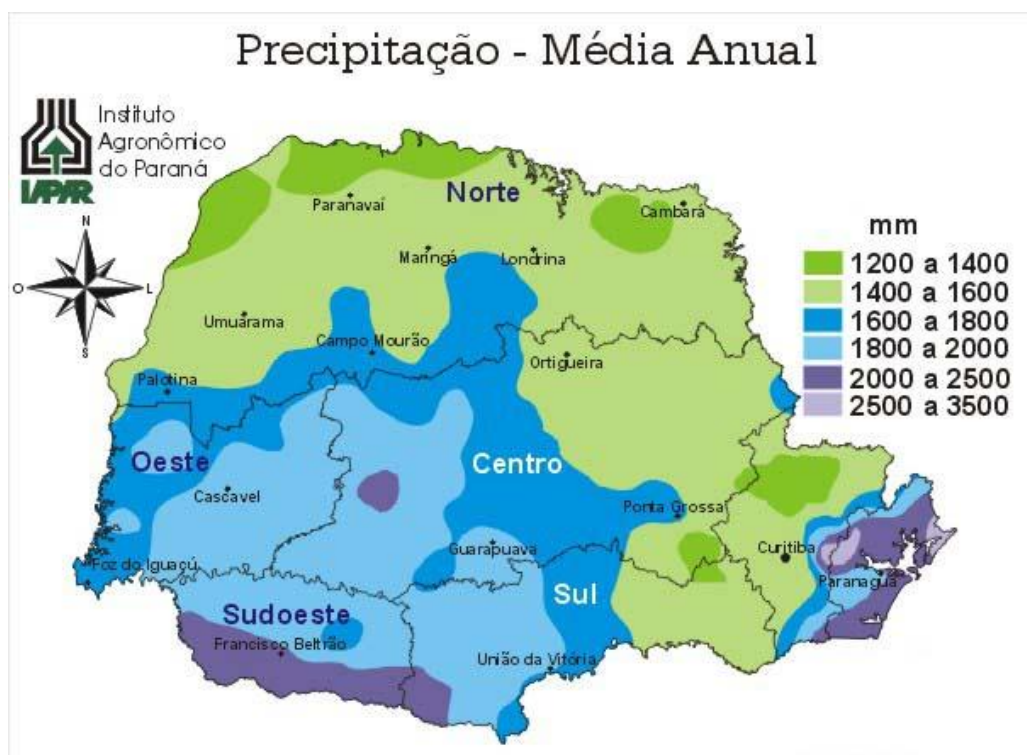
**Figura 17 - Mapa de precipitações médias anuais.**

Fonte: Maack (1981, p. 177).

Para o autor, o segundo planalto recebe as maiores precipitações quando comparado ao primeiro planalto, enquanto que o terceiro planalto é a região que mais

recebe precipitações. O terceiro Planalto é, também, uma área onde predominam diversas zonas climáticas, consequência da posição latitudinal e longitudinal do Estado. (MAACK, 1981, p. 63 - 67)

Mais recentemente, os pesquisadores do IAPAR (2000), subsidiados na definição da precipitação como sendo qualquer deposição d'água em forma líquida ou sólida (chuva, granizo, neve, neblina, chuvisco, orvalho e outros hidrômetros) proveniente da atmosfera, produziram um mapa da precipitação média anual para o Paraná (Figura 18).



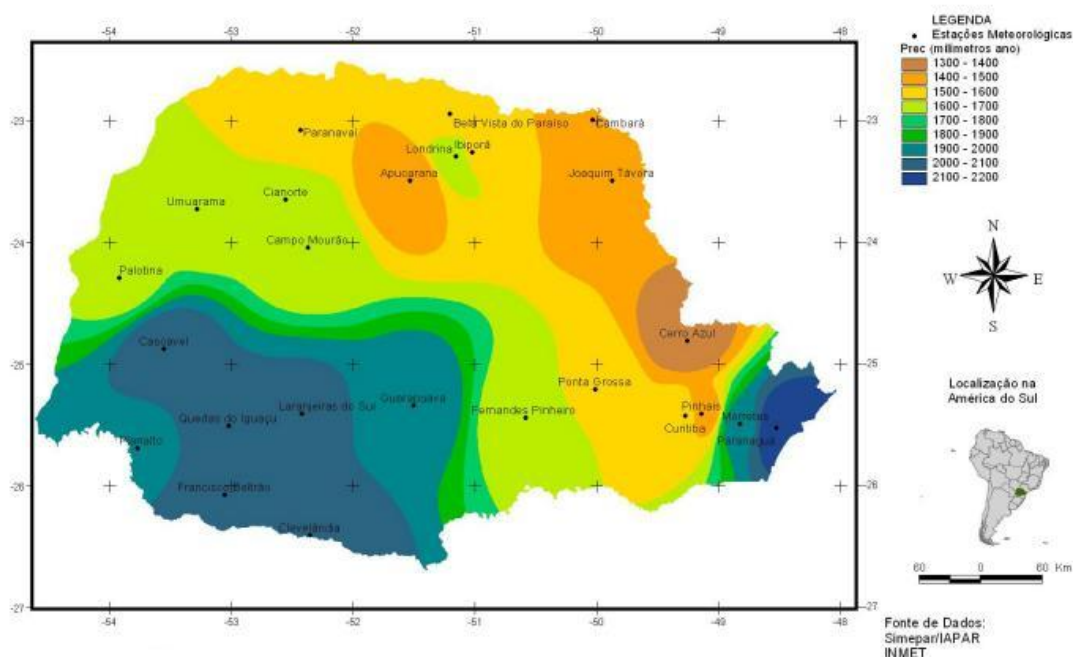
**Figura 18 - Mapa da precipitação média anual no Paraná.**  
Fonte: IAPAR (2000).

Para a produção da Figura 18 foram extraídos dados de precipitação das séries diárias, para o período de 1972 a 1998, de 144 postos pluviométricos localizados no Paraná, pertencentes ao IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná), ao Instituto Águas Paraná (antiga SUDERHSA - Superintendência de Recursos Hídricos e Meio Ambiente) e ao DNAEE (Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica); além dos dados de 125 postos localizados próximos à divisa com o Estado de São Paulo, gerenciados pelo DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica) e de 16 postos limítrofes ao Estado de Santa Catarina, gerenciados pelo CLIMERH (Centro Integrado

de Meteorologia e Recursos Hídricos). Os dados dos Estados limítrofes foram utilizados com o intuito de assegurar a continuidade das informações entre os três Estados, conforme IAPAR (2000).

No que tange à variabilidade espacial das chuvas no Estado destaca-se que a região Norte e a região do Planalto de Curitiba apresentam média anual entre 1200 a 1600 mm, menores valores no Estado; grande parte das regiões Centro e Sul, norte da região Sudoeste e da Serra do Mar e toda região Oeste têm valores médios anuais entre 1600 a 2000 mm. As maiores médias pluviométricas do Estado foram observadas no Litoral e no sul da região Sudoeste (Figura 19).

Nogarolli (2007), que também utilizou a base de dados meteorológicos pertencentes ao IAPAR, ao SIMEPAR e ao INMET e trabalhou com dados de 25 estações selecionadas a partir da distribuição espacial para a série histórica de 1970 a 1999, produziu um mapa com os totais pluviométricos mensais do Estado (Figura 19).



**Figura 19 - Precipitação acumulada média anual no Paraná.**  
Fonte: Nogarolli (2007, p. 63).

Na Figura 19 é observado que os maiores volumes pluviométricos registrados também ocorrem no litoral e na porção sudoeste do Estado. A região Norte e a região do Planalto de Curitiba apresentam os valores mais baixos.

Monteiro (1968) considerou que as precipitações frontais, produzidas no avanço da massa polar, provocam as chuvas mais abundantes nas proximidades do

litoral, no contato mais direto com a massa tropical atlântica, essa afirmação é comprovada pelas figuras mostradas anteriormente. Para o autor, no inverno é a frente polar que se relaciona com a maior parte da pluviosidade na porção setentrional do Estado.

Os principais fatores que influenciam a variabilidade das chuvas no Estado são discutidos por Mendonça e Danni-Oliveira (2007), enfatizando que no Brasil a variabilidade das chuvas está associada “[...] à atuação e à sazonalidade dos sistemas convectivos de macro e mesoescala e, em especial da Frente Polar Atlântica (FPA)”; o que explica as diferenças pluviométricas que se expressam na diversidade climática no país (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, p 146).

Conforme Mendonça (2000, p. 27), devido a sua posição meridional em relação ao país e, mesmo assim, sendo afetado pelas massas de ar quentes vindas da Amazônia, o Paraná é também fortemente afetado pelas massas polares frias e secas vindas do sul que conferem ao Estado uma situação propícia para a ocorrência de frontogêneses. Tais sistemas atuam dinamicamente e ciclicamente e possuem grandes interações com os elementos físico-geográficos.

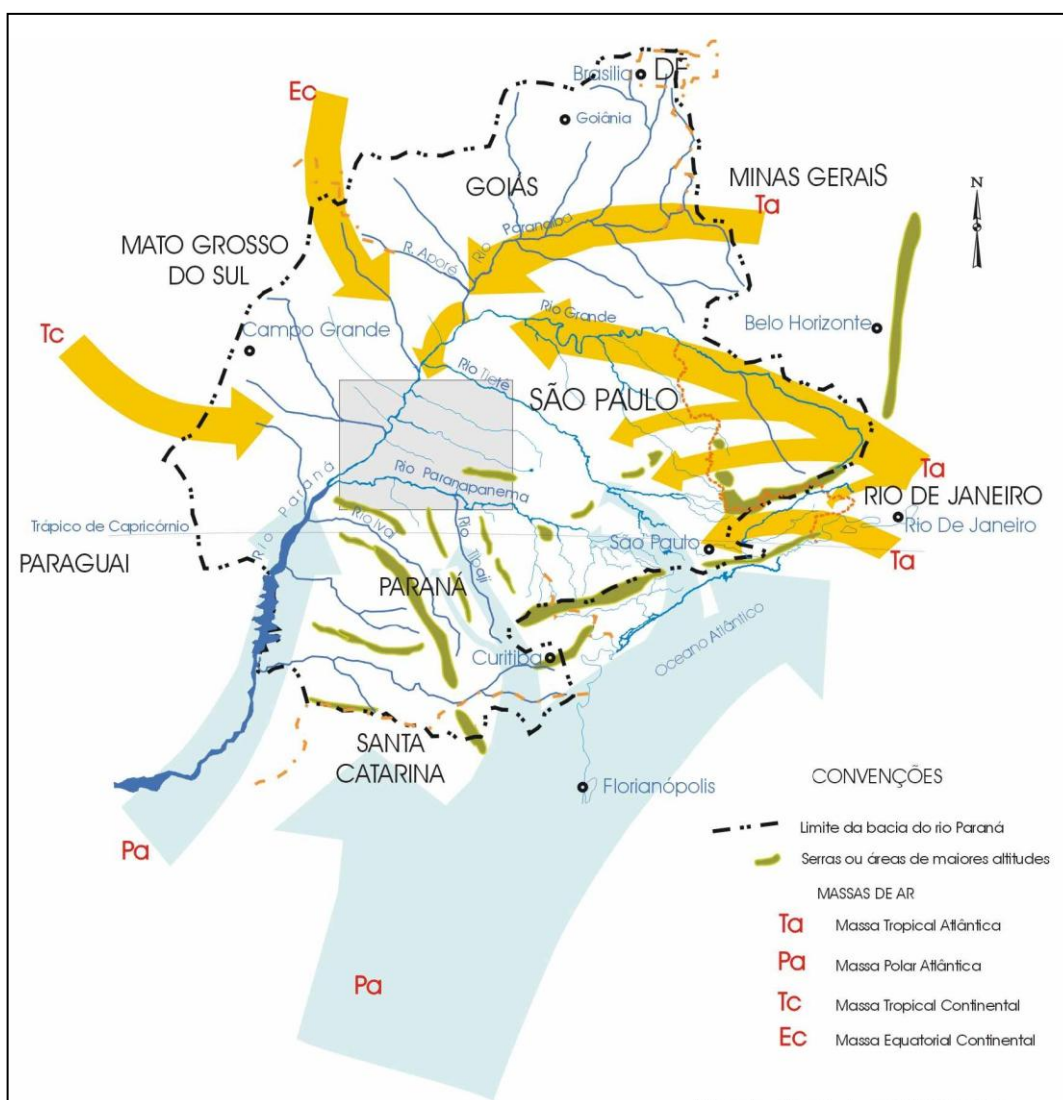
Zavattini e Boin (2008), que elaboraram um estudo climático da Bacia do Paranapanema, consideraram que o Paraná é constantemente atingido por ventos dos quadrantes E, SE e NE e, cortado pelo Trópico de Capricórnio, localiza-se na rota preferencial das frentes polares e demais correntes perturbadas do sul, sendo sempre afetado pelo sistema de circulação extratropical do anticiclone migratório polar e, também, pelo sistema de circulação tropical do anticiclone do Atlântico Sul.

Esses sistemas, antagônicos em suas gêneses e em suas características termofísicas, opõem-se e se equilibram dinamicamente, fazendo com que o Paraná apresente grandes diferenciações climáticas, tanto no espaço como no tempo (ZAVATTINI; BOIN, 2008) e se apresente como propício para a ocorrência de frontogêneses (NOGAROLLI, 2007), podendo ser considerado o “[...] palco maior do complexo jogo das atuações dos sistemas atmosféricos” (SANT’ANNA NETO, 2000, p. 97), numa classificação denominada de ‘clima de transição’.

Segundo Troppmair (1990), no Paraná as massas polares predominam nos meses de inverno quando são registradas as mais baixas temperaturas e umidades. Já as massas tropicais marítimas predominam no verão, formando as correntes de norte e nordeste, com sucessivos avanços e recuos acompanhados de instabilidade pré e pós-frontais, originando chuvas pesadas quase que diárias. As correntes de oeste

predominam nos meses de transição, principalmente no outono, formando a linha de instabilidade tropical, originando chuvas convectivas.

Pode-se concluir a partir destas afirmações, que os mapas apresentados nas Figuras 17, 18 e 19 se inter-relacionam, pois a variabilidade espacial pluviométrica no Paraná apresenta os maiores valores no Litoral e na região Sudoeste; variabilidade espacial das chuvas relacionada aos trajetos dos sistemas produtores de chuva e a forma do relevo, como aponta Boin (2000).



**Figura 20 – Representação esquemática da direção preferencial das massas de ar na Bacia do Paraná. Destaca-se a leitura para a porção sul, localização do Paraná.**

Fonte: Boin (2000)

No esquema elaborado pelo autor, Boin (2000) representa os trajetos preferenciais das massas de ar que atingem o oeste-paulista e apresentados na Figura 20 podem facilitar a compreensão desta discussão. Mesmo assim, a leitura da Figura 20,

deve ser destacada para atuação das massas no Paraná, porção sul da Bacia do Paraná. Com base na Figura 20 e nas afirmações do autor, as massas de ar e os sistemas frontais geradores de chuva “[...] são conduzidos e barrados pelo relevo, na baixa troposfera, determinando tanto a quantidade quanto a intensidade das chuvas precipitadas sobre as vertentes destes relevos” (BOIN, 2006, p. 219). Para exemplificar essa afirmação, o autor ao estudar as chuvas e a erosão no oeste paulista, verificou que os níveis de pluviosidade estavam relacionados com a direção do alinhamento da topografia frente ao sentido do avanço das massas de ar (BOIN, 2000, p. 55).

Num exemplo mais específico que explica os diferentes totais pluviométricos, tem-se o centro do vale do rio Paraná, neste caso o autor afirma que as referidas massas de ar perdem parte de sua umidade em virtude de sua ascensão, sua saturação e sua precipitação ao transpor as serras que circundam o referido vale (BOIN, 2000, p. 47).

Para o autor, além da entrada das massas de ar polares (direção predominantemente de SE-NW), que atingem o oeste paulista pelos vales dos rios Paraná e Tibagi e a Massa Tropical Atlântica e as demais correntes de leste encontram barreiras topográficas como as Serras de Botucatu, São Pedro e do Cuscuzeiro, que formam o *front* de *cuestas* arenítico-basáltica, posicionadas a E e SE do Planalto Ocidental, em cujas bordas precipitam (BOIN, 2000, p. 56).

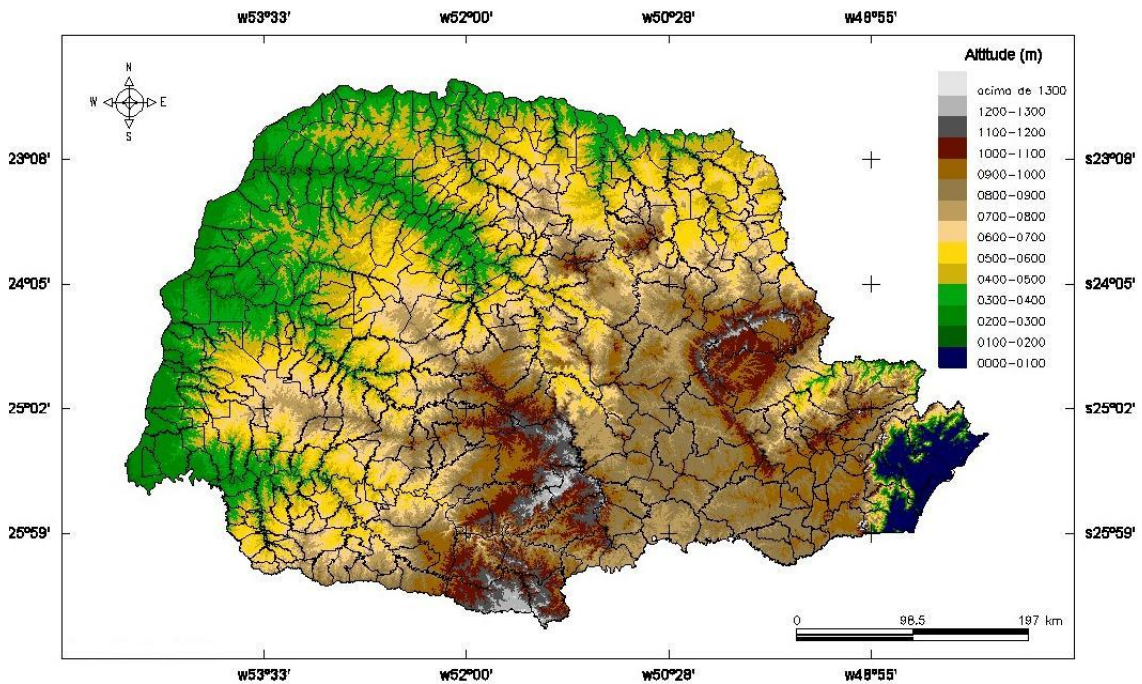
Neste sentido, os trajetos das correntes superficiais dos sistemas atmosféricos e seus impactos pluviais se dão sobre as direções que avançam as posições de vertentes (barlavento e sotavento) e as formas do relevo (vales de rios, topografia, serras, etc). Conclusões que auxiliam no esclarecimento da variabilidade espacial das chuvas no Paraná.

As Figuras 21 e 22, numa correlação com as figuras 17, 18, 19 e 20, permitem observar que os valores altimétricos atuam como obstáculos orográficos e reafirma a distribuição das chuvas, segundo esquema de Boin (2000)

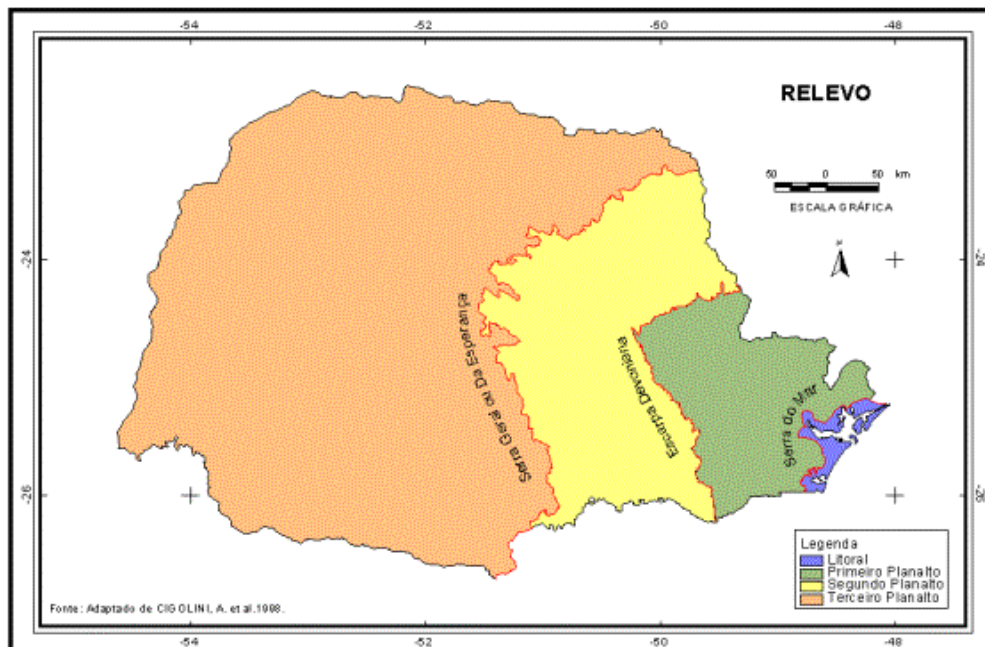
As escarpas, *cuestas* e os vales dos rios, ou melhor, o limite do Primeiro, do Segundo e do Terceiro Planaltos paranaenses são muito significativos para a análise da distribuição espacial da chuva, conforme verificado Maack (1981) e ilustrado na Figura 22 e 23, pois o Segundo Planalto (reverso da Escarpa Devoniana), que apresenta altitudes de até 1000m ao norte, enquanto que no Sul, as altitudes ultrapassam 1300m, recebe mais chuva que o Primeiro Planalto. O Primeiro Planalto apresenta valores de altitude que ultrapassam 1000m, na porção significativa do *front* da Escarpa Devoniana



(porção norte do Primeiro Planalto). No sudoeste Terceiro Planalto, onde as altitudes não ultrapassam 900m, mas é apresentada a cadeia de serra com altitudes entre 900 a 1200m, os índices pluviométricos são maiores do que nas demais áreas do Estado.



**Figura 21 - Mapa do hipsométrico do Paraná com base nos dados SRTM.**



**Figura 22 – Representação dos compartimentos geomorfológicos do Paraná.**  
Fonte: Cunha (2006)

Os ventos alísios agem nesta distribuição trazendo a umidade marítima para a faixa leste e exercendo enorme influência no Litoral. Pereira *et. al* (2008, p. 8), ao determinarem o início e o término da estação chuvosa no Estado, interpretaram essa atuação como o forçamento da umidade transportada pelos ventos marítimos que sopram de E, NE e SE como alísios desviados pela serra do Mar.

Segundo Pereira *et al.* (2008), o início e término da estação chuvosa no Paraná, a partir da utilização da série histórica de 1976 a 2006, proveniente de 30 estações meteorológicas do IAPAR - e 88 estações pluviométricas do Instituto Águas Paraná, o número de dias da estação chuvosa variou entre 150 e 210 dias e o volume de precipitação foi de 800 mm a 1.700 mm.

Os referidos autores contribuíram para atestar que o relevo e a dinâmica das massas de ar sobre o continente Sul-Americano tiveram significativa atuação na distribuição espacial e temporal das chuvas e constataram que a estação chuvosa no Estado ocorre de agosto a maio. (PEREIRA *et al.*, 2008, p. 8 – 10)

Pereira *et al.* (2008, p. 10) também relataram a característica de transição climática predominante no Estado, existindo “[...] maior diferenciação entre a estação seca e chuvosa no norte e oeste. No sul as chuvas são mais uniformemente distribuídas e se prolongam durante a estação de crescimento das culturas agrícolas”.

Baldo (2006) também verificou uma distribuição espacial diferencial da pluviosidade ao estudar a bacia do Rio Ivaí – PR. A autora concluiu que para todas as escalas de análise, a pluviosidade se apresentou com os valores mais elevados à montante do que a jusante da bacia, região caracterizada pelas maiores altitudes da unidade de estudo.

A autora justifica sua observação a partir do efeito orográfico, e relaciona os valores com o caráter transicional do clima na bacia. Conforme aponta, à montante da Bacia do Ivaí o clima predominante é o clima subtropical úmido e apresenta os maiores valores da série. Enquanto à jusante, nas áreas de baixas altitudes, predominam os valores mais baixos, explicados através da ‘faixa’ de transição do clima subtropical (montante) para o clima tropical.

A partir das considerações apresentadas sobre os aspectos físico-geográficos da variabilidade das chuvas no Paraná bem como os sistemas atmosféricos que a produzem, pode-se elaborar um exercício de correlação, ou melhor, de verificação da possível existência de padrões de variabilidade interanual e decadal, conforme discutido no segundo capítulo.



A partir desta observação pode-se se ter uma possibilidade de análise da variabilidade temporal nas chuvas, pois do ponto de vista da variabilidade espacial, procurou-se demonstrar que a forma como se estrutura físico-geográfica é determinante na produção das chuvas no Estado.

Conforme o objetivo de nosso trabalho, segue uma revisão de estudos que correlacionaram os padrões de variabilidade produzidos pelas TSMs no Oceano Pacífico enfocando, principalmente, a noção das mudanças climáticas e dos impactos dos fenômenos ENOS e ODP no clima do Paraná.

#### **4.2 Padrões de variabilidade das chuvas e correlações com TSMs do Oceano Pacífico na Região Sul do Brasil e no Paraná**

Para iniciar essa discussão são apresentados alguns pressupostos. Conti (2005, p. 19) compreende que os comportamentos atmosféricos observados ao longo do tempo (anos e décadas) não significam variações climáticas, pois é necessária a produção de uma sequência considerável de anos (no mínimo 30 – conforme determinação da Organização Meteorológica Mundial - OMM) para definir uma tendência estatística indicadora de alteração climática.

O autor citado subsidia sua afirmação no conceito de mudanças climáticas, definido pela OMM (1969 *apud* CONTI, 2005), como sendo “[...] toda e qualquer manifestação de inconstância climática independente de sua natureza estatística, escala temporal ou causas físicas”.

Deste modo, pode-se inferir que as alterações descritas como mudanças climáticas no Estado, verificadas por Nogarolli (2004; 2007) e Souza e Nery (2002), podem ser relacionadas aos conceitos de Interação climática (que demonstram variações climáticas inferiores há 10 anos, considerando a interação atmosfera-oceano) e/ou alteração climática.

Sendo assim, o que se pode discutir é que as mudanças climáticas verificadas no Estado estão relacionadas muito mais com o aspecto dos impactos dos padrões de variabilidade interanual e decadal, do que com aqueles que caracterizam as mudanças climáticas, tendo em vista a escala temporal estudada (100 a 150 anos) e a complexidade do conceito. Vale esclarecer que os padrões de variabilidade aqui discutidos são aspectos da alteração (1 a 10 anos) e da flutuação climática (10 a 30), conforme discutido por Nogarolli (2004; 2007).

Sobre estes aspectos, Nogarolli (2004; 2007), ao estudar a possibilidade de mudanças climáticas no Paraná subsidiado em 29 anos de dados, observou que ocorreram alterações climáticas tal como a evolução decorrente de fatores endógenos e exógenos. Para este autor, a paisagem do Paraná foi amplamente transformada, principalmente pela expansão agrícola, industrialização e urbanização, além dos fatores associados aos elementos de ordem planetária, tais como: o aquecimento global, eventos de El Niño e La Niña, a ODP, etc. Fatores que também são destacados por Souza e Nery (2002) como responsáveis pelas mudanças climáticas no Estado, entendidos neste caso, como produto dos aspectos da variabilidade interanual e decadal do clima.

Segundo Grimm *et al.* (2007) e Grimm (2009a), o impacto da variabilidade interanual sobre as chuvas no Paraná é maior na primavera, quando o El Niño se inicia. Tais autores citam a ocorrência de mais de 12 episódios de El Niño desde 1940, dos quais os de 1983 e 1992 estiveram associados às enchentes ocorridas no Estado.

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

Com relação à influência da ODP na variabilidade climática decadal, Rebello (2009) verificou uma boa correlação entre os índices da ODP e as anomalias de precipitação no Estado do Rio Grande do Sul, pois alguns anos de déficits agrícolas foram associados à influência da ODP+, como, por exemplo, o ano agrícola de 2004/05 quando ocorreu seca severa que gerou uma diminuição na produtividade agrícola. Para o desenvolvimento daquele estudo o autor utilizou as séries históricas de precipitação da região para o período de 1961 a 2005 e removeu as anomalias da média global do padrão da variabilidade da ODP para não ter nenhum sinal de aquecimento global.

Outro estudo elaborado para o Rio Grande do Sul foi aquele de Cera *et al.* (2009) em que verificaram correlações significativas com o índice ODP e as chuvas no nordeste do referido Estado durante as estações de outono, primavera e inverno, foi possível observar que no verão foi a região central que apresentou a maior concentração das chuvas. Nesse trabalho os autores utilizaram três períodos de dados pluviométricos (1960-1975, 1976-1990 e 1991-2005) e converteram as médias mensais em percentis de ordem e em quantis, delimitando as faixas de chuva em meses muito secos, secos, normais, chuvosos e muitos chuvosos. Posteriormente, os resultados foram

agrupados em estações do ano para verificar as diferenças regionais e temporais da precipitação.

Segundo Aguiar (2006), em 1941 o Rio Grande do Sul foi atingido pela pior enchente daquele século, que inundou grande parte da cidade de Porto Alegre. Dos anos 1950 até 1976, quando a fase da ODP foi negativa, ocorreram vários episódios fortes de La Niña, resultando em invernos muito rigorosos no Brasil com eventos de frio extremo, assim como os observados em 1955, 1957, 1965 e 1975. Já, nos anos de 1980 a 1990 a ODP voltou a apresentar uma fase positiva, quando foram registrados os dois El Niño's mais fortes do século passado (1982/1983 e 1997/1998).

Sperling *et al.* (2009) utilizaram dados de precipitação mensal de janeiro a março de 28 estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, para o período de 1947 a 2008, que foram agrupados em totais acumulados trimestrais, definidos como precipitações de verão e que foram correlacionados com as fases da ODP. Foi verificado que a última ODP- completa mostrou relação com a anomalia negativa de precipitação no verão, sendo que a região sul do Estado apresentou as maiores evidências. A última ODP+ mostrou relações com o aumento nas precipitações de verão, especialmente na região de fronteira com o Uruguai.

Maack (1981, p. 155 - 159) relatou a ocorrência de precipitações severas em forma de neve no Paraná (pouco frequentes) nos anos de 1928, 1948, 1965 e 1966, atingindo principalmente a região da Serra dos Mulatos e da Serra do Cadeado. O autor relata que as cidades de Guarapuava, Curitiba, Barracão, Palmas e União da Vitória foram cobertas de neve. Mesmo os eventos sendo pouco frequentes, algumas coincidências podem ser encontrados. Nota-se que, somente a primeira data se encontra em período de ODP+, as demais ocorreram sob domínio de ODP-. As cidades de Londrina, Maringá, Guarapuava, Barracão e Palmas registraram, em 1965, respectivamente, os valores de temperatura de -4°C, -5°C, -9°C e -10°C.

Parizotto e Nery (2008), que procederam a análises de correlação entre os índices de precipitações mensais para a bacia do Paranapanema com as anomalias das temperaturas da superfície do mar no Pacífico Equatorial, notaram significativa influência dos índices de IATSM<sup>12</sup>, em relação aos índices de precipitação pluvial

---

<sup>12</sup> Índice de anomalias mensais dos campos de TSM, relacionados na região do Oceano Pacífico Equatorial onde ocorre a configuração dos eventos ENOS+ e ENOS-.

calculados para a referida área, após quatro meses do início dos eventos El Niño e La Niña para a maioria dos casos analisados.

Baldo (2006) que analisou os dados pluviométricos para a bacia do Rio Ivaí, no Paraná, constatou que a variabilidade interanual indicou a ocorrência de valores excepcionais de pluviosidade, tanto negativos como positivos e apresentaram certa correlação com o fenômeno ENOS. Segundo a autora, os eventos de El Niño interferiram com maior intensidade no aumento dos valores pluviométricos do que os eventos de La Niña, que apresentaram uma tendência de redução dos totais pluviais.

No que tange a variabilidade sazonal, Roseghini *et al.* (2010, p. 844), ao estudarem a precipitação na região noroeste do Paraná, concluíram que diferentes dinâmicas da circulação atmosférica atuam na região, tais como as baixas térmicas da planície do Chaco e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) associadas à posição geográfica (Trópico de Capricórnio) e sistemas frontais predominantes no período úmido da região. Também notaram que no período seco predominou a atuação dos sistemas frontais (Frente Polar Atlântica), com menores índices pluviométricos e que a ocorrência das temperaturas mais baixas se deu em virtude da influência da massa Polar atlântica.

Nery *et al.* (1996) caracterizaram a precipitação no Paraná, utilizando análise multivariada e o método de análise de Fourier para definir os períodos mais chuvosos e mais secos em cada região do mesmo e concluíram que a precipitação no Estado tem dois regimes muito bem marcados. As regiões nordeste, leste e sudeste apresentaram máximas no verão, ocorrendo médias mais elevadas em janeiro e nas regiões oeste e central a precipitação é mais uniforme ao longo do ano.

No mesmo sentido, Souza (2006), utilizando dados de 42 estações pluviométricas distribuídas no espaço paranaense, verificou que os anos com maior variabilidade interanual corresponderam aos de 1982/83 e 1997/98 (El Niño) e 1985 e 1988 (La Niña). Foi observado que estes fenômenos não afetaram o Paraná nas mesmas proporções, tal como é observado na região Centro-Sul.

Também foi feita a correlação da produtividade agrícola do Paraná com esta observação e foram verificados melhores rendimentos durante eventos fortes de La Niña, principalmente na porção sul do Estado. Por outro lado, a ocorrência de El Niño forte provocou queda nos rendimentos devido ao excesso de chuva.

A autora citada concluiu que “[...] as anomalias da TSM afetam as regiões do Estado de forma diferenciada” (SOUZA, 2006, p. 59) e que as características de

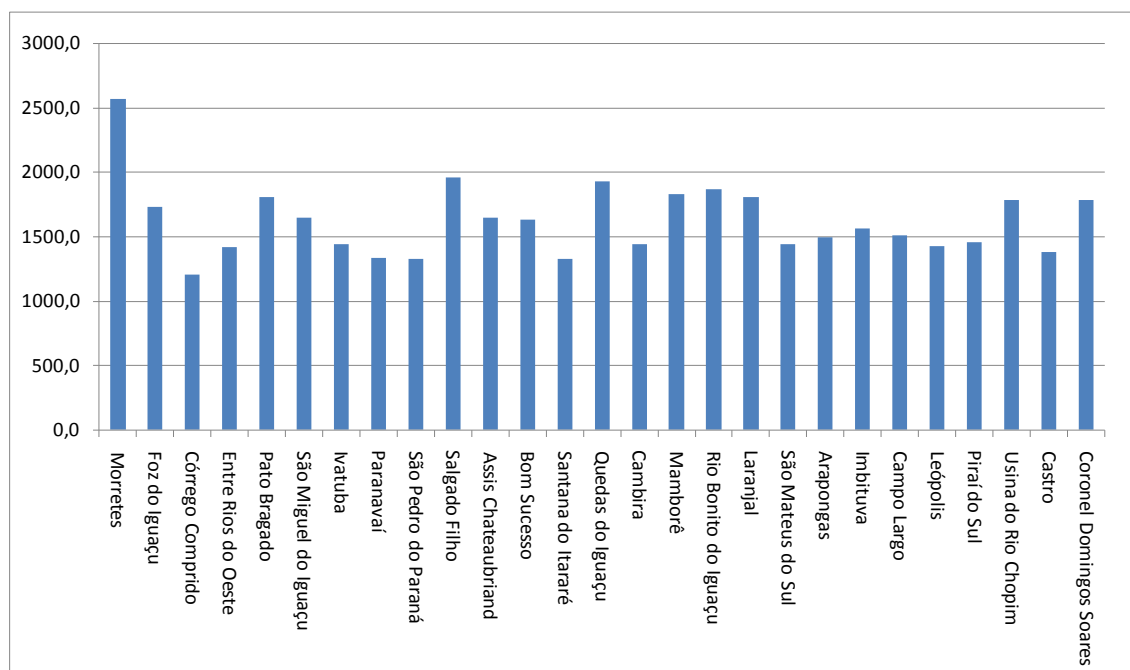
relevo e a atuação das massas de ar na precipitação foram, mais uma vez, importantes para a dinâmica climática do mesmo.

Assim, o que se verifica é que os elementos que influenciam o clima, neste caso, a chuva no Paraná estão exatamente de acordo com o discutido e constatado na revisão da bibliografia sobre a escala regional, anteriormente apresentada. No entanto, faz-se necessário buscar correlações da variabilidade das chuvas com padrões de variabilidade interanual e decadal, na busca de possibilidade de correlações com um padrão decadal, pois se verifica que os impactos do padrão interanual, tipo ENOS, é muito significativo no que se refere à distribuição temporal e espacial da precipitação no Estado.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Total médio anual dos dados pluviométricos

Os dados apresentados na Figura 23 representam a média dos totais anuais para os postos pluviométricos, calculada para o período de 1976 a 2009, na ordem apresentada na Tabela 1.



**Figura 23 - Médias dos totais pluviométricos anuais dos postos analisados – 1976 a 2009.**

O posto pluviométrico de Morretes foi o que apresentou maior total médio anual. Com 2572 mm médio por ano, o posto apresenta valores discrepantes em relação aos demais observados no Estado, quando comparado com o valor de verificado para São Pedro do Paraná (1959 mm/ano - segunda maior média pluviométrica), a diferença chega a representar 613,0 mm/ano.

Essa configuração pode ser explicada pela localização do posto de Morretes (no Litoral), baseando na discussão de Pereira *et. al* (2008) anteriormente apresentada. A variabilidade dos dados em Morretes também demonstra que as precipitações são praticamente constantes em todos os anos, com destaque para sua tendência de aumento (Figura 22).

Os valores desta região coincidem com os resultados apresentados por Maak (1981), IAPAR (2000), Nogarolli (2007; 2010), Pereira *et. al* (2008) e Nery *et. al*

(1996) onde observaram que o Litoral apresenta os maiores índices pluviométricos do Paraná, acima de 2000 mm no ano. (Figuras 18, 19 e 20)

Ainda, com base na Figura 23, pode-se afirmar que as médias ou os totais anuais de precipitação para São Pedro do Paraná, Entre Rios do Oeste, Quedas do Iguaçu, Foz do Iguaçu, Cambira, Imbitiiva, Usina do Rio Chopin, São Miguel do Iguaçu, Santana do Itararé e Córrego Comprido estão fortemente relacionados com relevo (vale dos rios) e a direção dos sistemas atmosféricos produtores de chuva, conforme discutido por Boin (2000).

O menor valor total médio pluviométrico foi observado no posto de Córrego Comprido (1379,3 mm), posto localizado numa altitude de 160 m, no extremo norte do Estado, próximo a foz do Rio Tibagi<sup>13</sup>.

## 5.2 Variabilidade espaço-temporal

O Painel Temporoespacial das médias pluviométricas mensais para os postos analisados no período de 1976 a 2009 (Figura 24) apresenta a variabilidade temporal (meses) e espacial (localização dos postos) das chuvas no Paraná. As cores quentes (amarelo, laranja claro e escuro) menores valores de chuva, enquanto que as cores frias (dos tons de azuis aos tons lilás - claro a escuro) representam valores maiores.

Com base na Figura 24, pode-se notar que os meses mais secos são agosto, julho e junho, caracterizados pela estação de inverno. Nestes meses os valores habituais de chuva não ultrapassam a média de 140mm. Diferentemente, os meses chuvosos, caracterizados pela estação quente (verão), são principalmente dezembro e janeiro. Essa configuração fica muito clara quando se observa a expressão dos dados de Morretes (apesar da tendência de chuva no mês de julho). Há, em boa parte do Estado, uma configuração de altos valores de chuva em outubro, novembro e maio.

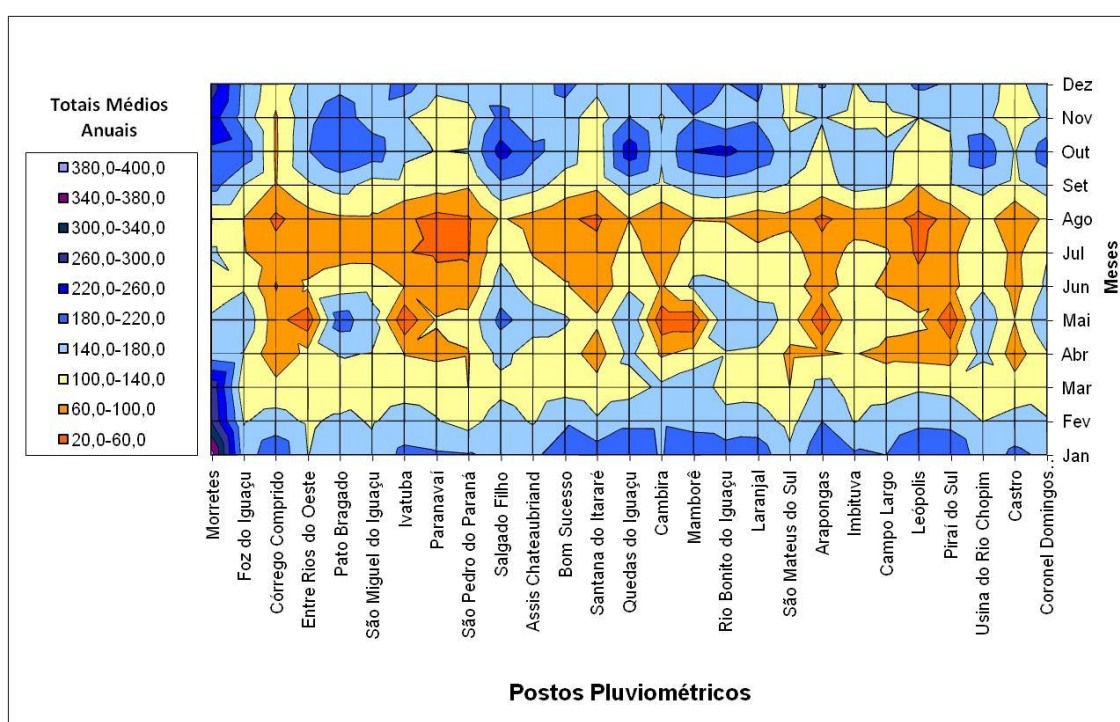
Tal distribuição das chuvas pode estar relacionada com os resultados encontrados por Pereira *et. al* (2008), que identificaram o início e término da estação chuvosa no Estado e verificaram que a chuva é mais prematura na porção sul do Estado à chuva quando comparada com a porção Norte (mais tardia). Destaca-se também que os valores pluviométricos médios anuais vão sendo lentamente reduzidos e a

---

<sup>13</sup> Essa configuração é explicada a seguir.

variabilidade aumenta conforme se desloca em direção ao norte do Paraná e para os postos localizados mais para o interior do continente.

Os postos localizados ao sul do Estado que apresentaram uma concentração maior da chuva nos meses de outubro e novembro são: Coronel Domingues Soares, Usina do rio Chopin, Rio Bonito do Iguaçu, Pato Bragado, São Miguel do Iguaçu, Salgado Filho, Quedas do Iguaçu, Foz do Iguaçu e Morretes. Os postos que apresentam início tardio da estação chuvosa foram Córrego Comprido, Paranavaí, São Pedro do Paraná, Santana do Itararé, Arapongas e Leopólis, reforçando os resultados apresentados por Pereira *et. al* (2008).



**Figura 24 - Variabilidade espaço-temporal da pluviosidade mensal para os 27 postos (1976-2009).**

Elaboração: Dra. Deise Fabiana Ely.

Ainda com base na Figura 24, os valores observados no posto de Córrego Comprido apresentaram uma diminuição expressiva das chuvas durante os meses (outubro e novembro, principalmente) com ocorrência de chuva. Neste posto, o período chuvoso da série foi relativamente curto quando comparado aos demais postos. Essa diminuição também é observada nos postos de Laranjal, Imbituva, Campo Largo e Castro, porém estes postos apresentaram, antes do referido período tendente a seco, um período chuvoso relativamente significativo.



Pode-se relacionar com a influência do (relevo) na variabilidade das chuvas, pois com base nas Figuras 13, 21 e 22 que representam a localização dos postos, modelagem do terreno, e os compartimentos geomorfológicos do Estado, e a discussão de Boin (2000) (Figura 20), infere-se que estes postos (Laranjal – 741m, Imbituva - 869, Campo Largo - 901 e Castro - 1100) por estarem localizados na região da divisão do Primeiro para o Segundo Planalto Paranaense, numa área em que as altitudes (que variam de 700 a 1200 m) são suficientes para barrar as massas de ar e os sistemas frontais produtores de chuva. Os valores pluviométricos nestes postos, diante deste pressuposto, são significativamente alterados em quantidade e intensidade.

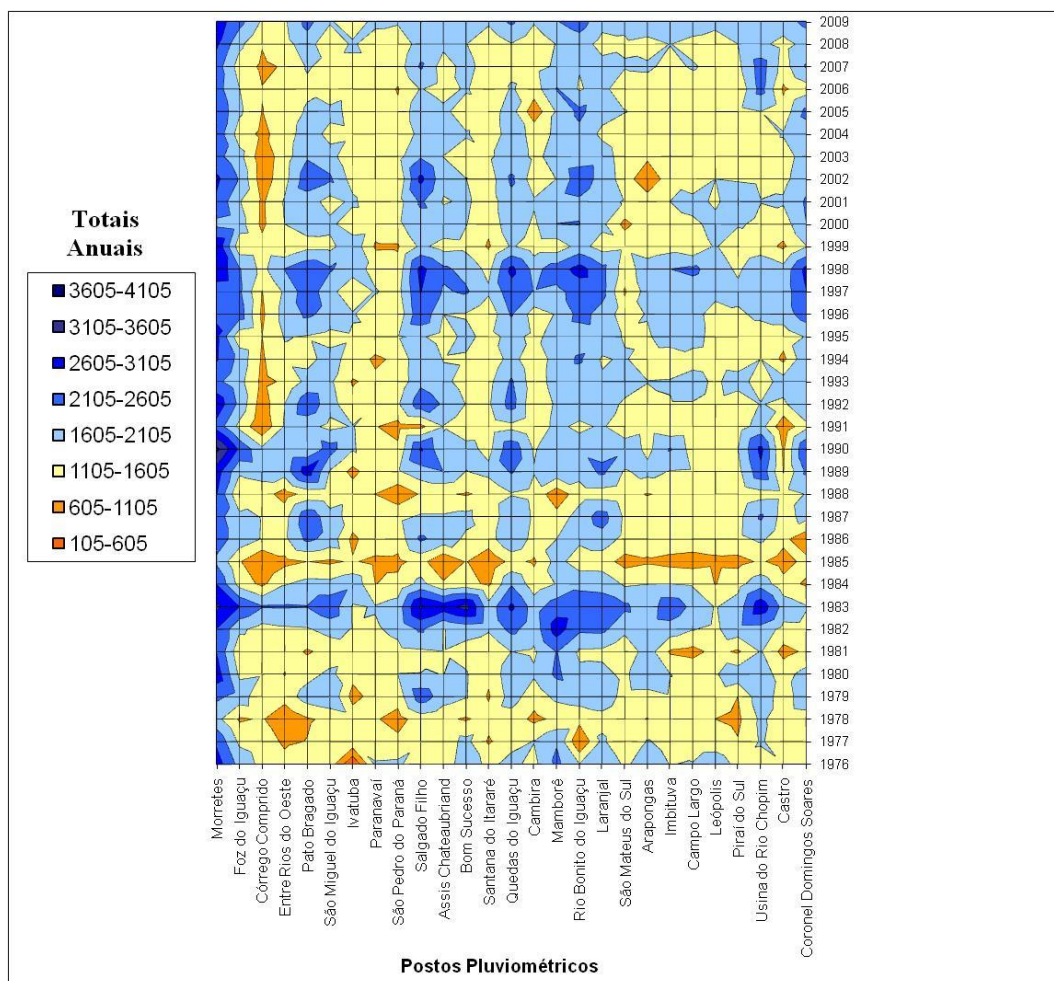
Na Figura 25 pode ser observada a configuração da variabilidade interanual, ou melhor, da flutuação anual das chuvas no Paraná. Mais uma vez destaca-se o posto de Morretes, onde os dados não representaram praticamente períodos secos.

Também ressalta-se que os anos de 1985, 1988 e 1999 coincidem com os anos de atuação de ENOS, mais precisamente sua fase fria (La Niña), que se configurou com intensidade forte e moderada respectivamente para os anos citados conforme a classificação do CPTEC (2010), que atuou diminuindo os valores de chuva no Estado, registrando mínimos de 105 a 605mm/anuais nos postos em geral, com exceção de Morretes e Mamborê, no ano de 1985. Em Morretes, Quedas do Iguaçu e Coronel Domingos Soares em 1988 e Morretes, Ivatuba, Paranavaí, Salgado Filho e Campo Largo em 1999, que apresentaram valores habituais.

Por outro lado, o El Niño de 1983, 1990, 1997, 1998, 2002 e 2009 que atuou com intensidade forte para os primeiros anos, intensidade moderada para o penúltimo e fraco para o último (Quadro 4) também influenciou a variabilidade das chuvas no Estado. Neste período os valores de chuvas passaram dos totais de 2605mm/anuais na maioria dos postos, com exceção do posto de Córrego Comprido, a partir da década de 1990. Tanto o posto localizado em Córrego Comprido quanto em Paranavaí apresentaram diminuição dos totais anuais, principalmente a partir de 1984.

A partir do Quadro 5 destaca-se que os anos de 1978, 1986 e 1988 foram anos secos e tendentes a secos no Paraná, quando foi verificada a ocorrência do fenômeno La Niña. Enquanto que os anos 1983, 1990, 1997, 1998 e 2009, sob influência do El Niño, foram anos predominantemente chuvosos e tendentes a chuvosos. Exclui-se desta análise os postos de Ivatuba e Morretes na ocorrência do El Niño de 1997, pois os mesmos não apresentaram aumento dos valores de chuvas naquele ano, neste caso, infere-se que outras teleconexões ou mecanismos em pequena escala podem

revelar esta com mais acerácea esta configuração No entanto, esta contraposição de reposta dos valores ao padrão ENOS revela a complexidade e a multi-causalidade do sistema climático.



**Figura 25 - Variabilidade espaço-temporal da pluviosidade total anual no Paraná (1976-2009).**

Elaboração: Dra. Deise Fabiana Ely.

Destacam-se na análise os seguintes postos que apresentaram anos habituais mesmo sob atuação dos ENOS: Córrego Comprido, Ivatuba, Santana do Itararé, Usina Rio Chopin e Castro em 1978 (La Niña); Usina do Rio Chopin e Coronel Domingos Soares em 1983 (El Niño); Mamborê e São Mateus do Sul em 1986 (La Niña); São Pedro do Paraná, São Mateus do Sul, Piraí do Sul em 1998 (El Niño) e em 2009, sob influência do El Niño os postos de Entre Rios do Oeste, São Miguel do Iguaçu, Salgado Filho e Laranjal.



Conforme o que foi apresentado, pode-se afirmar que a ocorrência de anos mais secos e chuvosos (1986 e 1998) está correlacionada à ocorrência dos ENOS de intensidade moderada e forte (Figura 15). Entre os anos que se destacaram como habituais, ou melhor, que apresentaram pouca ocorrência de extremos máximos e mínimos das chuvas anuais, podem ser citados os anos entre 2001 a 2008.

Os anos de ocorrência de La Niña e El Niño, que produziram mínimos e máximos de valores de chuvas no Paraná, coincidem com resultados encontrados por Baldo (2006); sendo que o ano de 1998 apresentou padrão-chuvoso, o ano de 2001 padrão-habitual, e o ano de 1999 como padrão-seco, todavia, este último não se apresentou tão expressivo quanto o ano de 1986.

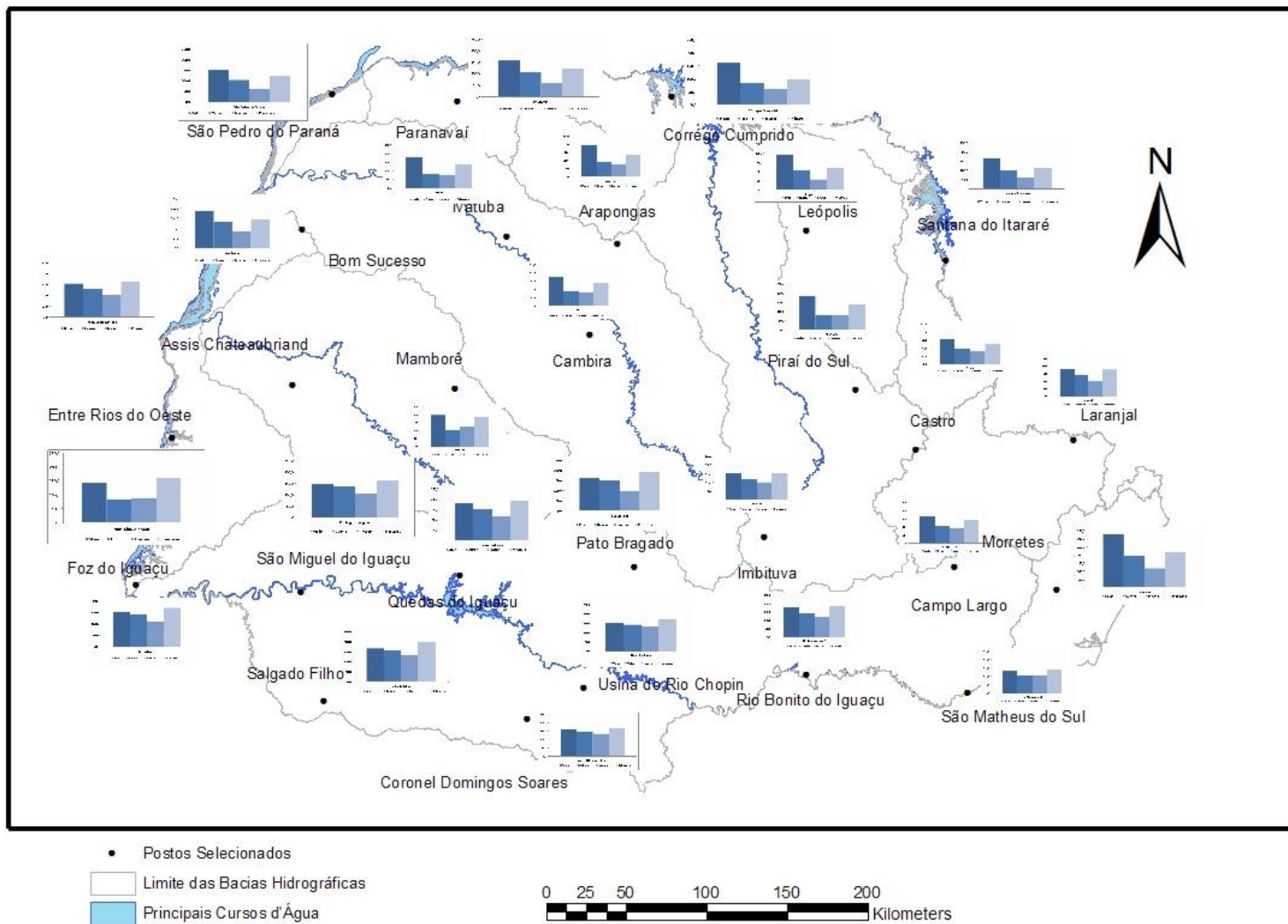
Cabe destacar que a autora citada não destacou em sua análise o ano de 1983 como o padrão-chuvoso, devido à quantidade de trabalhos relacionados a este. O ano de 1983 é considerado o ano mais chuvoso da década (BALDO, 2006, p. 91) e em nossa análise também se demonstrou como chuvoso e tendente a chuvoso, exceto para os postos de Usina Rio Chopin e Coronel Domingos Soares, que se configurou como ano habitual.

### **5.3 Pluviosidade média sazonal**

Na figura 26 pode-se observar, de forma geral, que os postos pluviométricos localizados no sul do Estado apresentam o trimestre equivalente a primavera como o mais chuvoso. Por outro lado, os postos localizados na porção norte apresentam o trimestre de verão como o mais chuvoso. Esta configuração trimestral, pode corroborar com as afirmações realizadas por Pereira *et al.* (2008) sobre o início da estação chuvosa e sobre a variabilidade das chuvas no Paraná anteriormente apresentadas.

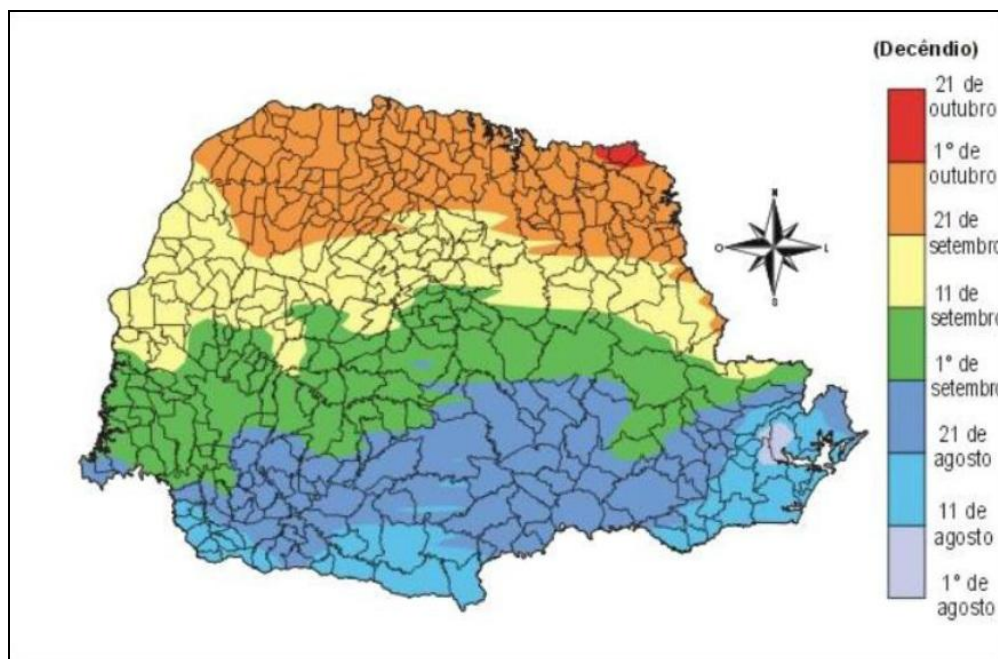
Neste caso, parte do pressuposto que a estação chuvosa no Paraná coincide com a estação quente, ou seja, o verão. Pereira *et al.* (2008) mapearam o início da estação chuvosa por decêndios, e observaram que na porção sul a estação chuvosa inicia-se mais precocemente do que na porção norte do Paraná.

Essa configuração é demonstrada na Figura 27 e expressa a ocorrência do início da estação chuvosa a partir primeiro decêndio de agosto (no sul do Estado) ao terceiro decêndio de outubro (no norte do Estado). O que remete a esta análise é que no sul do Estado, os índices pluviométricos no trimestre da primavera são maiores do que no trimestre do verão, sendo uma das causas o início precoce da estação chuvosa nessa porção.



**Figura 26 – Pluviosidade média sazonal no Paraná a partir dos postos pluviométricos analisados.**

Além disso, soma-se nesta análise a noção do caráter transicional do clima do Estado que, ao norte está classificado como Tropical, enquanto que no na porção sul o clima predominante é o Sub-Tropical. A classificação climática neste caso possui ligações efetivas com o ritmo dos tipos de tempo relacionados à dinâmica das massas de ar e os sistemas produtores de chuvas, que por sua vez influenciam na ocorrência de chuvas e nos valores total pluviosidade no recorte territorial estudado.



**Figura 27 - Decêndios em que ocorre o início da estação chuvosa no Paraná.**

Fonte: Pereira *et al.* (2008, p. 6)

Os postos localizados no sul do Estado e que apresentaram a primavera como trimestre mais chuvoso são: Foz do Iguaçu, Entre Rios do Oeste, Pato Bragado, São Miguel do Iguaçu, Salgado Filho, Assis Chateaubriand, Quedas do Iguaçu, São Mateus do Sul, Usina do Rio Chopin e Coronel Domingos Soares.

A diferença percentual de chuva entre os trimestres de inverno e do verão, no Estado como todo, vai de -13% (no posto de Usina do Rio Chopin) a -63% (no posto de Paranavaí), ou seja, chove mais no sul do que no norte do Estado; demonstrando que a distribuição sazonal das chuvas apresenta uma estreita correlação com a posição latitudinal do mesmo.

Com base nesta observação, destaca-se que o Paraná também se configura um 'palco' demonstrativo da complexidade da atuação dos fenômenos atmosféricos, tendo em

vista sua localização propícia para o confronto entre sistemas tropicais, extratropicais e frontológicos, conforme discutido por Sant'Anna Neto (2000) em análise para o Estado de São Paulo.

Em todo o Paraná o inverno é caracterizado como o trimestre mais seco, corroborando com as observações anteriormente discutidas com auxílio da Figura 24. Mas destaca-se a necessidade de um tratamento estatístico mais acurado destes dados para explicitar qual a significância das diferenças observadas.

#### **5.4 Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos nos postos analisados**

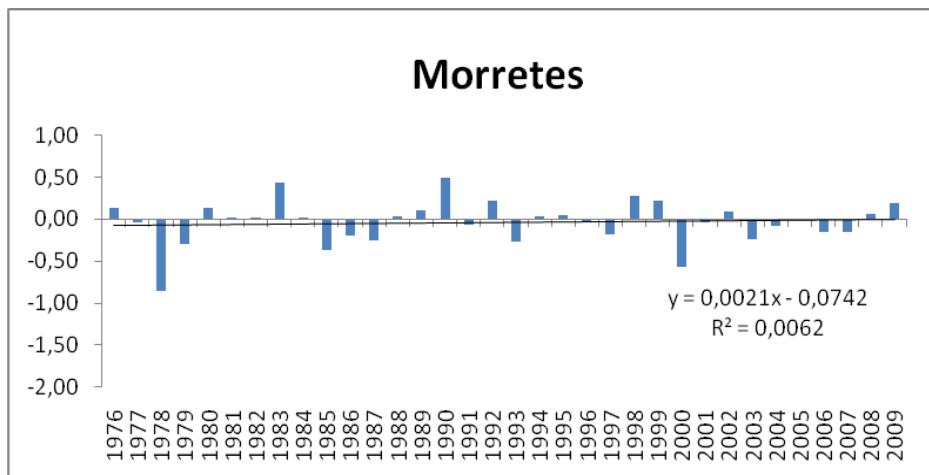
A variabilidade e tendência dos dados dos postos pluviométricos são ilustradas na forma de gráficos para cada posto. Faz-se necessário tecer algumas explicações sobre a configuração destes dados que auxiliarão na análise final do presente trabalho.

Com a padronização dos 30 anos de coleta de dados climáticos para caracterização de uma área, conforme determinado pela OMM (1959 *apud* CONTI, 2000), a variabilidade (expressa pelo desvio padrão) e a tendência dos dados podem representar, de maneira simples, a flutuação das variáveis meteorológicas em torno da média; bem como sua configuração 'futura' a partir dos dados registrados e observados.

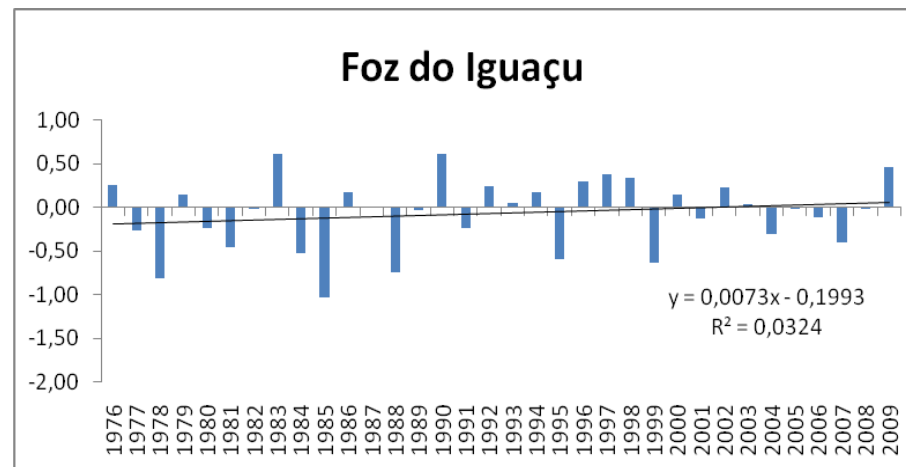
Nesta perspectiva, apresentam-se, primeiramente, os dados de pluviosidade do posto de Morretes - 88m de altitude (Figura 28). Os desvios positivos (1983 e 1990) e negativos (1978 e 2000) mais significativos são facilmente correlacionados com a ocorrência do fenômeno ENOS de forte intensidade, tanto em sua fase positiva quando negativo, conforme Quadro 4.

O valor negativo de 1978 pode ser correlacionado com a ocorrência do fenômeno La Niña (Quadro 4 e 5, e Figura 15), seguido do ano de 1985. Observação que é coincidente em todos os postos pluviométricos. Os anos com valores positivos, registrados em todos os postos, coincidem com a ocorrência de episódios de El Niño's, ou seja, os anos de 1990, 1998 e 2009.

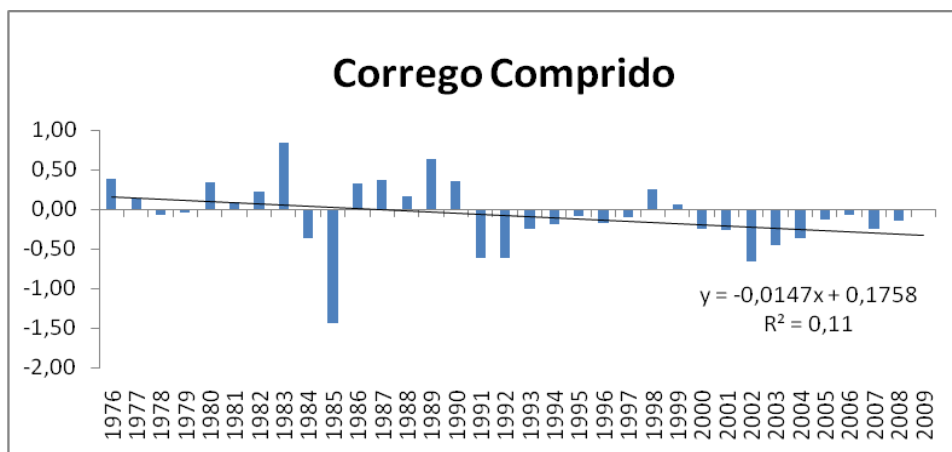




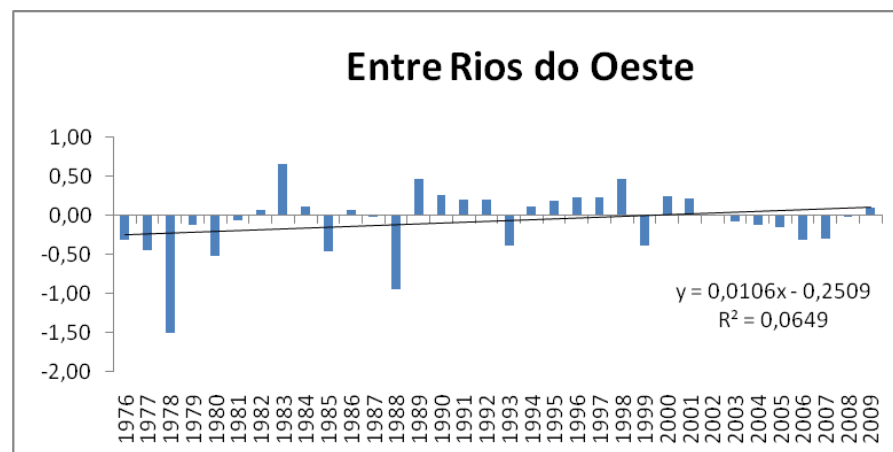
**Figura 28 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos em Morretes**



**Figura 29 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos em Foz do Iguaçu**

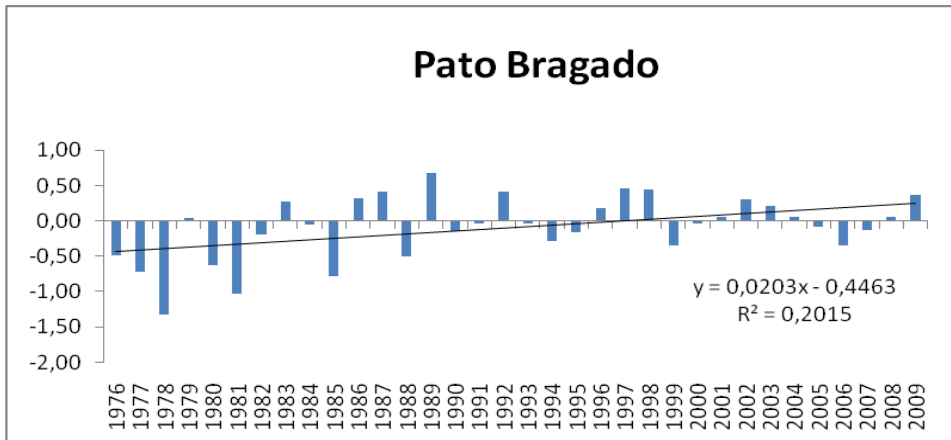


**Figura 30 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos em Córrego Comprido**

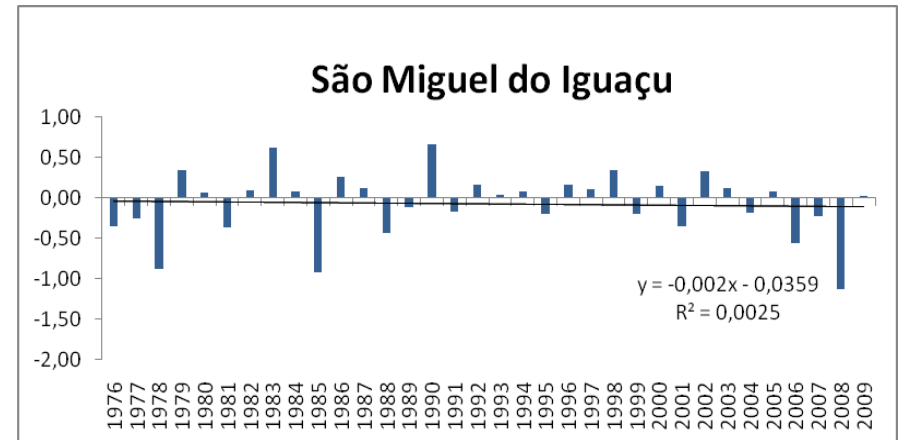


**Figura 31 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos em Entre Rios do Oeste.**

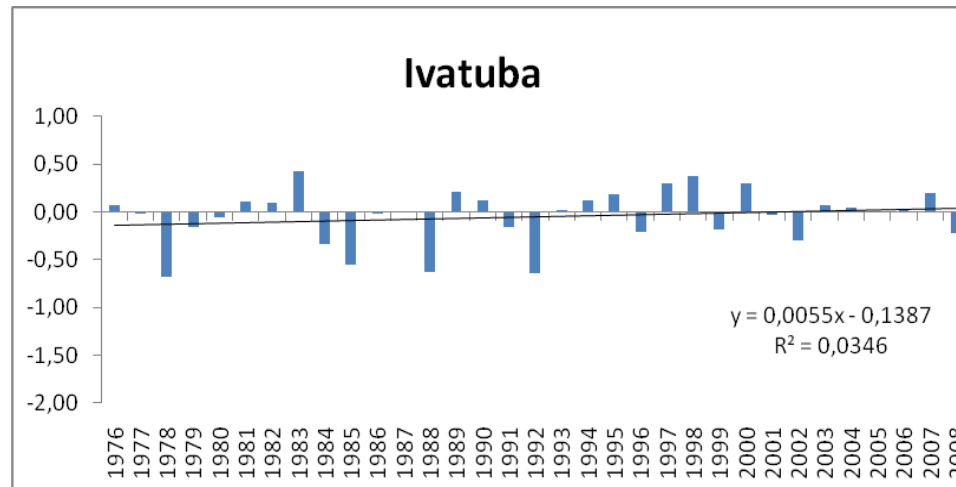




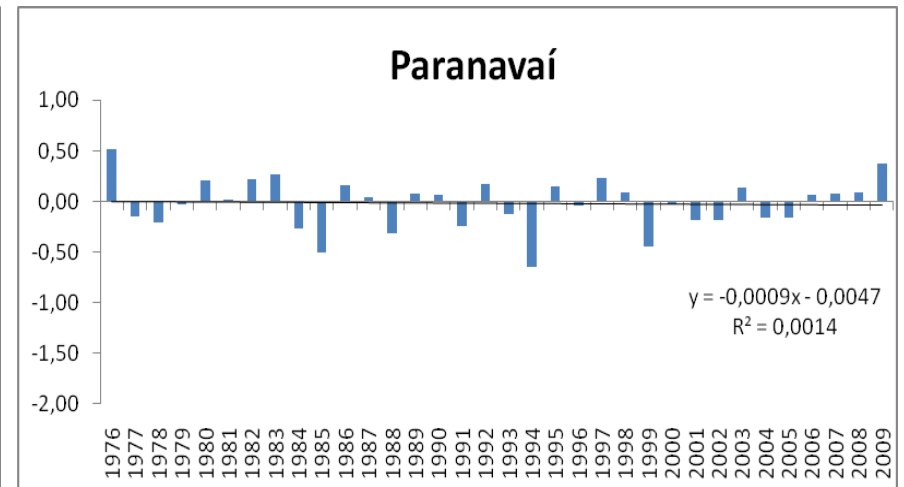
**Figura 32- Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos em Pato Bragado**



**Figura 33 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos em São Miguel do Iguaçu.**



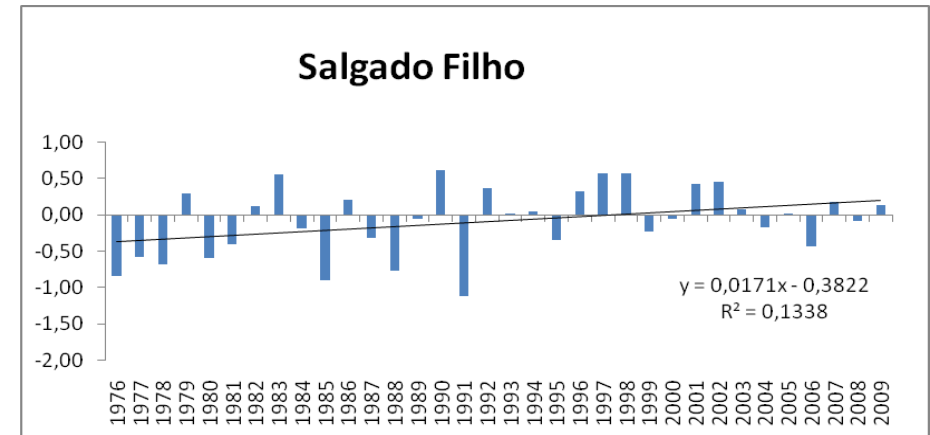
**Figura 34 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos em Ivatuba**



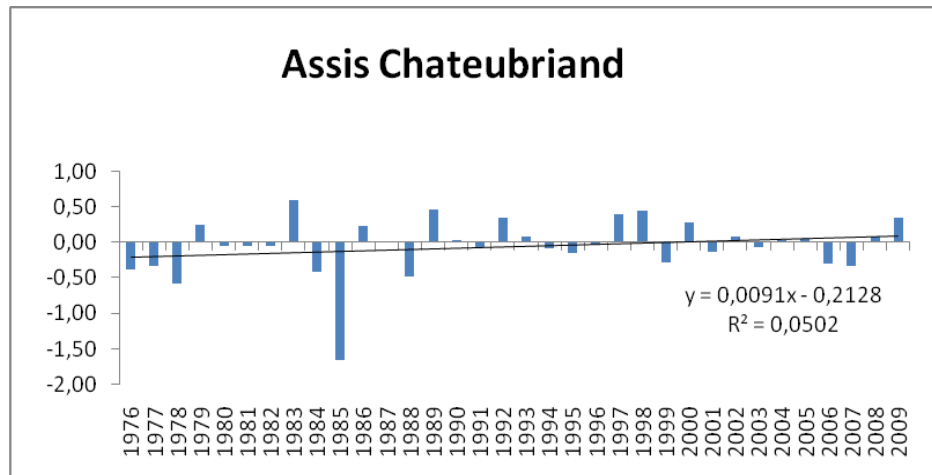
**Figura 35 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos em Paranavaí.**



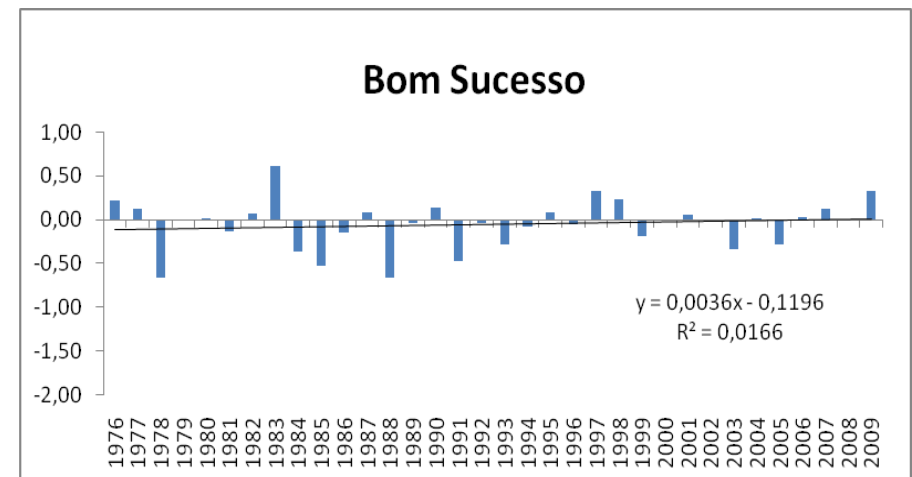
**Figura 36 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos em São Pedro do Paraná**



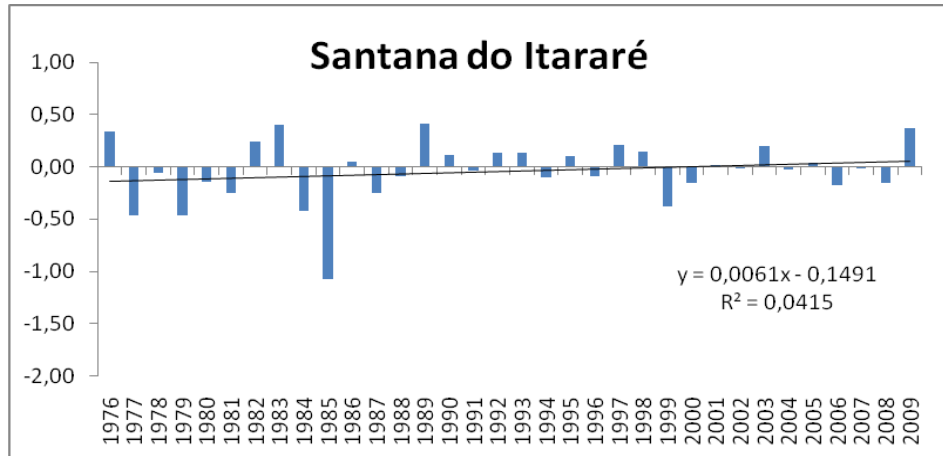
**Figura 37 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos em Salgado Filho.**



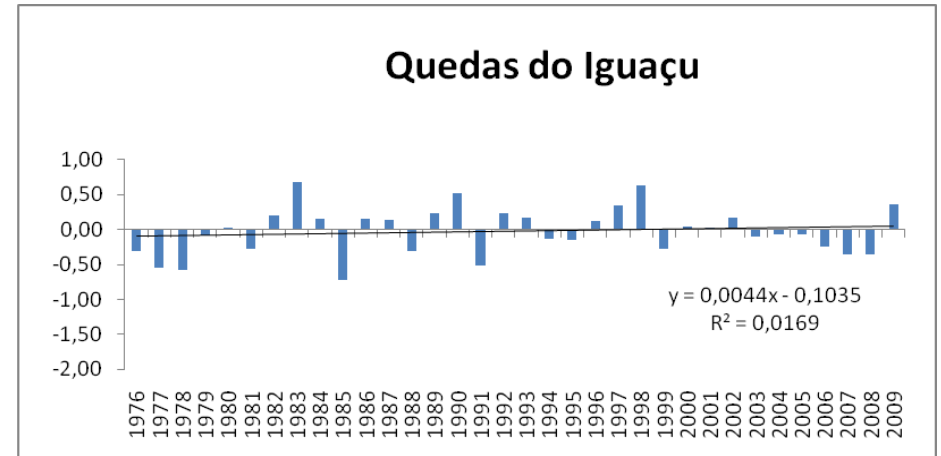
**Figura 38 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos em Assis Chateaubriand.**



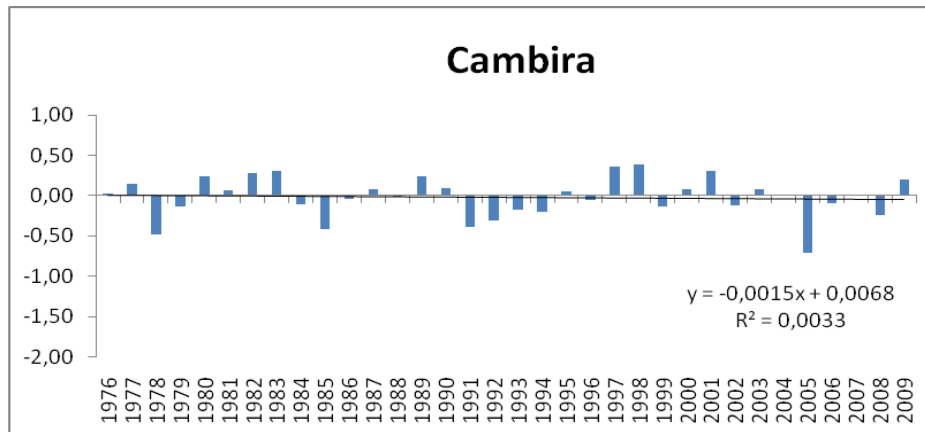
**Figura 39 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos em Bom Sucesso.**



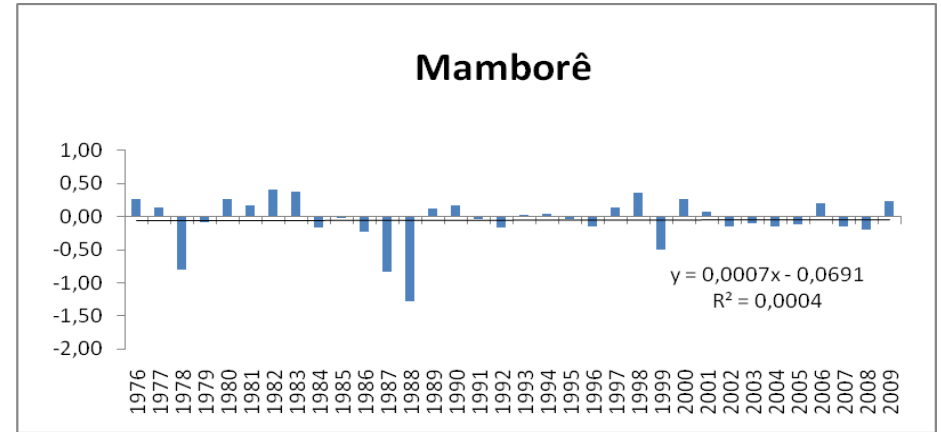
**Figura 40 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos em Santana do Itararé.**



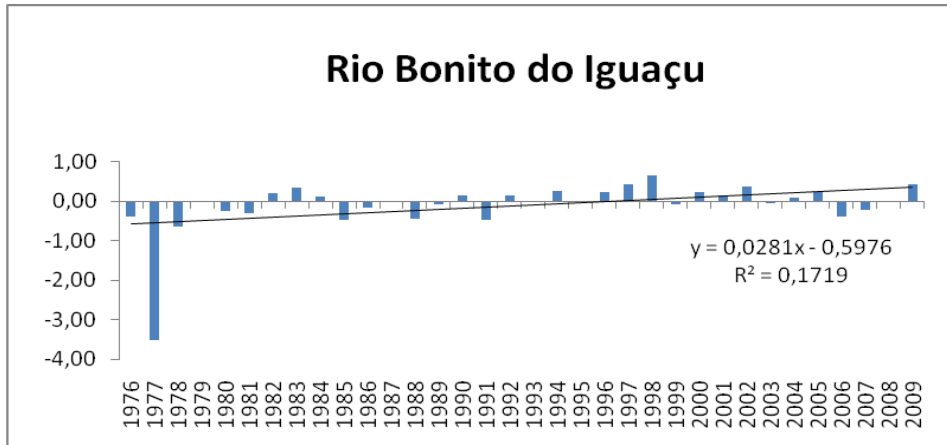
**Figura 41 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos em Quedas do Iguaçu.**



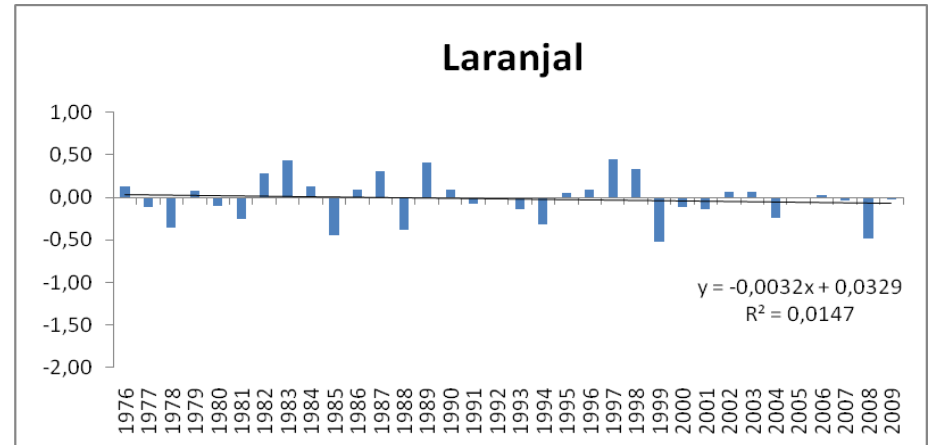
**Figura 42 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos em Cambira.**



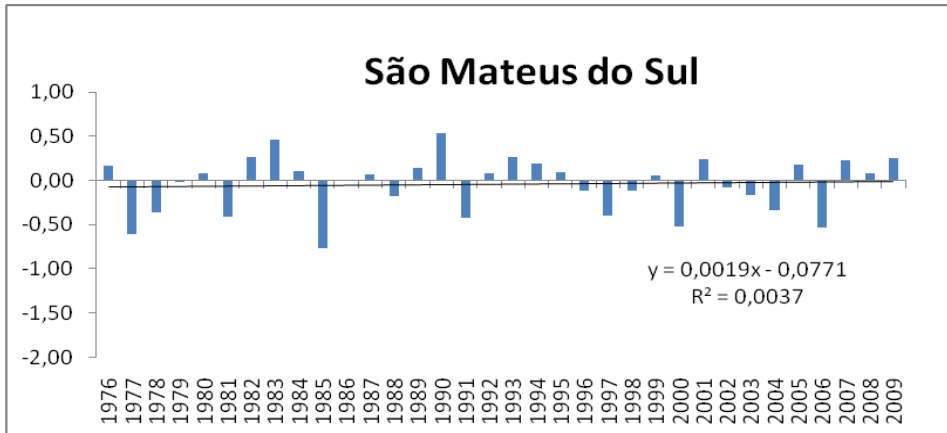
**Figura 43 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos em Mamborê.**



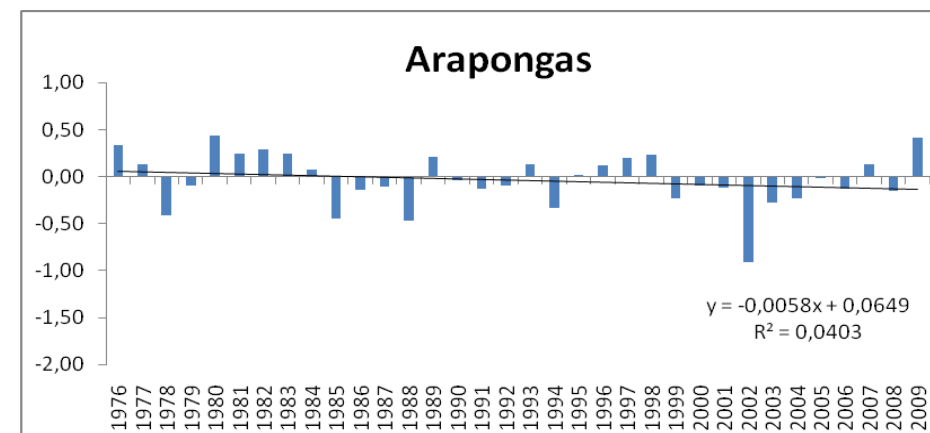
**Figura 44 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos em Rio Bonito do Iguaçu.**



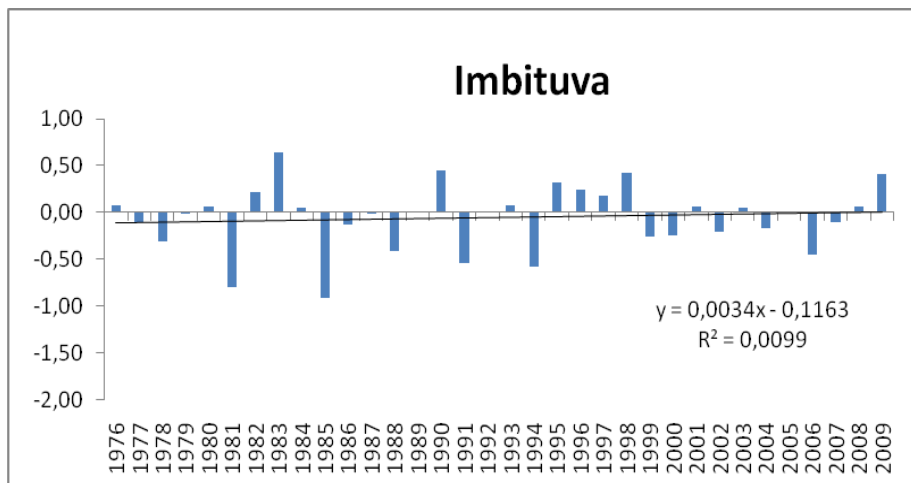
**Figura 45 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos em Laranjal.**



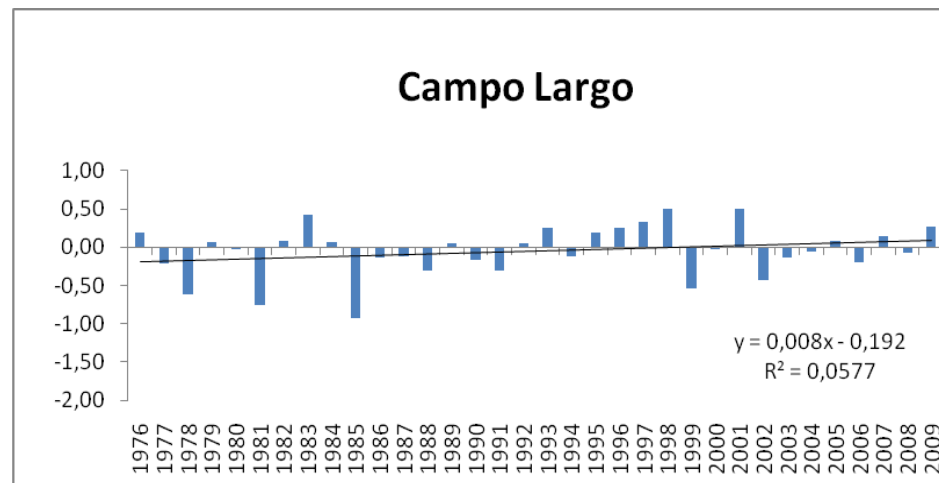
**Figura 46 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos em São Mateus do Sul.**



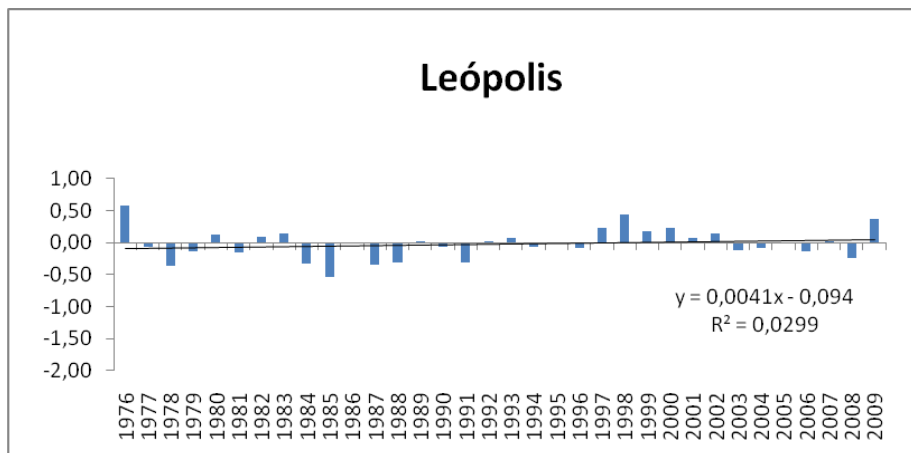
**Figura 47 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos em Arapongas.**



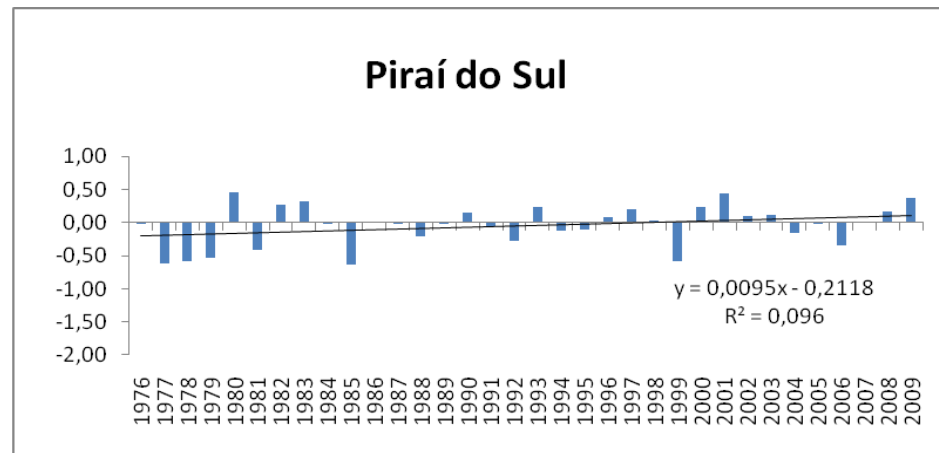
**Figura 48 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos em Imbituva.**



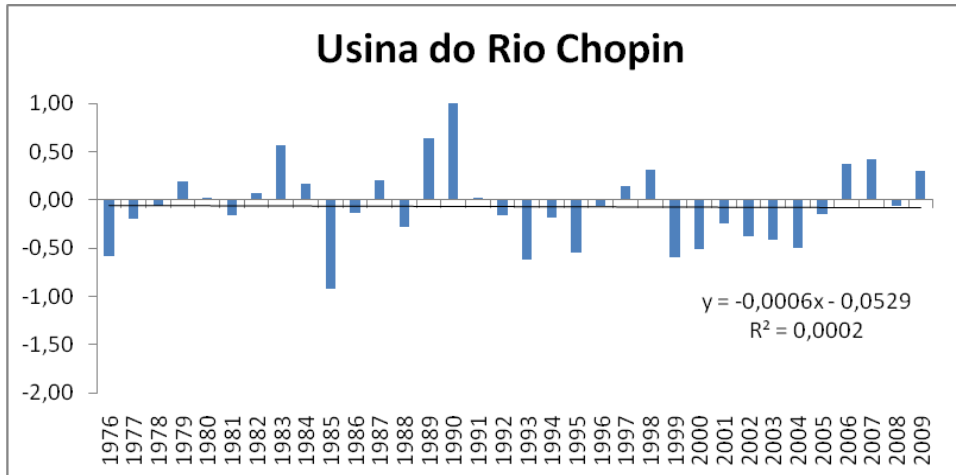
**Figura 49 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos em Campo Largo.**



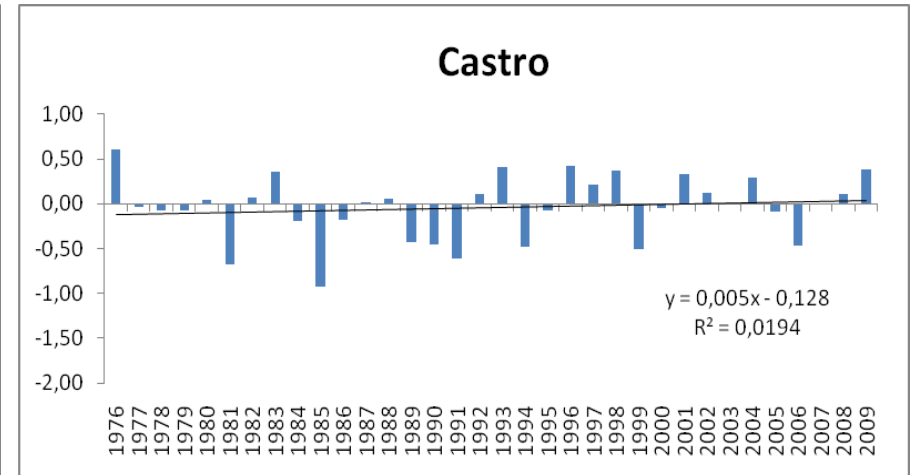
**Figura 50 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos em Leópolis.**



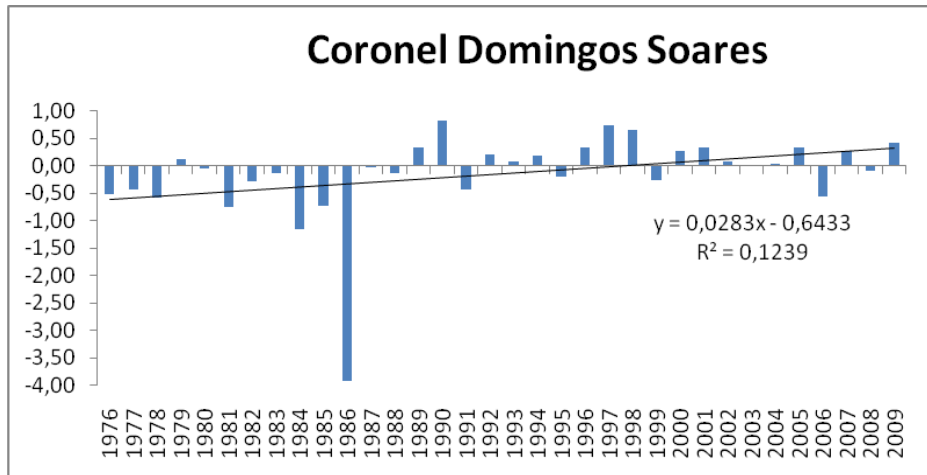
**Figura 51 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos em Piraí do Sul.**



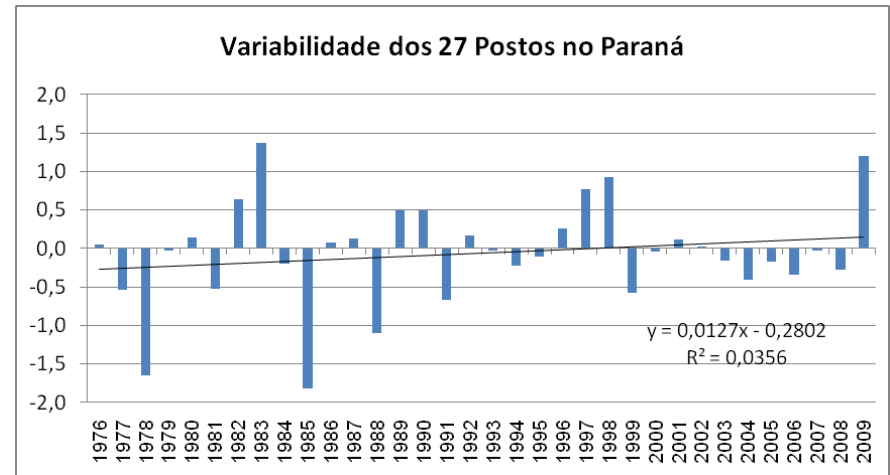
**Figura 52 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos em Usina do Rio Chopin.**



**Figura 53 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos em Castro.**



**Figura 54 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos em Coronel Domingos Soares.**



**Figura 55 - Variabilidade e tendência dos dados pluviométricos no Paraná (média dos 27 postos).**

Em Foz do Iguaçu - 152m de altitude (Figura 29), Entre Rios do Oeste - 239m de altitude (Figura 30), Pato Bragado - 253m de altitude (Figura 31), Ivatuba - 338m de altitude (Figura 33), Salgado Filho - 500m de altitude (Figura 37), Assis Chateaubriand - 501m de altitude (Figura 38), Bom Sucesso - 531m de altitude (Figura 39), Santana do Itararé - 543m de altitude (Figura 40), Quedas do Iguaçu - 550m de altitude (Figura 41), Mamborê - 650m de altitude (Figura 3), Rio Bonito do Iguaçu - 704m de altitude (Figura 44), São Mateus do Sul - 770m de altitude (Figura 46), Imbituva - 869m de altitude (Figura 48), Campo Largo - 901m de altitude (Figura 49), Leopólis - 904m de altitude (Figura 50), Pirai do Sul - 962m de altitude (Figura 51), Usina do Rio Chopin - 1028m de altitude (Figura 52), Castro - 1100m de altitude (Figura 54) e Coronel Domingos Soares - 1100 de altitude (Figura 55) também indicaram tendência de aumento das chuvas desde 1976. Nestes mesmos postos os dados ainda indicaram alguns extremos negativos e positivos comuns que são correlacionados com a ocorrência de eventos ENOS.

Em Córrego Comprido - 160m de altitude (Figura 30), São Miguel do Iguaçu - 287m de altitude (Figura 33), Paranavaí - 367m de altitude (Figura 35), São Pedro do Paraná - 419m de altitude (Figura 36), Cambira - 600m de altitude (Figura 42), Laranjal - 741m de altitude (Figura 45) e Arapongas - 793m de altitude (Figura 47) apresentaram tendências negativas, ou seja, uma diminuição das chuvas na série histórica.

A partir destes dados, pode-se afirmar que, estatisticamente, que 26% dos postos indicaram tendência de diminuição das chuvas e que 70% tenderam para o aumento das chuvas.

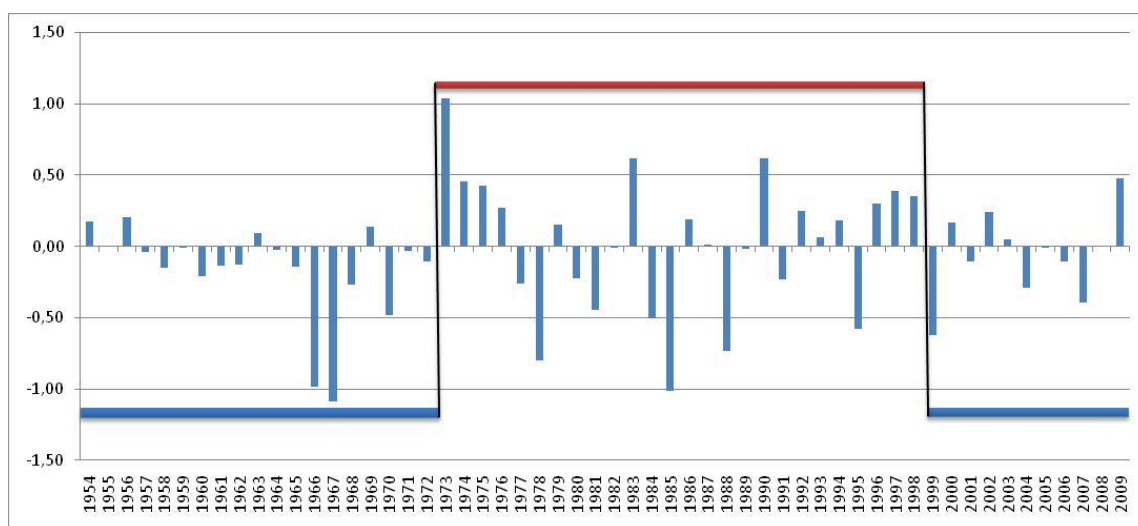
Na Figura 55, que representa a variabilidade a média dos totais anuais para dos 27 postos escolhidos, os dados indicaram tendência de aumento da pluviosidade média para os 27 postos. A figura também representa que de 1976 a 1980 os totais pluviométricos foram abaixo da média observada. Em seguida houve um aumento expressivo, e posteriormente uma queda de valores significativa, essa variação expressou-se em três anos para cada triênio de aumento e diminuição dos valores de precipitação.

Ainda com base na Figura 55, uma pequena variação pode ser observada entre 1987 e 1994, depois deste período houve um novo aumento a partir de 1995 (por quatro anos consecutivos), seguida por uma diminuição contínua dos valores pluviométricos de 1999, até 2001. De 2001 a 2009 houve uma grande variabilidade de valores.

Estes dados são importantes quando relacionados ao padrão de uso do solo e transformação da paisagem, como atributos do clima em escala regional.

## 5.5 Variabilidade decadal das chuvas

A primeira representação de correlação da ODP com os índices pluviométricos no Paraná pode ser observada em Foz do Iguaçu (Figura 56), através da ocorrência de 10 anos com baixa pluviosidade (desvios de valores negativos) e nove anos com pluviosidade acima (desvios de valores positivos) da média observada entre 1954 a 1972.



**Figura 56 - Variabilidade decadal dos dados pluviométricos em Foz do Iguaçu de 1954 a 2009.**

O período que correspondente dessa série está sob a temporalidade da ODP-, inferindo-se a predominância dos desvios negativos característicos desta fase, isto é, tendência de diminuição dos valores de pluviosidade enquanto permanece configurada no Oceano Pacífico.

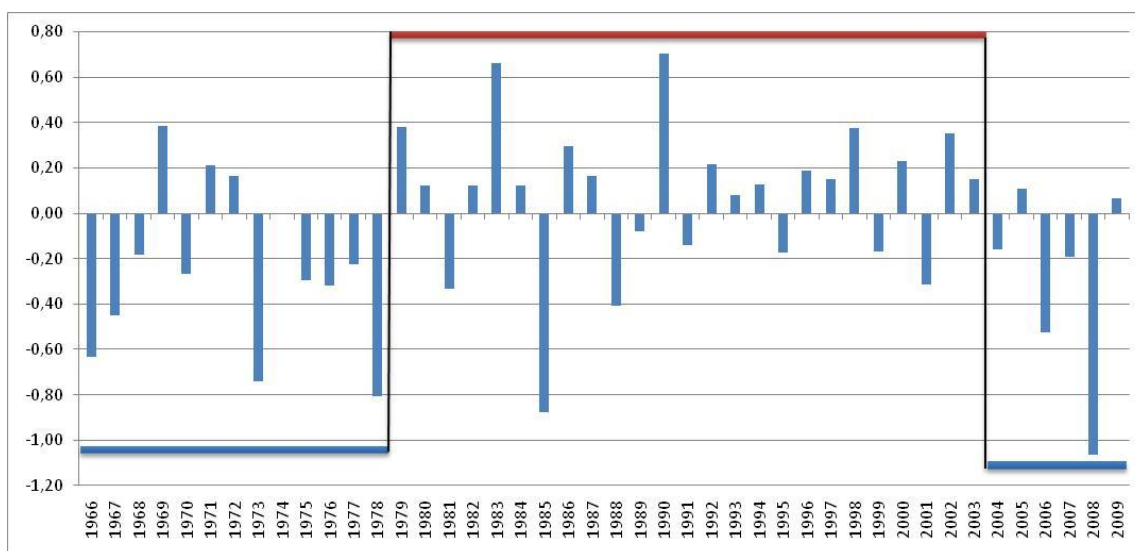
Nas décadas seguintes (1973 a 1998) já sob possível influencia da ODP+, nove anos apresentaram em desvios negativos, enquanto 17 apresentaram desvios positivos de pluviosidade. De 1999 a 2009, a última década da série em Foz do Iguaçu, houve apresentação de cinco e seis anos com desvios negativos e positivos respectivamente (Figura 53).

Na Figura 57, que representa dos dados de chuva em São Miguel do Iguaçu, a apresentação dos dados em geral, foi predominante de desvios negativos a partir de 1966 (início da série histórica) a 1978 e a partir de 1979 e 2006, a chuva se configurou com variabilidade expressiva. Nas décadas entre 1966 e 1978, o total de anos que apresentaram índices negativos (dados de chuva abaixo da média observada) de precipitação somou nove, enquanto apenas três anos apresentaram desvios positivos (dados de chuva acima da média



observada) e somente um apresentou padrão habitual (1974). De 1979 a 2003, foram observados oito anos com índices pluviométricos negativos e 17 anos com índices positivos.

No período de 2004 a 2009 a possível repercussão da influencia da ODP- foi observada na apresentação de quatro anos com desvios negativos e somente dois anos com índices positivos (Figura 57).

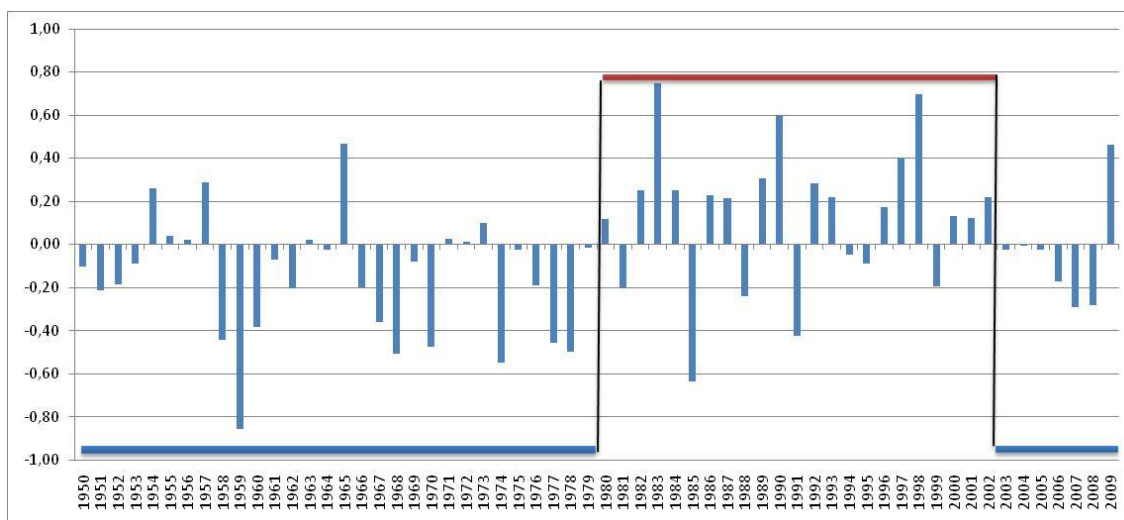


**Figura 57 - Variabilidade decadal dos dados pluviométricos em São Miguel do Iguaçu de 1966 a 2009.**

A Figura 58, referente aos desvios de precipitação em Quedas do Iguaçu, representou claramente a variabilidade decadal. Essa expressão é observada pela quantidade de valores positivos e negativos em relação à temporalidade das fases com variações que podem ser correlacionadas a influencia da ODP+ e ODP-, respectivamente.

Ainda sobre a Figura 58, pode-se observar que a partir de 1950 (início da série histórica) a 1980, os valores dos índices pluviométricos foram (em sua maioria) negativos (20 anos no total), enquanto que os valores positivos (anos mais chuvosos que a média observada) somaram nove anos. De 1981 a 2002, foram observados 16 anos com desvio positivo, e sete anos com desvios negativos. De 2003 a 2009, seis foram o número total de anos que apresentaram valores de precipitação abaixo da média habitual observada, e apenas um (2009) apresentou desvio acima da média habitual.

A Tabela 4 (apresentada a seguir) sintetiza de forma geral as afirmações acima apresentadas, referente à análise das Figuras 56, 57 e 58. O objetivo foi sistematizar o número dos anos que apresentaram valores dos índices acima (positivo) e abaixo (negativo) da média histórica observada no sentido de correlacionar este número com a possível influencia da oscilação.



**Figura 58 - Variabilidade decadal dos dados pluviométricos em Quedas do Iguaçu de 1950 a 2009.**

Pode ser observado que segundo a nossa tentativa de classificação de fases positivas e negativas de variabilidade das chuvas no Paraná, sob possível influência do padrão ODP, houve corroboração aos resultados encontrados e discussões realizadas por Marques (2010), Molion (2005), Aguiar (2010), Cera *et al.* (2009), Kayano e Andreoli (2009), Mantua e Hare (1997), Mantua *et al.* (2002) e Rebello (2009) citados anteriormente. Esta corroboração está na verificação da tendência de aumento das chuvas em ODP+, e diminuição das chuvas em ODP- como observada no item 4.2 deste trabalho.

As Figuras 56, 57 e 58 não representam exatamente um padrão de variabilidade decadal tipo ODP, sobretudo, porque os dados não representam à temporalidade exata da oscilação, no que tange a data de entrada de ambas as fases, segundo a bibliografia consultada (MOLION, 2005; MANTUA e HARE, 1997; MANTUA *et al.*, 2002).

Esta configuração pode representar que os fenômenos de teleconexões (ODP e ENOS, principalmente) apresentam um caráter dinâmico em relação à temporalidade, e por isso sua repercussão e influência não são observados instantaneamente na variabilidade.

Um elemento para o entendimento desta noção foi encontrada no estudo realizado por Parizotto e Nery (2008). Os autores verificaram a defasagem de quatro meses do início das chuvas correlacionadas após a entrada do fenômeno El Niño. A tentativa de classificação das fases negativas e positivas da variabilidade das chuvas correlacionadas à ODP revelou também o retardamento encontrado por Parizotto e Nery (2008), porém com prazo em anos, devido à natureza temporal da ODP.

**Tabela 4:** Temporalidade das Fases da ODP e possível repercussão no número de anos com desvios negativos e positivos dos índices pluviométricos

Posto	Períodos de predominância dos índices		
	1954 a 1972	1973 a 1998	1999 a 2009
<b>Foz do Iguaçu</b>			
Número de anos com Desvio Negativo	13	11	6
Número de anos com Desvio Positivo	5	15	4
<b>São Miguel do Iguaçu</b>	<b>1966 a 1978</b>	<b>1979 a 2003</b>	<b>2004 a 2009</b>
Número de anos com Desvio Negativo	9	8	4
Número de anos com Desvio Positivo	3	17	2
<b>Quedas do Iguaçu</b>	<b>1950 a 1980</b>	<b>1981 a 2002</b>	<b>2002 a 2009</b>
Número de anos com Desvio Negativo	20	7	6
Número de anos com Desvio Positivo	10	16	1

Neste caso, verificou-se que os dados do posto em Foz do Iguaçu (Figura 57), apresentaram adiantamento de quatro anos da entrada da ODP+, enquanto que pela ordem teórica, estes valores positivos deveriam aparecer depois de 1976 (entrada efetiva da ODP+). Por outro lado, houve também a predominância dos valores negativos com a possível entrada da ODP-, exatamente em 1999 (data de entrada efetiva da ODP-, segundo bibliografia consultada) (Tabela 4)

Na Figura 57 (São Miguel do Iguaçu) ocorre o contrário, os dados positivos que representam uma fase quente na variabilidade, passam a predominar na série história a partir de 1979, ou seja, quatro anos após a entrada da ODP+. Os dados permanecem positivos até 2005, seis anos após a entrada da ODP- (Tabela 4).

Em Quedas do Iguaçu (Figura 59) o fenômeno acontece de forma similar a São Miguel do Iguaçu (Figura 58), com a predominância de valores positivos após quatro (1980) anos da entrada da ODP+ e com a predominância de valores negativos a partir de 2003 (quatro anos após a entrada da ODP-) (Tabela 4).

Assim, pode-se afirmar que os dados de chuva no Paraná configuram um padrão de variabilidade decadal que pode ser coincidentemente correlacionada com o padrão ODP de variabilidade decadal, mas que não obedece à temporalidade rígida de suas fases.

Corroborar-se também para a compreensão de que a ODP e o fenômeno ENOS estão interconectados, conforme a noção do *background* dos dois fenômenos, conforme discussão apresentada por Kayano e Andreoli (2009). Esta conexão é representada pela observação de valores máximos e mínimos (intensidade) e na quantidade dos mesmos em

cada divisão nas figuras apresentadas (Figuras 56, 57 e 58). Infere-se que estes valores coincidem com a ocorrência dos fenômenos ENOS (CPTEC, 2010) na medida em que estes se configuram de forma seqüencial e alternada com predominância de valores negativos e positivos, em ritmos repetitivos de três a cinco anos, ou seja, representação de variabilidade interanual tipo ENOS- (La Niña) e ENOS+ (El Niño) respectivamente.

Um exemplo desta tendência de dados foi o ano de 2009. Marcado por um El Niño de intensidade fraca (Quadro 4), o ano se destacou como chuvoso e tendente a chuvoso numa parte considerável de postos (Quadro 5), somente quatro postos (Entre Rios do Oeste, São Miguel do Iguaçu, Salgado Filho e São Matheus do Sul) apresentaram ano-padrão habitual.

Destaca-se que este El Niño de 2009 foi de intensidade fraca segundo classificação do CPTEC (2010), mas foi suficiente para gerar chuvas além da média habitual observada, mesmo sob a temporalidade da ODP-, o que por sua vez pode justificar a intensidade do primeiro e permite reafirmar a natureza dinâmica e multicausal do clima.

## 6. CONSIDERAÇÕES

Devido aos processos de expansão agrícola, industrialização e urbanização (atributos para análise do clima em escala regional), o território do Paraná foi historicamente alterado, produzido e organizado. Este território, entendido como espaço onde se projetou trabalho (RAFFESTIN, 1993) sob as dimensões políticas, culturais, econômicas e sociais (SOUZA, 2001) remete a uma organização e padrão de desenvolvimento em que os eventos climáticos, ou melhor, a variabilidade pluviométrica é, ao mesmo tempo, resultado e gênese dessa complexa relação e, portanto, compreendida como condicionante e produto social (SANT'ANNA NETO, 2008).

Partindo desses pressupostos, é possível entender que o clima, enquanto um sistema interage com todos os elementos que constituem a superfície (relevo, vegetação, cidade, agricultura, etc.) e possivelmente, as configurações dos dados apresentados neste trabalho produziram um determinado tipo de clima, conseqüentemente, um padrão particular da variabilidade das chuvas no Estado.

Longe de poder qualificar este padrão, pois não se pode considerar que as chuvas no Paraná são espaço-temporalmente iguais como há 33 anos, verifica-se que os eventos climáticos, a configuração físico territorial, a organização espacial e a ocorrência dos fenômenos de teleconexão influenciam sobremaneira as chuvas no Estado. Os padrões de variabilidade discutidos neste trabalho reforçam a natureza sistêmica e holística do clima mundial e as características do regional.

A variabilidade interanual tipo ENOS claramente mostrou influenciar nos valores das precipitações ocorridas no Estado no período analisado. Pode-se afirmar que este padrão de variabilidade é extremamente significativa para a análise dos valores extremos e da chuva como um todo em qualquer período ou série histórica. Isto é, para análise de um determinado ano, indica-se que este ano seja localizado na ocorrência dos fenômenos ENOS, assim não se prejudica uma análise de eventos adversos e extremos (tanto para chuva ou para seca).

É possível afirmar que o padrão de variabilidade interanual orienta a organização e gestão territorial e o que gera maiores impactos, do ponto de vista geográfico. Por meio do conhecimento e previsão dessa variabilidade é possível projetar medidas para prevenção e minimização dos seus impactos. Isto é, uma seca ou chuva extrema é sempre um problema para qualquer ambiente terrestre que possua organização humana. O desdobramento e repercussão dos impactos são representados através de diversos prejuízos econômicos ou de vida. As quebras de safras no espaço agrícola ou mortes advindas de inundações e enchentes

em anos de alta concentração das chuvas ou, ainda, no abastecimento e hidratação, no caso das secas, no espaço urbano, são alguns exemplos.

Como já foi observado, não foi possível verificar um padrão decadal de variabilidade das chuvas tipo ODP no Paraná, no que tange sua temporalidade rígida e principalmente quando se analisa uma série histórica de até 30 anos. Sobretudo, foi claramente constatado um padrão de variabilidade decadal principalmente quando foram analisadas as três localidades que apresentavam série histórica maior. Além disso, verificou-se a interação entre os padrões interanuais tipo ENOS, mesmo estes agindo em espaços-temporalidade diferentes em relação à ODP.

Em todo caso, estes conhecimentos podem revelar e colaborar na expressão das tendências dos dados em variadas regiões e na determinação de impactos e padrões de variabilidade. No entanto, estes fenômenos e padrões não devem ser entendidos e interpretados como fenômenos de natureza linear e/ou como sistemas de causa x efeito, mas como produto de multicausas e escalas, com mecanismos diversos e teleconexões, que ainda não foram verificadas ou totalmente estudadas, e que devido sua complexidade não nos permite afirmar se a repercussão de determinado impacto é fruto puro e único de um fenômeno natural, longe de querer naturalizar (no sentido sócio-espacial) os impactos relacionados a este caráter.

Nesta perspectiva, com o trabalho realizado ainda não é possível afirmar tais considerações com significância, pois a variabilidade das chuvas no Paraná, sob os mecanismos de atuação dos padrões de variabilidade interanual e decadal, necessita de análises mais profundas e metodologicamente mais conclusivas

Neste caso, a indicação de estudos que propiciem: 1) procedimentos estatísticos que afirmem o grau de correlação entre os padrões de variabilidade e chuvas no Estado; 2) uma análise da ocorrência dos eventos extremos como expressão dos impactos observados no território; 3) regionalização da configuração espacial e temporal das chuvas em relação à ocorrência de fenômenos ENOS e das fases opostas da ODP; 4) verificação por meio da metodologia de análise rítmica os principais sistemas atmosféricos que produzem os tipos de tempo e a quantidade de chuvas em anos-padrão extremos.

Portanto, este trabalho não termina por aqui, pois a consideração da dinâmica e do caráter transicional do clima no Paraná faz com que este esteja num patamar particular e permita que o estudo da variabilidade das chuvas contribua para análises de alterações, oscilações e mudanças climáticas em escala regional

Entende-se que o fenômeno climático, enquanto sistema complexo, dinâmico e variável, é representado por meio de padrões de variabilidade. Os fenômenos de teleconexão atuam na estrutura física do clima, através dos processos de *inputs* em escala global, que por sua vez, alteram a dinâmica da interação oceano-atmosfera, e se repercute através dos *outputs*, que podem ou não agir e ser observado em uma determinada forma espacial fixa e/ou temporalmente datada.

A partir das indicações e considerações apresentadas entende-se que é possível gerar um sistema de referência que leve em consideração a noção do clima enquanto um sistema aberto e dinâmico, rítmico e natural, em que as possibilidades da gestão do território desenvolvam condições aptas para o planejamento e a tomada de decisões.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. A de. **Oscilação Decadal do Pacífico**: Cientistas reconstróem o clima do planeta. Disponível em: [http://www.metsul.com/secoes/visualiza.php?cod\\_subsecao=31;cod\\_texto=7](http://www.metsul.com/secoes/visualiza.php?cod_subsecao=31;cod_texto=7). Acesso: 08 jun. 2006.
- ANGELOCCI, L. R; SENTELHAS, P. C. **Variabilidade, anomalia e mudança climática**. Material didático da disciplina LCE306 - Meteorologia Agrícola. Disponível em: <http://www.lce.esalq.usp.br/aulas/lce306/variabilidade.pdf>. 15 maio. 2007.
- AYOADE, J. O. **Introdução a Climatologia para os Trópicos**. São Paulo: Ed. Bertrand. Brasil. 1986. p 01-14.
- BALDO, M. C. **Variabilidade pluviométrica e a dinâmica atmosférica na bacia hidrográfica do Rio Ivaí – PR**. Tese de Doutorado. Presidente Prudente. 2006.
- BERLATO, 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. Editorial UFRGS. Porto Alegre, RS. 2003.
- BIONDI, F; GERSHUNOV, A. CAYAN, D. R. North Pacific Decadal Climate Variability since 1661. In: **Journal of Climate**. American Meteorological Society, v, 14, p. 5 – 10. 2001. Disponível em : [http://meteora.ucsd.edu/~cayan/Pubs/57\\_Biondi\\_J\\_Clim\\_2001.pdf](http://meteora.ucsd.edu/~cayan/Pubs/57_Biondi_J_Clim_2001.pdf). Acesso: 20 abr. 2009.
- BOIN, M. N. **Chuvvas e erosões no Oeste Paulista**: Uma análise climatológica aplicada. Tese de doutorado. Rio Claro. IGCE de Rio Claro. Universidade Estadual Paulista. 2000.
- CARDOSO, A de O; SILVA DIAS, P. L. A influência da temperatura da superfície do mar no clima de inverno na cidade de São Paulo. In: **Anais Congresso Brasileiro de Meteorologia**. 2004. Disponível em: <http://www.cbmet.com/cbm-files/12-b2253be54cb6383459adfb25a0d066e.pdf>. Acesso 20 set. 2009.
- CAVALCANTI; I, F. A. AMBRIZZE, T. Teleconexões e suas influencias no Brasil. In: CAVALCANTI, I, F. A; FERREIRA, N. J; SILVA, M, G, A, J; DIAS, M. A. F. S (Orgs). **Tempo e clima no Brasil**. Oficina de Textos. 2009, p. 318-335
- CERA, J. C; FERRAZ, S. E. T; BENDER, F. D. **Influência da Oscilação Decadal do Pacífico e as mudanças no regime de chuva do Rio Grande do Sul**. Disponível em: [http://cascavel.ufsm.br/revista\\_ccne/ojs/index.php/cienciaenatura/article/viewFile/410/321](http://cascavel.ufsm.br/revista_ccne/ojs/index.php/cienciaenatura/article/viewFile/410/321). Acesso: 15 mai. 2009.
- COELHO, C. A. S. **Anomalias de Precipitação sobre a América do Sul e sua relação com a Temperatura de Superfície do Mar dos Oceanos Pacífico e Atlântico durante períodos de extremos de El Niño-Oscilação Sul**, Dissertação de Mestrado, Instituto de Astronomia Geofísica e Ciências Atmosféricas, USP, São Paulo, 2001.



CONTI, J. B. Considerações sobre as mudanças climáticas globais. In: SANT' ANNA NETO, J. L.; ZAVATINI, J. A. (ORGs). **Variabilidade e mudanças climáticas: Implicações ambientais e socioeconômicas**. Maringá, EDUEM, 2000, p 17 – 28.

\_\_\_\_\_. Considerações sobre as mudanças climáticas globais. In: **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 16, 2005, p.70-75.

CPTEC. Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos. **Clima**. INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <http://clima1.cptec.inpe.br/>. Acesso: 02 ago. 2010.

CUNHA, L. A. G. Paraná: desenvolvimento rural e questão regional. In: **Polidisciplinar Vãos**. Revista Eletrônica, v.1, n.2, Jan/Jul. 2006. Disponível em: <http://pluridata.sites.uol.com.br/voos.html>. Acesso: 03 abr. 2011.

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. Rendimento de genótipos semi-precoce de soja submetidos ou não a irrigação, In: **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, São Carlos. V . 5, n. 1, jan/jun, 1993, p. 57.

FERRAZ, S. E. T. **Variabilidade climática**. Departamento de Física / CCNE / UFSM / Santa Maria, RS. 2010, p. 105 -114. Disponível em: <http://www.ufsm.br/pgfisica/mc5.pdf>. Acesso: 20 set. 2010.

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.

GRIMM, A. M. Clima da região Sul do Brasil. In: CAVALCANTI, I, F. A; FERREIRA, N. J; SILVA, M, G, A, J; DIAS, M. A. F. S (Orgs). **Tempo e clima no Brasil**. Oficina de Textos. 2009a, p. 260 -275.

\_\_\_\_\_. Variabilidade interanual do clima do Brasil. In: CAVALCANTI, I, F. A; FERREIRA, N. J; SILVA, M, G, A, J; DIAS, M. A. F. S (Orgs). **Tempo e clima no Brasil**. Oficina de Textos. 2009b, p. 260 -275.

HARE, S.R; FRANCIS, R.C. Climate Change and Salmon Production in the Northeast Pacific Ocean, In R.J. Beamish [ed.], Climate Change and Northern Fish Populations, **Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.**, 1995, p. 121.

IAPAR. Instituto Agrônomo do Paraná. **Cartas climáticas do Paraná**. CAVIGLIONE, J. H; KIIHL, L. R. B; CARAMORI, P. H; OLIVEIRA, D. Londrina: IAPAR, 2000.

KAYANO, M. T. ANDREOLI, R. V. Relations of South American summer rainfall interannual variations with the Pacific Decadal Oscillation. In: **Journal of Climate**, v. 27, 4, 2006, p. 531 – 540.

\_\_\_\_\_. Variabilidade decenal e multidecadal. In: CAVALCANTI, I, F. A; FERREIRA, N. J; SILVA, M, G, A, J; DIAS, M. A. F. S (Orgs). **Tempo e clima no Brasil**. Oficina de Textos. 2009, p. 375 – 381.

MAACK, R. Distribuição anual das precipitações. In: \_\_\_\_\_. **Geografia física do Estado do Paraná**. José Olympio. Rio de Janeiro, 1981, p. 155-177.

MANTUA, N. J; HARE, S. R; The Pacific Decadal Oscillation. **Journal of Oceanography**. V. 58, n. 1, feb, 2002. p. 35-44. Disponível em:  
<http://www.springerlink.com/content/5xm9ngv5fn5dc2r7/fulltext.pdf>. Acesso: 15 mai. 2009.

MANTUA, N.J.; HARE, S.R.; ZHANG, Y.; Wallace, J.M.; Francis, R.C. A Pacific Interdecadal Climate Oscillation with Impacts on Salmon Production, **Bulletin of the American Meteorological Society**, Vol. 78, 1997, p. 1069-1079..

MARQUES, M. L. ARAÚJO, WIVIANY M; VANHONI, F; MENDONÇA, F. Espacialidades e temporalidades da pluviosidade na Região Sul do Brasil. In: **Anais... 8º Simpósio de Brasileiro de Climatologia Geográfica**. Alto Caparaó. UFU. 2008, p.1-18.

MARQUES, R. Precipitação na bacia hidrográfica na bacia hidrográfica do rio Tubarão - sul de SC e Oscilação Decadal do Pacífico. In: **Anais... 9º Simpósio de Brasileiro de Climatologia Geográfica**. Fortaleza. 2010.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M.; **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo. Oficina de texto. 2007.

MENDONÇA, F. A Tipologia climática – Gênese, características e tendência. STIPP, N. A. F. et.al. (Org) **Macrozoneamento da bacia hidrográfica do rio Tibagi/PR**. Londrina: Editora UEL, 2000.

MONTEIRO, C. A. F. 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.

\_\_\_\_\_. Teoria e Clima Urbano. In: MONTEIRO, C. A. F. MENDONÇA, F (Orgs). **Clima Urbano**. São Paulo. Contexto. 2003, p. 9 – 68.

MOLION, L C. B. Aquecimento Global, El Niños, Manchas Solares, Vulcões e Oscilação Decadal do Pacífico. São José dos Campos – CPTEC/INPE. In: **Climanálise**, ano 3, n. 1, p 1 - 5. Ago/2005.

\_\_\_\_\_. Aquecimento global: uma visão crítica. In: **Revista brasileira de climatologia**, v.3/4, ago/2008a, p. 7-24.

\_\_\_\_\_. Perspectivas climáticas para os próximos 20 anos. **Revista Brasileira de Climatologia**, Presidente Prudente, v. 3-4, 2008b, p. 117-128

\_\_\_\_\_. **Aquecimento global: Natural ou Antropogênico**. Disponível em:  
<http://www.cfh.ufsc.br/~laam/palestra/08.pdf>. Acesso: 28 jul. 2010.

MOURA, A.D.; SHUKLA, J. On the dynamics of droughts in northeast Brazil: Observations, theory and numerical experiments with a General Circulation Model in **Journal of Atmospheric Science**, v. 38, dec, 1981, p.2653-2675..

NERY, J. T.; VARGAS, W.M.; MARTINS, M.L.O. Caracterização da precipitação no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 2, p. 81-89, 1996.

\_\_\_\_\_. Variabilidade interanual da precipitação do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, v.5, n.1, 1997, p.115-125..

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 1989.

NOAA. **Pacific Decadal Oscillation (PDO)**. Disponível em: <http://www.nwfsc.noaa.gov/research/divisions/fed/oeip/ca-pdo.cfm>. Acesso: 20 jun. 2010.

NOGAROLLI, M. **Evolução climática do Estado do Paraná: 1970 – 1999**. Dissertação de Mestrado. Curitiba. 2007.

\_\_\_\_\_. **O Estado do Paraná – tem um novo clima?** Anais...GeoSimpósio. Disponível em: [http://www.nilsonfraga.com.br/anais/NOGAROLLI\\_Mozart.pdf](http://www.nilsonfraga.com.br/anais/NOGAROLLI_Mozart.pdf). Acesso: 30 abr. 2010.

NÓBREGA, R. S; ARAÚJO, J. A. P. DE; PAIVA NETO, A. C. DE; SOUSA MELO, E. C. DE; SOARES, D. B; SARAIVA, F. A. M; SOUZA, W. M. DE. O fenômeno El niño e a influência conjunta do Dipolo do Atlântico no Estado do Ceará. **Anais: Congresso Brasileiro de Meteorologia**. Disponível em: <http://www.cbmet.com/cbm-files/12-3697e0146880af836b2e7e468e5fcb41.pdf>. Acesso: 15 mai. 2009

NUNES, L. H; LOMBARDO, M. A. A questão da variabilidade climática: Uma reflexão crítica. **Instituto Geológico**. São Paulo, n. 16 (1/2) jan/dez, 1995, p. 21 – 31. Disponível em: [http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/revista\\_ig/16\\_1-2\\_2.pdf](http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/revista_ig/16_1-2_2.pdf). Acesso: 20. mai. 2006.

NUNES, L. H. A escala nas ciências atmosféricas. **Instituto Geológico**. São Paulo, n.19 (1/2), jan./dez./1998, p. 71-73. Disponível em: [http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/revista\\_ig/19\\_1-2\\_6.pdf](http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/revista_ig/19_1-2_6.pdf). Acesso: 22. set. 2010.

OLIVEIRA, F. N. M.; ARAUJO, R. L. C.; CARVALHO, J. S; SILVA, C. L. Inferência de mudanças climáticas na região de Manaus (AM) usando dados geotermiais e meteorológicos. **Revista Brasileira de Geofísica**. [online], vol.24, n.2, 2006, p. 169-187.

PARIZOTTO, T. M. NERY, J. T. Associação da precipitação pluvial e anomalia da superfície do mar no oceano pacífico equatorial, na bacia do Paranapanema. **Anais do 8º Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**. Alto Caparaó. 2008, p. 221 -223.

PEREIRA, L. M. P; CARAMORI, P. H; RICCE, W, S; SILVA, D. A. B; CAVIGLIONE, J. H. Determinação do início e término da estação chuvosa no Estado do Paraná. In: **Geografar**. Curitiba; v.3, n.2. Jul/dez. 2008, p. 1-12.

PINTO, J. E. S. de S; AGUIAR NETO, A. de O. Climatologia aplicada: Escalas do Clima. In: \_\_\_\_\_. **Clima, Geografia e Agrometeorologia: Uma Abordagem Interdisciplinar**. São Cristovão. Ed. UFS, Aracaju. Fundação Quêdo Teixeira. 2008, p 157 – 172

RAFFESTIN, C. **Por uma Geografia do poder**. São Paulo: Ática, 1993.

REBELLO, E. R. G. **Oscilação decadal do pacífico e sua possível influência no regime de precipitação do rio grande do sul**. Asociación Meteorológica Española. Disponível em: <[http://www.ame-web.org/JORNADAS/1D\\_Rebello.pdf](http://www.ame-web.org/JORNADAS/1D_Rebello.pdf)>. Acesso 20 jun. 2009.

RIBEIRO, A. G. As Escalas do Clima. In: **Boletim de Geografia Teorética**. Rio Claro: IGCE/UNESP, v 23, n° 45 – 46. 1993, p. 288 – 294.

ROBERTSON, A. W. MECHOSO, C. R. Interannual and decadal cycles in river flows of Southeastern South America. **Journal of Climate**. American Meteorological Society. 1998, p. 2570 – 2581. Disponível em: [http://www.atmos.ucla.edu/~mechoso/Mechoso's%20Papers/1998/Interannual%20and%20Decadal%20Cycles%20\(98-4\).pdf](http://www.atmos.ucla.edu/~mechoso/Mechoso's%20Papers/1998/Interannual%20and%20Decadal%20Cycles%20(98-4).pdf). Acesso: 03 nov. 2009.

ROSEGHINI, W. F. F; NERY, J. T; MARTINS, M. de L. O. Variabilidade sazonal da precipitação na região noroeste do Paraná. **Anais...Congresso Brasileiro de Meteorologia**. Disponível em: <http://www.cbmet.com/cbm-files/12-e0f4287a58776ab08a531225633b9531.pdf>. Acesso: 05 ago. 2010.

SANT'ANNA NETO, J. L. **Ritmo climático e a gênese das chuvas na zona costeira paulista**. Dissertação de mestrado. USP. São Paulo, 1990.

\_\_\_\_\_. Clima e Organização do Espaço. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 16, , 1998, p. 119-131.

\_\_\_\_\_. Avaliação das mudanças no regime das chuvas do Estado de São Paulo durante um século (1888-1993). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 21 (4), 1999, p. 915-921.

\_\_\_\_\_. As chuvas no Estado de São Paulo: a variabilidade pluvial nos últimos 100 anos. In: SANT'ANNA NETO, J. L; ZAVATINI, J. A. (ORGs). **Variabilidade e mudanças climáticas: Implicações ambientais e socioeconômicas**. Maringá, EDUEM, 2000, p 17 – 28.

\_\_\_\_\_. Da climatologia geográfica a geografia do Clima: Gênese, paradgmas e aplicação do clima como fenômeno geográfico. In: **Anpege**, v. 4, 2008, p. 61 – 88.

\_\_\_\_\_. **Escalas geográficas do clima**. Texto fornecido nas discussões em sala de aula. 2011, p 1 – 16.

SENTELHAS, P. C., PEREIRA, A R., ANGELOCCI, L. R. **Meteorologia Agrícola**, 3 ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2000.

SERAFINI JUNIOR, S; GALVANI, E; LIMA, N. G. B. de; ALVES, R. R. Adequação da escala climatológica para planos de manejos: o parque estadual de intervalos como estudo de caso. In: **Anais: V Simpósio Latinoamericano de Geografia Física**, 2008. V SLAGF, 2008.

SILVA, D. F; ARAÚJO, L. E; SOUZA, W. S. SOUZA, F. A. **Relação entre PDO e eventos de ENOS em Maceió (AL)**. Disponível em: <http://www.cbmet.com/cbm-files/14-b5d93ecd7e77dcc24b0d55a0411751c.pdf>. Acesso 30 abr. 2010.

SILVA, T. I; RODRIGUES, S. C. **Tutorial de cartografia geomorfológica**. Instituto de Geografia, UFU. Uberlândia, 2008. Disponível em: <http://www.rga.ggf.br/tutorialgeo.pdf>. Acesso: 20 jun. 2011.

SOUZA, M. J. L. O território: sobre espaço e poder, autonomia e desenvolvimento. In: CASTRO, I. E (Orgs). **Geografia: conceitos e temas**. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001, p. 77-116.

SOUSA, P. ESTUDO DA VARIABILIDADE da precipitação no Estado do Paraná associado à anomalia da TSM no oceano Pacífico. Dissertação de Mestrado. Maringá, 2006.

SOUSA, P. de; NERY, J. T. Análise da variabilidade anual e interanual da precipitação pluviométrica da região de Manuel Ribas, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 24, n. 6, 2002, p. 1707-1713..

SPERLING, V; FERNANDES, V; MARQUES, J. R. **Relação entre a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) e a precipitação de verão no Rio Grande do Sul**. Disponível em: [http://www.ufpel.edu.br/cic/2009/cd/pdf/CE/CE\\_01193.pdf](http://www.ufpel.edu.br/cic/2009/cd/pdf/CE/CE_01193.pdf). Acesso: 15 mai. 2009

STEINKE, E. T. **Considerações sobre variabilidade e mudança climática no distrito federal, suas repercussões nos recursos hídricos e informação ao grande público**. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília. Instituto de Biologia. Departamento de Ecologia. 2004.

TROPMAIR, H. Perfil fitoecológico do Estado do Paraná. **Boletim de Geografia**. Maringá. UEM, v. 8, n. 1. 1990, p. 67-81.

XAVIER, T. M. B. S.; XAVIER, A. F. S. A ODP “Oscilação Decadal do Pacífico” ( PDO-Pacific Decadal Oscillation”) e eventos no Atlantico Intertropical e no Nordeste Setentrional do Brasil. **Anais...** Congresso Brasileiro de Meteorologia. Disponível em: [www.cbmet.com/cbm-files/22-fd48270b9ca0df5c7442c4b5c6074751.doc](http://www.cbmet.com/cbm-files/22-fd48270b9ca0df5c7442c4b5c6074751.doc). Acesso: 20 abr. 2009.

WAINER, I. **O Papel do Oceano Atlântico no Clima**. Disponível em: [http://oc2.io.usp.br/index.php?option=com\\_content;view=article;id=13:o-papel-do-oceano-atlantico-no-clima;catid=42:pesquisa;Itemid=30](http://oc2.io.usp.br/index.php?option=com_content;view=article;id=13:o-papel-do-oceano-atlantico-no-clima;catid=42:pesquisa;Itemid=30). Acesso: 15 mai. 2009.

ZAVATTINI, J .A; BOIN, M. R. O clima na bacia do rio Paranapanema: os reservatórios de Canoas I e II. **Anais...** 8º Simpósio de Brasileiro de Climatologia Geográfica. Alto Caparaó. UFU. 2008, p.1-18.