

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES**  
**DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO – MESTRADO EM GEOGRAFIA**

**SUELI HIROMI KAY ICHIBA**

**ESTUDO DAS TEMPERATURAS DO AR NO ESTADO DO PARANÁ**

**MARINGÁ, 2006**

SUELI HIROMI KAY ICHIBA

## **ESTUDO DAS TEMPERATURAS DO AR NO ESTADO DO PARANÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Geografia, área de concentração – Análise Regional e Ambiental, do Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

**Orientador:** Prof. Dr. Jonas Teixeira Nery.

MARINGÁ, 2006.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

I16e Ichiba, Sueli Hiromi Kay  
Estudo das temperaturas do ar no Estado do Paraná / Sueli Hiromi Kay Ichiba. – Maringá, PR : [s.n.], 2006.  
124 f. : il. color.

Orientador : Prof. Dr. Jonas Teixeira Nery.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá.  
Programa de Mestrado em Geografia, 2006.

1. Temperatura do ar - Climatologia - Paraná. 2. Temperatura do ar - Geada. 3. Temperatura do ar - El Niño e La Niña. 4. Temperatura do ar - Variabilidade. I. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Mestrado em Geografia. II. Título.

CDD 21.ed.910.02

*Dedico à:*

*Claudio Ichiba,  
Gustavo Yukio Ichiba e Beatriz  
Naomi Ichiba, pelo apoio,  
compreensão e carinho.*

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Jonas Teixeira Nery, pela paciência, dedicação e incentivo na orientação e elaboração deste trabalho.

Aos meus colegas de mestrado Patrícia Sousa, Luiz Carlos de Azevedo e Ana Claudia Carfan.

Aos amigos do Laboratório de Meteorologia da Universidade Estadual de Maringá-DFI, em especial à Maria de Lourdes Orsini Fernandes Martins, pela ajuda e apoio.

Aos Professores Eraldo Schunk Silva, Hélio Silveira e Sonia Maria Soares Stivari, pelos sábios conselhos.

Ao Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR) e Instituto Tecnológico do SIMEPAR, à Estação Climatológica Principal de Maringá (ECPM) pelos dados cedidos para a elaboração desse trabalho.

À minha amiga Isabel Barbosa dos Anjos.

À minha família, pela compreensão e apoio nos momentos de dificuldades.

À CAPES pela ajuda financeira no decorrer dessa pesquisa.

A todos os meus amigos que de alguma maneira me ajudaram e aos demais que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

## ESTUDO DAS TEMPERATURAS DO AR NO ESTADO DO PARANÁ

**RESUMO:** O Estado do Paraná está inserido na região Sul do Brasil entre os paralelos 22°29'33" a 26°42'59" de latitude Sul e 48°02'24" a 54°37'38" de longitude Oeste, abrangendo uma área de 201.000km<sup>2</sup>. Em decorrência de sua localização e extensão, o Estado ocupa posição de transição entre regiões tropicais e subtropicais, constituindo assim, um mosaico de paisagens por todo o seu território. Esta pesquisa tem como objetivo analisar a evolução e a variabilidade da temperatura do ar, no Estado do Paraná, para a compreensão do grau de interferência das atividades humanas sobre os elementos atmosféricos, bem como, a sua relação com as peculiaridades geográficas em um dado lugar. Utilizou-se para esta pesquisa dados das temperaturas máxima, média e mínima mensal e interanual de 30 estações meteorológicas no Estado do Paraná, abrangendo o período de 1979 a 2003. Os dados de temperatura foram obtidos junto ao Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) e algumas estações foram completadas com dados do Instituto Tecnológico do SIMEPAR. Os dados de temperatura da Estação de Maringá foram obtidos junto à Estação Climatológica Principal de Maringá (ECPM), conveniada com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os seguintes métodos estatísticos foram aplicados: média, desvio padrão, coeficiente de variação, anomalia, média móvel, medida de dispersão e reta de tendência. Com os valores de temperatura média foram elaboradas isolinhas de temperaturas associadas à anomalia da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) para períodos de eventos El Niño e La Niña, de acordo com a classificação de Trenberth (1997). Através da análise multivariada de cluster, geraram-se grupos homogêneos para o Estado, correlacionando as temperaturas máximas e mínimas com o índice de anomalia da temperatura da superfície do mar (TSM) para eventos mais significativos de El Niño e La Niña. Também foram feitas análises de auto-correlação para verificar a persistência das séries de temperaturas. Pode-se considerar para o Estado do Paraná uma variabilidade nas temperaturas anuais intensificados em períodos de fenômenos El Niño e La Niña, assim como um aumento na temperatura de 0,5°C a 1°C para o período analisado.

**Palavras-chave:** Paraná, Temperatura, Variabilidade climática, ENOS.

## ABSTRACT

Paraná is a Brazilian State located between southern parallels of 22°29'33" and 26°42'59" and Western meridians of 48°02'38" and 54°37'38" covering nearly 201.000Km<sup>2</sup>. Paraná presents a mosaic of landscape types, soil and vegetation covering along its large extension. This dissertation intends to analyze the trends and the variability of the air temperature in relation to its geographic differences, El Niño and La Niña phenomena and the influence of anthropogenic factors. To achieve those goals, monthly and yearly series of 30 meteorological stations distributed along the state were analysed from 1979 to 2003. Most data were obtained from Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) with gaps fulfilled with data from Instituto Tecnológico SIMEPAR. Temperatures were also obtained from Estação Climatológica Principal de Maringá (ECPM) in Maringá City in a joint program with Brazilian Meteorological Institute (INMET). Different statistical parameters were applied during data analysis (average, standard deviation, measure of dispersion, line of tendency, autocorrelation). From average temperatures isolines were determined associated with the ocean surface temperature anomalies (TSM) during occurrences of El Niño and La Niña, according to Trenberth classification (1997). Using multivariate cluster analysis, homogeneous temperature groups were determined for all state by correlating maximum and minimum temperatures with ocean surface temperature anomaly index for El Niño and La Niña. Autocorrelation analyses were also carried out to verify the persistency of the temperature series. May consider for the State of Paraná a variability in annual temperature intensified in periods of phenomena El Niño and La Niña, as well as, a increase in temperature of 0,5°C until 1,0°C for the analysed period.

**Key Word:** Paraná, Temperature, Climate variability, ENSO.

## LISTA DE MAPAS

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Mapa 1:  | Localização das estações climatológicas no Estado do Paraná.....           | 44 |
| Mapa 2:  | Mapa de altitude das estações.....   | 53 |
| Mapa 3:  | Isolinhas de temperaturas máximas extremas (°C), período de 1979-2003..... | 54 |
| Mapa 4:  | Isolinhas de temperaturas médias (°C), período de 1979-2003.....           | 54 |
| Mapa 5:  | Isolinhas de temperaturas mínimas extremas (°C), período 1979-2003.....    | 55 |
| Mapa 6:  | Cálculo da anomalia da temperatura média anual (°C) para ano 1982.....     | 55 |
| Mapa 7:  | Cálculo da anomalia da temperatura média anual (°C) para 1983.....         | 55 |
| Mapa 8:  | Cálculo da anomalia de temperatura média anual (°C) para 1997.....         | 55 |
| Mapa 9:  | Cálculo da anomalia de temperatura média anual (°C) para 1998.....         | 56 |
| Mapa 10: | Cálculo da anomalia de temperatura média anual (°C) para 1985.....         | 56 |
| Mapa 11: | Cálculo da anomalia de temperatura média anual (°C) para 1988.....         | 56 |
| Mapa 12: | Cálculo da anomalia de temperatura média anual (°C) para 1996.....         | 56 |
| Mapa 13: | Cálculo do coeficiente de variação para temperatura média anual (°C).....  | 57 |
| Mapa 14: | Cálculo do Desvio Padrão para temperatura média anual (°C).....            | 57 |
| Mapa 15: | Isolinhas da amplitude das temperaturas máximas anuais (°C).....           | 58 |
| Mapa 16: | Isolinhas de amplitude das temperaturas médias anuais (°C).....            | 58 |
| Mapa 17: | Isolinhas de amplitude das temperaturas mínimas anuais (°C).....           | 58 |
| Mapa 18: | Áreas homogêneas temperatura extrema máxima.....                           | 95 |
| Mapa 19: | Áreas homogêneas temperatura extrema mínima.....                           | 96 |

## LISTA DE FIGURAS

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Figura 1:  | Geomorfologia do Estado do Paraná .....  | 19 |
| Figura 2:  | Esquema da circulação da atmosfera (célula de Hadley) .....  | 36 |
| Figura 3:  | Enfraquecimento da velocidade dos ventos alísios e aquecimento das águas<br>no Pacífico Tropical .....   | 36 |
| Figura 4:  | Padrão de circulação em anos normais observados na região do Pacífico Tropical.....  | 37 |
| Figura 5:  | Padrão de circulação em anos de El Niño observados na região do Pacífico<br>Tropical.....  | 38 |
| Figura 6:  | Evolução da anomalia de temperatura da superfície do mar (TSM) em anos de<br>El Niño (1972-73, 1982-83, 1986-87, 1991-94, 1997) e previsão do<br>modelo acoplado oceano-atmosfera do NCEP/NOAA-EUA para a região do<br>Niño 3..... | 39 |
| Figura 7:  | Série temporal das anomalias de PNM nas estações de Taiti e Darwin (1978 a<br>1997).....   | 40 |
| Figura 8:  | Padrão de circulação em anos de La Niña observados na região do Pacífico<br>Tropical.....  | 41 |
| Figura 9A: | Intensificação da velocidade dos ventos alísios e resfriamento das águas no<br>Pacífico Tropical.....  | 42 |
| Figura 9B: | Setores do Niño (1+2), Niño 3, Niño (3.4) e Niño 4.....  | 46 |
| Figura 10: | Valores de temperaturas para 30 estações - 1979-2003. A - temperatura média<br>da máxima; B - temperatura máxima extrema; C - temperatura média;<br>D - temperatura média da mínima; E - temperatura mínima extrema.....           | 67 |
| Figura 11: | Carta de Superfície das 12:00TMG dia 6 de julho de 1989 mostrando<br>o predomínio da alta pressão sobre o Brasil.....  | 69 |
| Figura 12: | Anos de geadas para a estação de Cambará.....  | 75 |
| Figura 13: | Anos de geadas para a estação de Apucarana.....  | 76 |
| Figura 14: | Anos de geadas para a estação de Palotina.....   | 77 |
| Figura 15: | Anos de geadas para a estação de Morretes.....   | 78 |
| Figura 16: | Anos de geadas para a estação de Ponta Grossa. ....  | 79 |
| Figura 17: | Anos de geadas para a estação de Teixeira Soares. ....   | 80 |

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Figura 18: | Anos de geada para a estação de Clevelândia. ....  | 81 |
| Figura 19: | Média móvel e reta de regressão linear de temperatura máxima extrema à esquerda e temperatura mínima extrema à direita para a estação de Cambará no período de 1966-2003. ....             | 82 |
| Figura 20: | Média móvel e reta de regressão linear de temperatura máxima extrema à esquerda e temperatura mínima extrema à direita para a estação de Morretes, para período de 1966-2003. ....         | 83 |
| Figura 21: | Média móvel e reta de regressão linear de temperatura máxima extrema à esquerda e temperatura mínima extrema à direita para a estação de Teixeira Soares no período de 1966-2003. ....     | 83 |
| Figura 22: | Média móvel e reta de regressão linear de temperatura máxima extrema à esquerda e temperatura mínima extrema à direita para a estação de Palotina no período de 1973-2003. ....            | 84 |
| Figura 23: | Evolução temporal e reta de tendência – 1979-2003, para Joaquim Távora. ....   | 85 |
| Figura 24: | Evolução temporal e reta de tendência – 1979-2003, para Maringá. ....  | 86 |
| Figura 25: | Evolução temporal e reta de tendência – 1979-2003, para Londrina. ....   | 86 |
| Figura 26: | Evolução temporal e reta de tendência – 1979-2003, para Paranavaí. ....  | 87 |
| Figura 27: | Evolução temporal e reta de tendência – 1979-2003, para Telêmaco Borba.....  | 88 |
| Figura 28: | Evolução temporal e reta de tendência – 1979-2003, para Nova Cantu. ....   | 89 |
| Figura 29: | Evolução temporal e reta de tendência – 1979-2003, para Palotina. ....   | 89 |
| Figura 30: | Evolução temporal e reta de tendência – 1979-2003, para Morretes. ....   | 90 |
| Figura 31: | Evolução temporal e reta de tendência – 1979-2003, para Guaraqueçaba. ....   | 91 |
| Figura 32: | Evolução temporal e reta de tendência – 1979-2003, para Guarapuava. ....   | 92 |
| Figura 33: | Evolução temporal e reta de tendência – 1979-2003, para Planalto. ....   | 93 |
| Figura 34: | Evolução temporal e reta de tendência – 1979-2003, para Palmas. ....   | 94 |
| Figura 35: | Dendograma da temperatura extrema máxima. ....   | 94 |
| Figura 36: | Dendograma da temperatura extrema mínima. ....   | 94 |
| Figura 37: | Temperatura máxima e mínima associada à anomalia da TSM para a estação Cambará. A- El Niño 1982/83; B- El Niño 1997/98; C- La Niña 1985; D- La Niña 1988; E- La Niña 2001/02; F-1984. .... | 98 |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| Figura 38: | Temperatura máxima e mínima associada à anomalia da TSM para a estação Telêmaco Borba. A- El Niño 1982/83; B- El Niño 1997/98; C- La Niña 1985; D- La Niña 1988; E- La Niña 2001/02; F-1984. .... | 99  |
| Figura 39: | Temperatura máxima e mínima associada à anomalia da TSM para Palotina. A- El Niño 1982/83; B- El Niño 1997/98; C- La Niña 1985; D- La Niña 1988; E- La Niña 2001/02; F-1984. ....                 | 101 |
| Figura 40: | Temperatura máxima e mínima associada à anomalia da TSM para a estação Morretes. A- El Niño 1982/83; B- El Niño 1997/98; C- La Niña 1985; D- La Niña 1988; E- La Niña 2001/02; F-1984. ....       | 102 |
| Figura 41: | Temperatura máxima e mínima associada à anomalia da TSM para a estação Palmas. A- El Niño 1982/83; B- El Niño 1997/98; C- La Niña 1985; D- La Niña 1988; E- La Niña 2001/02; F-1984.....          | 104 |
| Figura 42: | Média da temperatura máxima extrema anual, período 1979 – 2003. A – litoral; B – região sudeste do Estado; C – Oeste; D – sudoeste do Estado; E – norte do Estado.....                            | 105 |
| Figura 43: | Média da temperatura mínima extrema anual, período 1979 – 2003. A – litoral; B – região sul-sudoeste do Estado; C – Oeste; D – nordeste do Estado; E – norte-centro do Estado.....                | 107 |
| Figura 44: | Grupo I - Litoral.....  | 108 |
| Figura 45: | Grupo II – Região Sudeste do Estado.....  | 108 |
| Figura 46: | Grupo III – Oeste do Estado.....  | 109 |
| Figura 47: | Grupo IV – Sudoeste do Estado. ....   | 109 |
| Figura 48: | Grupo V – Norte do Estado. ....   | 110 |
| Figura 49: | Grupo I – Litoral. ....   | 111 |
| Figura 50: | Grupo II – Região sul-sudoeste do Estado. ....  | 112 |
| Figura 51: | Grupo III – Oeste do Estado. ....   | 112 |
| Figura 52: | Grupo IV – Nordeste do Estado. ....   | 112 |
| Figura 53: | Grupo V – norte-centro do Estado. ....  | 113 |

## LISTA DE TABELAS

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Tabela 1:  | Relação das estações climatológicas do Estado do Paraná no período de 1979 – 2003.....   | 43 |
| Tabela 2:  | Eventos El Niño e La Niña definidos a partir da temperatura da superfície do mar no Oceano Pacífico para a região do Niño (1+2) e excedendo valores de 0.4°C (positivo ou negativo)..... | 47 |
| Tabela 3:  | Estatística descritiva do período de julho/1982 a dezembro/1983 para temperatura média anual.....  | 60 |
| Tabela 4:  | Estatística descritiva do período de março/1997 a outubro/1998 para temperatura média anual. ....  | 61 |
| Tabela 5:  | Estatística descritiva do período de janeiro a dezembro/1985 para temperatura média anual. ....  | 62 |
| Tabela 6:  | Estatística descritiva do período de abril/ 1996 a janeiro/1997 para temperatura média anual. ....   | 63 |
| Tabela 7:  | Estatística descritiva do período de maio/2001 a janeiro/2002 para temperatura média anual. ....   | 64 |
| Tabela 8:  | Estatística descritiva do período de janeiro a dezembro de 1984 para temperatura média anual. ....   | 65 |
| Tabela 9:  | Temperatura máxima extrema para cada estação - período de 1979-2003.....   | 68 |
| Tabela 10: | Temperatura mínima extrema para cada estação-período de 1979-2003. ....  | 70 |
| Tabela 11: | Número de dias com geada para a estação de Palmas (27). ....   | 71 |
| Tabela 12: | Número de dias com geada para a estação de Clevelândia (28). ....  | 72 |
| Tabela 13: | Número de dias com geada para a estação de Guarapuava (23). ....   | 73 |
| Tabela 14: | Número de dias com geada para a estação de Francisco Beltrão (30). ....  | 74 |

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| 1 – INTRODUÇÃO  | 16 |
| 2 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO  | 18 |
| 2.1 – Ocupação e Povoamento do Território Paranaense  | 26 |
| 3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA   |    |
| 3.1 – Caracterização da temperatura do ar   | 29 |
| 3.2 – Geadas.   | 31 |
| 3.3 – Clima e as Alterações Antropogênicas  | 32 |
| 3.4 – El Nino   | 35 |
| 3.5 - Fenômeno La Niña  | 40 |
| 4 – MATERIAL E MÉTODO   | 43 |
| 4.1 – Métodos Estatísticos Utilizados   | 44 |
| 4.1.1 – Cálculo da média e do desvio padrão   | 44 |
| 4.1.2 – Cálculo da anomalia   | 45 |
| 4.1.3 – Coeficiente de variação   | 47 |
| 4.1.4 – Estatística Descritiva  | 47 |
| 4.1.5 – Análise dos valores médios de temperatura   | 48 |
| 4.1.6 – Análise têmporo espacial da média móvel   | 48 |
| 4.1.7 – Análise das figuras das retas de tendência  | 48 |
| 4.1.8 – Análise da evolução temporal da temperatura extrema máxima e<br>mínima associada ao índice de anomalia da Temperatura da Superfície<br>do Mar (TSM) | 49 |
| 4.1.9 – Análise de Cluster  | 49 |
| 4.1.10 – Método de Ward   | 50 |
| 4.1.11 – Função de auto – correlação  | 52 |
| 5 - DISCUSSÃO E RESULTADOS  | 53 |
| 5.1 - Análise dos mapas de isolinhas de temperatura   | 53 |
| 5.2 – Análise da estatística descritiva   | 58 |
| 5.3 – Análise dos valores de temperatura máxima   | 66 |
| 5.4 – Análise dos valores de temperatura mínima extrema   | 68 |

|  |     |
|--|-----|
|  | 14  |
| 5.5 – Ocorrência de geada  | 71  |
| 5.6 – Análise têmporo espacial da média móvel  | 82  |
| 5.7 – Análise das retas de tendência   | 84  |
| 5.8 – Análise da evolu o temporal da temperatura extrema máxima e mínima associada ao  ndice de anomalia da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) | 94  |
| 5.9 – Análise da média da temperatura máxima extrema para os cinco grupos homogêneos   | 104 |
| 5.10 – Análise da média da temperatura mínima extrema para os cinco grupos homogêneos  | 106 |
| 5.11 – Fun o de auto – correla o   | 107 |
| 6 – CONSIDERA OES FINAIS   | 113 |
| 7 – REFERÊNCIAS  | 115 |



## 1 INTRODUÇÃO

Na observação e avaliação do tempo e suas mudanças, nota-se quão extraordinariamente variável é a temperatura do ar, pois não se pode esquecer que a maioria dos fenômenos meteorológicos tem suas origens justamente nas mudanças de temperatura.

Entretanto torna-se necessária à existência de um maior número de pesquisas analisando esta variável do tempo. Assim, podemos destacar, que, de todas as variações atmosféricas a mais sensível e talvez a mais importante em zoneamentos ecológicos, agroclimáticos, urbanos, entre outros é a temperatura do ar. A temperatura de uma região determina, por exemplo, quais as espécies vegetais que podem ser economicamente cultivadas.

De acordo com Ayoade (1996), as condições climáticas exercem influência direta desde a preparação da terra até a comercialização, inclusive sobre a incidência de pragas e doenças que atacam as culturas.

Com a revolução industrial iniciou-se um processo de êxodo rural e conseqüente inchamento das cidades, no Estado do Paraná a população urbana supera a população rural na década de 70. O acréscimo de ambientes urbanizados ocorre diariamente pela ação humana através da substituição do ecossistema natural por estruturas artificiais, seja com retirada da vegetação nativa, alteração do relevo, impermeabilização dos solos por meio da pavimentação e criação de estruturas complexas.

Assim, conforme Lombardo (1985), as cidades caracterizam-se por serem a maior expressão social do espaço produzido e concretizado, transformada e adaptada para atender as necessidades dos seres humanos.

Como características cada vez mais marcantes das cidades, fatores como a elevada densidade demográfica, a concentração de áreas construídas, a pavimentação asfáltica do solo e as áreas industriais podem provocar alterações no clima local, essencialmente nos valores da temperatura do ar (LOMBARDO, 1985).

O aumento da temperatura do ar nas cidades modifica as composições atmosféricas como a ventilação, a umidade e, às vezes, causando chuvas intensas, em determinada época do ano. Esses fatores climáticos acontecem, principalmente, pela ausência de arborização, uso de material de construção nas áreas urbanas, gases liberados pelas indústrias e a concentração de edifícios ocasionando o aumento da temperatura.

Esta pesquisa tem como objetivo analisar a evolução e a variabilidade da temperatura do ar, no Estado do Paraná, para a compreensão do grau de interferência das atividades humanas sobre os elementos atmosféricos, bem como, a sua relação com as peculiaridades geográficas em um dado lugar. Utilizou-se para esta pesquisa dados das temperaturas máxima, média e mínima mensal e interanual de 30 estações meteorológicas no Estado do Paraná, abrangendo o período de 1979 a 2003.

## 2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

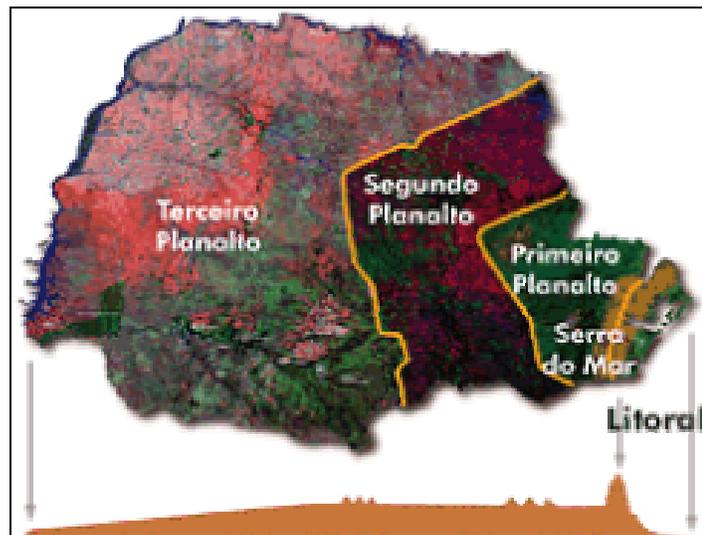
O Estado do Paraná localiza-se na região Sul do Brasil, entre os paralelos de 22°29'33" a 26°42'59", latitude sul, 48°02'24" a 54°37'38", longitude oeste, abrangendo uma área de 201.000Km<sup>2</sup>. O Paraná apresenta diversos tipos de clima, solo e cobertura vegetal, possuindo diferenciada formação geológica e conformação geomorfológica. Em decorrência de sua localização e extensão apresenta característica de zona de clima tropical, na região norte, e de zona de clima subtropical, em quase todo o restante de seu território (ATLAS DO ESTADO DO PARANÁ, 1987; CARTAS CLIMÁTICAS DO PARANÁ, 2000). Nesse sentido, o conhecimento de suas características climáticas é de suma importância para o bom desenvolvimento sócio-econômico do Estado.

A influência dos fatores geográficos que atuam sobre o clima de uma determinada região, por mais completo que sejam, são insuficientes para a compreensão de seu clima, (NIMER, 1979).

De acordo com Ross (1998):

O Estado constitui-se de planaltos e chapadas da bacia do Paraná; depressão periférica da borda leste da bacia do Paraná e planaltos e serras do Atlântico leste-sudeste. Os planaltos e chapadas da bacia do Paraná estão contidos em terrenos sedimentares, que se formaram desde o período do Devoniano até o Cretáceo e rochas vulcânicas básicas e ácidas do Mesozóico. 'Todo contato desta unidade com as depressões circundantes é feita através de escarpas que se identificam como frentes de *cuesta* única, desdobradas em duas ou mais frentes'.

Em se tratando de um estudo mais específico (MAACK, 1968) dividiu o Estado em cinco grandes unidades geomorfológicas, representados na Figura 1 que são: 1) *Zona Litorânea* que incorpora a orla marítima e orla da serra; 2) *Serra do Mar*; 3) *Primeiro Planalto*, subdividido em Planalto de Curitiba (região montanhosa de Açungui) e Planalto de Maracanã; 4) *Segundo Planalto ou Planalto de Ponta Grossa* com região ondulada do paleozóico e região das mesetas mesozóicas; 5) *Terceiro Planalto ou Planalto do Trapp do Paraná* subdividido em blocos planálticos de Cambará e São Jerônimo, bloco do Planalto de Apucarana, bloco do Planalto de Campo Mourão, bloco do Planalto de Guarapuava e declive do Planalto de Palmas.



**Figura 1** - Geomorfologia do Estado do Paraná

**Fonte :** Ipardes, 2001

As primeiras unidades a serem estudadas são: 1) *A Planície Costeira e a encosta da Serra do Mar*. Este complexo possui as rochas mais antigas de todo o Estado, que datam da Era Arqueozóica e Proterozóica e são constituídas por dois grupos: o complexo Pré-Setuva e Serra Negra e o Grupo Açungui e Setuva. O Grupo Pré-Setuva e Serra Negra constitui-se de rochas graníticas, denominadas de gnaisses, migmatitos e granulitos. O Grupo Setuva e Açungui por rochas xistosas folheadas, denominadas de xistos, mármore, quartzitos e metabasitos. Essas rochas da era Arqueozóica e Proterozóica sofreram intrusões de grandes massas ígneas de composições graníticas que se consolidaram próximo da superfície formando o que conhecemos hoje por Serra do Mar (ATLAS DO ESTADO DO PARANÁ, 1987).

Em decorrência dessa e de outras características, que serão mencionadas posteriormente, a Planície Costeira e a encosta da Serra do Mar, apresentam uma zona montanhosa litorânea relacionada à porção mais interior, marcada pela presença de planícies que são interrompidas por morros cristalinos, em forma de “meia laranja” (ATLAS DO ESTADO DO PARANÁ, 1987).

As planícies possuem altitudes médias de 4 a 10m e compreendem terraços e plataformas de abrasão, porém são encontradas algumas ilhas a pequenas distâncias que possuem pontos mais elevados desse complexo cristalino. Ao norte desse setor destacam-se os cordões rochosos do mesmo complexo, enquanto no setor sul os vales dos rios são largos com planícies aluviais, terraços e alguns morros isolados (TROPPEMAIR, 1990).

Segundo a classificação de Köppen, o clima identificado para a Planície Costeira é do tipo *Aft*, ao qual pode-se caracterizar como sendo quente e úmido. Esta característica está associada ao aspecto de maritimidade, caracterizando uma área com valores médios de umidade em torno de 80% e temperaturas médias entre 20°C e 22°C. As médias das máximas podem alcançar 28°C a 30°C e as médias das mínimas de 12°C a 14°C. Podem ocorrer também, em alguns dias dos meses de invernos, variações térmicas acentuadas provocadas sob a ação das massas polares (TROPMAIR, 1990).

Ainda de acordo com Troppmair (1990) nas encostas da Serra do Mar encontram-se declives variando de 25° a 70° com desníveis que atingem de 1.000 a 1.500m, podendo chegar a 1965m. Essa característica é responsável por interromper o deslocamento das massas de ar provindas do sul, sudeste e leste, obrigando os ventos se deslocarem em sentido ascendente, ocasionando assim, chuvas orográficas nos meses de janeiro a março. O clima é do tipo *Cf*, caracterizado por um clima mesotérmico sem estação seca. A altitude reflete-se diretamente na temperatura que se apresenta alta no sopé da serra e que diminui, gradativamente, com o aumento da altitude. As temperaturas médias variam entre 12°C e 14°C, a média das máximas acusa 20°C a 21°C e a média das mínimas 8°C a 10°C. Na serra, no inverno, pode ocorrer de 20 a 25 dias de geadas.

No que tange aos tipos de solos, pode-se dizer que a região apresenta um mosaico pedológico. Isso decorre em detrimento das características específicas que cada compartimento possui. Na Planície Costeira têm-se três tipos de solos, entretanto apresentam algumas características semelhantes entre si como textura arenosa, alto teor de salinidade, baixo pH e baixa fertilidade. Na porção norte encontra-se os solos podzólicos e salinos, originados em função dos altos valores de precipitação, sedimentação marinha e baixa profundidade do lençol freático. Na porção central predominam os solos halófilos costeiros e na porção sul as areias quartzosa. Já nas encostas da Serra do Mar a forte declividade é responsável pelo contínuo transporte de material do solo originando solos litólicos, formado por apenas horizontes A e C (TROPMAIR, 1990).

Para essa área em função das características acima mencionadas, desenvolveu-se vegetação de matas pluviais tropicais; de mangrófilas e a de praia, ilhas, restingas. A existência do mangue nas planícies deve-se às condições especiais como água calma, tépida e salobra e sua vegetação pode variar de arbustiva a arbórea, de acordo com a distância em relação ao contato com a maré, pode ser denominado de mangue vermelho, (quando próximo do mar aberto apresentando raízes

adventícias) e mangue manso quando localizada mais ao interior, nas desembocaduras dos rios (TROPMAIR, 1990).

A vegetação de praia desenvolve-se sobre solos arenosos, dessa forma, não permite o desenvolvimento de plantas mais robustas, limitando-se assim, a uma vegetação rasteira como gramíneas, ciperáceas e algumas plantas de raízes adventícias em caules rastejantes. A mata pluvial tropical ou Mata Atlântica como é mais conhecida, apresenta muitas afinidades com a floresta Amazônica, a qual se caracteriza por apresentar uma vegetação robusta bem desenvolvida e rica em espécies (ROSS, 1998).

O desenvolvimento desse tipo de vegetação só foi possível, graças às condições climáticas da região que permitem a decomposição da matéria orgânica que a mesma produz, dessa forma, desenvolve-se uma camada de solo orgânico capaz de manter toda a sua biodiversidade, caso contrário, isso não seria possível, pois os aspectos físicos desse compartimento não permitiriam o desenvolvimento desse tipo de vegetação. Os solos pobres e rasos não seriam capazes de nutrir e sustentar o porte de árvores que a mesma desenvolve.

A segunda unidade a ser estudada é o *Primeiro Planalto* que se estende 200Km no sentido norte/sul e 150Km de leste/oeste na porção norte, estreitando-se para 80Km na porção sul, totalizando uma área de 15.000Km<sup>2</sup> (TROPMAIR, 1990).

Esta unidade limita-se a leste pela Serra do Mar, ao norte-noroeste com o Estado de São Paulo, a oeste pela Escarpa Devoniana e ao sul-sudeste, desaparece sob a cobertura sedimentar Paleozóica da Bacia do Paraná (ATLAS DO ESTADO DO PARANÁ, 1987).

No Estado do Paraná, os terrenos pré-cambrianos ocorrem numa faixa da porção leste do Estado, coincidente com o Primeiro Planalto ou Planalto de Curitiba, a Serra do Mar e alguns núcleos emergentes na região da Planície Costeira onde rochas magmáticas e metamórficas aparecem com maior frequência, intercalando algumas exposições de rochas sedimentares (THOMAZ, 1984).

A superfície desse compartimento apresenta altitudes médias de 850 a 950m. Subdividido em três subzonas: 1) o Planalto de Curitiba ao sul, com relevo plano em grandes extensões interrompido por suaves ondulações; 2) a zona montanhosa do Açungui ao norte, onde o interflúvio Iguaçu-Ribeira separa a porção norte do sul e seus afluentes realizam atividades de erosão regressiva e 3) o Planalto do Maracanã, a noroeste, apresentando relevo plano e espaçado com numerosos rios meandantes (ATLAS DO ESTADO DO PARANÁ, 1987).

De acordo com Troppmair (1990) o clima da região do Primeiro Planalto tem como característica verões quentes sem estação seca, com médias, do mês mais frio, inferiores a 18°C. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo *Cfa*. As médias das temperaturas são de 16°C a 18°C, as médias das máximas estão entre 26°C e 28°C e as médias das mínimas estão entre 6°C e 8°C. Pode ocorrer de 10 a 12 dias de geadas por ano. A precipitação concentra-se nos meses de janeiro a março.

A pedogênese do Primeiro Planalto, no geral, formou solos distróficos, pobres em nutrientes e com baixa concentração de bases trocáveis. Dessa forma, predominam três grandes grupos: o Podzol vermelho-amarelo, que ocorre na porção norte do Estado, onde esses solos se caracterizam por serem bem desenvolvidos, bem drenado com forte eluviação no horizonte A, assentado sobre o horizonte B, iluvial enriquecido com argila, transformando assim em B textural com presença de cerosidade; os latossolos vermelhos-amarelos, também são solos profundos, bem drenados, pH baixo, de fertilidade mediana para fins agrícolas e os cambissolos, que são pouco desenvolvidos, com horizonte B incipiente de textura arenosa, classificados, no atual sistema brasileiro de classificação de solos, como: argissolos vermelho-amarelos, latossolos e cambissolos (EMBRAPA, 1999).

Em relação à vegetação, as condições climáticas, a pedogênese e as altas altitudes permitiram que se desenvolvesse a floresta das Araucárias, que se caracterizava por uma vegetação muito homogênea que, em geral, ocorreram em associação com outros tipos de pinheiros. Atualmente observam-se poucas espécies no Estado, isso decorre de alguns fatores como a extinção da gralha azul, pássaro responsável por sua reprodução e pela ação antrópica.

A terceira unidade corresponde ao *Segundo Planalto* com uma área de 45.000Km<sup>2</sup>, limita-se à leste com a Escarpa Devoniana e a oeste pela Escarpa Arenito-Basáltica, conhecida por Serra Geral (TROPPMAIR, 1990). Nesta unidade são encontradas rochas sedimentares do Período Devoniano, que pertence ao Grupo Paraná e Permiano dos grupos Passa Dois, Guatá e Itararé, denominadas de arenito, siltitos, folhelhos, conglomerados e calcário. Estas rochas estão acomodadas em camadas sub-horizontais, com inclinação para oeste (ATLAS DO ESTADO DO PARANÁ, 1987).

No Estado do Paraná, os terrenos paleozóicos, integrantes da seqüência sedimentar da Bacia do Paraná, estendem-se através do Segundo Planalto ou Planalto dos Campos Gerais a partir da “serrinha”, localmente, denominada Serra São Luiz do Purunã, escarpa divisória entre este

planalto e o Planalto de Curitiba. São as rochas mais estudadas e sua história data do Devoniano (THOMAZ, 1984).

O Segundo Planalto é constituído por um relevo tabular, que formam *cuesta* e plataformas estruturais inclinadas para oeste. Em decorrência dessa característica essa unidade está dividida em duas grandes zonas: o Planalto da Serrinha na porção leste, onde as formações são mais resistentes apresentam vales mais fechados e altitudes que podem chegar de 1.000 a 1.200m, inclinando-se progressivamente para oeste, as altitudes chegam a 700 a 800m e os rios entalham vales mais amplos em terrenos permio-carboníferos, com rochas basálticas intrusivas originando formas de mesetas, morros testemunhos e platôs alongados (ATLAS DO ESTADO DO PARANÁ, 1987).

Segundo a classificação de Köppen o tipo climático é o *Cf*, em que a média do mês mais frio é inferior a 18°C e sem estação seca definida. A temperatura média oscila, de acordo com condições locais entre 16°C e 20°C, enquanto as médias das máximas, em dezembro e janeiro, alcançam 26°C a 28°C e a média das mínimas, em julho, acusa 8°C a 10°C. No verão as temperaturas absolutas podem chegar a 38°C e no inverno a -4°C. As geadas podem ocorrer de 8 a 10 dias nas áreas serranas, podendo durar 15 dias. Essas condições climáticas estão intimamente ligadas ao efeito de continentalidade, ou seja, a relação da distância em que se encontra do mar. Dessa forma, está mais sujeito à ação de massas polares frias e secas interferindo em seu clima (TROPMAIR, 1990).

Referente aos solos da região predominam quatro grandes grupos: 1) solos litólicos, que são rasos, ocorrem junto às encostas de serras, férteis e em locais de origem basáltica; 2) latossolos roxos que são profundos, argilosos, bem drenados, ricos em nutrientes e com pH próximo a 6.3; 3) podzólico vermelho-amarelo que ocorre como no Primeiro Planalto e 4) cambissolos são poucos desenvolvidos com horizonte B incipiente (TROPMAIR, 1990), classificados, no atual sistema brasileiro de classificação de solos, como: Neossolos, latossolos, argissolos vermelho-amarelos e cambissolos (EMBRAPA, 1999).

Em decorrência de sua localização, o Segundo Planalto constitui-se de quatro tipos de vegetação, as quais são frutos das características do solo e do clima que permitiram desenvolver a vegetação de floresta pluvial latifoliada, que cobriam os solos de terra roxa na porção norte, estas eram de características bem desenvolvidas e ricas em biodiversidade, em direção ao sul essa vegetação, gradativamente, dá lugar para a mata subtropical, além de apresentarem docéu menores

em relação às tropicais. As florestas de Araucárias predominam nas regiões mais ao sul e em áreas serranas. Por último, os campos limpos e cerrados os quais predominam algumas espécies de gramíneas, semi-arbustos e leguminosas. Os cerrados possuem uma característica particular em relação à fisionomia das plantas, que são geralmente, marcadas por árvores tortuosas e espaçadas. A maior parte dessas vegetações descritas acima, está se extinguindo em decorrência da ação antrópica que vem devastando quase que totalmente esses biomas.

A última e maior unidade geomorfológica a ser estudada corresponde ao *Terceiro Planalto* esta unidade limita-se à leste pela Serra Geral e a oeste com o rio Paraná. Sua geologia decorre da Era Mesozóica, quando ocorreram grandes derrames vulcânicos de lavas negras, denominados de basalto, que constituíam o Grupo denominado São Bento. No Período Cretáceo essas rochas foram parcialmente cobertas por sedimentos de siltitos. Formando o que se conhece por Arenito Caiuá na porção noroeste do Estado (ATLAS DO ESTADO DO PARANÁ, 1987).

No Estado do Paraná, a Formação Serra Geral aparece no reverso da escarpa que separa o Segundo Planalto do Terceiro Planalto. Como resultado da meteorização sofrida, no Norte do Paraná, os basaltos originaram um solo bastante fértil denominado “terra roxa” (THOMAZ, 1984).

No que se refere às formas de relevo, esse apresenta um grande planalto inclinado para o oeste, às altitudes atingem 1.100 a 1.250m, descendo a oeste 300m, no vale do rio Paraná. Em decorrência das sucessões de derrames basálticos, da erosão diferencial e do desnível de blocos falhados predominam feições de uma série de patamares. Os rios em determinados locais são esculpido em forma de canyons ou em forma mais aberta formando lajeados.

Esta unidade está dividida em cinco subunidades naturais. Entre os rios Tibagi e Itararé, na parte noroeste, encontra-se o Planalto de Araongas, onde se observam platôs isolados e mesetas, cujas altitudes oscilam de 300 a 650m. Ao norte está o Planalto de Apucarana, onde se verificam divisores de águas secundários e suaves colinas e platôs, com vales mais profundos em direção ao rio Ivaí. O Planalto de Campo Mourão localiza-se entre os rios Ivaí e Piquiri, com altitudes que variam de 1.150m na escarpa e a 225m, nas margens do rio Paraná. Nesta região predomina as mesetas e largos platôs modelados pela erosão, profundamente entalhados a sudeste. No setor ocidental, na zona de distribuição do Arenito Caiuá, ocorre extensas chapadas e platôs suavemente ondulados com divisor de águas arredondados. Ao sul, entre os rios Piquiri e Iguaçu, encontra-se o Planalto de Guarapuava, com colinas suavemente arredondadas, vales largos com antigas várzeas secas e vales rasos do Quaternário. Ao sul do rio Iguaçu, encontra-se o Planalto de Palmas, que

pertence ao plano de declive do Planalto de *Trapp* de Santa Catarina, constituindo o divisor das águas do Uruguai-Iguaçu, nesta área as altitudes diminuem de 1.150m para 300m, no vale do rio Iguaçu (ATLAS DO ESTADO DO PARANÁ, 1987).

O clima, segundo Iapar (1981), é do tipo temperado sempre úmido (*Cfb*), com verões frescos, sendo a temperatura do mês mais quente, menor que 22°C, e a do mês mais frio, menor do que 18°C, além de apresentar invernos com mais de cinco geadas noturnas. Nas áreas com altitudes inferiores a 600m, na calha do rio Iguaçu e baixo curso de seus afluentes, situados à jusante da foz do rio Iratim predomina o clima subtropical úmido (*Cfa*).

Segundo a classificação de Köppen, o Terceiro Planalto apresenta o clima subtropical úmido mesotérmico do tipo *Cfa* com verão quente, com média do mês mais frio inferior a 18°C e sem estação seca definida. Esta característica origina-se em decorrência da influência das massas de ar polares e massas de ar tropicais. Os teores de umidade, de acordo com a massa de ar que domina, variam entre 75% e 95%. As temperaturas acompanham a dinâmica das massas de ar, registrando médias em torno de 20°C a 22°C, enquanto as médias das máximas ficam entre 30°C e 32°C e as máximas absolutas, 38°C, podendo mesmo chegar a 40°C na calha do Paraná. As temperaturas médias das mínimas variam entre 10°C e 12°C, com mínima absoluta em torno de -2°C, podendo ocorrer de 12 a 15 dias de geada, por ano (TROPMAIR, 1990).

No que se refere aos solos esta unidade pode ser agrupada em: 1) latossolo vermelho escuro e terra roxa, que se caracteriza por apresentar pH próximo do neutro, em decorrência da origem da rocha matriz basáltica, alto poder de dupla troca iônica, textura argilosa e retenção de água; 2) podzólico vermelho-amarelo e 3) litólicos eutróficos (TROPMAIR, 1990), classificados, no atual sistema brasileiro de classificação de solos, como: latossolo vermelho-amarelo, nitossolos, argissolos vermelho-amarelos e neossolos (EMBRAPA, 1999).

Entretanto à vegetação, em decorrência do tipo climático e da associação dos grandes grupos de solos, desenvolveu-se no Terceiro Planalto quatro grupos de vegetação: a floresta latifoliada tropical ao norte, floresta tropical de planalto na porção central e floresta de araucárias e campos na porção sul (TROPMAIR, 1990).

Silva e Nery (2001) fizeram o seguinte comentário:

O Paraná é um Estado que tem seu clima afetado por diferentes efeitos, tais como maritimidade (Oceano Atlântico), continentalidade (região central e oeste do Estado), orografia (Serra Geral, ao sul e Serra do Mar a leste) e o efeito do Trópico de Capricórnio, que corta a região norte do Estado. Associado a isso, há a dinâmica da baixa do Chaco e as bandas convectivas e/ou Zonas de

Convergências do Atlântico Sul (ZCAS), na primavera e verão e os sistemas polares (principalmente no inverno e outono).

## **2.1 Ocupação e Povoamento do Território Paranaense**

Os recursos da natureza, cuja exploração foi sempre determinada pelo momento econômico vigente, representaram o fio condutor do processo de ocupação e organização espacial. Dessa feita, determinado elemento da natureza foi, em dado tempo, eleito pelo interesse do capital, e o espaço de sua ocorrência foi organizado e dotado da infra-estrutura necessária ao seu aproveitamento (SILVEIRA, 1998).

Os séculos XVII e XVIII caracterizaram a fase de ocupação e início do desenvolvimento socioeconômico no Paraná e tem na região litorânea sua economia baseada na exploração do ouro.

Na tradicional região pastoril dos Campos Gerais, integrada pelas mesorregiões geográficas do centro sul, centro oriental, sudeste paranaense, onde historicamente, até bem pouco tempo atrás, a pecuária extensiva era a atividade produtiva socialmente mais importante, somente a partir dos meados da década de 90, que as terras de campo foram valorizadas pela modernização agrícola, em razão, da sua potencialidade à mecanização (MORO, 1998).

A década de 1920, período áureo da exportação do mate e precedente ao surto de exportação da madeira, um novo e amplo movimento de povoamento penetram no território paranaense. Vindos do sul, os gaúchos descendentes de imigrantes europeus se instalam no sudoeste do Estado (SILVEIRA, 1998).

Os primeiros indícios de povoamento do Norte do Paraná remontaram ao século XVII, através de missões religiosas instaladas por Jesuítas. Outro registro da ocupação humana, data da segunda metade do século XIX e teve objetivos militares, Jataí, São Pedro Alcântara, e de São Jerônimo da Serra.

Sobre a ocupação antrópica do Norte do Paraná, Carvalho (1999) afirma:

O Estado passa por três fases distintas: a ocupação pré-cabralina, por povos indígenas da nação guarani e outros; a ocupação por espanhóis, constituindo a chamada “República Teológica do Guairá” que perdurou de 1557 até 1632 e, a terceira ocupação se inicia na segunda metade do século passado até os dias atuais. Em que pese estudos arqueológicos e históricos sérios, interessa-nos de forma mais objetiva a terceira fase. Esta fase de ocupação teve início com a

implantação de colônia militar nas margens do rio Tibagi, em Jataí (1853) e também na primeira plantação de café na região de Tomasina por mineiros provenientes de Itajubá, em 1862.

A ocupação das terras do Norte do Paraná teve, portanto características peculiares, tendo sido, sempre, norteada por um planejamento prévio, com diretrizes básicas, definidas pelo Estado. Dentre as empresas colonizadoras que atuaram no parcelamento do solo norte paranaense, a Companhia de Terras Norte do Paraná, destacou-se mais que as outras, com cerca de 515.000 alqueires, onde se encontram os melhores solos. Genericamente, a história geoeconômica moderna da ocupação do Norte do Paraná acentua-se a partir da década de 30, com forte presença das companhias imobiliárias (MORO, 1998).

A ocupação efetiva do território paranaense como cita Monteiro (1976):

Ocorreu com a expansão do povoamento paulista vinculado à cafeicultura, a base de organização agrícola no planalto ocorrem apenas a partir de meados do século XIX. A onda verde penetra pelo vale do Paraíba, espalha-se pela depressão periférica e sobe os contrafortes ocidentais da Mantiqueira. Já neste século, as frentes pioneiras marcham para o oeste; as ferrovias, ao longo dos espigões, dirigem a implantação urbana. A euforia dos lucros dirige novas frentes para o norte do Paraná, onde o café continua a marcha de derrubada das matas. Ali já se desrespeitam as condições climáticas, levando aquela cultura a áreas já sensivelmente sujeitas à frequência prejudicial das geadas.

Sobre a ocupação da região Sudoeste do Paraná, Moro (1998) afirma:

Ao contrário do que acontecia no Norte do Estado, onde os povoadores eram atraídos pela economia cafeeira, no Sudoeste Paranaense a disponibilidade de terras devolutas, cobertas de matas, conjugada com a pressão da minifundialização em suas regiões de origem, zonas de colonização ítalo-germânicas no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, com ideologia da ‘marcha para o Oeste’, apregoada pelo ‘Estado Novo’, foram fatores de primeira ordem na ocupação da região.

No século XX, restavam, efetivamente, para serem povoadas as terras das mesorregiões geográficas do sudoeste e oeste Paranaense, nessa etapa de povoamento, as companhias imobiliárias colonizadoras tiveram um papel fundamental. As companhias de terras, em sua maioria, constituídas no Rio Grande do Sul, adquiriram terras não ocupadas, sobretudo do governo estadual. No decurso de três décadas, o território das atuais microrregiões geográficas de Cascavel, Foz do Iguaçu e Toledo foi praticamente povoado.

Segundo Serra (1991) ao contrário da região norte, onde o café apareceu como elemento catalisador da ocupação, no sudoeste não havia até a década de 1940 uma motivação econômica

que despertasse maciço interesse pela posse e exploração da terra, na essência, apenas duas categorias de ocupantes se mantinham na região, uma constituída de madeireiros e ervateiros, empenhados na extração de madeira-de-lei e erva-mate e outra constituída pelo campesinato marginal.

Durante a década de setenta a modernização agrícola gradativamente se faz presente, trazendo o modelo de desenvolvimento conduzido pelo complexo industrial. Não obstante, a presença de solos com elevado padrão de fertilidade, a horizontalidade dos terrenos, a experiência e tradição dos colonos em atividades agropecuárias (cereais e suínos), a atuação das cooperativas agropecuárias, também, foram fatores que decisivamente concorreram para o progresso econômico do território.

Todavia, a partir de meados dos anos 60, a cafeicultura regional entra, gradativamente, em retrocesso, devido a uma série de fatores, dentre as quais, as sucessivas geadas de 1963, 1967, 1969, 1972 e 1975 que, no Estado comprometeram seriamente a cafeicultura regional, a partir da década de 70, no entanto, esta situação começa a modificar-se profundamente, contribuíram para isso a modernização da agricultura, na região norte com a substituição da cafeicultura por pastagens e pelo sistema agrícola de rotação de culturas soja-trigo; o desenvolvimento e consolidação do setor agroindustrial e a implantação do distrito industrial de Curitiba (MORO, 1998).

De acordo com Silveira (1998) a sociedade produz e reproduz o seu espaço de acordo com as suas necessidades e com os recursos técnicos e econômicos de que dispõe. À medida que ela vai se modificando, marcas e heranças das atividades econômicas do passado vão se registrando na paisagem.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Caracterização da temperatura do ar**

A atmosfera terrestre é um dos sistemas mais importantes da natureza, pois sustenta a vida no planeta e garante o suprimento de água e calor necessários para a manutenção da biodiversidade nos diversos ambientes naturais.

Esta reflexão pode ser encontrada em Santos (2000) quando afirma:

A atmosfera é o principal meio através do qual a atividade humana atua para formar as condições de que depende o futuro da vida de nosso planeta. Assim, o conhecimento do comportamento das características climáticas em nível regional e local permite melhorar o conhecimento sobre o recurso natural climático, [...], visando a sustentabilidade tanto do ponto de vista setorial-agrícola como, de forma geral, a vida do planeta.

Como bem salienta Nimer (1979) a conjugação do movimento de translação da terra com a inclinação de seu eixo resulta que o Sol possui um deslocamento aparente em relação aos paralelos terrestres, chamado marcha zenital do Sol. Nesta marcha o Sol leva 6 meses para ir de um trópico à outro. Ora sendo o Sol a fonte de calor da superfície terrestre, é compreensível que a temperatura média de cada mês apresente uma flutuação ao longo do ano.

Ainda de acordo com Nimer (1979) a caracterização e a compreensão climática de uma região não depende apenas da circulação atmosférica reinante sobre ela, mas sim, da interação desta com os fatores geográficos como latitude, continentalidade, maritimidade e formas de relevo, fazendo com que o clima regional apresente variabilidade espacial de uma localidade em relação à outra.

Para Ometto (1981) outros elementos são importantes na variação e quantidade de calor registrada numa determinada localidade, tais como a distribuição dos mares, dos continentes, os adensamentos urbanos e a altitude da região.

À distância dos corpos hídricos influencia a temperatura do ar por causa das diferenças básicas nas características térmicas das superfícies continentais e hídricas. Estas diferenças ajudam a produzir o efeito de continentalidade, no qual a superfície continental se aquece e se resfria mais rapidamente do que a superfície hídrica.

As conseqüências deste fato são as seguintes:

- 1) Sobre o continente, o atraso entre os períodos de temperaturas de superfície máxima e mínima é de apenas um mês. Sobre os oceanos e locais costeiros, o atraso chega a dois meses.
- 2) A amplitude anual na temperatura é menor nas localidades costeiras do que nas localidades interiores; e
- 3) Devido à área continental do Hemisfério Norte, os verões são mais quentes e os invernos mais frios do que o Hemisfério Sul.

O relevo tem um efeito atenuador sobre a temperatura, principalmente porque a temperatura do ar normalmente diminui com a altitude crescente a uma taxa de 0,6 °C por 100

metros. Em área de topografia e inclinação variadas, o aspecto e o grau de exposição das localidades em relação ao sol são fatores importantes que influenciam a temperatura (OMETTO, 1981).

A relativa uniformidade térmica que predomina nos trópicos é distorcida principalmente pelos efeitos da altura. As grandes diferenças de temperatura entre distâncias curtas nos trópicos são usualmente devidas aos efeitos da variação da altitude. Entretanto, o índice de variação térmica é variável e controlado principalmente pela elevação e nebulosidade. Pode haver também grandes diferenças nas condições de temperatura entre os locais a barlavento e os situados a sotavento de uma montanha (OMETTO, 1981).

Os ventos predominantes e as correntes oceânicas também influenciam as temperaturas do ar, porque podem transportar ou transmitir por advecção o ar quente ou o frio de uma área para outra, dependendo das características térmicas junto às área que influenciam.

Sabemos que as estações do ano se diferenciam, basicamente, por alterações significativas na temperatura do ar. No hemisfério sul, o verão inicia-se no solstício de dezembro e o inverno, em junho. A primavera tem seu início no equinócio de setembro e o outono inicia-se em março (CAMARGO et al., 2001).

Rusticucci et al., (2002) analisou a variabilidade interanual e a ocorrência de extremos de temperatura diária na Argentina no verão e inverno, e sua variabilidade, seu estudo compreendeu 60 estações meteorológicas no período de 1959-1998.

A década de 90 destacou-se por apresentar as mais elevadas temperaturas já registradas. No Estado do Paraná, tal fato veio a agravar os baixos índices pluviométricos alcançados neste período. Nas áreas urbanas, as sucessivas estiagens repercutiram no abastecimento de água da população. Nas regiões agrícolas do Estado, as estiagens também causaram sérios danos nas lavouras. Estas quebras de safra tiveram ampla repercussão no abastecimento destes produtos no mercado interno e externo (DANNI-OLIVEIRA et al., 2004).

A temperatura média para o município de Jataí-GO tem apresentado uma tendência significativa de aumento, nos últimos vinte anos (1981-2000). Os invernos apresentaram uma tendência de aquecimento, mesmo sendo uma região de invernos mais frios do Centro-oeste brasileiro. A primavera apresentou a maior elevação de temperatura, que somente é amenizada no mês de novembro, com a chegada do período chuvoso na região (SCOPEL ; MARIANO, 2002).

De acordo com Sant'anna Neto (2000) a temperatura média anual para o Estado de São Paulo apresentou para o período de estudo 1971-1995 uma tendência de aumento generalizado. Nas estações do oeste (Presidente Prudente e Catanduva) e Santos no litoral apresentaram aumento de 1,5°C, São Carlos (cuestas centrais) e Ubatuba (litoral norte) apresentaram estabilidade térmica para o período. As demais localidades sofreram ligeiro aumento (inferior a 1,0°C).

### **3.2 Geadas**

De acordo com Carvalho Jr (2002) muito embora a ocorrência de neve no Brasil seja um fenômeno corriqueiro e marcante em certas regiões do sul do Brasil, ela é sem sombra de dúvida um fenômeno curioso no contexto da geografia brasileira. O País está em grande parte situado em baixas latitudes, não apresenta grandes cadeias montanhosas, todavia, a existência de planaltos com significativa altitude em latitudes já um pouco ao sul do trópico de capricórnio, aliada à atuação de uma massa polar e a umidade abundante dos invernos sulinos, permite que o fenômeno da neve, típico das altas latitudes e das grandes cordilheiras, ocorra no sul do Brasil com uma frequência e intensidade muito maiores do que as que se poderia esperar em um país predominantemente tropical.

As massas polares predominam nos meses de inverno quando são registradas as mais baixas temperaturas e umidades, vindas do sul do continente ou massas polares vindas do sudoeste, após terem transposto os Andes. No verão dominam as massas tropicais marítimas, formando as correntes de norte e nordeste, com sucessivos avanços e recuos, acompanhadas 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 (TROPMAIR, 1990).

Segundo Nery et al., (1998a), trabalhou com a temperatura média na análise de agrupamentos para a obtenção dos grupos homogêneos no Estado do Paraná. As estações que apresentaram um número maior de ocorrências de temperaturas abaixo de zero pertencem às regiões sul e centro-sul do Estado.

A geada é uma das ocorrências climáticas que mais causa prejuízos à produção do café. O Estado do Paraná é suscetível à ocorrência dessa intempérie. Para minimizar os impactos, foram desenvolvidas e adotadas várias técnicas para atenuar o efeito da geada nos cafeeiros

(CARAMORI et al., 2000). O Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), mantém um sistema de alerta a geadas para dar suporte aos cafeicultores (CARAMORI et al., 2001).

Ainda de acordo com Caramori (2003) para espécies mais sensíveis, a queda da temperatura próximo a 0°C, já provoca danos irreversíveis. Por exemplo, as culturas de verão, durante o seu ciclo de desenvolvimento são extremamente sensíveis ao frio e por isso devem ser cultivadas fora do período sujeito a geadas. O cafeeiro já é um pouco mais tolerante, sofrendo danos foliares com temperaturas abaixo de -3°C. Os citros começam a apresentar sintomas de danos com temperaturas abaixo de -6°C. As frutíferas temperadas como maçã e pêssigo, durante o seu período dormente toleram temperaturas extremamente baixas.

Para Duarte e Assis (2002) o período de geadas em Pelotas-RS se estende até 140 dias na maioria dos anos, o maior número total de geadas ocorridas em cada ano foi 38, quanto ao número de meses de ocorrência de geadas a maior foi de 7.

A importância do estudo da temperatura mínima, na região de Maringá, deve-se ao fato de que esta variável meteorológica afeta a produção agrícola, o consumo de energia, a produção de leite e a pastagem utilizada na pecuária, ocasionando prejuízos nada desprezíveis na economia desta região e deste Estado (BRYNSZTEIN et al., 1994).

### **3.3 Clima e as Alterações Antropogênicas**

A preocupação do homem com os fenômenos originados na atmosfera e que repercutem na superfície terrestre é tão antiga quanto a sua própria percepção do ambiente habitado. Desde os primórdios da epopéia humana na Terra, o interesse pelo tempo e pelo clima se justifica pela indubitável influência que seus fenômenos, e os aspectos inerentes a eles, exercem nas atividades realizadas pelo homem (SANT'ANNA NETO, 1998).

As variações dos elementos meteorológicos de ocorrências periódicas expõem as atividades humanas a altos riscos e insucessos. As razões físicas dessa variabilidade são complexas, e estão relacionadas com a circulação atmosférica global.

Monteiro (1964) faz uma observação sobre as diferentes escalas geográficas do clima:

Se a escala zonal generaliza, pelas leis gerais da influência da latitude sobre a radiação – fundamento básico da energia terrestre – e a escala local diversifica e multiplica, pela influência dos múltiplos e pequenos fatores das diferentes esferas do domínio geográfico, a escala regional lhes dá a verdadeira unidade geográfica, (MONTEIRO, 1964 p. 61).

Segundo Drew (1986) o homem começou a alterar a atmosfera há cerca de 7 ou 9 mil anos com a derrubada de florestas, semeadura e irrigação. Entretanto, as mudanças daí resultantes foram imperceptíveis. A partir da Revolução Industrial que representou a consolidação do capitalismo, o homem passou a interferir de diferentes maneiras na natureza, contaminando a atmosfera tanto em escala local quanto regional e global.

O aumento da temperatura do planeta, no contexto das mudanças climáticas globais, a partir dos pressupostos teóricos divulgados pelo IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (1995), tem-se revelado mais complexo do que se supunha. Um dos grandes desafios da Climatologia tem sido o de diagnosticar a gênese deste aquecimento, sua variabilidade e tendência. No mundo tropical, particularmente nas regiões localizadas no Hemisfério Sul, esta tarefa tem sido mais difícil, pela precariedade da extensão espacial da rede de observação meteorológica e pela pequena duração das séries temporais.

A constatação apresentada na ECO-92 de que nos últimos 30 a 50 anos a temperatura dos oceanos na região tropical subiu  $0,5^{\circ}\text{C}$  é um sinal de que estão ocorrendo mudanças nos indicadores climáticos. Em 1992 a mudança global de temperatura oscilava ao redor de  $0,7^{\circ}\text{C}$  acima do nível existente em 1860. Neste mesmo período de tempo, a massa glacial nos Alpes decresceu mais ou menos 50%. Estes são alguns dados levantados pela Comissão de Pesquisa sobre “proteção da atmosfera da terra” (ENQUETE COMMISSION, 1992) e que alertam sobre a interferência do homem no clima da terra através da queima de combustíveis fósseis e da cobertura vegetal, devolvendo à atmosfera grande quantidade de carbono que fazia parte dela no passado e que fora armazenado na forma de carvão, petróleo, gás e florestas.

O aumento da temperatura, assistido na grande maioria das cidades, pode estar associado a efeitos de escala local, como os efeitos da urbanização, cujo processo é dominante nas principais regiões metropolitanas do sul e sudeste do Brasil, e que tem se espalhado pelas cidades de porte médio e pequeno. A produção de espaços construídos resulta na impermeabilização do solo e produção artificial do calor que alteram o balanço térmico e hídrico do solo, contribuindo para o aumento da temperatura, sobretudo nas estações localizadas nas áreas mais urbanizadas.

De acordo com Monteiro (1976) o clima apresenta diferentes maneiras de influenciar e condicionar o espaço, quando se trata de áreas urbanas, o clima original é constantemente modificado pela construção do espaço urbano, uma vez que é alterada, entre outros fatores, o

balanço de energia, em função da concepção de cidade estabelecida pela civilização capitalista ocidental.

Sobre o clima urbano Lombardo (1985) afirma:

‘O clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização. É um mesoclima que está incluído no macroclima e que sofre, na proximidade do solo, influências microclimáticas derivadas dos espaços urbanos. Por outro lado, a cidade deve ser considerada parte integral do espaço regional, assim como suas contradições internas. Deve-se analisar as variações do ambiente urbano, nos vários níveis, tais como bairros, ruas, casas, ambientes internos. A ação ecológica natural, associada aos fenômenos urbanos, constitui o conjunto complexo de inter-relações que produzem o clima urbano’.

À medida que a cidade cresce, em tamanho e densidade, as mudanças que produzem no ar, no solo, na água e na vida, em seu interior e à sua volta, agravam os problemas ambientais que afetam o bem estar de cada morador. Atividades, formas e materiais urbanos e o modo como são combinados são responsáveis pela grande variação de micro-climas de um lugar para outro.

Todas as interações de atividades humanas com o ambiente natural produzem um ecossistema muito diferente daquele existente anteriormente à cidade. Segundo Spirn (1995):

É um sistema sustentado por uma importação maciça de energia e de matérias primas, no qual os processos culturais humanos criaram um lugar completamente diferente da natureza intocada, ainda que unida a esta através dos fluxos de processos naturais comuns.

Outros fatores podem ter atuado na variação dos elementos térmicos, como a expansão e mecanização da agricultura, sobretudo a soja, no sul, alterando em micro-escala o comportamento da temperatura a partir da transformação dos padrões de uso do solo rural. O uso indiscriminado do solo pode causar sua acidificação, diminuir sua taxa de umidade e levar o seu esgotamento para o plantio e alimentar a formação de fenômenos como o da desertificação ou “areais” verificado na campanha gaúcha, região sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul (SUERTEGARAY, 1996).

Neste final de século, quando grandes transformações ambientais assumem proporções de calamidade em função da intensidade da ocupação humana, tanto nas atividades agrárias, como nas grandes aglomerações urbanas, é inegável que o clima seja a de mais difícil controle, manejo e gerenciamento (MORO, 1998).

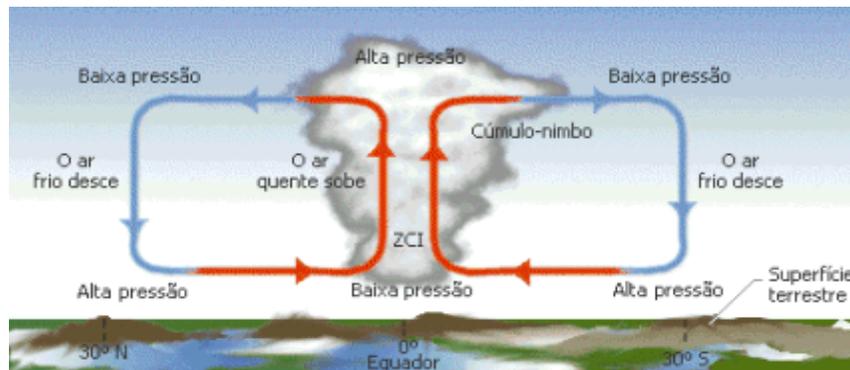
### **3.4 El Niño**

O El Niño é o aquecimento anômalo das águas superficiais na porção leste e central do Oceano Pacífico Equatorial, ou seja, desde a costa da América do Sul até a Linha Internacional de data (longitude de 180°). O El Niño é um fenômeno oceânico-atmosférico que afeta o clima regional e global, mudando a circulação geral da atmosfera, também é um dos responsáveis por anos considerados secos ou muito seco (GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO, 2005).

A corrente de águas quentes que ali circula, normalmente, em direção sul no início do verão somente recebe o nome de El Niño quando a anomalia térmica atinge proporções muito elevadas (em torno de 4 a 6°C).

Citado por Nery (2003) a célula de Walker tem a dinâmica de circulação muito parecida com a dinâmica da célula de Hadley, mas a sua circulação ocorre ao longo da região equatorial, envolvendo a região intertropical do nosso planeta. Da mesma forma que a célula de Hadley foi assim denominada, em homenagem a George Hadley, que trabalhou com Climatologia, a célula de Walker foi assim denominada em homenagem a Gilbert Walker, um estatístico inglês que sempre formalizou a idéia de conexão entre os fenômenos que ocorriam entre a superfície e a atmosfera terrestre.

O Sistema de circulação atmosférica é a diferença térmica entre a linha do equador e a latitude 30° em cada hemisfério (Figura 2). Conhecido como célula de Hadley (o primeiro a descrevê-lo). Nos níveis inferiores da atmosfera, o ar se desloca em direção ao equador. Nos níveis superiores circula em direção aos pólos, completando o ciclo. A região dessas massas de ar setentrionais e meridionais denomina-se ZCI T (Zona de Convergência Intertropical). Trata-se de uma área de baixa pressão atmosférica, geralmente marcada, sobre o oceano, por uma faixa de nuvens *cumulunimbus* formada pela convecção do ar úmido ascendente.



**Figura 2** - Esquema da circulação da atmosfera (célula de Hadley).  
**Fonte :** Hidore (1993).

Ainda de acordo com Nery (2003) durante a maior parte do tempo os ventos alísios sopram de leste para oeste, na região equatorial, levando as águas frias da costa peruana para a Austrália e Indonésia. Devido a isso, o Oceano Pacífico tem um desnível significativo, ultrapassando a 10cm. Associado a retirada da água da costa peruana, pelos ventos alísios, está também uma corrente oceânica, denominada corrente do Peru ou Humboldt, corrente muito fria, possibilitando uma cadeia alimentar muito rica em nutrientes.

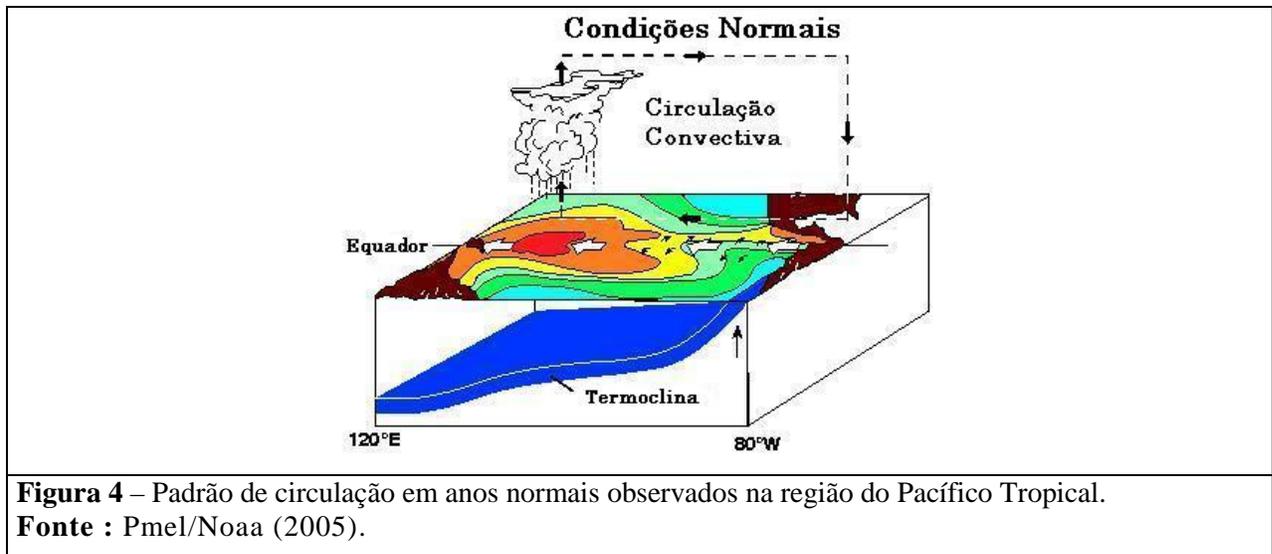
Por motivos ainda não muito bem explicados, os ventos alísios cessam ou até mesmo se invertem, em determinados períodos, provocando o deslocamento dessas águas quentes da costa australiana para a América do Sul.

O surgimento da fase positiva (El Niño) está associado ao enfraquecimento dos ventos alísios e caracteriza-se pelo aquecimento das águas superficiais do Pacífico Tropical e pelo registro negativo do IOS - Índice de Oscilação Sul (Figura 3).



**Figura 3** – Enfraquecimento da velocidade dos ventos alísios e aquecimento das águas no Pacífico Tropical.  
**Fonte** - Climerh (2005).

Esse fenômeno oceanográfico que provoca modificações nos padrões climáticos de quase toda a Terra, se manifesta em ciclos de 2 a 7 anos, em um período de doze a dezoito meses a partir do aquecimento anormal das águas superficiais do Oceano Pacífico, na altura da linha do equador terrestre. Na Figura 4 está representada o padrão de circulação em anos normais.

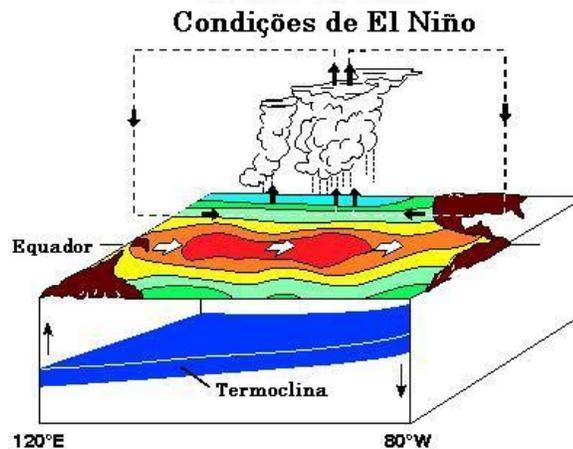


Os efeitos do “El Niño” no Brasil podem causar prejuízos e benefícios. Mas, os danos causados são superiores aos benefícios, por isso, o fenômeno é temido, principalmente pelos agricultores. As temperaturas mudam nas regiões sul e sudeste, onde é observado inverno mais ameno, este aumento de temperatura no inverno em relação ao seu valor normal pode trazer benefícios aos agricultores das regiões sul e sudeste, pois diminui significativamente a incidência de geadas. (GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO, 2005).

Durante a transição do inverno para a primavera, o El Niño pode causar aumento na temperatura e redução da umidade, o que torna área mais suscetível a queimadas e incêndios. Os invernos tendem a ser mais amenos na região sul em relação ao seu valor normal (PRELA, 2004).

No Estado do Paraná pode-se observar que alguns eventos foram mais marcados que outros. O fenômeno El Niño de 1982-83, foi um dos mais intensos das últimas décadas ocasionando chuvas intensas em todo o Estado e provocando prejuízos incalculáveis. O evento de 1997-98 foi de grande magnitude, deixando a economia dos estados da região sul consideravelmente prejudicadas. Deve-se ressaltar que o fenômeno

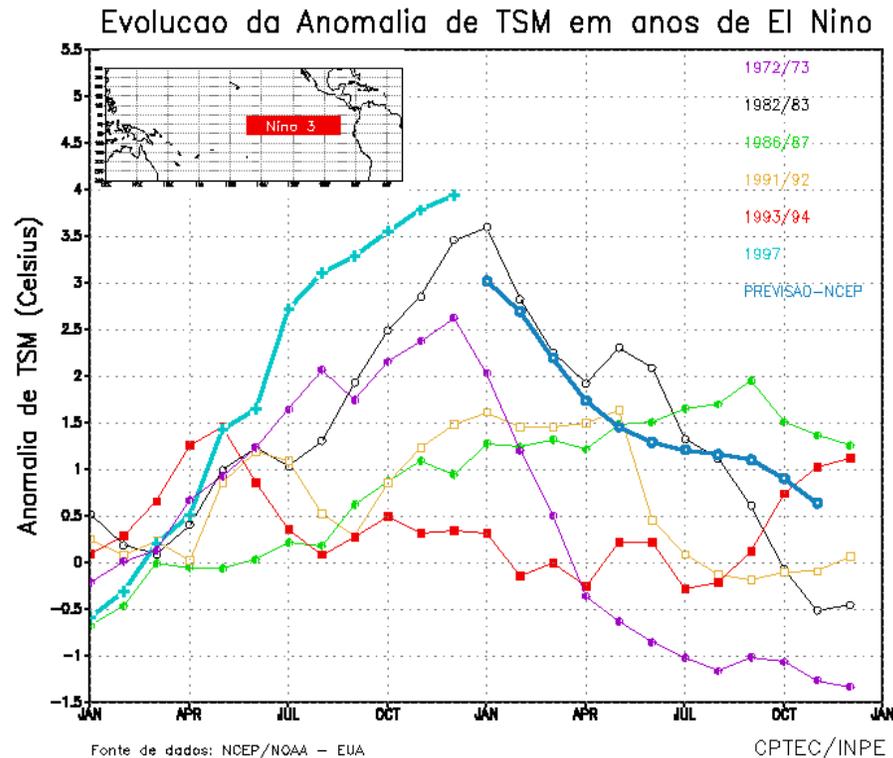
La Niña de 1985, foi um dos mais intensos na última década, provocando uma deficiência hídrica em todo o Estado do Paraná (NERY, 2003). Na Figura 5 está representada o padrão de circulação em anos de El Niño.



**Figura 5** – Padrão de circulação em anos de El Niño observados na região do Pacífico Tropical.  
**Fonte :** Pmel/Noaa (2005).

O aumento no calor sensível e nos fluxos de vapor de água da superfície do oceano para a atmosfera sobre as águas quentes provoca mudanças na circulação atmosférica e na precipitação em escala regional e global, as quais, por sua vez, provocam mudanças nas condições meteorológicas e climáticas em várias partes do mundo. Oscilação sul é uma medida da intensidade dos centros de pressão no oeste e leste do Pacífico no Hemisfério Sul. El Niño e Oscilação Sul (ENOS) são partes de um mesmo fenômeno de interação entre o Oceano Pacífico Tropical e a atmosfera (PHILANDER, 1989).

O ENOS, também conhecido como El Niño (anomalias positivas da Temperatura da Superfície do Mar no Pacífico Equatorial), está entre os principais fatores de grande escala que contribuem para as mudanças na circulação atmosférica onde se destaca a evolução da anomalia da temperatura da superfície do Mar em anos de evento El Niño (Figura 6).



**Figura 6** - Evolução da anomalia de temperatura da superfície do mar (TSM) em anos de El Niño (1972-73, 1982-83, 1986-87, 1991-94, 1997) e previsão do modelo acoplado oceano-atmosfera do NCEP/NOAA-EUA para a região do Niño 3.

Fonte : Inpe (2005).

Segundo Souza et al., (1998):

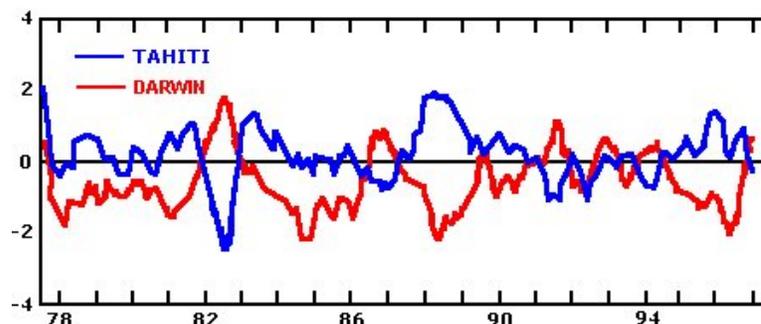
Na fase positiva observam-se anomalias positivas/negativas de TSM nas bacias norte/sul, e na fase negativa, observa-se o padrão contrário. O padrão térmico inverso gera, conseqüentemente, o aparecimento de um gradiente térmico meridional e inter-hemisférico sobre o Atlântico Equatorial, o qual exerce influência no deslocamento norte-sul da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). [...] O eixo principal da ZCIT tende a posicionar-se, preferencialmente, sobre a região para onde está direcionado o gradiente térmico.

Segundo Cunha et al., (1998):

O ENOS tem por região de origem o Oceano Pacífico Tropical e é resultado de uma interação oceano-atmosfera, na qual a variação da temperatura das águas, na parte central e junto à costa oeste da América do Sul, em associação com os campos de pressão (representados pelo Índice de Oscilação do Sul), altera o padrão de circulação geral da atmosfera e, assim, influencia o clima global.

O Oceano Pacífico devido às suas dimensões, é o que oferece maior interferência na circulação geral da atmosfera, principalmente na América do Sul. O Oceano Atlântico é palco de formações ciclônicas que influenciam a distribuição de frentes quentes e frias, principalmente na Região sul do Brasil. De forma geral, a Oscilação Sul é o modo determinante da variabilidade interanual da precipitação pluvial na Região sul do Brasil. Toda vez que ocorrem alterações no IOS, a tendência é que influa na distribuição temporal e espacial nas regiões tropicais e subtropicais (CPTEC/INPE, 1998).

A Oscilação Sul (OS) caracteriza-se por uma "gangorra barométrica" de grande escala observada sobre a área do Pacífico Tropical. O registro da OS data desde do ano de 1800, mas só foi documentada por Walker e Bliss (1937). Estes autores definiram a OS como uma flutuação inversa verificada no campo da pressão ao nível médio do mar (PNM) nas estações de Darwin (12°S – 130°E), localizada no norte da Austrália e Tahiti (17°S – 149°W) situada no Oceano Pacífico Sul (Figura 7).



**Figura 7** - Série temporal das anomalias de PNM nas estações de Tahiti e Darwin (1978 a 1997).

**Fonte** – FUNCEME, 2003.

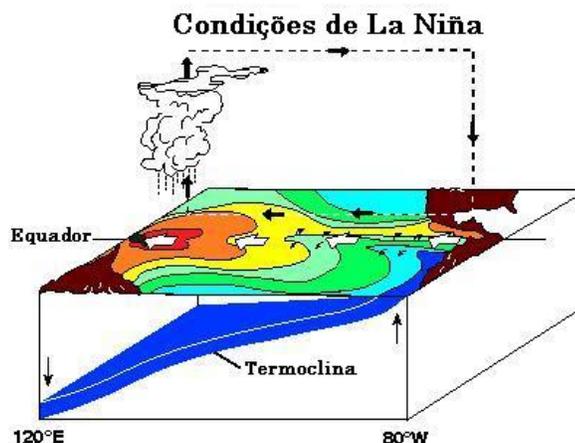
Muitos pesquisadores têm estudado a relativa influência desses tipos de anomalias de temperatura da Superfície do Mar dos Oceanos Atlântico e Pacífico, podendo-se destacar Souza et al. (1998), Grimm ; Feuser (1998), Nery et al. (1998b), Bidegain et al. (2000), Bidegain et al. (2002) entre outros.

### 3.5 Fenômeno La Niña

O fenômeno La Niña é também chamado de Anti-El Niño, que é oposto ao El Niño, corresponde ao resfriamento anômalo das águas superficiais do Oceano Pacífico Equatorial Central e Oriental. É semelhante ao El Niño, porém apresentando uma maior variabilidade, se trata

de um fenômeno natural que produz fortes mudanças na dinâmica geral da atmosfera, alterando o comportamento climático. Nele, os ventos alísios mostram-se mais intensos que o habitual (média climatológica) e as águas mais frias, que caracterizam o fenômeno, estende-se numa faixa de largura de cerca de 10° de latitude ao longo do equador desde a costa peruana até aproximadamente 180° de longitude no Pacífico Central. Observa-se ainda, uma intensificação da pressão atmosférica no Pacífico Central e Oriental em relação à pressão no Pacífico Ocidental (Disponível em:< <http://www.climerh.rct-sc.br/elnino>>. Acesso em 22/09/05).

A Figura 8 mostra o padrão de circulação em anos de La Niña, de acordo com as avaliações das características de tempo e clima, observou-se nos eventos La Niña ocorridos no passado, maior variabilidade.



**Figura 8** – Padrão de circulação em anos de La Niña observados na região do Pacífico Tropical.  
**Fonte** – Pmel/Noaa, 2005.

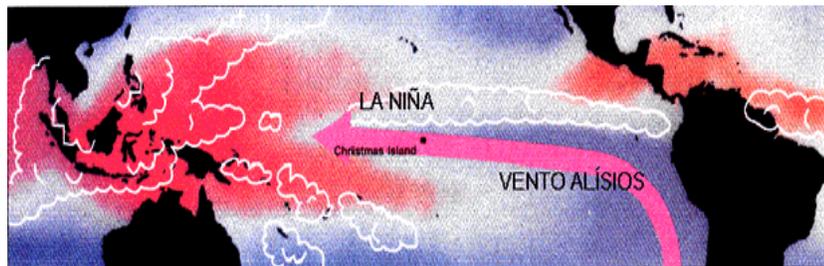
Os principais episódios do La Niña observados sobre o Brasil são: passagens rápidas de frentes frias sobre a Região Sul; temperaturas próximas da média climatológica ou ligeiramente abaixo da média sobre a Região Sudeste, durante o inverno; chegada de frentes frias a Região Nordeste; possibilidade de chuvas acima da média na Região semi-árida do Nordeste do Brasil (CPTEC, 1998).

Os ventos alísios de NE e SE sopram dos Trópicos para a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e formam um anel de ar úmido que envolve a Terra próxima à linha do equador. Chamado de Célula de Hadley, esse fenômeno (alísios/contra alísios) oscila entre as latitudes 10°N e 5°S. Os alísios são responsáveis pela renovação das águas superficiais do oceano.

Encarregam-se de deslocar as águas, normalmente mais quentes, do Pacífico Central em direção ao Sul do Continente Asiático, abrindo caminho para que a corrente marítima fria e profunda que chega do Pólo Sul, a Humboldt, venha à tona.

Nos anos em que a situação está dentro dos padrões normais, os ventos alísios ajudam a manter essas águas quentes superficiais do Pacífico presas na região da Austrália e Indonésia. Nestas circunstâncias, o mar aquece o ar, bombeando vapor para a atmosfera, o ar sobe, a umidade forma densas nuvens e fortes chuvas se precipitam sobre essa região, nas chamadas áreas de baixa pressão. Disponível em: <[http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art\\_16\\_/elnino.html](http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_16_/elnino.html)>. Acesso em 22/09/05).

A La Niña, fase negativa do ENOS, ocorre quando se verifica o resfriamento das águas superficiais do Pacífico Tropical junto com o aumento na intensidade dos ventos alísios, deixando-os com a velocidade acima da média climatológica. Além disso, quando ocorre esta fase do fenômeno, o IOS é positivo (Figura 9A).



**Figura 9A** – Intensificação da velocidade dos ventos alísios e resfriamento das águas no Pacífico Tropical  
**Fonte** - <http://www.climerh.rct-sc.br/elnino> (2005).

Nery (2003) cita em seu trabalho que o fenômeno La Niña causa fenômeno oposto ao evento El Niño, pois provoca seca em regiões que antes choviam (região sul do Brasil, por exemplo) e chuvas intensas onde era seco (nordeste brasileiro). Também esse fenômeno pode ocasionar danos consideráveis à economia de uma região. O evento La Niña de 1985 foi um dos mais intensos na última década, aumentando a temperatura em torno de 3°C a 4°C em todo o Estado do Paraná, exceto nas regiões litorâneas onde a temperatura é influenciada pela ação da maritimidade e orografia.

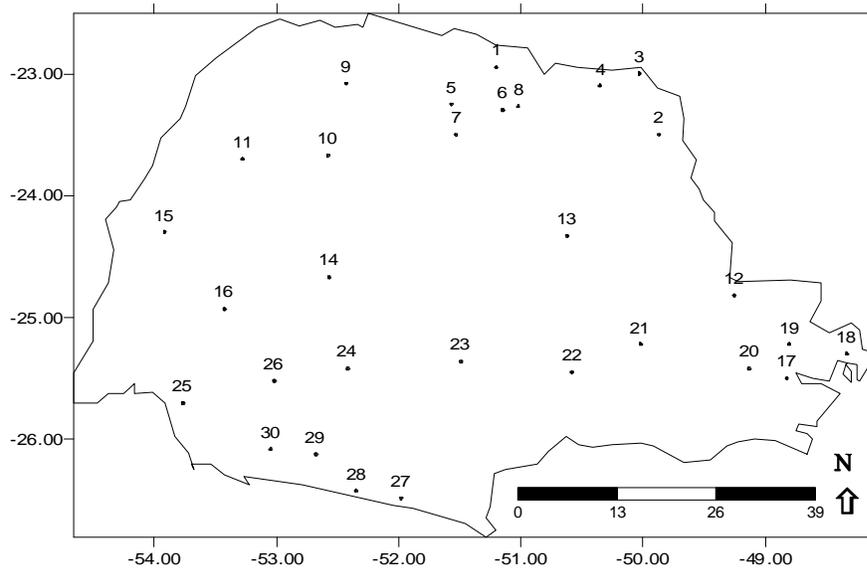
#### 4 MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizados dados de temperatura diários, mensais e anuais de temperatura máxima, média e mínima, obtidos junto ao Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Instituto Tecnológico SIMEPAR e Estação Climatológica Principal de Maringá Conveniada com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), totalizando 30 estações meteorológicas (Tabela 1).

**Tabela 1** – Relação das estações climatológicas do Estado do Paraná no período de 1979-2003.

| Nº | Código  | Estações              | Latitude | Longitude | Altitude(m) |
|----|---------|-----------------------|----------|-----------|-------------|
| 1  | 2251027 | Bela Vista Do Paraíso | -22.95   | -51.20    | 600         |
| 2  | 2349030 | Joaquim Távora        | -23.50   | -49.87    | 512         |
| 3  | 2350017 | Cambará               | -23.00   | -50.03    | 450         |
| 4  | 2350018 | Bandeirantes          | -23.10   | -50.35    | 440         |
| 5  | 83767   | Maringá (INMET)       | -23.25   | -51.57    | 542         |
| 6  | 2351003 | Londrina              | -23.30   | -51.15    | 585         |
| 7  | 2351008 | Apucarana             | -23.50   | -51.53    | 746         |
| 8  | 2351011 | Ibiporã               | -23.27   | -51.02    | 484         |
| 9  | 2352017 | Paranavaí             | -23.08   | -52.43    | 480         |
| 10 | 2352019 | Cianorte              | -23.67   | -52.58    | 530         |
| 11 | 2353008 | Umuarama              | -23.70   | -53.28    | 480         |
| 12 | 2449013 | Cerro Azul            | -24.82   | -49.25    | 443         |
| 13 | 2450011 | Telêmaco Borba        | -24.33   | -50.62    | 768         |
| 14 | 2452050 | Nova Cantu            | -24.67   | -52.57    | 540         |
| 15 | 2453003 | Palotina              | -24.30   | -53.92    | 310         |
| 16 | 2453023 | Cascavel              | -24.93   | -53.43    | 760         |
| 17 | 2548038 | Morretes              | -25.50   | -48.82    | 59          |
| 18 | 2548039 | Guaraquecaba          | -25.30   | -48.33    | 40          |
| 19 | 2548070 | Antonina              | -25.22   | -48.80    | 60          |
| 20 | 2549041 | Piraquara             | -25.42   | -49.13    | 930         |
| 21 | 2550024 | Vila Velha            | -25.22   | -50.02    | 880         |
| 22 | 2550025 | Teixeira Soares       | -25.45   | -50.58    | 893         |
| 23 | 2551010 | Guarapuava            | -25.36   | -51.50    | 1045        |
| 24 | 2552009 | Laranjeiras Do Sul    | -25.42   | -52.42    | 880         |
| 25 | 2553015 | Planalto              | -25.70   | -53.77    | 400         |
| 26 | 2553018 | Usina Do Salto Osório | -25.52   | -53.02    | 514         |
| 27 | 2651043 | Palmas                | -26.48   | -51.98    | 1100        |
| 28 | 2652003 | Clevelândia           | -26.42   | -52.35    | 930         |
| 29 | 2652035 | Pato Branco           | -26.12   | -52.68    | 700         |
| 30 | 2653012 | Francisco Beltrão     | -26.08   | -53.05    | 650         |

O período de estudo compreende os anos de 1979 a 2003, levando em consideração uma significativa distribuição espacial das séries climatológicas no Estado do Paraná, conforme o mapa 1.



Mapa 1 – Localização das estações climatológicas no Estado do Paraná.

## 4.1 Métodos Estatísticos Utilizados

### 4.1.1 Cálculo da média e do desvio padrão

Para o cálculo das médias foi utilizada a expressão

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}, \quad (1)$$

$\bar{X}$  = é a média aritmética da variável estudada

$\sum_{i=1}^n X_i$  = é a soma dos valores da variável, com  $i = 1$  a  $n$ .

$n$  = é o total do número de valores ou dados registrados.

com desvio padrão dado pela expressão

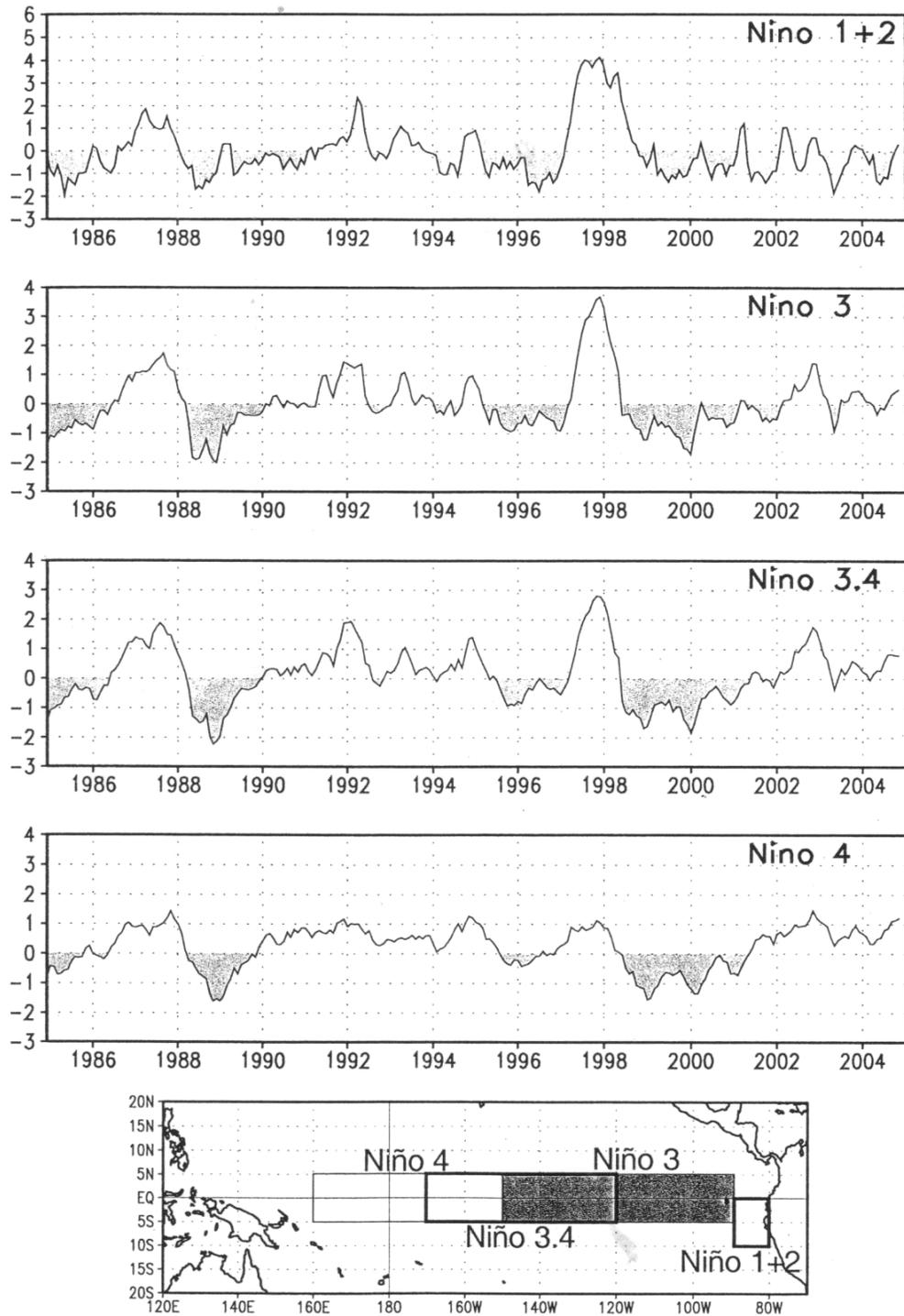
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (2)$$

#### 4.1.2 Cálculo da anomalia

No cálculo que propiciou a determinação de valores de anomalia da temperatura utilizou-se a expressão  $(X_i - \bar{X})$ , onde  $X_i$  é o valor da temperatura mensal ou anual e  $\bar{X}$  é a média da temperatura em todo o período estudado.

Para calcular a anomalia da temperatura média anual, utilizou-se dados de todas as estações no período de 1979-2003. Após o cálculo das médias aritméticas simples, calculou-se a anomalia para cada ano.

Segundo Trenberth (1997) e Baldo (2000) para os eventos El Niño Oscilação Sul (ENOS) correlacionou-se as anomalias da temperatura do Oceano Pacífico ao nível do mar TSM (Niño 1+2) com os índices padronizados para cada período de El Niño (Figura 9B).



**Figura 9B** - Setores do Niño (1+2), Niño 3, Niño (3.4) e Niño 4  
**Fonte** – Climate Diagnostics Bulletin (2005).

Utilizando a classificação de Trenberth (1997) adaptada por Baldo (2000) para a região Niño 1+2 do pacífico equatorial (Tabela 2), foram selecionados os períodos mais significativos, de ocorrência de El Niño (1982-83, 1997-98), La Niña (1985, 1988, 1996), para a elaboração dos mapas de isolinhas de temperatura média e índice da temperatura da superfície do mar no oceano Pacífico (TSM).

**Tabela 2** - Eventos El Niño e La Niña definidos a partir da temperatura da superfície do mar no Oceano Pacífico para a região do Niño (1+2) e excedendo valores de 0.4°C (positivo ou negativo).

| El Niño         | Duração/Meses | La Niña           | Duração/Meses |
|-----------------|---------------|-------------------|---------------|
| Mar/65 a jan/66 | 11            | Mar/66 a set/66   | 7             |
| Mar/69 a jan/70 | 11            | Jun/67 a jul/68   | 14            |
| Fev/72 a fev/73 | 13            | Mar/70 a dez/71   | 22            |
| Mai/76 a jan/77 | 9             | Abr/73 a fev/74   | 11            |
| Jun/79 a jan/80 | 8             | Out/74 a jan/76   | 16            |
| Jul/82 a dez/83 | 18            | Jan/85 a dez/85   | 12            |
| Out/86 a dez/87 | 15            | Abr/88 a dez/88   | 9             |
| Nov/91 a jun/92 | 8             | Mai/89 a set/89   | 5             |
| Fev/93 a jun/93 | 5             | Mar/94 a set/94   | 7             |
| Out/94 a fev/95 | 5             | Abr/95 a ago/95   | 5             |
| Mar/97 a out/98 | 20            | Abr/96 a jan/97   | 10            |
|                 |               | Jun/99 a jan/2000 | 8             |
|                 |               | Jun/00 a jan/01   | 8             |
|                 |               | Mai/01 a Jan/02   | 9             |

**Fonte:** Trenberth (1997), adaptada por Baldo (2000) e atualizada.

#### 4.1.3 Coeficiente de variação

O coeficiente de variação (CV) indica a variação relativa, sendo obtido pela divisão do desvio padrão pela média. É uma medida da dispersão relativa da concentração de uma distribuição de dados.

$$CV = \frac{\sigma}{X} 100\% \quad (3)$$

Para a realização dos cálculos foi utilizado o *software Excel*, e na construção das isothermas de temperatura média utilizou-se o *software Surfer* com o método de interpolação *Kriging*, que oferece uma melhor distribuição espacial das isolinhas para as variáveis estudadas.

#### 4.1.4 Estatística Descritiva

As tabelas de estatística descritiva foram elaboradas, proporcionando a correlação entre os períodos de anomalias mais significativos. Para os anos de fenômenos El Niño (1982/83 e

1997/98), para os anos de fenômeno La Niña (1985, 1996/1997 e 2001/2002), e 1984 (ano normal sem ocorrência de fenômeno El Niño e La Nina), classificados por Trenberth (1997).

Através desta correlação foi destacada a variabilidade da temperatura média anual no Estado, utilizando-se dos parâmetros estatísticos: temperatura média, mediana mínima, máxima, quartil superior e inferior e desvio padrão.

#### **4.1.5 Valores médios e extremos da temperatura do ar**

Utilizou-se os dados das temperaturas médias da máxima, máxima extrema, temperatura média, temperatura média da mínima e mínima extrema para o período de 1979/2003 nas 30 estações do Estado.

#### **4.1.6 Análise têmporo espacial da média móvel**

Existem diversos tipos de médias como a aritmética (ou simples), exponencial, ponderada e a média móvel que mostra o valor médio de uma amostra de determinado dado, nesta análise utilizou-se à média de dois em dois anos.

As Figuras de média móvel, foram trabalhados com quatro séries meteorológicas, a estação Cambará (3) à nordeste, Palotina (15) à oeste, Morretes (17) à leste, e estação Teixeira Soares (22) no centro sul do Estado, a localização dessas estações estão representadas no mapa 5, no intuito de abranger séries temporais mais longas de observações e ao mesmo tempo distribuídas de forma a representar o Estado do Paraná. As três primeiras estações com período de 1966/2003 e Palotina com período de 1973/2003. Foram utilizados dados de temperatura máxima e mínima extremas anuais.

#### **4.1.7 Análise das retas das tendências de temperatura**

Os dados de reta de tendência tiveram tratamento estatístico como médias e tendência, utilizou-se 30 estações para a confecção dos gráficos de temperatura máxima extrema, média e mínima extrema para o período de estudo.

#### **4.1.8 Análise da evolução temporal da temperatura extrema máxima e mínima associada ao índice de anomalia da Temperatura da Superfície do Mar (TSM)**

Foram feitas análises da temperatura extrema máxima anual e temperatura mínima extrema anual para a classificação das áreas homogêneas. O método de classificação hierárquica de Ward, com distância euclidiana foi escolhido por ser o mais indicado e utilizado em estudos climatológicos.

A seguir, foram escolhidas, aleatoriamente, uma estação por grupo homogêneo. São elas: Camará (3), Telêmaco Borba (13), Palotina (15), Morretes (17) e Palmas (27).

#### **4.1.9 Análise de Cluster**

Para efetuar a regionalização utilizou-se métodos de classificação hierárquicos. Estes métodos de classificação indicam uma amostra de um grupo localizando e juntando as amostras similares. Há diversos métodos de classificação hierárquica, tais como: de ligação simples e ligação média, de agrupamento por variância mínima e o método de Ward. Mesmo existindo algum grau de subjetividade a eleição do método deve ser a mais objetiva possível (LEWIS ; TORRES, 1992). Para realizar o agrupamento das estações estudadas, usamos a sistemática dos diferentes métodos de análise multivariada, chegando-se ao método de Ward, com distância euclidiana. Optou-se pelo mesmo por ser mais indicado e aplicado em estudos climatológicos.

A análise de agrupamentos é feita quando não se tem nenhuma informação sobre a estrutura dos grupos em estudo. O propósito é colocar objetos de maneira agrupada, dentro de grupos sucessivamente maiores, utilizando algumas medidas de similaridade ou distância. Cada objeto começa a ser classificado dentro de um grupo individual. Em seguida, diminui-se o limiar para o critério de determinação da possibilidade de dois ou mais pertencerem ao mesmo grupo. O limiar desse critério diminui até que todos os objetos sejam colocados no mesmo grupo.

O método da análise de agrupamento consiste em determinar o nível de similaridade ou dissimilaridade entre indivíduos aplicando uma função de agrupamento a uma determinada variável. Trabalhos objetivando determinar regiões homogêneas de elementos meteorológicos dentre outros, têm sido desenvolvidos por Baldo et al., (2000), que analisaram a precipitação pluvial do Estado de Santa Catarina associada com a anomalia da temperatura da superfície do

oceano Pacífico, Diniz et al., (2002), que trabalharam com regiões homogêneas de temperaturas máxima e mínima do Rio Grande do Sul e Ichiba et al., (2002) utilizaram a análise de agrupamento para determinar áreas homogêneas de precipitação pluviométrica de Santa Catarina.

Feito isso, é necessário determinar quando dois grupos são suficientemente similares para serem colocados juntos. A regra para tal fim foi obtida por meio do método de Ward, que faz uma análise aproximada da variância para avaliar as distâncias entre os grupos.

#### 4.1.10 Método de Ward

No caso de uma tabela  $T(n,p)$  com  $n$  componentes e  $p$  variáveis quantitativas a estratégia de agregação do “crescimento mínimo do momento de ordem dois” é chamado de método de Ward (EVERITT ; GRAHAM, 1991). O princípio de funcionamento deste método pode ser apresentado como uma generalização multidimensional do modelo de análise de variância dada por

$$SCD_{tot} = SCD_{res} + SCD_{fac} , \quad (4)$$

sendo  $SCD_{tot}$  é a soma dos quadrados dos desvios das observações à média geral;  $SCD_{res}$  é a soma dos quadrados dos desvios das observações em cada grupo, com respeito à média do grupo para todos os grupos; e  $SCD_{fac}$  é a soma dos quadrados dos desvios das observações em cada grupo, com respeito à média geral.

Se a tabela  $T(n,p)$  contém uma só variável e são distinguidos  $K$  grupos nas observações da expressão (4) resulta que:

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_k)^2 + \sum_{k=1}^K n_k (x_k - \bar{x})^2 \quad (5)$$

A tendência total é decomposta em uma soma de tendência intraclasses e da tendência interclasses. Se a tabela  $T(n,p)$ , contém mais de uma variável e se distinguem  $K$  grupos de observações, se substitui em (5) os desvios relativamente à média pelo quadrado das  $s$  distâncias euclidianas relativamente ao centro de gravidade

$$\sum_{i=1}^n d_{(i,G)}^2 = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^{n_k} d_{[i,G_k]}^2 + \sum_{k=1}^K n_k d_{(G_k,G)}^2 \quad (6)$$

Sendo:  $G$  uma coordenada variando de 1 a  $p$ , de acordo com a expressão  $\bar{x}_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n_x} x_{i_p}$  ;

$G_k$  uma outra coordenada, cujo termo geral é  $\bar{x}_{k_p} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n_k} x_{i_p}$  e a coordenada  $i$ , cuja definição é  $\{x_{i_1}, x_{i_2}, \dots, x_{i_p}\}$ . Estas coordenadas serão calculadas com as respectivas distâncias euclidianas que sendo substituídas em (6) resultarão na equação

$$\sum_{i=1}^n \sum_{p=1}^p (x_{i_p} - \bar{x}_p)^2 = \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^{n_k} \sum_{p=1}^P (x_{i_p}^k - \bar{x}_{k_p})^2 + \sum_{k=1}^K \sum_{p=1}^P n_k (\bar{x}_{k_p} - \bar{x}_p)^2 \quad (7)$$

Se as observações apresentarem grupos bem diferenciados, as tendências intragrupos devem ser baixas e tendências intergrupos devem ser elevadas. A partir daí, como critério de agregação deve-se minimizar o crescimento da tendência intragrupos resultante da agregação dos dois grupos numa nova classe (EVERITT ; GRAHAM, 1991).

Foram elaborados os grupos homogêneos do Estado do Paraná, com a utilização do método de classificação hierárquica de Ward, com distância euclidiana. Este método utiliza uma análise de variância para avaliar a distância entre as séries e fornecer uma síntese do conjunto de dados, isenta de subjetividade e justificada em um critério estatístico.

Para efetuar a regionalização utilizaram-se métodos de classificação não hierárquicos. Estes métodos de classificação indicam uma amostra de um grupo localizando e juntando as amostras similares. Há diversos métodos de classificação, não hierárquicos, tais como: de ligação simples e ligação média, de agrupamento por variância mínima e o método de Ward. Mesmo existindo algum grau de subjetividade a eleição do método deve ser a mais objetiva possível (LEWIS ; TORRES, 1992). Para realizar o agrupamento das estações estudadas, utilizou-se a sistemática dos diferentes métodos de análise multivariada, chegando-se ao método de Ward, com distância euclidiana.

Selecionou-se uma estação por grupo homogêneo. As correlações da evolução mensal da temperatura extrema de máxima e mínima com a anomalia da Temperatura da Superfície do Mar do Oceano Pacífico foram feitas para os eventos mais significativos de El

Niño (1982-83 e 1997-98) e La Niña (1985, 1988, 2001-02), classificados por Trenberth (1997). O ano de 1984 foi escolhido por não estar relacionado com nenhum evento.

#### 4.1.11 Função de auto-correlação

Para a determinação do conjunto de dados de entrada foi utilizado a função de auto - correlação (ACF), a qual mede a correlação entre as observações que contribuem para a formação do padrão da série temporal.

A equação abaixo determina a correlação entre observações separadas por um atraso de  $k$ :

$$r_k = \frac{\sum_{i=1}^{N-k} (x_i - \bar{x})(x_{i+k} - \bar{x})}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (8)$$

O valor de  $r_k$  é denominado coeficiente de auto - correlação em um atraso  $k$ .

Uma observação meteorológica não é comumente independente das condições precedentes, ainda que a dependência decresça, à medida que o intervalo de tempo entre eventos sucessivos aumenta (BROOKS ; CARRUTHERS, 1953). Esta tendência dos valores sucessivos da série a repetir seus valores precedentes, sendo influenciados por eles, se denomina persistência.

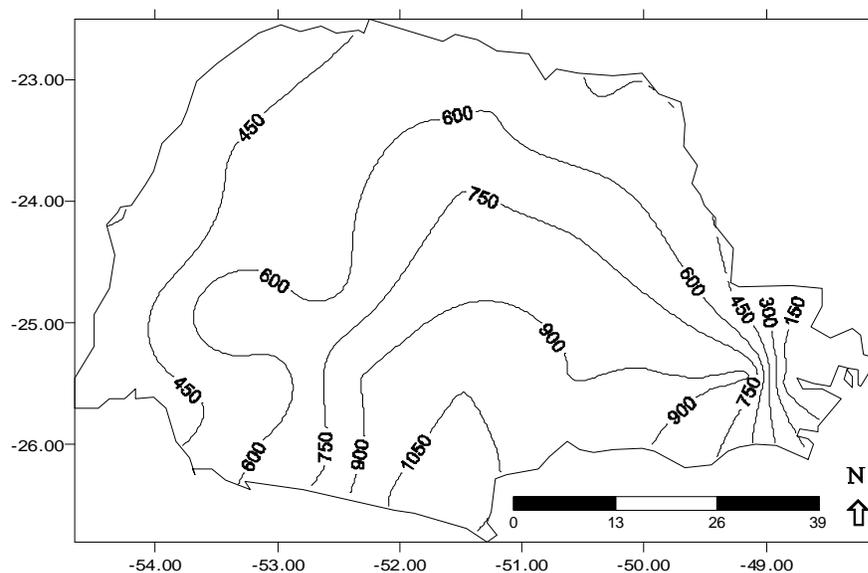
Uma das formas de obter-se a evidência da persistência de uma variável é obter a estimativa inicial do processo mediante a função de auto-correlação (PANOSFKY ; BRIER, 1965).

Examinam-se os coeficientes de auto-correlação para as primeiras defasagens (*lags*) da série e se determina se estes decrescem exponencialmente de maneira consistente com a hipótese de um modelo Markoviano ou de ruído vermelho (processo regressivo de primeira ordem). Existindo uma persistência desse tipo, o coeficiente de correlação  $r(n)$  para uma defasagem arbitrária  $n$ , se aproximará ao coeficiente  $r_k$  elevado a  $k$  - ésima potência:  $r_k = (r_1)^k$  significativamente, podendo-se assumir uma persistência Markoviana na série.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Análise dos mapas de isolinhas de temperatura

O mapa 2 apresenta as altitudes das estações em estudo para todo o Estado. Observa-se que a região de maior altitude é a sul com declive em direção a leste e noroeste, estabelecendo-se claramente a calha do rio Paraná. À sudoeste as altitudes ficam, aproximadamente, entre 1045 para Guarapuava (23) e 1100m, para Palmas (27), no domínio da Serra Geral, declinando para próximo de 350m, em Palotina (15). As menores altitudes se encontram sobre a costa litorânea, com 40m para Guaraqueçaba (18) e 60m para Antonina (19).

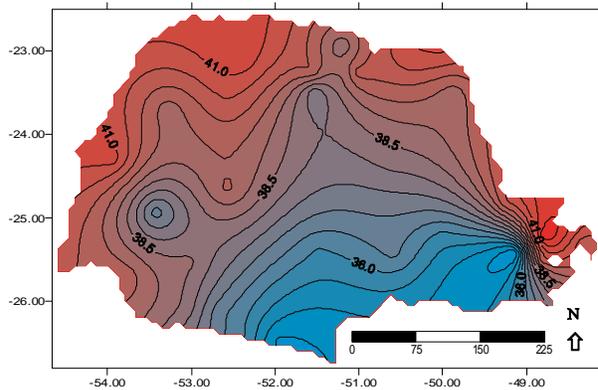


**Mapa 2** - Mapa de altitude das estações.

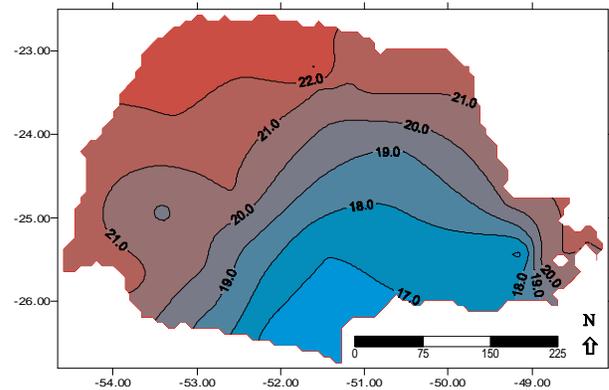
O Estado do Paraná é cortado pelo Trópico de Capricórnio, região de grande confluência de energia, além disso, sofre influência de diversas dinâmicas de circulação atmosférica, com orografias predominantes no sul e leste, maritimidade à leste, continentalidade em grande parte do Estado, pois o mesmo se alonga para o interior e estreita-se na sua parte costeira.

Tanto a temperatura máxima extrema anual (Mapa 3) como a média anual (Mapa 4) apresentaram declínio em direção ao sul, devido a dois fatores: latitude e a altitude. Pode-se observar, através dos mapas um significativo gradiente de temperatura máxima de 5°C entre norte/noroeste e leste com valores de 41°C e 36°C ao sul. O gradiente de temperatura média foi de 5°C similar ao gradiente de temperatura máxima, apresentou valores, na parte de noroeste 22°C,

com declínio na área central e sudoeste do referido Estado, a temperatura decresce ao sul com 17°C, conforme Mapa 4.



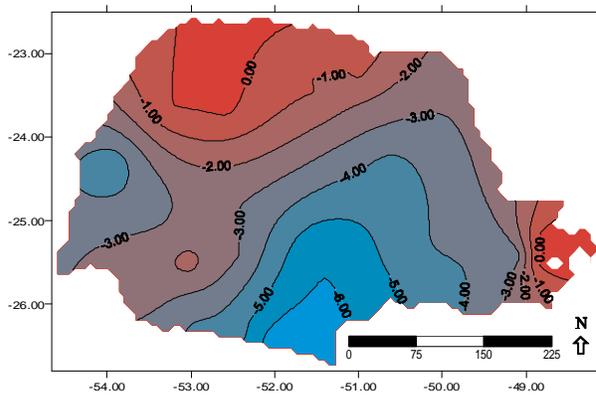
**Mapa 3** - Isolinhas de temperaturas máximas extremas (°C), período de 1979-2003.



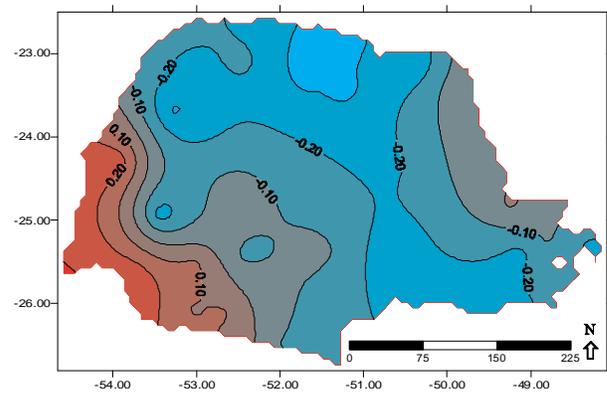
**Mapa 4** - Isolinhas de temperaturas médias (°C), período de 1979-2003.

No Mapa 5 estão representadas isolinhas de temperaturas mínimas extremas, podendo-se observar significativos valores de temperatura negativa, em todo o Estado, possibilitando inferir que no período de inverno o Estado do Paraná fica dominado por sistemas de massas polares provenientes do extremo Sul da América do Sul. Deve-se destacar que estas isolinhas apresentam gradiente de temperatura mínima de -6°C. Uma vez mais a latitude e a altitude estabelece forte relação para a diminuição dessa temperatura sobre a região centro sul do Estado. Em relação ao litoral pode-se observar que a advecção de ar úmido do Oceano Atlântico arrefece estas temperaturas extremas, comparativamente ao clima continental do Estado. São essas condições que possibilitam a esse Estado uso do solo para diversas atividades agrícolas.

No período 1982/83 ocorreu o evento El Niño mais intenso dos últimos 100 anos, entre os meses de julho 1982 a dezembro de 1983, totalizando um período de 18 meses. Para a temperatura média o ano de 1982 apresentou anomalias positivas 0,2°C a sudoeste e anomalias negativas de -0,1°C a -0,2°C para o restante do Estado (Mapa 6).

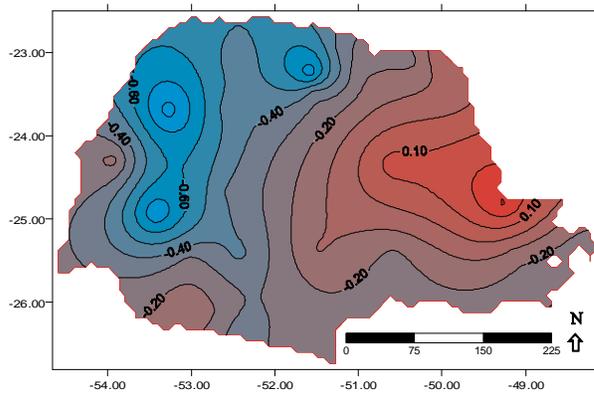


**Mapa 5** - Isolinhas de temperaturas mínimas extremas (°C), período 1979-2003.

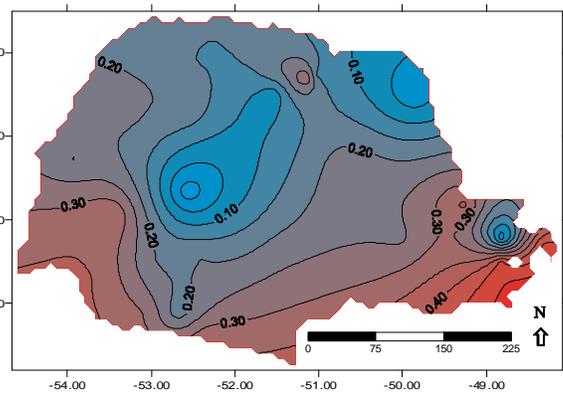


**Mapa 6** - Cálculo da anomalia da temperatura média anual (°C) para ano 1982.

O ano de 1983 apresentou valores de anomalia maiores em relação ao ano de 1982, na área de estudo, observou-se anomalia positiva de  $0,1^{\circ}\text{C}$  à leste e valores de  $-0,6^{\circ}\text{C}$  e  $-0,2^{\circ}\text{C}$  para o restante do Estado do Paraná, (Mapa 7).



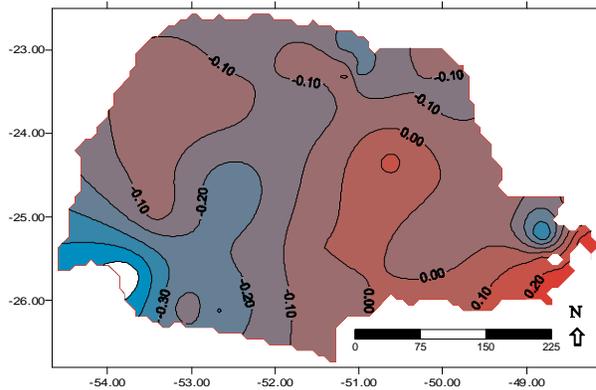
**Mapa 7** - Cálculo da anomalia da temperatura média anual (°C) para 1983.



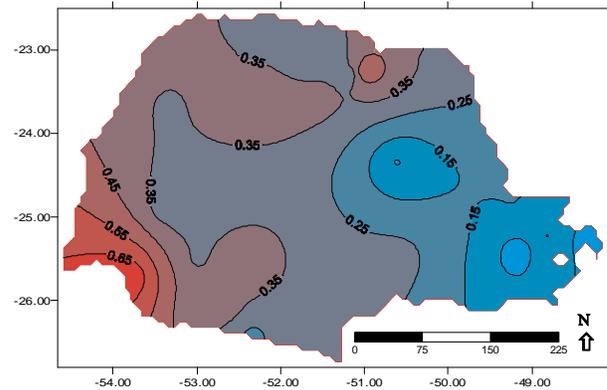
**Mapa 8** - Cálculo da anomalia de temperatura média anual (°C) para 1997.

O período de 1997-98 de evento El Niño, com ocorrência entre os meses de março de 1997 a outubro de 1998 totalizando um período de 20 meses (Mapa 8 e 9) as anomalias de temperaturas médias não foram significativas, podendo-se desta forma, observar que não houve influência desse evento sobre a temperatura da região nesses anos.

De acordo com o Mapa 10, a ocorrência do evento La Niña em 1985, atuando nos meses de janeiro a dezembro, totalizando um período de 12 meses, foram observadas as maiores temperaturas para todo o Estado, com valores de  $0,6^{\circ}\text{C}$  a sudoeste do Estado.



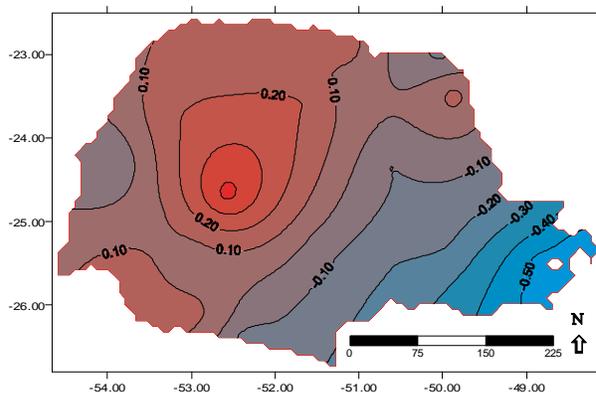
**Mapa 9** - Cálculo da anomalia de temperatura média anual ( $^{\circ}\text{C}$ ) para 1998.



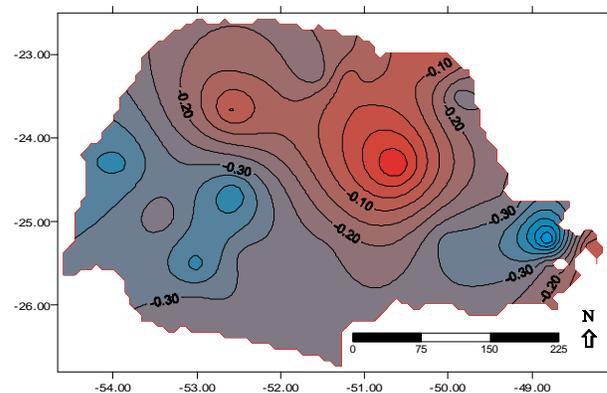
**Mapa 10** - Cálculo da anomalia de temperatura média anual ( $^{\circ}\text{C}$ ) para 1985.

O fenômeno La Niña atuou entre abril e dezembro de 1988, totalizando nove meses, nesse ano os valores foram de  $-0,5^{\circ}\text{C}$  à leste (Mapa 11).

O evento La Niña ocorreu no ano de 1996-97, entre os meses de abril de 1996 a janeiro de 1997 totalizando dez meses, as anomalias negativas variaram de  $-0,10$  à  $-0,30$  para o ano de 1996 conforme o Mapa 12.



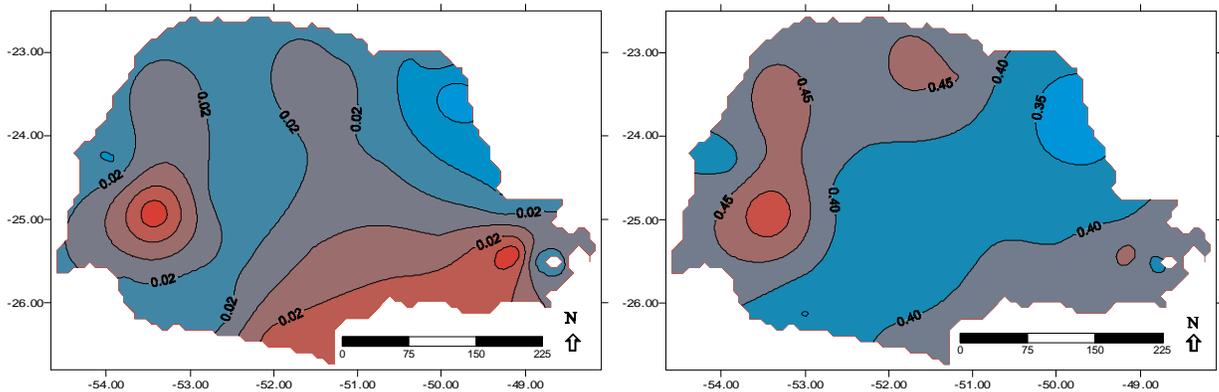
**Mapa 11** - Cálculo da anomalia de temperatura média anual ( $^{\circ}\text{C}$ ) para 1988.



**Mapa 12** - Cálculo da anomalia de temperatura média anual ( $^{\circ}\text{C}$ ) para 1996.

Para o cálculo do coeficiente de variação anual observou-se valor de 2% (0,02), isto significa que houve homogeneidade da temperatura do ar, ou seja, não há significativa variabilidade dentro do período de estudo (Mapa 13).

Através do cálculo do desvio padrão observou-se que não ocorreu variabilidade significativa para o Estado, embora se tenha observado valores menores na área central 0,40°C e valores de 0,45°C (Mapa 14).

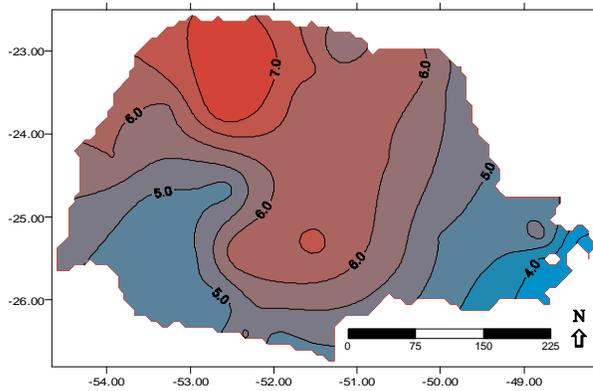


**Mapa 13** - Cálculo do coeficiente de variação para temperatura média anual (°C).

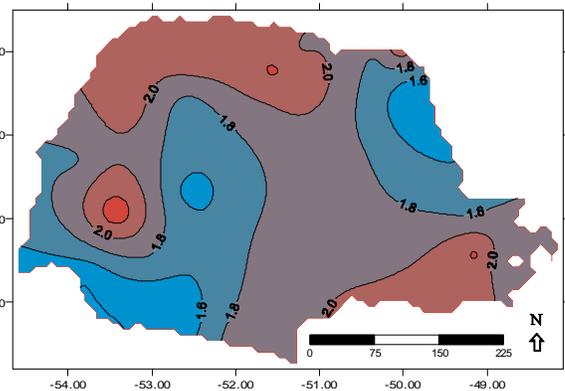
**Mapa 14** - Cálculo do Desvio Padrão para temperatura média anual (°C).

Observou-se no Mapa 15 que as isolinhas de amplitude das temperaturas máximas extremas variaram 3°C em todo o Estado. As temperaturas geralmente aumentam de leste para noroeste, com valores de 4°C e 7°C.

Os valores de amplitude das temperaturas médias apresentaram variabilidade de 1°C em todo o Estado com valores de 1,0°C ao sul e 2,0°C ao norte, oeste e leste (Mapa 16).

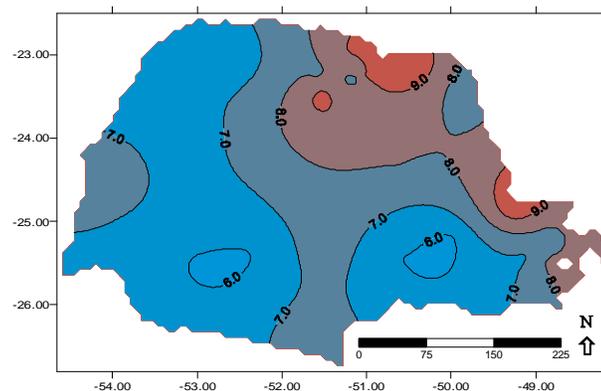


**Mapa 15** - Isolinas da amplitude das temperaturas máximas anuais (°C).



**Mapa 16** - Isolinas de amplitude das temperaturas médias anuais (°C).

Em relação as isolinas de amplitude das temperaturas mínimas extremas a variabilidade foi de 3°C, constatou-se o mesmo comportamento das amplitudes de máxima e média, porém com os maiores valores de 9°C a nordeste, e 6°C ao sul do Estado (Mapa 17).



**Mapa 17** - Isolinas de amplitude das temperaturas mínimas anuais (°C).

## 5.2 – Análise da estatística descritiva

Através das análises dos eventos El Niño e La Niña, utilizando-se a estatística descritiva, observou-se as maiores temperaturas na região norte, noroeste do Estado. Deve-se ressaltar que essa região é cortada pelo Trópico de Capricórnio e que, em determinados períodos, principalmente entre o final da primavera e início do outono, a região noroeste sofre a influência da massa tropical continental – mTc (massa tropical seca que se forma sobre a região do Chaco, Paraguai, Brasil e Bolívia).

A depressão térmica do Chaco se constitui assim em fonte da mTc. Esta é constituída por uma circulação na superfície, de forte convergência. Entretanto, sua baixa umidade aliada à forte subsidência da alta superior dificulta a formação de nuvens de convecção, sendo, portanto responsável por tempo quente e seco.

As menores temperaturas estão associadas, principalmente, ao fator estático (orografia), e a entrada de massas polares no inverno, exemplo disso é a estação de Guarapuava (23) com 1045m, aproximadamente de altitude, situada na Serra Geral. Essa é uma região de características morfoclimáticas diferenciadas em relação às demais regiões do Paraná.

Analisando a Tabela 3 apresenta a análise da temperatura média para o evento El Niño 1982-83, em relação à temperatura média o maior valor foi de 22,6°C para a estação Maringá (5) localizada ao norte do Estado com altitude de 542m, o menor valor foi de 16,0°C para a estação de Palmas (27) localizada ao sul do Estado e com altitude de 1100m.

A mediana oscilou entre 23,1°C também para Maringá (5) e 16,1°C em Piraquara (20) localizada a leste do Estado com altitude de 930m. Os extremos de temperatura mínima ocorreram na estação de Maringá (5) com valores de temperatura de 17,1°C em Palmas (27) 10,8°C. Já os extremos de temperaturas máximas ocorreram na estação Planalto (25) localizado à oeste do Estado com temperatura de 26°C e Palmas (27) com 20,6°C.

Analisando o quartil inferior, a maior média 21,2°C ocorreu na estação de Maringá (5), a menor 13,2°C em Palmas (27). E relação ao quartil superior a temperatura média foi de 24,3°C em Maringá (5) e 17,8°C para a estação de Palmas (27). O desvio padrão apresentou os valores 3,3°C para a estação Cerro Azul (12) localizada a leste do Estado com altitude de 443m e 2,2°C em Apucarana (7) localizada ao norte do Estado com altitude de 746m.

**Tabela 3** – Estatística descritiva do período de julho/1982 a dezembro/1983 para temperatura média anual.

| Estação | Meses | $\bar{T}$ | Mediana | Mínimo | Máximo | Q.inf. | Q. sup. | $\sigma$ |
|---------|-------|-----------|---------|--------|--------|--------|---------|----------|
| 01      | 18    | 21,0      | 21,4    | 16,0   | 24,4   | 19,5   | 23,1    | 2,3      |
| 02      | 18    | 20,9      | 21,1    | 16,1   | 24,9   | 18,6   | 22,8    | 2,6      |
| 03      | 18    | 21,4      | 22,0    | 16,6   | 25,0   | 19,0   | 23,3    | 2,6      |
| 04      | 18    | 21,6      | 22,0    | 16,8   | 25,2   | 19,6   | 23,7    | 2,5      |
| 05      | 18    | 22,6      | 23,1    | 17,1   | 25,6   | 21,2   | 24,3    | 2,3      |
| 06      | 18    | 20,6      | 21,1    | 15,5   | 24,1   | 18,8   | 22,6    | 2,5      |
| 07      | 18    | 20,3      | 20,6    | 15,2   | 23,5   | 19,1   | 22,0    | 2,2      |
| 08      | 18    | 21,6      | 22,2    | 16,5   | 24,9   | 19,7   | 23,6    | 2,4      |
| 09      | 18    | 21,7      | 22,3    | 15,8   | 25,6   | 19,7   | 23,4    | 2,6      |
| 10      | 18    | 21,2      | 21,7    | 15,1   | 25,2   | 19,3   | 23,1    | 2,7      |
| 11      | 18    | 21,3      | 21,9    | 14,8   | 25,3   | 19,3   | 23,2    | 2,7      |
| 12      | 18    | 20,4      | 20,3    | 14,9   | 25,6   | 17,2   | 23,2    | 3,3      |
| 13      | 18    | 18,5      | 18,9    | 13,7   | 22,8   | 15,8   | 20,7    | 3,0      |
| 14      | 18    | 20,7      | 21,0    | 14,8   | 24,8   | 18,7   | 22,4    | 2,6      |
| 15      | 18    | 21,1      | 22,0    | 14,8   | 25,3   | 17,6   | 23,6    | 3,1      |
| 16      | 18    | 19,1      | 19,5    | 12,5   | 23,6   | 16,3   | 21,4    | 3,0      |
| 17      | 18    | 19,1      | 19,5    | 12,5   | 23,6   | 16,3   | 21,4    | 3,0      |
| 18      | 18    | 20,4      | 20,1    | 15,8   | 25,2   | 17,4   | 23,3    | 3,1      |
| 19      | 18    | 20,3      | 20,0    | 15,7   | 25,1   | 17,1   | 23,2    | 3,1      |
| 20      | 18    | 16,5      | 16,1    | 12,3   | 20,8   | 14,1   | 18,5    | 2,7      |
| 21      | 18    | 17,7      | 17,5    | 13,1   | 22,0   | 15,6   | 19,8    | 2,6      |
| 22      | 18    | 17,2      | 17,2    | 12,2   | 21,9   | 14,7   | 19,6    | 2,8      |
| 23      | 18    | 16,9      | 17,0    | 12,0   | 21,3   | 14,5   | 18,9    | 2,7      |
| 24      | 18    | 18,5      | 18,8    | 12,6   | 22,7   | 16,4   | 20,3    | 2,7      |
| 25      | 18    | 21,1      | 21,6    | 14,5   | 26,0   | 18,4   | 23,2    | 3,2      |
| 26      | 18    | 20,1      | 20,7    | 14,0   | 25,1   | 17,2   | 22,3    | 3,1      |
| 27      | 18    | 16,0      | 16,3    | 10,8   | 20,6   | 13,2   | 17,8    | 2,9      |
| 28      | 18    | 16,9      | 17,2    | 11,4   | 21,5   | 14,3   | 18,8    | 2,9      |
| 29      | 18    | 18,5      | 19,0    | 12,9   | 23,4   | 16,0   | 20,3    | 2,9      |
| 30      | 18    | 19,1      | 19,6    | 13,1   | 24,2   | 16,2   | 21,2    | 3,2      |

$\bar{T}$  – temperatura média (°C), Q. inf. – quartil inferior, Q. sup. – quartil superior,  $\sigma$  – desvio padrão.

Analisando a Tabela 4, o período 1997-98, considerado de evento El Niño intenso, os valores de temperatura média, mediana, mínimo, máximo, quartil inferior e quartil superior ocorreram na estação de Maringá (5) e os menores valores de temperatura ocorreram na estação de Palmas (27). O desvio padrão apresentou valores de 3,5°C para as estações de Cerro Azul (12) e Francisco Beltrão (30) e 2,5°C em Paranaíba (9).

Pode-se observar, portanto, que as anomalias negativas das temperaturas do Oceano Pacífico Equatorial (anos de La Niña), influenciam na temperatura do Estado, sendo marcadamente significativa no ano analisado.

Nos anos de La Niña, persiste um forte movimento ascendente (formação de nuvens e presença de chuvas) no setor centro-oeste do Oceano Pacífico. Principalmente na região da Indonésia e setores norte/nordeste da Austrália e um fortalecimento do movimento descendente na parte centro-oeste da bacia oceânica, em particular na costa oeste da América do Sul. Esse fenômeno impede a formação de nuvens e causa pouca chuva nesta região.

**Tabela 4** – Estatística descritiva do período de março/1997 a outubro/1998 para temperatura média anual.

| Estação | Meses | $\bar{T}$ | Mediana | Mínimo | Máximo | Q, inf, | Q, sup, | $\sigma$ |
|---------|-------|-----------|---------|--------|--------|---------|---------|----------|
| 01      | 20    | 21,0      | 21,0    | 16,4   | 25,4   | 18,8    | 23,4    | 2,7      |
| 02      | 20    | 20,5      | 20,5    | 15,8   | 25,5   | 17,7    | 23,3    | 3,1      |
| 03      | 20    | 21,0      | 21,1    | 15,8   | 26,0   | 17,9    | 23,8    | 3,2      |
| 04      | 20    | 21,4      | 21,6    | 16,6   | 26,1   | 18,8    | 24,0    | 2,9      |
| 05      | 20    | 22,7      | 22,9    | 17,5   | 27,4   | 20,9    | 25,2    | 2,7      |
| 06      | 20    | 20,7      | 20,9    | 16,0   | 25,5   | 18,2    | 23,3    | 2,9      |
| 07      | 20    | 20,2      | 20,3    | 15,7   | 24,2   | 18,3    | 22,6    | 2,5      |
| 08      | 20    | 21,4      | 21,7    | 16,8   | 25,8   | 19,2    | 23,9    | 2,8      |
| 09      | 20    | 21,7      | 21,7    | 16,9   | 26,5   | 19,6    | 24,1    | 2,8      |
| 10      | 20    | 21,2      | 21,5    | 16,4   | 26,0   | 19,2    | 24,0    | 2,8      |
| 11      | 20    | 21,7      | 21,8    | 16,7   | 26,7   | 19,7    | 24,4    | 2,8      |
| 12      | 20    | 19,9      | 19,8    | 14,4   | 25,9   | 17,0    | 22,9    | 3,5      |
| 13      | 20    | 18,1      | 18,0    | 13,0   | 23,5   | 15,1    | 21,2    | 3,4      |
| 14      | 20    | 20,3      | 20,4    | 15,6   | 25,2   | 18,2    | 22,6    | 2,9      |
| 15      | 20    | 20,7      | 20,3    | 15,6   | 26,2   | 17,9    | 23,9    | 3,4      |
| 16      | 20    | 19,4      | 19,5    | 14,7   | 24,1   | 17,0    | 22,3    | 3,0      |
| 17      | 20    | 19,4      | 19,5    | 14,7   | 24,1   | 17,0    | 22,3    | 3,0      |
| 18      | 20    | 20,6      | 19,7    | 16,6   | 25,5   | 18,2    | 23,5    | 2,9      |
| 19      | 20    | 19,9      | 19,0    | 16,1   | 24,4   | 17,7    | 22,7    | 2,8      |
| 20      | 20    | 16,5      | 15,9    | 12,0   | 21,5   | 14,4    | 19,0    | 2,9      |
| 21      | 20    | 17,4      | 17,3    | 12,6   | 22,2   | 15,2    | 19,9    | 2,9      |
| 22      | 20    | 17,1      | 17,3    | 12,1   | 22,7   | 14,6    | 19,8    | 3,1      |
| 23      | 20    | 16,6      | 16,5    | 12,0   | 21,8   | 14,0    | 19,1    | 3,0      |
| 24      | 20    | 18,3      | 18,3    | 13,7   | 23,3   | 16,0    | 20,7    | 2,9      |
| 25      | 20    | 20,6      | 20,6    | 15,8   | 25,8   | 18,2    | 23,3    | 3,1      |
| 26      | 20    | 19,7      | 19,8    | 15,0   | 25,2   | 17,2    | 22,4    | 3,1      |
| 27      | 20    | 15,7      | 15,6    | 11,2   | 20,9   | 13,3    | 18,4    | 3,1      |
| 28      | 20    | 16,7      | 16,8    | 12,1   | 21,7   | 14,5    | 19,3    | 3,0      |
| 29      | 20    | 18,1      | 18,1    | 13,5   | 23,1   | 15,8    | 20,5    | 3,0      |
| 30      | 20    | 18,6      | 18,4    | 13,4   | 24,5   | 15,8    | 21,5    | 3,5      |

$\bar{T}$  – temperatura média (°C), Q. inf. – quartil inferior, Q. sup. – quartil superior,  $\sigma$  – desvio padrão.

De acordo com a Tabela 5, o ano de 1985, considerado anômalo (ocorrência de evento La Niña), a estação de Maringá (5) apresentou as maiores temperaturas, e Palmas (27) as menores temperaturas. Já as temperaturas máximas 27,7°C ocorreram em Planalto (25).

Analisando o quartil superior os valores foram de 25,7°C para a estação (5) e Planalto e 19,2°C para Piraquara (20), o desvio padrão foi de 4,3°C para a estação Palotina (15) e 2,9°C em Apucarana (7) e Piraquara.

**Tabela 5** – Estatística descritiva do período de janeiro a dezembro/1985 para temperatura média anual.

| Estação | Meses | $\bar{T}$ | Mediana | Mínimo | Máximo | Q. inf. | Q. sup. | $\sigma$ |
|---------|-------|-----------|---------|--------|--------|---------|---------|----------|
| 01      | 12    | 21,8      | 22,8    | 16,2   | 25,4   | 19,8    | 24,2    | 3,2      |
| 02      | 12    | 21,4      | 23,0    | 14,9   | 25,3   | 18,4    | 24,1    | 3,6      |
| 03      | 12    | 21,8      | 23,3    | 15,2   | 26,0   | 19,0    | 24,8    | 3,7      |
| 04      | 12    | 22,2      | 23,5    | 16,3   | 26,0   | 19,6    | 25,0    | 3,4      |
| 05      | 12    | 23,4      | 24,2    | 18,0   | 27,3   | 21,2    | 25,7    | 3,1      |
| 06      | 12    | 21,3      | 22,5    | 15,3   | 25,4   | 18,9    | 23,9    | 3,5      |
| 07      | 12    | 21,1      | 21,9    | 15,8   | 24,6   | 19,4    | 23,4    | 2,9      |
| 08      | 12    | 22,5      | 23,6    | 16,7   | 26,1   | 20,1    | 25,0    | 3,3      |
| 09      | 12    | 22,5      | 23,5    | 16,9   | 27,2   | 19,9    | 25,1    | 3,4      |
| 10      | 12    | 22,1      | 23,1    | 16,2   | 27,0   | 19,5    | 24,8    | 3,5      |
| 11      | 12    | 22,4      | 23,3    | 16,8   | 27,5   | 19,8    | 25,2    | 3,5      |
| 12      | 12    | 20,4      | 22,1    | 13,9   | 24,7   | 17,0    | 23,8    | 4,0      |
| 13      | 12    | 18,6      | 20,1    | 12,1   | 22,7   | 15,1    | 22,0    | 4,0      |
| 14      | 12    | 21,3      | 22,0    | 15,8   | 26,0   | 18,5    | 24,2    | 3,5      |
| 15      | 12    | 21,7      | 22,9    | 14,7   | 26,8   | 18,0    | 25,6    | 4,3      |
| 16      | 12    | 20,1      | 20,7    | 14,0   | 25,1   | 17,2    | 23,4    | 3,7      |
| 17      | 12    | 20,1      | 20,7    | 14,0   | 25,1   | 17,2    | 23,4    | 3,7      |
| 18      | 12    | 21,0      | 21,8    | 16,8   | 24,7   | 18,5    | 23,7    | 3,0      |
| 19      | 12    | 20,8      | 21,7    | 16,0   | 24,8   | 18,2    | 23,7    | 3,2      |
| 20      | 12    | 16,8      | 17,7    | 12,4   | 20,6   | 14,4    | 19,2    | 2,9      |
| 21      | 12    | 18,1      | 18,9    | 13,0   | 21,9   | 15,6    | 20,6    | 3,2      |
| 22      | 12    | 17,9      | 18,7    | 12,2   | 21,8   | 15,3    | 20,7    | 3,4      |
| 23      | 12    | 17,4      | 18,2    | 11,9   | 21,4   | 14,6    | 20,5    | 3,4      |
| 24      | 12    | 19,3      | 19,6    | 13,7   | 23,7   | 16,8    | 22,4    | 3,4      |
| 25      | 12    | 22,1      | 22,4    | 16,3   | 27,7   | 18,8    | 25,7    | 3,9      |
| 26      | 12    | 20,7      | 21,2    | 15,0   | 25,7   | 17,4    | 24,1    | 3,8      |
| 27      | 12    | 16,6      | 17,1    | 11,2   | 20,7   | 13,4    | 20,0    | 3,6      |
| 28      | 12    | 17,5      | 17,9    | 12,0   | 21,9   | 14,6    | 20,9    | 3,6      |
| 29      | 12    | 19,2      | 19,7    | 13,9   | 23,6   | 16,1    | 22,5    | 3,6      |
| 30      | 12    | 19,6      | 20,2    | 13,7   | 24,7   | 16,0    | 23,3    | 4,0      |

$\bar{T}$  – temperatura média (°C), Q. inf. – quartil inferior, Q. sup. – quartil superior,  $\sigma$  – desvio padrão.

O ano de 1996-97 (La Niña), a estação de Maringá (5) localizada a noroeste do Estado do Paraná apresentou as maiores temperaturas. Os menores valores de temperatura média, mediana e mínima ocorreram na estação de Palmas (27) ao sul. A estação de Planalto (25) apresentou temperatura máxima de 25,5°C, deve-se ressaltar, no entanto que a estação de Piraquara (20), encontra-se em uma maior altitude (930m) apresentando valores menores de 20,4°C. Os menores valores para o quartil inferior e superior ocorreram em Piraquara com 13,0°C e 17,8°C, o maior desvio padrão 4,1°C ocorreu em Francisco Beltrão (30) localizada à sudoeste do Estado e o menor 2,4°C em Apucarana (7) ao norte do Estado, conforme a Tabela 6.

**Tabela 6** – Estatística descritiva do período de abril/ 1996 a janeiro/1997 para temperatura média anual.

| Estação | Meses | $\bar{T}$ | Mediana | Mínimo | Máximo | Q. inf. | Q. sup. | $\sigma$ |
|---------|-------|-----------|---------|--------|--------|---------|---------|----------|
| 01      | 10    | 20,7      | 21,0    | 16,7   | 23,8   | 19,2    | 23,1    | 2,5      |
| 02      | 10    | 20,1      | 20,3    | 15,0   | 24,3   | 18,3    | 22,6    | 3,2      |
| 03      | 10    | 20,9      | 21,1    | 15,8   | 24,7   | 18,8    | 23,8    | 3,1      |
| 04      | 10    | 21,2      | 21,5    | 16,9   | 24,6   | 19,4    | 23,8    | 2,8      |
| 05      | 10    | 22,4      | 22,5    | 18,5   | 25,3   | 20,9    | 25,1    | 2,5      |
| 06      | 10    | 20,4      | 20,7    | 16,0   | 23,9   | 18,6    | 23,2    | 2,8      |
| 07      | 10    | 20,1      | 20,5    | 16,3   | 23,0   | 18,8    | 22,4    | 2,4      |
| 08      | 10    | 21,3      | 21,5    | 17,2   | 24,4   | 19,6    | 23,6    | 2,6      |
| 09      | 10    | 21,4      | 21,8    | 17,1   | 25,0   | 19,7    | 23,9    | 2,8      |
| 10      | 10    | 21,1      | 21,4    | 16,6   | 24,5   | 19,7    | 23,9    | 2,8      |
| 11      | 10    | 21,4      | 21,8    | 16,6   | 24,6   | 20,1    | 24,2    | 2,9      |
| 12      | 10    | 19,3      | 19,2    | 13,5   | 24,5   | 16,0    | 22,2    | 3,8      |
| 13      | 10    | 17,9      | 18,0    | 12,6   | 22,5   | 15,6    | 21,3    | 3,5      |
| 14      | 10    | 20,2      | 20,4    | 15,2   | 24,5   | 18,1    | 23,5    | 3,2      |
| 15      | 10    | 20,2      | 20,5    | 13,9   | 25,0   | 18,2    | 24,0    | 3,9      |
| 16      | 10    | 19,0      | 19,0    | 13,9   | 23,1   | 17,6    | 22,6    | 3,3      |
| 17      | 10    | 19,0      | 19,0    | 13,9   | 23,1   | 17,6    | 22,6    | 3,3      |
| 18      | 10    | 19,8      | 19,9    | 14,5   | 24,7   | 16,4    | 22,3    | 3,6      |
| 19      | 10    | 19,3      | 19,4    | 13,9   | 24,2   | 15,8    | 21,8    | 3,6      |
| 20      | 10    | 15,7      | 15,5    | 10,9   | 20,4   | 13,0    | 17,8    | 3,3      |
| 21      | 10    | 16,9      | 16,5    | 11,6   | 21,5   | 15,0    | 19,5    | 3,4      |
| 22      | 10    | 16,7      | 16,4    | 11,4   | 21,6   | 14,8    | 19,7    | 3,5      |
| 23      | 10    | 16,2      | 16,0    | 10,8   | 20,9   | 14,0    | 19,5    | 3,5      |
| 24      | 10    | 18,0      | 18,0    | 13,0   | 22,4   | 16,3    | 21,3    | 3,3      |
| 25      | 10    | 20,5      | 20,5    | 14,9   | 25,5   | 18,9    | 24,1    | 3,6      |
| 26      | 10    | 19,4      | 19,1    | 13,8   | 24,6   | 17,9    | 23,2    | 3,7      |
| 27      | 10    | 15,4      | 15,2    | 9,5    | 20,6   | 13,2    | 18,8    | 3,8      |
| 28      | 10    | 16,4      | 16,2    | 10,8   | 21,5   | 14,6    | 19,8    | 3,7      |
| 29      | 10    | 17,9      | 17,8    | 12,4   | 22,9   | 16,2    | 21,3    | 3,6      |
| 30      | 10    | 18,4      | 18,1    | 12,3   | 24,0   | 16,2    | 22,5    | 4,1      |

$\bar{T}$  – temperatura média (°C), Q. inf. – quartil inferior, Q. Sup. – quartil superior,  $\sigma$  – desvio padrão.

No evento de La Niña de 2001-2002, observou-se na estação de Maringá (5) as maiores temperaturas média, mediana, mínimo, máximo, quartil inferior e os menores valores de temperatura ocorreram na estação de Palmas (27). Em relação ao quartil superior o menor valor 18,8°C ocorreu na estação de Piraquara (20). O desvio padrão apresentou valores de 3,7°C para a estação de Francisco Beltrão (30) e 2,5°C para a estação Apucarana (7) e Piraquara, conforme mostra a Tabela 7.

**Tabela 7** – Estatística descritiva do período de maio/2001 a janeiro/2002 para temperatura média anual.

| Estação | Meses | $\bar{T}$ | Mediana | Mínimo | Máximo | Q, inf, | Q, sup, | $\sigma$ |
|---------|-------|-----------|---------|--------|--------|---------|---------|----------|
| 01      | 9     | 20,8      | 20,7    | 16,7   | 23,9   | 18,2    | 23,5    | 2,7      |
| 02      | 9     | 20,3      | 20,0    | 16,2   | 24,1   | 17,6    | 23,4    | 3,0      |
| 03      | 9     | 20,8      | 21,3    | 16,4   | 24,6   | 17,8    | 24,1    | 3,2      |
| 04      | 9     | 21,3      | 21,2    | 17,1   | 24,5   | 18,6    | 24,2    | 2,9      |
| 05      | 9     | 22,8      | 23,0    | 18,5   | 25,8   | 20,5    | 25,0    | 2,7      |
| 06      | 9     | 20,6      | 20,6    | 16,2   | 23,9   | 17,8    | 23,3    | 3,0      |
| 07      | 9     | 20,1      | 20,0    | 16,1   | 23,1   | 17,7    | 22,1    | 2,5      |
| 08      | 9     | 21,4      | 21,2    | 17,2   | 24,5   | 18,6    | 24,2    | 2,9      |
| 09      | 9     | 21,6      | 21,6    | 17,2   | 24,9   | 19,1    | 23,8    | 2,8      |
| 10      | 9     | 21,2      | 21,0    | 16,7   | 24,5   | 18,5    | 23,7    | 2,9      |
| 11      | 9     | 21,7      | 21,9    | 17,2   | 24,9   | 19,2    | 24,1    | 2,8      |
| 12      | 9     | 19,4      | 18,8    | 15,6   | 23,6   | 16,9    | 22,9    | 3,2      |
| 13      | 9     | 17,8      | 17,6    | 13,4   | 22,2   | 15,1    | 21,5    | 3,4      |
| 14      | 9     | 20,3      | 20,3    | 15,8   | 23,4   | 17,6    | 22,9    | 2,9      |
| 15      | 9     | 20,4      | 20,2    | 15,1   | 24,3   | 17,8    | 23,2    | 3,2      |
| 16      | 9     | 19,6      | 19,5    | 15,3   | 23,0   | 16,7    | 22,5    | 3,0      |
| 17      | 9     | 19,6      | 19,5    | 15,3   | 23,0   | 16,7    | 22,5    | 3,0      |
| 18      | 9     | 20,2      | 19,0    | 16,6   | 24,8   | 18,4    | 22,4    | 2,8      |
| 19      | 9     | 20,2      | 19,0    | 16,8   | 24,3   | 18,4    | 22,5    | 2,7      |
| 20      | 9     | 16,5      | 15,4    | 13,9   | 20,5   | 14,3    | 18,8    | 2,5      |
| 21      | 9     | 17,2      | 16,3    | 13,7   | 21,1   | 14,5    | 20,1    | 2,8      |
| 22      | 9     | 17,0      | 16,1    | 13,4   | 21,1   | 14,4    | 20,2    | 3,0      |
| 23      | 9     | 16,5      | 15,8    | 12,5   | 20,3   | 13,8    | 19,6    | 3,0      |
| 24      | 9     | 18,2      | 18,0    | 14,0   | 21,4   | 15,3    | 21,3    | 2,9      |
| 25      | 9     | 20,5      | 20,5    | 15,7   | 24,2   | 17,2    | 23,9    | 3,3      |
| 26      | 9     | 19,9      | 19,6    | 15,5   | 23,5   | 16,7    | 23,2    | 3,1      |
| 27      | 9     | 15,8      | 15,4    | 11,7   | 20,0   | 12,6    | 19,2    | 3,2      |
| 28      | 9     | 16,7      | 16,5    | 12,6   | 20,4   | 13,5    | 20,2    | 3,2      |
| 29      | 9     | 18,2      | 18,0    | 13,9   | 21,7   | 15,0    | 21,5    | 3,1      |
| 30      | 9     | 18,5      | 18,1    | 13,3   | 22,6   | 14,8    | 22,6    | 3,7      |

$\bar{T}$  – temperatura média (°C), Q. inf. – quartil inferior, Q. sup. – quartil superior,  $\sigma$  – desvio padrão.

De acordo com a Tabela 8 no ano de 1984, sem ocorrência de fenômeno El Niño e La Niña, as maiores temperaturas ocorreram na estação de Maringá (5). As menores temperaturas ocorreram na estação de Palmas (27). Em relação ao desvio padrão o maior valor foi de 3,9°C para a estação de Cerro Azul (12), e o menor foi de 2,4°C para a estação de Apucarana (7).

**Tabela 8** – Estatística descritiva do período de janeiro a dezembro de 1984 para temperatura média anual

| Estação | Meses | $\bar{T}$ | Mediana | Mínimo | Máximo | Q, inf, | Q, sup, | $\sigma$ |
|---------|-------|-----------|---------|--------|--------|---------|---------|----------|
| 01      | 12    | 22,0      | 21,9    | 18,1   | 26,0   | 19,7    | 23,8    | 2,5      |
| 02      | 12    | 21,5      | 21,8    | 17,1   | 26,5   | 18,4    | 23,9    | 3,3      |
| 03      | 12    | 22,3      | 22,5    | 18,3   | 26,5   | 19,2    | 24,8    | 3,1      |
| 04      | 12    | 22,5      | 22,6    | 18,5   | 26,6   | 19,7    | 24,6    | 2,9      |
| 05      | 12    | 23,5      | 23,2    | 19,5   | 27,4   | 21,2    | 25,6    | 2,6      |
| 06      | 12    | 21,5      | 21,4    | 17,6   | 25,6   | 19,0    | 23,6    | 2,8      |
| 07      | 12    | 21,3      | 21,2    | 17,3   | 25,0   | 19,1    | 23,2    | 2,4      |
| 08      | 12    | 22,7      | 22,6    | 18,8   | 27,1   | 20,2    | 24,8    | 2,8      |
| 09      | 12    | 22,6      | 22,6    | 18,4   | 26,3   | 20,2    | 24,9    | 2,8      |
| 10      | 12    | 22,1      | 22,1    | 17,6   | 26,1   | 19,7    | 24,4    | 2,8      |
| 11      | 12    | 22,4      | 22,5    | 17,5   | 26,2   | 20,3    | 24,8    | 2,8      |
| 12      | 12    | 20,6      | 21,0    | 14,9   | 26,5   | 16,8    | 23,3    | 3,9      |
| 13      | 12    | 18,7      | 18,9    | 14,1   | 24,0   | 15,0    | 21,2    | 3,5      |
| 14      | 12    | 21,2      | 21,2    | 16,7   | 25,4   | 18,9    | 23,6    | 3,0      |
| 15      | 12    | 21,8      | 22,3    | 16,3   | 26,3   | 18,3    | 24,7    | 3,6      |
| 16      | 12    | 19,8      | 19,9    | 14,7   | 24,3   | 17,4    | 22,4    | 3,1      |
| 17      | 12    | 20,8      | 20,8    | 15,0   | 26,5   | 17,8    | 22,8    | 3,5      |
| 18      | 12    | 21,1      | 21,2    | 15,0   | 28,1   | 17,9    | 23,1    | 3,8      |
| 19      | 12    | 20,7      | 20,8    | 14,9   | 26,3   | 17,8    | 22,8    | 3,5      |
| 20      | 12    | 16,8      | 16,8    | 11,9   | 22,1   | 14,1    | 18,6    | 3,2      |
| 21      | 12    | 18,0      | 18,1    | 13,0   | 23,2   | 15,3    | 20,0    | 3,2      |
| 22      | 12    | 17,7      | 17,8    | 12,6   | 22,9   | 14,8    | 19,7    | 3,3      |
| 23      | 12    | 17,2      | 17,4    | 12,4   | 22,4   | 14,2    | 19,3    | 3,3      |
| 24      | 12    | 19,0      | 19,0    | 14,1   | 23,4   | 16,5    | 21,3    | 3,1      |
| 25      | 12    | 21,8      | 21,8    | 16,3   | 26,6   | 19,1    | 24,6    | 3,5      |
| 26      | 12    | 21,4      | 21,6    | 16,3   | 25,3   | 18,7    | 24,4    | 3,2      |
| 27      | 12    | 16,3      | 16,4    | 10,9   | 21,4   | 13,4    | 18,8    | 3,4      |
| 28      | 12    | 17,3      | 17,4    | 11,7   | 22,3   | 14,4    | 19,9    | 3,4      |
| 29      | 12    | 18,9      | 19,0    | 13,5   | 23,5   | 16,1    | 21,6    | 3,4      |
| 30      | 12    | 19,4      | 19,8    | 13,7   | 24,4   | 16,3    | 22,3    | 3,7      |

$\bar{T}$  – temperatura média (°C), Q. inf. – quartil inferior, Q. sup. – quartil superior,  $\sigma$  – desvio padrão.

### 5.3 – Análise das temperaturas máxima, média e mínima

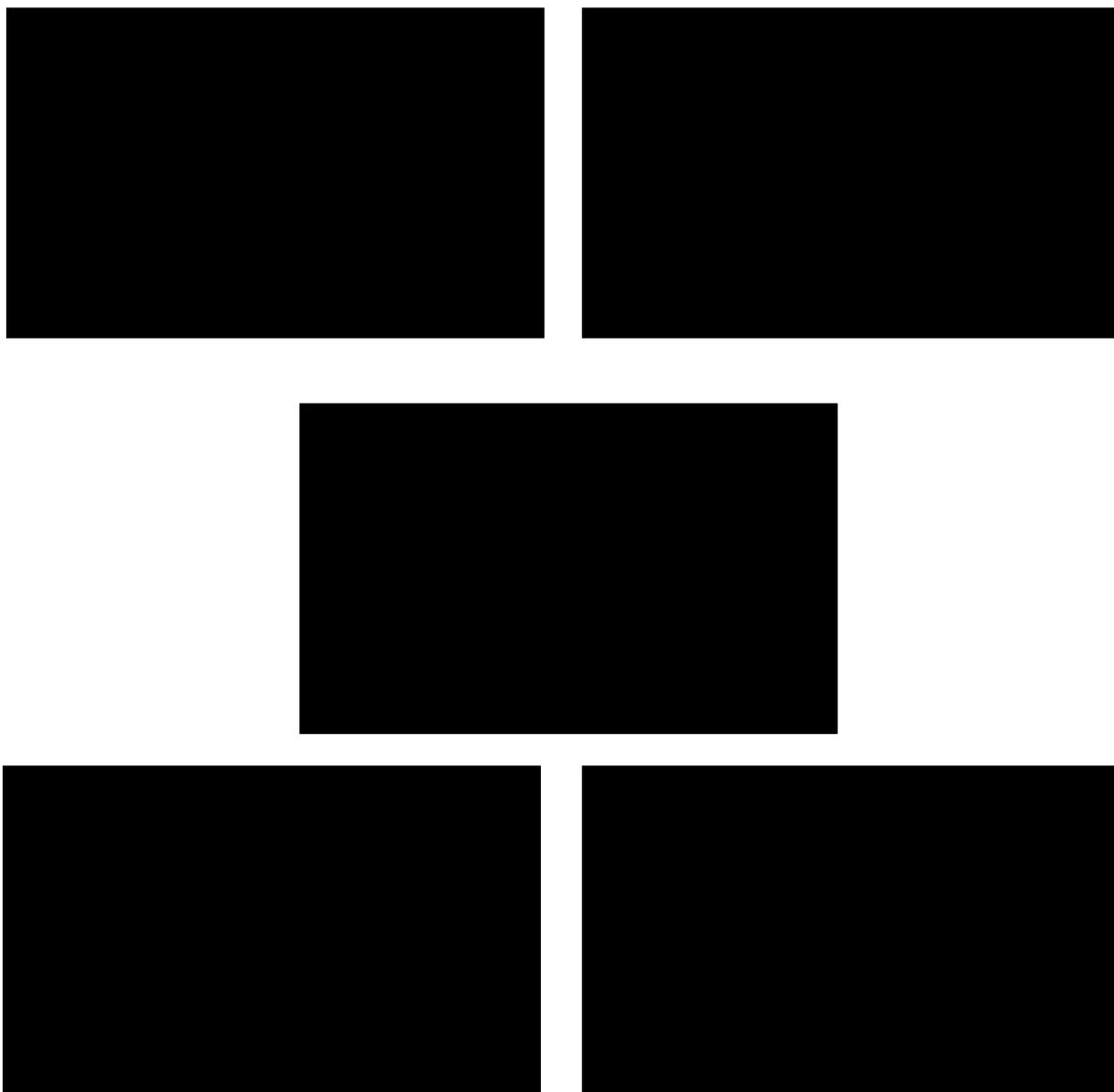
A média das temperaturas máximas extremas foi de 26,3°C, com extremos entre 22°C a 29°C. As estações 3 e 4 (Cambará e Bandeirantes) localizadas na região nordeste do Estado do Paraná apresentaram as maiores temperaturas (Figura 10A).

Analisando a Figura 10B as temperaturas máximas extremas ocorreram nas estações Antonina (19) localizada no litoral paranaense onde o efeito da maritimidade se faz presente com temperaturas de 42,4°C e Paranavaí (9) a noroeste do Estado com 41,5°C, os extremos variaram entre 33°C a 43°C.

Em relação à temperatura média para o período de estudo, o Estado apresentou média de 20,0°C, as maiores médias ocorreram ao norte do Estado na estação de Maringá (5) com 23,1°C (Figura 10C).

A temperatura média das mínimas para o período estudado foi de 15,8°C. Verifica-se na Figura 10D que a estação de Palmas (27) apresentou a menor média 11,9°C.

Analisando as temperaturas mínimas extremas a estação de Palmas (27) registrou a menor temperatura -6,8°C, seguida pela estação Guarapuava (23), com -6,0°C, que são as duas estações do Estado com as maiores altitudes (1100 e 1045m), os extremos variaram entre 1°C a -7°C (Figura 10E).



**Figura 10** –Valores de temperaturas para 30 estações - 1979-2003. **A** - temperatura média da máxima; **B** - temperatura máxima extrema; **C** - temperatura média; **D** - temperatura média da mínima; **E** - temperatura mínima extrema.

Observou-se através da Tabela 9, que os valores máximos de temperatura ocorreram no dia 16 e 17/11/85, durante o evento de forte evento La Niña, com exceção das estações litorâneas.

Pode-se observar que na primavera e verão a dinâmica atmosférica tem a participação da convecção profunda da Amazônia, que libera e desloca o calor, umidade e momentum para a região Sul e Sudeste brasileira, intensificando o calor no Estado. Também as massas de ar

originárias do Oceano Atlântico atuam na primavera sobre o continente de forma expressiva, transportando umidade para o seu interior.

**Tabela 9** – Temperatura máxima extrema para cada estação – período de 1979-2003

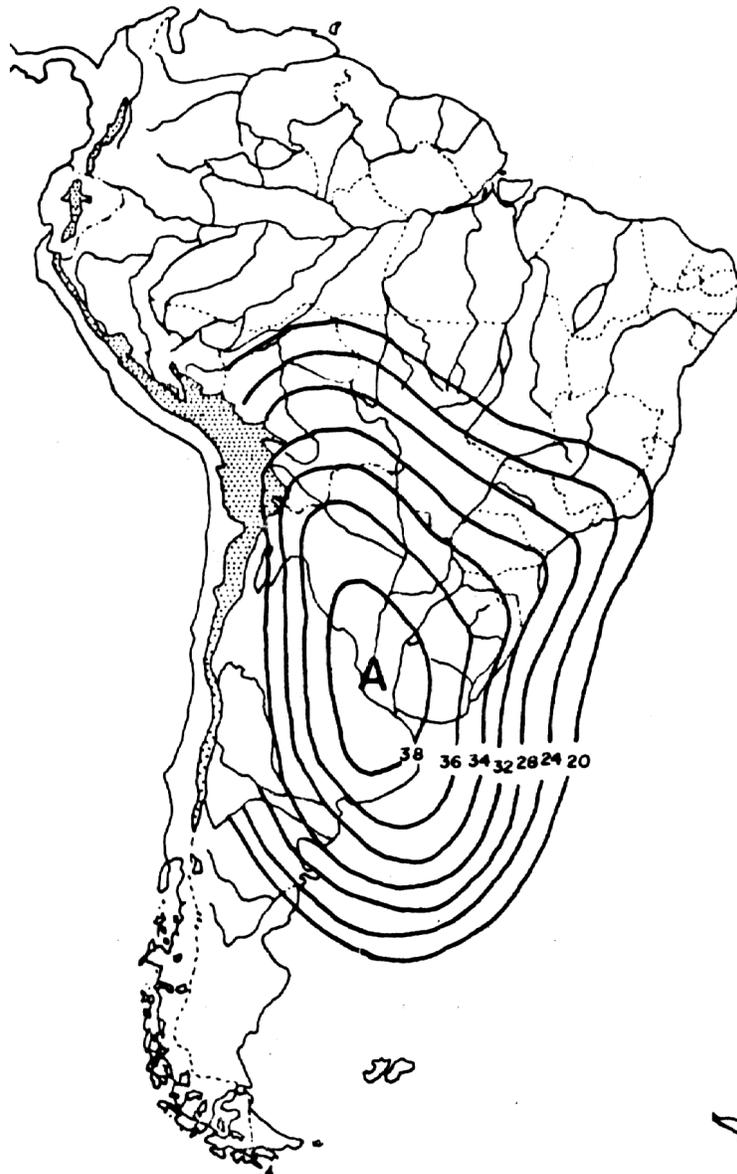
| Nº | Código  | Estações              | Máxima (°C) | Data     |
|----|---------|-----------------------|-------------|----------|
| 1  | 2251027 | Bela Vista Do Paraíso | 38,6        | 17/11/85 |
| 2  | 2349030 | Joaquim Távora        | 39,2        | 17/11/85 |
| 3  | 2350017 | Cambará               | 41,1        | 17/11/85 |
| 4  | 2350018 | Bandeirantes          | 40,9        | 17/11/85 |
| 5  | 83767   | Maringá (INMET)       | 40,0        | 17/11/85 |
| 6  | 2351003 | Londrina              | 39,2        | 17/11/85 |
| 7  | 2351008 | Apucarana             | 37,6        | 17/11/85 |
| 8  | 2351011 | Ibiporã               | 40,2        | 17/11/85 |
| 9  | 2352017 | Paranavaí             | 41,5        | 17/11/85 |
| 10 | 2352019 | Cianorte              | 40,4        | 27/12/03 |
| 11 | 2353008 | Umuarama              | 39,2        | 17/11/85 |
| 12 | 2449013 | Cerro Azul            | 40,4        | 16/01/84 |
| 13 | 2450011 | Telêmaco Borba        | 38,2        | 17/11/85 |
| 14 | 2452050 | Nova Cantu            | 39,6        | 17/11/85 |
| 15 | 2453003 | Palotina              | 41,2        | 17/11/85 |
| 16 | 2453023 | Cascavel              | 36,7        | 11/11/03 |
| 17 | 2548038 | Morretes              | 40,2        | 15/10/91 |
| 18 | 2548039 | Guaraquecaba          | 40,2        | 05/02/84 |
| 19 | 2548070 | Antonina              | 42,4        | 25/04/02 |
| 20 | 2549041 | Piraquara             | 33,9        | 17/11/85 |
| 21 | 2550024 | Vila Velha            | 35,8        | 17/11/85 |
| 22 | 2550025 | Teixeira Soares       | 36,6        | 17/11/85 |
| 23 | 2551010 | Guarapuava            | 36,0        | 17/11/85 |
| 24 | 2552009 | Laranjeiras Do Sul    | 37,5        | 17/11/85 |
| 25 | 2553015 | Planalto              | 39,8        | 11/12/85 |
| 26 | 2553018 | Usina Do Salto Osório | 38,6        | 17/11/85 |
| 27 | 2651043 | Palmas                | 34,4        | 16/11/85 |
| 28 | 2652003 | Clevelândia           | 36,0        | 17/11/85 |
| 29 | 2652035 | Pato Branco           | 36,7        | 17/11/85 |
| 30 | 2653012 | Francisco Beltrão     | 38,3        | 16/11/85 |

#### 5.4 – Análise dos valores de temperatura mínima extrema

O ano de 1975 foi o mais frio na região sul e sudeste do Brasil, devido à penetração de uma massa de ar intensa proveniente do extremo Sul da América do Sul. A frente fria associada a essa massa polar foi tão intensa que ultrapassou a linha do Equador, penetrando no Hemisfério Norte. Esse sistema possibilitou a instalação de um anticiclone migratório nessas regiões, provocando um resfriamento abrupto no Estado do Paraná e ocasionando geadas advectivas e radiativas no

referido Estado. As perdas advindas dessas geadas foram determinantes no encerramento do ciclo do café no Paraná, com perdas econômicas consideráveis dos produtores.

A carta sinótica das 12:00 TMG do dia 6 de julho de 1989 (Figura 11), caracterizam o ano de 1989 como particular, principalmente pela presença de um centro de alta pressão superior a 1038hPa durante o mês de julho. Isto fez com que as geadas dominassem toda a região sul, além de São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul.



**Figura 11** - Carta de Superfície das 12:00TMG dia 6 de julho de 1989 mostrando o predomínio da alta pressão sobre o Brasil.

**Fonte** – Revista Unimar, 16(3):539-553, 1994.

Na Tabela 10 observou-se significativa variabilidade nas temperaturas mínimas durante o período estudado. Os valores extremos ocorreram na região sudoeste e centro sul, com temperatura mínima extrema de  $-6,8^{\circ}\text{C}$  em Palmas (27) no dia 19/06/81, embora o ano de 2000 tenha apresentado as menores temperaturas para a maioria das estações.

De acordo com Moro (1998) as sucessivas geadas que ocorreram no Norte do Paraná, a partir de meados da década de 60, nos anos de 1967, 1969, 1972, 1975, 1979, 1981, 1984, 1985, 1988, 1989, 1990, 1992, 1993 e 1994, comprometeram seriamente a cafeicultura regional, notadamente durante a década de 70 e 80, que devido à conjugação com outros fatores, já apresentava visível estado de decadência.

**Tabela 10** – Temperatura mínima extrema para cada estação - período de 1979-2003.

| <b>Nº</b> | <b>Código</b> | <b>Estações</b>       | <b>Mínimas (°C)</b> | <b>Data</b> |
|-----------|---------------|-----------------------|---------------------|-------------|
| 1         | 2251027       | Bela Vista Do Paraíso | -0,1                | 09/07/94    |
| 2         | 2349030       | Joaquim Távora        | -2,8                | 17-21/07/00 |
| 3         | 2350017       | Cambará               | -2,2                | 21/07/81    |
| 4         | 2350018       | Bandeirantes          | -1,9                | 21/07/81    |
| 5         | 83767         | Maringá (INMET)       | -1,0                | 21/07/81    |
| 6         | 2351003       | Londrina              | -1,3                | 17/07/00    |
| 7         | 2351008       | Apucarana             | -1,0                | 26/06/94    |
| 8         | 2351011       | Ibiporã               | -0,9                | 26/06/94    |
| 9         | 2352017       | Paranavaí             | 0,1                 | 01/08/93    |
| 10        | 2352019       | Cianorte              | 0,2                 | 06/07/89    |
| 11        | 2353008       | Umuarama              | -0,1                | 13/07/00    |
| 12        | 2449013       | Cerro Azul            | -2,5                | 17/07/00    |
| 13        | 2450011       | Telêmaco Borba        | -4,3                | 17/07/00    |
| 14        | 2452050       | Nova Cantu            | -2,8                | 17/07/00    |
| 15        | 2453003       | Palotina              | -4,6                | 20/07/00    |
| 16        | 2453023       | Cascavel              | -3,4                | 14/07/00    |
| 17        | 2548038       | Morretes              | 0,3                 | 26/08/84    |
| 18        | 2548039       | Guaraquecaba          | 0,2                 | 17/07/00    |
| 19        | 2548070       | Antonina              | 0,4                 | 26/06/94    |
| 20        | 2549041       | Piraquara             | -3,7                | 03/08/91    |
| 21        | 2550024       | Vila Velha            | -3,8                | 17/07/00    |
| 22        | 2550025       | Teixeira Soares       | -4,7                | 17/07/00    |
| 23        | 2551010       | Guarapuava            | -6,0                | 17/07/00    |
| 24        | 2552009       | Laranjeiras Do Sul    | -3,0                | 06/07/89    |
| 25        | 2553015       | Planalto              | -2,0                | 14/07/00    |
| 26        | 2553018       | Usina Do Salto Osório | -1,7                | 09/07/94    |
| 27        | 2651043       | Palmas                | -6,8                | 19/06/81    |
| 28        | 2652003       | Clevelândia           | -5,0                | 17/07/00    |
| 29        | 2652035       | Pato Branco           | -4,0                | 17/07/00    |
| 30        | 2653012       | Francisco Beltrão     | -3,8                | 17/07/00    |

### 5.5 – Ocorrência de geada

Essas estações foram escolhidas devido a sua localização geográfica, orografia e frequência de entradas das massas polares, são, portanto mais atingidas por esse fenômeno. Que ocorre em maior número no mês de julho. Entretanto as entradas de frentes frias ocorrem também nos meses de abril a outubro.

Dentre as estações em estudo Palmas (27) apresenta as menores temperaturas do Estado, os anos mais frios foram 1979 e 1990, as geadas ocorrem de abril a outubro nesta estação, os meses mais frios são julho e junho, observou-se a ocorrência de 9 dias de temperaturas negativas para julho de 2000. Os anos de 1997 e 1998 com ocorrência do fenômeno El Niño não apresentaram temperaturas negativas (Tabela 11).

**Tabela 11** – Número de dias com geada para a estação de Palmas (27).

| <b>Ano/Meses</b> | <b>Abril</b> | <b>Mai</b> | <b>Junho</b> | <b>Julho</b> | <b>Agosto</b> | <b>Setembro</b> | <b>Outubro</b> | <b>Anual</b> |
|------------------|--------------|------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|----------------|--------------|
| 1979             | 0            | 5          | 4            | 4            | 0             | 1               | 0              | <b>14</b>    |
| 1980             | 0            | 2          | 3            | 2            | 2             | 4               | 0              | <b>13</b>    |
| 1981             | 0            | 0          | 4            | 5            | 1             | 0               | 0              | <b>10</b>    |
| 1982             | 0            | 1          | 1            | 1            | 0             | 0               | 1              | <b>4</b>     |
| 1983             | 0            | 0          | 1            | 0            | 0             | 2               | 0              | <b>3</b>     |
| 1984             | 0            | 2          | 2            | 1            | 4             | 0               | 0              | <b>9</b>     |
| 1985             | 0            | 1          | 2            | 1            | 0             | 0               | 0              | <b>4</b>     |
| 1986             | 0            | 0          | 1            | 0            | 1             | 1               | 0              | <b>3</b>     |
| 1987             | 0            | 2          | 8            | 0            | 1             | 0               | 0              | <b>11</b>    |
| 1988             | 0            | 0          | 2            | 3            | 0             | 0               | 0              | <b>5</b>     |
| 1989             | 0            | 0          | 0            | 2            | 0             | 0               | 0              | <b>2</b>     |
| 1990             | 0            | 2          | 4            | 6            | 1             | 1               | 0              | <b>14</b>    |
| 1991             | 0            | 0          | 0            | 3            | 2             | 0               | 0              | <b>5</b>     |
| 1992             | 0            | 1          | 0            | 4            | 1             | 0               | 0              | <b>6</b>     |
| 1993             | 0            | 1          | 2            | 4            | 3             | 0               | 0              | <b>10</b>    |
| 1994             | 0            | 0          | 4            | 5            | 1             | 0               | 0              | <b>10</b>    |
| 1995             | 2            | 1          | 1            | 0            | 0             | 0               | 0              | <b>4</b>     |
| 1996             | 0            | 0          | 2            | 2            | 0             | 0               | 0              | <b>4</b>     |
| 1997             | 0            | 0          | 0            | 0            | 0             | 0               | 0              | <b>0</b>     |
| 1998             | 0            | 0          | 0            | 0            | 0             | 0               | 0              | <b>0</b>     |
| 1999             | 1            | 0          | 1            | 0            | 3             | 0               | 0              | <b>5</b>     |
| 2000             | 0            | 1          | 1            | 9            | 1             | 0               | 0              | <b>12</b>    |
| 2001             | 0            | 0          | 3            | 2            | 0             | 1               | 0              | <b>6</b>     |
| 2002             | 0            | 0          | 0            | 0            | 0             | 3               | 0              | <b>3</b>     |
| 2003             | 0            | 1          | 0            | 1            | 4             | 1               | 0              | <b>7</b>     |
| <b>Total</b>     | <b>3</b>     | <b>20</b>  | <b>46</b>    | <b>55</b>    | <b>25</b>     | <b>14</b>       | <b>1</b>       | <b>164</b>   |

Os anos mais frios para a estação de Clevelândia foram 1990 e 2000, julho é o mês mais frio com 41 dias de geada para o período estudado, com ocorrência de geadas nos meses de maio a setembro. No ano 2000 as entradas das frentes frias foram mais intensas no mês de julho com 9 dias de geada. Os anos de 1997 e 1998 com ocorrência do fenômeno El Niño não apresentaram temperaturas negativas de acordo com a Tabela 12.

**Tabela 12** – Número de dias com geada para a estação de Clevelândia (28).

| <b>Ano/Meses</b> | <b>Abril</b> | <b>Mai</b> | <b>Junho</b> | <b>Julho</b> | <b>Agosto</b> | <b>Setembro</b> | <b>Outubro</b> | <b>Anual</b> |
|------------------|--------------|------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|----------------|--------------|
| 1979             | 0            | 1          | 1            | 1            | 0             | 1               | 0              | <b>4</b>     |
| 1980             | 0            | 0          | 2            | 2            | 0             | 1               | 0              | <b>5</b>     |
| 1981             | 0            | 0          | 2            | 2            | 0             | 0               | 0              | <b>4</b>     |
| 1982             | 0            | 0          | 0            | 1            | 0             | 0               | 0              | <b>1</b>     |
| 1983             | 0            | 0          | 1            | 0            | 0             | 0               | 0              | <b>1</b>     |
| 1984             | 0            | 0          | 2            | 0            | 2             | 0               | 0              | <b>4</b>     |
| 1985             | 0            | 1          | 1            | 1            | 0             | 0               | 0              | <b>3</b>     |
| 1986             | 0            | 0          | 0            | 0            | 0             | 1               | 0              | <b>1</b>     |
| 1987             | 0            | 1          | 3            | 0            | 1             | 0               | 0              | <b>5</b>     |
| 1988             | 0            | 0          | 2            | 4            | 0             | 0               | 0              | <b>6</b>     |
| 1989             | 0            | 0          | 0            | 3            | 0             | 0               | 0              | <b>3</b>     |
| 1990             | 0            | 1          | 1            | 5            | 1             | 1               | 0              | <b>9</b>     |
| 1991             | 0            | 0          | 0            | 0            | 2             | 0               | 0              | <b>2</b>     |
| 1992             | 0            | 0          | 0            | 3            | 1             | 0               | 0              | <b>4</b>     |
| 1993             | 0            | 0          | 0            | 3            | 1             | 0               | 0              | <b>4</b>     |
| 1994             | 0            | 0          | 2            | 3            | 1             | 0               | 0              | <b>6</b>     |
| 1995             | 0            | 0          | 1            | 0            | 0             | 0               | 0              | <b>1</b>     |
| 1996             | 0            | 0          | 1            | 1            | 0             | 0               | 0              | <b>2</b>     |
| 1997             | 0            | 0          | 0            | 0            | 0             | 0               | 0              | <b>0</b>     |
| 1998             | 0            | 0          | 0            | 0            | 0             | 0               | 0              | <b>0</b>     |
| 1999             | 0            | 0          | 0            | 0            | 3             | 0               | 0              | <b>3</b>     |
| 2000             | 0            | 0          | 0            | 9            | 0             | 0               | 0              | <b>9</b>     |
| 2001             | 0            | 0          | 1            | 1            | 0             | 1               | 0              | <b>3</b>     |
| 2002             | 0            | 0          | 0            | 0            | 0             | 1               | 0              | <b>1</b>     |
| 2003             | 0            | 0          | 0            | 2            | 1             | 1               | 0              | <b>4</b>     |
| <b>Total</b>     | <b>0</b>     | <b>4</b>   | <b>20</b>    | <b>41</b>    | <b>13</b>     | <b>7</b>        | <b>0</b>       | <b>85</b>    |

Analisando a Tabela 13 os anos mais frios para estação de Guarapuava (23) foram 1990 e 2000, totalizando no mês de julho e junho 35 e 32 dias de geada para o período em estudo. Observou-se também para o ano de 2000, a ocorrência de 9 dias com temperaturas negativas no mês de julho. Os anos que não apresentaram temperaturas negativas foram 1983, 1995, 1996 e 1998.

**Tabela 13** - Número de dias com geada para a estação de Guarapuava (23).

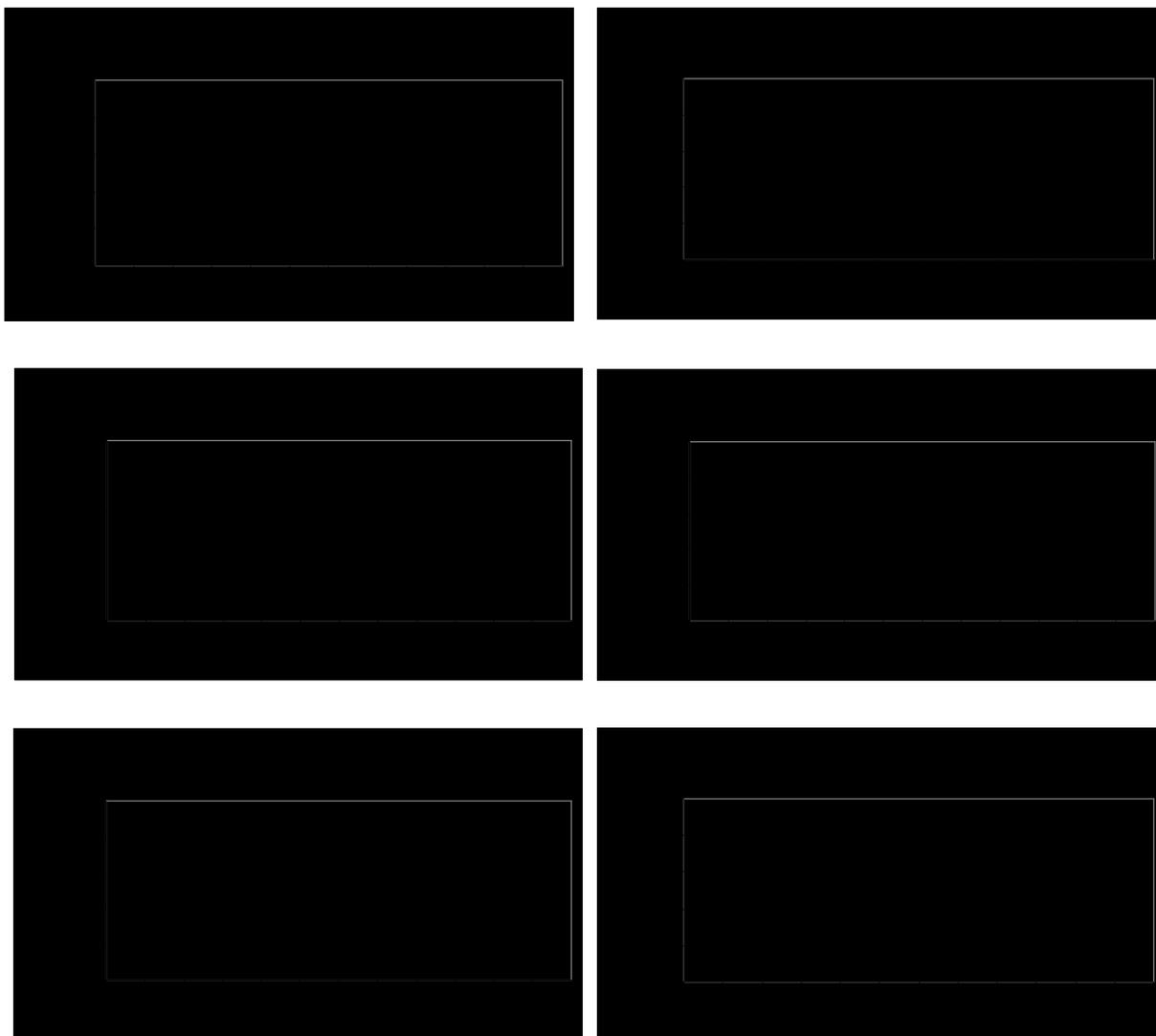
| <b>Ano/Meses</b> | <b>Abril</b> | <b>Maió</b> | <b>Junho</b> | <b>Julho</b> | <b>Agosto</b> | <b>Setembro</b> | <b>Outubro</b> | <b>Anual</b> |
|------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|----------------|--------------|
| 1979             | 0            | 1           | 1            | 1            | 0             | 0               | 0              | <b>3</b>     |
| 1980             | 0            | 1           | 2            | 1            | 0             | 1               | 0              | <b>5</b>     |
| 1981             | 0            | 0           | 2            | 3            | 0             | 1               | 0              | <b>6</b>     |
| 1982             | 0            | 0           | 0            | 1            | 0             | 0               | 0              | <b>1</b>     |
| 1983             | 0            | 0           | 0            | 0            | 0             | 0               | 0              | <b>0</b>     |
| 1984             | 0            | 0           | 1            | 1            | 2             | 0               | 0              | <b>4</b>     |
| 1985             | 0            | 0           | 2            | 1            | 0             | 0               | 0              | <b>3</b>     |
| 1986             | 0            | 0           | 1            | 0            | 0             | 1               | 0              | <b>2</b>     |
| 1987             | 0            | 1           | 6            | 0            | 0             | 0               | 0              | <b>7</b>     |
| 1988             | 0            | 0           | 5            | 3            | 0             | 0               | 0              | <b>8</b>     |
| 1989             | 0            | 0           | 0            | 1            | 0             | 0               | 0              | <b>1</b>     |
| 1990             | 0            | 1           | 2            | 4            | 1             | 1               | 0              | <b>9</b>     |
| 1991             | 0            | 0           | 1            | 1            | 2             | 0               | 0              | <b>4</b>     |
| 1992             | 0            | 0           | 0            | 2            | 0             | 0               | 0              | <b>2</b>     |
| 1993             | 0            | 0           | 2            | 3            | 2             | 0               | 0              | <b>7</b>     |
| 1994             | 0            | 0           | 4            | 3            | 1             | 0               | 0              | <b>8</b>     |
| 1995             | 0            | 0           | 0            | 0            | 0             | 0               | 0              | <b>0</b>     |
| 1996             | 0            | 0           | 0            | 0            | 0             | 0               | 0              | <b>0</b>     |
| 1997             | 0            | 0           | 1            | 0            | 0             | 0               | 0              | <b>1</b>     |
| 1998             | 0            | 0           | 0            | 0            | 0             | 0               | 0              | <b>0</b>     |
| 1999             | 1            | 2           | 0            | 0            | 2             | 0               | 0              | <b>5</b>     |
| 2000             | 0            | 1           | 0            | 9            | 0             | 0               | 0              | <b>10</b>    |
| 2001             | 0            | 0           | 2            | 1            | 0             | 1               | 0              | <b>4</b>     |
| 2002             | 0            | 0           | 0            | 0            | 0             | 3               | 0              | <b>3</b>     |
| 2003             | 0            | 0           | 0            | 0            | 2             | 1               | 0              | <b>3</b>     |
| <b>Total</b>     | <b>1</b>     | <b>7</b>    | <b>32</b>    | <b>35</b>    | <b>12</b>     | <b>9</b>        | <b>0</b>       | <b>96</b>    |

Os anos de 1988 e 2000 foram os mais frios para a estação de Francisco Beltrão (30), as maiores ocorrências de temperaturas negativas ocorrem no mês de julho e junho totalizando 28 e 23 dias com geada para o período em estudo. O ano de 2000 também foi o mais frio com sete ocorrências para o mês de julho. Os anos que não apresentaram temperaturas negativas foram 1982, 1983, 1986 e 1998. (Tabela 14)

**Tabela 14** - Número de dias com geada para a estação de Francisco Beltrão (30).

| <b>Ano/Meses</b> | <b>Abril</b> | <b>Mai</b> | <b>Junho</b> | <b>Julho</b> | <b>Agosto</b> | <b>Setembro</b> | <b>Outubro</b> | <b>Anual</b> |
|------------------|--------------|------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|----------------|--------------|
| 1979             | 0            | 0          | 1            | 2            | 0             | 0               | 0              | <b>3</b>     |
| 1980             | 0            | 0          | 2            | 0            | 0             | 0               | 0              | <b>2</b>     |
| 1981             | 0            | 0          | 2            | 0            | 0             | 0               | 0              | <b>2</b>     |
| 1982             | 0            | 0          | 0            | 0            | 0             | 0               | 0              | <b>0</b>     |
| 1983             | 0            | 0          | 0            | 0            | 0             | 0               | 0              | <b>0</b>     |
| 1984             | 0            | 0          | 0            | 0            | 1             | 0               | 0              | <b>1</b>     |
| 1985             | 0            | 0          | 0            | 1            | 0             | 0               | 0              | <b>1</b>     |
| 1986             | 0            | 0          | 0            | 0            | 0             | 0               | 0              | <b>0</b>     |
| 1987             | 0            | 0          | 5            | 0            | 0             | 0               | 0              | <b>5</b>     |
| 1988             | 0            | 0          | 4            | 3            | 0             | 0               | 0              | <b>7</b>     |
| 1989             | 0            | 0          | 0            | 1            | 0             | 0               | 0              | <b>1</b>     |
| 1990             | 0            | 0          | 0            | 3            | 0             | 0               | 0              | <b>3</b>     |
| 1991             | 0            | 0          | 0            | 0            | 1             | 0               | 0              | <b>1</b>     |
| 1992             | 0            | 0          | 0            | 2            | 0             | 0               | 0              | <b>2</b>     |
| 1993             | 0            | 0          | 1            | 4            | 1             | 0               | 0              | <b>6</b>     |
| 1994             | 0            | 0          | 2            | 2            | 0             | 0               | 0              | <b>4</b>     |
| 1995             | 0            | 0          | 1            | 0            | 0             | 0               | 0              | <b>1</b>     |
| 1996             | 0            | 0          | 1            | 0            | 0             | 0               | 0              | <b>1</b>     |
| 1997             | 0            | 0          | 0            | 1            | 0             | 0               | 0              | <b>1</b>     |
| 1998             | 0            | 0          | 0            | 0            | 0             | 0               | 0              | <b>0</b>     |
| 1999             | 0            | 0          | 1            | 0            | 1             | 0               | 0              | <b>2</b>     |
| 2000             | 0            | 0          | 1            | 7            | 0             | 0               | 0              | <b>8</b>     |
| 2001             | 0            | 0          | 2            | 1            | 0             | 0               | 0              | <b>3</b>     |
| 2002             | 0            | 0          | 0            | 0            | 0             | 1               | 0              | <b>1</b>     |
| 2003             | 0            | 0          | 0            | 1            | 0             | 0               | 0              | <b>1</b>     |
| <b>Total</b>     | <b>0</b>     | <b>0</b>   | <b>23</b>    | <b>28</b>    | <b>4</b>      | <b>1</b>        | <b>0</b>       | <b>56</b>    |

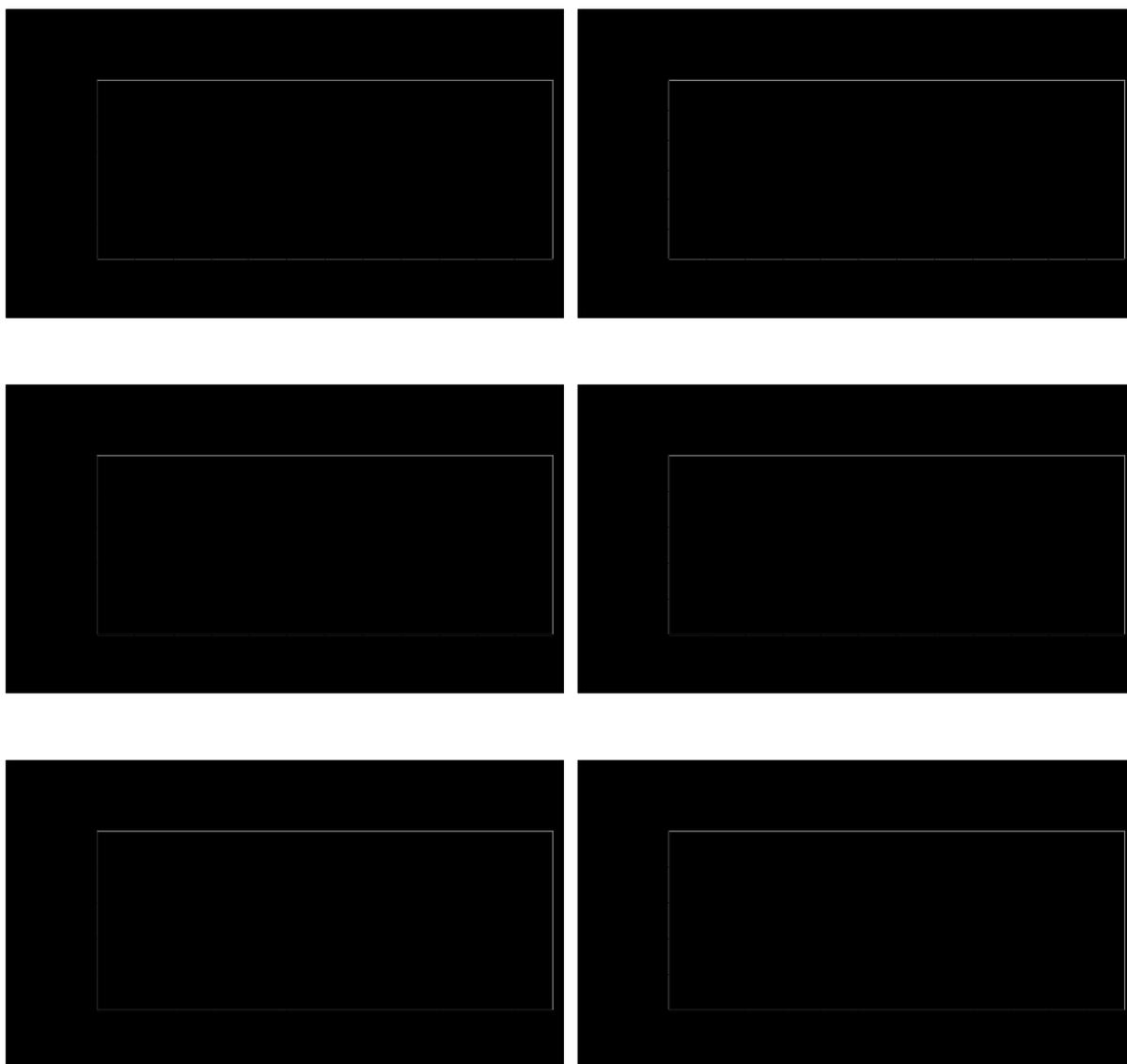
Embora as geadas sejam raras e de pouca intensidade ocorrem em média 1 a cada 7 anos na estação de Cambará (3) localizada a nordeste do Estado, com 450m de altitude. A geada de 17 de julho de 1975, de grande intensidade, que praticamente dizimou os cafezais do Norte do Paraná registrou  $-3,7^{\circ}\text{C}$  nesta estação. Os meses mais frios foram junho, julho e agosto. As temperaturas menores ocorreram no ano de 1975 e as maiores para 1984 sem ocorrência de geada (Figura 12).



**Figura 12:** Anos com geada para a estação de Cambará.

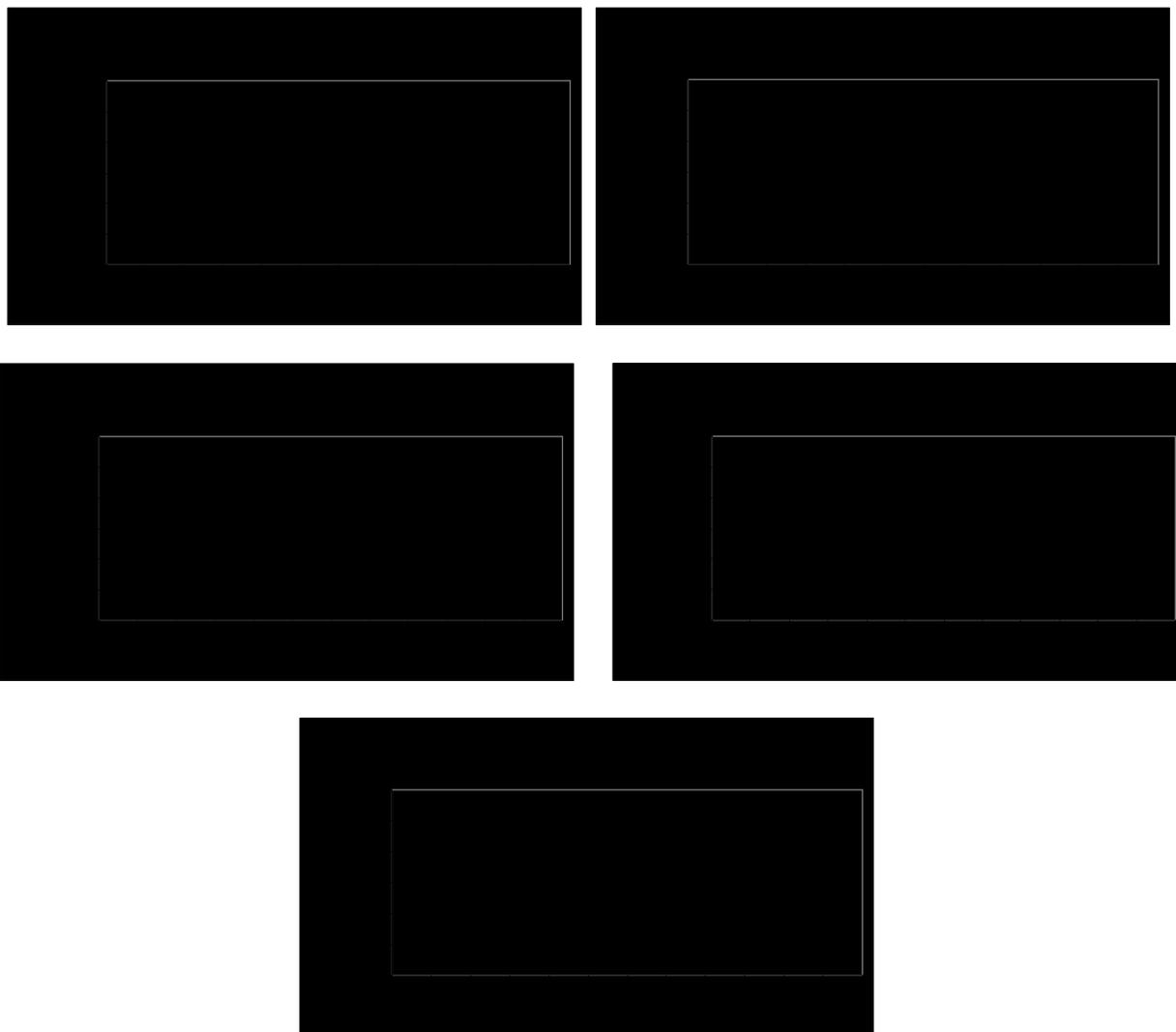
Analisando a Figura 13, representada pela Estação de Apucarana (7), localizada no norte do Estado, com altitude de 746m, os meses de junho, julho e agosto foram os mais frios. As menores mínimas para o período de estudo ocorreram em julho de 1975 com valores de  $-4,7^{\circ}\text{C}$ , seguida de 1994 e 2000.

Para os anos de 1967, 1981, 1984 as temperaturas estiveram próximas a  $0^{\circ}\text{C}$ .



**Figura 13:** Anos com geada para a estação de Apucarana.

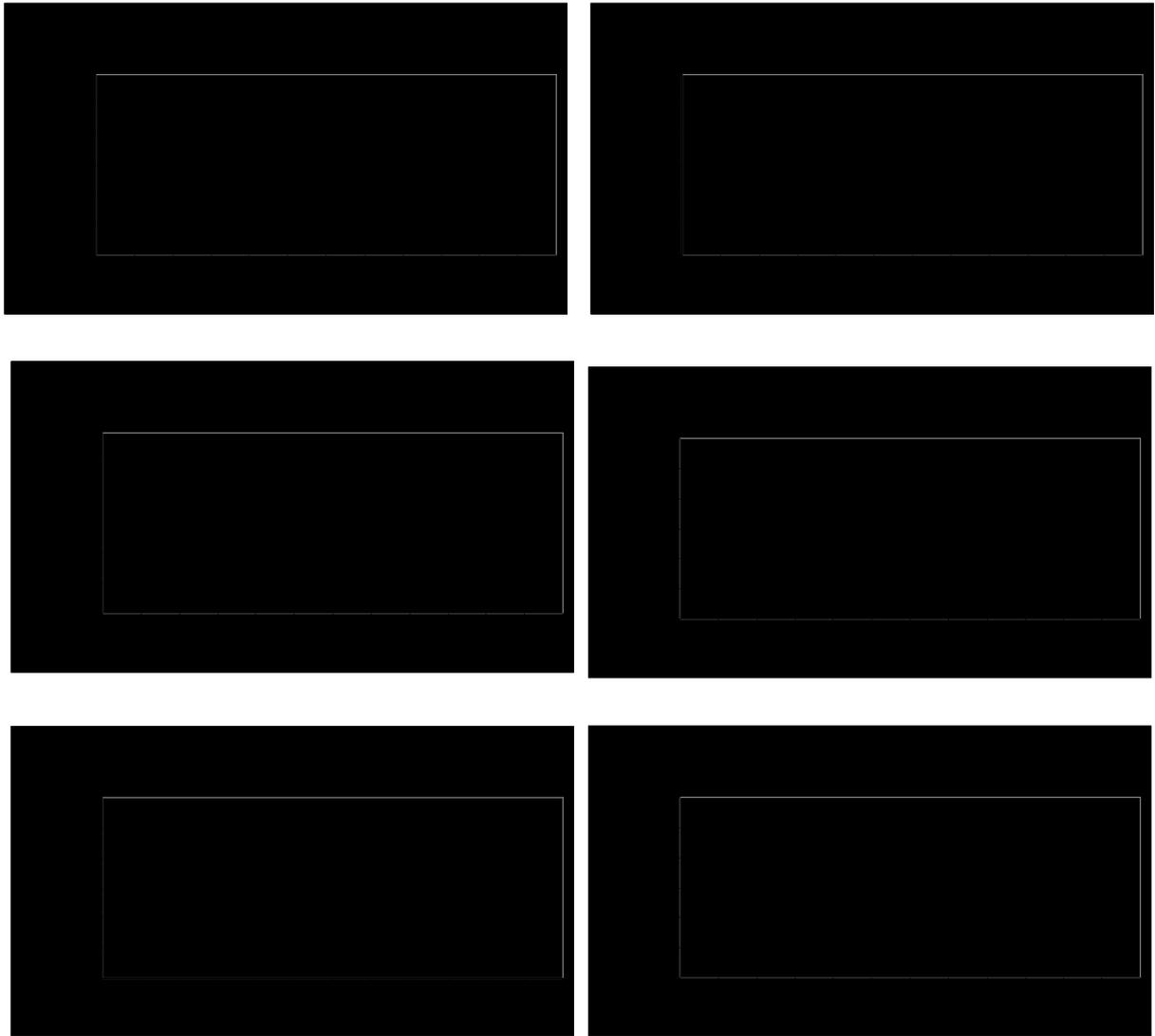
De acordo com a Figura 14, representada pela Estação de Palotina (7), situada à oeste do estado, com 310 m de altitude, os meses mais frios para esta estação foram junho, julho e agosto, para o ano de 1975 as menores mínimas ocorreram no mês de julho com valores de  $-5,2^{\circ}\text{C}$ , as maiores mínimas para o ano de 1994 com  $-2,4^{\circ}\text{C}$ .



**Figura 14:** Anos com geada para a estação de Palotina.

A Figura 15 representa a Estação litorânea de Morretes (17), com 59 m de altitude, observou-se no ano de 1967 temperaturas negativas no mês de junho  $-0,9^{\circ}\text{C}$ , nos demais anos as

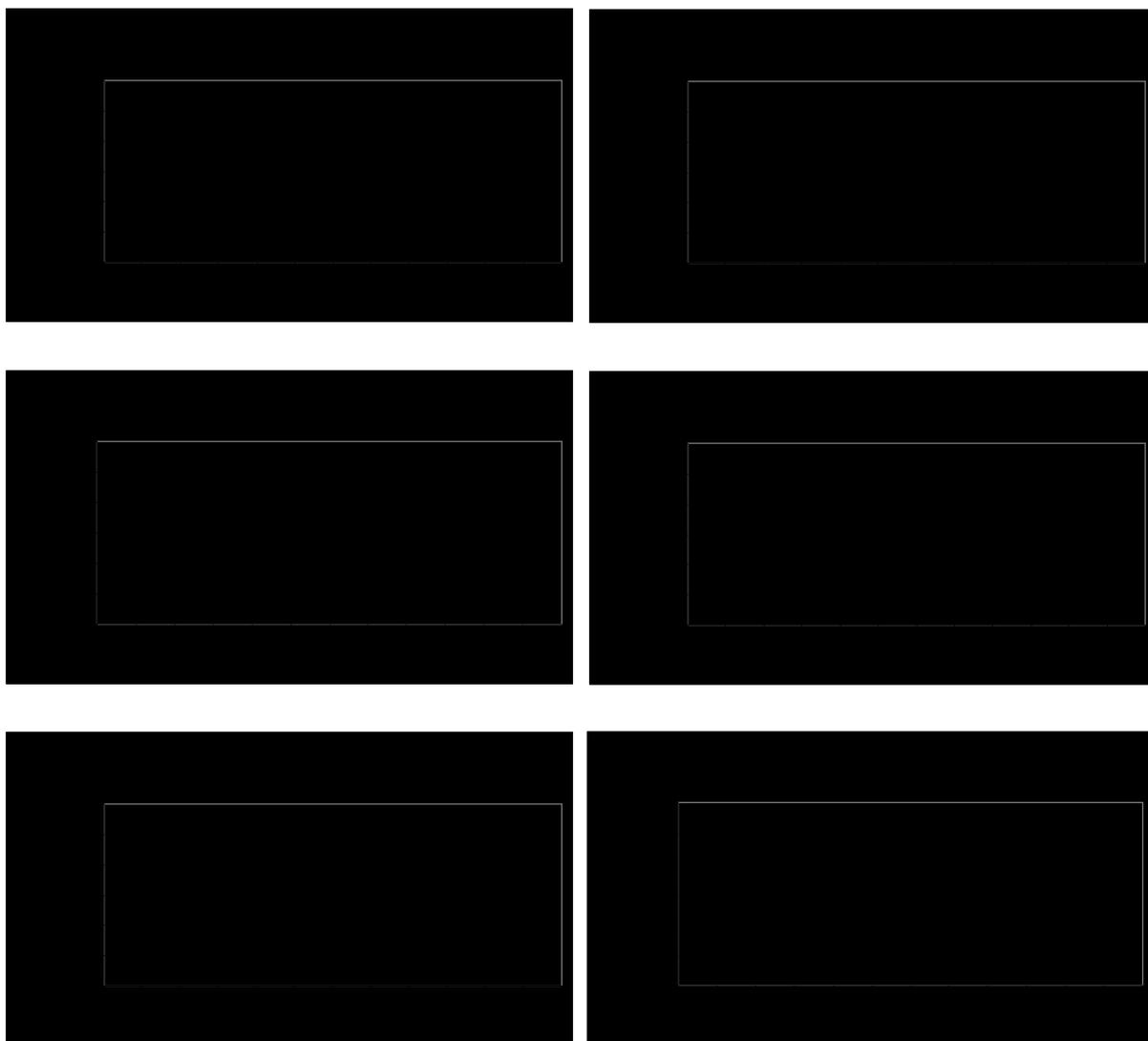
temperaturas não atingiram  $0^{\circ}\text{C}$ , fato esse devido a sua localização geográfica e a influência do Oceano amenizando as quedas bruscas de temperatura, os meses mais frios para o período de estudo foram junho, julho e agosto.



**Figura 15:** Anos com geada para a estação de Morretes.

Analisando a Figura 16, que representa a Estação de Ponta Grossa (21) localizada no Segundo Planalto, na região dos Campos Gerais, com 880 m de altitude, recebe no inverno

incurções freqüentes de massas de ar vindas do sul, os meses mais frios para o período de estudo foram junho, julho e agosto. As temperaturas negativas variam de  $-3,0^{\circ}\text{C}$  a  $-6,0^{\circ}\text{C}$ .

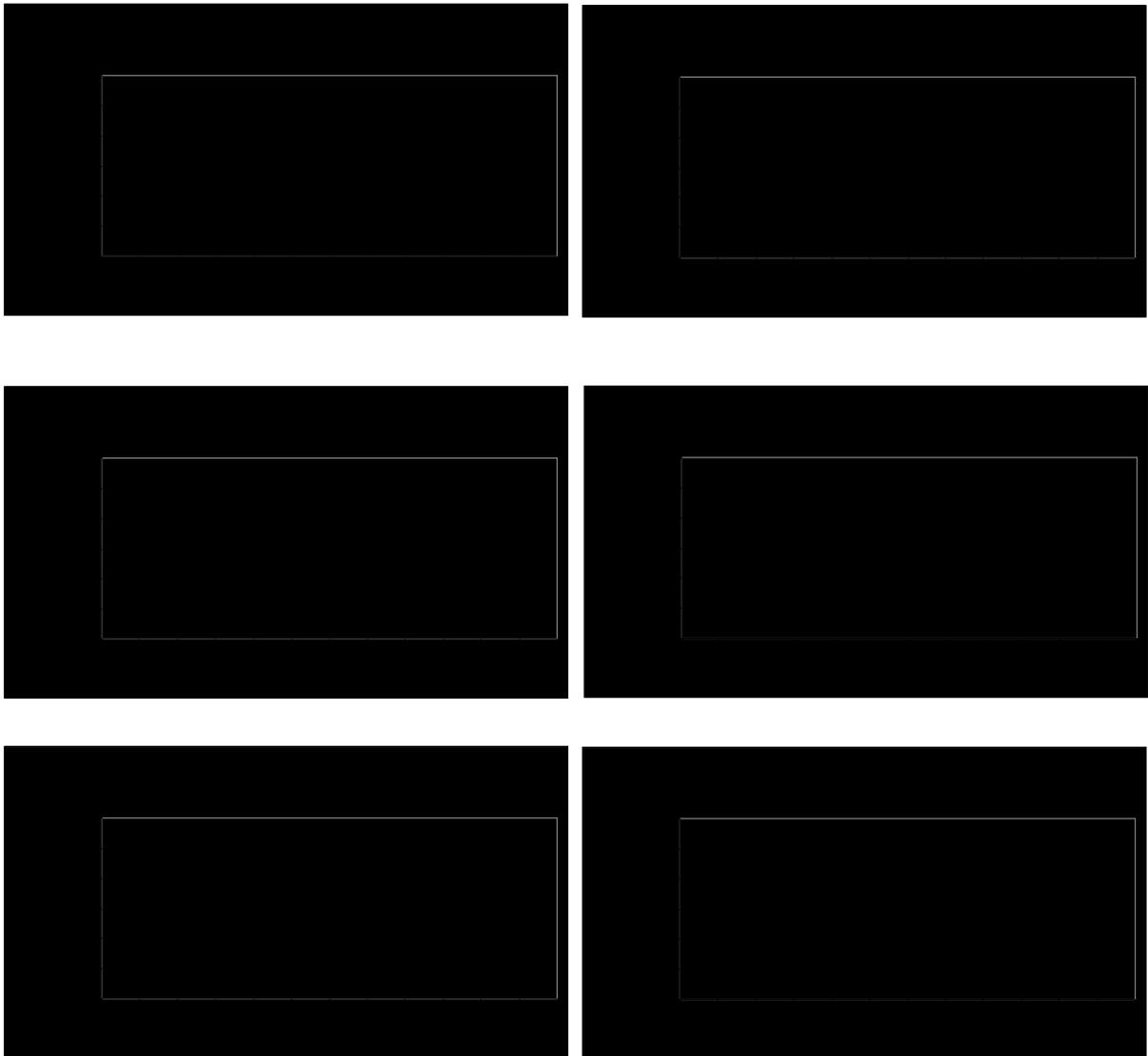


**Figura 16:** Anos com geada para a estação de Ponta Grossa.

Em relação à Figura 17, que representa a Estação de Teixeira Soares (22) também localizada na região dos Campos Gerais, devido a sua localização geográfica e sua elevada altitude

893m, recebe no inverno incursões freqüentes de massas de ar vindas do sul, os meses mais frios para o período de estudo foram junho, julho e agosto.

As menores mínimas ocorreram em julho de 1975 com valores de  $-5,7^{\circ}\text{C}$ , as maiores mínimas ocorreram em 1984 para o mês de agosto com  $-1,6^{\circ}\text{C}$ .



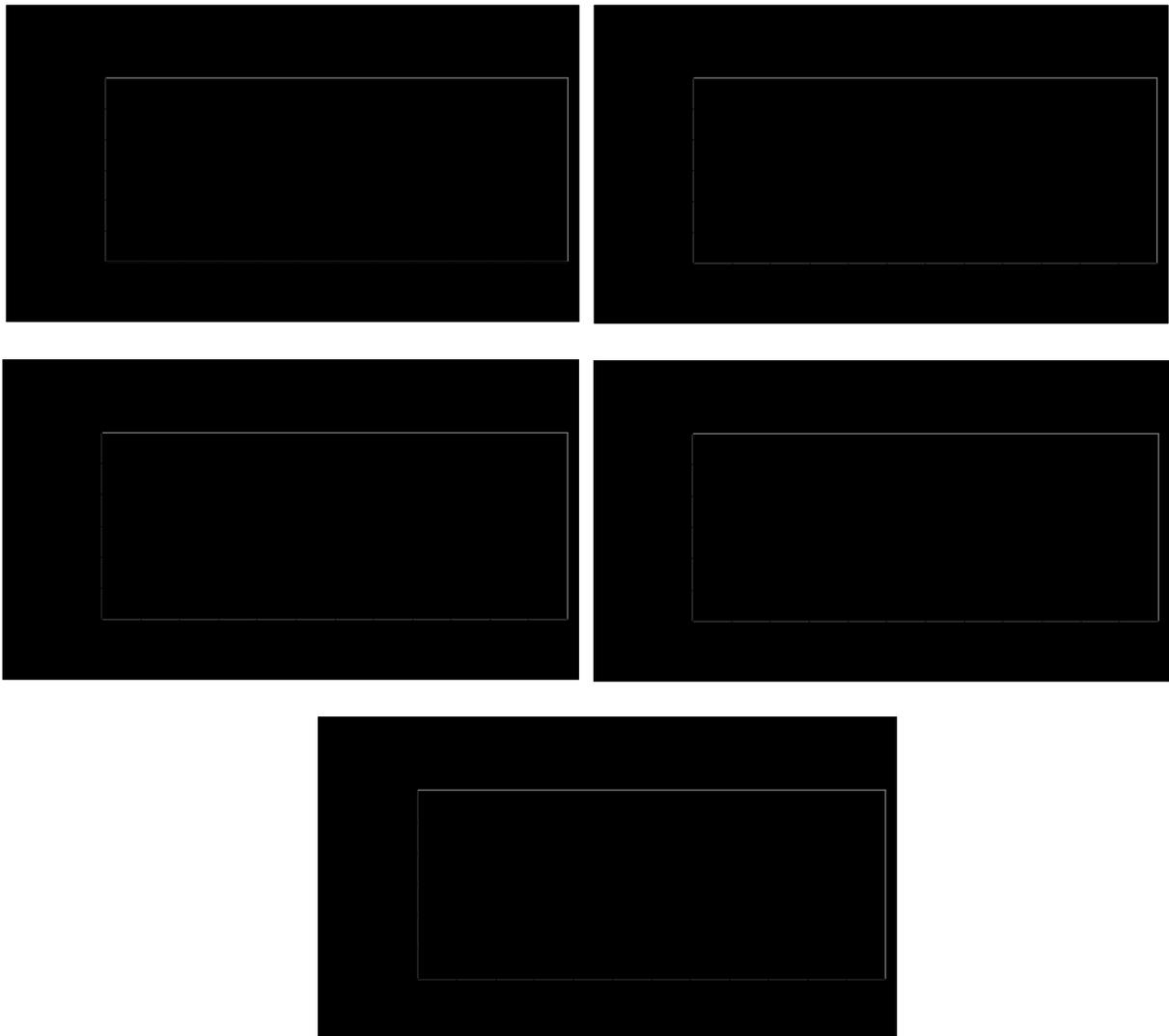
**Figura 17:** Anos com geada para a estação de Teixeira Soares.

Analisando a Figura 18, a estação de Clevelândia (28) localizada no Terceiro Planalto, devido a sua localização geográfica ao sul do Estado e sua elevada altitude de 893m, possui

invernos com ocorrência de geadas severas e freqüentes, os meses mais frios para o período de estudo foram junho, julho e agosto.

O ano de 1975 as temperaturas não ultrapassaram  $14,0^{\circ}\text{C}$  em fevereiro, as mínimas ocorreram no mês de julho com  $-5,6^{\circ}\text{C}$ , (Figura 18A).

Em relação ao ano de 1981 as temperaturas oscilaram entre  $16,0^{\circ}\text{C}$  em fevereiro e  $-2,8^{\circ}\text{C}$  para junho e julho (Figura 18B). Para o ano de 2000 as temperaturas oscilaram entre  $13^{\circ}\text{C}$  em fevereiro e  $-5,0^{\circ}\text{C}$  para julho de 2000 (Figura 18E).



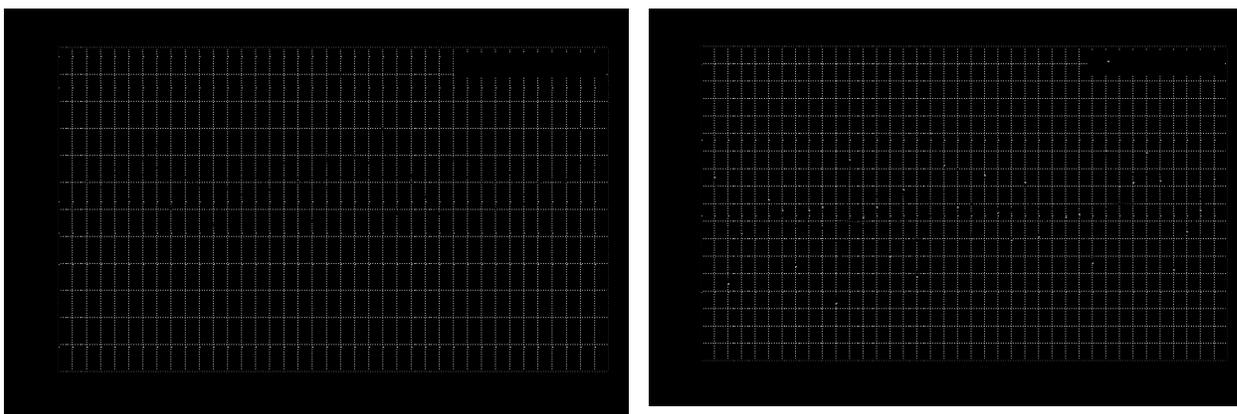
**Figura 18:** Anos com geada para a estação de Clevelândia.

## 5.6 - Análise têmporo espacial da média móvel

Analisando a Figura 19 a estação de Cambará (3) localizada a nordeste do Estado, apresentou anomalia nas temperaturas máximas nos anos de 1972, e ocorrência do fenômeno La Niña nos anos de 1985, 1988 e 2002.

As temperaturas mínimas extremas ocorreram no ano de 1975, 1981 e 2000.

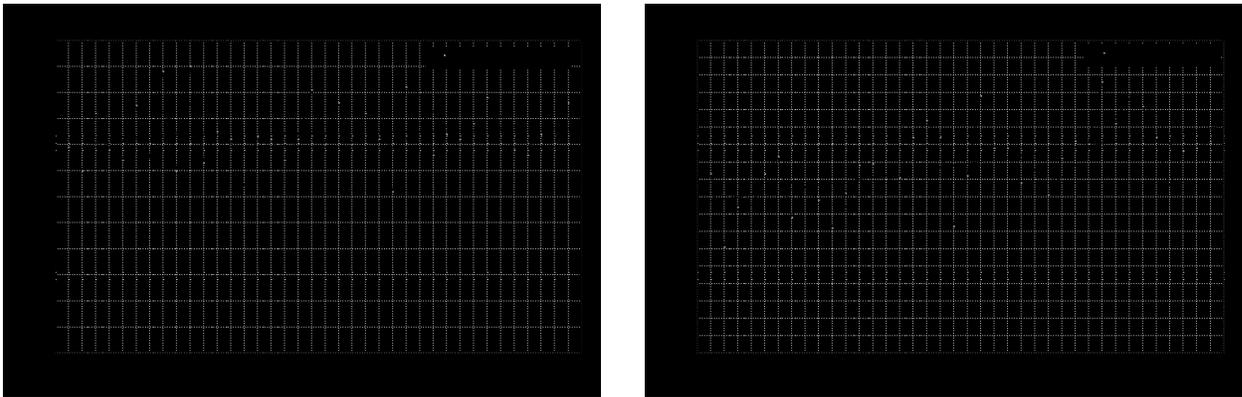
Em relação, a reta de regressão houve um aumento insignificante para as temperaturas máximas de  $0,1^{\circ}\text{C}$ , as temperaturas mínimas tiveram aumento de  $1,8^{\circ}\text{C}$ .



**Figura 19** – Média móvel e reta de regressão linear de temperatura máxima extrema à esquerda e temperatura mínima extrema à direita para a estação de Cambará no período de 1966-2003.

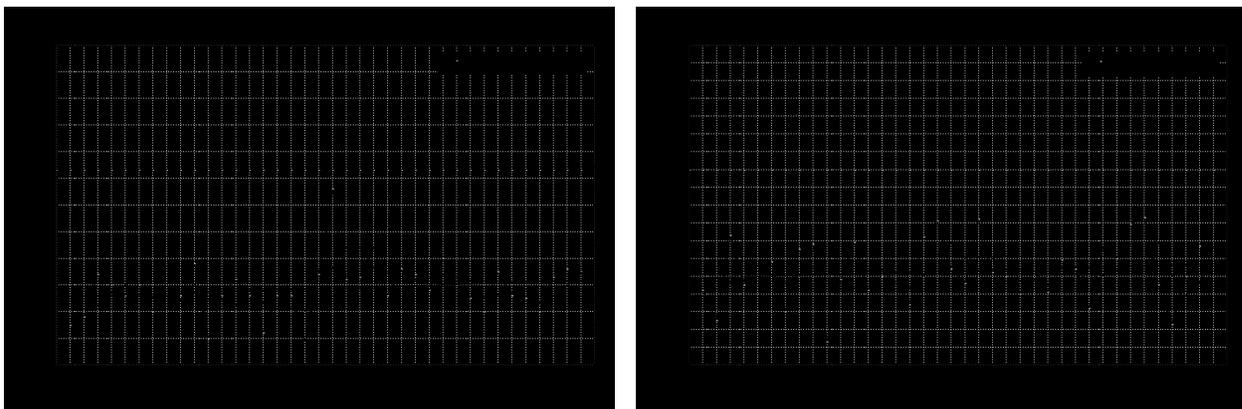
A estação de Morretes (17) localizada a leste do Estado apresentou temperaturas máximas extremas para os anos de 1973 e 1975 (Figura 20), apresentando situação inversa em relação às demais estações que tiveram temperaturas elevadas em 1985, às temperaturas mínimas extremas apresentam temperaturas menores para o ano de 1967 e 1984. Em relação à reta de regressão mostrou uma pequena elevação de  $0,3^{\circ}\text{C}$  para a temperatura máxima e um aumento significativo para a temperatura mínima de  $4,3^{\circ}\text{C}$ .

Observou-se que o efeito da maritimidade se faz presente, amenizando as alterações bruscas de temperatura em relação à máxima e as mínimas.



**Figura 20** – Média móvel e reta de regressão linear de temperatura máxima extrema à esquerda e temperatura mínima extrema à direita para a estação de Morretes no período de 1966-2003.

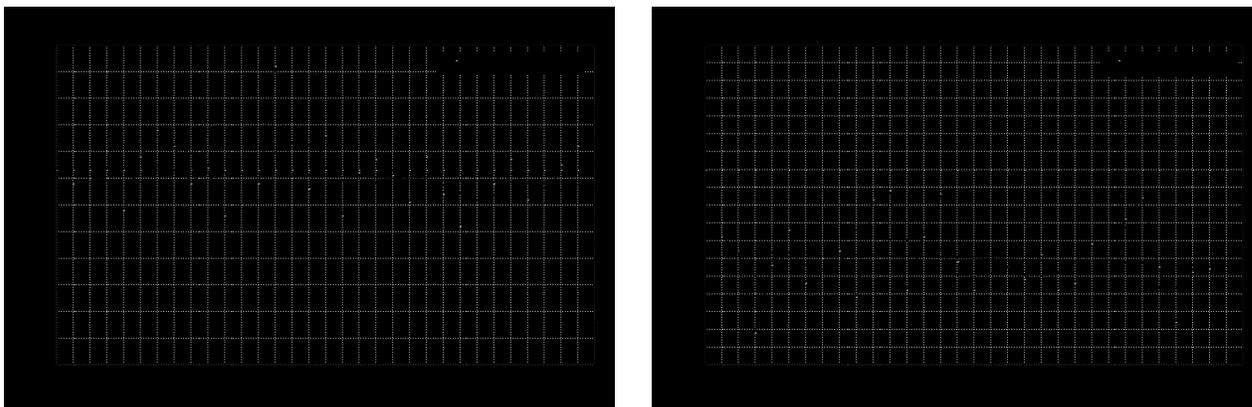
Analisando a Figura 21, é possível observar a ocorrência do fenômeno La Niña para as temperaturas máximas extremas em 1985. Para as temperaturas mínimas os anos de 1975 e 2000 foram os mais representativos para a estação de Teixeira Soares (22). Em relação à reta de regressão observou-se um aumento de  $0,5^{\circ}\text{C}$  na temperatura máxima, e aumento de  $0,9^{\circ}\text{C}$  para as mínimas.



**Figura 21**– Média móvel e reta de regressão linear de temperatura máxima extrema à esquerda e temperatura mínima extrema à direita para a estação de Teixeira Soares no período de 1966-2003.

O fenômeno La Niña de 1985, influenciou as temperaturas máximas extremas também para a estação de Palotina (15) a oeste do Estado, e temperaturas mínimas extremas nos anos de 1975 e 2000, o mesmo padrão ocorreu na estação de Teixeira Soares (22). Entretanto Palotina apresentou

situação inversa em relação a demais estações com diminuição na temperatura máxima de  $0,8^{\circ}\text{C}$ , e  $0,9^{\circ}\text{C}$  para a temperatura mínima (Figura 22).

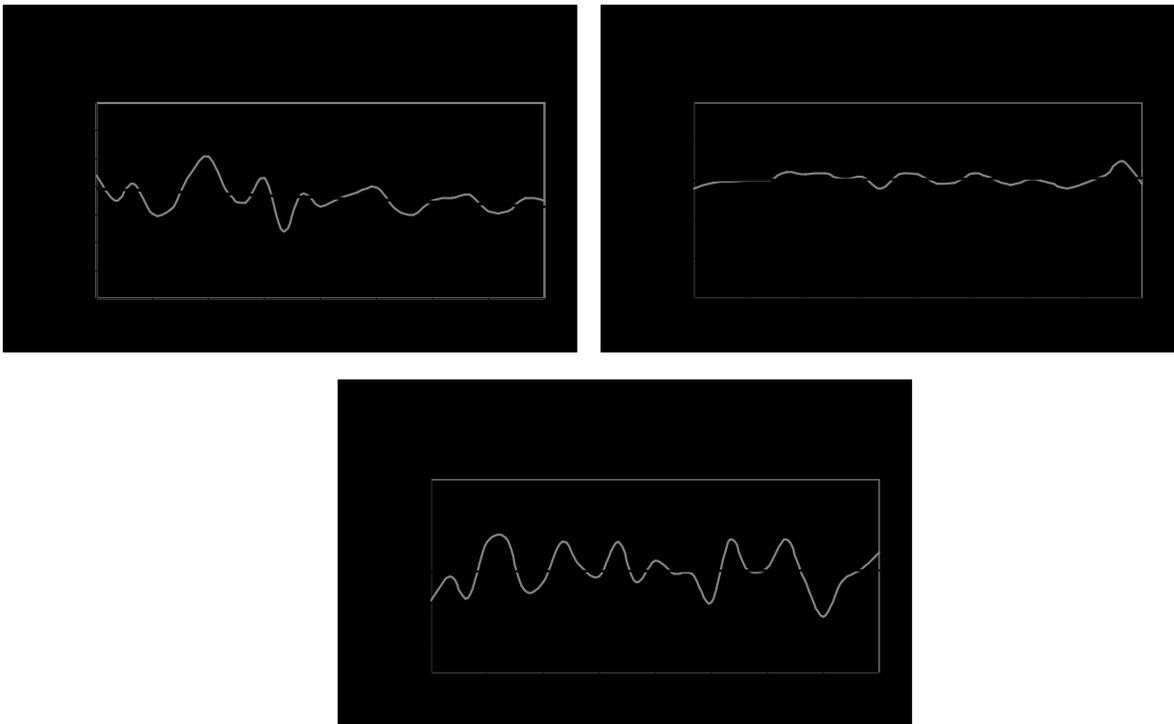


**Figura 22** – Média móvel e reta de regressão linear de temperatura máxima extrema à esquerda e temperatura mínima extrema à direita para a estação de Palotina no período de 1973-2003.

### 5.7. Análise das retas de tendência

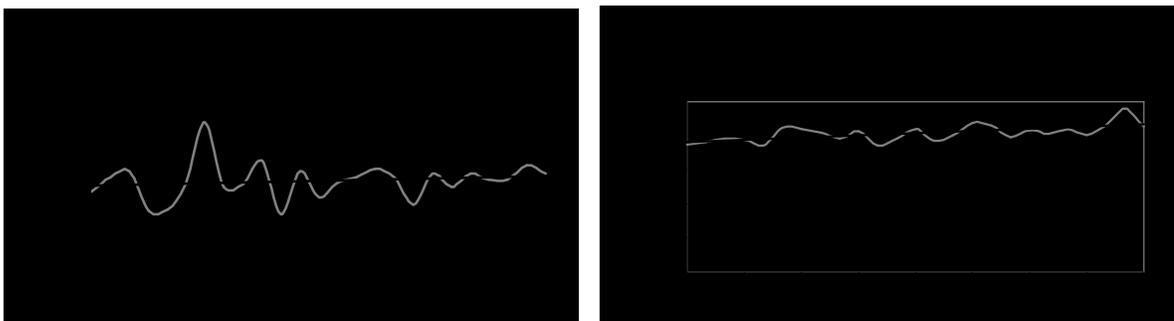
No início de seu povoamento em 1890 o Paraná possuía 83,41% de cobertura vegetal nativa, no último censo de 2000 restaram apenas 2,47% de mata nativa. Aliado ao desmatamento o Estado apresentou uma população de 9.492.790 de habitantes, quase 80% dos paranaenses vivem na zona urbana, a expansão das áreas urbanas provoca modificações significativas na paisagem natural e contribuem para a modificação do clima nas cidades.

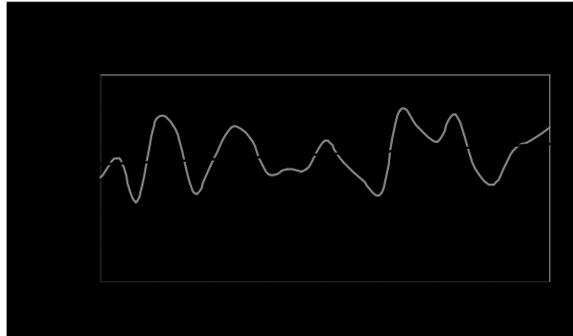
Os resultados encontrados na Figura 23A apresentaram temperatura máxima no ano de 1985, com decréscimo nas temperaturas até o ano de 2003, e declínio na reta de tendência de aproximadamente  $1,5^{\circ}\text{C}$ , a média para a estação Joaquim Távora (2) é de  $21,1^{\circ}\text{C}$ , houve uma certa homogeneidade até o ano 2000 apresentando aumento na temperatura no ano de 2002, a reta de tendência manteve-se constante para as temperaturas médias e mínimas Figura 23B e 23C, as temperaturas mínimas ocorreram no ano de 2000.



**Figura 23** - Evolução temporal e reta de tendência – 1979-2003, para Joaquim Távora.

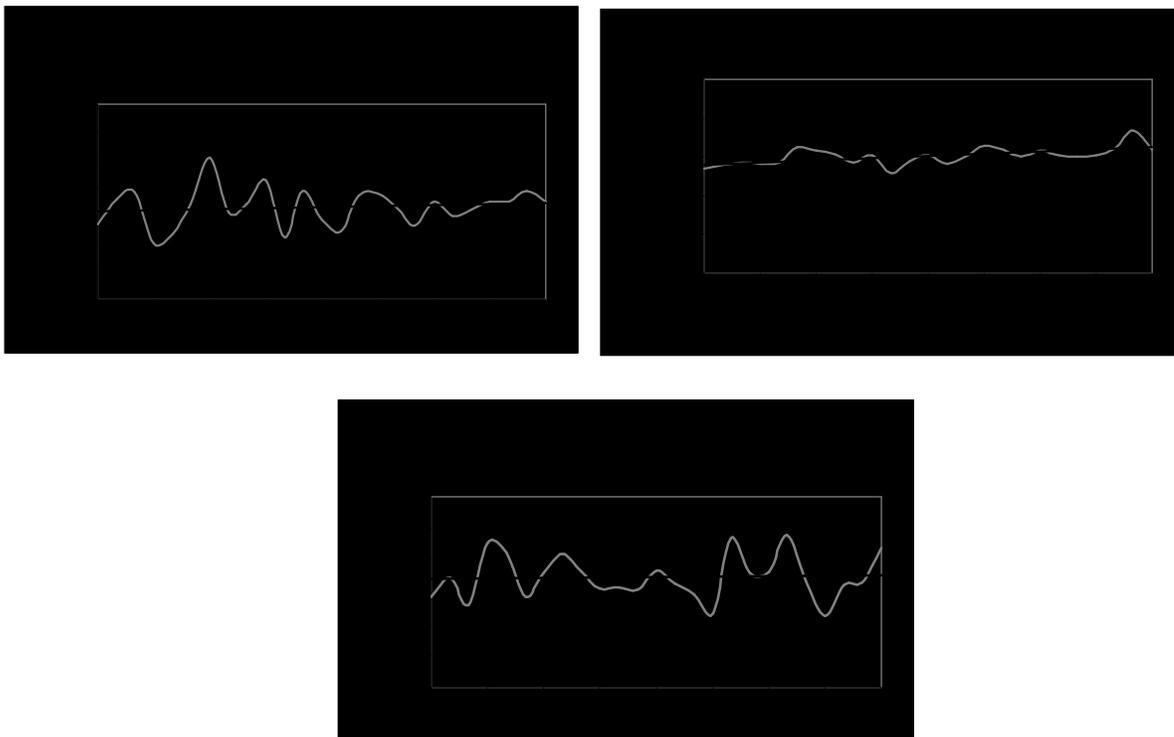
Analisando a estação de Maringá (5) representada pela Figura 24A a temperatura máxima ocorreu no ano de 1985, com tendência de aproximadamente  $0,5^{\circ}\text{C}$ , dentre todas as estações estudadas as maiores temperaturas médias ocorreram nesta estação com valores de  $23,1^{\circ}\text{C}$ , houve um aumento aproximado de  $1^{\circ}\text{C}$  na reta de tendência de acordo com a Figura 24B, os menores valores de temperatura mínima ocorreram nos anos de 1981, 1984, 1994 e 2000 conforme a Figura 24C.





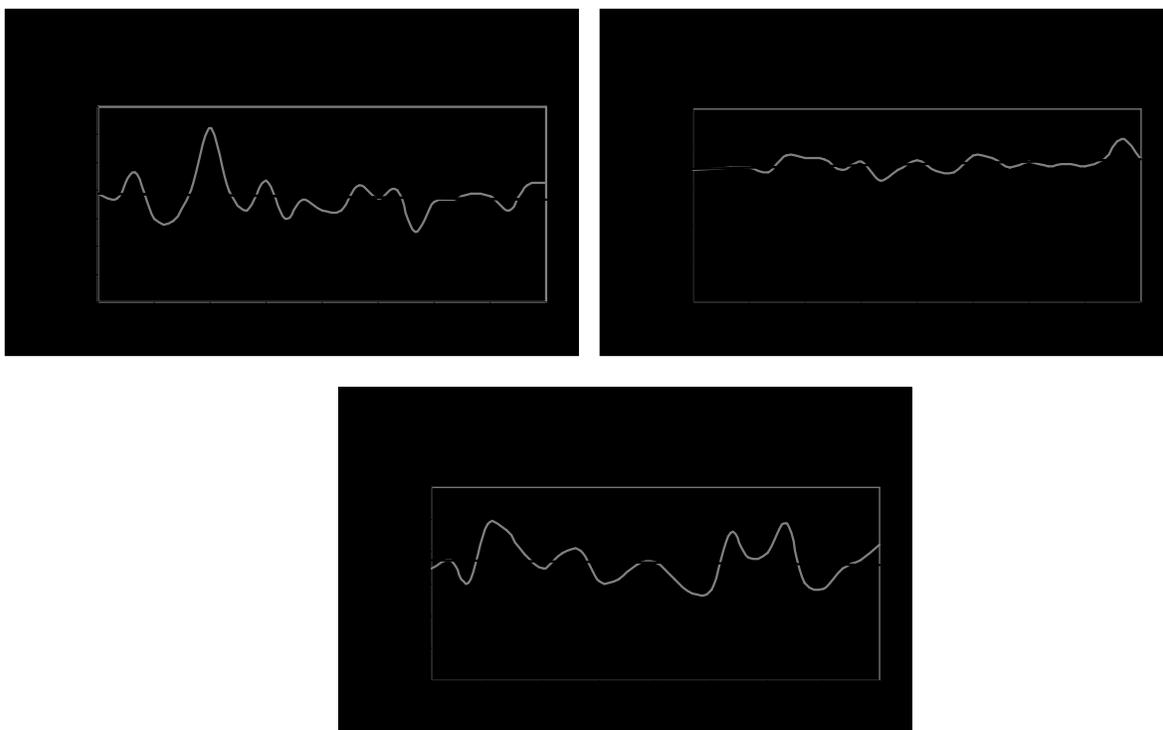
**Figura 24** – Evolução temporal e reta de tendência – 1979-2003, para Maringá.

Na estação de Londrina (6) as temperaturas máximas extremas ocorreram também no ano de 1985, com valores de  $39,2^{\circ}\text{C}$  (Figura 25A), a temperatura média foi de  $21,0^{\circ}\text{C}$  (Figura 25B). As menores temperaturas ocorreram no ano de 2000 com valores de  $-1,3^{\circ}\text{C}$  (Figura 25C). Com relação à reta de tendência as temperaturas máximas médias e mínimas tiveram uma elevação de aproximadamente  $0,5^{\circ}\text{C}$  para o período em estudo, esse aumento da temperatura pode ter ocorrido devido ao aumento da área urbana e da concentração populacional.



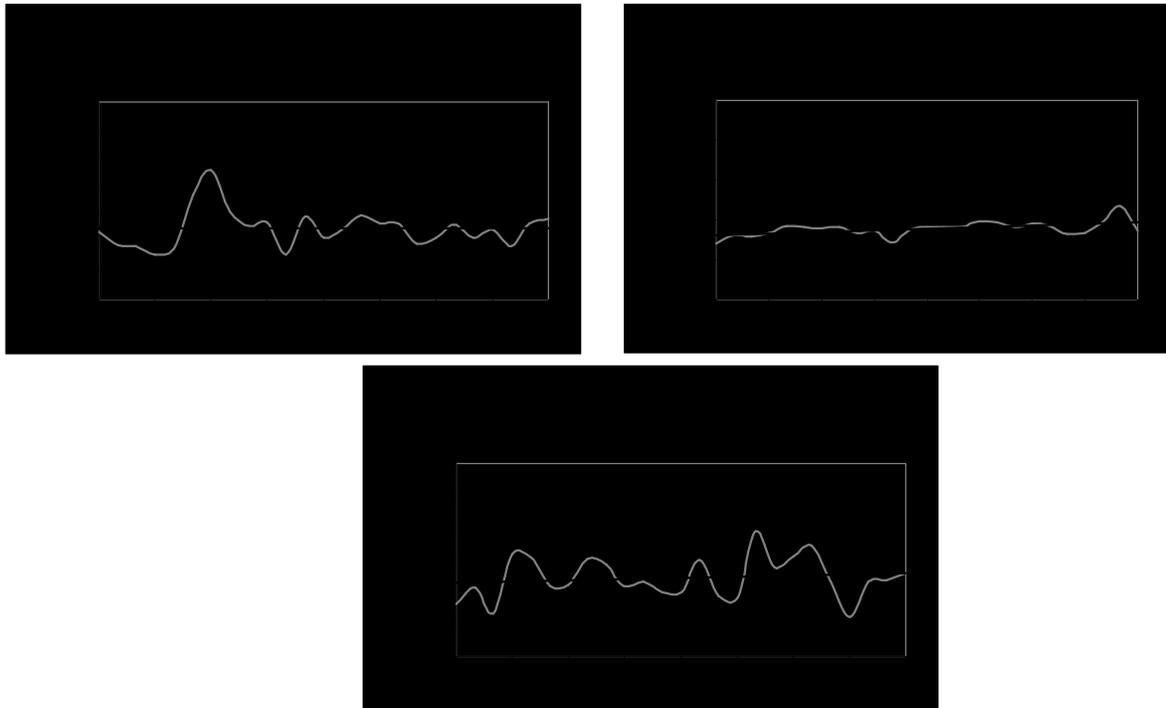
**Figura 25** - Evolução temporal e reta de tendência – 1979-2003, para Londrina.

Para a estação de Paranavaí (9) o fenômeno La Niña também foi significativo para o ano de 1985, dentre as estações estudadas os maiores valores foram observadas nesta estação com temperatura extrema de 41,5°C, e queda na reta de tendência, conforme a Figura 26A, a temperatura média para o período foi de 22,2°C com pouca elevação na reta de tendência (Figura 26B), as temperaturas mínimas extremas ocorreram no ano de 1994 e 2000, com declínio insignificante para a reta de tendência (Figura 26C).



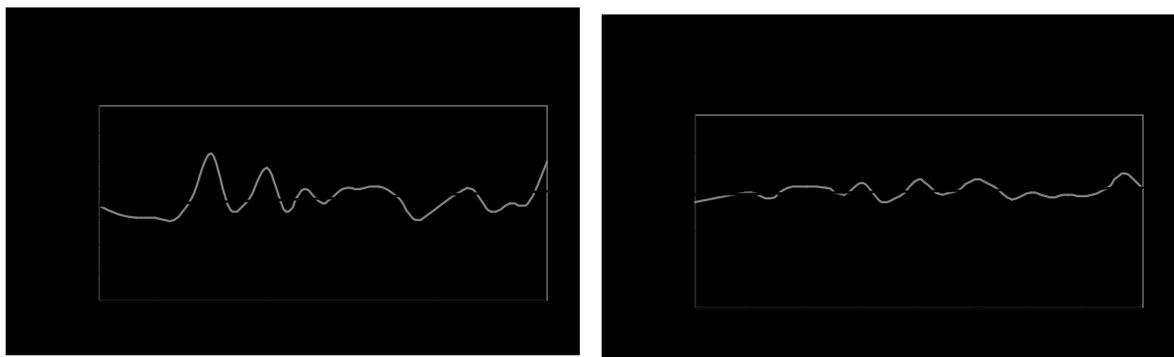
**Figura 26** - Evolução temporal e reta de tendência – 1979-2003, para Paranavaí.

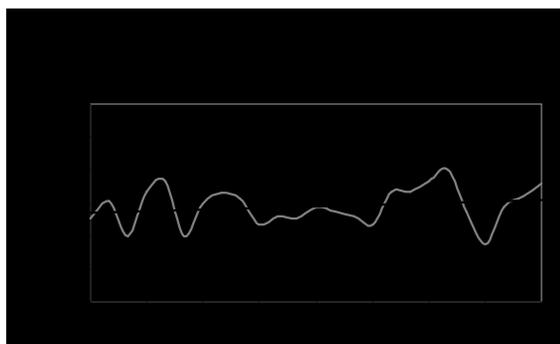
Os resultados encontrados na Figura 27A apresentaram temperatura máxima no ano de 1985, com variabilidade de 3°C para o período de estudo, a média para a estação de Telêmaco Borba (13) é de 18,6°C, houve uma certa homogeneidade até o ano 2000 apresentando aumento na temperatura no ano de 2002, em relação à reta de tendência observou-se um aumento de aproximadamente 0,3°C para as temperaturas médias e mínimas (Figuras 27B e 27C) as menores temperaturas mínimas ocorreram no ano de 2000 e 1981 de acordo com a Figura 27C.



**Figura 27** - Evolução temporal e reta de tendência – 1979-2003, para Telêmaco Borba.

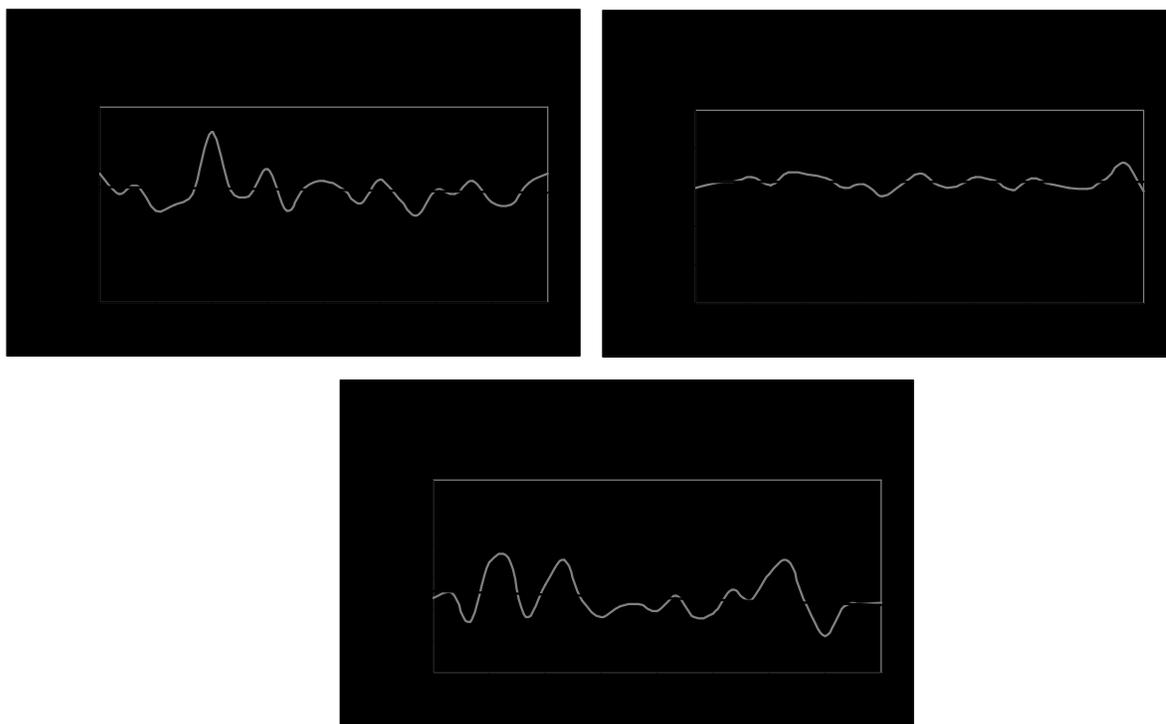
Nova Cantu (14), representado pela Figura 28A, as temperaturas máximas extremas ocorreram no ano de 1985, a temperatura média da estação é de 21°C (Figura 28B), a mínima extrema ocorreu no ano de 2000 (Figura 28C). Em relação à reta de tendência mostrou um aumento 1°C a 0,5°C em todas as Figuras analisadas no período de estudo de 1979-2003.





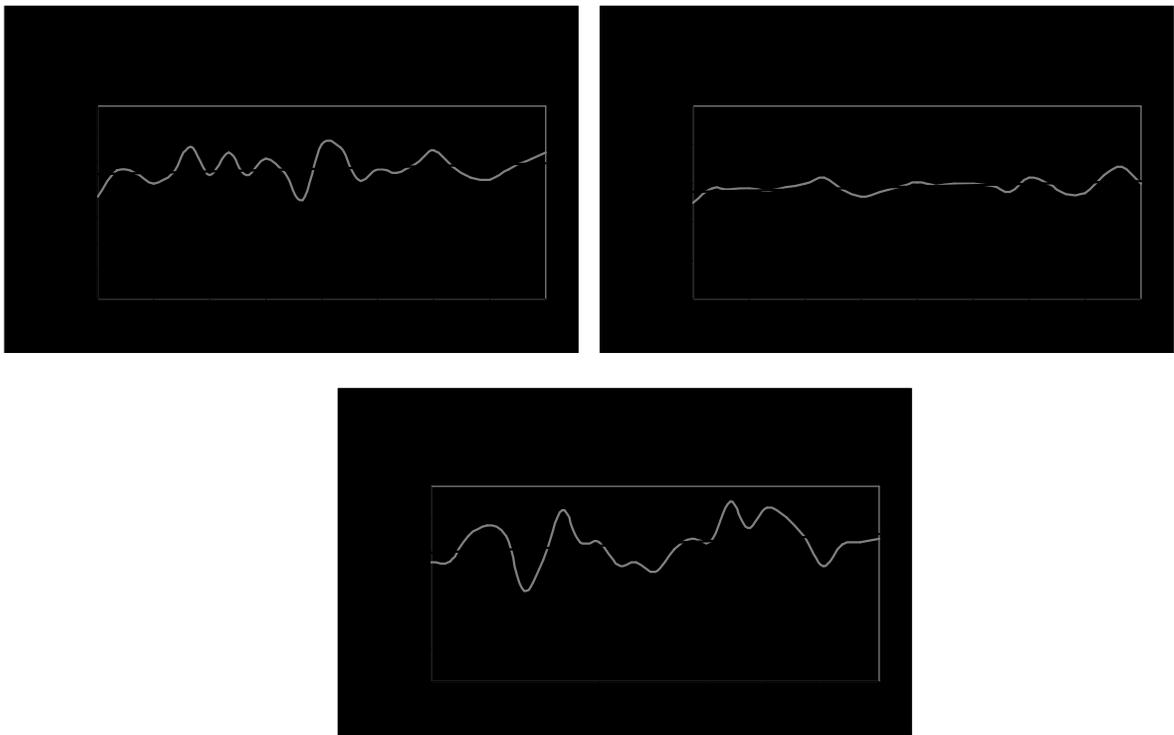
**Figura 28** - Evolução temporal e reta de tendência – 1979-2003, para Nova Cantu.

Entre as 30 estações estudadas Palotina (15) foi à única que teve declínio na reta de tendência nas temperaturas máximas e mínimas. O fenômeno La Niña também atuou em 1985, com valores de  $41,2^{\circ}\text{C}$  (Figura 29A), a temperatura média para a estação foi de  $21,3^{\circ}\text{C}$  mantendo-se constante para o período de estudo com pequena elevação para o ano de 2002 (Figura 29B). Em relação às temperaturas mínimas o ano de 2000 foi o mais frio com valor de  $-4,6^{\circ}\text{C}$  e declínio na reta de tendência de aproximadamente  $1^{\circ}\text{C}$ , de acordo com a Figura 29C.



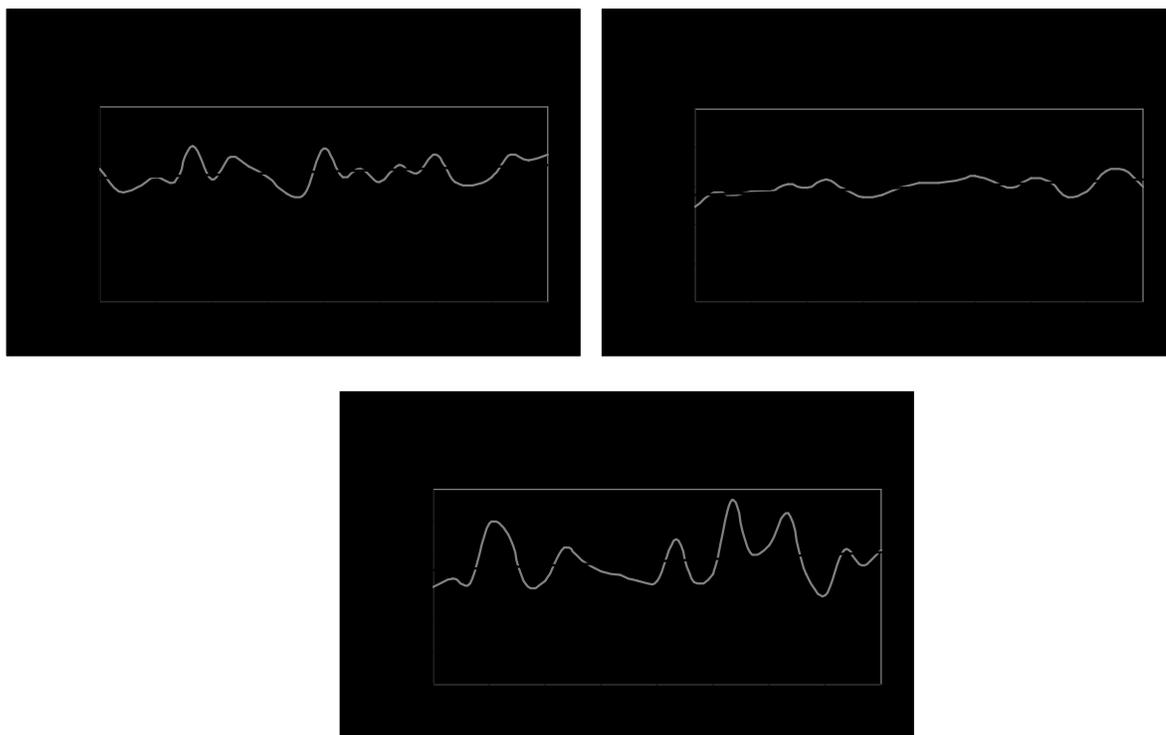
**Figura 29** – Evolução temporal e reta de tendência – 1979-2003, para Palotina.

Devido a sua localização litorânea observou-se na estação de Morretes (17) padrão diferenciado das demais estações apresentando temperatura máxima em 1991 ( $40,2^{\circ}\text{C}$ ), e aumento na reta de tendência de aproximadamente  $0,5^{\circ}\text{C}$  (Figura 30A), em relação às temperaturas médias da estação apresentou valores de  $19,8^{\circ}\text{C}$  e aproximadamente  $0,5^{\circ}\text{C}$  de aumento na reta de tendência (Figura 30B). Morretes apresentou em 1984 a menor temperatura mínima  $0,3^{\circ}\text{C}$ . Em relação à reta de tendência verificou-se um aumento aproximado de  $1,5^{\circ}\text{C}$  nas temperaturas mínimas extremas para o período em estudo (Figura 30C).



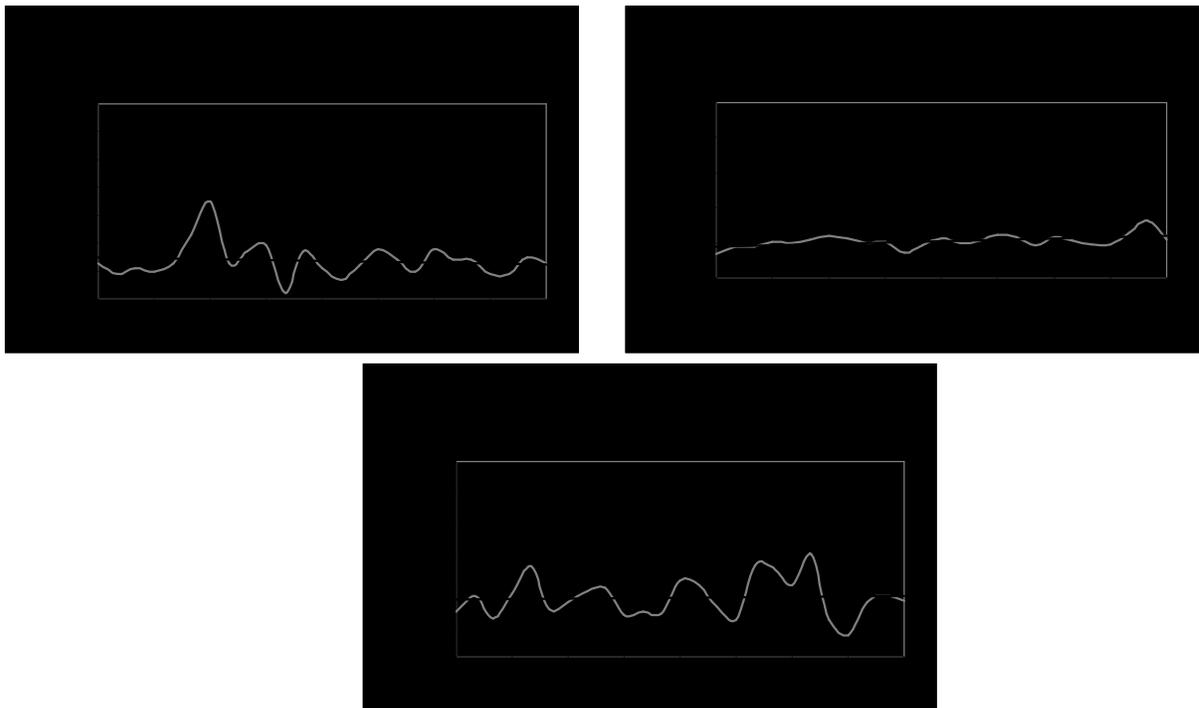
**Figura 30** - Evolução temporal e reta de tendência – 1979-2003, para Morretes.

De forma geral ocorre o mesmo padrão das temperaturas nas estações litorâneas, Guaraqueçaba (18) apresentou temperatura de  $37,8^{\circ}\text{C}$  para 1985, as temperaturas máximas ocorreram no ano de 1984, com valores de  $40,2^{\circ}\text{C}$  com aumento de aproximadamente  $0,5^{\circ}\text{C}$  na reta de tendência (Figura 31A). A média da estação é de  $21^{\circ}\text{C}$ , com aproximadamente  $0,5^{\circ}\text{C}$  de elevação na reta de tendência (Figura 31B), Guaraqueçaba apresentou para o ano de 2000, temperatura mínima de  $0,2^{\circ}\text{C}$  sem ocorrência do fenômeno geada, em relação à reta de tendência apresentou aumento de aproximadamente  $1,5^{\circ}\text{C}$  (Figura 31C).



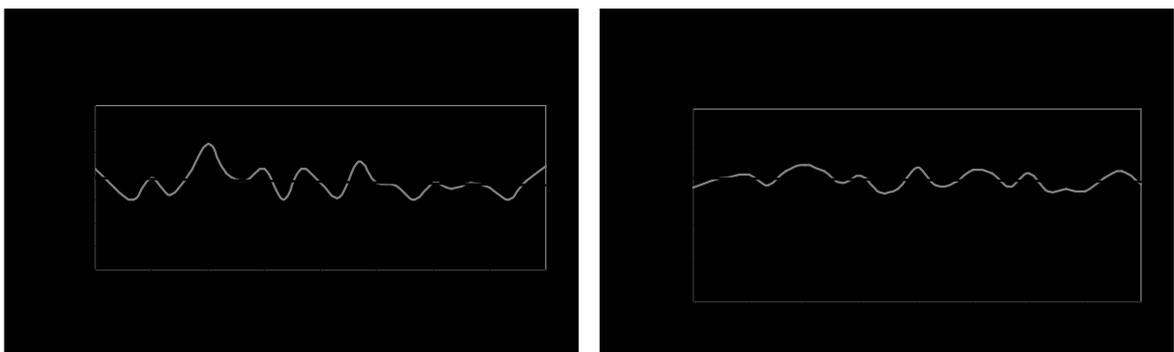
**Figura 31** - Evolução temporal e reta de tendência – 1979-2003, para Guarapuava.

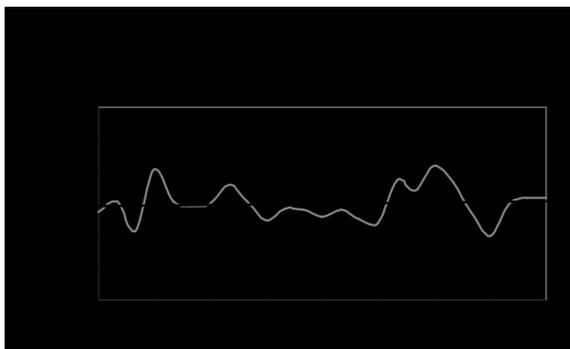
A estação de Guarapuava (23) representada pela Figura 32 apresentou como nas demais estações temperaturas máximas extremas de 36°C para o ano de 1985 com pouca variabilidade na década de 90, no entanto na reta de tendência apresentou um pequeno declínio nas temperaturas máximas (Figura 32A), a temperatura média da estação apresentou pouca variabilidade durante os anos estudados com valores de 17,1°C com pequena elevação nas temperaturas no ano de 2002, na reta de tendência verificou-se um aumento pouco significativo (Figura 32B). Em relação à temperatura mínima extrema os menores valores foram observados no ano de 2000 com -6°C, com aumento pouco significativo na reta de tendência (Figura 32C).



**Figura 32** - Evolução temporal e reta de tendência – 1979-2003, para Guarapuava.

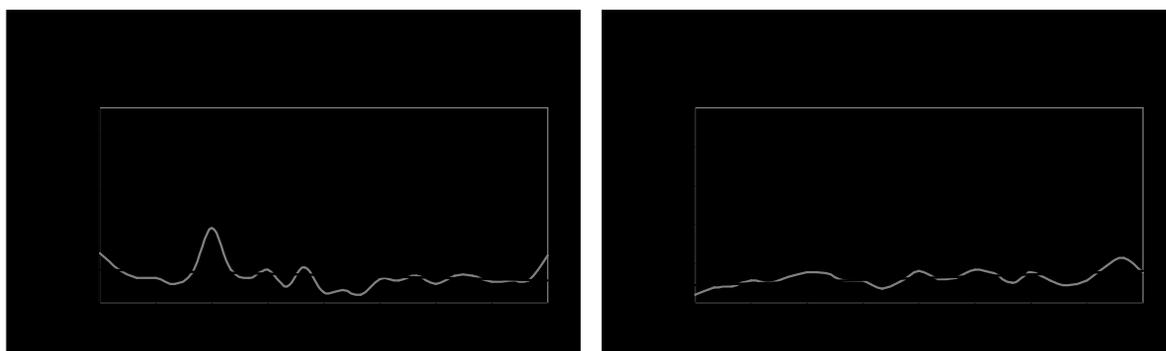
O comportamento da temperatura na estação de Planalto (25), de acordo com a Figura 33 segue o mesmo padrão das demais estações com temperaturas máximas de  $39,8^{\circ}\text{C}$  para o ano de 1985, apresentando declínio de aproximadamente  $0,5^{\circ}\text{C}$  na reta de tendência (Figura 33A), a temperatura média da estação é de  $21,3^{\circ}\text{C}$  também com pequeno declínio na reta de tendência (Figura 33B), observou-se as menores temperaturas mínimas no ano 2000 com  $-2^{\circ}\text{C}$ , sem variação na reta de tendência (Figura 33C).

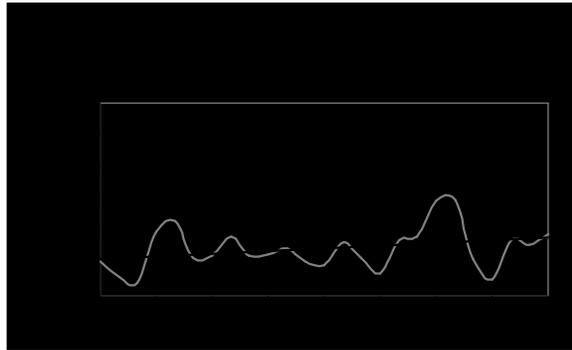




**Figura 33** - Evolução temporal e reta de tendência – 1979-2003, para Planalto.

As menores temperaturas do Estado ocorreram na estação de Palmas (27), fato esse devido as freqüentes entradas de massas de ar polares atuantes no período de junho, julho e agosto, associadas a sua latitude e orografia. Em relação às temperaturas máximas, o ano 1985 foi o mais quente  $34,4^{\circ}\text{C}$ , em relação à reta de tendência houve um pequeno declínio nas temperaturas máximas. (Figura 34A), a temperatura média foi de  $16,3^{\circ}\text{C}$ , com elevação na reta de tendência de aproximadamente  $0,5^{\circ}\text{C}$  (Figura 34B), apresentando temperatura em elevação na reta de tendência para o período em estudo. Analisando a Figura 34C a menor temperatura ocorreu nesta estação no ano de 1981 com valores de  $-6,8^{\circ}\text{C}$ , com aumento na reta de tendência de aproximadamente  $1,5^{\circ}\text{C}$  (Figura 34C).

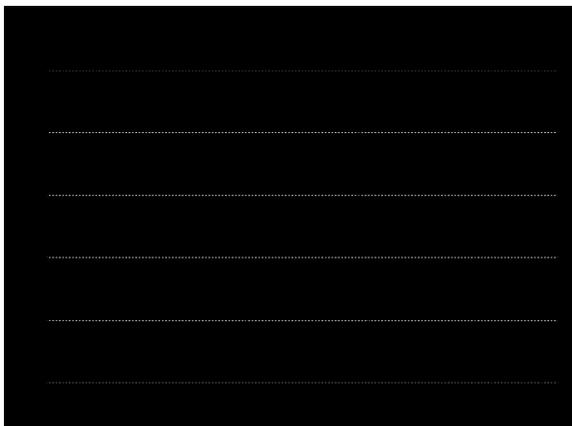




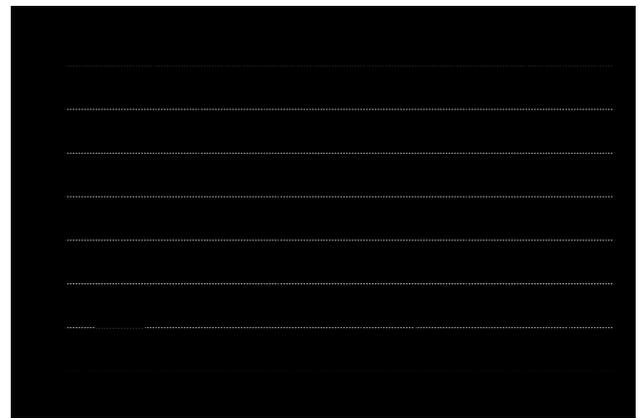
**Figura 34** - Evolução temporal e reta de tendência – 1979-2003, para Palmas.

### **5.8 Análise da evolução temporal da temperatura extrema máxima e mínima associada ao índice de anomalia da Temperatura da Superfície do Mar (TSM)**

Utilizou-se como critério para o corte subjetivo do dendograma os grupos que apresentaram maior coerência com as unidades morfoestruturais da área de estudo, como mostram as Figuras 35 e 36.



**Figura 35** – Dendograma da temperatura extrema máxima.



**Figura 36** – Dendograma da temperatura extrema mínima.

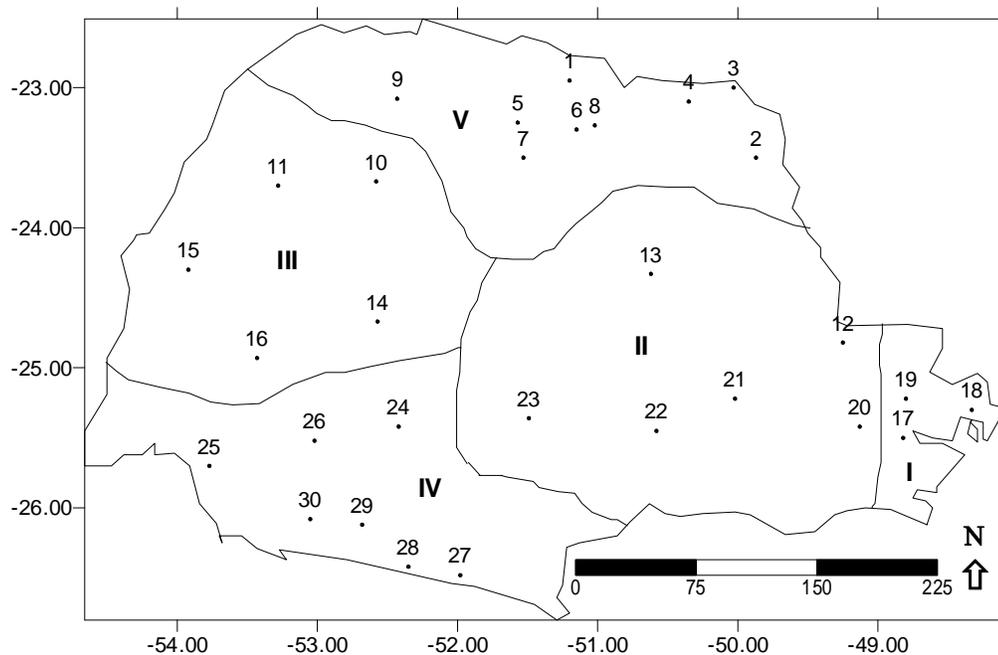
A partir desse agrupamento geraram-se cinco grupos homogêneos de temperatura extrema máxima e mínima anual para o Estado. De acordo com o Mapa 18, as seguintes estações de temperatura máxima extrema, fazem parte do grupo I Morretes (17), Guaraqueçaba (18) e Antonina (19).

O grupo II abrange as estações Cerro Azul (12), Telêmaco Borba (13), Piraquara (20), Vila Velha (21), Teixeira Soares (22), Guarapuava (23) e Planalto (25).

O grupo III abrange as estações de Umuarama (11), Nova Cantu (14), Cascavel (16), Laranjeiras do Sul (24), Clevelândia (28), Pato Branco (29) e Francisco Beltrão (30).

O grupo IV abrange as estações de Cianorte (10), Palotina (15), Usina Salto Osório (26) e Palmas (27).

O grupo V abrange as estações de Bela Vista do Paraíso (1), Joaquim Távora (2), Cambará (3), Bandeirantes (4), Maringá (5), Londrina (6), Apucarana (7), Ibiporã (8) e Paranaíba (9).



**Mapa 18-** Áreas homogêneas temperatura extrema máxima.

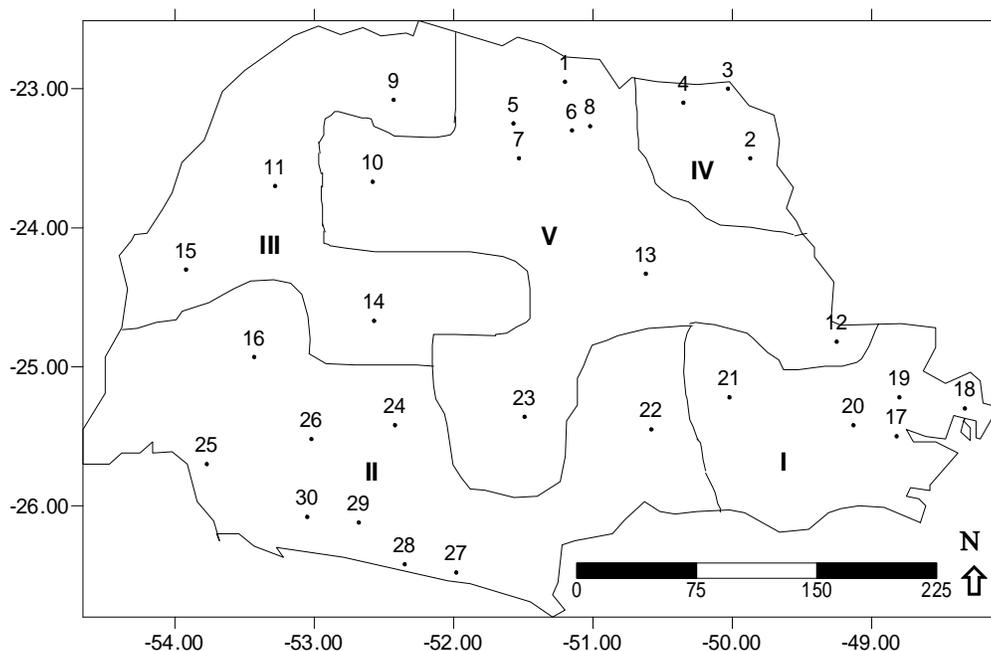
De acordo com o Mapa 19, em relação às temperaturas mínimas extremas as estações que fazem parte do grupo I são: Morretes (17), Guaraqueçaba (18) e Antonina (19), Piraquara (20) e Vila Velha (21).

O grupo II abrange as estações de Cascavel (16), Teixeira Soares (22), Laranjeiras do Sul (24), Planalto (25), Palmas (27), Clevelândia (28) e Pato Branco (29).

O grupo III abrange as estações de Paranaíba (9), Umuarama (11), Nova Cantu (14), Palotina (15), Usina Salto Osório (26) e Francisco Beltrão (30).

O grupo IV abrange as estações de Joaquim Távora (2), Cambará (3) e Bandeirantes (4).

O grupo V abrange as estações de Bela Vista do Paraíso (1), Maringá (5), Londrina (6), Apucarana (7), Ibiporã (8), Cianorte (10), Cerro Azul (12), Telêmaco Borba (13) e Guarapuava (23).



**Mapa 19-** Áreas homogêneas temperatura extrema mínima.

A seguir, foram escolhidas, aleatoriamente, uma estação por grupo. São elas: estações de Cambará (3) localizada a nordeste do Estado, Telêmaco Borba (13) no centro leste, Palotina (15) a oeste, Morretes (17) no litoral e Palmas (27) ao sul do referido Estado.

O índice de anomalia da temperatura da superfície do mar (TSM) do Oceano Pacífico, foi correlacionada com a temperatura máxima e mínima mensal para alguns eventos do fenômeno El Niño (1982/83, 1997/98) e La Niña (1985, 1988, 2001/02,) e o ano de 1984 sem ocorrência de anomalia (Figuras 37, 38, 39, 40, e 41).

Nos invernos dos anos de 1982-83 e 1997-98, o El Niño provocou um aumento de 4°C a 5,5°C nas águas do Oceano Pacífico. Esse aumento provocou mudanças na circulação atmosférica e elevou a precipitação nas estações analisadas, com isso as temperaturas máximas e mínimas estiveram abaixo da média climatológica.

Analisando a estação de Cambará (3) de acordo com a Figura 37, observou-se no evento de El Niño 1982/83 (37A), a temperatura máxima ocorreu no mês de novembro de 1982, 37,0°C a mínima de 4,2°C em junho de 1983 com anomalia positiva 5,1°C em junho de 1983.

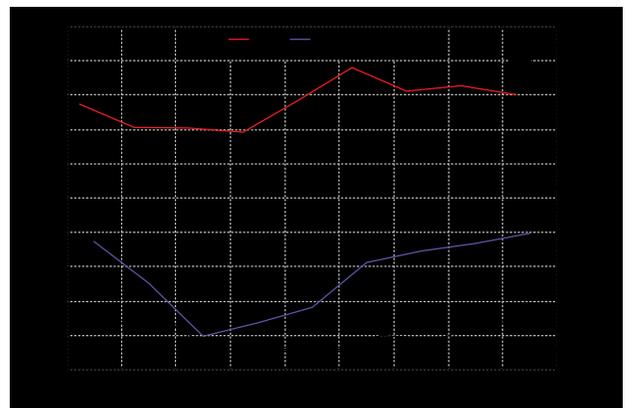
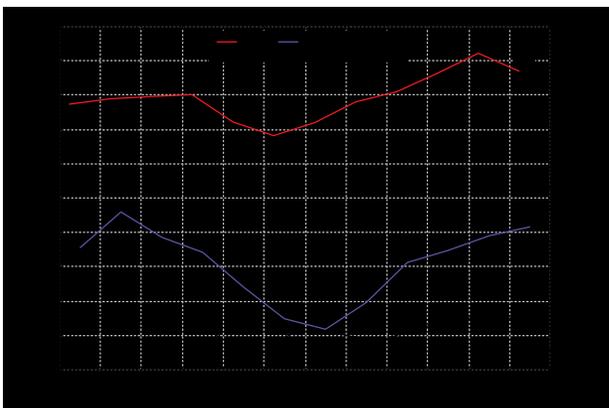
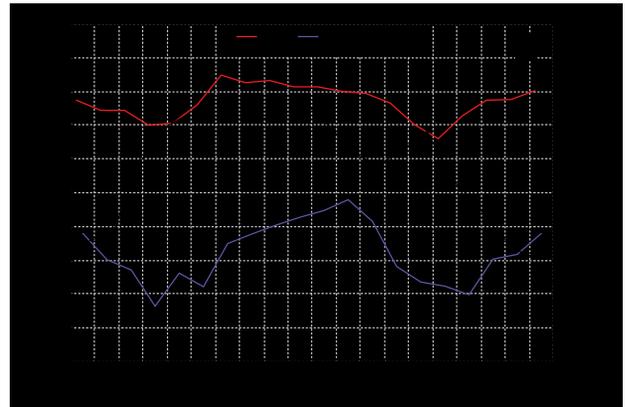
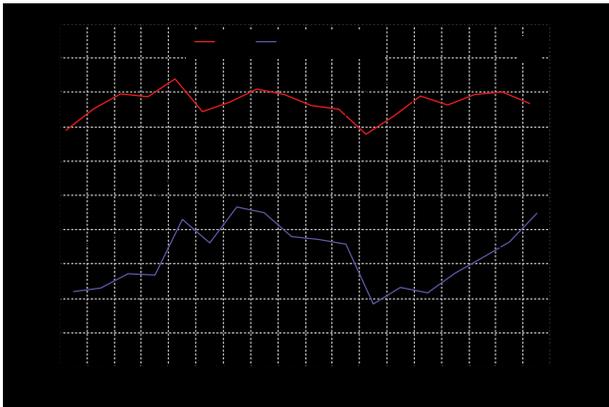
Entretanto o evento El Niño 1997/98 (37B), a maior temperatura 37,4°C ocorreu em setembro de 1997, a mínima 3,2°C em junho de 1997 e para a anomalia temperatura de 4,4°C em dezembro de 1997.

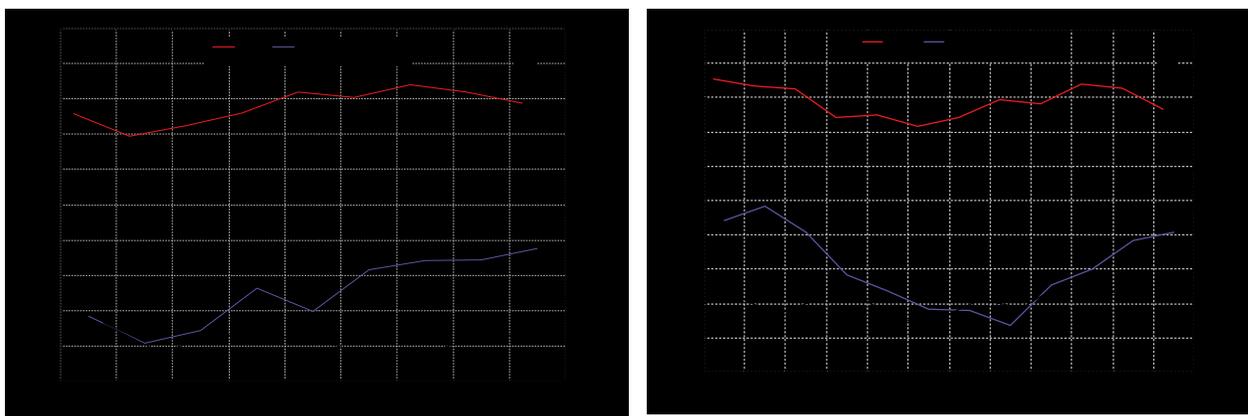
Para a Figura 37C, o fenômeno La Niña atuou no ano de 1985 apresentando valores de máxima em novembro 41,1°C, para as mínimas 0,9°C em julho e para a anomalia -1,7°C em maio.

Observou-se na Figura 37D, para o ano de 1988, a máxima temperatura de 39,0°C em setembro, a mínima de -0,1 em junho e a anomalia -1,6°C em agosto.

Ano de ocorrência de La Niña 2001/02 (Figura 37E), observou-se máxima de 37,0°C no mês de novembro de 2001, mínima de 0,4°C em junho de 2001 e a anomalia negativa de -1,4°C em outubro de 2001.

No entanto o ano de 1984, sem ocorrência de fenômeno El Niño e La Niña a temperatura máxima foi de 37,7°C em janeiro, mínima de 1,8°C em agosto e a anomalia caracteriza um padrão normal entre 0,1°C a -0,7°C para o ano de 1984 conforme a Figura 37F.





**Figura 37** – Temperatura máxima e mínima associada à anomalia da TSM para a estação Cambará. A- El Niño 1982/83; B- El Niño 1997/98; C- La Niña 1985; D- La Niña 1988; E- La Niña 2001/02; F- 1984.

A estação de Telêmaco Borba (13) representada pela Figura 38, para o evento de El Niño 1982/83 (38A), a temperatura máxima ocorreu no mês de novembro de 1983, 32,6°C a mínima de 1,2°C em agosto de 1983 e a maior anomalia 5,1°C em junho de 1983.

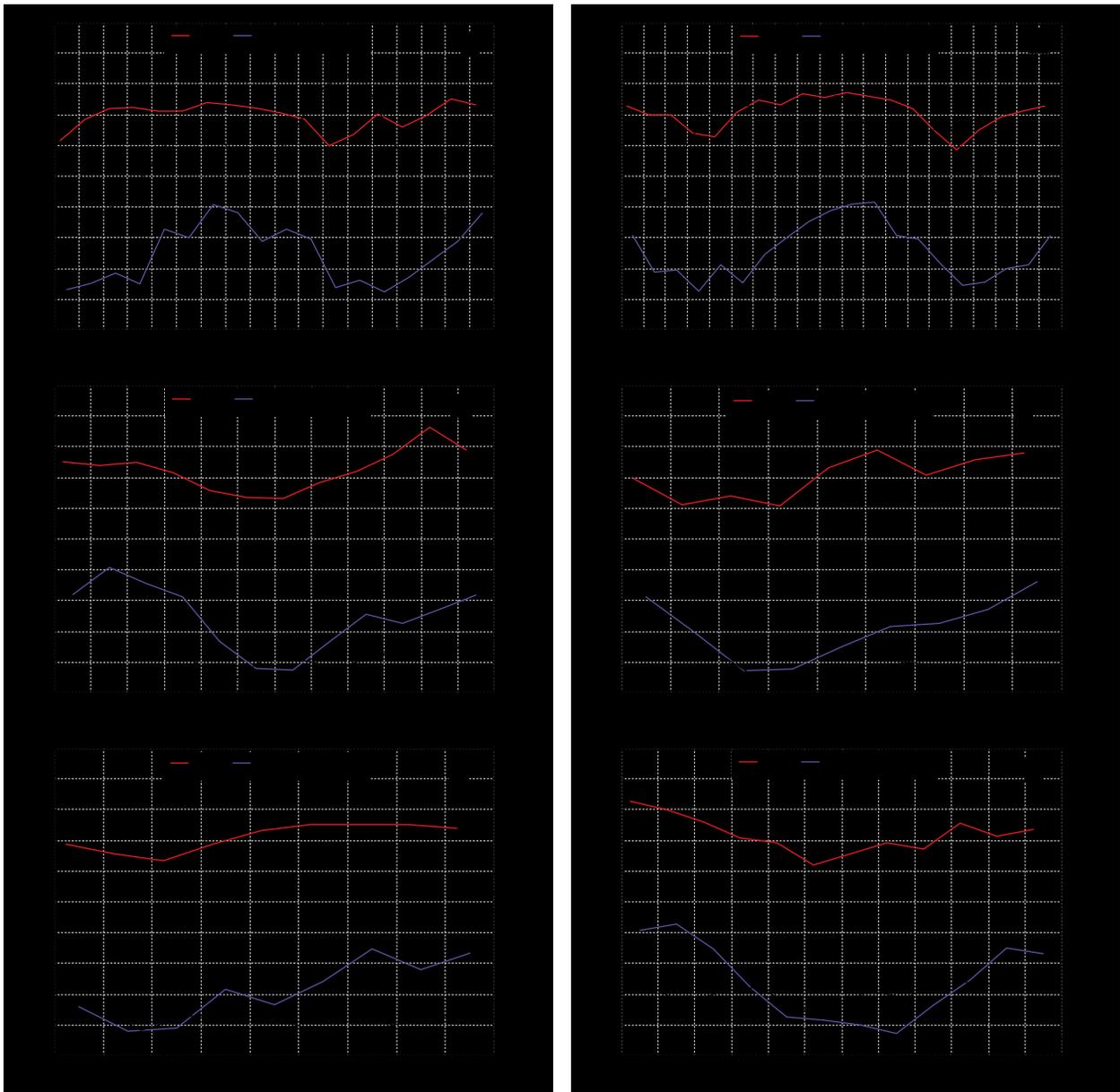
Entretanto o evento El Niño 1997/98 (Figura 38B), a temperatura máxima de 33,6°C ocorreu em janeiro de 1998, a mínima 1,3°C em junho de 1997 e para a anomalia temperatura de 4,4°C em dezembro de 1997.

Para a Figura 38C, a ocorrência do fenômeno La Niña foi significativa para 1985 com valores de temperatura máxima ocorreu em novembro 38,2°C, para as mínimas -1,3°C em julho e para a anomalia -1,7°C em maio.

Observa-se na Figura 38D, para 1988, a máxima ocorreu no mês de setembro 34,5°C, a mínima de -1,4°C em junho e a anomalia -1,6°C em agosto.

Ano de ocorrência de La Niña 2001/02 (38E), observou-se máxima de 32,6°C para os meses de outubro, novembro e dezembro 2001, mínima de -1,0°C em junho de 2001 e a anomalia negativa de -1,4°C em outubro de 2001.

No entanto o ano de 1984, sem ocorrência de fenômeno El Niño e La Niña a temperatura máxima foi de 36,4°C em janeiro, mínima de -1,4°C em agosto e a anomalia caracterizou-se um padrão normal entre 0,1°C a -0,7°C para o ano de 1984, conforme a Figura 38F.



**Figura 38** – Temperatura máxima e mínima associada à anomalia da TSM para Telêmaco Borba. A- El Niño 1982/83; B- El Niño 1997/98; C- La Niña 1985; D- La Niña 1988; E- La Niña 2001/02; F- 1984.

Analisando a estação de Palotina (15) de acordo com a Figura 39, observou-se no evento de El Niño 1982/83 (39A), a temperatura máxima ocorreu no mês de novembro de 1983, 36°C a mínima de 2,3°C em julho de 1982 com anomalia positiva de 5,1°C em junho de 1983.

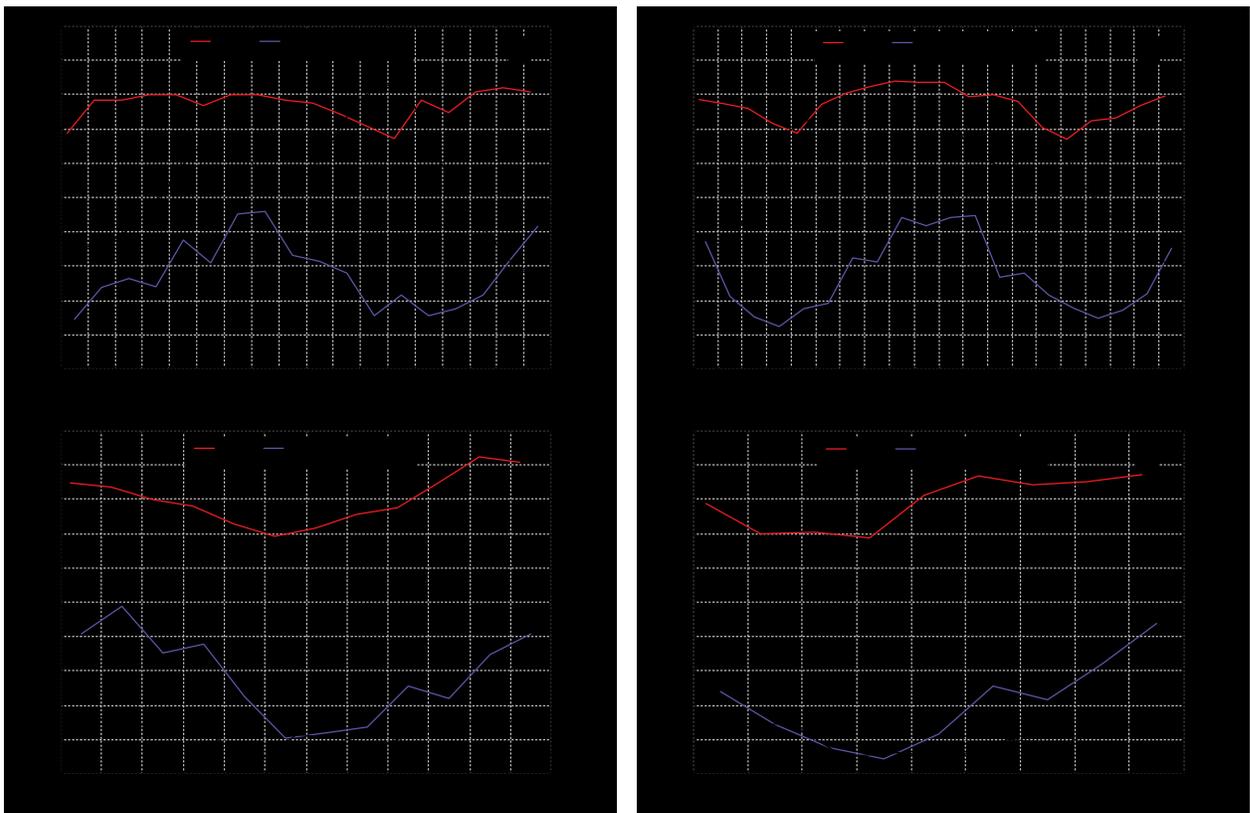
Entretanto o evento El Niño 1997/98, a maior temperatura ocorreu em novembro de 1997, com 37°C, a mínima 1,2°C em junho de 1997 e para a anomalia temperatura de 4,4°C em dezembro de 1997 (Figura 39B).

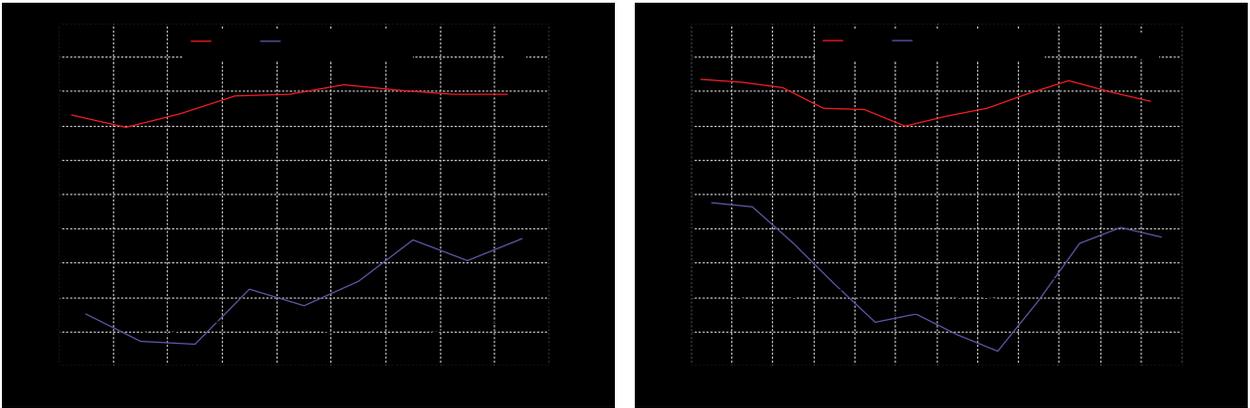
Para a Figura 39C, ano de ocorrência do fenômeno La Niña (1985) a máxima temperatura ocorreu em novembro  $41,2^{\circ}\text{C}$ , para as mínimas  $0,2^{\circ}\text{C}$  em junho e para a anomalia  $-1,7^{\circ}\text{C}$  em maio.

Observou-se na Figura 39D, a máxima temperatura para 1988 apresentou valores de  $38,6^{\circ}\text{C}$  em dezembro, a mínima de  $-2,8^{\circ}\text{C}$  em julho e a anomalia  $-1,6^{\circ}\text{C}$  em agosto.

Ano de ocorrência de La Niña 2001/02 (Figura 39E), a temperatura máxima foi de  $36^{\circ}\text{C}$  no mês de outubro de 2001, mínima de  $-1,8^{\circ}\text{C}$  em julho de 2001 e a anomalia negativa de  $-1,4^{\circ}\text{C}$  em outubro de 2001.

No entanto o ano de 1984, sem ocorrência de fenômeno El Niño e La Niña a temperatura máxima foi de  $36,8^{\circ}\text{C}$  em janeiro, mínima de  $-0,4^{\circ}\text{C}$  em julho e a anomalia caracterizou-se um padrão normal entre  $0,1^{\circ}\text{C}$  a  $-0,7^{\circ}\text{C}$  para o ano de 1984, conforme a Figura 39F.





**Figura 39** – Temperatura máxima e mínima associada à anomalia da TSM para Palotina.

A- El Niño 1982/83; B- El Niño 1997/98; C- La Niña 1985; D- La Niña 1988; E- La Niña 2001/02; F- 1984.

A Estação de Morretes (17) localizada no litoral paranaense apresentou as maiores temperaturas para anos de ocorrência de evento El Niño dentre as estações em estudo (Figura 40), para o evento de El Niño 1982/83 (40A), com temperatura máxima de 38,2°C no mês de fevereiro de 1983, mínima de 5,4°C em agosto de 1983 e anomalia positiva de 5,1°C em junho de 1983.

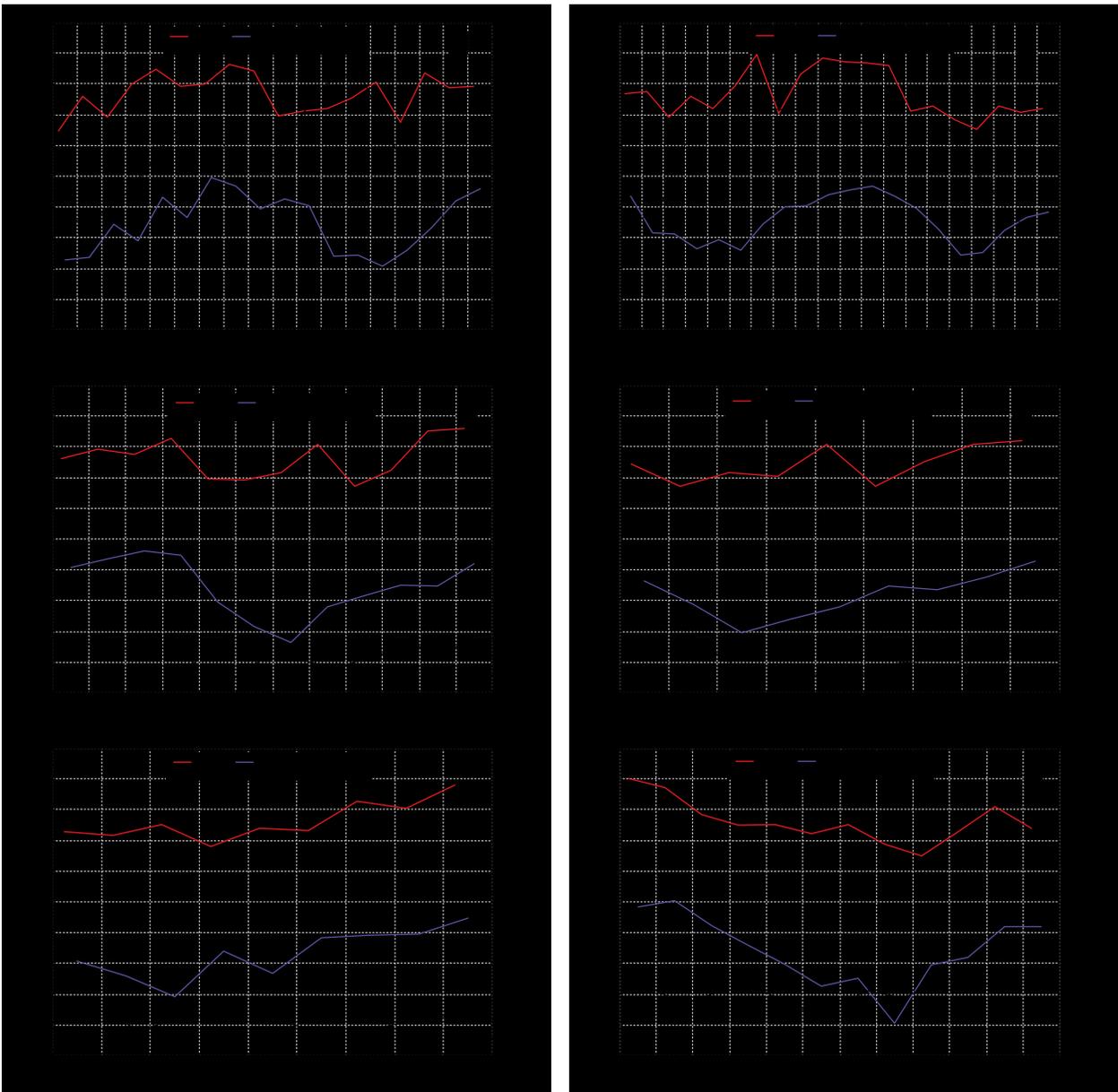
Entretanto o evento El Niño 1997/98 mostrou na Figura (40B), temperatura máxima de 39,8°C para o mês de setembro de 1997, a mínima 7,2°C em junho de 1998 e para a anomalia temperatura de 4,4°C em dezembro de 1997.

Para a Figura 40C, ano de ocorrência do fenômeno La Niña (1985) a temperatura máxima ocorreu em dezembro 38°C, para as mínimas 3,2°C em julho e para a anomalia -1,7°C em maio.

Observou-se na Figura 40D, o ano de 1988 apresentou temperatura máxima de 36°C em dezembro, a mínima de 4,8 em junho e a anomalia -1,6°C em agosto.

Ano de ocorrência de La Niña 2001/02 (40E), observou-se Temperatura máxima de 39°C no mês de janeiro de 2002, mínima de 4,6°C em julho de 2001 e a anomalia negativa de -1,4°C em outubro de 2001.

No entanto o ano de 1984, sem ocorrência de fenômeno El Niño e La Niña a temperatura máxima foi de 40,1°C em janeiro, mínima de 0,3°C em agosto e a anomalia apresentou um padrão normal entre 0,1°C a -0,7°C para o ano de 1984, conforme a Figura 40F.



**Figura 40** – Temperatura máxima e mínima associada à anomalia da TSM para a estação Morretes. A- El Niño 1982/83; B- El Niño 1997/98; C- La Niña 1985; D- La Niña 1988; E- La Niña 2001/02; F- 1984.

Dentre as estações em estudo Palmas (27) apresentou a menor temperatura (Figura 41), observou-se nos eventos de El Niño as temperaturas máximas para o evento de 1982/83 ocorreu no mês de janeiro de 1983, 30,4°C a temperatura mínima de -1,6°C em julho de 1982 com anomalia positiva de 5,1°C em junho de 1983 (Figura 41A).

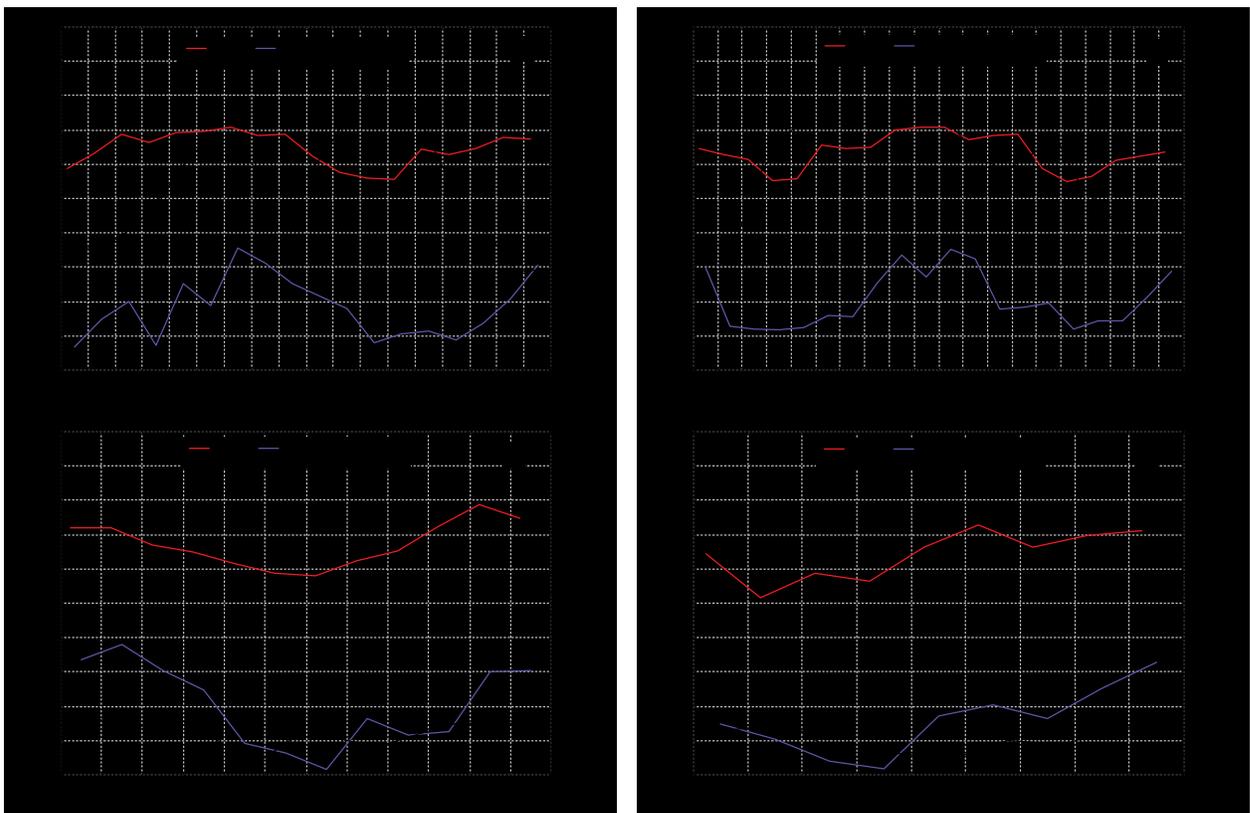
Entretanto o evento El Niño 1997/98 (41B), a temperatura máxima de 30,4°C ocorreu em dezembro de 1997 e janeiro de 1998, a mínima 0,9°C em junho de 1997 e para a anomalia temperatura de 4,4°C em dezembro de 1997.

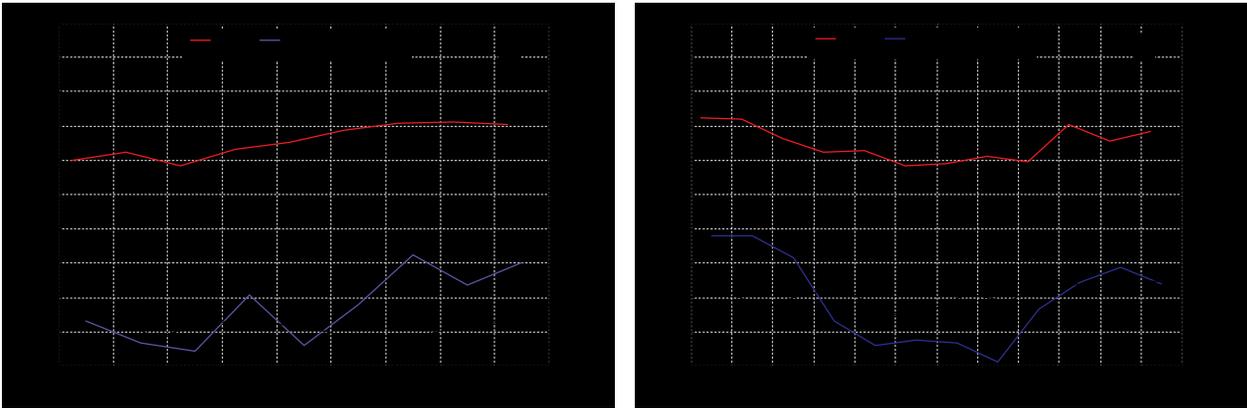
Para a Figura 41C, ano de ocorrência do fenômeno La Niña (1985) a temperatura máxima ocorreu em novembro 34,4°C, para a mínima -4,2°C em julho e para a anomalia -1,7°C em maio.

Observou-se na Figura 41D, para o ano de 1988 valores de 31,4°C em setembro para a temperatura máxima, a mínima de -4,1 em julho e a anomalia -1,6°C em agosto.

Ano de ocorrência de La Niña 2001/02 (41E), observou-se máxima de 30,6°C no mês de dezembro de 2001, mínima de -2,8 em julho de 2001 e a anomalia negativa de -1,4°C em outubro de 2001.

No entanto o ano de 1984, sem ocorrência de fenômeno El Niño e La Niña a temperatura máxima foi de 31,2°C em janeiro, mínima de -4,4 em agosto e a anomalia caracterizou-se um padrão normal entre 0,1°C a -0,7°C para o ano de 1984, conforme a Figura 41F.





**Figura 41** – Temperatura máxima e mínima associada à anomalia da TSM para a estação Palmas.

A- El Niño 1982/83; B- El Niño 1997/98; C- La Niña 1985; D- La Niña 1988; E- La Niña 2001/02; F- 1984.

### 5.9 Análise da média da temperatura máxima extrema para os cinco grupos homogêneos.

A Figura 42 foi gerada a partir das áreas homogêneas de temperatura máxima extrema representada acima no mapa 22, calculou-se a média areal, anual dos cinco grupos homogêneos classificados.

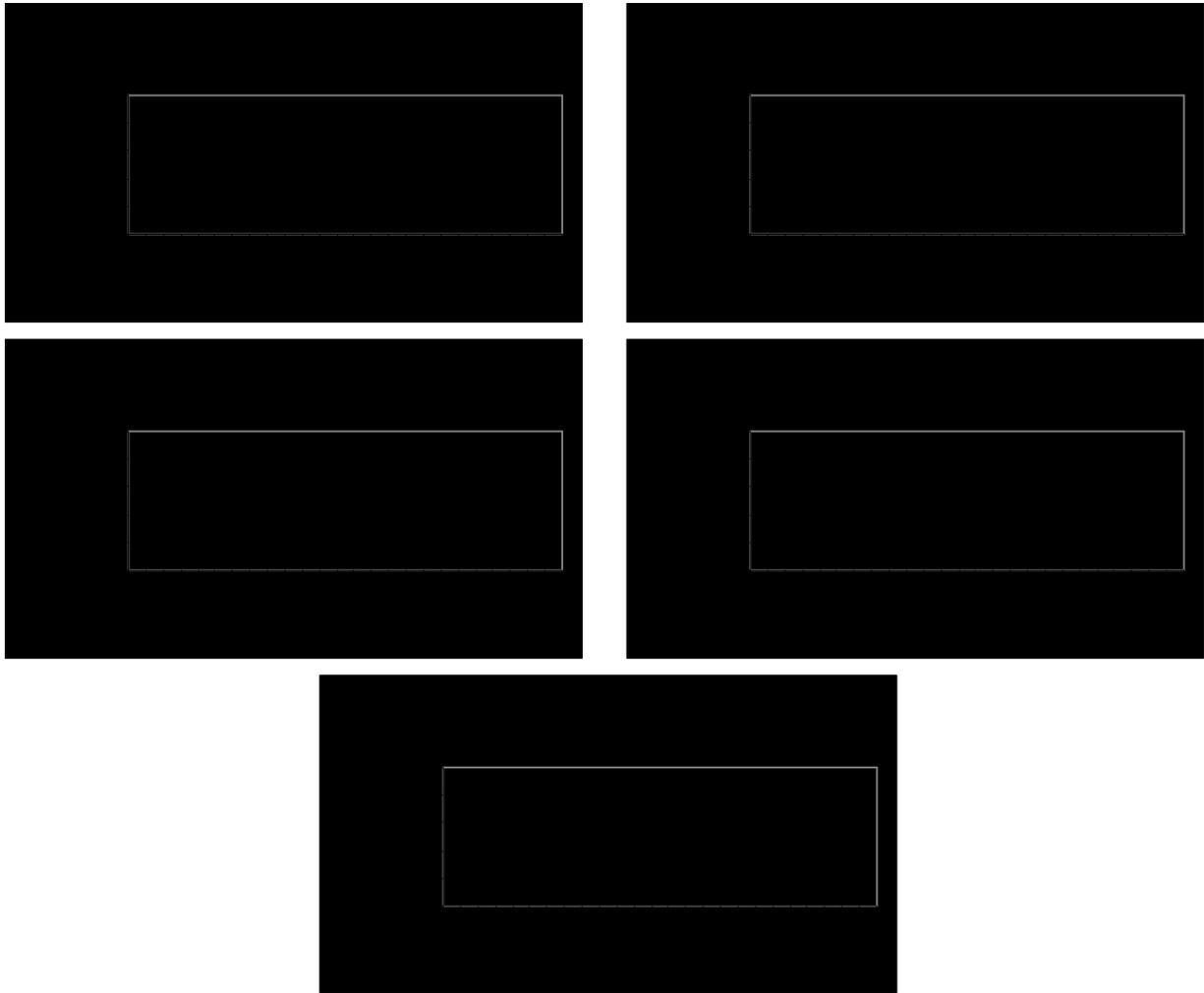
O grupo I localizado no litoral do Estado apresentou temperaturas entre 36,9 e 40,2°C. com temperaturas máximas extremas superiores aos demais grupos classificados. Tal fato se deve a advecção de umidade proveniente do Oceano Atlântico que modula a temperatura na região costeira do Estado do Paraná (Figura 42A).

A Figura 42B representam as estações localizadas, aproximadamente na região dos Campos Gerais. Esse grupo apresentou temperatura máxima extrema (média areal), de aproximadamente, 36,8°C, ano de 1985 e 31,8°C para o ano de 1989. Pode-se observar, comparativamente ao grupo I significativo gradiente, pois o grupo II encontra-se localizado mais continentalmente, não sofrendo, portanto, influência da maritimidade.

Estão incluídas no grupo III - Figura 42C (oeste do Estado) as estações de Cianorte (10), Umuarama (11), Nova Cantu (14), Palotina (15) e Cascavel (16). As temperaturas máximas extremas (média areal) foram superiores ao grupo II, tendo o ano de 1985 com temperatura areal de 39,1°C, aproximadamente.

Para o grupo IV localizado a sudoeste do Estado à temperatura máxima extrema, foi de aproximadamente 37,3°C para o ano de 1985. De modo geral, seus valores de temperaturas anuais foram inferiores aos demais grupos anteriormente analisados (Figura 42D).

As maiores temperaturas máximas extremas areais ocorreram em 1985 (39,8°C aproximadamente), no grupo V. Esse grupo localiza-se ao Norte do Estado, representados na Figura 42E.



**Figura 42:** Média da temperatura máxima extrema anual, período 1979 – 2003.  
A – litoral; B – região sudeste do Estado; C – Oeste; D – sudoeste do Estado; E – norte do Estado.

Pode-se observar significativa variabilidade entre os grupos, em relação a valores areais de temperatura máxima extrema, com menores valores no grupo II e IV (sul e sudoeste do Estado) e maiores valores no grupo I (região costeira do Estado do Paraná).

### **5.10 Análise da média da temperatura mínima extrema para os cinco grupos homogêneos.**

Em relação à Figura 43, gerada a partir das áreas homogêneas de temperatura mínima representados acima no mapa 23, calculou-se a média areal, anual dos cinco grupos homogêneos classificados.

A temperatura mínima extrema areal para o grupo I foi de  $-0,7^{\circ}\text{C}$  (litoral paranaense), ocorrendo em 1984. Essa é também uma região pertencente a Serra do Geral, sendo, portanto, uma região de orografia acentuada e com temperaturas amenas principalmente no inverno (Figura 43A).

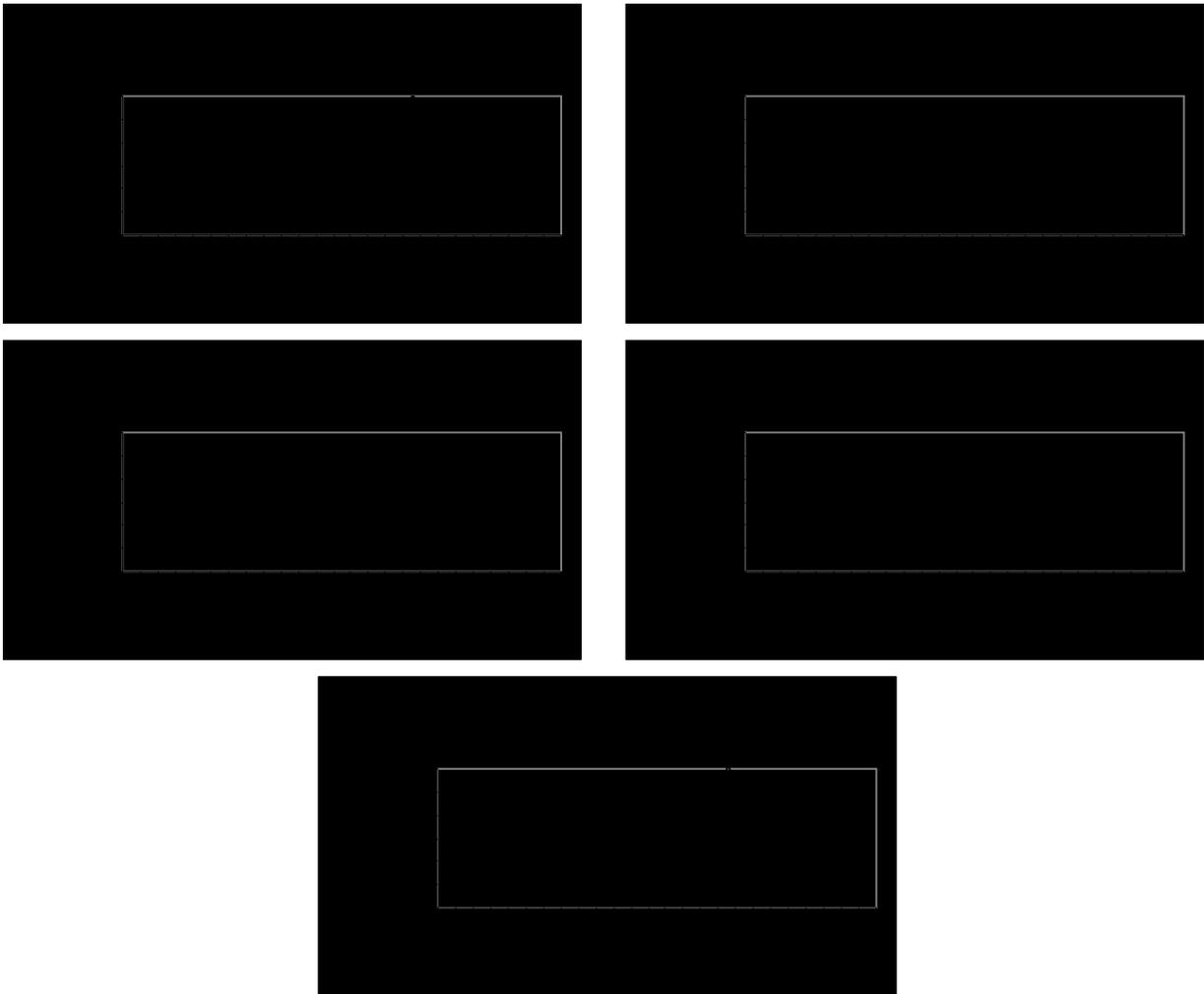
O grupo II - localizados ao sul do Estado (Figura 43B), a temperatura mínima extrema areal ocorreu no ano 2000, com valor de aproximadamente  $-3,7^{\circ}\text{C}$ . Esse grupo está localizado em alta latitude e altitude dentro do Estado, por isso esses valores são os menores dentro da área de estudo. Essa região funciona como uma barreira orográfica às entradas das massas polares, provenientes do extremo sul da América do Sul. Desta forma trata-se de uma região significativamente fria, propiciando a produção de cevada e trigo, de grande importância para a economia do Estado.

O grupo III – Figura 43C, localizados a oeste do Estado, a menor temperatura mínima extrema desse grupo, ocorreu também no ano 2000, com valor de  $-1,7^{\circ}\text{C}$ .

As estações localizados a nordeste do Estado, fazem parte do grupo IV – Figura 43D, apresentaram as menores mínimas extremas areais para 1981 com  $-1,7^{\circ}\text{C}$ .

Esse grupo abrange o norte, centro-sul e leste do Estado, com temperatura mínima extrema areal, em 1994 e 2000, com temperatura de  $-1^{\circ}\text{C}$  (Figura 43E).

No estudo dos cinco grupos homogêneos para a média da temperatura mínima observou-se que nos anos de influência do fenômeno El Niño de 1982-1983 e 1997-1998 as temperaturas estiveram acima da sua média normal. Este padrão também é observado em anos de evento La Niña (1995-1996 e 1999).



**Figura 43:** Temperatura mínima extrema anual, período 1979 – 2003.

**A** – litoral; **B** – região sul-sudoeste do Estado; **C** – Oeste; **D** – nordeste do Estado; **E** – norte-centro do Estado.

### 5.11 Função de auto – correlação para as temperaturas máximas

A auto-correlação foi gerada a partir das áreas homogêneas, tiveram como base as temperaturas máximas extremas, representados acima no mapa 22, calculou-se a média areal, anual dos cinco grupos homogêneos classificados.

Através da função de auto-correlação se analisou a persistência das séries de temperatura máxima e mínima. Pode-se observar que todas as séries estudadas mostram características climatológicas de onda anual, com sazonalidade bem marcada.

A Figura 44, referente à temperatura máxima (área homogênea grupo I), não apresentou nenhum *lag* significativo, podendo-se constatar tal fato também nas Figuras 45 (grupo II), 46 (grupo III), 47 (grupo IV) e 48 (grupo V).

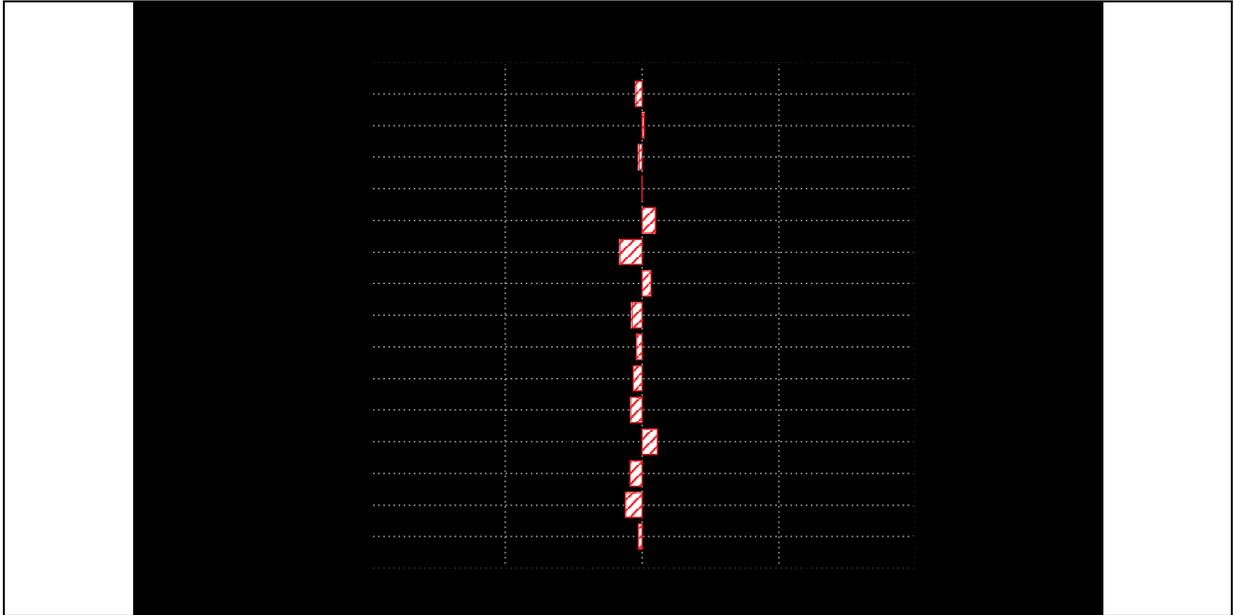


Figura 44: Grupo I – Litoral

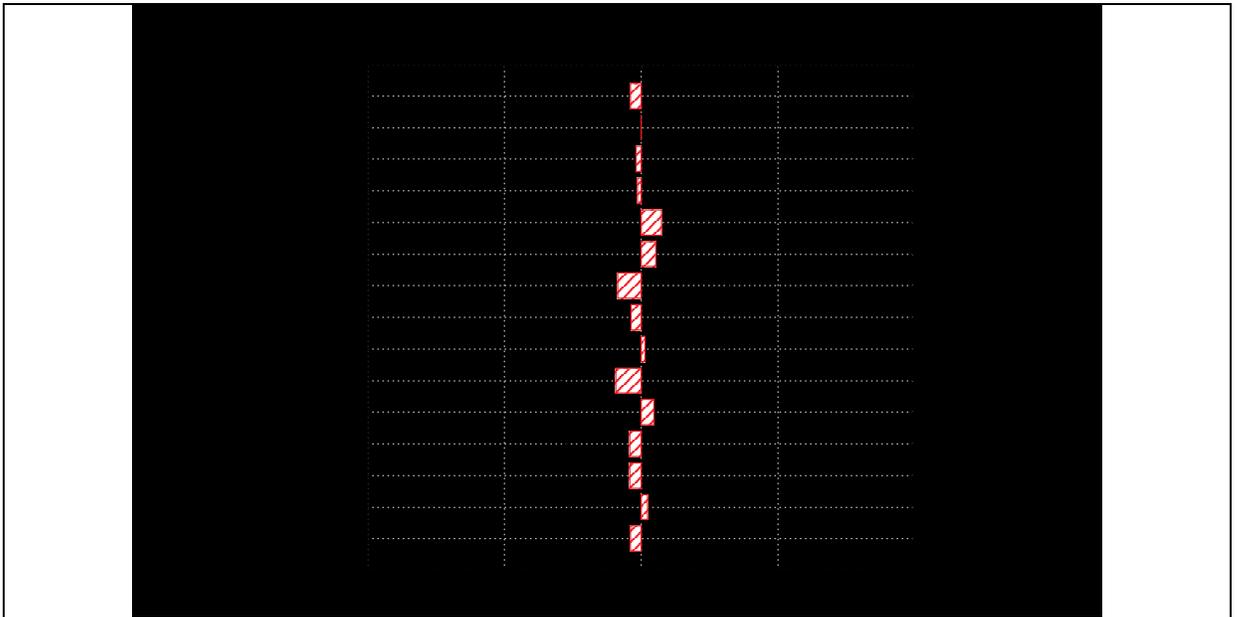
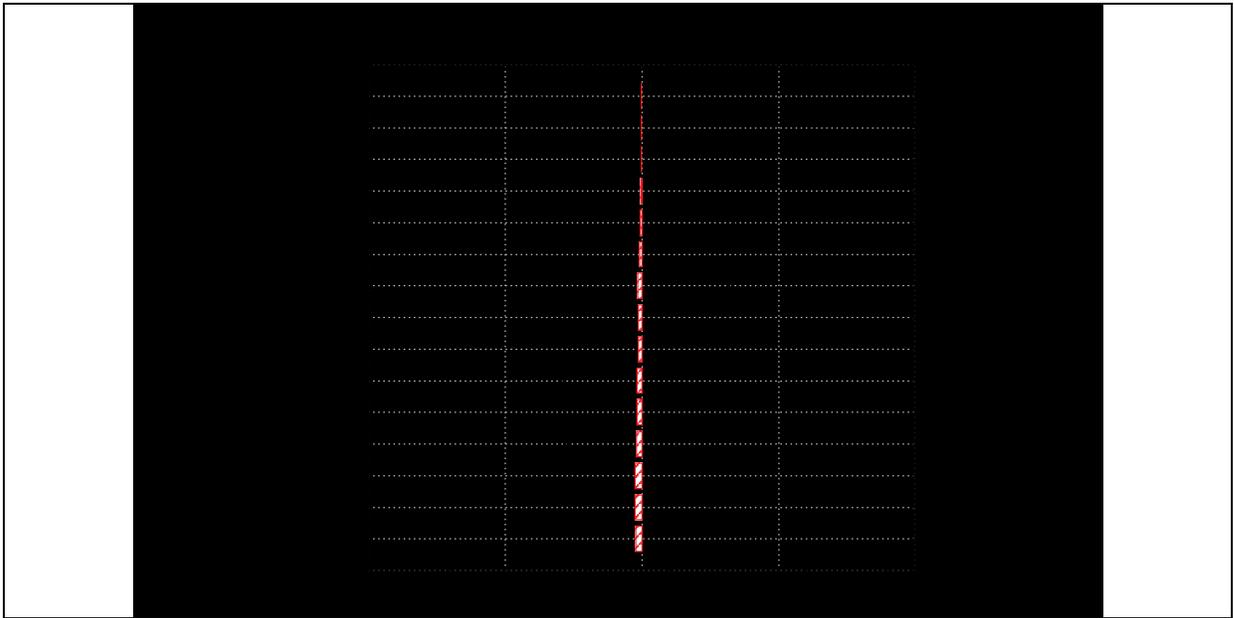
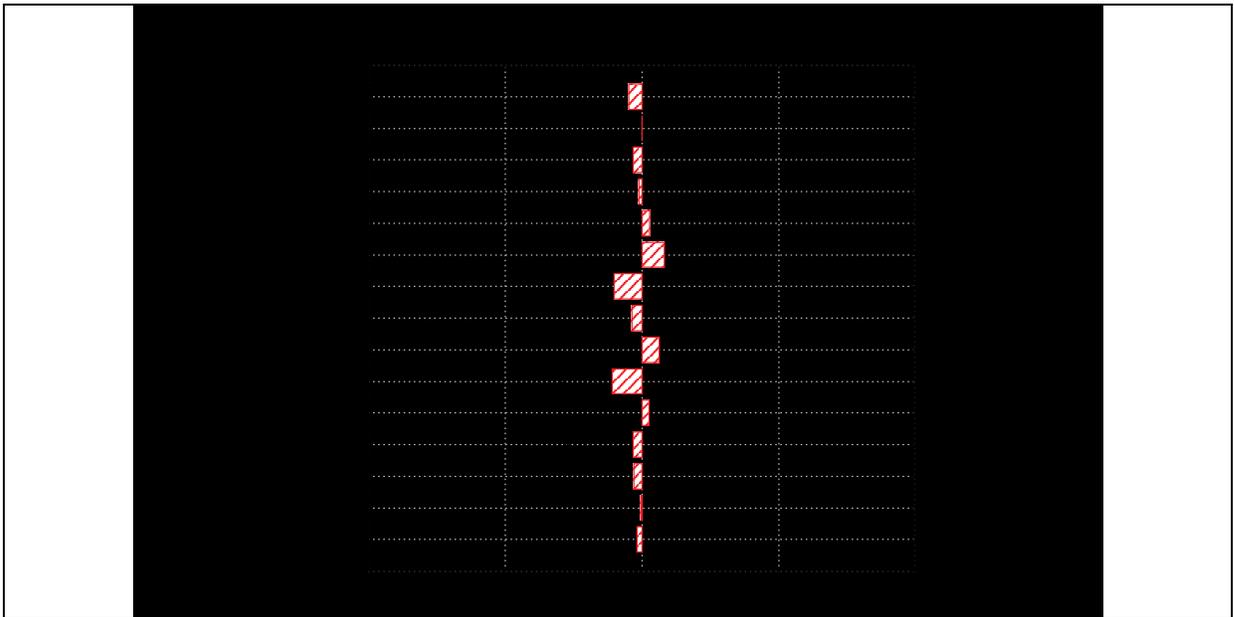


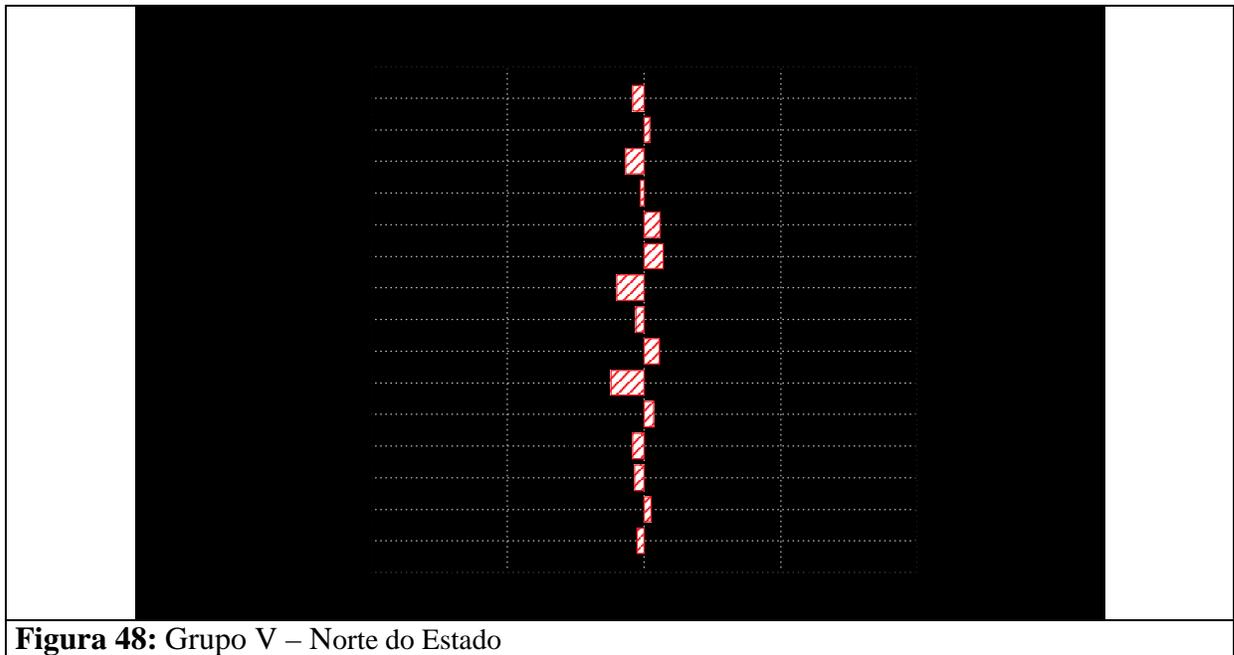
Figura 45: Grupo II – Região Sudeste do Estado



**Figura 46:** Grupo III – Oeste do Estado



**Figura 47:** Grupo IV – Sudoeste do Estado

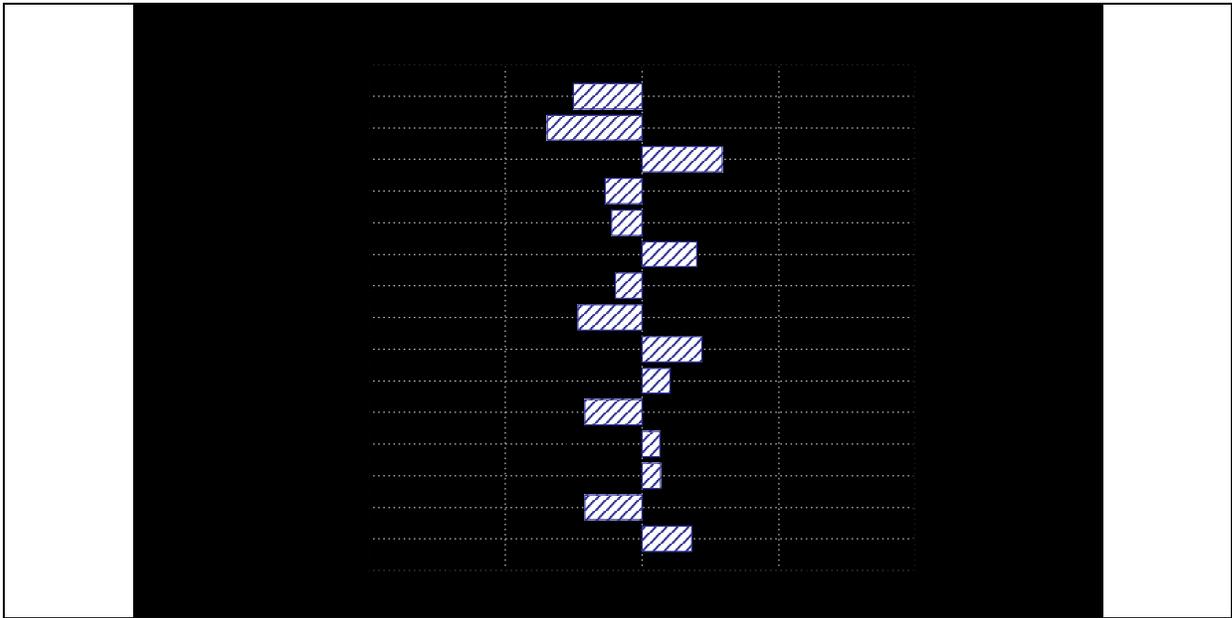


**Figura 48:** Grupo V – Norte do Estado

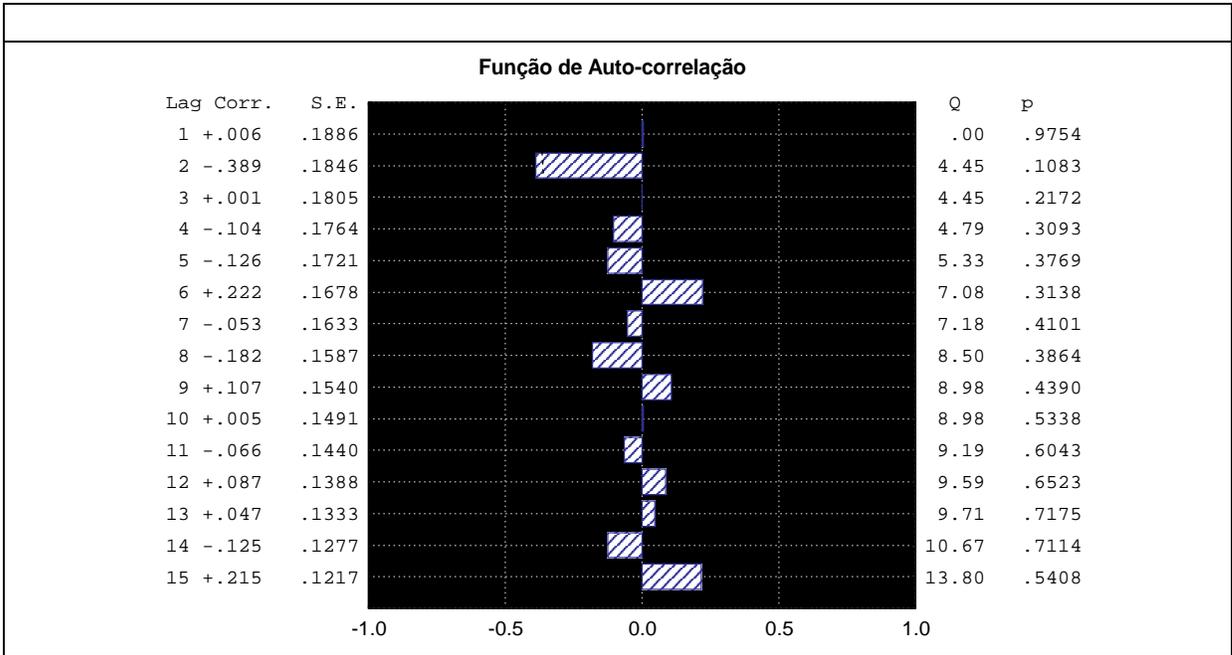
### 5.12 Função de auto – correlação para as temperaturas mínimas

A auto-correlação foi gerada a partir das áreas homogêneas, tiveram como base as temperaturas mínimas extremas, representados acima no mapa 23, calculou-se a média areal, anual dos cinco grupos homogêneos classificados.

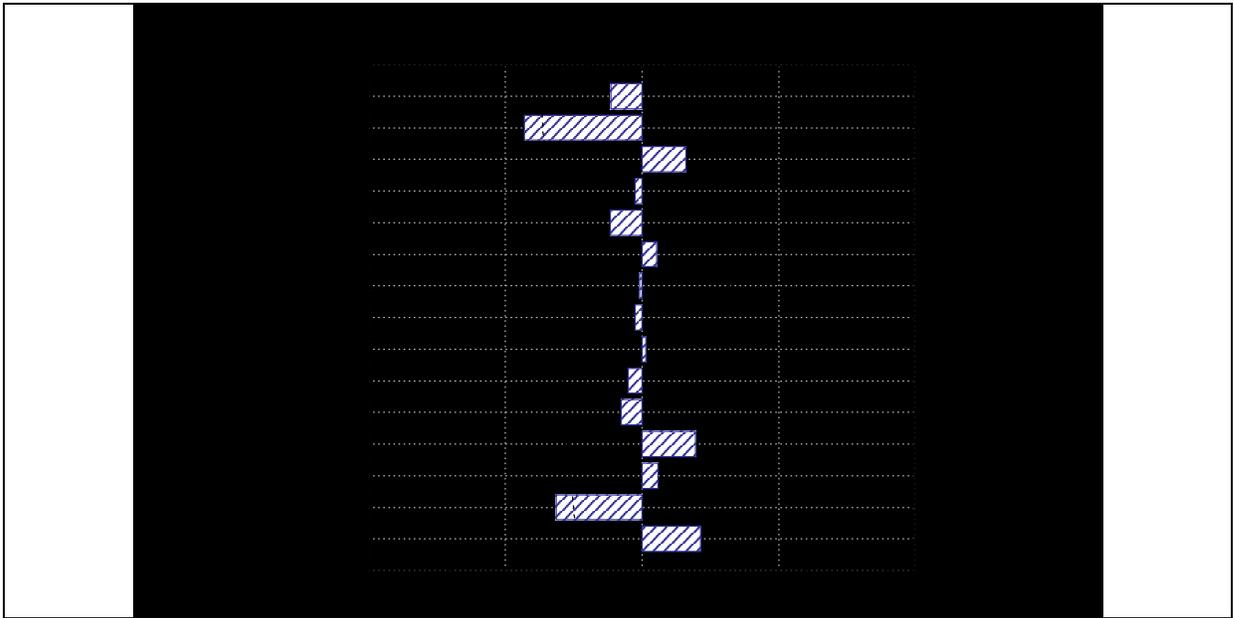
Com relação à temperatura mínima, referente à Figura 49 (área homogênea grupo I), não apresentou nenhum lag significativo, no lag 2 (grupo II) correspondente a Figura 50, há correlação significativa, na Figura 51 (grupo III), há correlação significativa nos lags 2 e 14, para a Figura 52 (grupo IV), existe correlação significativa nos lags 1 e 14, por último na Figura 53 (grupo V), há correlação significativa no lag 14. Isso significa que existe uma variação sazonal que se repete a cada 2 meses no grupo 2 e, não significativamente, no grupo I. Também há uma variação sazonal que se repete a cada 14 meses, para as temperaturas mínimas nos grupos III, IV e V.



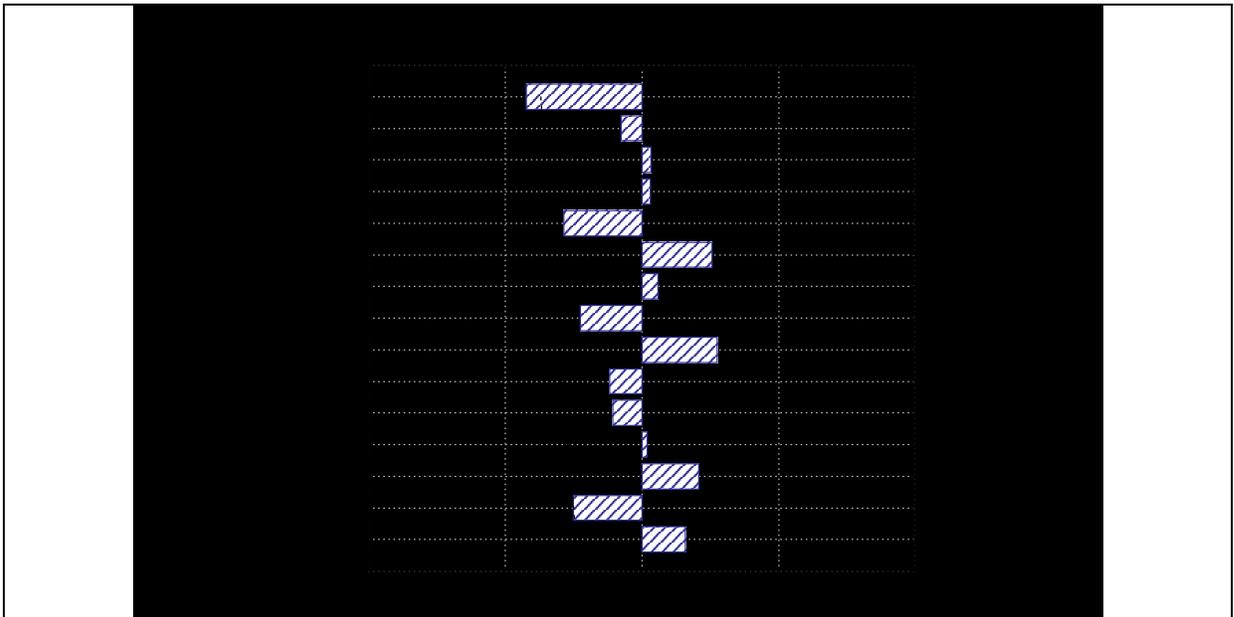
**Figura 49:** Grupo I – Litoral do Estado



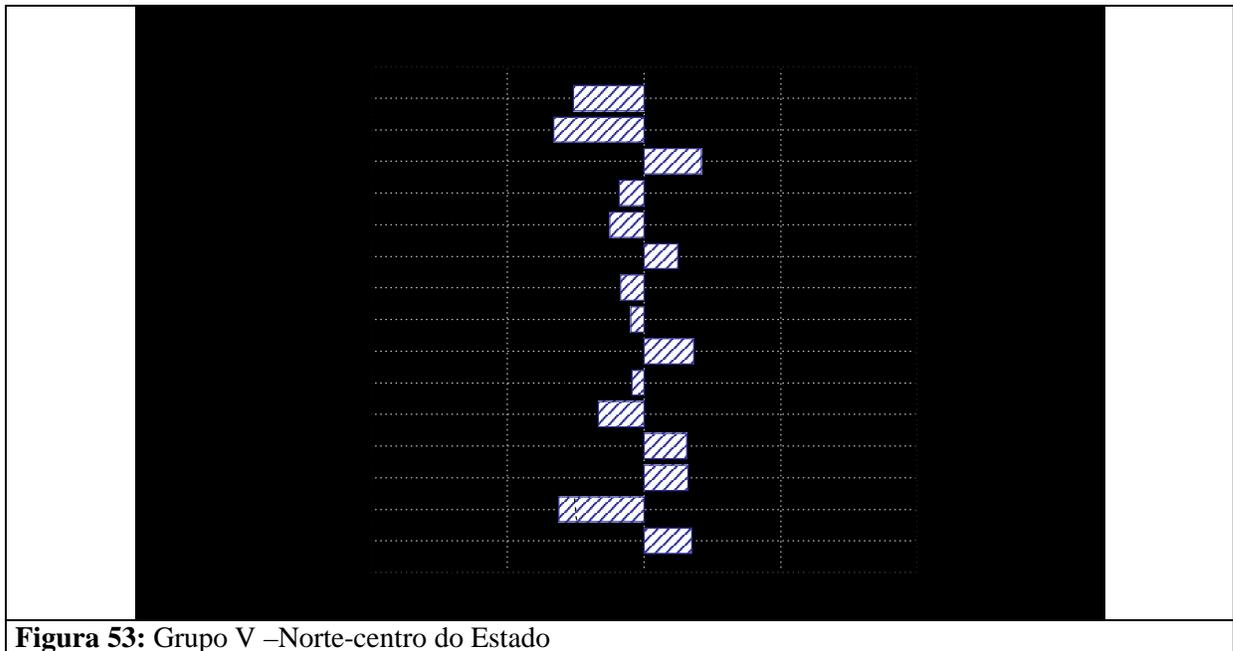
**Figura 50:** Grupo II – Região sul-sudoeste do Estado



**Figura 51:** Grupo III – Oeste do Estado



**Figura 52:** Grupo IV – Nordeste do Estado



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das isolinhas de temperatura máxima, média e mínima mostra bem a transição entre o clima tropical e subtropical no qual as maiores temperaturas ocorreram ao norte/oeste e leste, decrescendo em direção ao centro sul do Estado.

Para o período de estudo a média das máximas extremas foi de 26,3°C, as estações que apresentaram as maiores temperaturas foram Antonina no litoral com 42,4°C e em Paranavaí 41,5°C.

A temperatura média das estações para o período de estudo foi de 20,0°C, as médias para o noroeste do Estado foram de 22,0°C declinando gradativamente em direção ao sul com 17,0°C.

A temperatura média da mínima para o período estudado ficou em torno de 15,7°C. Em relação às temperaturas mínimas extremas os menores valores ocorreram em Palmas -6,8°C, seguida pela estação de Guarapuava, com -6,0°C, as duas estações do Estado com as maiores altitudes (1100 e 1045m) e localizadas ao sul do Estado, salientando que o norte/noroeste e leste do Estado apresentaram temperaturas de -1,0°C.

A amplitude das temperaturas máxima extrema aumenta de leste para noroeste com valores de 4,0°C e 7,0°C.

Os valores de amplitude para as temperaturas médias apresentaram pouca variabilidade em todo o Estado com valores de 1,0 a 2,0°C.

Em relação à amplitude das temperaturas mínimas extremas, apresentaram valores maiores de 8,0°C a nordeste do Estado e 6,0°C à leste e sul.

Os valores extremos de mínima ocorreram na região sudoeste e centro sul, a temperatura mínima extrema de -6,8 ocorreu em Palmas (19/06/81), embora o ano de 2000 tenha apresentado as menores temperaturas para a maioria das estações.

As geadas são mais freqüentes no mês de julho, no entanto as entradas de frentes frias também ocorrem nos meses de abril a outubro principalmente nas estações de Palmas, Clevelândia, Guarapuava e Francisco Beltrão localizadas ao sul do Estado do Paraná.

Na estação de Palmas (27) para o período considerado o meses mais frios são junho e julho com quarenta e seis dias e cinquenta e cinco dias de geada, respectivamente. O ano de 2000 apresentou nove dias com temperaturas negativas. No entanto, os anos de 1997 e 1998, devido o El Niño tiveram temperaturas amenas.

Em todo Estado no período de 1967 a 2003, observou-se que as geadas mais intensas ocorreram nos anos de 1967, 1975, 1981, 1984 e 2000.

Com relação à tendência de aumento da temperatura para as 30 estações em estudo, os resultados alcançados mostram elevação das temperaturas máximas, médias e mínimas para o Estado. Em relação à linha de tendência as temperaturas tiveram uma elevação de 0.5° a 1.0°C, mas esses dados não são definitivos para uma afirmação sobre o clima local. A comparação dos dados revelou, em geral, um aumento das temperaturas anuais na maioria das estações em estudo, na estação de Palotina as temperaturas tenderam a diminuição de aproximadamente 1,0°C.

O fenômeno La Niña atuou no ano de 1985, quando foram observadas as temperaturas mais elevadas os valores máximos de temperatura ocorreram no dia 16 e 17.11.85, com exceção da estação de Cianorte (noroeste), Cascavel (oeste) e Guaraqueçaba, Cerro Azul, Antonina e Morretes localizados à leste do Estado.

Finalmente, para a temperatura máxima e mínima relacionada à temperatura da superfície do mar (TSM), a anomalia da TSM em anos de evento El Niño amenizou as temperaturas do Estado. Por outro lado, em anos de La Niña as baixas temperaturas registradas no Oceano Pacífico, elevaram as temperaturas no Estado. Desta forma, evidencia-se uma relação entre esses eventos capazes de alterar a circulação atmosférica e o comportamento da temperatura na região estudada.

## 7 – REFERÊNCIAS

ALFONSI, R. R. *Agrometeorologia e sua importância para uma agricultura racional e sustentável*. In: SANT'ANNA NETO, J. L e ZAVATINI, J. A. (org.) Variabilidade e Mudanças Climáticas. Implicações ambientais e socioeconômicas. Maringá, PR, EDUEM, 2000. 213-222p.

AMARAL, M.L. *Assim é o Paraná*. Scientia et Labor, UFPR, Curitiba, PR, 1990.108p.

ATLAS DO ESTADO DO PARANÁ. *Atlas Geográfico do Estado do Paraná*. Secretaria do Estado da Agricultura e do Abastecimento/Instituto de Terras, Cartografias e Florestas, Curitiba, PR, 1987. 73p.

AYOADE, J.O. *Introdução à climatologia para os trópicos*. São Paulo: Difel, 1996. 332p.

BALDO, M. C. et al. *Análise de Precipitação pluvial do Estado de Santa Catarina associada com a anomalia da temperatura da superfície do oceano Pacífico*. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, RS, v.8, n.2, 2000. 283-293p.

BIDEGAIN, M.; KREEL P. *Comportamiento de la temperatura en el sudeste de Sudamérica (Uruguay) asociado al fenómeno enso*. IV Simpósio de Climatologia Geográfica, Rio de Janeiro, RJ, 2000. CD ROM.

BIDEGAIN, M; RENOM, M. *Temperaturas extremas y amplitudes diarias en Uruguay condicionadas según el fenómeno enso*. XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Foz do Iguaçu, PR, 2002. CD ROM.

BOX, C. E. P. *Non Normality and Tests on Variances*. Biometrika, 40, Washington, 1953. 318-335p.

BRAGAGNOLO, N. *Uso dos solos altamente suscetíveis à erosão*. In: PEREIRA, V.P., FERREIRA, M.E., CRUZ, M.C.P. (Eds) Solos Altamente suscetíveis à erosão. Jaboticabal, UNESP/SBCS, 1992. 1-16p.

BROOKS, C. P. ; CARRUTHERS, N. *Handbook of Statistical Methods in Meteorology*, London, 1953.

BRYNSZTEIN, S., NERY, J. T. *Estudo da Variabilidade da temperatura mínima de Maringá: máxima entropia*. Revista Unimar, Maringá, PR, 1994. 16(3): 539 – 553p.

CAMARGO, C.G.; PADILHA, C. K.; PAZ, S. R. *Análise sazonal das condições climáticas, dos últimos anos para a cidade de Pelotas-RS*, In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 12, III Reunião Latino-americano de Agrometeorologia, Fortaleza, CE, 2001. 350p.

CARAMORI, P. H.; MANETTI FILHO, J.; LEAL, A. C.; MORAIS, H. *Geadas: técnicas para proteção dos cafezais*. IAPAR, Circular, 112, 2000. 36p.

CARAMORI P.H.; NACHTIGALL FILHO, L.F.; MOREIRA, I.A , DUQUIA, C. ANDROCIOLI FILHO, A.; CARNEIRO FILHO, F.; MORAIS, H.; TOLEDO, M. A.; FIGUEIREDO, R. *Sistema de alerta para geadas na cafeicultura*. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, v.2, Fortaleza, CE, 2001. 938p.

CARAMORI P.H. *O Clima e a Agricultura*, Anais da XIII Semana de Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 2003.

CARTAS CLIMÁTICAS DO PARANÁ. 1 ed., Londrina: IAPAR, 2000. CD ROM.

CARVALHO JÚNIOR, I.J. de. *A evolução temporal da precipitação nival no Município de Palmas/PR: uma análise da intensidade e frequência da ocorrência de neve e de sua gênese*. In: V SBCG Mudanças Globais e especificidades climáticas regionais e locais: avanços e desafios da climatologia contemporânea Curitiba, PR, 2002. 100p. CD ROM.

CARVALHO, L. D. M. de; MENDES C. M. *Considerações sobre a Evolução da Geografia Urbana no Brasil e no Paraná*. Boletim de Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, n.1, 1999. 173p.

CLIMATE DIAGNOSTICS BULLETIN. publisher U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction, N°05/01, January 2005.

CLIMERH. CIRAM/EPAGRE. Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina, <[http://www.climerh.rct-sc.br/el\\_nino](http://www.climerh.rct-sc.br/el_nino)>. Acesso em 29/09/05.

CPTEC/INPE. *El Niño especial*. In the home page of CPTEC. Disponível em:<[http://www.cptec.inpe.br/products/el\\_nino/el\\_nino1p.html](http://www.cptec.inpe.br/products/el_nino/el_nino1p.html)>. Acesso em 20/10/05, 1998.

CPTEC/INPE. Relatório elaborado pelo CPTEC-INPE em 15 de Janeiro de 1998 - Sumário Executivo, 1998. Disponível em:<<http://www.cptec.inpe.br>>. Acesso em 20/10/05.

CUNHA, G. R; et al. *Sistema de zoneamento de riscos climáticos para a cultura de trigo no Brasil*. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, RS, 6(1), 1998. 125-132p.

CUNHA, G. R; et al. *Zoneamento agrícola e época de semeadura para a soja no Rio Grande do Sul*. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, RS, v.9, n.1, 2001. 446-459p.

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

DANNI-OLIVEIRA, I.M; VALASKI, S; NASCIMENTO E.R; *Impactos sócio-ambientais causados por episódios de estiagem no Estado do Paraná durante a década de 1990*. VI SBCG Diversidades climáticas, Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, 2004. 71p. CD-ROM.

DINIZ, G. B; et al, *Regiões homogêneas de temperaturas máxima e mínima do Rio Grande do Sul*. V SBCG Mudanças Globais e especificidades climáticas regionais e locais: avanços e desafios da climatologia contemporânea Curitiba, PR, 2002. 80p. CD-ROM.

DREW, D. *Processos interativos homem – meio ambiente*. São Paulo: Difel, 1986. 206p.

DUARTE L. A.; ASSIS, S.V. de. *Comportamento da geada na cidade de Pelotas-RS*, In : XIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Anais, v.1, Santa Maria, RS, 2003. 713p.CD ROM.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Solos, *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*, Brasília, 1999. 412p.

ENQUETE COMMISSION “PROTECTING THE EARTH’S ATMOSPHERE” OF THE GERMAN BUNDESTAG. (Ed.) *Climate Change – A Threat to Global development: Actin Now to Safeguard the Future*. Economica Verlag: Bonn, 1992. 233p.

EVERITT, B.S., GRAHAM, D. *Applied Mulivariate Data Analysis*. Edward Arnold. USA, British Library Cataloguing in Publication Data. ISBN, 1991.

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, 2003. Disponível em <<http://www.funceme.br>>, Acesso em 10/11/2003.

GALVANI, E.; et al. *Relações entre o índice de oscilação sul (IOS) e o total mensal de chuva em Maringá-Pr*. Acta Scientiarum. Maringá, PR, v. 20, n. 4, 1998. 531-535p.

GERARDI, L. H.; SILVA, BARBARA C. N. *Quantificação em Geografia*. São Paulo: Difel, 1981.

GONÇALVES, S.L.; et al. *Regionalização para épocas de semeadura de trigo no Estado do Paraná*. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, RS, v.6, n.2, 1998. 239-248p.

GRIMM, A.M; FERRAZ, S.E.T. *Variabilidade sazonal e interanual da precipitação no Estado do Paraná: Efeitos de El Niño e La Niña*. XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Vitória, ES, 1997.

GRIMM, A.M; FEUSER, V. R. *Relações entre temperaturas da superfície do mar sobre o Atlântico e precipitação no Sul e Sudeste do Brasil*. X Congresso Brasileiro de Meteorologia e VII Congresso da FLISMET. Brasília, v. n. ,1998.

GUETTER A.K., DUQUIA C. G. *O Uso de Previsão Climática de Temperatura e o Prognóstico de Geadas*. X Congresso Brasileiro de Meteorologia, Brasília, 26-30/10/98.

<<http://www.geocities.com/RainForest/1743/dora8.htm>>. Acesso em 20/10/05.

IPARDES. Disponível em <[http://www.pr.gov.br/ipardes/publicacoes/anuario/anuario\\_2001/evolucao2001.doc.htm](http://www.pr.gov.br/ipardes/publicacoes/anuario/anuario_2001/evolucao2001.doc.htm)> Acesso em 01/0705.

SIMEPAR. Disponível em <<http://www.simepar.br>>. Acesso em 29/0705.

IAPAR. Instituto Agrônômico do Paraná. *Cartas Climáticas do Estado do Paraná*, Londrina, 1981. 45p.

ICHIBA, S. H. K., NERY, J. T. MARTINS, M de L F. *Variabilidade da precipitação pluviométrica de Santa Catarina*. XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Foz do Iguaçu, 2002. CD ROM.

IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, 1995.

LEWIS, J.P., TORRES, P.S. Análise multivariada, introducción y su aplicación a la Biología y Ecología. Rosario Publicación. 1ª Edición, 1992. 87p.

LOMBARDO M. A. *Ilha de Calor nas Metr6poles: o exemplo de S6o Paulo*. S6o Paulo: Hucitec, 1985. 244p.

MAACK, R. *Geografia f6sica do Estado do Paran6*. Universidade Federal do Paran6, Curitiba, PR, 1968. 440p.

MENEZES, R.H.N. de. *Regi6es no NEB correlacion6veis com os padr6es de TSM do Atl6ntico e Pac6fico Tropicais*. In: X Congresso Brasileiro de Meteorologia e VII Congresso da FLISMET. Bras6lia, DF, 1998. CD ROM.

MENEZES, R.H.N. de, *Tend6ncia prognostica das chuvas no Nordeste do Brasil em rela66o as anomalias de TSM do Atl6ntico e Pac6fico Tropicais*. X Congresso Brasileiro de Meteorologia e VII Congresso da FLISMET. Bras6lia, DF, 1998.

MONTEIRO, C.A. de F. *O Clima e a Organiza66o do Espaço no Estado de S6o Paulo: Problemas e Perspectivas*, IGEOG-USP s6rie teses e monografias, n. 28, Universidade de S6o Paulo, 1976.

\_\_\_\_\_, 1991. Clima e excepcionalismo: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fen6meno geogr6fico. Florian6polis, Ed. da UFSC.

MORO, D.A. *Desenvolvimento Econ6mico e Din6mica Espacial da Popula66o no Paran6 Contempor6neo*. Boletim de Geografia, Universidade Estadual de Maring6, ano 16 N6mero 1, 1998. 1-55p.

MOTA, F. S.; AGENDES, M. O. O. *Clima e Agricultura no Brasil*. Porto Alegre: Sagra, 1986. 151p.

NERY, J.T.; SIQUEIRAS W.M. *Análise espectral da temperatura mínima de Maringá*. Revista Unimar, vol.17 n. 3, Dezembro, 1995, 517p.

NERY, J.T.; BALDO, M.C. MARTINS, M.L.O. *Variabilidade da Temperatura Mínima no Estado do Paraná*. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.6, n.2, Santa Maria, RS, 1998a. 207-212p.

NERY, J.T.; BALDO, M.C. MARTINS, M.L.O. *Variabilidade interanual: Oscilação Sul-El Niño*. Apontamentos, n. 75, Abril/2º Quinzena, 1998b. 59p.

NERY, J.T.; FERREIRA, J.H.D. MARTINS, M.L.O. *Relação de parâmetros meteorológicos associados a anos de El Niño e La Niña no Estado do Paraná*. Apontamentos, n. 95, Dezembro 2000. 64p.

NERY J. T. *El Niño-Oscilação Sul: variabilidade da precipitação pluvial no Estado do Paraná*, AnaisXIII Semana de Geografia “Clima e Organização do Espaço Geográfico” Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 24 a 28/11/03.

NIMER, E. *Climatologia do Brasil*. Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente (SUPREN), Fundação Instituto de Geografia e Estatística. Série Recursos Naturais e Meio Ambiente, n.4, 1979. 421p.

OMETTO, J. C. *Bioclimatologia Vegetal*, São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1981.129- 132p.

PACIFIC MARINE ENVIRONMENTAL LABORATORY, 2005. Disponível em <<http://www.pmel.noaa.gov>>. Acesso em: 20/10/2005.

PANOSFKY, H. A. e BRIER, G. W. *Some Applications of Statistics to Meteorology*, Pennsylvania., 1958. 224p.

PERNAMBUCO. Governo do Estado de Pernambuco, Secretaria de Recursos Hídricos. Disponível em <[http://www.ipa.br/outr/el\\_nino.htm](http://www.ipa.br/outr/el_nino.htm)>. Acesso em 20/10/05.

PHILANDER, S. G. H. El Niño, La Niña, and the Southern Oscillation, International Geophysics Series, Academic Press, Inc, 1989.

PRELA, A. *Influência dos fenômenos El Niño/La Niña na produtividade de trigo no Estado do Paraná*. Tese de Doutorado- Esalq- Faculdade Luiz de Queiroz. Piracicaba, SP, 2004.

RUSTICUCCI, M.; BARRUCAND, M. *Variabilidad Interanual de Temperaturas Extremas en La República Argentina*, XVII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Foz do Iguaçu, PR, 2002.

ROSS, J.L.S. (org.), *Geografia do Brasil*. 2 edição, Editora da Universidade de São Paulo, SP, 1998.

SANT'ANNA NETO J.L. *Clima e organização do espaço*. Boletim de Geografia. Maringá-Pr. Departamento de Geografia. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 1998, 16(1): 119-131p.

SANT'ANNA NETO J.L. *A variabilidade anual da temperatura no estado de São Paulo – 1971/1995*. IV Simpósio de Climatologia Geográfica, Rio de Janeiro, RJ, 2000.

SANT'ANNA NETO, J. L.; ZAVATINI, J.A. *Variabilidade e Mudanças Climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas*. Eduem, Maringá, PR, 2000. 259 p.

SANTOS, R. L. *Estudo comparativo de dois métodos de análise climática utilizados na agricultura: A curva ombrotérmica e o balanço hídrico*. Boletim de Geografia Teórica, 1995. 25 (49-50): 253-65p.

SCOPEL, I. MARIANO, Z. de F. *Tendência de aumento na temperatura do ar no município de Jataí-GO*. In: V SBCG Mudanças Globais e especificidades climáticas regionais e locais: avanços e desafios da climatologia contemporânea Curitiba, 2002. 407p.CD ROM.

SANTOS, M. J. Z. dos. Mudanças climáticas e o planejamento agrícola. In: SANT'ANNA NETO, J.L.; ZAVATINI, J.A. *Variabilidade e mudanças climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas*. Eduem, Maringá, PR, 2000. 65-80p.

SERRA, E. *Processos de Ocupação e a Luta pela Terra Agrícola no Paraná*, Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Rio Claro, SP, 1991.

SILVA, E. S.; NERY J. T. *Distribuição Espacial e Temporal da Precipitação na Região Centro-Sul do Estado do Paraná*. In: Congresso Brasileiro de Biometeorologia. Maringá Pr. 03 a 05/09/01. CD ROM.

SILVEIRA L.M. da. *A ocupação e organização espacial do território paranaense face aos recursos da natureza* Acta Scientiarum. v. 20, n. 1, 1998. 129-136p.

SMITH, T.M. and REYNOLDS R.W.: A high resolution global sea surface temperature climatology for the 1961-90 base period. J. Climate, 11, 1998. 3320-3323p.

SOUZA, E.B. de; et al. *Desvios percentuais da precipitação na estação chuvosa do semi-árido nordestino durante os anos de El Niño e La Niña no Pacífico Tropical e fases do padrão de dipolo no Atlântico Tropical*. X Congresso Brasileiro de Meteorologia e VII Congresso da FLISMET. Brasília, DF, 1998.

SPIRN, A W. *O jardim de granito – A natureza no desenho da cidade*. Edusp. São Paulo, SP, 1995. 345p.

SUERTEGARY, D. M. A. Desertificação: Recuperação e Desenvolvimento Sustentável. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. *Geomorfologia e Meio Ambiente*. Rio de Janeiro. RJ Bertrand Brasil. 1996. 249-289p.

THOMAZ S.L. *Sinopse sobre a Geologia do Paraná*, Bol. de Geografia, UEM, Maringá, PR, Ano 2, nº.2, 1984.

TRENBERTH, K. E. *Spacial and Temporal Variarions of the Southern Oscilation*. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 102, 1976. 639-53p.

TRENBERTH, K. E. *The definition of El Niño*. Bulletin of the American Meteorology Society, Boston EUA, v.78, n.12, 1997, 2771-2777p.

TROPMAIR, H. *Perfil Fitoecológico do Estado do Paraná*. Boletim de Geografia da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 1990. 8(1): 67-81p.

TUBELIS, A. *A Chuva e a Produção Agrícola*. Ed. Nobel, São Paulo, SP, 1988.

USP. Universidade Estadual de São Paulo, Centro de Divulgação Científica e Cultural. Disponível em <[http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art\\_16/el\\_nino.html](http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_16/el_nino.html)>. Acesso em 22/09/05.

WALKER, G. T.; BLISS, E. W. *World Weather IV*. Men. R. Meteorol. Soc., 4, 1937. 119-139p.