



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
PRESIDENTE PRUDENTE**

**KARIME PECHUTTI FANTE**

**“ESTRUTURA TÉRMICA DE CIDADES DE PEQUENO E MÉDIO PORTE DO  
INTERIOR PAULISTA (1961-2009)”**

*Monografia de Bacharelado apresentado ao  
Conselho de Curso de Graduação em  
Geografia da Faculdade de Ciências e  
Tecnologia – campus de Presidente Prudente  
– UNESP, como parte das exigências para a  
obtenção do título de Bacharel em Geografia.*

**Orientador: Prof. Dr. João Lima Sant’Anna Neto**

**PRESIDENTE PRUDENTE-SP**

**2011**

## COMISSÃO EXAMINADORA

---

Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup>. João Lima Sant'Anna Neto  
(Orientador)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Margarete Cristina da Costa Trindade Amorim

---

Prof<sup>a</sup> MsC. Míriam Silvestre Rodrigues

---

Karime Pechutti Fante  
(Bacharel)

Presidente Prudente - SP, 23 de Novembro de 2011.

Fante, Karime Pechutti.

F217e Estrutura térmica de cidades de pequeno e médio porte do interior paulista (1961-2009) / Karime Pechutti Fante. - Presidente Prudente : [s.n.], 2011  
91 f.

Trabalho de conclusão (bacharelado - Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia

Orientador: João Lima Sant'Anna Neto

Inclui bibliografia

1. Estrutura Térmica. 2. Temperatura máxima. 3. Temperatura mínima. 4. Variabilidade Climática. 5. Clima local I. Sant'Anna Neto, João Lima. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Estrutura térmica de cidades de pequeno e médio porte do interior paulista (1961-2009).

“Para Ivonete e Claudenir,  
meus heróis,  
os amores da minha vida”

## **AGRADECIMENTOS**

Ao término desta etapa (graduação em Geografia) sinto que devo sinceros agradecimentos às pessoas amigas que estiveram presentes na minha vida.

Inicialmente, além de dedicar este trabalho, gostaria de agradecer aos meus pais Ivonete e Claudenir pela confiança, incentivo e apoio dado a mim todo esse tempo. Obrigada por terem acreditado que eu seria capaz e por não terem me deixado esmorecer nos momentos de dificuldade. Muito obrigada por terem me proporcionado condições para que eu conquistasse meus sonhos. Á vocês, o maior e eterno amor.

Também não poderia de deixar de agradecer a família mais próxima, minha irmã Thamiris e minha vó Odette. Obrigada pelos momentos de felicidade, obrigada pelo apoio, obrigada por fazerem parte da minha vida.

Ao querido professor e amigo João Lima. Por todos os momentos de sua atenção, toda a paciência e dedicação. Aqui expresso minha profunda admiração por sua pessoa e gratidão pela confiança depositada em mim durante a iniciação científica. Muito devo a ti, por todos os seus ensinamentos.

Agradeço também as minhas pretinhas amadas, Natália, Franciane e Fabiane. Com vocês eu vivi alguns dos melhores anos da minha vida. Obrigada pela amizade sincera, pelos vários e vários momentos de alegria. Sempre levarei vocês aqui comigo e lembrarei os bons e maus momentos que superamos juntas.

Também gostaria de agradecer a minha turma, a turma 50 da Geografia FCT e principalmente, aos amigos: Lucinete, Renata Prates, Gilmar, Thiago, Paulo, Vitor, Marlon, Ítalo, André, Juliane, Alessandro, Yuri, por todos os momentos que passamos juntos, aulas, discussões, estudos, viagens, festas, Oliveira's beer, cantina do Jorge e principalmente pela amizade. Os melhores amigos são os meus. Eu tenho certeza disso.

Aos integrantes do grupo de pesquisa GAIA a qual fiz parte em toda minha graduação, por termos compartilhado muitos aprendizados e especialmente por termos dividido uma paixão em comum, a climatologia. Também aproveito para agradecer especialmente aos amigos, Pedro Murara, Natacha Aleixo e Thiago Frank. Admiro vocês pelo esforço e determinação. Espero que um dia possamos dividir uma mesa redonda e escrever um livro, como um dia combinamos!

Ao corpo docente do curso de Geografia por todos os ensinamentos.

A banca avaliadora, Margarete e Míriam, por terem aceitado fazer parte deste momento especial da minha vida e pela atenção que tiveram ao avaliar meu trabalho.

Aquele em quem confio, meu fiel companheiro, meu porto seguro.

Bom, finalizo por aqui, espero não ter me esquecido de pessoas tão importantes como as citadas acima. Como é difícil juntar palavras que descrevam minha gratidão a pessoas tão queridas... Assim, finalizo com um poema de Carlos Drummond de Andrade que bem descreve esse sentimento que me permeia nesse momento...

“Gastei uma hora pensando um verso  
que a pena não quer escrever.  
No entanto ele está cá dentro  
inquieta, vivo.  
Ele está cá dentro  
e não quer sair.  
Mas a poesia deste momento  
inunda minha vida inteira.”

OBRIGADA AMIGOS!

Karime Pechutti Fante

*“Aquele que não suportou a tensão do estudo, não provará o prazer de saber”.*

(Abd. Al. Latif. In: Albert Hourani. Uma história dos povos árabes.)

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| 1. RESUMO .....  | 13 |
| 2. ABSTRACT .....  | 14 |
| 3. INTRODUÇÃO: Contexto e Antecedentes .....   | 15 |
| 4. VARIABILIDADE CLIMÁTICA .....   | 19 |
| 5. JUSTIFICATIVA DO TEMA E CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA.....   | 22 |
| 6. UNIVERSO DE ANÁLISE .....   | 24 |
| 7. OBJETIVOS.....  | 27 |
| 7.1. Objetivos específicos.....  | 27 |
| 8. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....   | 28 |
| 8.1. Coleta de dados .....   | 28 |
| 8.2. Preenchimento de falhas .....   | 28 |
| 8.3. Análise anual.....  | 29 |
| 8.4. Análise decadal .....   | 29 |
| 8.5. Análise dos extremos das temperaturas máximas e mínimas – técnica do Percentil.....                                       | 30 |
| 8.6. Análise mensal.....   | 31 |
| 8.7. Análise do número de dias quentes e frios – classes de temperatura.....   | 31 |
| 8.8. Análise de agrupamento (Cluster Analysis).....  | 32 |
| 9. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....  | 35 |
| 9.1. ANÁLISE ANUAL.....  | 35 |
| 9.1.1. Temperaturas máximas - Análise dos Desvios (positivos e negativos) em relação à média da série (1961-2009). .....       | 35 |
| 9.1.2. Temperaturas mínimas - Análise dos Desvios (positivos e negativos) em relação à média da série (1961-2009). .....       | 40 |
| 9.2. ANÁLISE DECADAL .....   | 45 |
| 9.2.1. Análise Decadal dos desvios (positivos e negativos) em relação à média da série (1961-2009) - Temperaturas máximas..... | 45 |
| 9.2.2. Análise Decadal dos desvios (positivos e negativos) em relação à média da série (1961-2009) – Temperaturas mínimas..... | 50 |
| 9.3. ANÁLISE DOS EXTREMOS DAS TEMPERATURAS MÁXIMAS E MÍNIMAS – TÉCNICA DO PERCENTIL .....                                      | 55 |

|   |    |
|---|----|
| 9.3.1. Avaré – Análise dos extremos das temperaturas - Percentil.....           | 55 |
| 9.3.2. Catanduva – Análise dos extremos das temperaturas - Percentil.....       | 57 |
| 9.3.3. Franca – Análise dos extremos das temperaturas - Percentil.....          | 60 |
| 9.3.4. Piracicaba – Análise dos extremos das temperaturas - Percentil.....      | 62 |
| 9.3.5. Presidente Prudente – Análise dos extremos das temperaturas - Percentil. | 64 |
| 9.3.6. São Simão – Análise dos extremos das temperaturas - Percentil.....       | 66 |
| 9.3.7. Votuporanga – Análise dos extremos das temperaturas - Percentil.....     | 67 |
| 9.4. ANÁLISE MENSAL.....  | 69 |
| 9.5. ANÁLISE DO NÚMERO DE DIAS QUENTES E FRIO - CLASSES DE TEMPERATURA.....     | 71 |
| 9.6. ANÁLISE DE AGRUPAMENTO (CLUSTER ANALYSIS).....                             | 78 |
| 10. CONCLUSÃO.....  | 81 |
| 11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....  | 84 |
| 12. ANEXOS .....  | 87 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 01. | Desvios das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de Avaré (1961-2009).....                        | 37 |
| 02. | Desvios das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de Catanduva (1961-2009).....                    | 37 |
| 03. | Desvios das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de Franca (1961-2009).....                       | 37 |
| 04. | Desvios das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de Presidente Prudente (1961-2009).....          | 37 |
| 05. | Desvios das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de São Simão (1961-2009).....                    | 38 |
| 06. | Desvios das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de Votuporanga (1961-2009).....                  | 38 |
| 07. | Desvios das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de Piracicaba (1961-2009).....                   | 38 |
| 08. | Desvios das Temperaturas Médias das Mínimas na cidade de Avaré (1961-2009).....                        | 42 |
| 09. | Desvios das Temperaturas Médias das Mínimas na cidade de Catanduva (1961-2009).....                    | 42 |
| 10. | Desvios das Temperaturas Médias das Mínimas na cidade de Franca (1961-2009).....                       | 42 |
| 11. | Desvios das Temperaturas Médias das Mínimas na cidade de Presidente Prudente (1961-2009).....          | 42 |
| 12. | Desvios das Temperaturas Médias das Mínimas na cidade de São Simão (1961-2009).....                    | 42 |
| 13. | Desvios das Temperaturas Médias das Mínimas na cidade de Votuporanga (1961-2009).....                  | 42 |
| 14. | Desvios das Temperaturas Médias das Mínimas na cidade de Piracicaba (1961-2009).....                   | 43 |
| 15. | Desvios decadais das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de Avaré (1961-2009).....               | 47 |
| 16. | Desvios decadais das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de Catanduva (1961-2009).....           | 47 |
| 17. | Desvios decadais das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de Franca (1961-2009).....              | 47 |
| 18. | Desvios decadais das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de Presidente Prudente (1961-2009)..... | 47 |
| 19. | Desvios decadais das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de São Simão (1961-2009).....           | 47 |
| 20. | Desvios decadais das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de Votuporanga (1961-2009).....         | 47 |
| 21. | Desvios decadais das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de                                      |    |

|  |    |
|--|----|
| Piracicaba (1961-2009).....  | 48 |
| 22. Desvios decadais das Temperaturas Médias das Mínimas na cidade de Avaré (1961-2009).....               | 52 |
| 23. Desvios decadais das Temperaturas Médias das Mínimas na cidade de Catanduva (1961-2009).....           | 52 |
| 24. Desvios decadais das Temperaturas Médias das Mínimas na cidade de Franca (1961-2009).....              | 52 |
| 25. Desvios decadais das Temperaturas Médias das Mínimas na cidade de Presidente Prudente (1961-2009)..... | 52 |
| 26. Desvios decadais das Temperaturas Médias das Mínimas na cidade de São Simão (1961-2009).....           | 52 |
| 27. Desvios decadais das Temperaturas Médias das Mínimas na cidade de Votuporanga (1961-2009).....         | 52 |
| 28. Desvios decadais das Temperaturas Médias das Mínimas na cidade de Piracicaba (1961-2009).....          | 52 |

#### **LISTA DE QUADROS**

|  |    |
|--|----|
| 01. Informações sobre as sete cidades estudadas no projeto.....                                  | 25 |
| 02. Desvios das temperaturas máximas – por ano.....  | 39 |
| 03. Desvios das temperaturas mínimas – por ano.....  | 44 |
| 04. Médias decadais e desvios das temperaturas máximas.....                                      | 48 |
| 05. Médias decadais e desvios das temperaturas mínimas.....                                      | 53 |
| 06. Valores obtidos com a técnica do percentil na série de 1961-2009 na cidade de Avaré.....     | 55 |
| 07. Avaré - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês - Percentil 90.....                    | 56 |
| 08. Avaré - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês - Percentil 10.....                    | 56 |
| 09. Avaré - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - Percentil 90.....                    | 57 |
| 10. Avaré - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - Percentil 10.....                    | 57 |
| 11. Valores obtidos com a técnica do percentil na série de 1961-2009 na cidade de Catanduva..... | 58 |
| 12. Catanduva - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês -Percentil 90.....                 | 58 |
| 13. Catanduva - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês - Percentil 10.....                | 59 |
| 14. Catanduva - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - Percentil 90.....                | 59 |
| 15. Catanduva - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - Percentil 10.....                | 60 |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 16. | Valores obtidos com a técnica do percentil na série de 1961-2009 na cidade de Franca.....              | 60 |
| 17. | Franca - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês - Percentil 90.....                             | 60 |
| 18. | Franca - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês - Percentil 10.....                             | 61 |
| 19. | Franca - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - Percentil 90.....                             | 61 |
| 20. | Franca - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - Percentil 10.....                             | 61 |
| 21. | Valores obtidos com a técnica do percentil na série de 1961-2009 na cidade de Piracicaba.....          | 62 |
| 22. | Piracicaba - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês - Percentil 90.....                         | 62 |
| 23. | Piracicaba - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês - Percentil 10.....                         | 63 |
| 24. | Piracicaba - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - Percentil 90.....                         | 63 |
| 25. | Piracicaba - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - Percentil 10.....                         | 64 |
| 26. | Valores obtidos com a técnica do percentil na série de 1961-2009 na cidade de Presidente Prudente..... | 64 |
| 27. | Presidente Prudente - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês - Percentil 90.....                | 64 |
| 28. | Presidente Prudente - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês - Percentil 10.....                | 65 |
| 29. | Presidente Prudente - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - Percentil 90.....                | 65 |
| 30. | Presidente Prudente - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - Percentil 10.....                | 65 |
| 31. | Valores obtidos com a técnica do percentil na série de 1961-2009 na cidade de São Simão.....           | 66 |
| 32. | São Simão - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês - Percentil 90.....                          | 66 |
| 33. | São Simão - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - Percentil 90.....                          | 66 |
| 34. | São Simão - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês - Percentil 10.....                          | 67 |
| 35. | São Simão - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - Percentil 10.....                          | 67 |
| 36. | Valores obtidos com a técnica do percentil na série de 1961-2009 na cidade de Votuporanga.....         | 68 |
| 37. | Votuporanga - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês - Percentil 90.....                        | 68 |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 38. | Votuporanga - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês - Percentil 10.....  | 68 |
| 39. | Votuporanga - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - Percentil 90.....  | 68 |
| 40. | Votuporanga - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - Percentil 10.....  | 69 |
| 41. | Comparação entre a normal climatológica (1961/1990) e o período recente (1991/2009) das médias das temperaturas máximas mensais.....                             | 70 |
| 42. | Comparação entre a normal climatológica (1961/2009) e o período recente (1991/2009) das médias das temperaturas mínimas mensais.....                             | 70 |
| 43. | Comparação entre a normal climatológica 1961-1990 e os anos 1991-2009. Aumentos e diminuições médios de números de dias nas classes de temperaturas máximas..... | 72 |
| 44. | Comparação entre a normal climatológica 1961-1990 e os anos 1991-2009. Aumentos e diminuições médios de números de dias nas classes de temperaturas mínimas..... | 73 |
| 45. | Número de dias mais quentes por classe de temperatura máxima e mínima..  | 73 |
| 46. | Classes de temperatura que tiveram as maiores perdas/ganhos de dias em relação a normal climatológica (comparação entre 61-90 e 91-09).....                      | 74 |
| 47. | Principais aumentos/diminuições do número de dias mais quentes por classe de temperatura máxima.....   | 74 |
| 48. | Aumento no número de dias nas temperaturas máximas.....  | 75 |
| 49. | Aumento no número de dias nas temperaturas mínimas.....  | 76 |
| 50. | Quadro Síntese das classes de temperaturas máximas. Comparação entre a normal climatológica (1961 – 1990) e o período de 1991 a 2009.....                        | 77 |
| 51. | Quadro Síntese das classes de temperaturas mínimas. Comparação entre a normal climatológica (1961 – 1990) e o período de 1991 a 2009.....                        | 78 |

#### **LISTA DE FIGURAS**

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 01. | Fluxograma dos procedimentos metodológicos aplicados na pesquisa..... | 34 |
| 02. | Dendograma – Análise de agrupamento – temperaturas máximas.....       | 79 |
| 03. | Dendograma – Análise de agrupamento – temperaturas mínimas.....       | 80 |

#### **LISTA DE MAPAS**

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 01. | Os diferentes domínios morfo-climáticos no estado de São Paulo.....                                    | 24 |
| 02. | Localização das Estações Meteorológicas estudadas na pesquisa.....                                     | 25 |
| 03. | São Paulo. Desvios decadais das médias das temperaturas máximas em relação a serie de 1961 a 2009..... | 49 |
| 04. | São Paulo. Desvios decadais das médias das temperaturas mínimas em relação a serie de 1961 a 2009..... | 54 |

## RESUMO

O clima é um dos principais fenômenos do ambiente natural que rege a vida do homem. Condições específicas de temperatura, umidade, luminosidade, vento e precipitação influenciam diretamente as condições fisiológicas que o homem necessita para sua sobrevivência e mais que isso, além da influência na fisiologia humana e animal, os elementos climáticos também são responsáveis por uma parcela significativa de atividades econômicas como a indústria, agricultura, comércio, transporte, entre outros. Desta forma, toda e qualquer alteração nos padrões atmosféricos repercutem significativamente nas atividades cotidianas e, ainda mais nos sítios urbanos, local onde se concentra a maior parte do contingente populacional na atualidade. Embasados nessa discussão e preocupados com o entendimento da estrutura atmosférica, pretende-se com a presente monografia analisar a estrutura térmica, em sete cidades de pequeno e médio porte do interior do Estado de São Paulo. Para tanto, foram utilizados procedimentos metodológicos quantitativos que explicitassem a evolução temporal (1961-2009) e a distribuição espacial da temperatura térmica. Os resultados apontaram que, de modo geral, as temperaturas entre os anos de 1961 a 2009 tendem a elevação, especialmente as temperaturas mínimas, quando comparado às temperaturas máximas, entretanto, de intensidade regionalmente distinta. Constatou-se um aumento no número de dias com temperaturas mais quentes extremas ao longo dos anos, especialmente, após meados de 1990. Para as temperaturas máximas os maiores aumentos médios ocorreram em quase todas as cidades no mês de Outubro, para as temperaturas mínimas, cada cidade se comportou de maneira própria, com aumentos representativos em quase todos os meses do ano, entretanto, com especificidades distintas, legitimando a influência do sítio urbano na configuração do clima local, neste caso especificamente, a configuração dos padrões térmicos.

**Palavras-chave:** temperatura máxima, temperatura mínima, variabilidade climática, clima local, estrutura térmica.

## ABSTRACT

The climate is one of the main elements of the natural environment that governs the life of man. Specific conditions of temperature, humidity, light, wind and precipitation have direct influence on physiological conditions that man needs to survive and more than that, besides the influence on human and animal physiology, the climatic elements are also responsible for a significant portion of economic activities such as industry, agriculture, commerce, transportation, and others. Therefore, any change in weather patterns has great impact on daily activities, and even more in urban sites, where the most of population is concentrated nowadays. Based on this discussion and concerned in understand the atmospheric structure, this monograph intends to analyze the pattern of atmospheric and temperature element in seven cities of small and medium size located in the state of São Paulo countryside. It was used a quantitative methodological procedure to explain the temporal evolution (1961 – 2009) and the spatial distribution of the temperature element. Altogether, the results have showed an increase of temperature between the years of 1961 and 2009, this trend is noticeable especially in minimum temperature average if compared to maximum temperatures, however with regional distinct intensities. Over these years it was found an increase of days with extreme warm temperatures, particularly after mid-1990. In most of the cities, the maximum temperature average had the highest increase in October, and the minimum temperature average in each city behaved itself, with representative augmentations in almost every month, although they had different specificities, what legitimizes the influence of an urban site in the configuration of a local climate, and in this specific case, the configuration of thermal patterns.

**Keywords:** maximum temperature, minimum temperature; climate variability; local climate; thermal structure.

### 3. INTRODUÇÃO: Contexto e Antecedentes

A temperatura constitui um dos principais elementos reguladores do funcionamento da dinâmica atmosférica. Neste contexto, o estudo da temperatura de determinadas áreas é de suma importância, uma vez que a vida humana, vegetal e animal são estritamente dependentes de características específicas e propícias à sua sobrevivência.

Para Ayoade (1986, p. 50):

A temperatura pode ser definida em termos do movimento de moléculas, de modo que quanto mais rápido o deslocamento mais elevado será a temperatura. Mais comumente, ela é definida em termos relativos tomando por base o grau de calor que um corpo possui. A temperatura é a condição que determina o fluxo de calor que passa de uma substância para outra. O calor desloca-se de um corpo que tem uma temperatura mais elevada para outro com temperatura mais baixa. A temperatura de um corpo é determinada pelo balanço entre a radiação que chega e a que sai e pela sua transformação em calor latente e sensível.

Na Terra a principal fonte de calor advém do Sol. Para Ayoade (1986, p.23), o Sol é responsável por 99,97% da energia utilizada para diversos fins no sistema Terra-atmosfera. É formado por uma esfera gasosa e possui a temperatura em torno de 6.000°C.

No entanto, alguns fatores como quantidade de radiação, ângulo de incidência dos raios solares, latitude, período do dia e ano, inclinação do eixo da Terra, são importantes controladores da quantidade de radiação solar recebida em um dado ponto da superfície, como afirmam Dias e Silva (2009, p. 16), e Ayoade (1986, p. 25).

Destes vários fatores, a posição latitudinal é um dos principais elementos que merecem especial atenção, uma vez que é a principal responsável por uma maior/menor recepção de radiação do Sol. Nunes, Vicente e Candido (2009, p. 243) afirmam que a localização da região Sudeste é favorecida neste quesito devido a sua ampla exposição à radiação solar, com a absorção da radiação da atmosfera com valores próximos a 0,37 cal/cm<sup>2</sup>/min. Para comparação, áreas situadas entre 60° e 90° de latitude recebem, em média de radiação solar, 0,13 cal/cm<sup>2</sup>/min.

Isto também está atrelado à forma que esses raios solares atingem a superfície terrestre (ângulo de incidência dos raios solares), eixo de inclinação da Terra e período do dia, pois segundo Dias e Silva (2009, p. 16):

[...] Quanto mais próximos de uma incidência vertical, maior a taxa de aquecimento da superfície. Devido a inclinação do eixo de rotação da Terra em relação ao plano da órbita, os raios solares incidem, ao meio dia, muito próximos da vertical nas regiões tropicais, e quase na tangente nas proximidades dos pólos.

Quando o Sol está na vertical, os raios solares chegam perpendicularmente à superfície, que recebe a máxima quantidade de energia por segundo de  $342\text{W/m}^2$ . Para outras inclinações, a mesma energia se reparte por uma área maior, resultando em um valor menor de energia incidente por segundo por metro quadrado.

Em relação ao período do ano, um dos grandes reguladores da quantidade de insolação recebida são os períodos de periélio e afélio. Durante esses períodos, a Terra devido a sua órbita elíptica fica mais/menos próxima do Sol. Em situações de Periélio a recepção é maior devido a proximidade do Sol, em contraponto, em períodos de Afélio a quantidade de radiação recebida do Sol diminui, em resposta a maior distância do Sol.

Na superfície terrestre, essa quantidade de radiação é copilada por aparelhos específicos, termógrafo e o termômetro, que captam esses valores ocorridos num determinado local. São identificadas as diferentes temperaturas ao longo dia, dentre as quais destacam-se os valores extremos de temperaturas máximas e mínimas, dados essenciais para esta nessa pesquisa.

Os valores de temperatura máxima, freqüentemente, são obtidos no período vespertino do dia, quando o sol atinge o pico máximo no céu, por volta das 14h e 15h.

Os valores de temperatura mínima, por sua vez, são obtidos no final do período noturno, entre as 5h e 6h, quando a superfície de determinado ponto terrestre não é mais incidido pelos raios solares. Sem as incidências solares a temperatura terrestre diminui, mas não se escassa devido ao balanço de energia e o efeito estufa natural da Terra.

Para Ayoade (1986, p.52), as variações espaciais da temperatura, modificam-se de acordo com o lugar e com o decorrer do tempo em uma determinada localidade:

Vários fatores influenciam a distribuição da temperatura sobre a superfície da Terra e parte dela. Eles incluem a quantia de insolação recebida, a natureza da superfície, a distância a partir dos corpos hídricos, o relevo, a natureza dos ventos predominantes e as correntes oceânicas.

Entretanto, sabendo das especificidades e características térmicas, climáticas e da importância da preservação de tais fatores para a sobrevivência dos seres biológicos, diversos estudiosos vem demonstrando uma preocupação em assimilar e entender as alterações atmosféricas de causa natural e antrópica.

Desde o final do século XIX, quando ainda se vivenciava o período da pequena idade do gelo, estudos voltados à climatologia demonstram alterações da atmosfera sobre os diferentes espaços, mas, sobretudo os referentes às áreas urbanas, associadas às mudanças da estrutura, da forma e da expansão territorial, bem como a nova composição química que se configurava em função das emissões de poluentes.

Luke Howard em 1833 publicou o trabalho pioneiro “The climate of London” quando descreveu a contaminação do ar e sua influência nas doenças respiratórias e na ocorrência de temperaturas mais elevadas na cidade do que nos arredores. Um século mais tarde, Chandler (1965) retoma o tema discutindo como a urbanização acelerada do pós guerra e a expansão territorial urbana das grandes metrópoles, associada ao processo de industrialização e a queima de combustíveis fósseis produzidas no sítio urbano.

Nas décadas de 1970 e 1980, três obras fundamentais apresentaram os fundamentos teóricos e conceituais do clima urbano como uma construção da relação entre a atmosfera e forma urbana. Monteiro (1976) publica “Teoria e clima urbano” em que propõe uma análise sistêmica a partir dos três canais de percepção: o termodinâmico, o físico-químico e o hidrometeorológico.

Helmut Landsberg (1981) e Tim Oke (1987) demonstraram as relações causais entre o fato urbano e seu papel na construção de um clima urbano, como o aumento das temperaturas nas áreas centrais mais densamente construídas, a ocorrência das ilhas de calor, o aumento do material particulado na baixa troposfera, entre outros, que se configuram como as principais mudanças verificadas no interior das cidades.

Ainda, estudos contemporâneos focados às áreas urbanas não metropolitanas, apresentam indícios de alterações no balanço de energia e, portanto, uma nova composição da relação entre o clima e a cidade, como demonstraram os trabalhos sobre Marabá (MONTEIRO E TARIFA, 1977), Santa Maria (SARTORI, 1979), Rio Claro (PITTON, 1991), Londrina (MENDONÇA, 1995), Presidente Prudente (AMORIM, 2000), entre outros.

Sabe-se dessa forma, que a atmosfera e o clima urbano vêm se alterando, porém essa discussão começou a tomar proporções relevantes quando cientistas vinculados ao Painel Intergovernamental de Mudanças do Clima (IPCC) começaram a afirmar que o planeta Terra estaria caminhando para uma mudança climática em níveis globais e não apenas mudanças na atmosfera em situações aleatórias, como apontavam os estudos de até então.

Estes cientistas, segundo Paciornik (2003, p. 128) apontam que a causa principal para essa alteração climática global são os elevados níveis de emissões de poluentes, produzidos pela ação antrópica. Ainda, alertam que num futuro próximo uma série de transtornos e calamidades poderão pôr em risco grande parcela da sociedade, caso essas alterações no padrão físico-químico da atmosfera não sejam controlados e reduzidos.

Uma vez modificado o albedo urbano, ou seja, o aumento das temperaturas intraurbanas, inúmeros desastres naturais tornariam-se cada vez mais frequentes e intensos, ampliando a vulnerabilidade das populações urbanas. Cenários referentes às precipitações indicam que o volume das chuvas deverá aumentar em cerca de 10% a 15% nas próximas décadas, sendo grande parte deste aumento esperados na forma de episódios de grande intensidade e forte repercussão (SANT'ANNA NETO, 2007).

Entretanto, esta não é a única perspectiva quanto às projeções atmosféricas, outra vertente desta discussão, disseminada pelos cientistas chamados “Céticos,” acreditam que o clima do planeta Terra esteja passando apenas por uma flutuação natural do clima, como já aconteceu na história pretérita do clima e que, de acordo com a ciclicidade e periodicidades observadas, as temperaturas globais estariam na eminência de um novo resfriamento.

Assim, como define Mendonça (2006, p.1) *“as mudanças climáticas observadas na Era Moderna despertam a atenção de todo o mundo, delineiam a discurso climático-meteorológico-ambiental e se impõem definitivamente na pauta da geopolítica internacional do presente e do futuro”*.

Aquecimento global ou não, a verdade é que de fato, a atmosfera e os climas das cidades vêm sofrendo alterações, porém tais alterações sobre o comportamento atmosférico e as alterações do clima urbano, devem ser melhor estudadas, atentando-se também ao nível escalar de alteração. A alteração climática em nível local é resultado de uma alteração climática regional, ou ambos são recíprocos? Que causas poderiam influenciar positivamente e/ou negativamente os padrões térmicos?

Entretanto, apesar das condições atmosféricas num dado lugar não serem iguais de um ano para o outro, apontamentos sobre a variabilidade do clima podem ser identificadas a partir da análise de séries temporais, compiladas junto às estações meteorológicas espalhadas por todo o mundo. Auxiliando esta discussão, Conti (2000, p. 19) nos alerta que:

As alterações no comportamento atmosférico de um ano para outro não significam, necessariamente, variação de clima. É imprescindível

que se produzam em uma seqüência considerável de anos para definir uma tendência estatística indicadora de alteração... pode-se verificar flutuações a curto, médio e a longo prazos.

Daí a preocupação em identificar a alteração no padrão que vem ocorrendo, como por exemplo, oscilação, flutuação, periodicidade, tendência, mudança climática. Contudo, a insuficiência de dados climatológicos e pequena série temporal disponível são impedimentos que dificultam uma análise mais consistente do nível de alteração do comportamento atmosférico, principalmente em regiões tropicais, como é o caso do Estado de São Paulo.

Com isso, propõe-se na presente pesquisa, analisar a estrutura térmica dos climas locais de cidades de pequeno e médio porte do estado de São Paulo, objetivando identificar e analisar as tendências, variabilidade e principalmente, a estrutura, a fim de que se esclareçam uma pequena parcela da dinâmica térmica no território paulista, ao longo das séries a serem observadas.

#### **4. VARIABILIDADE CLIMÁTICA**

A definição do conceito de variabilidade vem sendo foco de inúmeras discussões no âmbito da climatologia geográfica. Entretanto, segundo Nunes e Lombardo (1995, p. 21) os estudos elaborados nesta temática tem se dado de maneira não sistemática, de acordo com os distintos interesses e técnicas, de modo a não haver um consenso e até mesmo uma estrutura comum que auxilie no conhecimento amplo desse objeto.

Embasados nesta afirmação, admite-se que a apresentação de algumas definições referentes a esse conceito é extremamente relevante, uma vez que toda a pesquisa é embasada na estrutura e variabilidade térmica no período de 1961-2009 no Estado de São Paulo.

Segundo o IPCC, “o conceito de variabilidade pode ser definido como a maneira pela qual os elementos climáticos variam no interior de um determinado período de registro – de uma série temporal (Cuadrat; Pita,1997; IPCC, 1995 apud Sant’Anna Neto, 2003 p. 55)

Para a Organização Meteorológica Mundial este mesmo conceito refere-se ao “conjunto flutuante das condições atmosféricas, caracterizado pelos estados e evolução do tempo no curso de um período suficiente longo para um domínio espacial determinado” (OMM, 1959 apud CONTI, 2000, p. 17).

Anos mais tarde, a Organização Meteorológica Mundial redefiniu o conceito de variabilidade climática como não sendo apenas alterações climáticas numa série temporal, mas, sim alterações climáticas comprovadas por meio de técnicas estatísticas. Assim: “*variabilidade climática é maneira pela qual os parâmetros climáticos variam no interior de um determinado período de registro, expressos através de desvio-padrão ou coeficiente de variação*”. (OMM, 1966 apud CONTI, 2005, p. 20).

De todo modo, deve-se entender que a variabilidade climática “[...] *é uma propriedade intrínseca do sistema climático terrestre, responsável por oscilações naturais nos padrões climáticos, observados em nível local, regional e global*” (CONFALONIERI, 2003, p. 194). Portanto, entende-se que esta é uma dinâmica natural do clima causado por inúmeros fatores naturais como, por exemplo, a dinâmica climática, teleconexões e os movimentos da Terra.

Entretanto, estas alterações não se devem exclusivamente a causas naturais. O homem, por vezes, também pode ser responsável por essas variações, por meio de iniciativas que acentuam principalmente a temperatura e os padrões físico-químicos da atmosfera, propiciando a alteração dos diferentes espaços.

Ressalva-se também que para um melhor entendimento deste conceito, além dos diferentes fatores causadores das variações climáticas é preciso se ater a questão das escalas temporais. Conti (2000, p. 19) alerta que “[...] *a variabilidade climática é produto tanto do espaço quanto do tempo e sua tendência nunca é igual de um ano para o outro e nem de década para década [...] é possível verificar flutuações a curto, médio e em longo prazo*”.

Esta citação, supracitada, remete a uma confusão conceitual, na qual definições como variabilidade, mudanças climáticas e flutuações são tidas como sinônimos. Para alguns autores como Angelocci e Sentelhas, 2007 (apud Nascimento Jr, 2011), não há uma distinção absoluta entre as denominações, uma vez que as conceituações são dependentes da escala temporal em análise. A intensidade da variação é intrínseca a escala temporal em que se está analisando determinado elemento atmosférico:

[...] não há uma distinção absoluta entre os termos variabilidade e mudança climática, pois dependendo da escala de tempo em que se trabalha certa flutuação, que poderia ser considerada uma variabilidade numa escala de milênios, pode ser considerada uma mudança na escala de décadas ou séculos. (ANGELOCCI e SENTELHAS, 2007 apud NASCIMENTO JR., 2011, p. 17)

Para melhor exemplificar essa afirmação toma-se como exemplo hipotético uma determinada alteração nas temperaturas médias anuais num determinado ano. Esta alteração térmica pode significar num curto período de tempo (uma década, por exemplo), uma expressiva alteração, entretanto, quando analisada numa outra escala temporal (cem anos, por exemplo), esta pode representar apenas mais uma alteração quase que irrelevante para a história da climatologia deste dado lugar hipotético.

Entretanto, a fim de melhores explicações, a Organização Meteorológica Mundial em 1966 definiu alguns conceitos, como os apresentados por Conti (2005, p. 19-20):

- Mudança climática: toda e qualquer manifestação de inconstância climática, independente de sua natureza estatística, escala temporal ou causas físicas.
- Tendência climática: aumento ou diminuição lenta dos valores médios ao longo de série de dados de no mínimo, três décadas, podendo ou não ocorrer de forma linear.
- Descontinuidade climática: mudança abrupta e permanente de um valor médio durante o período de registro.
- Flutuação climática: qualquer mudança que se expresse por duas máximas (ou mínimas) e uma mínima (ou máxima) observada no período de registro.
- Variação climática: flutuação sem padrão específico, observado em escalas de décadas;
- Oscilação climática: flutuação onde se registram máximas e mínimas sucessivas.
- Vacilação climática: flutuação na qual a variável tende a permanecer, alternadamente, em torno de um valor médio para outro a intervalos regulares ou irregulares.
- Periodicidade climática: oscilação em que as máximas e as mínimas ocorrem a intervalos de tempos iguais, por exemplo, 26 anos.

## 5. JUSTIFICATIVA DO TEMA E CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Segundo Monteiro (1976):

“O estado de São Paulo, como uma das unidades da Federação de maior grau de ocupação do seu território, aquele de maior contingente populacional, o de maior nível de desenvolvimento graças à rentabilidade de sua agricultura e ao desenvolvimento da indústria é, por isso mesmo, a porção do espaço geográfico brasileiro de maior grau de alteração do ambiente natural [...] O território paulista constitui-se num excelente universo de análise climatológica, tanto do ponto de vista econômico quanto do ambiente” (p.11).

Nunes, Vicente e Candido (2009, p. 243-244) também enfatizam outros fatores físicos e geográficos da região Sudeste (macrorregião em que o estado de São Paulo está inserido) demonstrando a importância dessa área, devido a gama de peculiaridades que o envolvem:

[...] Além da grande diversidade dos demais atributos físicos, assegura-lhe uma posição geográfica ímpar, que é estar na borda oriental da América do Sul, atravessada pelo trópico de Capricórnio e com a maior parte de suas terras nos trópicos. Do ponto de vista climático, isso se traduz por um fluxo considerável de energia ao longo do ano, distribuição das precipitações altamente irregular no espaço e no tempo, elevada evaporação em setores mais ao norte e continentais, e participação importante de condições anticlonais, contribuindo para que a região Sudeste, mais do que qualquer outra do país, apresente variada gama de regimes climáticos, que vão do tropical ao subtropical. Trata-se de uma vantagem natural da região, que, assim, apresenta grandes potencialidades pelas inter-relações que se estabelecem entre seus variados domínios geomorfológicos, tipos climáticos e biodiversidade.

Além disso, os distintos mecanismos e sistemas atmosféricos contrastantes que atuam na região legitimam diferenciações regionais e conferem especificidades importantes a estrutura climática do Estado e no escoamento atmosférico médio como aponta Nunes, Vicente e Candido (2009, p.245) (Mapa 01).

Para os autores supracitados a região Sudeste e conseqüentemente o estado de São Paulo apresentam condições climáticas de caráter transicional influenciadas por dinâmicas atmosféricas em níveis zonais e regionais. Devido a sua localização latitudinal – atravessada pelo Trópico de Capricórnio – ou seja, conter terras em locais tropicais e subtropicais, a região transita entre os regimes atmosféricos úmidos do Brasil

Meridional e secos e úmidos do Brasil Central. (NUNES, VICENTE E CANDIDO, 2009, p. 245-246)

[...] Atuam na área distintos mecanismos, com invasão de sistemas mais frios, que contrastam com o domínio de massas mais quentes que, em combinação com as feições locais, conferem especificidades importantes e criam condições para perturbações como tornados e trombas d'água [...]

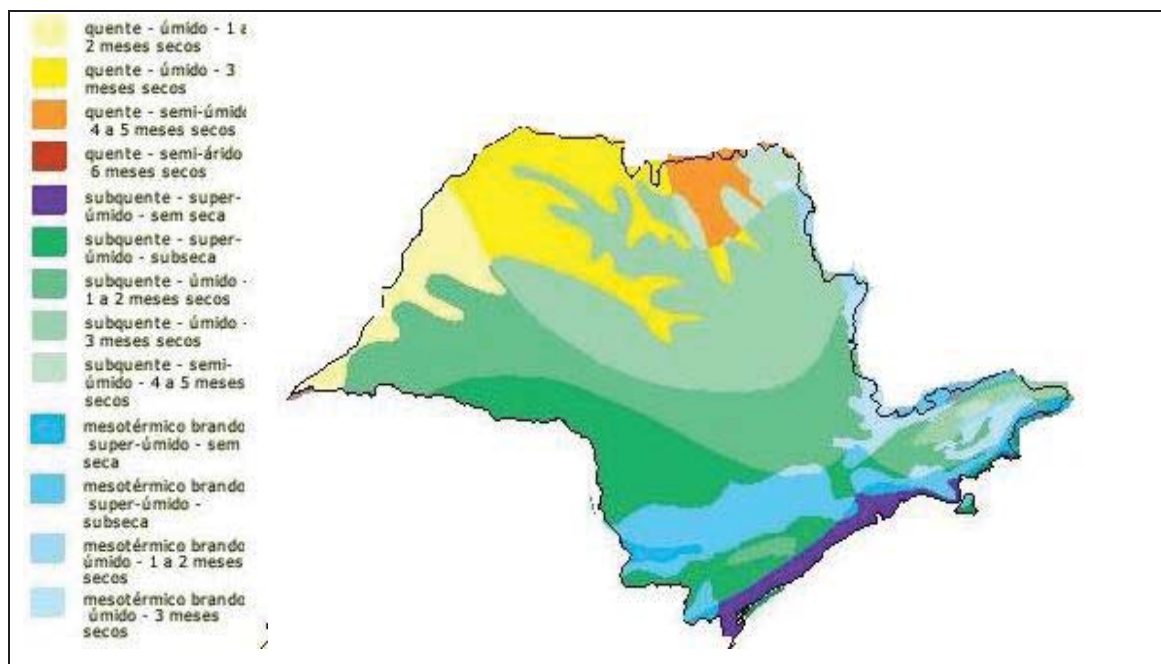
Há, também, além da faixa de conflito Norte-Sul, como foi explicitada acima, a dinâmica de correntes tropicais marítimas de leste-nordeste e correntes do interior de oeste-noroeste.

A proximidade com o oceano na porção leste e ao mesmo tempo a continentalidade marcadamente da porção Oeste do Estado, gera um conflito de forças e refletem no escoamento atmosférico médio, ocasionando perturbações atmosféricas que influenciam na penetração de outros sistemas atmosféricos. Além dos quais, não pode-se esquecer das repercussões nestes locais de fenômenos climáticos de grande escala, como as teleconexões, El Niño, La Niña e a Zona de Convergência do Atlântico Sul.

Outro fator determinante para as diferenciações climáticas do Estado diz-se a presença de terras altas, podendo-se citar a Serra do Mar, no setor leste da região e a Serra da Mantiqueira, localizada entre os Estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. Nestes locais altos, a atmosfera apresenta menor espessura e conseqüentemente menor conteúdo de vapor d'água ocasionando menores temperaturas à noite.

Tal pesquisa pressupõe que mesmo em cidades de pequeno e médio porte, o conjunto urbano existente já é suficientemente denso para produzir um clima diferenciado das áreas rurais e, portanto, alterando os níveis de equilíbrio entre a atmosfera e o espaço produzido, independente das forçantes derivadas do aquecimento global.

Considerando que o porte destas áreas urbanas ainda não permite que as emissões de poluentes e a queima de combustível fóssil tenha o mesmo comportamento das áreas metropolitanas (a exceção das cidades fortemente industrializadas), os climas urbanos produzidos são construídos principalmente pelas mudanças do albedo urbano, ou seja, pelas interações entre a energia solar incidente e os tipos de materiais construtivos, a densidade de construções e a distribuição das áreas verdes.



Mapa 01. Os diferentes domínios morfo-climáticos no estado de São Paulo, segundo o IBGE (2006)

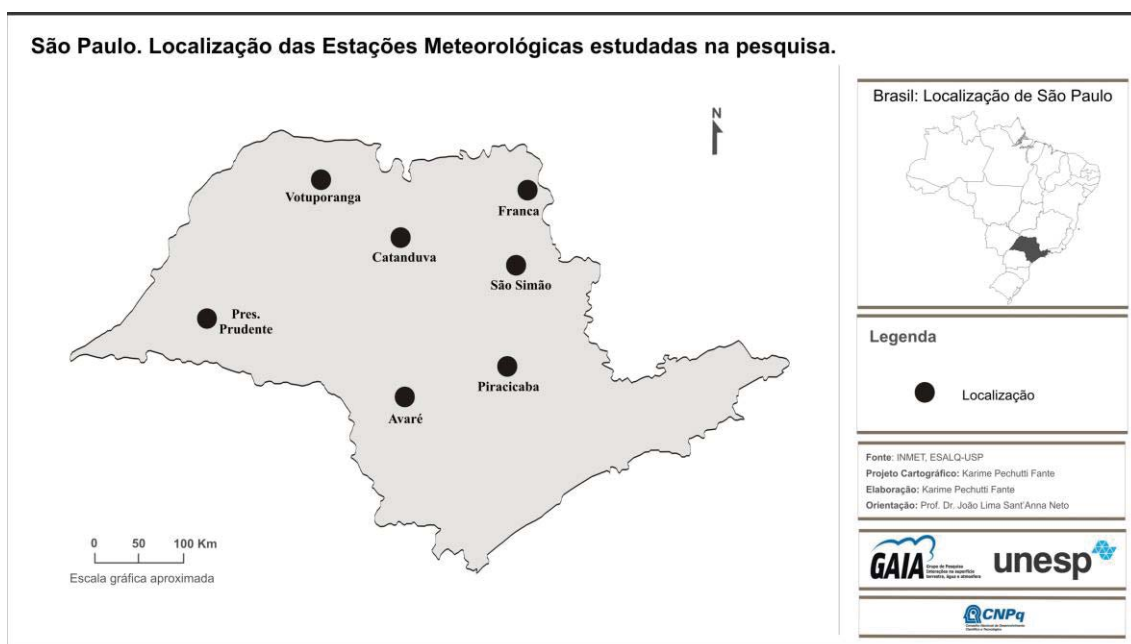
Fonte: SANT'ANNA NETO, J. L. Decálogo da climatologia do Sudeste brasileiro, 2005.

## 6. UNIVERSO DE ANÁLISE

As estudadas na pesquisa cidades foram elencadas devido a algumas peculiaridades que, segundo os critérios adotados, deveriam estar localizadas no interior paulista; possuírem um porte de pequeno a médio (população de até 500.000 habitantes); conterem em seus municípios estações meteorológicas confiáveis e com série temporal acima de 30 anos, como indica a OMM – Organização Mundial de Meteorologia; e, por fim, estarem distribuídas espacialmente nos diferentes pontos geográficos do Estado de São Paulo, representando assim as mais distintas variações físico-espaciais tais como, aspectos geomorfológicos, geológicos e climáticos.

Desta forma, escolheram-se as cidades: Avaré, Catanduva, Franca, Piracicaba, Presidente Prudente, São Simão e Votuporanga (MAPA 2).

Estas cidades de pequeno e médio porte, interioranas, localizam-se em diferentes áreas do estado, de modo que, quando analisadas em escala regional e local, as especificidades espaciais (localização geográfica, feições geomorfológicas e altimétricas) e alterações antrópicas de cada cidade (número de habitantes, densidade construtiva, emissividade de poluentes) se tornam fatores relevantes para uma diferenciação climática. (Quadro 1)



Mapa 02: Localização das Estações Meteorológicas estudadas na pesquisa.

Quadro 01 - Informações sobre as sete cidades estudadas na pesquisa, no período de 1961/2011.

| Cidades             | N° de habitantes município | Altitude (m) | Coodenadas |           | Órgão Responsável          |
|---------------------|----------------------------|--------------|------------|-----------|----------------------------|
|                     |                            |              | Latitude   | Longitude |                            |
| Avaré               | 82.935                     | 766          | -23°05'    | -48°55'   | INMET (Convencional)       |
| Catanduva           | 112.843                    | 503          | -21°08'    | -48°58'   | INMET (Convencional)       |
| Franca              | 318.785                    | 1040         | -20°32'    | -47°24'   | INMET (Convencional)       |
| Presidente Prudente | 207.625                    | 475          | -22°07'    | -51°23'   | INMET (Convencional)       |
| São Simão           | 14.350                     | 620          | -21°28'    | -47°33'   | INMET (Convencional)       |
| Piracicaba          | 364.872                    | 547          | -22°43'    | -47°38'   | ESALQ - USP (Convencional) |
| Votuporanga         | 84.728                     | 525          | -20°25'    | -49°58'   | INMET (Convencional)       |

Fonte: IBGE, censo de 2010.

<[http://www.ibge.com.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas\\_pdf/total\\_populacao\\_sao\\_paulo.pdf](http://www.ibge.com.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/total_populacao_sao_paulo.pdf)>

INMET. <<http://www.inmet.gov.br/sim/sonabra/convencionais.php>>.

ESALQ – USP. <<http://www.lce.esalq.usp.br/base.html>>

Wikipédia <<http://pt.wikipedia.org>>

Monteiro (1976) afirma que:

O fato de que as relações causais de circulação atmosférica regional e a compartimentação geomorfológica se conjugam para criar no espaço paulista uma estrutura climática em mosaico, que também é reforçado pelas associações com os atributos de cobertura [...]

Assim sendo, cada cidade em escala local, se torna um ponto com características climáticas específicas no território paulista e assim, conseqüentemente, o mesmo ocorrerá para as temperaturas, o foco principal deste trabalho.

## **7. OBJETIVOS**

Tem-se como objetivo principal analisar a estrutura térmica de sete cidades de pequeno e médio porte (Avaré, Catanduva, Franca, São Simão, Votuporanga, Presidente Prudente e Piracicaba) localizadas no interior do Estado de São Paulo, entre os anos de 1961 a 2009.

### **7.1 Objetivos específicos**

- Identificar o padrão, a variabilidade e as tendências das temperaturas máximas e mínimas entre os anos de 1961 a 2009 por meio das análises anuais, decadais, dos extremos, mensais e das classes de temperatura;
- Comparar os resultados das análises com a normal climatológica de 1961/1990;
- Verificar correlações espaciais (entre as sete cidades) das temperaturas máximas e mínimas;

## **8. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

### **8.1. Coleta de dados**

Para a execução desta pesquisa, primeiramente, foi necessária a obtenção de dados climatológicos compilados junto às estações meteorológicas espalhadas por todo o interior do estado de São Paulo. Junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), foi obtido um banco de dados contendo informações de 5 cidades do interior paulista, com informações das temperaturas máximas e mínimas e, também, de totais de precipitação diária, dentre os anos de 1961 a 2009, para as cidades de Avaré, Catanduva, Franca, Votuporanga e São Simão. Os dados de Presidente Prudente foram obtidos junto à estação meteorológica localizada no campus da UNESP de Presidente Prudente (também pertencente ao INMET) e os dados da cidade de Piracicaba foram obtidos pelo sítio na internet da ESALQ-USP, campus de Piracicaba.

### **8.2. Preenchimento de falhas**

Inicialmente, tais dados foram submetidos a uma análise minuciosa, sendo possível identificar dias com ausência de dados de temperatura máxima e temperatura mínima. A partir de então foram preenchidos os dados com falhas.

Em casos de falhas diárias, os mesmos foram completados com o valor médio obtido pelos valores dos dias anterior e posterior, pois se acredita que a dinâmica atmosférica é um processo sequencial, então, desta forma, a falha estaria sendo preenchida com a média dos próprios valores obtidos naquela determinada cidade.

Em episódios em que a ausência de dados ocorreu em dois ou mais dias consecutivos, os mesmos foram preenchidos com os dados obtidos junto ao sítio da internet AGRITEMPO. Neste sítio da internet é possível ter acesso além dos dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) aos dados de outros postos, sob a responsabilidade de órgãos como o Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), Universidade de Campinas (UNICAMP) entre outros. Além de dados de outros postos, este sítio também fornece em alguns casos os chamados, dados simulados, que são

dados calculados estatisticamente pela própria empresa (AGRITEMPO) e fornecidos à população gratuitamente.

No entanto, apesar destes procedimentos metodológicos, por inúmeras vezes ocorreu de ainda serem identificadas falhas no banco de dados. Foram os casos em que não houve informações no sitio do AGRITEMPO, nem mesmo dados simulados. Neste caso, os mesmos foram preenchidos com dados de outras estações meteorológicas, por meio da técnica de rebatimento, ou seja, média dos valores de duas ou mais estações localizadas nas proximidades (menor distancia em quilômetros) e condições altimétricas semelhantes com às da estação meteorológica em questão.

### **8.3. Análise Anual**

Os dados foram tabulados estatisticamente no software da *Microsoft*, o *Excel 2007*. Com os dados diários foram realizados cálculos referentes às médias mensais para as temperaturas máximas e temperaturas mínimas em todas as sete estações. Posteriormente com os resultados obtidos a partir das médias mensais, os mesmos foram submetidos à novos cálculos, desta vez, cálculos das médias anuais e média da série.

Para melhor visualização da dinâmica anual de cada cidade, elaborou-se gráficos de barras. Nestes gráficos estão representados os desvios anuais em relação à média da série, para todas as sete cidades.

Ainda na análise anual foram elaborados para cada cidade dois quadros (máximas e mínimas) demonstrando em cores os valores de desvio em relação a média ao longo dos anos. As classes de cores representados nesse quadro foram estabelecidas de acordo com os resultados/valores do desvio, desta forma, estabelecem-se classes de 0,1 a 0,4 (cor amarelo claro); 0,5 a 1,4 (cor laranja) e valores maiores de 1,5 (cor vermelha). Quanto aos valores negativos, tais dados foram classificados em -0,1 a -0,4 (cor azul claro); -0,5 a -1,4 (cor azul médio) e valores menores que -1,5 (cor azul escuro).

### **8.4 Análise Decadal**

Para identificar os padrões das temperaturas ao longo das décadas, os dados anuais foram organizados em cinco classes decadais: 1961/1970, 1971/1980,

1981/1990, 1991/2000 e 2001/2009, sendo esta última classe formada por apenas nove anos, em conformidade com os dados que haviam sido fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A partir dessa organização em classes, foram desenvolvidos cálculos das médias dos dez anos de cada classe. Também foi calculada a média da série (1961/2009). Com esse valor foi subtraído o valor da média de cada década, sendo possível identificar as décadas que tiveram temperaturas máximas e mínimas, maiores e menores que a média da série.

A partir desses procedimentos, elaboraram-se dois gráficos de colunas para cada cidade. Um para as temperaturas máximas e um para as temperaturas mínimas, contendo os valores dos desvios em relação à média para as cinco décadas. Também nesta análise foi gerado um mapa com os desvios decadais das sete cidades analisadas, demonstrando num produto visual os desvios térmicos de cada cidade ao longo das décadas.

### **8.5 Análise dos extremos das temperaturas máximas e mínimas – técnica do Percentil.**

Para a identificação de extremos das temperaturas máximas e mínimas da série, os dados foram submetidos à análise do Percentil, dada pela função:

=PERCENTIL(matriz;percentil)

Sendo:

Matriz= intervalo que contém a série de dados.

Percentil= número real entre zero e um que representa o PERCENTIL desejado pelo autor.

Segundo o sítio eletrônico *expresstraining*, “*percentis são valores numéricos que dividem um conjunto de dados em partes proporcionais*”, por exemplo, se a intenção for calcular o percentil 0,35, de uma série aleatória de dados, você obterá um único número que separa esta série em duas partes, uma com os 35% de valores menores e a outra com os valores restantes.

Para esta pesquisa optou-se pela escolha do percentil de 0,1 para a identificação dos extremos frios e 0,9 para os das temperaturas mais quentes da série, tanto para as temperaturas máximas, quanto temperaturas mínimas.

Posteriormente tais resultados foram identificados na matriz, ou seja, os 10% de dias mais quentes e mais frios da série, possibilitando a verificação da temporalidade das incidências e de suas quantificações ao longo dos anos e da série.

### **8.6 Análise mensal**

Após verificar os padrões térmicos e as temperaturas extremas para cada cidade ao longo dos anos e décadas, analisou-se como as temperaturas se mantiveram ao longo da série focando agora a análise mensal.

Elaboraram-se dois quadros, um para as temperaturas máximas e outro para as temperaturas mínimas comparando os valores da média mensal da normal climatológica (1961/1990) com os valores da média mensal do período subsequente (1991/2009) de cada cidade. Também foram realizados cálculos de porcentagem a fim de descrever os aumentos/diminuições das temperaturas máximas e mínimas.

### **8.7 Análise do número de dias quentes e frios – classes de temperatura.**

Concomitantemente às análises apresentadas acima, a pesquisa buscou quantificar o número de dias quentes e frios ao longo da série, dividindo-os em classes de temperaturas máximas e mínimas.

Estabeleceu-se como critério inicial o agrupamento de alguns valores em classes de temperaturas. Foram definidas para as temperaturas máximas as seguintes classes: valores inferiores a 20°C, 20,1°C a 25°C, 25,1°C a 30°C, 30,1°C a 32°C, 32,1°C a 34°C, 34,1°C a 36°C e valores superiores a 36,1°C.

Para a análise das temperaturas mínimas as classes foram: valores inferiores a 10°C, 10,1°C a 12°C, 12,1°C a 14°C, 14,1°C a 16°C, 16,1°C a 18°C, 18,1°C a 20°C e valores superiores a 20,1°C.

A partir de então inseriram nas planilhas de dados diários, quadros com comandos que identificassem em cada mês e ano o número de dias que os valores máximos e mínimos atingiram cada classe supracitada.

Seqüencialmente, esses valores foram agrupados em dois períodos para efeito de comparação: o período que compreende aos anos da normal climatológica (1961-1990) e o período mais recente (1991-2009) sendo possível verificar quais foram as classes de

temperatura que tiveram aumento ou diminuição no número de dias no período mais recente em comparação ao período da normal climatológica.

### **8.8 Análise de agrupamento (Cluster)**

Com o intuito de verificar possíveis relações espaciais das temperaturas, nas sete cidades analisadas, entre os anos de 1961-2009, realizou-se a análise de agrupamento, com o auxílio do software Minitab.

Segundo Albuquerque (2005) a análise de agrupamentos (cluster analysis) são:

[...] diversas técnicas numéricas cujo propósito é classificar os valores de uma matriz de dados sob estudo em grupos discretos. A técnica classificatória multivariada da análise de agrupamentos pode ser utilizada quando se deseja explorar as similaridades entre indivíduos (modo Q) ou entre variáveis (modo R) definindo-os em grupos, considerando simultaneamente, no primeiro caso, todas as variáveis medidas em cada indivíduo e, no segundo, todos os indivíduos nos quais foram feitas as mesmas mensurações.

Para Johnson & Wichern, 1992; Cruz & Regazzi, 1994 (apud Albuquerque, 2005 p.1) esta análise “[...] tem por finalidade reunir, por algum critério de classificação as unidades amostrais em grupos, de tal forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos”.

As formas de agrupamento, devido a diferentes cálculos podem associar as variáveis de diversas formas. Com o software Minitab, por exemplo, é possível gerar agrupamentos com diferentes métodos de ligação, como: ligação simples (Single Linkage), método de ligação média (Average Linkage), método centróide (Centroid Linkage), método de ligação completa (Complete Linkage), método de ligação mediana (Median Linkage), método de Ward (Ward Linkage).

Entretanto, para a aplicação desta análise foi preciso definir o método que melhor definisse a correlação entre as cidades de acordo com os dados de desvios térmicos. Desta forma, optou-se pelo teste de correlação cofenética, realizado no software R. Quanto maior a porcentagem apresentada, maior é a correlação do método de ligação com os dados analisados e assim o melhor método de ligação para aquele determinado conjunto de dados. (Anexo)

No teste de correlação cofenética os diversos métodos de ligação supracitados foram avaliados, sendo que os resultados obtidos com esta análise foram: método de

ligação simples, 62,65%; método de ligação completa, 67,31%; método de ligação média, 72,56%; método centróide, 64,10%; método de ligação mediana, 64,60%; método de Ward, 52,68%.

Desta forma, o método mais indicado para a análise de agrupamento apontado pelo teste de correlação cofenética foi o de ligação média com 72,57% aproximadamente.

A partir de então foi gerado outro produto, o dendrograma, que é a forma gráfica mais usada para representar o resultado final dos agrupamentos, nele estão dispostas linhas ligadas segundo os níveis de similaridade que agruparam pares de espécimes ou de variáveis, assim, quanto menor a distância, maior a correlação entre as variáveis.

A seguir, demonstram-se em fluxograma os procedimentos metodológicos aplicados na pesquisa. (Figura 01)

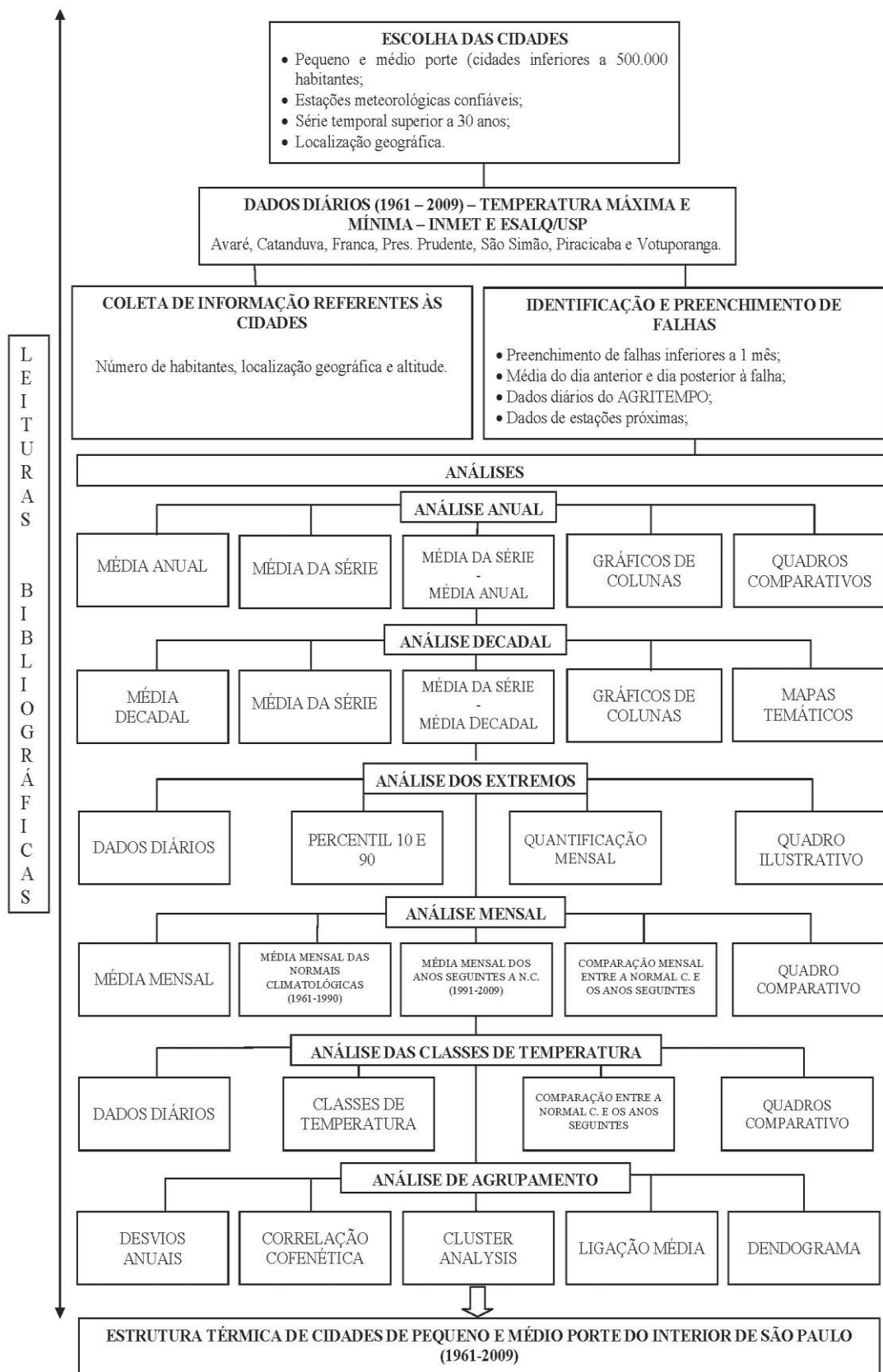


Figura 01. Fluxograma dos procedimentos metodológicos aplicados na pesquisa.

## 9 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 9.1 ANÁLISE ANUAL

#### 9.1.1 Temperaturas máximas - Análise dos Desvios (positivos e negativos) em relação à média da série (1961-2009)

Analisando os resultados obtidos a partir da elaboração dos gráficos de colunas (ver gráficos 01 a 07), ficou explícito que entre o período de 1961 a 2009 é inequívoco o aumento das temperaturas máximas anuais em seis estações meteorológicas (Avaré, Franca, Piracicaba, Presidente Prudente, São Simão e Votuporanga), com exceção apenas da cidade de Catanduva, onde os dados mostraram que está havendo uma tendência de diminuição nos valores médios das temperaturas máximas (que podem estar associados a fatores locais não identificados nesta pesquisa).

Constatou-se com o gráfico referente à cidade de Avaré que as temperaturas máximas durante o período de 1961 a 2009, mantiveram-se com desvios negativos durante as três primeiras décadas. A partir do ano de 1985 a 1992, os dados mostraram-se próximos à média. Entretanto, a partir de 1993, todos os desvios verificados foram positivos, alcançando o pico de ordem de  $1,5^{\circ}\text{C}$ , aproximadamente, no ano de 1994.

Ao analisar o padrão apresentado na cidade de Catanduva, assimilou-se uma peculiaridade distinta das demais cidades pesquisadas. Diferentemente das demais, os maiores índices de desvios positivos em relação à média, aconteceram nesta cidade durante os anos de 1961 a 1969, atingindo a magnitude de  $1,7^{\circ}\text{C}$  de desvio em relação à média. Entre 1978 a 1993 em todos os anos, sem exceção, verificaram-se desvios negativos, ocorrendo no ano de 1989 o pico máximo de desvio negativo em relação a média,  $-1,4^{\circ}\text{C}$ .

Posteriormente a esse ano, os desvios voltaram a ser menos discrepantes em relação a média, e entre os anos de 1994 a 2002, os dados voltaram a ascender positivamente. A partir de 2003, a temperaturas máximas entram em um novo declínio.

A partir do gráfico 03, verificou-se na cidade de Franca, uma ligeira tendência a ascensão das temperaturas máximas ao longo da série. Poucos foram os anos que tiveram uma seqüência de padrões (positivo e negativo) que representassem aumento e/ou diminuição expressiva. Houve uma tendência positiva, devido ao fato dos primeiro

anos da série analisada constituírem-se, principalmente, como anos com temperaturas mais amenas que a média, são os casos dos anos de 1964 a 1968 e 1976 a 1983 em contraponto aos valores positivos verificados ao final da série, 1994 a 2001. As demais temperaturas máximas foram bem heterogêneas, os dados mantiveram-se variáveis entre desvios positivos e negativos, não sendo atribuídos desta forma outros padrões tão expressivos como os supracitados. No entanto, um enfoque que merece especial atenção, refere-se ao ano de 1963. Durante este ano a temperatura máxima anual atingiu 2° C de desvio positivo em relação à média, sendo o ano com as maiores temperaturas de desvio de toda a série analisada.

Na cidade de Presidente Prudente é possível verificar que entre os anos de 1961 a 1994 as temperaturas máximas estiveram principalmente abaixo da média. Vale ressaltar que neste período houve anos com desvios positivos (como por exemplo o pico máximo de desvio positivo ocorrido no ano de 1963, 0,5°C), porém, o padrão (maior frequência de anos) foram predominantemente valores aquém da média. Após o ano de 1994, com exceção apenas dos anos de 1996 (que teve um desvio negativo de -0,2° C em relação à média) e 1998 (com o desvio de -0,1°C), todos os demais anos tiveram temperaturas mais elevadas que a média, sendo que no ano de 2002, as temperaturas máximas anuais atingiram a média de 30,6 °C, ou seja, 1,9° C de diferença da média da série que foi 28,7 °C.

Atentando-se às flutuações positivas e negativas dos desvios térmicos durante a série analisada, constatou-se que na cidade de São Simão, os valores máximos médios mantiveram-se predominantemente aquém da média até meados da década de 1990. No ano de 1976, ocorreu uma importante diminuição das temperaturas máximas nesta cidade. Averiguou-se a diminuição de -1,4° C em relação à média. Desvios positivos também ocorreram nesse período, são exemplos os anos de 1963 (1,4°C), 1969 e 1973 (ambas com 0,7°C de desvio), e 1984 (0,6°C), entretanto ocorreram predominantemente com menor intensidade e em menor quantidade. Durante a década de 1993 e 2003, as temperaturas máximas nessa cidade ocorreram exclusivamente acima da média, sendo que no ano de 2002 ocorreu o maior pico de aumento das temperaturas máximas, atingindo a ordem de 1,6° C.

Em Votuporanga, o aumento das temperaturas máximas é extremamente nítido a partir do ano de 1993. Até então, com exceção dos anos de 1963 (0,1°C) e 1977 e 1978 (0,8° C), todos os anos averiguados entre 1961 e 1992 tiveram temperaturas inferiores a média da série, sendo o pico mais expressivo o ano de 1979 com -1,6° C de diferença da

média. Posteriormente a essa data as temperaturas máximas começaram a elevar-se significativamente sendo que entre os anos de 2001 a 2007, não foi constatado nenhum desvio inferior a 1,3 °C. A expressão máxima de aumento nesta cidade foi alcançada no ano de 2002 quando atingiu 2,2°C de aumento. Nos anos de 2001, 2005, 2006 e 2007 os aumentos também foram altos, atingindo 1,8° C, nos três primeiros anos exemplificados e 1,9° C no ano de 2007.

Piracicaba, diferentemente das outras cidades analisadas, as temperaturas máximas começaram a aumentar já na década de 1980, mais especificamente o ano de 1984 permanecendo até a década de 2000. Entretanto, o ano que teve o maior aumento das temperaturas máximas, não ocorreu no período supracitado, ocorreu no ano de 1963, quando o aumento em relação a média (28,4°C) chegou a 1,6°C. Entre os anos de 1970 a 1983, por sua vez, nota-se uma predominância em temperaturas abaixo da média, sendo o ano de 1976 o desvio negativo mais intenso, -1,5 ° C.

### DESVIOS DAS TEMPERATURAS MÉDIAS DAS MÁXIMAS – POR ANO.

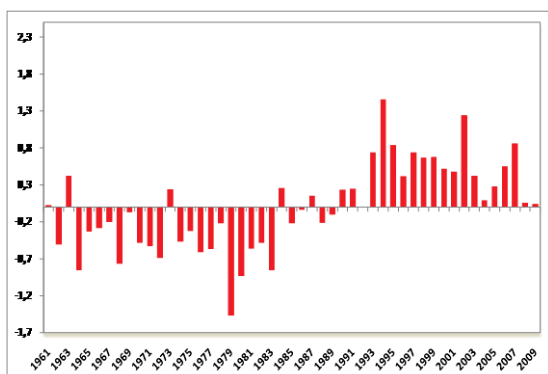


Gráfico 01 – Desvios das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de Avaré (1961-2009).  
Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org: Fante, 2010.

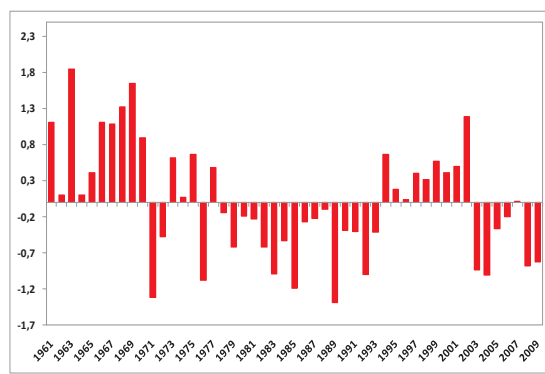


Gráfico 02 – Desvios das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de Catanduva (1961-2009).  
Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org: Fante, 2010.

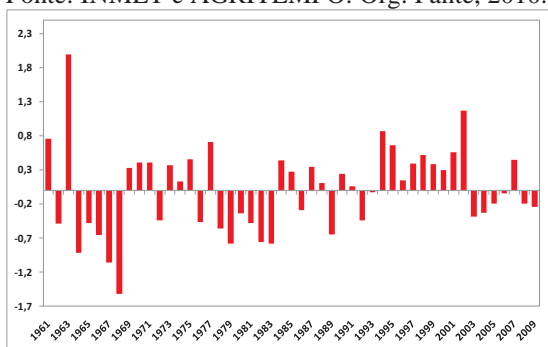


Gráfico 03 – Desvios das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de Franca (1961-2009).  
Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org: Fante, 2010.

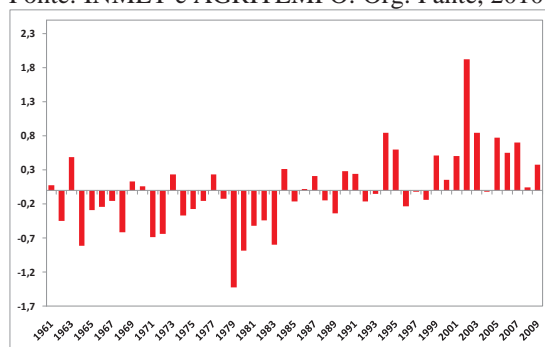


Gráfico 04 – Desvios das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de Presidente Prudente (1961-2009).  
Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org: Fante, 2010.

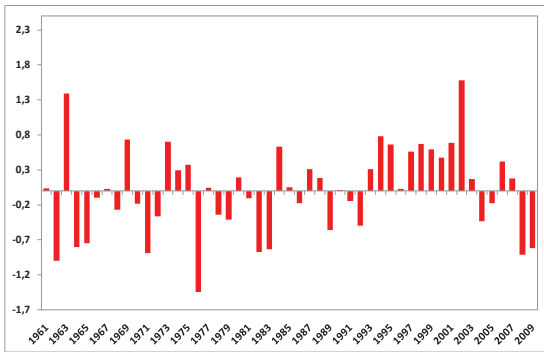


Gráfico 05 – Desvios das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de São Simão (1961-2009).  
Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org: Fante, 2010.

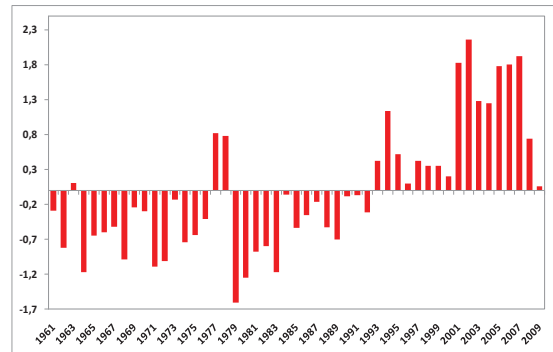


Gráfico 06 – Desvios das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de Votuporanga (1961-2009).  
Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org: Fante, 2010.

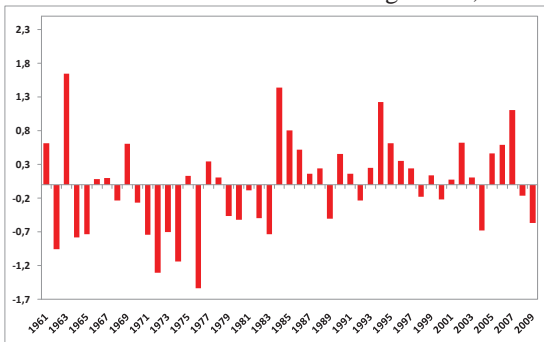


Gráfico 07 – Desvios das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de Piracicaba (1961-2009).  
Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org: Fante, 2010.

Outra análise realizada a fim de melhor compreender o fenômeno constatado nos gráficos refere-se ao quadro 02. Nele é possível identificar os valores dos desvios assumidos por cada cidade ao longo da série.

Com exceção da cidade de Catanduva que nos primeiros anos da série apresentava valores superiores ao da média, as demais cidades mantiveram-se nos primeiros anos da série com valores predominantemente abaixo da média, até meados de década de 90. Percebe-se com o esquema de cores que ao longo dos anos, as cidades aumentaram gradativamente às temperaturas máximas, alcançando como a cidade de Votuporanga, picos elevados após o ano 2000. Entretanto, o novo padrão que se configura nas cidades de Catanduva, Franca, São Simão e Piracicaba após o ano de 2003, é uma nova diminuição das temperaturas máximas.

Verificam-se com esse quadro que os anos que tiveram os maiores aumentos nas temperaturas nas sete cidades estudadas foram os anos de 1963, 1994, 1995, 2001 e 2002. Enquanto que os anos que tiveram os mais expressivos desvios negativos (temperaturas inferiores a média) nas sete cidades foram os anos de 1964, 1976, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983 e 1989.

Quadro 02. Desvios das temperaturas máximas – por ano.

|      | Máximas |           |        |             |          |             |            |
|------|---------|-----------|--------|-------------|----------|-------------|------------|
|      | Avaré   | Catanduva | Franca | P. Prudente | S. Simão | Votuporanga | Piracicaba |
| 1961 | 0,0     | 1,1       | 0,8    | 0,1         | 0,0      | -0,3        | 0,6        |
| 1962 | -0,5    | 0,1       | -0,5   | -0,4        | -1,0     | -0,8        | -1,0       |
| 1963 | 0,4     | 1,8       | 2,0    | 0,5         | 1,4      | 0,1         | 1,6        |
| 1964 | -0,9    | 0,1       | -0,9   | -0,8        | -0,8     | -1,2        | -0,8       |
| 1965 | -0,3    | 0,4       | -0,5   | -0,3        | -0,7     | -0,6        | -0,7       |
| 1966 | -0,3    | 1,1       | -0,7   | -0,2        | -0,1     | -0,6        | 0,1        |
| 1967 | -0,2    | 1,1       | -1,1   | -0,2        | 0,0      | -0,5        | 0,1        |
| 1968 | -0,8    | 1,3       | -1,5   | -0,6        | -0,3     | -1,0        | -0,2       |
| 1969 | -0,1    | 1,7       | 0,3    | 0,1         | 0,7      | -0,2        | 0,6        |
| 1970 | -0,5    | 0,9       | 0,4    | 0,1         | -0,2     | -0,3        | -0,3       |
| 1971 | -0,5    | -1,3      | 0,4    | -0,7        | -0,9     | -1,1        | -0,7       |
| 1972 | -0,7    | -0,5      | -0,4   | -0,6        | -0,4     | -1,0        | -1,3       |
| 1973 | 0,2     | 0,6       | 0,4    | 0,2         | 0,7      | -0,1        | -0,7       |
| 1974 | -0,5    | 0,1       | 0,1    | -0,4        | 0,3      | -0,7        | -1,1       |
| 1975 | -0,3    | 0,7       | 0,5    | -0,3        | 0,4      | -0,6        | 0,1        |
| 1976 | -0,6    | -1,1      | -0,5   | -0,2        | -1,4     | -0,4        | -1,5       |
| 1977 | -0,6    | 0,5       | 0,7    | 0,2         | 0,0      | 0,8         | 0,3        |
| 1978 | -0,2    | -0,1      | -0,6   | -0,1        | -0,3     | 0,8         | 0,1        |
| 1979 | -1,5    | -0,6      | -0,8   | -1,4        | -0,4     | -1,6        | -0,5       |
| 1980 | -0,9    | -0,2      | -0,3   | -0,9        | 0,2      | -1,2        | -0,5       |
| 1981 | -0,6    | -0,2      | -0,5   | -0,5        | -0,1     | -0,9        | -0,1       |
| 1982 | -0,5    | -0,6      | -0,8   | -0,4        | -0,9     | -0,8        | -0,5       |
| 1983 | -0,9    | -1,0      | -0,8   | -0,8        | -0,8     | -1,2        | -0,7       |
| 1984 | 0,3     | -0,5      | 0,4    | 0,3         | 0,6      | -0,1        | 1,4        |
| 1985 | -0,2    | -1,2      | 0,3    | -0,2        | 0,1      | -0,5        | 0,8        |
| 1986 | 0,0     | -0,3      | -0,3   | 0,0         | -0,2     | -0,4        | 0,5        |
| 1987 | 0,2     | -0,2      | 0,3    | 0,2         | 0,3      | -0,2        | 0,2        |
| 1988 | -0,2    | -0,1      | 0,1    | -0,1        | 0,2      | -0,5        | 0,2        |
| 1989 | -0,1    | -1,4      | -0,6   | -0,3        | -0,6     | -0,7        | -0,5       |
| 1990 | 0,2     | -0,4      | 0,2    | 0,3         | 0,0      | -0,1        | 0,5        |
| 1991 | 0,3     | -0,4      | 0,1    | 0,2         | -0,1     | -0,1        | 0,2        |
| 1992 | 0,0     | -1,0      | -0,4   | -0,2        | -0,5     | -0,3        | -0,2       |
| 1993 | 0,7     | -0,4      | 0,0    | -0,1        | 0,3      | 0,4         | 0,3        |
| 1994 | 1,5     | 0,7       | 0,9    | 0,8         | 0,8      | 1,1         | 1,2        |
| 1995 | 0,8     | 0,2       | 0,7    | 0,6         | 0,7      | 0,5         | 0,6        |
| 1996 | 0,4     | 0,0       | 0,2    | -0,2        | 0,0      | 0,1         | 0,4        |
| 1997 | 0,7     | 0,4       | 0,4    | 0,0         | 0,6      | 0,4         | 0,2        |
| 1998 | 0,7     | 0,3       | 0,5    | -0,1        | 0,7      | 0,4         | -0,2       |
| 1999 | 0,7     | 0,6       | 0,4    | 0,5         | 0,6      | 0,4         | 0,1        |
| 2000 | 0,5     | 0,4       | 0,3    | 0,2         | 0,5      | 0,2         | -0,2       |
| 2001 | 0,5     | 0,5       | 0,6    | 0,5         | 0,7      | 1,8         | 0,1        |
| 2002 | 1,2     | 1,2       | 1,2    | 1,9         | 1,6      | 2,2         | 0,6        |
| 2003 | 0,4     | -0,9      | -0,4   | 0,8         | 0,2      | 1,3         | 0,1        |
| 2004 | 0,1     | -1,0      | -0,3   | 0,0         | -0,4     | 1,3         | -0,7       |
| 2005 | 0,3     | -0,4      | -0,2   | 0,8         | -0,2     | 1,8         | 0,5        |
| 2006 | 0,6     | -0,2      | 0,0    | 0,6         | 0,4      | 1,8         | 0,6        |
| 2007 | 0,9     | 0,0       | 0,5    | 0,7         | 0,2      | 1,9         | 1,1        |
| 2008 | 0,1     | -0,9      | -0,2   | 0,0         | -0,9     | 0,7         | -0,2       |
| 2009 | 0,0     | -0,8      | -0,2   | 0,4         | -0,8     | 0,1         | -0,6       |

Legenda

|           |           |           |   |           |           |         |
|-----------|-----------|-----------|---|-----------|-----------|---------|
| -1,5 > -2 | -0,1 -1,4 | -0,4 -0,1 | 0 | 0,1 - 0,4 | 0,5 - 1,4 | 1,5 > 2 |
|-----------|-----------|-----------|---|-----------|-----------|---------|

Fonte: INMET e Agritempo.  
Organização: Fante, 2010.

### **9.1.2 Temperaturas mínimas - Análise dos Desvios (positivos e negativos) em relação à média da série (1961-2009).**

Para a elaboração desta análise foram construídos os gráficos 08 a 14, com os desvios das temperaturas mínimas, por ano em relação a média da série. Deste modo, verificou-se que:

As temperaturas mínimas de Avaré tiveram três padrões de desvios em relação à média da série, durante o período analisado. O primeiro constitui-se entre os anos de 1961 a 1977, o qual as temperaturas mínimas variaram em curtos ciclos de desvios positivos e negativos. O segundo padrão referente aos anos de 1979 a 1993, em que todos os anos deste período as temperaturas foram inferiores a média. Durante este período ocorreu a menor diminuição de temperaturas anual de toda a série, em cerca de  $-1,8^{\circ}\text{C}$  a baixo da média – ano de 1979. E por fim, o terceiro e último padrão (anos de 1994 a 2009), considerado como positivo, quando as temperaturas mínimas aumentaram na média de  $0,6^{\circ}\text{C}$ , tendo sua expressão máxima nesta cidade no ano de 2002, quando se constatou a elevação de das temperaturas mínimas anuais em  $1,6^{\circ}\text{C}$  acima da média da série que foi  $15,5^{\circ}\text{C}$ .

As temperaturas mínimas anuais na cidade de Catanduva assim como nas demais cidades estudadas na pesquisa, mostraram-se em tendência de aumento positivo. Entre os anos de 1961 até meados de 1990, as temperaturas mínimas mantiveram-se predominantemente aquém da média. Após esse período, as temperaturas começam a ascender, até atingir o pico máximo no ano de 2002 ( $1,6^{\circ}\text{C}$  de desvio em relação à média), diminuindo posteriormente a intensidade, mas ainda sim desvios positivos em relação à média.

Na cidade de Franca, as temperaturas mínimas entre os anos de 1961 a 1971, apresentaram-se exclusivamente abaixo da média da série analisada. Durante esse período (10 anos) que as temperaturas foram em média  $-1,1^{\circ}\text{C}$  menores que a média da série ( $16,3^{\circ}\text{C}$ ). A partir de então, as temperaturas aumentaram em alguns anos, com ênfase aos anos de 1977 e 1987, aos quais tiveram a média da temperatura anual em torno de  $17,2^{\circ}\text{C}$  e  $17,3^{\circ}\text{C}$ . Entretanto, só a partir de 1990 que os valores de temperaturas mínimas se tornaram superiores à média, sendo verificada uma seqüência de doze anos de valores acima da média da série. Apenas no ano de 2003, as temperaturas mínimas mostraram-se inferiores a média. Constatou-se uma queda de  $-0,1^{\circ}\text{C}$  abaixo da média, entretanto, no ano seguinte esse valor voltou a elevar-se novamente. No ano de 2009,

novamente o valor anual se mostrou abaixo da média, 0,5°C de desvio em relação à média da série.

Em Presidente Prudente, notam-se dois principais períodos durante toda a série analisada. O primeiro refere-se aos anos de 1961 a 1993, quando predominantemente as temperaturas mantiveram-se abaixo da média, sendo para essa cidade a média de 17,8°C. Também é verificado durante este período, um sub-período compreendido entre os anos de 1979 a 1992, com valores ainda mais baixos, em média -1,1°C abaixo da média da série, com ênfase para o ano de 1979, o ano de maior desvio negativo em relação à média, -2,2°C. Entre os 1994 a 2009, as temperaturas mínimas da cidade de Presidente Prudente foram exclusivamente superiores à média. Averigua-se neste período os dois anos com maiores aumentos positivos, 2002 e 2005, ambos com aumento de 1,7°C à média da série.

Analisando os dados referentes à cidade de São Simão, percebe-se que em comparação as demais cidades, a cidade supracitada foi a que menos teve variações positivas e negativas na série. As temperaturas na cidade pouco variaram em relação a média, porém ainda assim verifica-se uma ligeira tendência ao aumento das temperaturas mínimas. O período com menores temperaturas e conseqüentemente desvios negativos em relação a série analisada refere-se aos anos de 1972 a 1982. A partir de 1986, já se começa a perceber um aumento positivo das temperaturas, sendo este padrão predominante até o ano de 2009. Em relação aos maiores desvios positivos e negativos da série, pode-se atribuir o ano de 1972 como o ano de menor temperatura da série, -1,2°C, e o ano de 2005, como sendo o ano mais quente de toda a série, 1,3°C acima do valor médio da série analisada (16,6°C).

Em relação às demais cidades, as temperaturas mínimas anuais na cidade de Votuporanga foram as que mais aumentaram. Tendo um aumento expressivo a partir do ano de 2001, um pouco mais tarde do que em relação às demais cidades analisadas, (em média as temperaturas mínimas começaram a aumentar a partir da década de 90) esta cidade atingiu os maiores índices de aumento, alcançando no ano de 2005 o índice de desvio positivo em relação à média de 2,9°C. Nos anos anteriores a esse acréscimo nas temperaturas, houve na série analisada apenas três eventos mais relevantes que se constatou elevação nas temperaturas mínimas: 1973 que teve o desvio positivo de 0,8°C; 1977 com o desvio positivo de 1,1°C e 1978 com o aumento de 1,2°C em relação à média. Percebem-se nos demais anos, que os valores de temperaturas mínimas ocorreram principalmente abaixo da média da série, com ênfase ao período de 1979 a

1993, quando os desvios negativos não foram menores que  $-0,5^{\circ}\text{C}$  (ano de 1993), tendo em média valores menores que a média da série da ordem de  $-0,9^{\circ}\text{C}$ .

Em análise à cidade de Piracicaba, verifica-se que entre os anos de 1961 a 1989, as temperaturas mínimas anuais mantiveram-se predominantemente aquém ao valor médio da série. Alguns episódios em que as temperaturas mínimas baixaram muito em relação a média são identificados nos anos de 1962 ( $-1,3^{\circ}\text{C}$ ), 1968 ( $-1,7^{\circ}\text{C}$ ), 1976 ( $-1,6$ ), 1978 ( $-2^{\circ}\text{C}$ ), 1979 ( $-1,5^{\circ}\text{C}$ ). Após o ano de 1990, todos os desvios das temperaturas mínimas nesta cidade foram positivos, ou seja, maiores que a média, observando dessa forma cerca de 20 anos de temperaturas superiores a média ( $15,2^{\circ}\text{C}$ ).

### DESVIOS DAS TEMPERATURAS MÉDIAS DAS MÍNIMAS – POR ANO.

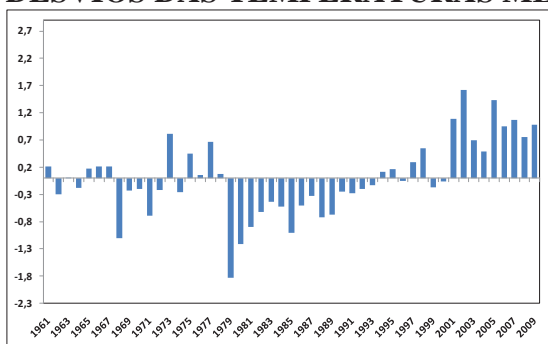


Gráfico 08 – Desvios das Temperaturas Médias das Mínimas na cidade de Avaré (1961-2009).  
Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org: Fante, 2010.

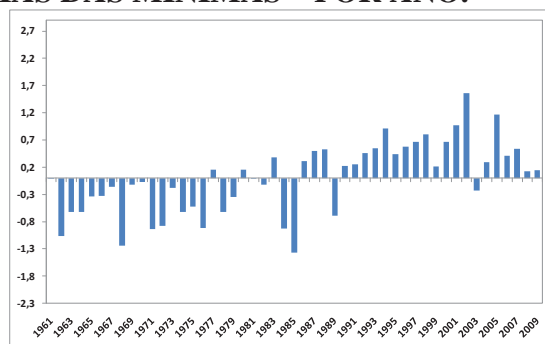


Gráfico 09 – Desvios das Temperaturas Médias das Mínimas na cidade de Catanduva (1961-2009).  
Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org: Fante, 2010.

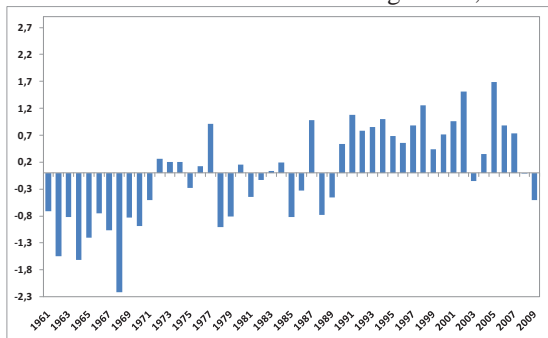


Gráfico 10 – Desvios das Temperaturas Médias das Mínimas na cidade de Franca (1961-2009).  
Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org: Fante, 2010.

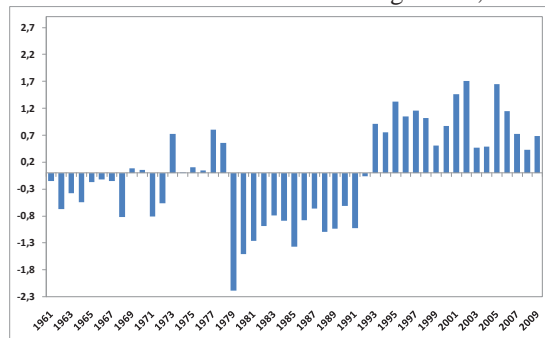


Gráfico 11. Desvios das temperaturas médias das mínimas na cidade de Pres. Prudente (1961-2009).  
Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org: Fante, 2010.

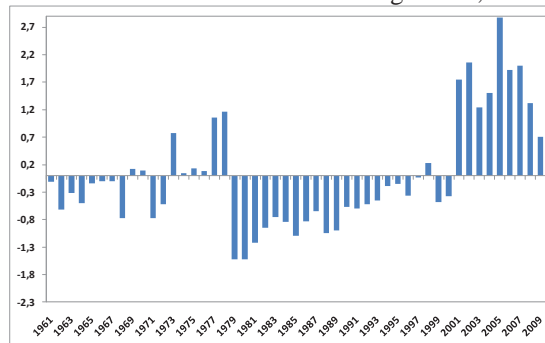
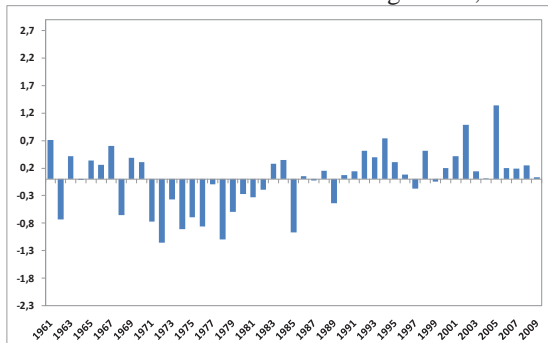


Gráfico 12 – Desvios das Temperaturas Médias das Mínimas na cidade de São Simão (1961-2009).  
Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org: Fante, 2010.

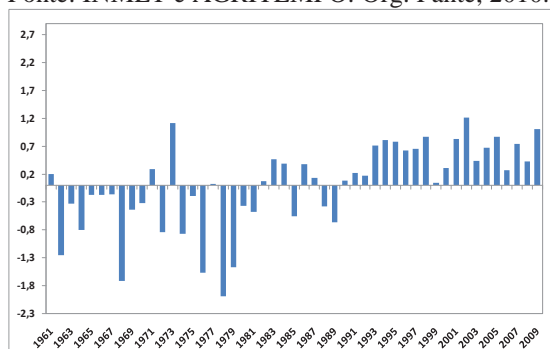


Gráfico 13 – Desvios das Temperaturas Médias das Mínimas na cidade de Votuporanga (1961-2009).  
Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org: Fante, 2010.

Gráfico 14 – Desvios das Temperaturas Médias das Mínimas na cidade de Piracicaba (1961-2009).  
Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org: Fante, 2010.

Assim como realizado nas análises referentes a temperatura máxima, foi elaborado um quadro síntese dos desvios positivos e negativos em relação à média das sete cidades analisadas na pesquisa referente as temperaturas mínimas. (Quadro 03)

Tomando como caso a cidade de Franca, nota-se que as temperaturas tiveram os maiores índices de desvios negativos em relação à média principalmente na década de 1960, enquanto que cidades como Avaré, Presidente Prudente e Votuporanga, as menores temperaturas mínimas se deram em meados de 1980 a 1990, aproximadamente.

Nos anos de 1990, percebe-se uma tendência à elevação nas temperaturas mínimas das cidades de Catanduva, Franca, Presidente Prudente e São Simão. Piracicaba, diferentemente, identifica um ligeiro aumento nas temperaturas mínimas já em meados de 1980. Quanto às outras cidades, Votuporanga e São Simão, só vieram a ter um maior aquecimento nas temperaturas a partir dos anos 2000.

A partir dos anos 2000, são constatadas as maiores elevações nas temperaturas mínimas de toda a série, especialmente nos anos de 2002 (todas as cidades tiveram desvios superiores a 1°C) e 2005 (com exceção de Piracicaba todas as cidades tiveram desvios superiores a 1°C). Entretanto, a cidade de Votuporanga, merece especial atenção durante este período. Constataram-se entre os anos de 2001 a 2008, seis anos com desvios positivos acima de 1,5°C, chegando a alcançar no ano de 2005 o desvio máximo positivo da ordem de 2,9°C, valor este, superior a todos os desvios, de todas as sete cidades analisadas.

Quadro 03. Desvios das temperaturas mínimas – por ano.

|      | Mínimas |           |        |             |          |             |            |
|------|---------|-----------|--------|-------------|----------|-------------|------------|
|      | Avaré   | Catanduva | Franca | P. Prudente | S. Simão | Votuporanga | Piracicaba |
| 1961 | 0,2     | 0,0       | -0,7   | -0,1        | 0,7      | -0,1        | 0,2        |
| 1962 | -0,3    | -1,1      | -1,5   | -0,7        | -0,7     | -0,6        | -1,3       |
| 1963 | 0,0     | -0,6      | -0,8   | -0,4        | 0,4      | -0,3        | -0,3       |
| 1964 | -0,2    | -0,6      | -1,6   | -0,5        | 0,0      | -0,5        | -0,8       |
| 1965 | 0,2     | -0,3      | -1,2   | -0,2        | 0,3      | -0,1        | -0,2       |
| 1966 | 0,2     | -0,3      | -0,7   | -0,1        | 0,3      | -0,1        | -0,2       |
| 1967 | 0,2     | -0,2      | -1,1   | -0,1        | 0,6      | -0,1        | -0,2       |
| 1968 | -1,1    | -1,2      | -2,2   | -0,8        | -0,7     | -0,8        | -1,7       |
| 1969 | -0,2    | -0,1      | -0,8   | 0,1         | 0,4      | 0,1         | -0,4       |
| 1970 | -0,2    | -0,1      | -1,0   | 0,1         | 0,3      | 0,1         | -0,3       |
| 1971 | -0,7    | -0,9      | -0,5   | -0,8        | -0,8     | -0,8        | 0,3        |
| 1972 | -0,2    | -0,9      | 0,3    | -0,6        | -1,2     | -0,5        | -0,8       |
| 1973 | 0,8     | -0,2      | 0,2    | 0,7         | -0,4     | 0,8         | 1,1        |
| 1974 | -0,3    | -0,6      | 0,2    | 0,0         | -0,9     | 0,0         | -0,9       |
| 1975 | 0,5     | -0,5      | -0,3   | 0,1         | -0,7     | 0,1         | -0,2       |
| 1976 | 0,1     | -0,9      | 0,1    | 0,0         | -0,9     | 0,1         | -1,6       |
| 1977 | 0,7     | 0,1       | 0,9    | 0,8         | -0,1     | 1,1         | 0,0        |
| 1978 | 0,1     | -0,6      | -1,0   | 0,6         | -1,1     | 1,2         | -2,0       |
| 1979 | -1,8    | -0,4      | -0,8   | -2,2        | -0,6     | -1,5        | -1,5       |
| 1980 | -1,2    | 0,2       | 0,2    | -1,5        | -0,3     | -1,5        | -0,4       |
| 1981 | -0,9    | 0,0       | -0,4   | -1,3        | -0,3     | -1,2        | -0,5       |
| 1982 | -0,6    | -0,1      | -0,1   | -1,0        | -0,2     | -0,9        | 0,1        |
| 1983 | -0,4    | 0,4       | 0,0    | -0,8        | 0,3      | -0,8        | 0,5        |
| 1984 | -0,5    | -0,9      | 0,2    | -0,9        | 0,3      | -0,8        | 0,4        |
| 1985 | -1,0    | -1,4      | -0,8   | -1,4        | -1,0     | -1,1        | -0,6       |
| 1986 | -0,5    | 0,3       | -0,3   | -0,9        | 0,1      | -0,8        | 0,4        |
| 1987 | -0,3    | 0,5       | 1,0    | -0,7        | 0,0      | -0,6        | 0,1        |
| 1988 | -0,7    | 0,5       | -0,8   | -1,1        | 0,1      | -1,0        | -0,4       |
| 1989 | -0,7    | -0,7      | -0,5   | -1,0        | -0,4     | -1,0        | -0,7       |
| 1990 | -0,2    | 0,2       | 0,5    | -0,6        | 0,1      | -0,6        | 0,1        |
| 1991 | -0,3    | 0,3       | 1,1    | -1,0        | 0,1      | -0,6        | 0,2        |
| 1992 | -0,2    | 0,5       | 0,8    | -0,1        | 0,5      | -0,5        | 0,2        |
| 1993 | -0,1    | 0,5       | 0,9    | 0,9         | 0,4      | -0,5        | 0,7        |
| 1994 | 0,1     | 0,9       | 1,0    | 0,8         | 0,7      | -0,2        | 0,8        |
| 1995 | 0,2     | 0,4       | 0,7    | 1,3         | 0,3      | -0,2        | 0,8        |
| 1996 | 0,0     | 0,6       | 0,6    | 1,1         | 0,1      | -0,4        | 0,6        |
| 1997 | 0,3     | 0,7       | 0,9    | 1,2         | -0,2     | 0,0         | 0,7        |
| 1998 | 0,6     | 0,8       | 1,3    | 1,0         | 0,5      | 0,2         | 0,9        |
| 1999 | -0,2    | 0,2       | 0,4    | 0,5         | 0,0      | -0,5        | 0,0        |
| 2000 | -0,1    | 0,7       | 0,7    | 0,9         | 0,2      | -0,4        | 0,3        |
| 2001 | 1,1     | 1,0       | 1,0    | 1,5         | 0,4      | 1,7         | 0,8        |
| 2002 | 1,6     | 1,6       | 1,5    | 1,7         | 1,0      | 2,1         | 1,2        |
| 2003 | 0,7     | -0,2      | -0,1   | 0,5         | 0,1      | 1,2         | 0,4        |
| 2004 | 0,5     | 0,3       | 0,4    | 0,5         | 0,0      | 1,5         | 0,7        |
| 2005 | 1,4     | 1,2       | 1,7    | 1,7         | 1,3      | 2,9         | 0,9        |
| 2006 | 1,0     | 0,4       | 0,9    | 1,2         | 0,2      | 1,9         | 0,3        |
| 2007 | 1,1     | 0,5       | 0,7    | 0,7         | 0,2      | 2,0         | 0,7        |
| 2008 | 0,8     | 0,1       | 0,0    | 0,4         | 0,2      | 1,3         | 0,4        |
| 2009 | 1,0     | 0,1       | -0,5   | 0,7         | 0,0      | 0,7         | 1,0        |

Legenda

|           |           |           |   |           |           |         |
|-----------|-----------|-----------|---|-----------|-----------|---------|
| -1,5 > -2 | -0,1 -1,4 | -0,4 -0,1 | 0 | 0,1 - 0,4 | 0,5 - 1,4 | 1,5 > 2 |
|-----------|-----------|-----------|---|-----------|-----------|---------|

Fonte: INMET e Agritempo.  
Organização: Fante, 2010.

## 9.2. DECADAL

### 9.2.1. Análise Decadal dos desvios (positivos e negativos) em relação à média da série (1961-2009) – Temperaturas Máximas.

Para a análise decadal das temperaturas máximas foram elaborados os gráficos 15 a 21 e o quadro 04.

Com os desvios decadais referentes a cidade de Avaré, ficou explícito que de modo geral as temperaturas máximas nesta cidade mostraram-se em tendência de elevação. Nas três primeiras décadas as temperaturas médias decadais foram inferiores a média da série, tendo seus menores valores na década de 1970, quando se constatou desvio de  $-0,6^{\circ}\text{C}$ . Entretanto, esse valor decaiu na década seguinte, aumentando expressivamente na década seguinte (1990 a 2000) quando ocorreu nessa cidade, o maior índice de aumento das temperaturas da série (desvio positivo de  $0,6^{\circ}\text{C}$ ). Na década de 2000, os valores mantiveram-se acima da média, tendo o desvio positivo de  $0,5^{\circ}\text{C}$ .

Constatou-se na cidade de Catanduva uma peculiaridade inexistente nas demais cidades estudadas. Diferentemente das demais, Catanduva teve na primeira década da série (1961-1970) desvios positivos das temperaturas máximas da ordem de  $1^{\circ}\text{C}$  em relação à média. Nas duas décadas seguintes os valores térmicos diminuíram em relação a média, até atingir o ponto máximo de desvio negativo,  $-0,6^{\circ}\text{C}$ , na década de 1981 – 1990. Sequentemente, na década de 90 os valores térmicos voltaram a subir, mantendo-se próximo à média (desvio positivo de  $0,1^{\circ}\text{C}$ ), contudo esse aumento nas temperaturas não foi mantido na década seguinte, quando retornou a ter na década seguinte, média decadal inferior a média da série (desvio negativo de  $-0,3^{\circ}\text{C}$ ).

Franca em relação às demais cidades pesquisadas (com exceção de São Simão) foi uma das cidades que apresentou os menores desvios decadais em relação média. Nas três primeiras décadas, suas médias decadais foram inferiores à média da série. Apenas na década de 90, esta cidade atingiu o desvio positivo de  $0,3^{\circ}\text{C}$ , entretanto este valor não se manteve na década seguinte tendo uma ligeira diminuição, mas ainda assim positivo em relação a média da série ( $0,1^{\circ}\text{C}$ )

Analisando a cidade de Presidente Prudente, observou-se uma tendência de aumento positivo nas médias decadais das temperaturas máximas. Assim como São Simão, Avaré, Franca e Votuporanga as três primeiras décadas da série analisada são

distinguidas com desvios negativos em relação a média da série. Neste contexto a década compreendida entre os anos de 1971 a 1980, foi a mais expressiva, uma vez que atingiu o desvio de  $-0,4^{\circ}\text{C}$ . A partir da década de 90 as temperaturas máximas começam a crescer e na década de 2000 atinge o desvio máximo positivo,  $0,6^{\circ}\text{C}$ .

São Simão, assim como Franca, foi uma das cidades em que menos se verificou desvio em seus valores médios decadais, em relação à média da série. As três primeiras décadas foram marcadas por médias inferiores a média, apenas na década de 90, as temperaturas máximas tiveram um ligeiro aumento com a ordem de desvio positivo em relação a média da série de  $0,3^{\circ}\text{C}$ . Na década seguinte as médias das temperaturas máximas diminuem, porém ainda sim constituem valores superiores a média, apresentando o desvio positivo de  $0,1^{\circ}\text{C}$ .

Analisando os dados referentes a cidade de Votuporanga, observa-se que as três primeiras décadas da série são caracterizadas por médias decadais inferiores à média da série (desvio de  $-0,6^{\circ}\text{C}$ ). A partir da década de 90 as temperaturas começam a aumentar, entretanto sua maior expressividade se dá na década de 2000, quando nesta cidade, as temperaturas máximas atingem o maior índice de desvio em relação a média da série e das demais cidades analisadas,  $1,4^{\circ}\text{C}$ .

Na cidade de Piracicaba algumas características singulares, são possíveis de ser identificadas, diferentemente das demais, a primeira década (1961-1970) na cidade de Piracicaba, não apresentou desvio em relação a média da série. Entre os anos de 1971 a 1980, entretanto, os valores decaem, atingindo o desvio negativo de  $-0,6^{\circ}\text{C}$ .

Na década seguinte, já se percebe um aumento nas temperaturas máximas nesta cidade. Diferentemente das demais onde foram constatadas variações positivas apenas na década de 90, na cidade Piracicaba, este aumento pôde ser identificado já na década de 80, quando neste local foi constatado o desvio  $0,2^{\circ}\text{C}$ , mantendo-se nos anos subsequentes.

## DESVIOS DAS TEMPERATURAS MÉDIAS DAS MÁXIMAS – POR DÉCADA

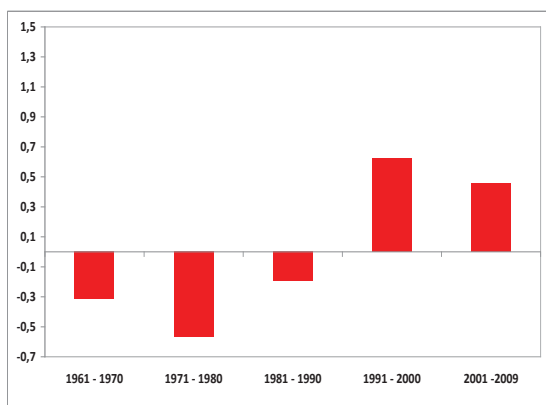


Gráfico 15 – Desvios decadais das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de Avaré (1961-2009).

Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org: Fante, 2010.

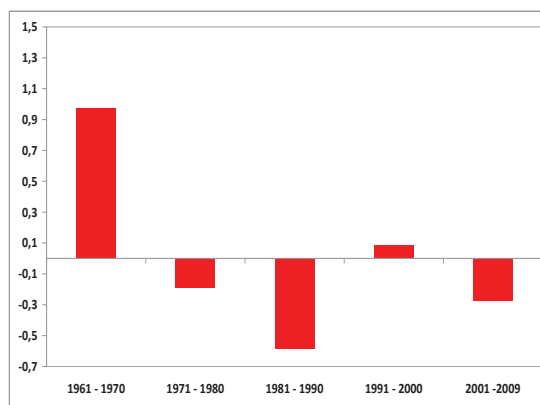


Gráfico 16 – Desvios decadais das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de Catanduva (1961-2009).

Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org: Fante, 2010.

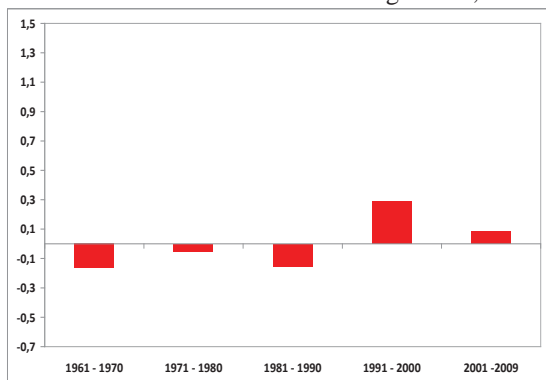


Gráfico 17 – Desvios decadais das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de Franca (1961-2009).

Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org: Fante, 2010.

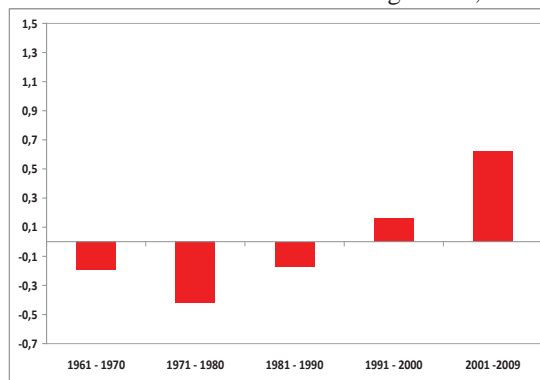


Gráfico 18 – Desvios decadais das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de Presidente Prudente (1961-2009).

Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org: Fante, 2010.

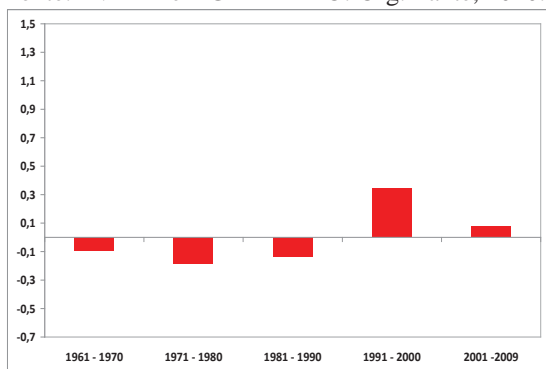


Gráfico 19 – Desvios decadais das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de São Simão (1961-2009).

Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org: Fante, 2010.

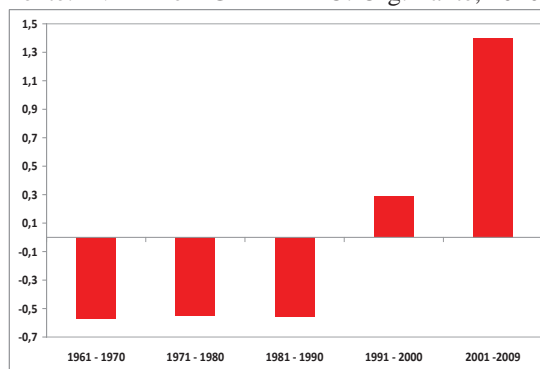


Gráfico 20 – Desvios decadais das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de Votuporanga (1961-2009).

Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org: Fante, 2010.

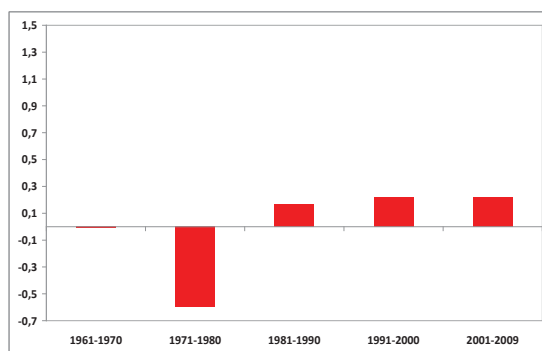
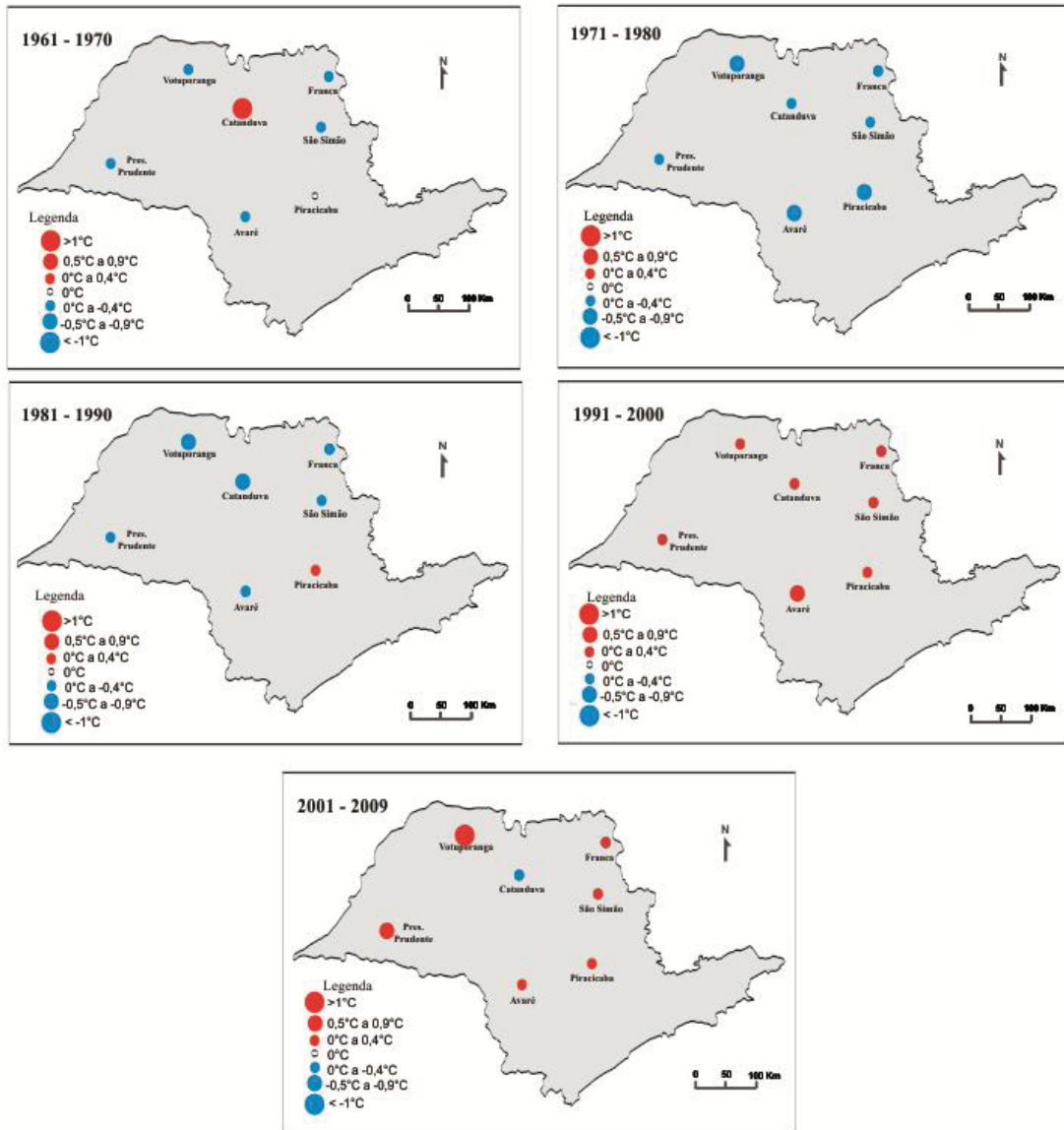


Gráfico 22 – Desvios decadais das Temperaturas Médias das Máximas na cidade de Piracicaba (1961-2009).  
Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org.: Fante, 2010.

| Década             | 1961 - 1970 | 1971 - 1980 | 1981 - 1990 | 1991 - 2000 | 2001 - 2009 | média |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| <b>Avaré</b>       | 26,5        | 26,2        | 26,6        | 27,4        | 27,2        | 26,8  |
| Desvio             | -0,3        | -0,6        | -0,2        | 0,6         | 0,5         |       |
| <b>Catanduva</b>   | 30,6        | 29,4        | 29,0        | 29,7        | 29,3        | 29,6  |
| Desvio             | 1,0         | -0,2        | -0,6        | 0,1         | -0,3        |       |
| <b>Franca</b>      | 26,0        | 26,1        | 26,0        | 26,5        | 26,3        | 26,2  |
| Desvio             | -0,2        | -0,1        | -0,2        | 0,3         | 0,1         |       |
| <b>P. Prudente</b> | 28,5        | 28,3        | 28,6        | 28,9        | 29,3        | 28,7  |
| Desvio             | -0,2        | -0,4        | -0,2        | 0,2         | 0,6         |       |
| <b>São Simão</b>   | 28,9        | 28,8        | 28,9        | 29,3        | 29,1        | 29,0  |
| Desvio             | -0,1        | -0,2        | -0,1        | 0,3         | 0,1         |       |
| <b>Votuporanga</b> | 28,0        | 28,0        | 28,0        | 28,9        | 30,0        | 28,6  |
| Desvio             | -0,6        | -0,6        | -0,6        | 0,3         | 1,4         |       |
| <b>Piracicaba</b>  | 28,4        | 27,8        | 28,6        | 28,6        | 28,6        | 28,4  |
| Desvio             | 0,0         | -0,6        | 0,2         | 0,2         | 0,2         |       |

Quadro 04. Médias Decadais e Desvios das Temperaturas Máximas.  
Fonte: INMET e Agritempo.  
Organização: Fante, 2010.

## São Paulo. Desvios decadais das médias das temperaturas máximas em relação à série de 1961 a 2009.



Brasil: Localização de São Paulo



Fonte: INMET, ESALQ-USP

Projeto Cartográfico: Karime Pechutti Fante

Elaboração: Karime Pechutti Fante

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



ESCALA GRÁFICA



LEGENDA

- >1°C
- 0,5°C a 0,9°C
- 0°C a 0,4°C
- 0°C
- 0°C a -0,4°C
- 0,5°C a -0,9°C
- < -1°C

Mapa 03. São Paulo. Desvios decadais das médias das temperaturas máximas em relação a série de 1961 a 2009.

### **9.2.2 Análise Decadal dos desvios (positivos e negativos) em relação à média da série (1961-2009) – Temperaturas Mínimas**

De modo geral, as médias das temperaturas mínimas ao longo das décadas tiveram uma tendência de aumento, sendo que em cinco das sete estações meteorológicas analisadas, as temperaturas aumentaram após a década de 90 (Catanduva, Franca, São Simão, Presidente Prudente e Piracicaba). Na cidade de Avaré, os valores decadais se equipararam com o valor médio da série e em Votuporanga o aumento nas temperaturas mínimas, só veio a ocorrer na década de 2000. (Ver gráficos 22 a 28 e quadro 05)

Em Avaré, nas três primeiras décadas as temperaturas se mostraram abaixo da média da série, tendo sua expressão máxima de desvio negativo a década de 80, quando o desvio neste local foi de  $-0,6^{\circ}\text{C}$ . Após esse período, as temperaturas se elevaram e na década de 90 constatou-se um equilíbrio entre a média das temperaturas decadais e a média da série. Na última década, os valores médios continuaram a aumentar atingindo o desvio de  $0,9^{\circ}\text{C}$ .

Em Catanduva, durante as duas primeiras décadas, constatou-se que os desvios foram de  $-0,5^{\circ}\text{C}$ . Posteriormente a esse período, as médias durante a década de 80 começaram a aumentar, entretanto ainda foi constatado um desvio negativo em relação a média de  $-0,1^{\circ}\text{C}$ . Nas décadas subsequentes as médias térmicas continuaram a aumentar constatando o desvio de  $0,5^{\circ}\text{C}$  em relação a média da série.

Analisando as médias das temperaturas mínimas em Franca no decorrer das décadas, um ponto que merece especial atenção, refere-se ao fato de que a década de 60, foi a década com os maiores desvios negativos dessa cidade e também das demais estações meteorológicas pesquisadas no projeto. O desvio da média decadal em relação a média da série foi de  $-1,2^{\circ}\text{C}$ . Posteriormente nas duas décadas subsequentes os desvios médios das temperaturas mínimas se mantiveram em  $-0,1^{\circ}\text{C}$ , vindo a aumentar na década seguinte, quando atingiu o desvio de  $0,8^{\circ}\text{C}$ . Na década seguinte, os desvios se mantiveram positivos sendo constatado na década de 2000 o desvio de  $0,6^{\circ}\text{C}$ .

Em Presidente Prudente, durante as duas primeiras décadas, os desvios referentes às médias decadais se mantiveram em  $-0,3^{\circ}\text{C}$ . Na década subsequente as médias dos valores térmicos diminuíram, sendo atingido o máximo de desvio da série,  $-1,0^{\circ}\text{C}$ . Posteriormente as temperaturas começam a aumentar, sendo que na década de 90

os desvios mostraram-se além da média da série ( $0,6^{\circ}\text{C}$ ) e em maior intensidade na década seguinte, quando se constatou o desvio em relação a média de  $1,0^{\circ}\text{C}$ .

Comparando as médias decadais das temperaturas mínimas com os desvios constatados nas demais cidades, pode-se perceber, que os menores índices de desvios em relação a média da série foram obtidos na cidade de São Simão. As temperaturas pouco variaram (positivamente e negativamente) ao longo das cinco décadas analisadas, entretanto, em São Simão, foi constatada uma singularidade distinta das demais cidades. Foi a única cidade que teve o desvio médio decadal positivo, em relação a série analisada durante a década de 60. Nas duas décadas seguintes os valores médios decadais diminuíram, tendo o desvio constatado de  $-0,7^{\circ}\text{C}$  na década de 70 e  $-0,1^{\circ}\text{C}$  na década de 80. Nas décadas seguintes, as temperaturas continuaram a aumentar, mostrando-se além da média da série, verificou-se o desvio de  $0,3^{\circ}\text{C}$  na década de 90 e  $0,4^{\circ}$  na década de 2000.

As décadas na cidade de Votuporanga foram predominantemente marcadas por médias das temperaturas mínimas inferiores a média. Quatro das cinco décadas analisadas tiveram esse padrão, notadamente as quatro primeiras décadas (décadas de 60, 70, 80 e 90). Na década de 2000 os valores aumentaram expressivamente, chegando a atingir o desvio de  $1,7^{\circ}\text{C}$ , o maior desvio positivo constatado entre as estações meteorológicas pesquisadas.

Em Piracicaba, constatou-se que as duas primeiras décadas tiveram médias nas temperaturas mínimas marcadamente inferiores a média do período, sendo constatados os desvios na década de 60 e 70 de  $-0,5^{\circ}\text{C}$  e  $-0,6^{\circ}\text{C}$  respectivamente. Contudo, este valor equilibrou-se com a média da série na década seguinte, continuando a aumentar nas duas décadas seguintes. Na década de 90, constatou-se o aumento de  $0,5^{\circ}\text{C}$  e em 2000, o desvio aumentou para  $0,6^{\circ}\text{C}$ .

## DESVIOS DAS TEMPERATURAS MÉDIAS DAS MÍNIMAS – POR DÉCADA

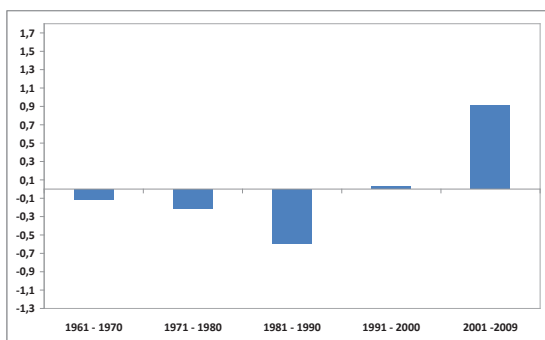


Gráfico 22 – Desvios decadais das Temperaturas Médias das Mínimas na cidade de Avaré (1961-2009).Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org: Fante, 2010.

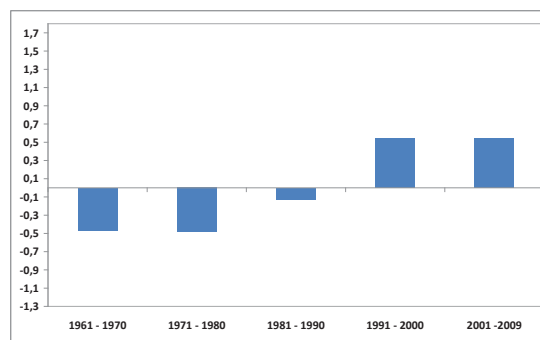


Gráfico 23 – Desvios decadais das Temperaturas Médias das Mínimas na cidade de Catanduva (1961-2009).Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org: Fante, 2010.

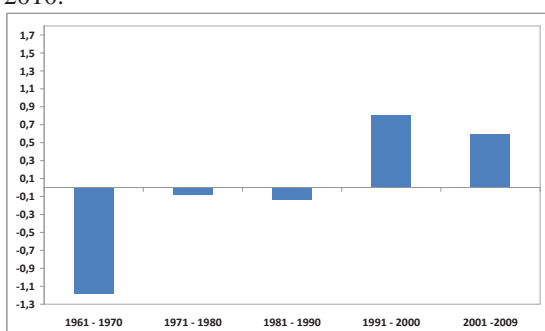


Gráfico 24 – Desvios decadais das Temperaturas Médias das Mínimas na cidade de Franca (1961-2009). Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org: Fante, 2010.

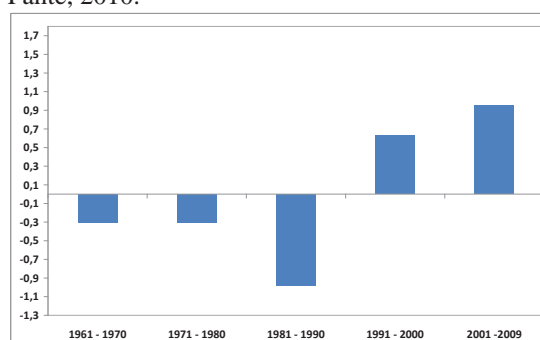


Gráfico 25 – Desvios decadais das Temperaturas Médias das Mínimas na cidade de Presidente Prudente (1961-2009).Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org: Fante, 2010.

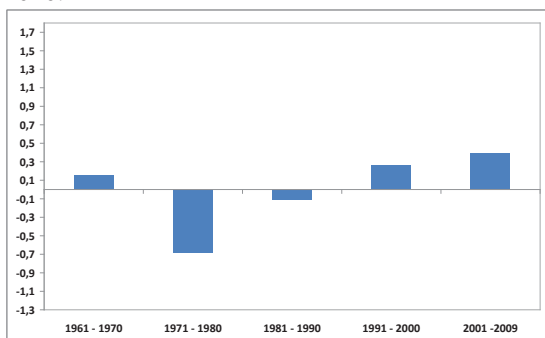


Gráfico 26 – Desvios decadais das Temperaturas Médias das Mínimas na cidade de São Simão (1961-2009).Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org: Fante, 2010.

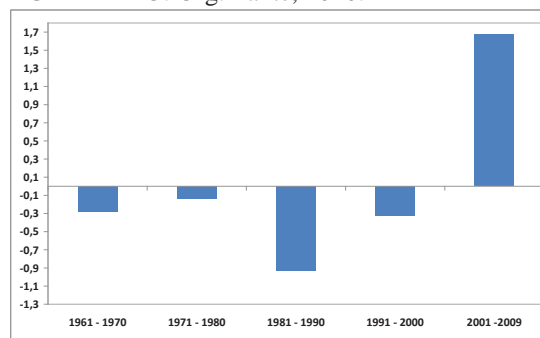


Gráfico 27 – Desvios decadais das Temperaturas Médias das Mínimas na cidade de Votuporanga (1961-2009).Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org: Fante, 2010.

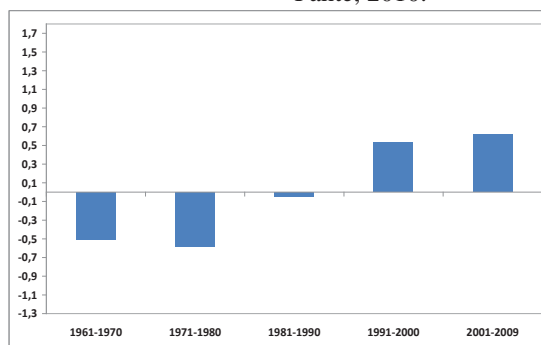


Gráfico 28 – Desvios decadais das Temperaturas Médias das Mínimas na cidade de Piracicaba (1961-2009).

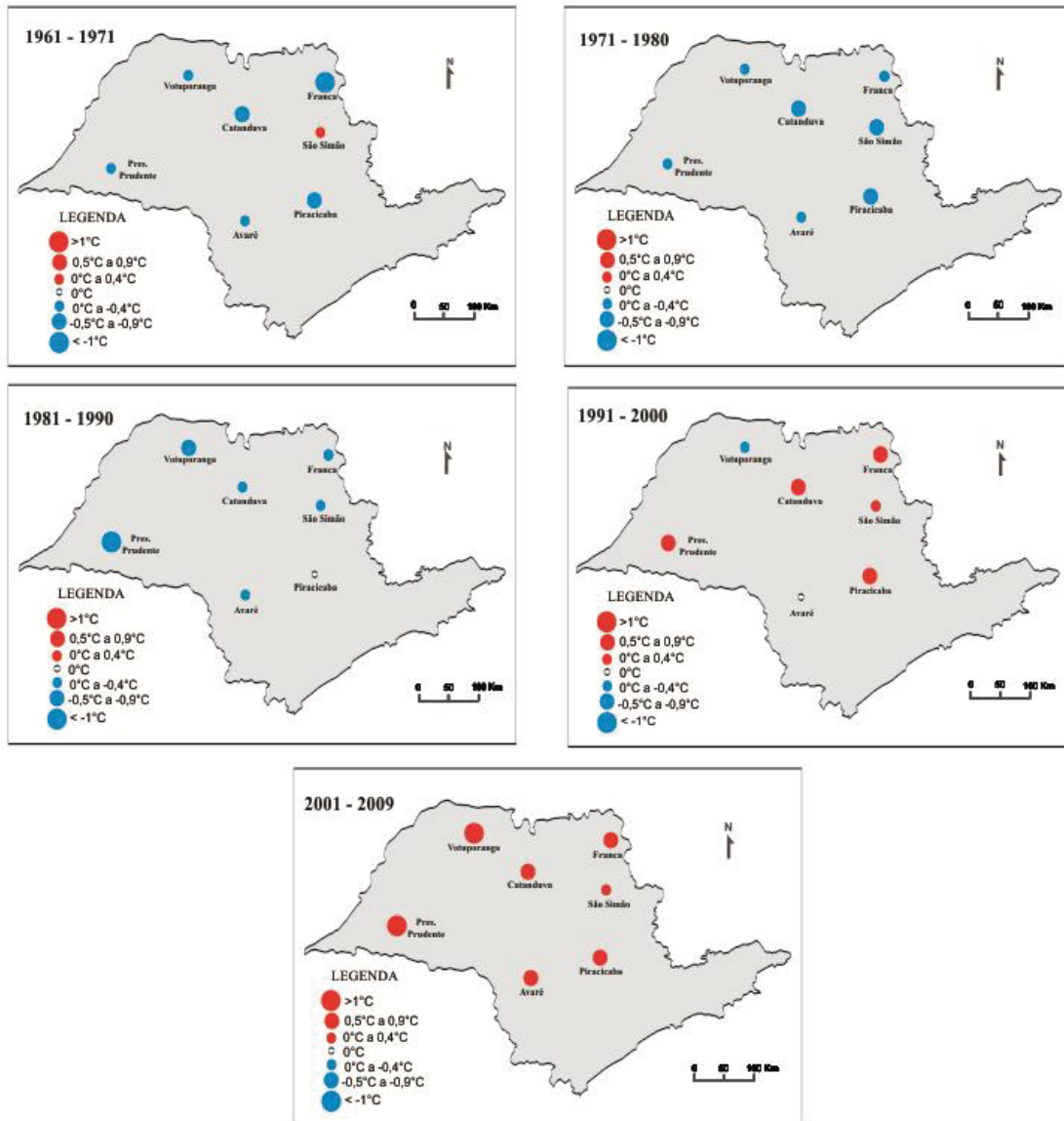
Fonte: INMET e AGRITEMPO. Org: Fante, 2010.

| <b>Década</b>      | <b>1961 - 1970</b> | <b>1971 - 1980</b> | <b>1981 - 1990</b> | <b>1991 - 2000</b> | <b>2001 - 2009</b> | <b>média</b> |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| <b>Avaré</b>       | 15,3               | 15,3               | 14,9               | 15,5               | 16,4               | 15,5         |
| Desvio             | -0,1               | -0,2               | -0,6               | 0,0                | 0,9                |              |
| <b>Catanduva</b>   | 17,4               | 17,4               | 17,8               | 18,4               | 18,4               | 17,9         |
| Desvio             | -0,5               | -0,5               | -0,1               | 0,5                | 0,5                |              |
| <b>Franca</b>      | 15,2               | 16,3               | 16,2               | 17,2               | 16,9               | 16,3         |
| Desvio             | -1,2               | -0,1               | -0,1               | 0,8                | 0,6                |              |
| <b>P. Prudente</b> | 17,6               | 17,6               | 16,9               | 18,5               | 18,8               | 17,9         |
| Desvio             | -0,3               | -0,3               | -1,0               | 0,6                | 1,0                |              |
| <b>São Simão</b>   | 16,8               | 15,9               | 16,5               | 16,9               | 17,0               | 16,6         |
| Desvio             | 0,2                | -0,7               | -0,1               | 0,3                | 0,4                |              |
| <b>Votuporanga</b> | 17,0               | 17,2               | 16,4               | 17,0               | 19,0               | 17,3         |
| Desvio             | -0,3               | -0,1               | -0,9               | -0,3               | 1,7                |              |
| <b>Piracicaba</b>  | 14,7               | 14,6               | 15,2               | 15,7               | 15,8               | 15,2         |
| Desvio             | -0,5               | -0,6               | 0,0                | 0,5                | 0,6                |              |

Quadro 05. Médias decadais e desvios das temperaturas mínimas.

Fonte: INMET e Agritempo. Org: Fante, 2010.

## São Paulo. Desvios decadais das médias das temperaturas mínimas em relação à série de 1961 a 2009.



Brasil: Localização de São Paulo



Fonte: INMET, ESALQ-USP

Projeto Cartográfico: Karime Pechutti Fante

Elaboração: Karime Pechutti Fante

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



ESCALA GRÁFICA



**LEGENDA**

- >1°C
- 0,5°C a 0,9°C
- 0°C a 0,4°C
- 0°C
- 0°C a -0,4°C
- 0,5°C a -0,9°C
- < -1°C

Mapa 04. São Paulo. Desvios decadais das médias das temperaturas mínimas em relação a série de 1961 a 2009.

### 9.3. Análise dos extremos das temperaturas máximas e mínimas – Percentil.

A seguir apresenta-se a identificação do valor de corte para os 0,1 e 0,9 percentis para as sete cidades.

#### 9.3.1. Avaré - Análise dos extremos das temperaturas – Percentil.

Constataram-se para as temperaturas máximas que todos os dados superiores ao percentil 90 foram os dias em que tiveram as médias das máximas superiores a 30,5°C, ou seja, os 10% dos dias mais quentes da série. Para o percentil 10 das temperaturas máximas foi verificado que os 10% de dias com temperaturas máximas ocorreram de até no máximo 22,2°C. (Quadro 06)

Para as temperaturas mínimas identificaram-se com o percentil 10 os 10% das noites mais frias da série. Tais ocorrências se deram com temperaturas inferiores a 11,3°C. Em relação aos 10% de temperaturas mínimas mais quentes da série (percentil 90) ficou explícito que tais valores foram maiores que 19,3°C.

| AVARÉ   | PERCENTIL |        |
|---------|-----------|--------|
|         | 0,1       | 0,9    |
| MÁXIMAS | 22,2°C    | 30,5°C |
| MÍNIMAS | 11,3°C    | 19,3°C |

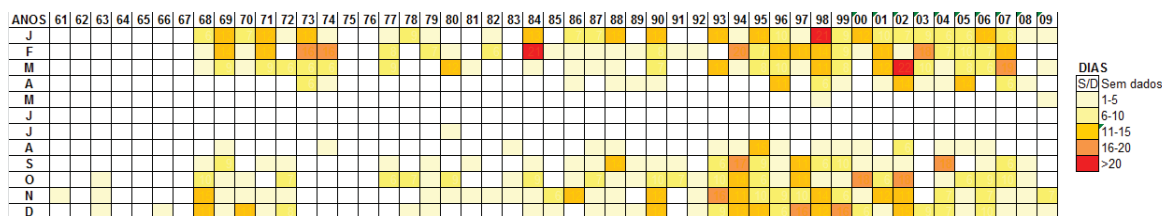
Quadro 06. Valores obtidos com a técnica do percentil na série de 1961-2009 na cidade de Avaré.

Após definir as temperaturas que identificam os 10% dos dias e noites, mais quentes e mais frios da série, quantificou-se o número de ocorrências em todos os meses e anos da série de 1961 a 2009.

Para as temperaturas máximas observou-se que ao longo da série os maiores extremos identificados pelo percentil 90 ocorreram principalmente entre os meses de Fevereiro (16%), Janeiro (15%) e em Março, Outubro, Novembro e Dezembro (13%). Nos meses de Maio, Junho, Julho tais ocorrências foram ínfimas sendo que no mês de Junho não foi constatado nenhum episódio de temperaturas máximas superiores ao percentil 90, ou seja, 30,5°C.

Verifica-se que ao longo da série tem aumentado o número de dias com temperaturas máximas mais quentes (percentil 90), ênfase para o período de meados de

1990 a 2000 quando ocorreram os maiores de números de dias com temperaturas máximas mais elevadas da série. Destes, destacam-se os meses de Janeiro de 1998 e Março de 2002, quando mais de 20 dias tiveram as temperaturas correspondentes ao percentil 90 da série.

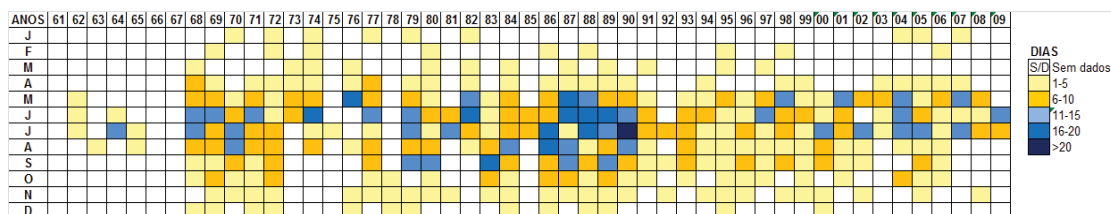


Quadro 07. Avaré - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês - Percentil 90.

Em relação aos 10% de dias da série com temperaturas máximas mais amenas, verificou-se que diferentemente do Percentil 90 não houve uma tendência de aumento no número de dias com temperaturas máximas mais quentes e/ou mais frias.

O padrão Percentil 10 apresentou uma significativa variabilidade ao longo da série. Destaca-se na análise, a existência de períodos com temperaturas máximas mais amenas, sendo mais evidentes, no fim da década de 1960 e início da década de 1970, meados de 1980 e, especialmente, fins da década de 1980 e início da década de 1990.

O percentil 10 das temperaturas máximas em Avaré foram observados, principalmente, entre os meses de Junho e Julho (21%), Maio (17%) e Agosto e Setembro (12%), meses representativos de inverno e meses de transição entre as estações sazonais, anterior e posterior (primavera e outono).

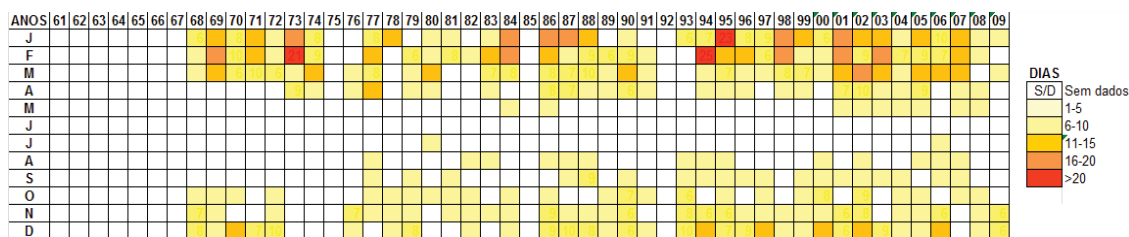


Quadro 08. Avaré - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês - Percentil 10.

Para as temperaturas mínimas os 10% dos dias mais quentes da série (percentil 90) ocorreram, principalmente, nos meses característicos de verão, Janeiro e Fevereiro (22%); Março (16%) e Dezembro (14%). Entretanto ao final da série, meados de 2000, notou-se que ocorreu um aumento no número de dias com o percentil 90 nos meses

característicos de outono, além, do aumento expressivo no número de dias no verão, período em que ocorreram as maiores repetições do percentil 90.

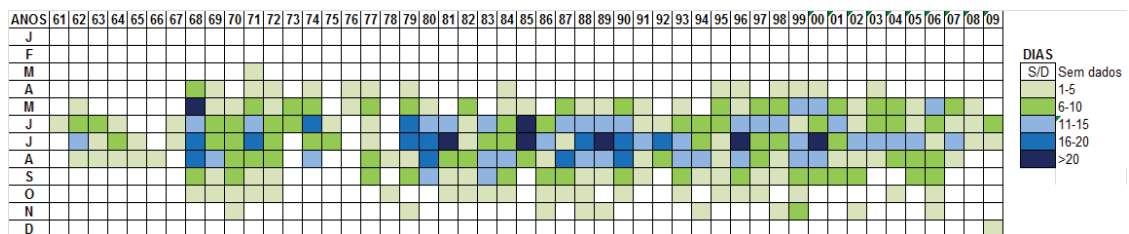
Em toda a série destaca-se o período de 1961 a 1967, quando não foi registrado nenhum dia com o percentil 90. Na análise mensal, o mesmo ocorreu com o mês de Junho, quando não foi registrado nenhum dia com temperaturas acima do percentil 90, neste caso, durante toda a série (1961-2009).



Quadro 09. Avaré - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - Percentil 90.

Com os resultados obtidos a partir da análise do percentil 10 das temperaturas mínimas (10% dos dias mais frios das temperaturas mínimas da série) verificou-se que as maiores repetições de números de dias com temperaturas mais amenas ocorreram nos meses de Julho (28%), Junho (20%) e Agosto (20%).

Diferentemente das demais análises supracitadas, o percentil 10 das temperaturas mínimas, compreende as temperaturas que menos apresentaram alterações. Tais valores mantiveram um padrão quase homogêneo de repetições, sem tendências de aumento ao longo da série. Destaca-se apenas a década de 1980, quando se constatou quatro meses em que tiveram mais de 20 dias com temperaturas mínimas extremas (temperaturas inferiores ao percentil 10).



Quadro 10. Avaré - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - Percentil 10.

### 9.3.2. Catanduva - Análise dos extremos das temperaturas – Percentil.

A partir da técnica do percentil, constatou-se que os dias que tiveram temperaturas superiores a 33,9°C foram os dias em que se enquadraram no percentil 90,

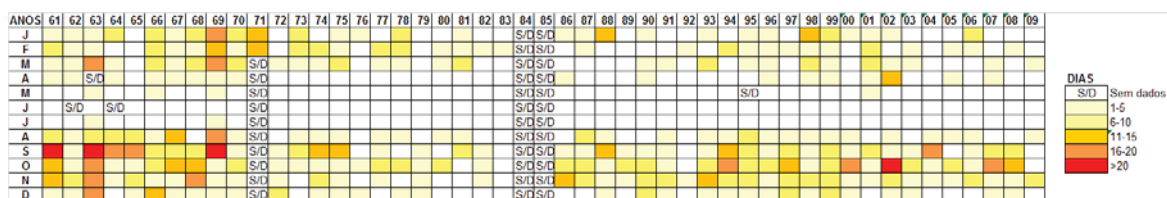
das temperaturas máximas, ou seja, foram os 10% de dias que tiveram as temperaturas mais elevadas da série.

| CATANDUVA | PERCENTIL |         |
|-----------|-----------|---------|
|           | 0,1       | 0,9     |
| MÁXIMAS   | 25,2° C   | 33,9° C |
| MÍNIMAS   | 13,0 °C   | 21,7° C |

Quadro 11. Valores obtidos com a técnica do percentil na série de 1961-2009 na cidade de Catanduva.

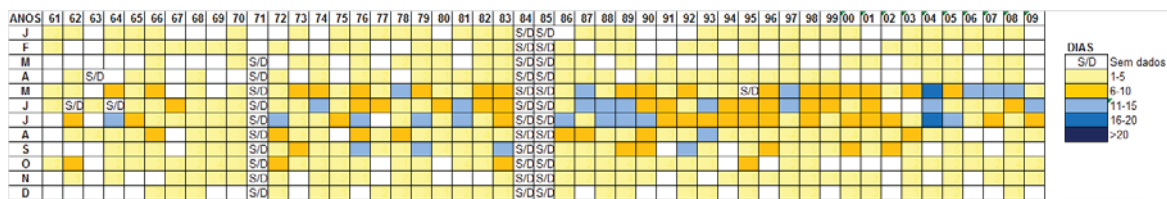
As ocorrências do percentil 90, das temperaturas máximas se deram principalmente nos meses representativos de outono: 19% ocorreram nos meses de Setembro e Outubro e 15% destes eventos ocorreram em Novembro.

Nesta série analisada, identificam-se três principais períodos. A primeira de 1961 a meados de 1970, quando ocorreram as maiores concentrações de número de dias, por mês, de temperaturas acima do percentil 90; A segunda de 1972 a 1983, quando a ocorrência de temperaturas máximas foram mais amenas e quase inexistentes; e o terceiro e último período o qual se constatou dias com o percentil 90 expressivos, entretanto, sem tendência de variação ao longo dos anos e concentrados principalmente entre os meses de Agosto a Janeiro.



Quadro 12. Catanduva - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês - percentil 90.

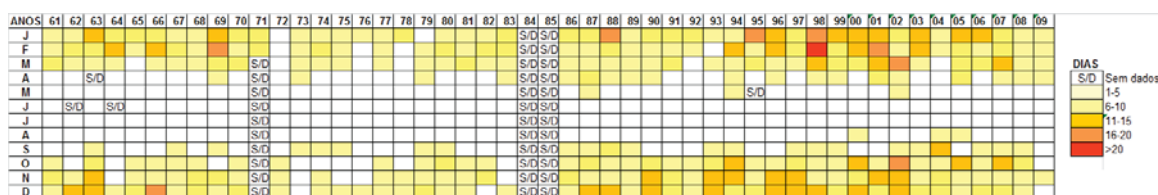
Ainda para as temperaturas máximas, agora analisando o percentil 10 (os 10% de dias com temperaturas máximas mais amenas da série de 1961 a 2009), nota-se que as temperaturas inferiores a 25,2°C (percentil 10) ocorreram desde o início da série, bem distribuídos ao longo do ano em todos os meses, sem exceção. Contudo, a maior concentração de dias com esse percentil são mais expressivas nos meses representativos de inverno.



Quadro 13. Catanduva - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês - percentil 10.

O percentil 90, das temperaturas mínimas (temperaturas superiores a 21,7°C) ocorreram principalmente entre os meses de Novembro (14%), Dezembro (18%), Janeiro (20%) e Fevereiro (18%).

O maior número de dias em que ocorreu o percentil 90, concentraram-se entre os anos de 1986 e seguintes. Ênfase para os anos de 1995 a 2002 quando constatou por diversas vezes a ocorrência de mais de 10 noites no mês com temperaturas consideradas mais extremas da série. O aumento no número de dias com temperaturas mais elevadas representam nestes casos a incidência de ondas de calor, o que gera grande desconforto térmico e agravo na saúde da população, especialmente os pertencentes a faixa de risco, velhos e crianças.

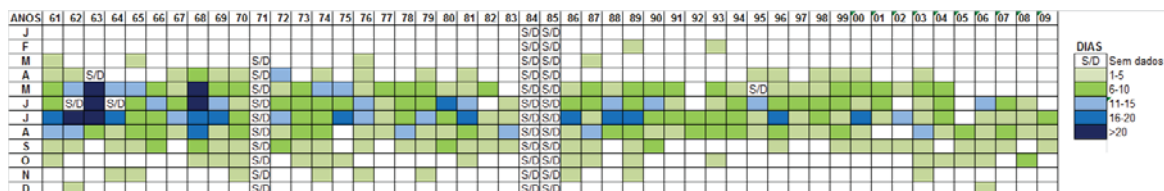


Quadro 14. Catanduva - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - percentil 90.

Diferentemente do percentil 90, o percentil 10 não apresentou uma tendência significativa de aumento/diminuição do número de dias ao longo da série. As temperaturas inferiores a 13°C concentraram-se Maio (18%), Junho (21%), Julho (30%), e Agosto (18%).

Em todos os meses do ano, ao longo da série, verificou-se que houve a ocorrência do percentil 10, este fato apenas foi exceção para o mês de Janeiro.

Durante o período analisado, enfatizam-se os anos de 1962, mês de Julho; 1963, meses de Maio, Junho e Julho; e, ano de 1968, meses de Maio e Junho, quando verificou-se a ocorrência de mais de 20 noites em cada mês com temperaturas inferiores a 13°C – percentil 10.



Quadro 15. Catanduva - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - percentil 10.

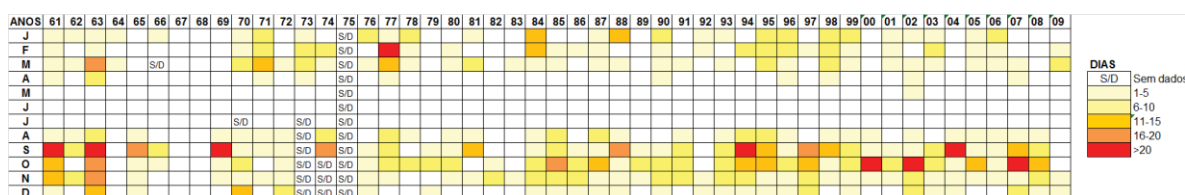
### 9.3.3. Franca- Análise dos extremos das temperaturas – Percentil.

Na cidade de Franca, diferentemente das demais o percentil 90 das temperaturas máximas – temperaturas acima de 29,8°C – ocorreram muito concentradas em poucos meses: 23% dessas incidências ocorreram nos meses de Setembro e 22% ocorreram nos meses de Outubro. Nos meses de Maio, Junho e Julho não foram constatadas nenhuma ocorrência. Constatou-se nesta cidade que não houve uma tendência de elevação no número de dias com temperaturas extremas mais elevadas.

| FRANCA  | PERCENTIL |         |
|---------|-----------|---------|
|         | 0,1       | 0,9     |
| MÁXIMAS | 22,5° C   | 29,8° C |
| MÍNIMAS | 12,4° C   | 19,6° C |

Quadro 16. Valores obtidos com a técnica do percentil na série de 1961-2009 na cidade de Franca.

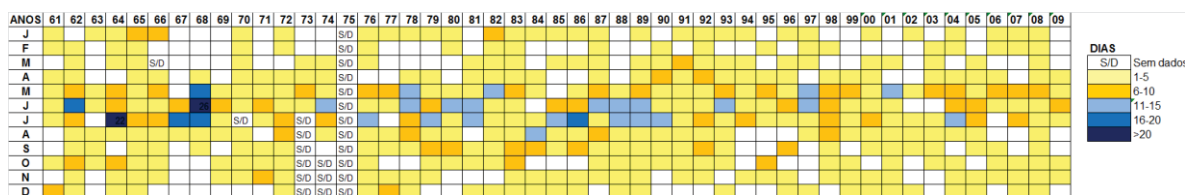
Nesta análise um caso atípico merece especial atenção. No ano de 1977, durante o mês de Fevereiro ocorreram mais de 20 dias com temperaturas acima do percentil 90. Esta foi a única incidência, de mais de 20 dias, em um único mês, com temperaturas acima do percentil 90 que não ocorreu nos meses de Setembro e Outubro.



Quadro 17. Franca - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês - percentil 90.

O percentil 10, assim como na cidade de Catanduva mostrou-se bem disperso ao longo dos meses. Verifica-se que há poucas concentrações de número de dias ao longo da série, entretanto em todos os meses ocorreu o percentil 10 das temperaturas máximas – dias com temperaturas máximas inferiores a 22,5°C.

Assim como nas demais cidades os maiores números de incidências ocorreram nos meses representativos de inverno: Junho (19%) e Julho (19%).

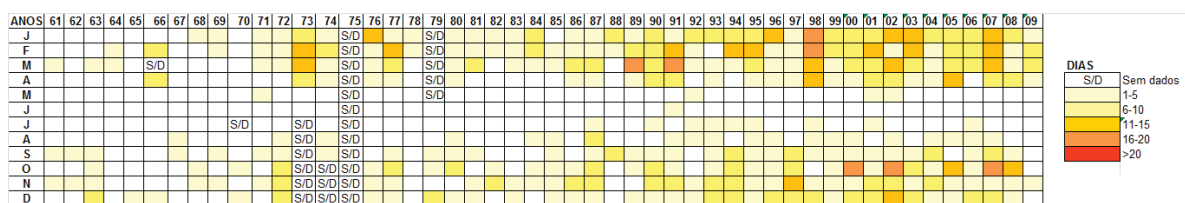


Quadro 18. Franca - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês - percentil 10.

Para as temperaturas mínimas, com a análise do percentil 90, verificou-se que a temperatura de corte foi 19,6°C. Até meados de 1970, as ocorrências de temperaturas superiores ao percentil 90 foram pouco expressivas.

Verifica-se uma tendência de aumento no número de noites por mês com temperaturas acima do percentil 90, principalmente após os anos de 1990 e maior concentração nos anos 2000.

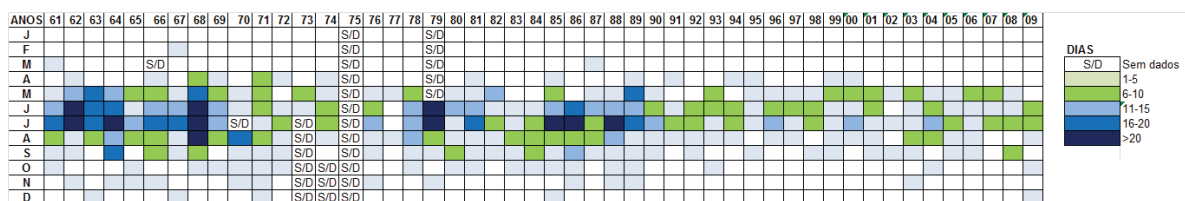
Tais incidências ocorreram principalmente nos meses de Janeiro, Fevereiro e Março. Juntas somam 47% das ocorrências do percentil 90 na série.



Quadro 19. Franca - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - percentil 90.

Em análise ao percentil 10, das temperaturas mínimas, constatou-se dois principais períodos na série: o primeiro com maior concentração de número de dias com o percentil 10 – período de 1961 a 1989; e, o segundo, com uma diminuição expressiva da concentração do número de dias com temperatura mínima inferior a 12,4°C.

Desta forma, verifica-se que há uma tendência de diminuição no número de noites mais frias ao longo da série, após o ano de 1990.



Quadro 20. Franca - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - percentil 10.

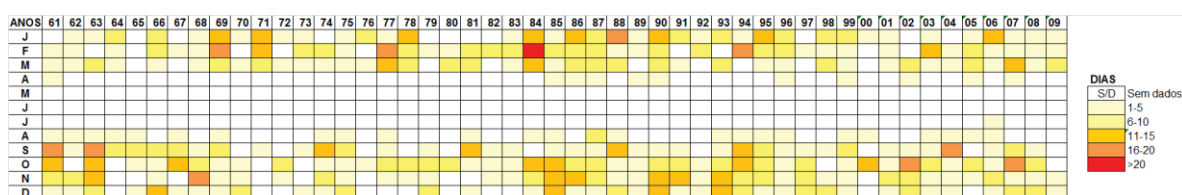
### 9.3.4. Piracicaba- Análise dos extremos das temperaturas – Percentil.

Analisando o percentil 90, das temperaturas máximas, na cidade de Piracicaba, constatou-se que os mesmos ocorreram, principalmente, nos meses de Outubro (16%), Fevereiro (15%) e Novembro (14%).

| PIRACICABA | PERCENTIL |         |
|------------|-----------|---------|
|            | 0,1       | 0,9     |
| MÁXIMAS    | 23,1° C   | 32,9° C |
| MÍNIMAS    | 9,4° C    | 20,0° C |

Quadro 21. Valores obtidos com a técnica do percentil na série de 1961-2009 na cidade de Piracicaba.

De modo geral, as incidências não tiveram uma tendência de aumento ao longo da série. Entretanto, os anos de 1984 a 1994 ocorreram ligeiro aumento no número de dias ao longo dos meses acima de 32,9°C. Deste período destaca-se o ano o mês de Fevereiro do ano de 1984, uma vez que foi o único mês da série (1961-2009), que teve as temperaturas máximas, por mais de 20 dias, acima do percentil 90 – 32,9°C.

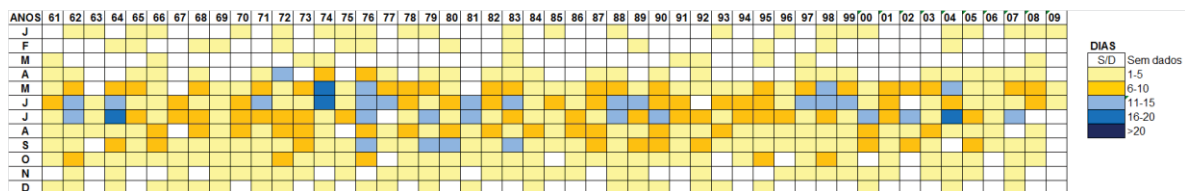


Quadro 22. Piracicaba - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês - percentil 90.

Com a análise do percentil 10, ainda para as temperaturas máximas, verificou-se que os maiores números de ocorrências com esse percentil se deram nos meses de Maio (16%), Junho (20%), Julho (19%), Agosto (12%) e Setembro (12%).

Entretanto, temperaturas máximas, inferiores a 23,1°C foram identificadas na maioria dos meses ao longo da série.

Para o percentil 10, na cidade de Piracicaba, também não foi apresentado uma tendência de aumento e/ou diminuição dos 10% dos dias com temperaturas máximas mais amenas, conferindo a esta análise a ocorrência de uma variabilidade natural da temperatura no decorrer do período.

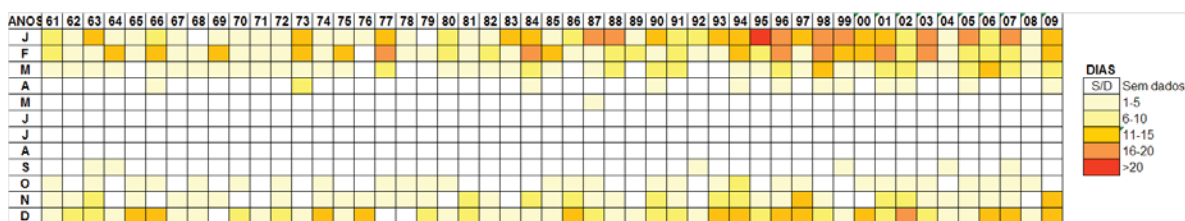


Quadro 23. Piracicaba - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês - percentil 10.

Para as temperaturas mínimas – percentil 90, nota-se que os casos em que houve temperaturas mínimas superiores a 20,0°C concentraram-se em poucos meses, principalmente, Dezembro (21%), Janeiro (27%) e Fevereiro (25%). Juntos esses três meses somam 73% das ocorrências de temperaturas mínimas superiores a 20,0°C.

Verifica-se que ao longo do período houve um aumento no número de dias do percentil 90, entretanto, ainda concentradas principalmente nos meses representativos de verão. De todos os meses, destaca-se o mês de Janeiro do ano de 1995, quando ocorreu mais de 20 dias o Percentil 90.

Nos meses de Maio, Junho, Julho, Agosto e Setembro, as ocorrências de temperaturas mínimas acima de 20°C, ao longo da série foram inexpressivas.

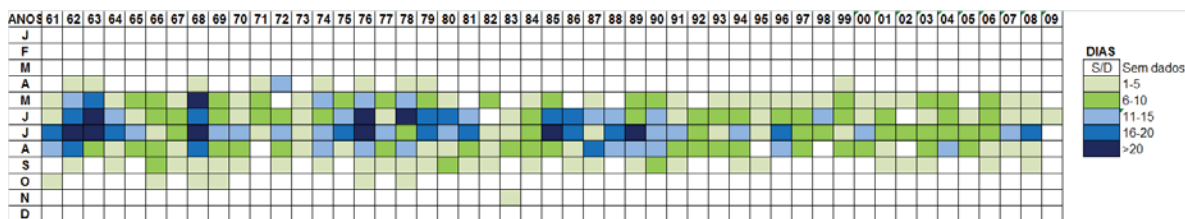


Quadro 24. Piracicaba - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - percentil 90.

Em análise ao percentil 10 das temperaturas mínimas, diferentemente do ocorrido com o percentil 90, verifica-se uma tendência de diminuição no número de noites com temperaturas mínimas mais amenas ao longo da série. Deste modo, verifica-se que há uma tendência de aumento nas temperaturas mínimas extremas mais quentes, ao mesmo ponto que há uma diminuição nos extremos frios das temperaturas mínimas.

As incidências do percentil 10 se deram principalmente nos meses representativos de inverno e meses transicionais desta mesma estação sazonal, Maio (15%), Junho (25%), Julho (33%) e Agosto (20%).

Nos meses de Outubro a Março, a incidência de temperaturas mínimas inferiores a 9,4° C – percentil 10 foi inexpressiva.



Quadro 25. Piracicaba - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - percentil 10.

### 9.3.5. Presidente Prudente - Análise dos extremos das temperaturas – Percentil.

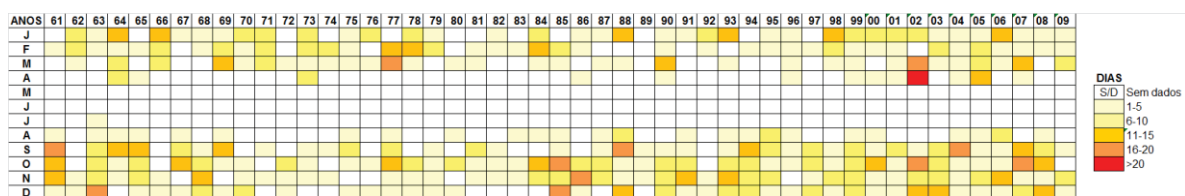
| PRES.PRUDENTE | PERCENTIL |         |
|---------------|-----------|---------|
|               | 0,1       | 0,9     |
| MÁXIMAS       | 23,9° C   | 33,5° C |
| MÍNIMAS       | 12,6° C   | 22,2° C |

Quadro 26. Valores obtidos com a técnica do percentil na série de 1961-2009 na cidade de Presidente Prudente.

Em Presidente Prudente as temperaturas máximas acima de 33,5°C – percentil 90 principalmente nos meses de Setembro (15%), Outubro (17%) e Novembro (14%). Nos meses de Maio, Junho e Julho não foram constatados nenhuma ocorrência.

Nesta cidade não foi constatado com esta análise um aumento/diminuição significativo no número dias com temperaturas mais extremas, entretanto, a partir do ano de 1984 começa a haver um ligeiro aumento nos meses de Outubro, Novembro e Dezembro.

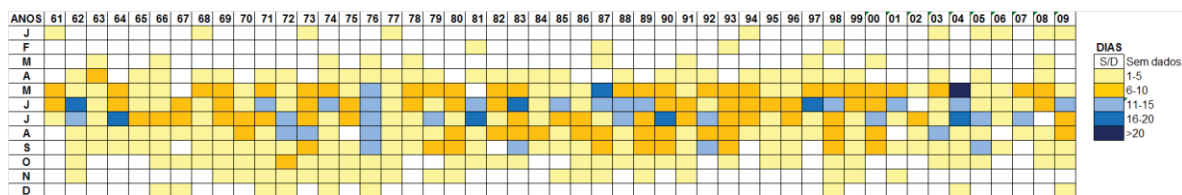
Deste ligeiro aumento no número das ocorrências do percentil 90, destaca-se o mês de Abril do ano de 2002, uma vez que foi a única vez na série em que foram registrados mais de 20 dias em um único mês com temperaturas acima de 33,5°C – percentil 90.



Quadro 27. Presidente Prudente - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês - percentil 90.

O percentil 10, mostrou-se bem disperso ao longo dos meses. Verifica-se que há poucas concentrações de número de dias com o percentil 10 ao longo da série, com exceção do mês de Maio no ano de 2004, quando registraram mais de 20 dias num único mês com temperaturas máximas inferiores a 23,9°C.

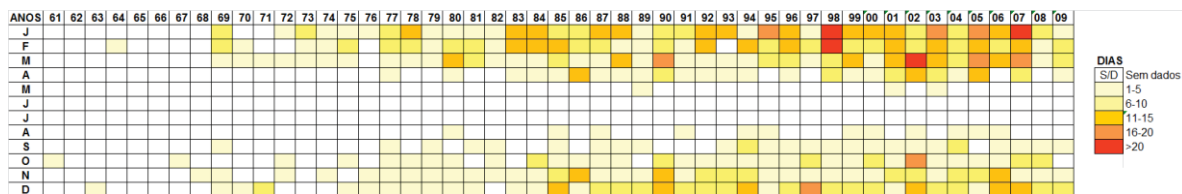
Os maiores números de incidências ocorreram nos meses representativos de inverno: Maio (18%), Junho (23%) e Julho (21%).



Quadro 28. Presidente Prudente - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês - percentil 10.

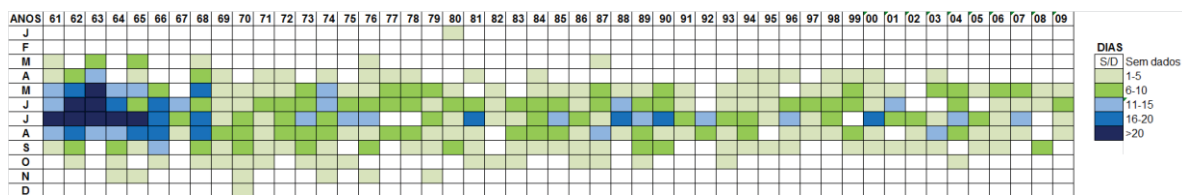
Para as temperaturas mínimas, com a análise do percentil 90, verificou-se que a temperatura de corte foi 22,2°C. Até meados de 1983, as ocorrências de temperaturas superiores ao percentil 90 foram pouco expressivas.

Verifica-se uma tendência de aumento no número de noites por mês com temperaturas acima do percentil 90, principalmente após os anos de 1990 e maior concentração nos anos 2000, durante os meses de Janeiro, Fevereiro, Março e Abril.



Quadro 29. Presidente Prudente - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - percentil 90.

A análise do percentil 10, com relação as temperaturas mínimas, demonstrou dois principais períodos na série: o primeiro com maior concentração de número de dias com o percentil 10 – período de 1961 a 1968; e o segundo e mais representativo do padrão da série de 1969 a 2009.



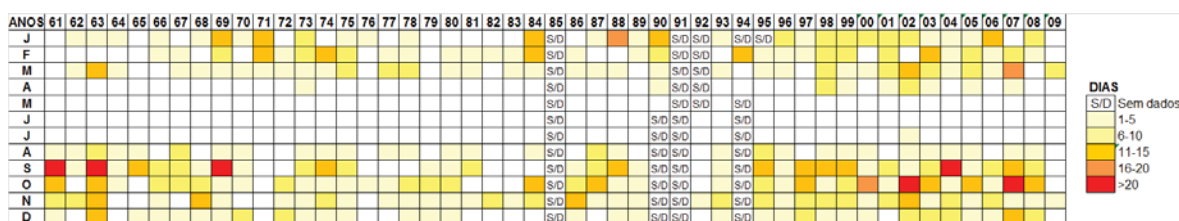
Quadro 30. Presidente Prudente - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - percentil 10.

### 9.3.6. São Simão - Análise dos extremos das temperaturas – Percentil.

| SÃO SIMÃO | PERCENTIL |         |
|-----------|-----------|---------|
|           | 0,1       | 0,9     |
| MÁXIMAS   | 24,8° C   | 33,1° C |
| MÍNIMAS   | 11,2° C   | 20,6° C |

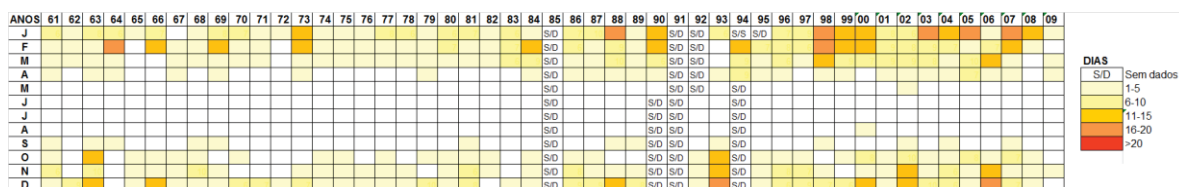
Quadro 31. Valores obtidos com a técnica do percentil na série de 1961-2009 na cidade de São Simão.

Para a cidade de São Simão, ficou explícito, após analisar os resultados obtidos com a técnica do percentil 90, que para as temperaturas máximas não houve um aumento expressivo no número de dias acima desse percentil, ao longo da série. Verifica-se uma variabilidade natural da temperatura, contudo alguns períodos merecem especial atenção, como os anos de 1970 a 1983 em que foram constatados poucos dias com temperaturas acima do percentil 90; e os anos de 2000 a 2008, quando se percebe um ligeiro aumento principalmente entre os meses de Setembro e Outubro.



Quadro 32. São Simão - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês - percentil 90.

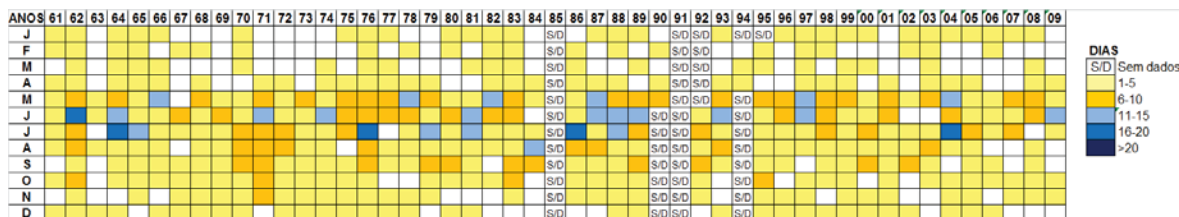
Para o percentil 90 das temperaturas mínimas, diferentemente das temperaturas máximas, a tendência de aumento no número de dias com temperaturas mais elevadas é mais evidente, entretanto concentradas nos meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro. Outro fato importante é que nesta cidade, assim como em Franca, não ocorreu em nenhum mês mais de 20 dias com temperaturas mínimas mais elevadas.



Quadro 33. São Simão - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - percentil 90.

Para o percentil 10 das temperaturas máximas e mínimas, verifica-se que não houve uma tendência significativa de aumento/ diminuição nos extremos frios.

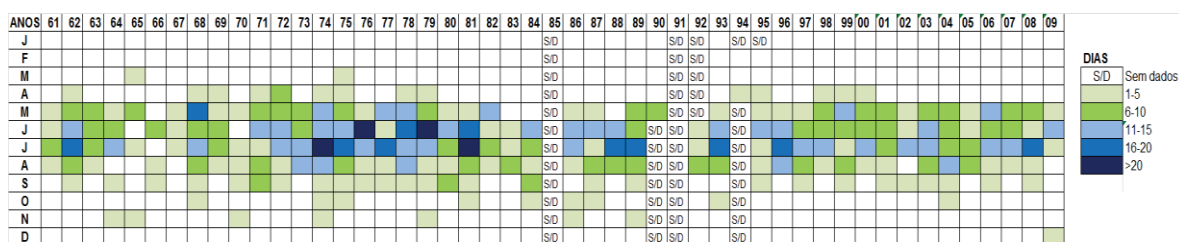
Para as temperaturas máximas, as incidências do percentil 10 ocorreram em quase todos os meses da série, contudo, concentraram-se em maior número de dias nos meses de Maio (17%), Junho (19%) e Julho (18%).



Quadro 34. São Simão - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês - percentil 10.

Para as mínimas, também não foi constatado uma tendência representativa de aumento/diminuição do número de dias com temperaturas inferiores a 11,2°C. As ocorrências registradas se deram principalmente nos meses de Maio (18%), Junho (27%), Julho (32%) e Agosto (15%).

Apesar de não representar uma tendência de alteração, vale ressaltar os anos que tiveram uma maior concentração de dias com temperaturas mais amenas, estes foram identificados no período de 1971 a 1982.



Quadro 35. São Simão - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - percentil 10.

### 9.3.7. Votuporanga - Análise dos extremos das temperaturas – Percentil.

Na cidade de Votuporanga verificou-se especialmente para os percentis 90 das temperaturas máximas e mínimas que houve ao longo da série um aumento demasiado no número de ocorrência de temperaturas mais quentes elevadas.

Até meados de 1975, para as temperaturas máximas e temperaturas mínimas, não havia sido registrado nenhum dia acima do percentil 90. A partir de então, houve uma tendência de aumento expressiva até atingir o pico máximo em meados dos anos 2000. Esta entre todas as demais cidades foi a que teve os maiores aumentos térmicos extremos assim como a mudança mais brusca nos padrões.

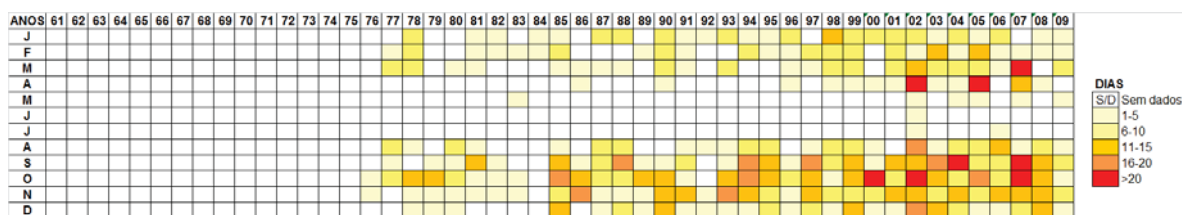
| VOTUPORANGA | PERCENTIL |         |
|-------------|-----------|---------|
|             | 0,1       | 0,9     |
| MÁXIMAS     | 25,6° C   | 33,2° C |
| MÍNIMAS     | 14° C     | 21,9° C |

Quadro 36. Valores obtidos com a técnica do percentil na série de 1961-2009 na cidade de Votuporanga.

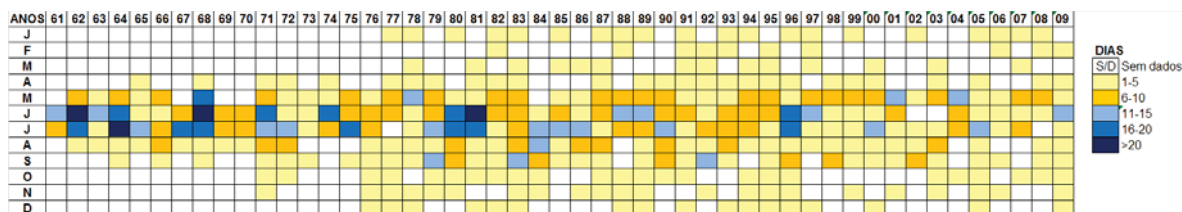
Na análise do percentil 10 também se verifica uma quebra de padrões. Até meados de 1976, Para as temperaturas máximas, as incidências de temperaturas máximas e mínimas do percentil 10 ocorriam de forma concentrada em poucos meses, principalmente os característicos de inverno.

A partir de então houve uma diminuição dessa concentração, verificando-se um aumento no número de dias com temperaturas mais amenas também em outros meses do ano.

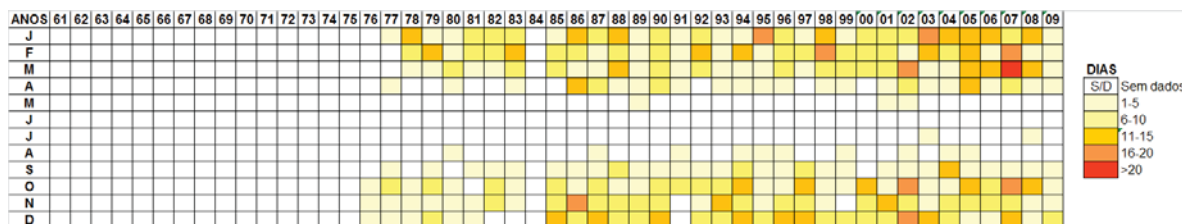
Para as temperaturas mínimas, essa alteração também foi constatada, entretanto, um pouco mais tarde, por volta do ano de 1984, quando não foi registrado mais nenhum mês com mais de 20 dias com o percentil 10.



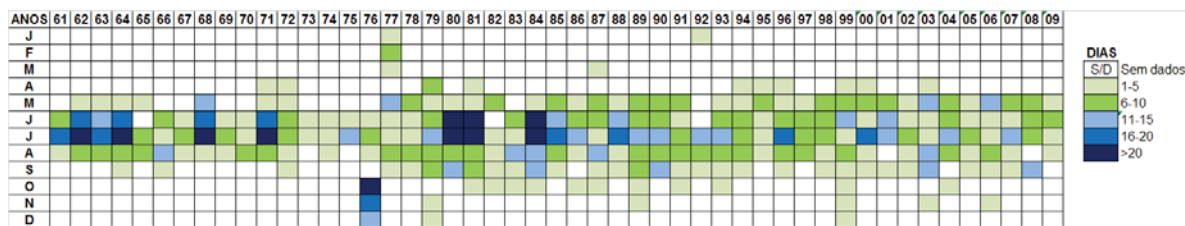
Quadro 37. Votuporanga - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês - percentil 90.



Quadro 38. Votuporanga - Temperaturas Máximas – Número de dias por mês - percentil 10.



Quadro 39. Votuporanga - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - percentil 90.



Quadro 40. Votuporanga - Temperaturas Mínimas – Número de dias por mês - percentil 10.

#### 9.4. ANÁLISE MENSAL

Após verificar o aumento das temperaturas, analisar os padrões térmicos anuais e decadais e temperaturas extremas, de cada cidade ao longo dos anos e décadas, objetivou-se analisar como as temperaturas se mantiveram nos diferentes meses do ano, tomando como base para comparação a normal climatológica (1961/1990) e o período recente (1991/2009).

Com a análise mensal das temperaturas máximas verificou-se que o aumento das temperaturas ocorreu de forma concentrada em poucos meses, entre os meses de Agosto a Dezembro, principalmente, no mês de Outubro (fato ocorrido em seis das sete cidades pesquisadas, com exceção da cidade de Piracicaba). (Quadro 41)

Para as temperaturas mínimas este aumento não ocorreu de forma concentrada. Em todas as cidades foram constatados aumentos percentuais das temperaturas, em todos os meses do ano. Entretanto, os maiores percentuais ocorreram, principalmente, nos meses de Julho (cinco cidades – Avaré, Catanduva, Franca, Presidente Prudente, Piracicaba) e Junho (duas cidades – Avaré e Piracicaba). (Quadro 42)

Contudo, além das noites estarem ficando mais quentes, em todos os meses do ano, este aumento ocorreu com intensidades distintas nas diferentes cidades. Este fato legitima o papel da cidade na configuração das temperaturas mínimas, principalmente, uma vez que fatores como a densidade construtiva, formas de uso e ocupação do solo e materiais construtivos modificaram o balanço de energia (albedo), aumentando no período noturno a incidência de temperaturas mais elevadas.

Quadro 41. Comparação entre a normal climatológica (1961/1990) e o período recente (1991/2009) das médias das temperaturas máximas mensais.

|               |             | Temperaturas Máximas |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------|-------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|               |             | Jan                  | Fev  | Mar  | Abr  | Mai  | Jun  | Jul  | Ago  | Set  | Out  | Nov  | Dez  |
| Avaré         | 1961 - 1990 | 28,1                 | 28,5 | 28,1 | 26,4 | 24,8 | 23,7 | 23,8 | 25,2 | 26,2 | 27,0 | 27,4 | 27,6 |
|               | 1991-2009   | 28,9                 | 29,1 | 28,8 | 27,7 | 24,8 | 24,2 | 24,2 | 26,5 | 27,3 | 28,5 | 28,9 | 28,9 |
|               | Diferença   | 0,8                  | 0,6  | 0,7  | 1,3  | -0,1 | 0,4  | 0,4  | 1,2  | 1,1  | 1,5  | 1,5  | 1,2  |
|               | %           | 3%                   | 2%   | 3%   | 5%   | 0%   | 2%   | 2%   | 5%   | 4%   | 6%   | 5%   | 4%   |
| Catanduva     | 1961 - 1990 | 30,9                 | 31,1 | 30,9 | 29,9 | 28,1 | 27,0 | 27,3 | 29,1 | 29,7 | 30,7 | 30,9 | 30,2 |
|               | 1991-2009   | 30,3                 | 30,5 | 30,4 | 29,9 | 27,0 | 26,9 | 27,1 | 29,3 | 29,9 | 31,1 | 31,0 | 30,5 |
|               | Diferença   | -0,6                 | -0,6 | -0,5 | 0,0  | -1,1 | -0,1 | -0,2 | 0,2  | 0,2  | 0,4  | 0,1  | 0,3  |
|               | %           | -2%                  | -2%  | -1%  | 0%   | -4%  | 0%   | -1%  | 1%   | 1%   | 1%   | 0%   | 1%   |
| Franca        | 1961 - 1990 | 26,8                 | 27,2 | 27,3 | 26,2 | 24,5 | 23,7 | 23,7 | 26,0 | 27,1 | 27,1 | 26,9 | 26,4 |
|               | 1991-2009   | 27,0                 | 27,4 | 27,1 | 26,4 | 24,3 | 24,1 | 24,3 | 26,3 | 27,3 | 28,0 | 27,4 | 27,0 |
|               | Diferença   | 0,3                  | 0,2  | -0,2 | 0,2  | -0,3 | 0,4  | 0,6  | 0,3  | 0,2  | 0,9  | 0,5  | 0,6  |
|               | %           | 1%                   | 1%   | -1%  | 1%   | -1%  | 2%   | 3%   | 1%   | 1%   | 3%   | 2%   | 2%   |
| Pres Prudente | 1961 - 1990 | 30,0                 | 30,2 | 29,8 | 28,6 | 27,1 | 25,9 | 25,9 | 27,4 | 28,4 | 29,2 | 29,5 | 29,5 |
|               | 1991-2009   | 30,7                 | 30,5 | 30,6 | 29,5 | 26,4 | 25,8 | 26,2 | 28,5 | 29,3 | 30,5 | 30,4 | 30,8 |
|               | Diferença   | 0,8                  | 0,3  | 0,8  | 1,0  | -0,7 | -0,2 | 0,2  | 1,1  | 0,9  | 1,3  | 0,9  | 1,3  |
|               | %           | 3%                   | 1%   | 3%   | 3%   | -3%  | -1%  | 1%   | 4%   | 3%   | 5%   | 3%   | 4%   |
| São Simão     | 1961 - 1990 | 29,9                 | 30,3 | 30,4 | 29,1 | 27,1 | 26,2 | 26,3 | 28,5 | 29,5 | 29,9 | 29,9 | 29,4 |
|               | 1991-2009   | 30,1                 | 30,4 | 30,3 | 29,4 | 26,9 | 26,5 | 27,0 | 29,0 | 29,8 | 30,7 | 30,5 | 30,1 |
|               | Diferença   | 0,2                  | 0,1  | -0,1 | 0,4  | -0,2 | 0,3  | 0,7  | 0,5  | 0,3  | 0,8  | 0,6  | 0,7  |
|               | %           | 1%                   | 0%   | 0%   | 1%   | -1%  | 1%   | 2%   | 2%   | 1%   | 3%   | 2%   | 2%   |
| Votuporanga   | 1961 - 1990 | 29,5                 | 29,9 | 29,4 | 28,1 | 26,6 | 25,4 | 25,6 | 27,0 | 27,9 | 28,9 | 29,1 | 29,0 |
|               | 1991-2009   | 30,7                 | 30,8 | 30,7 | 29,7 | 27,2 | 26,7 | 26,6 | 28,7 | 29,6 | 30,7 | 30,8 | 30,9 |
|               | Diferença   | 1,1                  | 0,9  | 1,2  | 1,6  | 0,6  | 1,3  | 1,0  | 1,7  | 1,7  | 1,8  | 1,8  | 1,8  |
|               | %           | 4%                   | 3%   | 4%   | 6%   | 2%   | 5%   | 4%   | 6%   | 6%   | 6%   | 6%   | 6%   |
| Piracicaba    | 1961 - 1990 | 30,1                 | 30,7 | 30,3 | 28,4 | 26,0 | 25,0 | 25,3 | 27,2 | 28,2 | 29,0 | 29,5 | 29,3 |
|               | 1991-2009   | 30,2                 | 30,6 | 30,3 | 29,0 | 25,9 | 25,6 | 25,6 | 27,7 | 28,3 | 29,7 | 29,9 | 30,1 |
|               | Diferença   | 0,1                  | 0,0  | 0,0  | 0,6  | 0,0  | 0,6  | 0,2  | 0,5  | 0,1  | 0,7  | 0,5  | 0,8  |
|               | %           | 0%                   | 0%   | 0%   | 2%   | 0%   | 2%   | 1%   | 2%   | 0%   | 2%   | 2%   | 3%   |

Quadro 42. Comparação entre a normal climatológica (1961/2009) e o período recente (1991/2009) das médias das temperaturas mínimas mensais.

|               |             | Temperaturas Mínimas |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------|-------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|               |             | Jan                  | Fev  | Mar  | Abr  | Mai  | Jun  | Jul  | Ago  | Set  | Out  | Nov  | Dez  |
| Avaré         | 1961 - 1990 | 17,9                 | 18,1 | 17,5 | 15,8 | 13,4 | 11,9 | 11,2 | 12,5 | 14,2 | 15,6 | 16,5 | 17,4 |
|               | 1991-2009   | 18,9                 | 19,1 | 18,6 | 16,6 | 13,6 | 12,7 | 12,0 | 13,2 | 14,8 | 16,6 | 17,3 | 18,3 |
|               | Diferença   | 1,0                  | 1,0  | 1,1  | 0,8  | 0,2  | 0,8  | 0,7  | 0,6  | 0,6  | 1,0  | 0,9  | 0,9  |
|               | %           | 6%                   | 6%   | 6%   | 5%   | 1%   | 7%   | 7%   | 5%   | 4%   | 6%   | 5%   | 5%   |
| Catanduva     | 1961 - 1990 | 20,4                 | 20,4 | 19,8 | 17,8 | 15,0 | 15,0 | 13,2 | 14,6 | 16,6 | 18,3 | 19,1 | 20,0 |
|               | 1991-2009   | 21,0                 | 20,9 | 20,7 | 18,7 | 15,8 | 15,7 | 14,5 | 16,1 | 17,7 | 19,4 | 20,0 | 20,6 |
|               | Diferença   | 0,6                  | 0,4  | 0,9  | 1,0  | 0,9  | 0,7  | 1,3  | 1,5  | 1,1  | 1,1  | 0,8  | 0,6  |
|               | %           | 3%                   | 2%   | 5%   | 5%   | 6%   | 5%   | 10%  | 10%  | 6%   | 6%   | 4%   | 3%   |
| Franca        | 1961 - 1990 | 17,8                 | 18,1 | 17,9 | 16,4 | 14,3 | 13,0 | 12,6 | 14,2 | 15,5 | 16,4 | 17,0 | 17,4 |
|               | 1991-2009   | 18,9                 | 19,2 | 19,0 | 17,8 | 15,3 | 14,3 | 14,0 | 15,3 | 16,7 | 17,7 | 18,1 | 18,5 |
|               | Diferença   | 1,1                  | 1,1  | 1,1  | 1,4  | 1,0  | 1,4  | 1,4  | 1,1  | 1,1  | 1,2  | 1,1  | 1,1  |
|               | %           | 6%                   | 6%   | 6%   | 8%   | 7%   | 10%  | 11%  | 8%   | 7%   | 7%   | 6%   | 6%   |
| Pres Prudente | 1961 - 1990 | 19,8                 | 19,9 | 19,4 | 17,9 | 15,9 | 14,2 | 13,8 | 14,8 | 16,4 | 17,9 | 18,8 | 19,4 |
|               | 1991-2009   | 21,6                 | 21,4 | 20,9 | 19,3 | 16,3 | 15,3 | 15,0 | 16,0 | 17,5 | 19,3 | 20,0 | 21,1 |
|               | Diferença   | 1,9                  | 1,6  | 1,5  | 1,4  | 0,5  | 1,1  | 1,2  | 1,3  | 1,1  | 1,4  | 1,2  | 1,7  |
|               | %           | 9%                   | 8%   | 8%   | 8%   | 3%   | 8%   | 9%   | 9%   | 7%   | 8%   | 6%   | 9%   |
| São Simão     | 1961 - 1990 | 19,6                 | 19,6 | 18,9 | 16,7 | 13,8 | 12,1 | 11,9 | 13,6 | 16,0 | 17,4 | 18,3 | 19,2 |
|               | 1991-2009   | 20,1                 | 20,1 | 19,4 | 17,4 | 14,3 | 12,6 | 12,2 | 13,9 | 16,5 | 18,3 | 18,9 | 19,7 |
|               | Diferença   | 0,6                  | 0,5  | 0,6  | 0,7  | 0,5  | 0,5  | 0,3  | 0,4  | 0,5  | 0,9  | 0,6  | 0,5  |
|               | %           | 3%                   | 3%   | 3%   | 4%   | 3%   | 4%   | 3%   | 3%   | 3%   | 5%   | 3%   | 3%   |
| Votuporanga   | 1961 - 1990 | 19,3                 | 19,5 | 18,8 | 17,4 | 15,3 | 13,9 | 13,4 | 14,2 | 15,9 | 17,4 | 18,3 | 19,0 |
|               | 1991-2009   | 20,8                 | 20,7 | 20,5 | 18,6 | 15,6 | 14,5 | 13,9 | 15,1 | 17,0 | 18,8 | 19,4 | 20,2 |
|               | Diferença   | 1,5                  | 1,3  | 1,7  | 1,2  | 0,4  | 0,6  | 0,4  | 0,9  | 1,1  | 1,3  | 1,1  | 1,3  |
|               | %           | 8%                   | 7%   | 9%   | 7%   | 2%   | 4%   | 3%   | 6%   | 7%   | 8%   | 6%   | 7%   |
| Piracicaba    | 1961 - 1990 | 18,8                 | 18,9 | 18,0 | 15,4 | 11,9 | 10,0 | 9,5  | 11,1 | 13,5 | 15,7 | 16,9 | 18,2 |
|               | 1991-2009   | 19,6                 | 19,4 | 18,7 | 16,5 | 12,9 | 11,9 | 11,0 | 12,0 | 14,5 | 16,9 | 17,7 | 18,9 |
|               | Diferença   | 0,8                  | 0,5  | 0,7  | 1,0  | 1,0  | 1,9  | 1,5  | 0,9  | 1,0  | 1,2  | 0,8  | 0,7  |
|               | %           | 4%                   | 3%   | 4%   | 7%   | 8%   | 19%  | 16%  | 8%   | 7%   | 8%   | 5%   | 4%   |

## **9.5. ANÁLISE DO NÚMERO DE DIAS QUENTES E FRIOS - CLASSES DE TEMPERATURA.**

Após verificar que as temperaturas, de modo geral, tendem à elevação, principalmente após os anos de 1990, buscou-se verificar e quantificar o aumento e/ou diminuição do número de dias em determinadas classes de temperaturas pré-estabelecidas. Compararam-se os valores das normais climatológicas de 1961 a 1990 com os valores dos anos subsequentes 1991 a 2009. Para tanto, como supracitado no capítulo “Procedimentos Metodológicos”, foram definidas para as temperaturas máximas as classes: valores inferiores a 25°C, de 25,1°C a 30°C, de 30,1°C a 32°C, de 32,1°C a 34°C, de 34,1°C a 36°C e, temperaturas superiores a 36,1°C. Para a análise das temperaturas mínimas definiu-se classes com valores inferiores a 10°C, de 10,1°C a 12°C, de 12,1°C a 14°C, de 14,1°C a 16°C, de 16,1°C a 18,1°C, de 18,1°C a 20°C e valores superiores a 20,1°C.

Com os resultados alcançados fica evidente que houve um aumento no número de dias com temperaturas mais elevadas, tanto para as temperaturas máximas, quanto para as temperaturas mínimas, em todas as localidades.

De modo geral, constatou-se que as temperaturas têm migrado para as classes próximas, mais quentes.

Para as temperaturas máximas, é evidente que os aumentos nas temperaturas se deram pelo aumento no número de dias com temperaturas em média entre 30° e 34°C, principalmente. Entretanto, o aumento no número de dias com temperaturas entre 34 e 36°C também foi relevante. (Quadro 43)

Para as temperaturas mínimas, também se constatou o aumento no número de dias com temperaturas mais quentes. Verificou-se que os maiores aumentos no número de dias ocorreram entre os 18°C e valores superiores a 20°C. (Quadro 44)

Na maioria das cidades, o aumento no número de dias com temperaturas mais elevadas ocorreu de forma desigual entre as temperaturas máximas e mínimas. Cidades como Avaré e Votuporanga, tiveram o aumento nas médias das temperaturas em detrimento do aumento no número de dias com temperaturas máximas mais elevadas em relação às temperaturas mínimas.

Entretanto, nas cidades de Catanduva, Franca, Piracicaba e Presidente Prudente, o aumento do número de dias com temperaturas mínimas mais quentes, foi muito mais expressivo que o aumento no número de dias com temperaturas máximas mais quentes.

São Simão, diferentemente das demais cidades, foi a única cidade que teve um aumento equitativo no número de dias com temperaturas máximas e mínimas.

Quadro 43 - Comparação entre a normal climatológica 1961-1990 e os anos 1991-2009. Aumentos e diminuições médios de números de dias nas classes de temperaturas máximas.

| Máximas        |              |       |               |               |               |               |         |       |
|----------------|--------------|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------|-------|
|                |              | <25°C | 25,1°C a 30°C | 30,1°C a 32°C | 32,1°C a 34°C | 34,1°C a 36°C | >36,1°C | Total |
| Avaré          | Normal 61-90 | 107   | 225           | 27            | 6             | 1             | 0       | 365   |
| Avaré          | 91-09        | 83    | 204           | 54            | 21            | 4             | 0       | 365   |
|                | Diferença    | -24   | -21           | 27            | 15            | 3             | 0       | 0     |
| Catanduva      | Normal 61-90 | 29    | 123           | 81            | 62            | 26            | 8       | 328   |
| Catanduva      | 91-09        | 33    | 145           | 93            | 61            | 26            | 6       | 364   |
|                | Diferença    | 4     | 22            | 12            | -1            | 0             | -2      | 36    |
| Franca         | Normal 61-90 | 110   | 204           | 22            | 5             | 1             | 0       | 342   |
| Franca         | 91-09        | 98    | 233           | 27            | 8             | 1             | 0       | 365   |
|                | Diferença    | -12   | 29            | 5             | 3             | 0             | 0       | 23    |
| Piracicaba     | Normal 61-90 | 67    | 164           | 73            | 45            | 15            | 3       | 365   |
| Piracicaba     | 91-09        | 59    | 163           | 80            | 47            | 13            | 3       | 365   |
|                | Diferença    | -8    | -1            | 7             | 2             | -2            | 0       | 0     |
| es. Prudentina | Normal 61-90 | 52    | 153           | 81            | 55            | 20            | 5       | 365   |
| es. Prudentina | 91-09        | 48    | 134           | 88            | 63            | 26            | 6       | 365   |
|                | Diferença    | -4    | -19           | 7             | 8             | 6             | 1       | 0     |
| São Simão      | Normal 61-90 | 39    | 167           | 78            | 46            | 13            | 2       | 346   |
| São Simão      | 91-09        | 31    | 136           | 77            | 54            | 20            | 5       | 322   |
|                | Diferença    | -8    | -31           | -1            | 8             | 7             | 3       | -24   |
| otuporanga     | Normal 61-90 | 27    | 227           | 73            | 29            | 9             | 2       | 365   |
| otuporanga     | 91-09        | 23    | 121           | 98            | 74            | 37            | 13      | 365   |
|                | Diferença    | -4    | -106          | 25            | 45            | 28            | 11      | 0     |

Org: Karime P. Fante, 2011

Quadro 44 - Comparação entre a normal climatológica 1961-1990 e os anos 1991-2009. Aumentos e diminuições médios de números de dias nas classes de temperaturas mínimas.

|                |              | Mínimas |               |               |               |               |               |         | Total |
|----------------|--------------|---------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------|-------|
|                |              | <10°C   | 10,1°C a 12°C | 12,1°C a 14°C | 14,1°C a 16°C | 16,1°C a 18°C | 18,1°C a 20°C | >20,1°C |       |
| Avaré          | Normal 61-90 | 19      | 30            | 60            | 75            | 104           | 63            | 14      | 365   |
| Avaré          | 91-09        | 20      | 30            | 50            | 67            | 83            | 90            | 25      | 365   |
|                | Diferença    | 1       | 0             | -10           | -8            | -21           | 27            | 11      | 0     |
| Catanduva      | Normal 61-90 | 12      | 15            | 28            | 44            | 56            | 73            | 100     | 328   |
| Catanduva      | 91-09        | 7       | 9             | 17            | 41            | 66            | 82            | 141     | 364   |
|                | Diferença    | -5      | -6            | -11           | -3            | 10            | 9             | 41      | 36    |
| Franca         | Normal 61-90 | 13      | 22            | 43            | 70            | 108           | 68            | 14      | 337   |
| Franca         | 91-09        | 7       | 9             | 27            | 59            | 93            | 130           | 40      | 365   |
|                | Diferença    | -6      | -13           | -16           | -11           | -15           | 62            | 26      | 28    |
| Piracicaba     | Normal 61-90 | 53      | 39            | 49            | 55            | 59            | 77            | 34      | 365   |
| Piracicaba     | 91-09        | 32      | 35            | 47            | 52            | 64            | 85            | 50      | 365   |
|                | Diferença    | -21     | -4            | -2            | -3            | 5             | 8             | 16      | 0     |
| Pres. Prudente | Normal 61-90 | 16      | 17            | 32            | 46            | 65            | 76            | 114     | 365   |
| Pres. Prudente | 91-09        | 8       | 10            | 17            | 34            | 54            | 73            | 169     | 365   |
|                | Diferença    | -8      | -7            | -15           | -12           | -11           | -3            | 55      | 0     |
| São Simão      | Normal 61-90 | 20      | 25            | 38            | 50            | 60            | 93            | 59      | 346   |
| São Simão      | 91-09        | 17      | 23            | 34            | 42            | 49            | 81            | 76      | 322   |
|                | Diferença    | -3      | -2            | -4            | -8            | -11           | -14           | 17      | -24   |
| Votuporanga    | Normal 61-90 | 4       | 8             | 26            | 60            | 75            | 115           | 78      | 365   |
| Votuporanga    | 91-09        | 6       | 8             | 15            | 31            | 59            | 78            | 167     | 365   |
|                | Diferença    | 2       | 0             | -11           | -29           | -16           | -37           | 89      | 0     |





Quadro 45. Número de dias mais quentes por classe de temperatura máxima e mínima. Comparação do período de 1991 a 2009 em relação a normal climatológica 1961-1990.

| Número de dias mais quentes por classe de temperatura máxima |       |           |        |                |            |          |             |
|--|-------|-----------|--------|----------------|------------|----------|-------------|
| Temp. Max  | Avaré | Catanduva | Franca | Pres. Prudente | Piracicaba | S. Simão | Votuporanga |
| 30:32  | 27    | 12        | 5      | 7              | 7          | 0        | 25          |
| 32:34  | 15    | 0         | 3      | 8              | 2          | 8        | 45          |
| 34:36  | 3     | 0         | 0      | 5              | 0          | 7        | 28          |
| >36  | 0     | 0         | 0      | 1              | 0          | 3        | 11          |
| <b>Total</b>   | 45    | 12        | 8      | 21             | 9          | 18       | 109         |

| Número de dias mais quentes por classe de temperatura mínima |       |           |        |                |            |          |             |
|--|-------|-----------|--------|----------------|------------|----------|-------------|
| Temp. Max  | Avaré | Catanduva | Franca | Pres. Prudente | Piracicaba | S. Simão | Votuporanga |
| 16:18  | 0     | 10        | 0      | 0              | 5          | 0        | 0           |
| 18:20  | 27    | 9         | 62     | 0              | 8          | 0        | 0           |
| >20  | 11    | 41        | 26     | 55             | 15         | 17       | 89          |
| <b>Total</b>   | 38    | 60        | 88     | 55             | 28         | 17       | 89          |













Org: Sant'Anna Neto, J. L., 2011.















Quadro 46. Classes de temperatura que tiveram as maiores perdas/ganhos de dias em relação a normal climatológica (comparação entre 61-90 e 91-09).



|                       |  PERDA TMAX |  GANHO TMAX |  PERDA TMIN |  GANHO TMIN |
|-----------------------|--|--|--|--|
| <b>Avaré</b>          | <25  | 30:32  | 16:18  | 18:20  |
| <b>Catanduva</b>      | >36  | 25:30  | 12:14  | >20  |
| <b>Franca</b>         | <25  | 25:30  | 12:14  | 18:20  |
| <b>Pres. Prudente</b> | 25:30  | 32:34  | 12:14  | >20  |
| <b>Piracicaba</b>     | <25  | 30:32  | <10  | >20  |
| <b>São Simão</b>      | 25:30  | 32:34  | 18:20  | >20  |
| <b>Votuporanga</b>    | 25:30  | 32:34  | 18:20  | >20  |

Org: Karime P. Fante, 2011.

Quadro 47. Principais aumentos/diminuições do número de dias mais quentes por classe de temperatura máxima.

| Número de dias mais quentes por classe de temperatura máxima |   |   |   |  |  |  |  |
|--|---|---|---|--|--|--|--|
| Temp. Max  | AVA   | CAT   | FRA   | PPRU   | PIRA   | SSIM   | VOT  |
| <25  |  |   |  |  |  |  |  |
| 25:30  |   |    |  |   |  |   |   |
| 30:32  |  |   |   |  |  |  |  |
| 32:34  |   |   |   |  |  |  |  |
| 34:36  |   |   |   |  |  |  |  |
| >36  |   |  |   |  |  |  |  |

| Número de dias mais quentes por classe de temperatura mínima |   |   |   |   |  |   |   |
|--|---|---|---|---|--|---|---|
| Temp. Min  | AVA   | CAT   | FRA   | PPRU  | PIRA   | SSIM  | VOT   |
| <10  |   |   |   |   |  |   |   |
| 10:12  |   |   |   |   |  |   |   |
| 12:14  |   |  |  |  |  |   |   |
| 14:16  |   |   |   |   |  |   |   |
| 16:18  |  |   |   |   |  |   |   |
| 18:20  |  |   |  |   |  |  |  |
| >20  |   |  |   |  |  |  |  |

 Aumento de dias  
 Diminuição de dias

Org. Sant'Anna Neto, J. L., 2011

Analisando-se somente os resultados do aumento no número de dias das temperaturas máximas, verifica-se que alguns pontos merecem especial atenção:

Os maiores aumentos nos números de dias mais quentes para as temperaturas máximas ocorreram, por ordem, nas cidades de: **Votuporanga** com o total médio de 109

dias de aumento; Avaré com o aumento médio de 45 dias; Catanduva, 38 dias; Franca, 37 dias; Presidente Prudente, 22 dias; São Simão, 18 dias e; Piracicaba que teve o aumento total médio de 9 dias, sendo esta considerada a cidade que teve o menor aumento de número de dias com temperaturas mais quentes das máximas, entre as demais. (Quadros 45 e 48)

Quadro 48. Aumento no número de dias nas temperaturas máximas.

| Quantificação do aumento no número de dias - temperaturas máximas |                |                     |                                |                                     |                                   |
|---|----------------|---------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Ordem   | Cidade         | Classes com aumento | Número de dias (aumento total) | Classe Principal (maiores aumentos) | Número de dias (classe principal) |
| 1   | Votuporanga    | 30°C a >36°C        | 109                            | 32° a 34°C                          | 45                                |
| 2   | Avaré          | 30°C a 36°C         | 45                             | 30° a 32°C                          | 27                                |
| 3   | Catanduva      | <25°C a 32°C        | 38                             | 25° a 30°C                          | 22                                |
| 4   | Franca         | 25°C a 34°C         | 37                             | 25° a 30° C                         | 29                                |
| 5   | Pres. Prudente | 30°C a 36°C         | 22                             | 32° a 34°C                          | 8                                 |
| 6   | São Simão      | 32°C a >36°C        | 18                             | 32° a 34°C                          | 18                                |
| 7   | Piracicaba     | 30°C a 34°C         | 9                              | 30° a 32°C                          | 7                                 |

Org: Karime P. Fante, 2011.

Verificou-se que este aumento no número de dias ocorreu de forma diferenciada: Franca teve o aumento no número de dias com temperaturas mais quentes a partir dos 25° C; Avaré, Votuporanga, Presidente Prudente e Piracicaba, tiveram o aumento no número de dias a partir dos 30°C; Em São Simão o aumento ocorreu apenas em temperaturas superiores a 32°C; Na cidade de Catanduva, diferentemente das demais, verificou-se que esta foi a única cidade que teve aumento no número de dias com temperaturas mais amenas. Verificou-se o aumento no número de dias nas temperaturas inferiores a 25°C até no máximo 32°C. (Quadro 46)

Outro resultado que merece especial atenção é o fato de que Presidente Prudente, São Simão e Votuporanga tiveram aumentos nos números de dias com temperaturas acima de 36°C, (a classe mais quente de todas) durante o período de 1991 a 2009. Destas, Votuporanga foi a cidade que teve o maior aumento, 11 dias, ou seja, teve o aumento médio de 550% em relação a normal climatológica (2 dias). (Quadro 47)

As classes que tiveram as maiores perdas de dias nos anos entre 91 a 09, comparado com a normal climatológica de 61-90, foram as classes inferiores a 25°C (Cidades de Avaré, Franca e Piracicaba) e 25 a 30°C (Cidades de Presidente Prudente, São Simão e Votuporanga). Em Catanduva, diferentemente das demais cidades, não houve diminuição relevante de número de dias em nenhuma das classes preestabelecidas. (Quadro 43)

Para as temperaturas mínimas, verifica-se que os maiores aumentos no número de dias ocorreram, por ordem, nas cidades de: Votuporanga com o aumento médio de 91 dias; Franca com o aumento médio de 82 dias; Catanduva com o aumento de 60 dias; Presidente Prudente, 55 dias; Avaré, 39 dias; Piracicaba, 29 dias e São Simão, com o aumento de 17 dias, sendo esta considerada a cidade entre as demais que teve o menor aumento no número de dias quentes para as temperaturas mínimas. (Quadros 45 e 49)

Quadro 49. Aumento no número de dias nas temperaturas mínimas.

| Quantificação do aumento no número de dias - temperaturas mínimas |                |                     |                                |                                     |                                   |
|---|----------------|---------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Ordem   | Cidade         | Classes com aumento | Número de dias (aumento total) | Classe Principal (maiores aumentos) | Número de dias (classe principal) |
| 1   | Votuporanga    | <10°C; >20°C        | 91                             | >20°C                               | 89                                |
| 2   | Franca         | 18°C a >20°C        | 82                             | 18°C a 20°C                         | 62                                |
| 3   | Catanduva      | 16°C a >20°C        | 60                             | >20°C                               | 41                                |
| 4   | Pres. Prudente | >20°C               | 55                             | >20°C                               | 55                                |
| 5   | Avaré          | <10°C; 18° a >20°C  | 39                             | 18°C a 20°C                         | 27                                |
| 6   | Piracicaba     | 16°C a >20°C        | 29                             | >20°C                               | 16                                |
| 7   | São Simão      | >20°C               | 17                             | >20°C                               | 17                                |

Org: Karime P. Fante, 2011.

Em Catanduva e Piracicaba o aumento no número de dias com temperaturas mais quentes foi verificado a partir dos 16°C. Nas cidades de Avaré e Franca, o aumento no número de dias ocorreu a partir dos 18°C. Nas cidades de Votuporanga, São Simão e Presidente Prudente, os aumentos nos números de dias foram constatados apenas nas temperaturas superiores a 20°C. Sendo que, em Avaré e Franca os maiores aumentos nos números de dias ocorreram entre 18 a 20°C, enquanto que nas demais cidades o aumento no número de dias aconteceu principalmente nas temperaturas superiores a 20°C. (Quadros 46 e 47)

Diferentemente dos resultados obtidos com as temperaturas máximas, o aumento no número de dias ocorreu nas classes mais quentes, principalmente a classe com temperaturas superiores a 20°C. Constatou-se que todas as cidades tiveram um incremento de número de dias na classe mais quente (temperaturas superiores a 20°C), sendo Votuporanga a cidade que teve o maior aumento médio de dias nesta classe de temperatura, 89 dias, seguido por Presidente Prudente com o aumento médio de 55 dias.

Em contraponto a este ganho, todas as cidades demonstraram uma diminuição de número de dias em temperaturas mais amenas. Em Catanduva, Franca e Presidente Prudente, as maiores perdas de números de dias ocorreram na classe de 12 a 14°C. Em São Simão e Votuporanga a classe que teve as maiores perdas de dias foi a classe de 18

a 20°C. Em Avaré constatou-se essa perda na classe de 16 a 18°C. E em Piracicaba essa perda se deu em classes de temperaturas inferiores a 10°C.

### **Classes de Temperatura – Síntese das sete cidades analisadas.**

Após analisar as especificidades das sete cidades analisadas, objetivou-se elaborar uma síntese conjunta dos resultados. Para tanto, os resultados obtidos na análise anterior supracitada foram somados (soma das sete cidades) e distribuídos em dois períodos 1961-1990 (período da normal climatológica) e 1991-2009.

Em síntese, verificou-se que para às sete cidades analisadas houve uma diminuição no número de dias com temperaturas inferiores a 30°C.

Entretanto, em contraponto a essa diminuição, constatou-se que no período de 91-09 ocorreu o aumento no número de dias mais quentes, em todas as classes de temperaturas superiores a 30°C. Este aumento foi, em média, de 217 dias, ou seja, aproximadamente 2/3 do ano. (Quadro 50)

Para as temperaturas mínimas o aumento no número dias ocorreu nas classes de temperaturas mais elevadas, 18 a 20°C e, principalmente, na classe de valores superiores a 20°C. Juntas estas duas classes, em média, somam 290 dias, ou seja, aproximadamente 79,5% do total do ano.

Nas demais classes de temperaturas mais amenas, sem exceção, a soma das sete cidades apontou que todas tiveram uma diminuição na média de número de dias, ao longo do período de 1991 a 2009. (Quadro 51)

Quadro 50. Quadro Síntese das classes de temperaturas máximas. Comparação entre a normal climatológica (1961 – 1990) e o período de 1991 a 2009.

| <b>Síntese - 7 cidades - Máximas</b> |           |       |               |               |               |               |         |       |
|--------------------------------------|-----------|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------|-------|
|                                      |           | <25°C | 25,1°C a 30°C | 30,1°C a 32°C | 32,1°C a 34°C | 34,1°C a 36°C | >36,1°C | Total |
| <b>Normal 61-90</b>                  | soma      | 429   | 1261          | 435           | 247           | 83            | 20      | 2476  |
| <b>91-09</b>                         | soma      | 373   | 1135          | 518           | 327           | 126           | 33      | 2512  |
|                                      | Diferença | -56   | -126          | 82            | 79            | 43            | 13      | 36    |

Quadro 51. Quadro Síntese das classes de temperaturas mínimas. Comparação entre a normal climatológica (1961 – 1990) e o período de 1991 a 2009.

| <b>Síntese - 7 cidades</b> |                  |            |               |               |               |               |               |            |           |
|----------------------------|------------------|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|-----------|
|                            |                  | <10°C      | 10,1°C a 12°C | 12,1°C a 14°C | 14,1°C a 16°C | 16,1°C a 18°C | 18,1°C a 20°C | >20,1°C    | Total     |
| <b>Normal 61-90</b>        | <b>soma</b>      | 138        | 155           | 275           | 399           | 527           | 565           | 413        | 2471      |
| <b>91-09</b>               | <b>soma</b>      | 96         | 124           | 208           | 327           | 469           | 618           | 670        | 2512      |
|                            | <b>Diferença</b> | <b>-42</b> | <b>-31</b>    | <b>-67</b>    | <b>-72</b>    | <b>-58</b>    | <b>53</b>     | <b>257</b> | <b>41</b> |

Org: Karime P. Fante, 2011.

## 9.6. ANÁLISE DE AGRUPAMENTO (CLUSTER)

Com a análise de clusters é evidente o agrupamento de cidades em grupos que tiveram ao longo dos anos de 1961 a 2009 padrões térmicos semelhantes.

Quanto menor a distância de ligação entre uma variável e outra (cidades), maior é essa semelhança entre os dados, neste caso especificamente, utilizou-se os desvios térmicos anuais, das temperaturas máximas e mínimas, em relação a média da série (1961-2009). Assim, de acordo com as especificidades de agrupamento do método de ligação média (descrito no capítulo procedimentos metodológico) as variáveis configuraram em três principais grupos.

A escolha de grupos é aleatória, de acordo com os interesses de pesquisa. Como neste caso foram utilizadas poucas variáveis (sete), as definições de três grupos se deram principalmente visualmente, ou seja, os grupos que visualmente mostraram-se mais próximos no dendrograma, ou que tiveram as maiores correlações.

Para as temperaturas máximas, verificou-se que o grupo que mais se correlacionou foi o grupo formado por Presidente Prudente, Votuporanga e Avaré. O segundo grupo identificado com grandes semelhanças foi o grupo formado por Franca, São Simão e Piracicaba e por fim o ultimo grupo que não se agrupou com as demais, é composto pela cidade de Catanduva.

Verifica-se que com esta análise que os desvios térmicos das temperaturas máximas mostraram-se distintos regionalmente sendo o primeiro grupo composto por cidades localizadas na porção oeste (Presidente Prudente e Votuporanga) e sudoeste do Estado de São Paulo (Avaré), o segundo formado por cidades localizadas na porção leste (Piracicaba e São Simão) e nordeste continental (Franca). Catanduva, a última variável que não foi agrupada com nenhuma outra, localiza-se na porção norte do Estado, entretanto, tal incidência se deve a conformação dos dados de desvios, totalmente

distintos das demais cidades uma vez que verificou que nesta cidade houve uma tendência de diminuição nas temperaturas máximas. (Figura 02)

Para os dados referentes aos desvios térmicos anuais das temperaturas mínimas ocorreu um novo agrupamento de variáveis. Identificaram-se no dendograma três principais grupos de semelhanças dos dados. O primeiro e de menor distância de correlação é o grupo formado pelas cidades de Avaré, Votuporanga e Presidente Prudente. O segundo de menor distância de correlação é composto pelas cidades de Catanduva, Franca e Piracicaba e o terceiro grupo formado por uma única variável é composto pela cidade de São Simão. (Figura 03)

Nesta análise também foi verificado a formação de grupos em localizações regionalmente distintas legitimando padrões de aquecimento diferenciado entre as cidades e regiões do Estado.

De modo geral, pode-se verificar que as cidades que mais se relacionaram nas duas análises foi o grupo formado pelas cidades de Avaré, Presidente Prudente e Votuporanga e um segundo grupo constituído pela cidade de Franca e Piracicaba. São Simão e Catanduva tiveram algumas especificidades, não agruparam na análise dos desvios térmicos das temperaturas máximas (Catanduva) e análise dos desvios térmicos das temperaturas mínimas (São Simão) sendo constatado que estas tiveram peculiaridades térmicas que as distinguiram das demais.

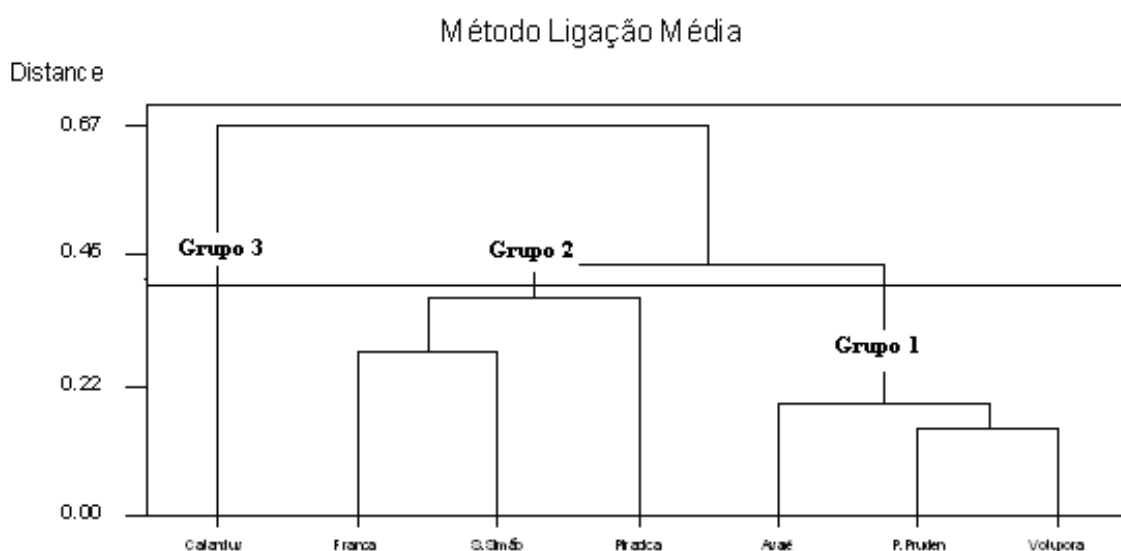


Figura 02. Dendrograma – Análise de agrupamento – temperaturas máximas.

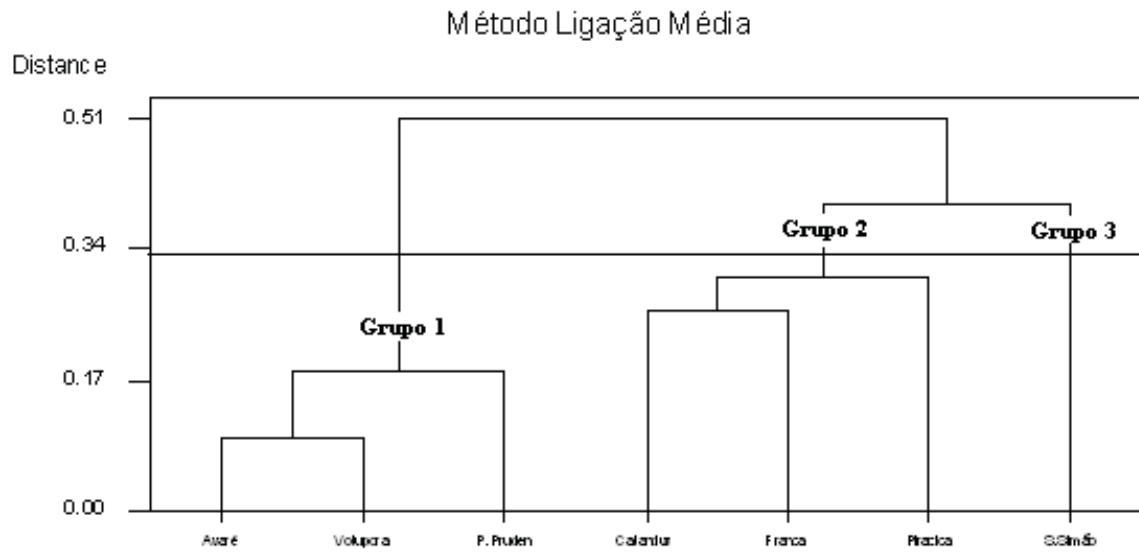


Figura 03. Dendrograma – Análise de agrupamento – temperaturas mínimas.

## 10. CONCLUSÃO

A análise da estrutura térmica das cidades de Avaré, Catanduva, Franca, São Simão, Presidente Prudente, Votuporanga e Piracicaba mostraram, ao longo desta pesquisa, que é inequívoco o aumento das temperaturas médias anuais e decadais, principalmente, nas últimas duas décadas (Com exceção das temperaturas máximas em Catanduva).

Pode-se concluir que de modo geral as temperaturas máximas e mínimas ao longo da série vêm migrando seus valores para as classes de temperaturas mais quentes, ou seja, classes de temperaturas com valores mais elevados.

De modo geral, ocorreu não somente um aumento nas temperaturas máximas e mínimas, mas também o aumento no número de dias com temperaturas mais elevadas, principalmente após o período de 91-09 que concomitantemente compreende ao período subsequente as normais climatológicas dos anos de 61-90.

Com relação às temperaturas máximas verifica-se que as cidades de Presidente Prudente, São Simão e Votuporanga tiveram o maior aumento de número de dias entre as temperaturas de 32° a 34°C; nas cidades de Avaré e Piracicaba o maior aumento de número de dias se deu na classe de 30° a 32°C e, nas cidades de Catanduva e Franca o maior aumento se deu na classe de 25° a 30°C.

Para as temperaturas mínimas, a transferência de números de dias com temperaturas mais amenas para classes de temperaturas mais elevadas foi ainda mais evidente. Em cinco cidades constatou-se que o maior ganho de dias se deu na classe de temperatura mais elevada (valores superiores a 20°C), são os casos das seguintes cidades: Catanduva, Presidente Prudente, Piracicaba, São Simão e Votuporanga. Nas cidades de Avaré e Franca o maior ganho também ocorreu em classes de temperaturas elevadas, constatando-se o maior aumento no número de dias na classe de 18 a 20°C.

De todas as cidades, Votuporanga foi a que se constatou o maior aumento em número de dias com temperaturas mais quentes tanto para as máximas (aumento médio de 109 dias mais quentes), quanto para as mínimas (aumento médio de 91 dias mais quentes). Em contraponto, São Simão e Piracicaba foram as cidades que tiveram os menores aumentos de números de dias com temperaturas mais quentes tanto para as máximas, quanto para as mínimas.

Em relação a análise dos extremos térmicos – técnica do Percentil, verificou-se que há uma tendência ao aumento no número de dias com temperaturas acima do percentil 90 para as temperaturas máximas e mínimas (dias e noites) ao longo da série.

Entretanto, o mesmo não ocorreu para os extremos frios - percentil 10 – que diferentemente do constatado na análise supracitada, verificou-se que as temperaturas mais frias das temperaturas máximas e mínimas seguiram certa variabilidade natural, nas distintas cidades e distintos pontos geográficos do Estado de São Paulo.

Os Percentis 90 ocorreram na maioria dos casos nos meses representativos de verão. E os Percentis 10 predominaram nos meses representativos de inverno.

Com a análise mensal das temperaturas máximas verificou-se que o aumento das temperaturas ocorreu de forma concentrada em poucos meses, entre os meses de Agosto a Dezembro, principalmente, sendo o ápice dos maiores aumentos percentual no mês de Outubro (fato ocorrido em seis das sete cidades pesquisadas, com exceção da cidade de Piracicaba). Já para as temperaturas mínimas, este aumento não ocorreu de forma concentrada. Em todas as cidades foram constatados aumentos percentuais das temperaturas, em todos os meses do ano. Entretanto, os maiores percentuais ocorreram, principalmente, nos meses de Julho (cinco cidades – Avaré, Catanduva, Franca, Presidente Prudente, Piracicaba) e Junho (duas cidades – Avaré e Piracicaba).

Posteriormente com a análise de cluster verificou-se que ao longo da série algumas cidades mostraram-se muito semelhantes é o caso das cidades de Avaré, Presidente Prudente e Votuporanga; e, Franca e Piracicaba. São Simão e Catanduva tiveram algumas especificidades. Catanduva teve pouca semelhança com as demais cidades na análise dos desvios térmicos das temperaturas máximas e São Simão teve a menor semelhança com as demais cidades na análise dos desvios térmicos das temperaturas mínimas. Constatando assim que estas tiveram peculiaridades térmicas que as distinguiram das demais.

A partir desses resultados algumas hipóteses podem ser formuladas. É interessante notar que em ambas as realidades estudadas, tanto as temperaturas máximas quanto as mínimas elevaram-se de forma significativa. As mínimas com maior intensidade ainda.

Isto reflete principalmente o armazenamento de excesso de calor depois do por do Sol, re-irradiado para a atmosfera pelos materiais construtivos urbanos, ou seja, isto significa que, cada vez mais, a temperatura noturna aumenta pela absorção realizada durante o dia, sendo o clima da cidade modificado pela ação antrópica.

O albedo da maior parte destes materiais produz excedente térmico que fica armazenada na camada limite urbana e gera inércia térmica.

Desta forma, com o adensamento da área construída e com o aumento da mobilidade por meio do transporte individual, que lança para a atmosfera enormes quantidades de poluentes altamente favoráveis à concentração de material particulado, geram o efeito estufa.

Assim, as áreas urbanas tendem a se aquecerem mais do que as áreas rurais e a darem maior contribuição ao aquecimento global, principalmente no período noturno.

Porém, além destes resultados, constatou-se que as temperaturas máximas também estão em ascensão.

Esse fato nos faz questionar a causa deste aquecimento, uma vez que o aquecimento global disseminado pelos cientistas ligados ao IPCC indica que a principal causa é a ação humana. Entretanto, é possível também levantar a hipótese de que o planeta está se aquecendo, entretanto, a partir de processos naturais.

Assim, admite-se que a combinação destes dois processos, o humano e o natural, são responsáveis pelas elevações das temperaturas em áreas urbanas (áreas onde se localizam as estações meteorológicas), o difícil agora é mensurar a proporção da participação de cada um dos processos.

## 11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, M. A. de. **Estabilidade em análise de agrupamento (cluster analysis)**. Pernambuco. Universidade Federal Rural de Pernambuco. p. 62. 2005 (Dissertação)

AMORIM, M. C. de C. T. **O clima urbano de Presidente Prudente**. São Paulo: FFLCH/USP, 2000. (Tese de doutorado)

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. São Paulo: Difel, 1986.

CHANDLER, T.J. **The climate of London**. London: Hutchinson University Library Publishers, 1965.

CONFALONIERI, U.E.C. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. **Terra Livre**. São Paulo, Ano 19, vol. I, n.20, p.193-204, jan-jul. 2003.

CONTI, J. B. Considerações sobre mudanças climáticas globais. In: SANT'ANNA NETO, J. L. e ZAVATINI, J. A. (Orgs). **Variabilidade e Mudanças Climáticas. Implicações ambientais e socioeconômicas**. Maringá: Eduem, 2000. p.17 -28.

DIAS, M. A. F da S. e SILVA, M. G. A. J. da. Para entender Tempo e Clima. In: CAVALCANTI, I. F. A. et al (Orgs). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 15-21.

HOWARD, L. **The climate of London**. 1833.

LANDSBERG, H.E. **The Urban Climate**. Academic Press. 1981

MENDONÇA, F de A. **O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno: proposição metodológica para estudo e sua aplicação à cidade de Londrina**. São Paulo: FFLCH/USP, 1995. (Tese de doutorado)

MENDONÇA, F. **Aquecimento global e suas manifestações regionais e locais: alguns indicadores da região sul do Brasil**. Presidente Prudente, Revista Brasileira de Climatologia, v. 2, p. 71–86, dez/2006.

MOLION, L.C.B. **Desmistificando o aquecimento global**. Disponível em: <[www.alerta.inf.br/files/molion\\_desmist.pdf](http://www.alerta.inf.br/files/molion_desmist.pdf)> Acesso em 10 de Junho de 2011.

MONTEIRO, C. A de F. Análise rítmica em climatologia problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Climatologia**. São Paulo, 1971.

MONTEIRO, C. A. de F.; TARIFA, J. R. **Contribuição ao estudo do clima de Marabá**. São Paulo IGEG/USP, 1977.

MONTEIRO, C.A de F. **A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo: estudo geográfico sob a forma de Atlas**. USP/Igeog. São Paulo, 1973.

- MONTEIRO, C.A. de F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976.
- MURARA, P. G. **Clima e Saúde: variações atmosféricas e enfermidades circulatórias. Presidente Prudente**. UNESP. p.80. 2009 (Trabalho de Conclusão de Curso)
- NASCIMENTO JR, L. **As chuvas no Paraná: Variabilidade interanual e decadal**. 2011. p.92. Universidade Estadual de Londrina/UEL. Londrina: [s.n]. Monografia (Bacharelado).
- NUNES, L. H., VICENTE, A. K., CANDIDO, D. H. Clima da região sudeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A. et al (Orgs). **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 244-258.
- NUNES, L.H e LOMBARDO, M.A. A questão da variabilidade climática: uma reflexão crítica. **Revista do Instituto Geológico**, v.16, n. 1/2, p 21-1, 1995.
- OKE, T. **Boundary layer climate**. London: Methuen, 1987.
- PARCIORNIK, N. Mudança Global do Clima: repercussões globais, regionais e locais. In: **Mudanças Climáticas: repercussões globais e locais**. Terra Livre, São Paulo. Ano 19, v. 1, n.20. p. 127 – 135. Jan/Jul 2003.
- PITTON, S. E. C. **O comportamento térmico da cidade de Rio Claro**. In: Encontro de Geógrafos de America Latina, México, 1991.
- RYKWERT, J. **The Idea of a Town: The Anthropology of Urban Form in Rome, Italy, and The Ancient**. 1988.
- SANT'ANNA NETO, J.L. Da complexidade física do universo ao cotidiano da sociedade: mudança, variabilidade e ritmo climático. **Terra Livre**. São Paulo, Ano 19, vol. I, n.20, p.51-63, jan-jul. 2003.
- SANT'ANNA NETO, J.L. et al. Mudanças climáticas no município de Ubatuba-SP: análise decenal da frequência e intensidade pluviométrica de 1971-1999. In: **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, 2007, Natal. Anais. Natal: UFRN, 2007. v. 1. p. 1-10.
- SANT' ANNA NETO, J. L. Decálogo da climatologia do Sudeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Climatologia**. Presidente Prudente. v. 1, n. 1. p. 43-60, dez. 2005.
- SARTORI, M. das G. B. **O clima de Santa Maria: do regional ao urbano**. São Paulo: FFLCH/USP, 1979. (Dissertação de mestrado)
- SILVA, C. B. **Proposta de classificação climática para a área de integração paisagística SP/PR/MS: embates teóricos e apresentações metodológicas**. Presidente Prudente. Unesp. p. 76. 2007 (Trabalho de Conclusão de Curso)
- VEYRET, Y. **Os riscos. O homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007.

<<http://expresstraining.com.br/index.php?page=article&id=96>> Acessado em 24 de Junho de 2011.

**AGRITEMPO** <[www.agritempo.gov.br](http://www.agritempo.gov.br)> Acessado entre Janeiro e Agosto de 2010.

**ESALQ/USP - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo** < <http://www.lce.esalq.usp.br/base.html>>. Acessado em 21 de Janeiro de 2010.

**IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.**  
<[http://www.ibge.com.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas\\_pdf/total\\_populacao\\_sao\\_paulo.pdf](http://www.ibge.com.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/total_populacao_sao_paulo.pdf)> Acessado em 08 de Outubro de 2011.

**INMET – Instituto Nacional de Meteorologia.**  
<<http://www.inmet.gov.br/sim/sonabra/convencionais.php>>. Acessado em maio de 2010.

**WIKIPÉDIA** < <http://pt.wikipedia.org>>. Acessado em 16 de Outubro de 2011.

<[http://www.rc.unesp.br/igce/geologia/GAA02144/aulas\\_files/multi04.pdf](http://www.rc.unesp.br/igce/geologia/GAA02144/aulas_files/multi04.pdf)> Acessado em 02 de Novembro de 2011.

## 12 ANEXO

Software R, resultados dos cálculos da correlação cofenética.

```
> dados<-read.table("C:/Users/Karime/Documents/maximas.txt")
```

```
> dados
```

```
   V1 V2 V3 V4 V5 V6 V7
1  0.0 1.1 0.8 0.1 0.0 -0.3 0.6
2 -0.5 0.1 -0.5 -0.4 -1.0 -0.8 -1.0
3  0.4 1.8 2.0 0.5 1.4 0.1 1.6
4 -0.9 0.1 -0.9 -0.8 -0.8 -1.2 -0.8
5 -0.3 0.4 -0.5 -0.3 -0.7 -0.6 -0.7
6 -0.3 1.1 -0.7 -0.2 -0.1 -0.6 0.1
7 -0.2 1.1 -1.1 -0.2 0.0 -0.5 0.1
8 -0.8 1.3 -1.5 -0.6 -0.3 -1.0 -0.2
9 -0.1 1.7 0.3 0.1 0.7 -0.2 0.6
10 -0.5 0.9 0.4 0.1 -0.2 -0.3 -0.3
11 -0.5 -1.3 0.4 -0.7 -0.9 -1.1 -0.7
12 -0.7 -0.5 -0.4 -0.6 -0.4 -1.0 -1.3
13  0.2 0.6 0.4 0.2 0.7 -0.1 -0.7
14 -0.5 0.1 0.1 -0.4 0.3 -0.7 -1.1
15 -0.3 0.7 0.5 -0.3 0.4 -0.6 0.1
16 -0.6 -1.1 -0.5 -0.2 -1.4 -0.4 -1.5
17 -0.6 0.5 0.7 0.2 0.0 0.8 0.3
18 -0.2 -0.1 -0.6 -0.1 -0.3 0.8 0.1
19 -1.5 -0.6 -0.8 -1.4 -0.4 -1.6 -0.5
20 -0.9 -0.2 -0.3 -0.9 0.2 -1.2 -0.5
21 -0.6 -0.2 -0.5 -0.5 -0.1 -0.9 -0.1
22 -0.5 -0.6 -0.8 -0.4 -0.9 -0.8 -0.5
23 -0.9 -1.0 -0.8 -0.8 -0.8 -1.2 -0.7
24  0.3 -0.5 0.4 0.3 0.6 -0.1 1.4
25 -0.2 -1.2 0.3 -0.2 0.1 -0.5 0.8
26  0.0 -0.3 -0.3 0.0 -0.2 -0.4 0.5
27  0.2 -0.2 0.3 0.2 0.3 -0.2 0.2
28 -0.2 -0.1 0.1 -0.1 0.2 -0.5 0.2
29 -0.1 -1.4 -0.6 -0.3 -0.6 -0.7 -0.5
30  0.2 -0.4 0.2 0.3 0.0 -0.1 0.5
31  0.3 -0.4 0.1 0.2 -0.1 -0.1 0.2
32  0.0 -1.0 -0.4 -0.2 -0.5 -0.3 -0.2
33  0.7 -0.4 0.0 -0.1 0.3 0.4 0.3
34  1.5 0.7 0.9 0.8 0.8 1.1 1.2
35  0.8 0.2 0.7 0.6 0.7 0.5 0.6
36  0.4 0.0 0.2 -0.2 0.0 0.1 0.4
37  0.7 0.4 0.4 0.0 0.6 0.4 0.2
38  0.7 0.3 0.5 -0.1 0.7 0.4 -0.2
39  0.7 0.6 0.4 0.5 0.6 0.4 0.1
```

```
40 0.5 0.4 0.3 0.2 0.5 0.2 -0.2
41 0.5 0.5 0.6 0.5 0.7 1.8 0.1
42 1.2 1.2 1.2 1.9 1.6 2.2 0.6
43 0.4 -0.9 -0.4 0.8 0.2 1.3 0.1
44 0.1 -1.0 -0.3 0.0 -0.4 1.3 -0.7
45 0.3 -0.4 -0.2 0.8 -0.2 1.8 0.5
46 0.6 -0.2 0.0 0.6 0.4 1.8 0.6
47 0.9 0.0 0.5 0.7 0.2 1.9 1.1
48 0.1 -0.9 -0.2 0.0 -0.9 0.7 -0.2
49 0.0 -0.8 -0.2 0.4 -0.8 0.1 -0.6
```

### **Resultado método de ligação simples**

```
> d1ex1<-dist(dados)
> hcex1<-hclust(d1ex1,"single")
> d2ex1<-cophenetic(hcex1)
> cor(d1ex1,d2ex1)
[1] 0.6265543
```

### **Resultado método de ligação completa**

```
> d1ex1<-dist(dados)
> hcex1<-hclust(d1ex1,"complete")
> d2ex1<-cophenetic(hcex1)
> cor(d1ex1,d2ex1)
[1] 0.6731094
```

### **Resultado método de ligação média**

```
> d1ex1<-dist(dados)
> hcex1<-hclust(d1ex1,"average")
> d2ex1<-cophenetic(hcex1)
> cor(d1ex1,d2ex1)
[1] 0.7256611
```

### **Resultado método de ligação mediana**

```
> d1ex1<-dist(dados)
> hcex1<-hclust(d1ex1,"median")
> d2ex1<-cophenetic(hcex1)
> cor(d1ex1,d2ex1)
[1] 0.6463533
```

### **Resultado método de ligação centróide**

```
> d1ex1<-dist(dados)
> hcex1<-hclust(d1ex1,"centroid")
> d2ex1<-cophenetic(hcex1)
> cor(d1ex1,d2ex1)
[1] 0.641117
```

### **Resultado método de ligação ward**

```
> d1ex1<-dist(dados)
> hcex1<-hclust(d1ex1,"ward")
> d2ex1<-cophenetic(hcex1)
> cor(d1ex1,d2ex1)
[1] 0.5267838
```

Portanto, o método da Ligação Média resultou em 0,7256611 ou 72,57% aproximadamente, correspondendo ao método que teve a melhor correlação e a mais indicada para a análise de agrupamento.

## Máximas

Correlation Coefficient Distance, Average Linkage

Amalgamation Steps

Step Number of Similarity Distance Clusters New Number of obs.

|   | clusters | level | level | joined | cluster | in new | cluster |
|---|----------|-------|-------|--------|---------|--------|---------|
| 1 | 6        | 92.61 | 0.148 | 4      | 6       | 4      | 2       |
| 2 | 5        | 90.31 | 0.194 | 1      | 4       | 1      | 3       |
| 3 | 4        | 86.07 | 0.279 | 3      | 5       | 3      | 2       |
| 4 | 3        | 81.25 | 0.375 | 3      | 7       | 3      | 3       |
| 5 | 2        | 78.34 | 0.433 | 1      | 3       | 1      | 6       |
| 6 | 1        | 66.27 | 0.675 | 1      | 2       | 1      | 7       |

## Mínimas

Correlation Coefficient Distance, Average Linkage

Amalgamation Steps

Step Number of Similarity Distance Clusters New Number of obs.

|   | clusters | level | level | joined | cluster | in new | cluster |
|---|----------|-------|-------|--------|---------|--------|---------|
| 1 | 6        | 95.35 | 0.093 | 1      | 6       | 1      | 2       |
| 2 | 5        | 91.07 | 0.179 | 1      | 4       | 1      | 3       |
| 3 | 4        | 87.06 | 0.259 | 2      | 3       | 2      | 2       |
| 4 | 3        | 84.93 | 0.301 | 2      | 7       | 2      | 3       |
| 5 | 2        | 80.08 | 0.398 | 2      | 5       | 2      | 4       |
| 6 | 1        | 74.52 | 0.510 | 1      | 2       | 1      | 7       |