

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**CLIMA E FENOLOGIA DE CULTIVARES DE PESSEGUEIRO  
(*Prunus persica*)  
NA REGIÃO DO ALTO E MÉDIO VALE DO URUGUAI, RS**

**Marcondes Lazzari  
Engenheiro Agrônomo / UFSM  
Mestre / UFSM**

Tese apresentada como um dos requisitos  
à obtenção do grau de Doutor em Fitotecnia  
Ênfase Agrometeorologia

Porto Alegre (RS), Brasil  
Janeiro de 2011

CIP - CATALOGAÇÃO INTERNACIONAL NA PUBLICAÇÃO  
Biblioteca Setorial da Faculdade de Agronomia da UFRGS

L459c Lazzari, Marcondes  
Clima e fenologia de cultivares de pessegueiro (*Prunus persica*) na região do alto e médio vale do Uruguai, RS / Marcondes Lazzari. — Porto Alegre : M. Lazzari, 2011.

xxi, 147f; il.

Tese (Doutorado - Agrometeorologia) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

1. Pessego : Fenologia 2. Pessego : Produção : Vale do Uruguai, RS I. Título.

CDD: 632

MARCONDES LAZZARI  
Engenheiro Agrônomo - UFSM  
Mestre em Agronomia - UFSM

**TESE**

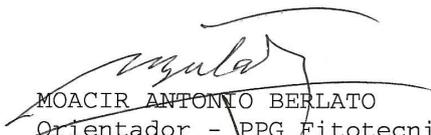
Submetida como parte dos requisitos  
para obtenção do Grau de

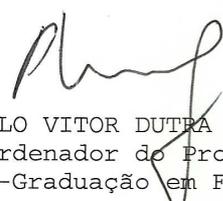
**DOCTOR EM FITOTECNIA**

Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia  
Faculdade de Agronomia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre (RS), Brasil

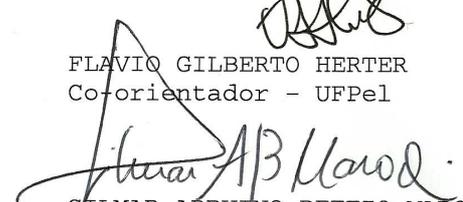
Aprovado em: 27.01.2011  
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 10.03.2011  
Por

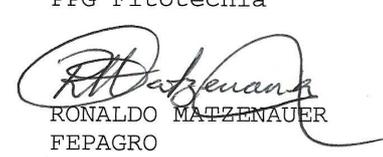
  
MOACIR ANTONIO BERLATO  
Orientador - PPG Fitotecnia

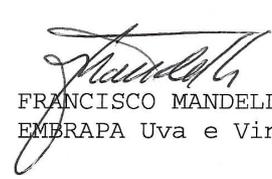
  
PAULO VITOR DUTRA DE SOUZA  
Coordenador do Programa de  
Pós-Graduação em Fitotecnia

  
FLAVIO GILBERTO HERTER  
Co-orientador - UFPel

  
GILMAR ARDUINO BETTIO MARODIN  
PPG Fitotecnia

  
RICARDO WANKE DE MELO  
PPG Fitotecnia

  
RONALDO MATZENAUER  
FEPAGRO

  
FRANCISCO MANDELLI  
EMERAPA Uva e Vinho

  
PEDRO ALBERTO SELBACH  
Diretor da Faculdade  
de Agronomia

## Dedico

Este trabalho à minha esposa, Angela Radünz Lazzari  
e aos meus filhos Rafaela Radünz Lazzari e Davi Radünz Lazzari.

## Agradeço

A todo apoio prestado pela minha família.

A Universidade Regional Integrada (URI) de Frederico Westphalen.

A todos os bolsistas que se dedicaram na coleta de dados.

Aos Professores, colegas na URI.

A UFRGS, a Faculdade de Agronomia e ao PPG Fitotecnia.

Ao CNPq.

Ao amigo, Prof. Dr. Ricardo Wanke de Melo da UFRGS.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Flávio Gilberto Herter da UFPel.

E especialmente ao meu orientador,

Professor Dr. Moacir Antonio Berlato.

# CLIMA E FENOLOGIA DE CULTIVARES DE PESSEGUEIRO (*Prunus persica*) NA REGIÃO DO ALTO E MÉDIO VALE DO URUGUAI<sup>1</sup>

Autor: Marcondes Lazzari  
Orientador: Moacir Antonio Berlato  
Co-orientador: Flavio Gilberto Herter

## RESUMO

O consumo de pêssigo se expandiu no Brasil durante a última década. A Região do Alto e Médio Vale do Uruguai, RS, apresenta características potencialmente favoráveis ao cultivo do pessegueiro. Ao avaliar a adaptação de uma cultivar de pessegueiro a uma região, é necessário conhecer o clima e a fenologia das plantas, relacionando-a com horas de frio (HF) para saída da endodormência e com graus-dia (GD) para o seu desenvolvimento. O entendimento das relações entre fenologia e meteorologia contribui para melhorar o manejo da cultura. O objetivo deste trabalho foi caracterizar o clima regional e determinar o comportamento do pessegueiro nas condições meteorológicas locais. Para a caracterização climática, sistematizaram-se dados de Iraí, RS e, a partir de uma imagem de altitudes e equações derivadas, produziram-se imagens usando o programa IDRISI. Foram observadas fenologia, fenometria e qualidade de fruto nos anos de 2000 a 2003 e 2005 a 2007, de 18 cultivares. Determinaram-se início e fim de brotação, floração, crescimento e maturação; diâmetro de fruto, firmeza de polpa, sólidos solúveis e acidez titulável. Os dados meteorológicos de precipitação pluvial (PP) foram medidos no local do experimento e os de temperatura do ar, HF (<7, 10, 12 e 15°C) e GD foram estimados de Iraí e Santo Augusto, RS. Climaticamente a precipitação pluvial mensal variou de 132 a 195mm, com média anual de 1850mm e nas imagens, as HF (<7°C) variaram entre 94 a 426, com média de 277; o risco de geada foi de 20 a 37%. Para floração, as cultivares Precocinho e Fla foram precoces e as Pilz e Coral e Eldorado, tardias. Nos anos de fenologia, as HF anuais variaram de 156 a 389 (<7°C) e de 1293 a 1727 (<15°C). Pela fenologia, determinaram-se às HF e os GD necessários das cultivares. Houve relação positiva entre HF e tempo para brotar e florescer, demonstrando que após sair da endodormência a planta necessita GD para entrar na fase vegetativa. A relação entre nº de dias com PP e duração da floração foi positiva, sugerindo que dias nublados alongam e dias com brilho solar encurtam o período.

---

<sup>1</sup> Tese de Doutorado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (147 p.) Janeiro, 2011.

# CLIMATE AND PHENOLOGY OF PEACH (*Prunus persica*) IN THE REGION OF THE HIGH AND MIDDLE VALLEY OF URUGUAI

Author: Marcondes Lazzari  
Adviser: Moacir Antonio Berlato  
Co-adviser: Flavio Gilberto Herter

## ABSTRACT

The consumption of peach increased in Brazil during the last decade. The region of the Region of the High and Middle Valley of Uruguai, in Rio Grande do Sul State (RS), provides favorable characteristics for growing peach. The adaptation of peach cultivar in a certain region has the necessity of knowing the climate conditions and evaluating the plants phenology, in terms of chilling hours (CH) for endormency and degree-days (DD) for the plant development. Understanding the relationship between phenology and weather contributes for facilitating the crop management. This study aimed to characterize the regional climate and to determine the behavior of peach in the local weather conditions. Climatological data from Iraí, RS were systematized for characterizing the regional climate, and with a image of altitudes and derived equations, images were elaborated by using the IDRISI software. Cultivars were described in terms of phenology, fenometry and fruit quality, from 2000 to 2003 and, 2005 to 2007 of 18 cultivars. The beginning and the end of budding, flowering, growth and maturation of fruit, fruit diameter, flesh firmness, soluble solids and titratble acidity were determined. Data of rainfall were measured at the experimental site while the air temperature, CH (below 7, 10, 12 and 15°C) and DD were estimated from Iraí and Santo Augusto, RS. Climatically the monthly rainfall ranged from 132 to 195mm, with annual average of 1,850mm. In the images generated, the CH (below 7°C) ranged from 94 to 426, with an average of 277. The risk of frost ranged from 20 to 37%. For flowering, the Precocinho and Fla cultivars were earlier, while cv. Pilz and Coral were later. During the period of phenological observations, the annual CH ranged from 156 to 389 (below 7°C) and from 1,239 to 1,727 (below 15°C). The phenology of the studied cultivars, were characterized in terms of CH and DD necessary for each one. A positive relationship between CH and time in days for starting the budding and flowering was observed. This relationship shows that plants has entered into ecodormancy but didn't have accumulated sufficient DD. A positive relationship between number of rainy days and duration of flowering was detected, suggesting that cloudy days prolong this period, while sunny days reduce the same period.

---

<sup>2</sup> Doctoral thesis in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (147 p.) January, 2011.

## SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	6
2.1 Suprimento de água .....	6
2.2 Eventos meteorológicos adversos .....	7
2.3 Clima e fenologia .....	8
2.4 Dormência e Horas de frio .....	10
2.5 Desenvolvimento das plantas e graus-dia .....	12
2.6 Características da Região Ecoclimática do Alto e Médio Vale do Uruguai, RS .....	14
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	18
3.1 Local e experimento .....	18
3.2 Métodos para análise dos dados .....	23
3.2.1 Caracterização climática quanto à temperatura do ar, insolação, precipitação pluvial e índices bioclimáticos .....	23
3.2.2 Caracterização fenológica e meteorológica .....	29
3.2.2.1 Caracterização da fenologia média .....	29
3.2.2.2 Procedimentos para obtenção dos dados de temperatura do ar e horas de frio .....	30
3.2.2.3 Caracterização meteorológica da região .....	31
3.2.2.4 Comportamento das cultivares quanto à exigência em frio para saída do estado de dormência .....	33
3.2.2.5 Ocorrência dos fenômenos adversos em estádios e períodos fenológicos são mais sensíveis .....	34
3.2.2.6 Relações entre variáveis meteorológicas e fenologia ....	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	35
4.1 Caracterização climática da região .....	35
4.1.1 Imagem de altitude .....	44
4.1.2 Imagens de temperatura do ar .....	47
4.1.1 Imagens de horas de frio e risco de geada .....	56
4.2 Fenologia .....	61
4.3 Estimativa de dados meteorológicos .....	73

	Página
4.3.1 Estimativa das temperaturas média, mínima e máxima diária .....	73
4.3.2 Estimativa de horas de frio diárias .....	76
4.3.2.1 Estimativa com dados de Iraí, RS .....	76
4.3.2.2 Estimativas com dados de Santo Augusto, RS .....	79
4.4 Caracterização meteorológica do período experimental .....	85
4.5 Relações entre fenologia e variáveis meteorológicas .....	89
4.5.1 Fenologia e horas de frio .....	89
4.5.2 Fenologia e graus-dia .....	110
4.5.3 Relação entre a duração em dias e horas de frio acumuladas .....	113
4.5.4 Relação entre a duração em dias e graus-dia dos períodos fenológicos da cultura do pessegueiro .....	118
4.5.5 Relação entre a duração em dias e temperatura média acumulada de períodos da cultura do pessegueiro .....	122
4.5.6 Relação entre duração do período de floração em dias e número de dias com precipitação pluvial .....	125
4.6 Fenologia e eventos meteorológicos adversos .....	127
4.7 Fenometria e variáveis meteorológicas .....	128
5 CONCLUSÕES .....	132
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	134
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	135
8 APÊNDICES .....	142
9 VITA .....	148

## RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Normais climatológicas do período de 1931-1960 para a Região Ecoclimática do Alto e Médio Vale do Uruguai (Adaptado de: Maluf Westphalen,1994) .....	14
2. Número de ocorrência máxima absoluta mensal de granizo em Iraí, RS e Santa Rosa, RS, referente a Região Ecoclimática do Alto e Médio Vale do Uruguai, série 1944-1996 (Berlato et al., 2000) .....	16
3. Coeficientes de determinação (R <sup>2</sup> ) para temperatura máxima média decendial (T <sub>max</sub> ), temperatura média decendial (T <sub>med</sub> ) e temperatura mínima média decendial (T <sub>min</sub> ) e coeficientes de correlação (r) entre as temperaturas estimadas e observadas para T <sub>max</sub> e T <sub>med</sub> , no Rio Grande do Sul (CARGNELUTTI FILHO et al., 2006 e 2008) .....	25
4. Variações das temperaturas mínima média (T <sub>min</sub> ), média (T <sub>med</sub> ) e máxima média (T <sub>max</sub> ) ocorridas espacialmente em períodos sazonais, Região do Alto e Médio Vale do Uruguai, RS .....	48
5. Variações das temperaturas mínima média (T <sub>min</sub> ), média (T <sub>med</sub> ) e máxima média (T <sub>max</sub> ) anuais, ocorridas espacialmente na Região do Alto e Médio vale do Uruguai, RS .....	52
6. Temperatura mínima média (T <sub>min</sub> ) ocorrida espacialmente na Região do Alto e Médio Vale do Uruguai, RS, de maio a outubro .....	54
7. Horas de frio (<7°C) de maio a setembro obtido por três equações e risco de geada (RG, probabilidade de temperaturas <2°C), Região do Alto e Médio Vale do Uruguai, RS .....	56
8. Horas de frio (< 7,2°C) pela equação HF Alt Lat Long por percentual de área e por hectares da Região do Alto e Médio Vale do Uruguai .....	57

9. Horas de frio (< 7,2°C) pela equação HF t5 t12 (HF Tmin) por percentual de área e por hectares da Região do Alto e Médio Vale do Uruguai .....	57
10 Horas de frio (< 7,2°C) pela equação HF Alt Lat Long Tmin por percentual de área e por hectares da Região do Alto e Médio Vale do Uruguai, RS .....	57
11. RG (frequência 0-100% de ocorrer temperaturas mínimas do ar inferiores a 2°C nos meses de julho a setembro) por percentual de área e por hectares da Região do Alto e Médio Vale do Uruguai, RS .....	59
12. Fenologia média do ciclo reprodutivo (floração-maturação) de cultivares de pessegueiro, anos de 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007, Frederico Westphalen, RS .....	62
13. Fenologia média de cultivares de pessegueiro para período de brotação (2002, 2003, 2005 e 2006) e para floração, crescimento, maturação e ciclo (flor-fruto) (2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007), Frederico Westphalen, RS .....	63
14. Fenologia média de floração de cultivares de pessegueiro, dos anos de 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007, Frederico Westphalen, RS .....	65
15. Fenologia média de crescimento do fruto de cultivares de pessegueiro, anos de 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007, Frederico Westphalen, RS .....	67
16. Fenologia média de maturação do fruto de cultivares de pessegueiro, anos de 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007, Frederico Westphalen, RS .....	69
17. Fenologia média de brotação de cultivares de pessegueiro, anos de 2002, 2003, 2005 e 2006, Frederico Westphalen, RS ..	70
18. Datas médias de floração e maturação de cultivares de pessegueiro para os municípios de Pelotas, RS (EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 2008) e Frederico Westphalen, RS (anos de 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007) e diferença em dias entre estas localidades .....	72
19. Regressões lineares para a estimativa de HF abaixo de 7, 10, 12 e 15°C, com dados de Irai, RS, para Frederico Westphalen, RS .....	78

20. Correlações entre dados estimados de Irai, RS e observados de HF abaixo de 7, 10, 12 e 15°C, Frederico Westphalen, RS no ano de 2009 .....	79
21. Regressões lineares para a estimativa de HF abaixo de 7, 10, 12 e 15°C, com dados de Santo Augusto, RS para Frederico Westphalen, RS .....	83
22. Correlações entre dados estimados de Santo Augusto, RS e observados de horas de frio, abaixo de 7, 10, 12 e 15°C, Frederico Westphalen, RS no ano de 2009 .....	84
23. Horas de frio estimadas para Frederico Westphalen, RS a partir de dados de Santo Augusto, RS, por dois procedimentos, temperatura horária do ar (1,5m) e por horas de frio .....	84
24. 24. Graus-dia para cultivares de pessegueiro na floração (F), crescimento (C), maturação (M) e ciclo (T) (flor-fruto), nos anos de fenologia e média, para Frederico Westphalen, RS .....	111
25. Equações de regressão da relação entre duração em dias e horas de frio (HF) acumuladas, abaixo de 7, 10, 12 e 15°C, de 01 de maio até o início dos períodos de brotação e floração de cultivares de pessegueiro, em Frederico Westphalen, RS .....	117
26. 26. Média da duração em dias e horas de frio (HF) acumuladas, abaixo de 7, 10, 12 e 15°C, de 01 de maio até o início dos períodos de brotação e floração de cultivares de pessegueiro, em Frederico Westphalen, RS .....	118
27. Equações de regressão da relação entre duração em dias e graus-dia (GD) acumulados, do início ao fim de floração; do início ao fim do crescimento de fruto; e do início do florescimento ao fim de crescimento do fruto, de cultivares de pessegueiro, em Frederico Westphalen, RS .....	120
28. Média da duração em dias e dos graus-dia (GD) acumulados, do início ao fim de floração, do início ao fim do crescimento de fruto e do início do florescimento ao fim de crescimento do fruto, de cultivares de pessegueiro, em Frederico Westphalen, RS .....	120
29. Equações de regressão da relação entre duração em dias e temperaturas médias (Tmed) acumuladas, do início ao fim de floração; do início ao fim do crescimento de fruto; e do início do florescimento ao fim de crescimento do fruto, de cultivares de pessegueiro, em Frederico Westphalen, RS .....	124

	Página
30. Média da duração em dias e da temperatura média (Tmed) acumulada (°C), do início ao fim de floração, do início ao fim do crescimento de fruto e do início do florescimento ao fim de crescimento do fruto, de cultivares de pessegueiro, em Frederico Westphalen, RS .....	124
31. Características fenométricas médias dos frutos de cultivares de pessegueiro, em Frederico Westphalen, RS .....	129

## RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1. Probabilidade de ocorrência de temperatura mínima decendial do ar igual ou menor que 3°C (geada), por decêndio (10 dias), para a Região Ecoclimática do Alto e Médio Vale do Uruguai (período de 1944-1993), Oliveira et al. (1997) .....	15
2. Probabilidade do número de ocorrência de granizo na primavera, outono e inverno na Região Ecoclimática do Alto e Médio Vale do Uruguai, série 1944-1996 (Berlato et al., 2000) .....	16
3. Número de Horas de Frio (< 7°C e < 10°C) na Região Ecoclimática do Alto e Médio Vale do Uruguai em função de dados da Estação Meteorológica de Santa Rosa, RS (Matzenauer et al., 2005) .....	17
4. Regiões Ecoclimáticas, estações meteorológicas, localização do experimento e do COREDE Médio Alto Uruguai. Adaptado de: Maluf Westphalen (1994) e CODEMAU (2005) .....	19
5. Recorte do Mapa Exploratório de Solos do Estado do Rio Grande do Sul (IBGE, 2002) .....	20
6. Detalhe da 4 com a delimitação dos municípios que compõem o CODEMAU .....	21
7. Temperaturas (°C) mensais médias, máximas médias e mínimas médias no período de 1913 a 2005, Iraí, RS .....	36
8. Temperaturas (°C) mínimas médias anuais no período de 1913 a 2005, Iraí, RS .....	36
9. Temperatura média sazonal e anual (°C) no período de 1950 a 2009, Iraí, RS .....	38
10. Temperatura máxima média sazonal e anual (°C) no período de 1950 a 2009, Iraí, RS .....	39

	Página
11. Temperatura mínima média sazonal e anual (°C) no período de 1950 a 2009, Iraí, RS .....	40
12. Insolação média mensal (sazonal e anual) no período de 1950 a 2009, Iraí, RS .....	41
13. Precipitação pluvial sazonal e anual (mm) nos anos de 1950 a 2009, Iraí, RS .....	42
14. Precipitação pluvial (mm) média mensal no período de 1913 a 2005, Iraí, RS .....	43
15. Insolação média diária mensal no período de 1971 a 2000, Irai, RS .....	44
16. Imagem de Altitude (m) da Região do Alto e Médio Vale do Uruguai, RS .....	46
17. Imagens da temperatura mínima média (°C) sazonais na Região do Alto e Médio Vale do Uruguai, RS .....	49
18. Imagens da temperatura média (°C) sazonais na Região do Alto e Médio Vale do Uruguai, RS .....	50
19. Imagens da temperatura máxima média (°C) sazonais na Região do Alto e Médio Vale do Uruguai, RS .....	51
20. Imagens da temperatura mínima média, média e máxima média (°C) anuais na Região do Alto e Médio Vale do Uruguai, RS .....	53
21. Imagens de temperatura mínima média (°C) de maio a outubro na Região do Alto e Médio Vale do Uruguai .....	55
22. Imagens de horas de frio estimadas por: altitude, latitude e longitude (HF Alt, Lat, Long); temp. mínima de maio a setembro e mínima anual (HF Tmin) e; altitude, latitude, longitude e temp. mínima (HF Alt, Lat, Long, Tmin), Região do Alto e Médio Vale Uruguai .....	58
23. Imagem do risco de geada, RG (frequência 0-100% de ocorrer temperaturas mínimas do ar inferiores a 2°C nos meses de julho a setembro) para a Região do Alto e Médio Vale do Uruguai, RS .....	60

24. Fenologia média para o ciclo reprodutivo (floração, crescimento e maturação) de cultivares de pessegueiro, anos de 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007, Frederico Westphalen, RS .....	61
25. Fenologia média para o período de floração de cultivares de pessegueiro, anos de 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007, Frederico Westphalen, RS .....	64
26. Fenologia média para o período de crescimento do fruto de cultivares de pessegueiro, anos de 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007, Frederico Westphalen, RS .....	66
27. Fenologia média para o período de maturação do fruto de cultivares de pessegueiro, anos de 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007, Frederico Westphalen, RS .....	68
28. Fenologia média para o período de brotação de cultivares de pessegueiro, anos de 2002, 2003, 2005 e 2006, Frederico Westphalen, RS .....	70
29. Fenologia média para o período de brotação (cinza escuro) e floração (cinza claro) de cultivares de pessegueiro, anos de 2002, 2003, 2005 e 2006, Frederico Westphalen, RS .....	71
30. Temperatura média diária, do ano de 2008, das estações meteorológicas dos Municípios de Iraí, RS (lat.: -27,18°, long.: -53,23°, alt.: 247m) e Frederico Westphalen, RS (lat.: -27,38°, long.: -53,42°, alt.: 498m) .....	74
31. Temperatura mínima diária, do ano de 2008, das estações meteorológicas dos Municípios de Iraí, RS e Frederico Westphalen, RS .....	74
32. Temperatura máxima diária, do ano de 2008, das estações meteorológicas dos Municípios de Iraí, RS e Frederico Westphalen, RS .....	75
33. Horas de frio abaixo de 7°C, do ano de 2008, das estações meteorológicas dos Municípios de Iraí, RS e Frederico Westphalen, RS .....	76
34. Horas de frio abaixo de 10°C, do ano de 2008, das estações meteorológicas dos Municípios de Iraí, RS e Frederico Westphalen, RS .....	77

35. Horas de frio abaixo de 12°C, do ano de 2008, das estações meteorológicas dos Municípios de Iraí, RS e Frederico Westphalen, RS .....	77
36. Horas de frio abaixo de 15°C, do ano de 2008, das estações meteorológicas dos Municípios de Iraí, RS e Frederico Westphalen, RS .....	78
37. Relação entre temperatura horária do ar (1,5m altura), do ano de 2008, das estações meteorológicas dos Municípios de Santo Augusto (SA), RS e Frederico Westphalen, RS ..	80
38. Relação entre horas de frio abaixo de 7°C, do ano de 2008, das estações meteorológicas dos Municípios de Santo Augusto (SA), RS e Frederico Westphalen (FW), RS .....	81
39. Relação entre horas de frio abaixo de 10°C, do ano de 2008, das estações meteorológicas dos Municípios de Santo Augusto (SA), RS e Frederico Westphalen (FW), RS .....	82
40. Relação entre horas de frio abaixo de 12°C, do ano de 2008, das estações meteorológicas dos Municípios de Santo Augusto (SA), RS e Frederico Westphalen (FW), RS .....	82
41. Relação entre horas de frio abaixo de 15°C, do ano de 2008, das estações meteorológicas dos Municípios de Santo Augusto (SA), RS e Frederico Westphalen (FW), RS .....	83
42. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15 necessárias para a brotação da cultivar Granada na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	92
43. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15 necessárias para a floração da cultivar Granada na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e média .....	92
44. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Leonense na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	93

45. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Leonense na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média dos anos .....	93
46. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Pepita na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	94
47. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Pepita na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	94
48. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Maciel na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	95
49. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Maciel na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	95
50. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Precocinho na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	96
51. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Precocinho na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	96
52. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Jubileu na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	97
53. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Jubileu na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	97

54. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Riograndense na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	98
55. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Riograndense na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	98
56. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Turmalina na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	99
57. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Turmalina na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	99
58. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Eldorado na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	100
59. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Eldorado na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	100
60. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Pilz na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2002, 2003, 2005, 2006 e média .....	101
61. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Pilz na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2002, 2003, 2005, 2006 e média .....	101
62. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Marfim na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2005, 2006, 2007 e média .....	102

63. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Marfim na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2005, 2006, 2007 e média .....	102
64. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Coral na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	103
65. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Coral na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	103
66. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Chimarrita na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	104
67. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Chimarrita na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	104
68. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Chinoca na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	105
69. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Chinoca na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	105
70. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Chirua na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	106
71. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Chirua na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	106

72. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Pampeano na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	107
73. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Pampeano na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	107
74. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Fla na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	108
75. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Fla na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	108
76. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Premier na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	109
77. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Premier na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média .....	109
78. Graus-dia médio, dos anos de observação fenológica, para completar o ciclo (flor-fruto) das cultivares de pessegueiro, em Frederico Westphalen, RS .....	112
79. Relação entre duração em dias e horas de frio (HF) acumuladas, abaixo de 7, 10, 12 e 15°C, de 01 de maio até o início do período de floração da cultivares Pampeano, Turmalina, Eldorado e Coral, em Frederico Westphalen, RS .....	115
80. Relação entre duração em dias e horas de frio (HF) acumuladas, abaixo de 7, 10, 12 e 15°C, de 01 de maio até o início do período de brotação das cultivares Pampeano, Turmalina, Eldorado e Coral, em Frederico Westphalen, RS .....	116

81. Relação entre duração em dias e graus-dia (GD) acumulados, do início ao fim de floração; do início ao fim do crescimento de fruto; e do início do florescimento ao fim de crescimento do fruto das cultivares Turmalina, Fla, Premier, Coral em Frederico Westphalen, RS. ....	119
82. Relação de GD, acumulados durante 30 dias após o fim da floração, com o número de dias até o início da maturação dos frutos para as cultivares de pêssego Turmalina e Pampeano, em Frederico Westphalen, RS .....	122
83. Relação entre duração em dias e temperatura média (Tmed) acumulada, do início ao fim de floração; do início ao fim do crescimento de fruto; e do início do florescimento ao fim de crescimento do fruto da cultivares, em Frederico Westphalen, RS .....	123
84. Relação entre duração em dias da floração e número de dias com precipitação pluvial de cultivares de pessegueiro, em Frederico Westphalen, RS .....	126

## RELAÇÃO DE APÊNDICES

	Página
1. Desvios da temperatura média mensal do ar (°C) estimada com relação à série 1913-2005 (Iraí, RS) para Frederico Westphalen, RS .....	143
2. Desvios da temperatura mínima média mensal do ar (°C) estimada com relação à série 1913-2005 (Iraí, RS) para Frederico Westphalen, RS .....	143
3. Desvios da temperatura máxima média mensal do ar (°C) estimada com relação à série 1913-2005 (Iraí, RS) para Frederico Westphalen, RS .....	144
4. Precipitação pluvial (mm) nos meses dos anos de 1996 a 2006, médias mensais, totais anuais para Frederico Westphalen, RS e à série 1913-2005 (Iraí, RS) .....	144
5. Horas de frio, abaixo de 7, 10, 12 e 15°C, estimadas nos anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007, para Frederico Westphalen, RS .....	145
6. Normais de Horas de Frio de maio a setembro (< 7°C e < 10°C) na Região Ecoclimática do Alto e Médio Vale do Uruguai (Matzenauer et al., 2005) .....	146

## 1 INTRODUÇÃO

As frutas de caroço, como o pêssego, a nectarina e a ameixa, mostraram uma notável expansão na última década, seja na produção como no consumo. No entanto a produção nacional não é suficiente para atender a crescente demanda interna do produto. Este mercado vem sendo abastecido por países como Chile e Argentina. O Brasil produziu em 2002 mais de 200 mil toneladas de frutas de caroço. Deste total, 50 mil toneladas de pêssego são para a fabricação de conservas. Para atender a demanda interna são importados anualmente, 40 mil toneladas de frutas de caroço “in natura” da Argentina e Chile e 18 mil toneladas de pêssegos em conserva da Grécia (Zanette & Biasi, 2004). Portanto, pode-se verificar que existe um grande potencial de consumo interno, acrescido do aumento de demanda que se verifica nos últimos anos.

A produção brasileira de pêssego em 2010 e de 239.149 toneladas produzidos em uma área cultivada de 21.326 hectares, com produtividade de 11.213kg.ha<sup>-1</sup>. Analisando o período de 2000 a 2008, temos a média de produção de 215.000 toneladas anuais, com a área de 23.098 hectares e produtividade média de 9.308kg.ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2010).

Conforme dados da ASCAR/EMATER-RS (2010), o Rio Grande do Sul produziu, na safra 2008/2009, 129.515 toneladas de pêssego. A

produtividade média do RS é de 9.980kg.ha<sup>-1</sup> e a média de área por produtor é 2,68 ha. Para processamento industrial, a produção foi de 71.095 toneladas, colhidos em área de 8.220 hectares, por 1.860 produtores rurais. A produtividade média da atividade foi de 8.650 kg.ha<sup>-1</sup>, a área média por produtor rural de 4,42 hectares. Já a produção de pêssegos para o consumo “in natura”, chegou a 58.420 toneladas colhidos, em área de 4.754 hectares, por 2.978 produtores. A produtividade média foi de 12.290kg.ha<sup>-1</sup>, 42% superior a produtividade das áreas com produção de pêssego para indústria, e área média da cultura por produtor rural de 1,60 hectares. A região da serra do RS (Caxias do Sul e entorno) responde por 68,19% da área cultivada com pêssegos para consumo “in natura” no RS, perfazendo 78,06% da produção estadual desta fruta, que ocupa 63,8% dos produtores dedicados à atividade. Cabe destacar que da área total da “Serra Gaúcha” de 3.300 hectares, 98,24% desta área são cultivados com pêssegos para consumo “in natura”, diferentemente do praticado na região de Pelotas, onde predomina o cultivo para indústria.

A Região do Conselho Regional de Desenvolvimento do Médio Alto Uruguai (CODEMAU) está localizada na Região Ecoclimática do Alto e Médio Vale do Uruguai, no Estado do Rio Grande do Sul e abrange 30 municípios, tendo como sede o município de Frederico Westphalen. Esta região caracteriza-se por apresentar uma estrutura agrária baseada na agricultura familiar, a qual, segundo Brum (1999), responde por 58% da economia regional. As propriedades rurais possuem em média uma área de 16 ha. A população que reside no meio rural é de 56,15% (IBGE, 2000). Os Conselhos Regionais de Desenvolvimento (COREDEs) foram organizados e

constituídos com base na localização geográfica e nas suas potencialidades socioeconômicas (CODEMAU, 2005).

Neste COREDE a população regional (2007) é de 176.811 habitantes, a área de abrangência (2007) é de 5.258 km<sup>2</sup>, a densidade demográfica (2007) é de 33,6 habitantes por km<sup>2</sup>, a taxa de analfabetismo (2000) de 12,77%, a expectativa de vida ao nascer de 71,25 anos, o coeficiente de mortalidade infantil (2006) é de 12,88 por mil nascidos vivos, o PIB per capita (2005) de R\$ 7.265,00 e as exportações totais (2007) foram de U\$ 8.286.452,00 (FEE, 2007).

As áreas desta região que estão sendo utilizadas para a agricultura, muitas vezes, apresentam solos com topografia acidentada acima de 15% de desnível, ou então são pedregosos dificultando as operações agrícolas. O modelo de exploração agrícola adotado tem sido o de culturas anuais. A pouca adoção de técnicas de manejo do solo e o cultivo equivocado de plantas na região, tem levado a população rural a um progressivo empobrecimento.

Existem evidências de que a região apresenta condições favoráveis para o cultivo de frutíferas, com a vantagem de possuir inverno ameno, o que permite a disponibilização antecipada de frutas para o mercado consumidor, com obtenção de maiores preços. Algumas rosáceas, como o Pessegueiro, seriam uma alternativa econômica viável, porém existe a necessidade de pesquisa quanto às relações entre o comportamento fenológico das cultivares e o clima regional. Entretanto, pouco se conhece sobre adaptação destas espécies na região e de suas necessidades em horas de frio para a quebra da dormência e da soma térmica para a

maturação. Por isso, os programas de incentivo para a implantação da fruticultura tornam-se vulneráveis, já que os técnicos não possuem segurança nas recomendações e os agricultores são resistentes por não possuírem dados concretos sobre o potencial desta atividade na região do CODEMAU.

Entre as alternativas para o cultivo regional estão as frutíferas rosáceas, dentre elas pessegueiro, ameixeira e nectarineira. Contudo, há o receio de serem implantadas cultivares não adaptadas à região. A escolha de variedades mais apropriadas para cada zona climática é crucial para a viabilidade econômica da cultura.

A região considerada tem potencial adaptativo e comercial para o cultivo de fruteiras de caroço e entende-se que com um conhecimento fenológico da cultura na região é possível facilitar as atividades dos fruticultores, bem como, podem possibilitar maiores rendimentos e redução de despesas. Este trabalho visa fornecer embasamento científico para novos trabalhos na região considerada e balizar trabalhos semelhantes em outros locais.

O objetivo geral deste trabalho foi diagnosticar o comportamento da cultura do pessegueiro nas condições climáticas da Região do Alto e Médio Vale do Uruguai e caracterizar o clima local de forma direcionada para a cultura em estudo.

Objetivos específicos:

- Fazer a caracterização climática para a Região do Alto e Médio Vale do Uruguai, RS;
- Determinar a fenologia média das cultivares de pessegueiro, a partir dos anos de observação fenológica;
- Derivar e validar equações de temperatura mínima, máxima e média do ar; horas de frio e graus-dia para estimar dados meteorológicos de Frederico Westphalen, RS;
- Estimar dados médios de temperatura mínima, máxima e média do ar, horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C e graus-dia para Frederico Westphalen, RS;
- Calcular o número médio de horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C de 01 de maio até início de brotação e floração para cada cultivar a partir dos anos de observação fenológica;
- Calcular o número médio de graus-dia, com temperatura base ( $T_b$ ) de 4,5°C, para os períodos de floração, crescimento do fruto, maturação do fruto e ciclo (início de floração a fim de maturação) para cada cultivar em cada ano de observação fenológica;
- Relacionar variáveis meteorológicas originais (precipitação pluvial) e estimadas (temperatura do ar, horas de frio e graus-dia) com a fenologia e fenometria das cultivares de pessegueiro.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

As fruteiras de caroço são típicas de regiões de climas subtropicais a temperados. Segundo a EMBRAPA Clima Temperado (2005a e 2005b) e EMBRAPA Uva e Vinho (2003) estas fruteiras atingem melhor qualidade em áreas onde as temperaturas no verão, (principalmente próximo à colheita) são relativamente altas durante o dia e amenas no período noturno. Isto propicia aumento do teor de açúcares e melhores características de cor. As frutas podem tornar-se adstringentes quando se desenvolvem sob condições de verões amenos, o que é uma característica de locais de maior altitude. Uma maior intensidade de radiação solar contribui para a atividade fotossintética, aumentando a produção e melhorando a qualidade do fruto quanto ao seu sabor.

### **2.1 Suprimento de água**

Estas fruteiras necessitam um adequado suprimento de água durante a primavera e verão. Estima-se que as plantas tenham necessidade de 70% a 80% da ETP (evapotranspiração potencial), obtida a partir de dados meteorológicos, necessitando em torno de 600 mm de água para completar o ciclo (EMBRAPA Clima Temperado, 2005a e 2005b; EMBRAPA Uva e Vinho, 2003). Secas prolongadas durante o período vegetativo podem vir a

prejudicar a cultura. O desenvolvimento do fruto apresenta uma curva dupla sigmóide, ocorrendo um rápido aumento de tamanho logo após o final da floração, seguido por uma segunda fase de desenvolvimento lento. Na terceira fase, que antecede a maturação, o crescimento volta a ser rápido. Nas fases de crescimento rápido a planta necessita de mais água. Outra fase importante com relação à disponibilidade de água é após a colheita, na qual a queda precoce das folhas pode prejudicar o processo de diferenciação floral.

## **2.2 Eventos meteorológicos adversos**

Ainda conforme EMBRAPA Clima Temperado (2005a e 2005b), as adversidades climáticas como geadas, ventos fortes, estiagens e granizo podem ser causar danos à cultura. As geadas podem causar danos à cultura, pois, conforme a cultivar e a região, o pessegueiro pode florescer de junho a setembro, período em que as ondas de frio, que ocorrem após a passagem das frentes frias, são muito frequentes. As partes da flor mais sensíveis às baixas temperaturas são o pistilo e as anteras. A flor, na fase de botão rosa, pode resistir até  $-3,9^{\circ}\text{C}$ ; quando aberta, até  $-2,5^{\circ}\text{C}$ ; e o fruto recém formado, até  $-1,6^{\circ}\text{C}$ . Os ventos fortes (acima de  $10\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) durante a fase vegetativa aumentam a demanda evaporativa podendo causar estresse hídrico e diminuindo a atividade fotossintética pelo fechamento dos estômatos. Os ventos também causam a quebra de ramos, danos nas folhas e queda de frutos favorecendo a propagação de doenças, especialmente as bacterianas. O estresse hídrico, como exposto no parágrafo anterior, pode vir a prejudicar a quantidade e qualidade dos frutos.

No Rio Grande do Sul, dentre as culturas atingidas pelo granizo estão as frutíferas de clima temperado, como macieira, pessegueiro e videira (Berlato *et al.*, 2000). O granizo causa danos como a quebra de ramos, laceração de folhas, ferimentos nos frutos. Estes impactos irão ocasionar efeitos indiretos tais como, a redução da área fotossinteticamente ativa, o rompimento dos tecidos e da circulação da seiva propiciando pontos de fácil infecção por moléstias (Westphalen, 1976).

A Região Sul do Brasil caracteriza-se por apresentar uma diversidade climática que permite a exploração de diferentes espécies frutíferas de clima temperado. Neste sentido, podem ser utilizadas cultivares de macieira, nectarineira, pessegueiro e pereira de alta exigência em frio bem como, em outras regiões, as de baixa exigência (Herter *et al.*, 2002a).

### **2.3 Clima e fenologia**

Para o cultivo de pessegueiro, o primeiro ponto a ser observado na implantação de um pomar são as condições climáticas, ou seja, o acúmulo de frio hibernal, a radiação, a precipitação pluvial, o acúmulo de graus-dia e a ocorrência de ventos fortes, geadas e granizo. Cada um desses elementos influi, diferentemente, segundo a fase vegetativa ou hibernal (EMBRAPA Clima Temperado 2005a).

Em função das técnicas de manejo disponíveis, é possível viabilizar a exploração de espécies frutíferas de clima temperado em qualquer condição edafoclimática do Estado do Rio Grande do Sul. No entanto, para que esta atividade tenha maior competitividade, existe a necessidade de localizá-la em regiões com condições climáticas mais adequadas, aproveitando dessa

forma as vantagens comparativas do lugar (Schuck, 2000).

Visto que as espécies possuem exigências diferenciadas quanto às condições climáticas ideais, o estudo da fenologia pode auxiliar a verificar a adaptabilidade de uma determinada espécie, ou de algumas cultivares desta espécie, em uma determinada região. Pela fenologia também podemos estimar estádios fenológicos, tais como, início de brotação, floração e maturação. Estas estimativas contribuem para o melhor manejo do pomar, facilitando tratamentos fitossanitários, controle de pragas, previsão de colheitas, estimativas de qualidade dos frutos e a ocorrência de possíveis riscos climáticos (geadas, granizo, ventos) em estádios fenológicos mais sensíveis.

Para De Fina & Ravelo (1973) fenologia é o ramo da Ecologia que estuda os fenômenos periódicos dos seres vivos e suas relações com as condições do ambiente. Estes definem uma fase fenológica como o aparecimento, transformação ou desaparecimento de um órgão.

Os estádios fenológicos são momentos específicos dentro do ciclo do indivíduo. Os estádios podem coincidir com fases, quando envolvem mudanças importantes, ou simplesmente podem caracterizar uma condição qualquer dentro de um subperíodo. Eles surgiram pela necessidade de detalhar de maneira clara e objetiva as etapas de desenvolvimento das plantas, resultado em escalas de desenvolvimento (Bergamaschi, 2008).

As estimativas dos estádios fenológicos por modelos agrometeorológicos ou biometeorológicos, são formas de análises qualitativas e quantitativas da ação dos elementos ambientais, sobre o desenvolvimento vegetal. Certas variáveis meteorológicas tem influência

decisiva no crescimento e/ou desenvolvimento vegetal, tais como temperatura do ar, fotoperíodo, radiação solar, precipitação pluvial, entre outras. No entanto, a grande maioria dos estudos fenológicos são conduzidos comparando o desenvolvimento vegetal com o elemento meteorológico temperatura do ar, especialmente pelos métodos de graus-dia e horas de frio ou unidades de frio (Jones *et al.*, 2005; Mandelli *et al.*, 2002 e 2003; Brunini, 1975; Richardson *et al.*, 1974 e 1975; Erez & Lavee, 1971).

Um dos grandes problemas para se estabelecer as cultivares de espécies frutíferas de clima temperado, em locais onde possam expressar o seu potencial genético máximo de produção, reside na carência de metodologias que possam determinar as exigências climáticas apropriadas às condições subtropicais. Os métodos ou modelos utilizados no Brasil para o zoneamento das espécies frutíferas, não reproduzem os mesmos resultados obtidos onde foram desenvolvidos, geralmente, em regiões temperadas. (Herter *et al.*, 2002a).

#### **2.4 Dormência e Horas de frio**

Segundo Biasi *et al.* (2004), para que ocorra uma superação efetiva da dormência durante o inverno nas rosáceas, é necessário que as plantas fiquem submetidas a temperaturas inferiores, ou iguais a 7,2°C, durante um período de frio cuja soma varia de 100 a 1250 horas, dependendo da cultivar. No Sul do Brasil, a quantidade de frio acumulada na maior parte das regiões durante o inverno, não ultrapassa 700 horas. Portanto antes da escolha da cultivar é fundamental o conhecimento da soma de horas de frio do local.

Para as diversas fruteiras de clima temperado existe uma variabilidade muito grande entre as cultivares quanto ao requerimento em horas de frio para completar o repouso invernal, levando a situações diferenciadas de adaptação dentro de uma determinada região. Neste contexto, cultivares precoces requerem geralmente poucas horas de frio durante o repouso vegetativo para apresentarem boa brotação e floração na primavera. Elas, geralmente, brotam e florescem precocemente e são de ciclo curto. Por outro lado, as cultivares tardias possuem um requerimento maior em horas de frio durante o período de repouso e conseqüentemente brotam e florescem mais tarde (Schuck, 2000).

Nas plantas de clima temperado, durante o repouso hibernar, ocorre uma seqüência de fases de estados de dormência que são chamados de paradormência, endodormência e ecodormência. Estes termos surgem de uma classificação proposta por Lang (1987), para caracterizar os tipos de comportamentos fisiológicos sobre dormência. A paradormência é causada por sinais bioquímicos vindos de partes distintas da planta e que afetam o crescimento e desenvolvimento de outras estruturas da planta. A endodormência é uma dormência “profunda” e que acontece por estímulos ambientais, como o frio, ou endógenos, como os fitohormônios, provocando o repouso hibernar da planta. A ecodormência é uma dormência “superficial” e está relacionada com situações onde o crescimento e desenvolvimento são regulados por fatores ambientes eventuais como temperaturas extremas e déficit hídrico.

Nas plantas de clima temperado o período de ecodormência ocorre após o término da endodormência, e se caracteriza por um processo gradual

de acúmulo de calor, definido como graus-dia (GD), acima de uma temperatura base específica de desenvolvimento da cultura. Esta situação permanece até que ocorra o acúmulo de calor necessário para que as plantas comecem a crescer e desenvolver. A partir daí, passa-se a utilizar os métodos de acúmulo de calor para determinar a duração de subperíodos e estádios fenológicos.

## **2.5 Desenvolvimento das plantas e graus-dia**

Conforme Barbano *et al.* (2003), o método de graus-dia baseia-se na premissa de que as plantas, para completarem cada subperíodo de desenvolvimento, necessitam de um somatório térmico acumulado a partir de um limiar de temperatura, chamado temperatura-base, abaixo da qual os processos metabólicos paralisam. O método de graus-dia é um parâmetro de extrema relevância no processo de otimização e redução de riscos climáticos, uma vez que o conhecimento das exigências térmicas de uma cultura contribui para a previsão da duração do ciclo da planta em função dos fatores ambientais.

De acordo com Ometto (1981), após se realizar a contabilização para uma cultura em dois ou mais anos, a previsão da marcha de valores de graus-dia nos anos subseqüentes, possibilita o planejamento adequado dos momentos em que deverão ser efetuados os tratamentos culturais, a aplicação de nutrientes e a programação da colheita tanto no aspecto agrícola quanto no administrativo e financeiro.

Para Miller *et al.* (2001) cada subperíodo de desenvolvimento de um organismo tem seu requerimento total de calor. Este desenvolvimento pode

ser estimado pelo acúmulo de graus-dia. A data para início do acúmulo de graus-dia é conhecida como “biofix”, sendo variável com a espécie. As datas “biofix” geralmente estão baseadas em eventos biológicos específicos. A data “biofix” pode ser a data inicial da soma térmica de uma cultura naquele ano; no caso das plantas de clima temperado esta data é quando ocorre o término da endodormência. Também pode ser a data inicial de um subperíodo, neste caso o acúmulo de graus-dia é zerado na data “biofix”, não importando o quanto foi acumulado antes.

Richardson *et al.* (1975) propõem outro método no qual a soma térmica pode ser determinada com precisão pelo cálculo por graus-hora, sendo utilizado para estimar o início de floração e floração plena. O método se baseia num somatório horário de temperaturas que ocorrem entre a temperatura base de desenvolvimento e uma temperatura máxima constante. O somatório de temperaturas horárias inicia a partir da data do término da fase de endodormência. Esta data é estimada pelo cálculo do acúmulo total de unidades de frio exigidas pela cultura, utilizando-se o método de Utah (Richardson *et al.*, 1974).

## 2.6 Características da Região Ecoclimática do Alto e Médio Vale do Uruguai, RS

Na Tabela 1 são apresentadas as normais de alguns elementos meteorológicos do período de 1931 a 1960 referentes à Região Ecoclimática do Alto e Médio Vale do Uruguai.

TABELA 1. Normais climatológicas do período de 1931-1960 para a Região Ecoclimática do Alto e Médio Vale do Uruguai (Adaptado de: Maluf & Westphalen, 1994).

<b>Elementos meteorológicos</b>	<b>Normais climatológicas</b>
Temperatura média	17 a 20 °C
Temperatura média máxima	24 a 29 °C
Temperatura média mínima	12 a 15 °C
Precipitação pluvial	1500 a 1800 mm
Dias de chuva (anual)	90 a 120 dias
Umidade relativa do ar	75 a 85 %
Insolação anual	2200 a 2600 horas
Radiação solar global (média)	350 a 400 Cal.cm <sup>-2</sup> .dia <sup>-1</sup> ou 169 a 194 W.m <sup>-2</sup>

Na Figura 1, pode-se observar a probabilidade de ocorrência de geadas para a Região Ecoclimática do Alto e Médio Vale do Uruguai. Pelos dados da Figura 1, podemos ter 38% e 20% de probabilidade de ocorrência de geadas tardias no primeiro e segundo decêndios do mês de setembro.

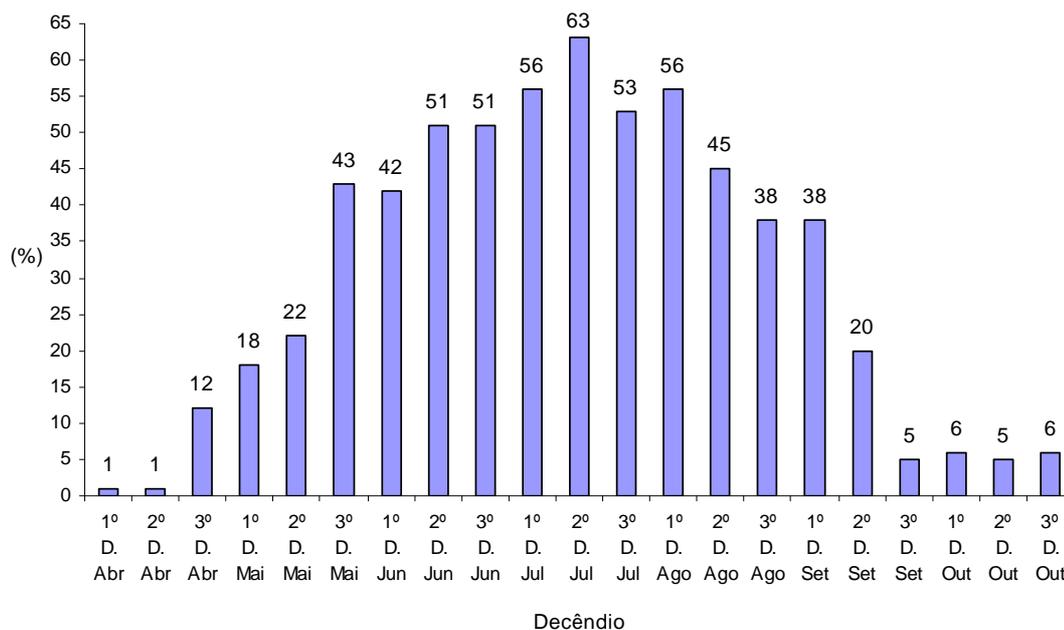


FIGURA 1. Probabilidade de ocorrência de temperatura mínima decennial do ar igual ou menor que 3°C (geada), por decênio (10 dias), para a Região Ecoclimática do Alto e Médio Vale do Uruguai (período de 1944-1993), Oliveira *et al.* (1997).

A ocorrência de dias de granizo na Região Ecoclimática do Alto e Médio Vale do Uruguai (Figura 2) tende a ser maior na primavera, quando existe 35% de probabilidade de ocorrer um dia de granizo, 12% de ocorrer dois dias, e 3% de ocorrer três dias (Berlato *et al.*, 2000).

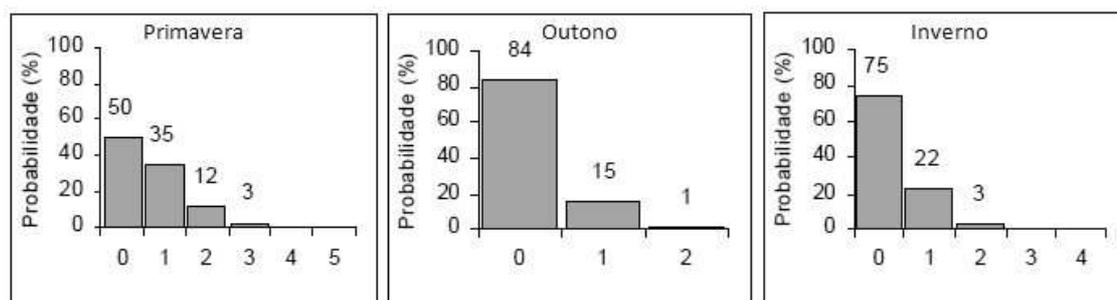


FIGURA 2. Probabilidade do número de ocorrência de granizo na primavera, outono e inverno na Região Ecoclimática do Alto e Médio Vale do Uruguai, série 1944-1996 (Berlato *et al.*, 2000).

TABELA 2. Número de ocorrência máxima absoluta mensal de granizo em Iraí, RS e Santa Rosa, RS, referente a Região Ecoclimática do Alto e Médio Vale do Uruguai, série 1944-1996 (Berlato *et al.*, 2000).

Mês	Nº absoluto de ocorrência de granizo	
	Iraí	Santa Rosa
Janeiro	1	1
Fevereiro	2	2
Março	1	1
Abril	1	1
Maio	1	1
Junho	1	2
Julho	2	2
Agosto	1	3
Setembro	2	3
Outubro	1	2
Novembro	1	2
Dezembro	2	1

Como mostra a Figura 3, segundo Matzenauer *et al.* ( 2005), as horas de frio no período de abril a outubro (HF), para a região de estudo, são de 140 HF (abaixo de 7°C) e de 411 HF (abaixo de 10°C).

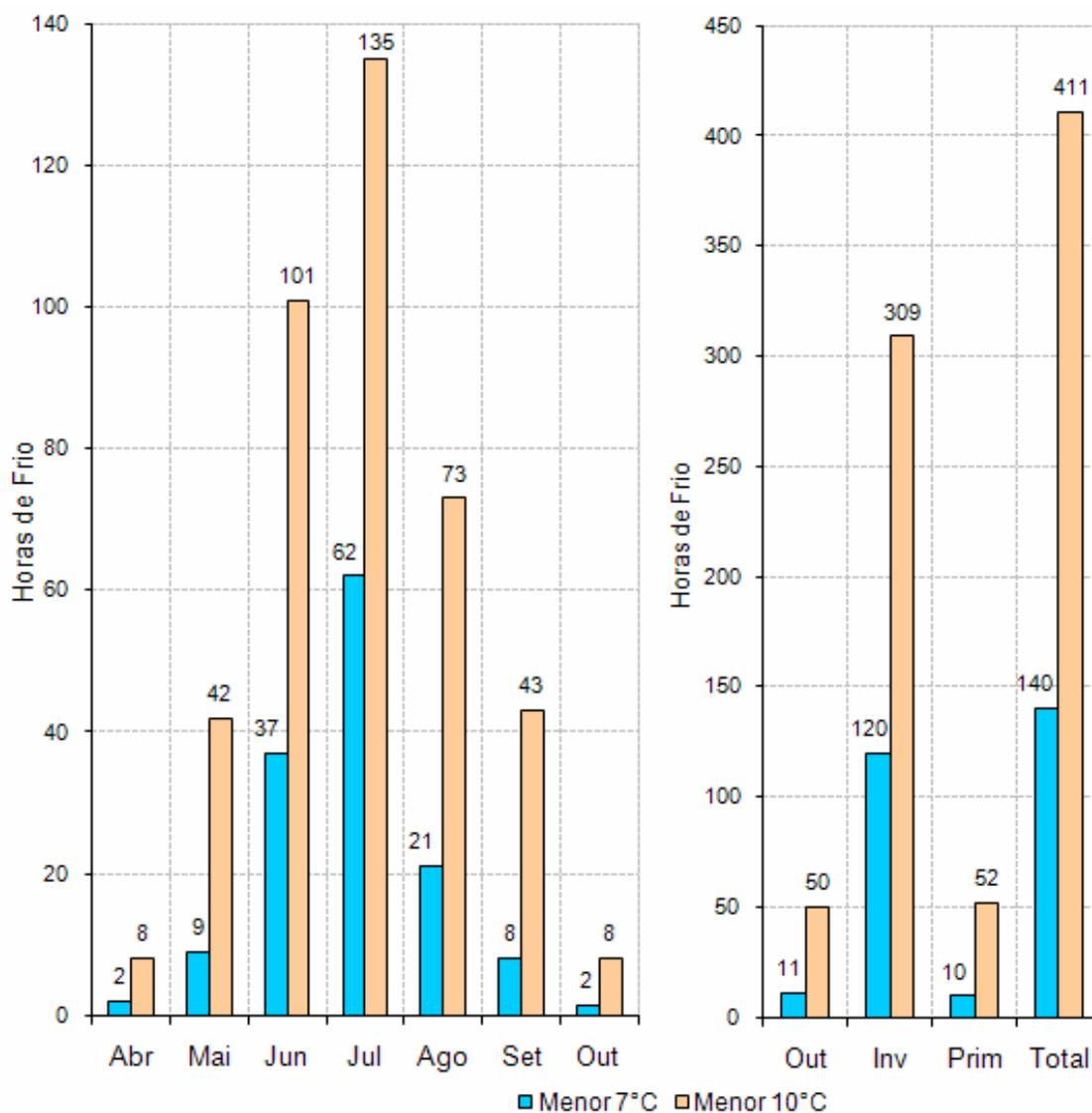


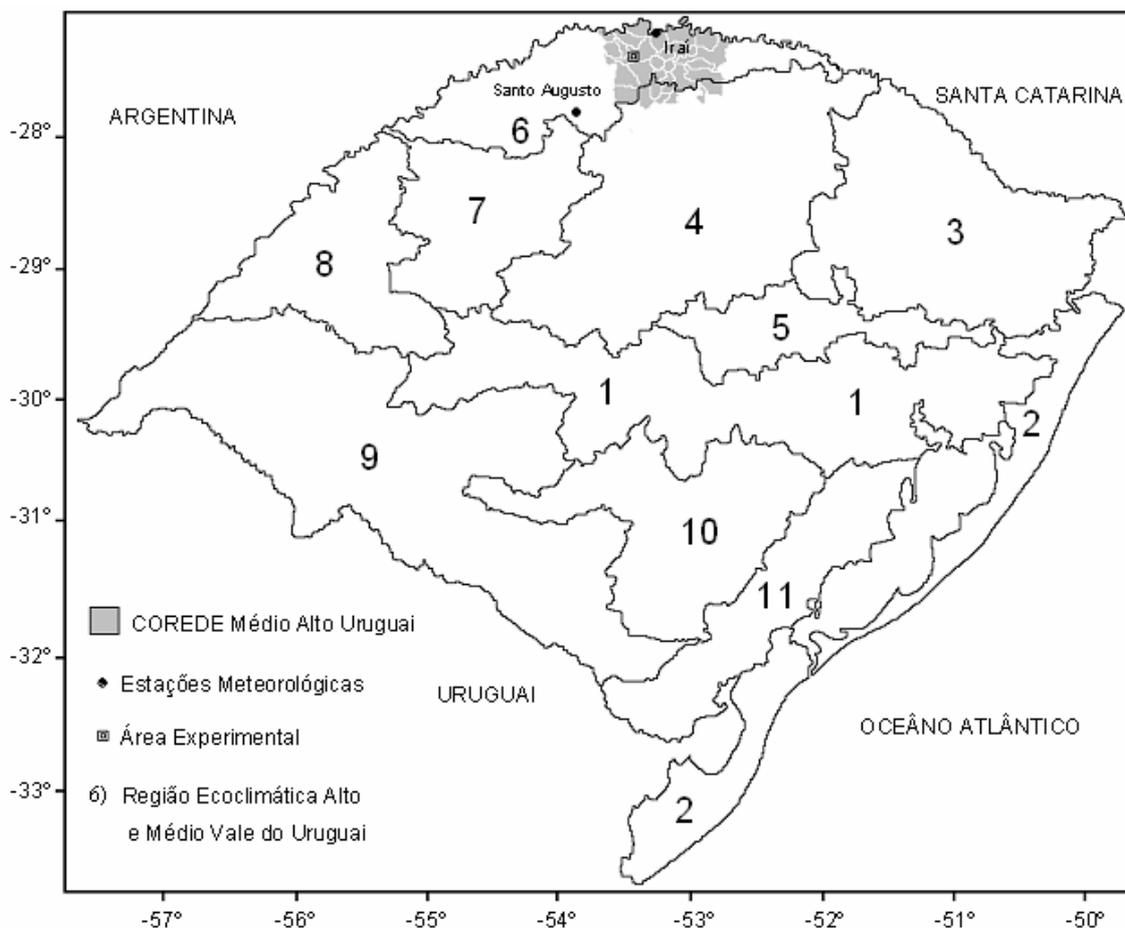
FIGURA 3. Número de Horas de Frio (< 7°C e < 10°C) na Região Ecoclimática do Alto e Médio Vale do Uruguai em função de dados da Estação Meteorológica de Santa Rosa, RS (Matzenauer *et al.*, 2005).

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Local e experimento**

A área de estudo do projeto foi na Região Ecoclimática do Alto e Médio Vale do Uruguai. O local do experimento foi na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI), no Município de Frederico Westphalen, RS, em um pomar com uma coleção de cultivares de rosáceas (pessegueiro, ameixeira, nectarineira). As coordenadas geográficas do local do experimento são  $-27,38^{\circ}$  de latitude,  $-53,43^{\circ}$  de longitude e 497m de altitude (Figura 4).

O clima da região é do tipo Cfa segundo Köppen (1948), a temperatura média anual é em torno  $18^{\circ}\text{C}$ , com máximas absolutas no verão podendo atingir  $41^{\circ}\text{C}$  e mínimas absolutas no inverno atingindo valores inferiores a  $0^{\circ}\text{C}$ . A precipitação pluvial é bem distribuída ao longo do ano.



- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| 1. Depressão Central                   | 7. Missioneira                |
| 2. Litoral                             | 8. Baixo Vale do Uruguai      |
| 3. Planalto Superior-Serra do Nordeste | 9. Campanha                   |
| 4. Planalto Médio                      | 10. Serra do Sudeste          |
| 5. Encosta Inferior-Serra do Nordeste  | 11. Região das Grandes Lagoas |
| 6. Alto e Médio Vale do Uruguai        |                               |

FIGURA 4. Regiões Ecoclimáticas, estações meteorológicas, localização do experimento e do COREDE Médio Alto Uruguai. Adaptado de: Maluf & Westphalen (1994) e CODEMAU (2005).

Conforme BRASIL (1973) os solos da região de estudo, caracterizam-se por serem pouco profundos, suscetíveis à erosão, moderadamente drenados, ácidos e com elevados teores de minerais primários, que fornecem nutrientes para as plantas, associados a solos pouco desenvolvidos, rasos, geralmente bem drenados e com restrições ao uso agrícola, devido, principalmente, à pouca profundidade (solos Litólicos).

Também ocorrem solos profundos, ácidos, com elevados teores de alumínio e apresentando problemas de fertilidade devido à pobreza de elementos nutritivos.

Segundo o Recorte do Mapa Exploratório de Solos do Estado do Rio Grande do Sul (IBGE, 2002) (Figura 5) os solos predominantes na região são o Ce2, TRe4 e LRd1. Sendo que o Ce2 é um Cambissolo eutrófico associado com solos litólicos e fortemente ondulado; o TRe4 é uma terra roxa estruturada eutrófica associado com solos litólicos; e o LRd1 é um latossolo roxo distrófico.

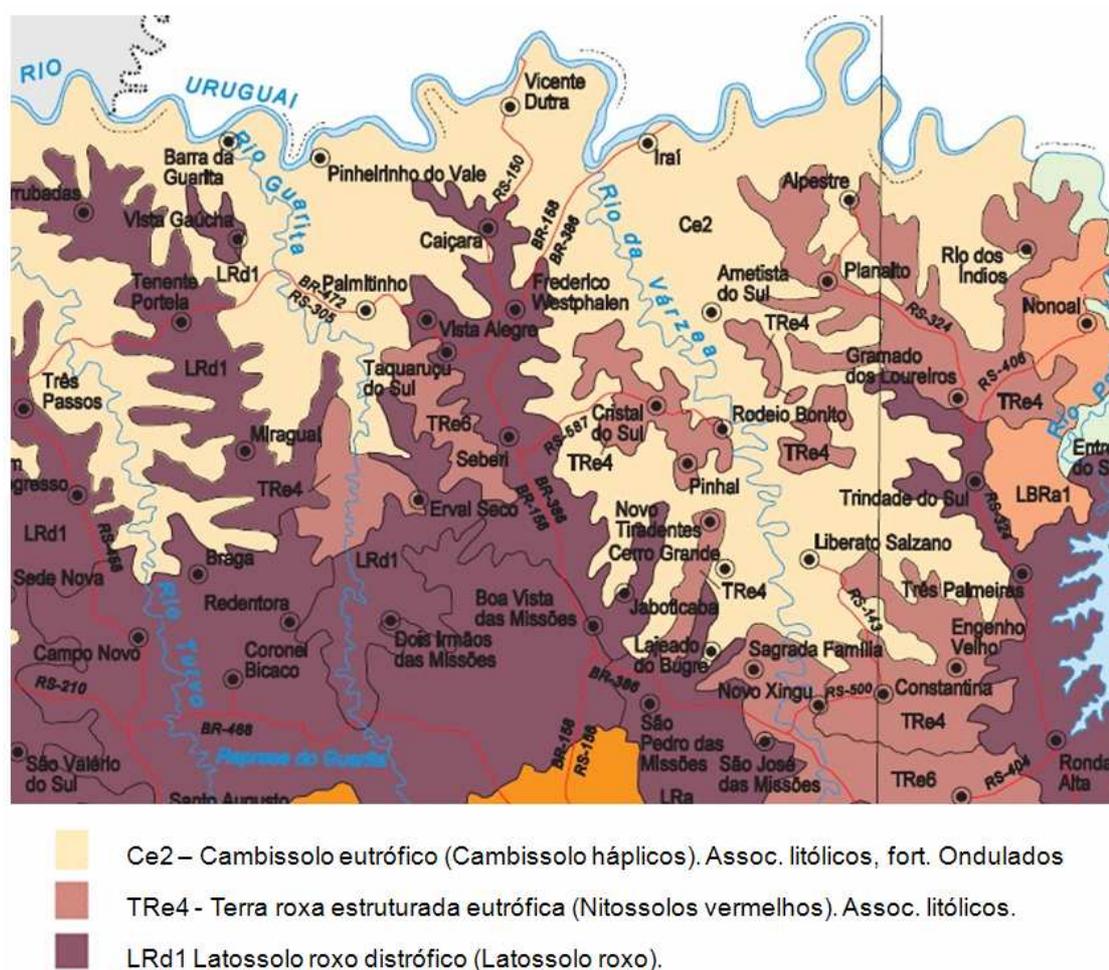


FIGURA 5. Recorte do Mapa Exploratório de Solos do Estado do Rio Grande do Sul (IBGE, 2002).



FIGURA 6. Detalhe da Figura 4 com a delimitação dos municípios que compõem o CODERMAU.

O pomar composto por uma coleção de cultivares de pessegueiro foi instalado no ano de 1998. O espaçamento entre plantas foi de 4m x 2,5m. A orientação das linhas foi no sentido leste-oeste. O período de coleta de dados foi nos anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007, no entanto para algumas cultivares e para alguns períodos ou estádios fenológicos, os anos de coleta foram em menor número.

As cultivares de pessegueiro (*Prunus persica* var. *Vulgaris*) avaliadas foram Eldorado, Chirua, Pampeano, Coral, Jubileu, Premier, Precocinho, Chimarrita, Riograndense, Maciel, Chinoca, Turmalina, Fla 13-72 (Maravilha), Leonense, Pepita, Granada, Marfim e Pilz.

Os tratos culturais foram realizados conforme literatura especializada (Raseira & Medeiros, 1998). A poda foi realizada nos meses de inverno no sistema de taça. Os tratamentos fitossanitários foram para controle de mosca das frutas, grafolita e podridão parda, utilizando fungicidas e inseticidas comerciais recomendados para essa cultura. As aplicações fitossanitárias para mosca das frutas e podridão parda foram baseadas no

monitoramento do aparecimento da mosca em armadilhas (frascos com sucos atrativos) e do aparecimento inicial de lesões nos frutos e ramos pelo fungo. A adubação foi realizada anualmente, no início da primavera com 6kg de esterco de aves por planta e no outono com 2kg de mesmo esterco. O controle de ervas daninhas foi realizado com o herbicida glifosato durante o período de repouso das plantas e com roçadeira no período vegetativo.

As observações fenológicas foram feitas semanalmente em quatro ramos por planta, em quatro plantas por cultivar:

- a) datas de início de brotação em ponta verde (10% das gemas laterais de ramos de ano brotadas) e fim de brotação (100% das gemas laterais de ramos de ano brotadas);
- b) datas de início de floração (10% das flores abertas) e final de floração (100% das flores abertas);
- c) período de crescimento do fruto (final de floração ao início de maturação fisiológica, troca da cor de fundo);
- d) início de maturação dos frutos (quando 5 a 10 frutos estavam no ponto de colheita para comercialização, troca da cor de fundo);
- e) fim de maturação dos frutos (quando todos os frutos foram colhidos).

As análises fonométricas foram realizadas em laboratório com uma amostra de 5 frutos, colhidos aleatoriamente no início da maturação fisiológica (troca da cor de fundo). Nos frutos colhidos foram medidas as seguintes variáveis: diâmetro, teor de sólidos solúveis totais (STT), acidez total titulável (ATT), relação SST/ATT e firmeza de polpa. O diâmetro foi determinado por paquímetro transversalmente ao fruto e na porção de maior diâmetro, os sólidos solúveis totais (°Brix) foram determinados por refratômetro, a acidez titulável por titulação com fenolftaleína até cor rosa

claro e a firmeza de polpa por penetrômetro de mão (ponta 8mm). A metodologia utilizada foi a recomendada pelo laboratório de pós-colheita da EMBRAPA Clima Temperado.

### **3.2 Métodos para análise dos dados**

Nesta parte do capítulo do material e métodos, assim como, no capítulo dos resultados e discussões, o trabalho divide-se em duas partes, uma relacionada com a caracterização climática da região direcionada para rosáceas e outra relacionada com a caracterização meteorológica e fenológica dos anos de observação experimental de cultivares de pessegueiro.

#### **3.2.1 Caracterização climática quanto à temperatura do ar, insolação, precipitação pluvial e índices bioclimáticos**

Para a caracterização climática da região foram utilizados dados da estação meteorológica de Iraí (latitude: -27,18°, longitude: -53,23°, altitude: 247m). Os dados foram obtidos no 8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e sistematizados em gráficos utilizando as séries de 1913 a 2005 e a de 1950 a 2009.

Produziram-se imagens da Região Ecoclimática do Alto e Médio Vale do Uruguai com isolinhas de altitude, temperatura do ar, horas de frio e risco de geada. Para isso, uma imagem de altitudes foi gerada a partir do modelo digital de elevação do SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*), adaptado por WEBER *et al.* (2004) para o sistema brasileiro de referência oficial (SIRGAS 2000). O modelo digital de elevação possui uma grade de pontos com uma resolução espacial de 90 metros, estando numa escala de 1:250.000. A partir da imagem do Estado do Rio Grande do Sul foi recortada

a área correspondente ao CODEMAU com a utilização de uma máscara correspondente à divisão municipal deste COREDE. Esta área esta localizada na Região Ecoclimática do Alto e Médio Vale do Uruguai.

As imagens climatológicas de temperatura do ar (máxima média, média e mínima média), horas de frio e risco de geada foram geradas através de equações utilizando-se a imagem de altitude da região e mapas produzidos para a mesma área de latitude e longitude.

O programa utilizado na geração das imagens foi o IDRISI que é um software de sistema de informação geográfica e processamento de imagens desenvolvido na Clark University Graduate School of Geography. IDRISI não é uma sigla, é uma homenagem ao legado de al-Idrisi, acadêmico muçulmano de reputação internacional no mundo mediterrâneo de sua época, Abu Abd Allah Muhammed al-Idrisi (1110-1166).

As imagens de temperatura foram geradas a partir de equações obtidas de CARGNELUTTI FILHO *et al.* (2006 e 2008) para determinar temperaturas decendiais máxima média, média e mínima média. Os autores obtiveram as equações por regressão linear múltipla para temperatura máxima média decendial (Tmax), temperatura média decendial (Tmed) e temperatura mínima média decendial (Tmin) em função da altitude, latitude e longitude, em dez municípios do Estado do Rio Grande do Sul, com dados do período de 1945 -1974 e validaram as equações por correlação linear de Pearson (r) entre as temperaturas estimadas e temperaturas observadas para Tmax e Tmed. Os coeficientes de determinação e os coeficientes de correlação linear das equações, determinadas pelos autores podem ser vistos na Tabela 3. As imagens de cada decêndio foram utilizadas para

gerar, por média, as imagens de temperaturas mensais, sazonais e anuais.

TABELA 3. Coeficientes de determinação ( $R^2$ ) para temperatura máxima média decendial (Tmax), temperatura média decendial (Tmed) e temperatura mínima média decendial (Tmin) e coeficientes de correlação ( $r$ ) entre as temperaturas estimadas e observadas para Tmax e Tmed, no Rio Grande do Sul (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2006 e 2008).

Mês	Decêndio	Tmax		Tmed		Tmin
		$R^2$ (%)	$r$	$R^2$ (%)	$r$	$R^2$ (%)
Janeiro	1	73,71	0,97**	89,39	0,98**	75
Janeiro	2	78,17	0,96**	92,69	0,99**	82
Janeiro	3	77,90	0,97**	91,09	0,99**	89
Fevereiro	1	81,18	0,95**	91,03	0,97**	72
Fevereiro	2	83,49	0,95**	93,06	0,98**	77
Fevereiro	3	81,10	0,94**	91,65	0,98**	79
Março	1	79,86	0,87**	89,64	0,99**	72
Março	2	79,61	0,89**	91,23	0,99**	75
Março	3	79,10	0,89**	90,87	0,99**	70
Abril	1	85,88	0,97**	86,40	0,98**	60
Abril	2	85,46	0,96**	87,30	0,97**	61
Abril	3	82,06	0,95**	88,53	0,96**	54
Mai	1	83,76	0,95**	81,97	0,99**	49
Mai	2	83,61	0,95**	84,92	0,98**	56
Mai	3	84,62	0,90**	80,52	0,98**	47
Junho	1	85,84	0,95**	82,05	0,96**	54
Junho	2	89,12	0,92**	83,28	0,95**	66
Junho	3	77,08	0,90**	76,52	0,92**	52
Julho	1	82,01	0,96**	77,31	0,96**	55
Julho	2	74,29	0,90**	77,49	0,98**	43
Julho	3	80,35	0,94**	76,26	0,97**	45
Agosto	1	81,12	0,90**	75,18	0,94**	58
Agosto	2	71,11	0,89**	82,19	0,96**	62
Agosto	3	80,32	0,96**	85,39	0,97**	67
Setembro	1	77,89	0,92**	79,51	0,97**	60
Setembro	2	75,40	0,93**	87,74	0,98**	75
Setembro	3	76,27	0,93**	88,12	0,99**	70
Outubro	1	77,89	0,95**	85,71	0,98**	74
Outubro	2	81,18	0,97**	88,86	0,98**	73
Outubro	3	79,76	0,95**	90,72	0,99**	78
Novembro	1	77,59	0,96**	91,43	0,985**	76
Novembro	2	81,05	0,92**	88,61	0,97**	76
Novembro	3	77,40	0,97**	85,86	0,98**	78
Dezembro	1	77,68	0,97**	88,59	0,99**	79
Dezembro	2	79,62	0,96**	88,98	0,99**	77
Dezembro	3	72,09	0,97**	87,78	0,98**	65

\*\*Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t, com 8 graus de liberdade.

As imagens de temperatura obtidas foram:

- i) 108 imagens decendiais, sendo 36 de temperatura máxima média, 36 de temperatura média e 36 de temperatura mínima média;
- ii) 36 imagens de temperaturas mensais, sendo 12 de temperatura máxima média, 12 de temperatura média e 12 de temperatura mínima média;
- iii) 12 imagens sazonais (primavera, verão, outono e inverno), sendo 4 de temperatura máxima média, 4 de temperatura média e 4 de temperatura mínima média.

As imagens sazonais foram obtidas através da média da temperatura do período compreendido entre o último decêndio do mês corresponde ao início de determinada estação do ano e o segundo decêndio correspondente ao mês de término da mesma estação do ano. As imagens mensais foram obtidas por média dos três decêndios de cada mês e as anuais pela médias dos doze mensais.

Para gerar as imagens de horas de frio (HF) utilizaram-se diferentes equações. A primeira equação (HF tmin Alt Lat Long) foi proposta por WREGGE *et al.* (2007a) para a Região Sul do Brasil. Os autores estabeleceram uma correlação entre os dados de somatório de horas de frio ( $<7,2^{\circ}\text{C}$ ) e as temperaturas mínimas do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ), obtendo uma função das horas de frio pelas temperaturas mínimas dos períodos maio-setembro e anual. Para isso, utilizaram dados meteorológicos diários (1961-2000) de séries históricas (30 a 40 anos) de horas de frio de 95 estações meteorológicas do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), da Empresa de

Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Sul (FEPAGRO), do 8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (8ºDISME/INMET) e da Embrapa Clima Temperado. A partir dos dados utilizados, os autores estabeleceram a correlação entre os dados de somatório de horas de frio (<7,2°C) e de temperaturas mínimas do ar (°C), ajustando funções para os períodos de maio a setembro e anual. Utilizando estas equações gerou-se imagens de temperatura mínima de maio a setembro e anual que foram utilizadas na equação de horas de frio para produzir o mapa de horas de frio da região.

Assim, equações de regressão propostas por WREGGE *et al.* (2007a) utilizadas para as temperaturas mínimas entre maio e setembro ( $T_{min_{ms}}$ ), anual ( $T_{min_{anual}}$ ) e de horas de frio (<7,2°C), em função da latitude (lat), longitude (long) e altitude (alt) e respectivo coeficiente de determinação ( $R^2$ ), foram as seguintes:

$$T_{min_{ms}} = 29,96 + 0,773 * lat - 0,0687 * long - 0,00385 * alt \quad (1)$$

$$R^2 = 0,79$$

$$T_{min_{anual}} = 30,18 + 0,696 * lat - 0,0944 * long - 0,00423 * alt \quad (2)$$

$$R^2 = 0,84$$

HF tmin Alt Lat Long:

$$HF_1 = 1436,267 - 27,5005 * t_{min_{ms}} - 61,0445 * t_{min_{anual}} \quad (3)$$

$$R^2 = 0,81$$

A segunda equação (HF T5 T12) para gerar a imagem de horas de frio (<7,2°C) acumuladas de maio a setembro foi proposta por Damario *et al.* (1999) para o Estado do Rio Grande do Sul utilizando dados de temperatura mínima média de maio a setembro (T<sub>5</sub>) e temperatura mínima média anual (T<sub>12</sub>). Neste caso, utilizou-se médias das imagens de temperatura mínima média de CARGNELUTTI FILHO *et al.* (2006 e 2008).

HF T5 T12:

$$HF_2 = 3929,91 - 54,863 [T_5] - 372,3126 [T_{12}] + 1,8589 [T_5] * [T_{12}] + 0,2438 [T_5^2] + 9,389 [T_{12}^2] \quad (4)$$

A terceira equação (HF Alt Lat Long) para horas de frio (<7,2°C) acumulada de maio a setembro foi a proposta por HERTER *et al.* (2002b). Para obtenção da equação os autores utilizaram dados de uma série de 30 anos de 30 estações meteorológicas do Rio Grande do Sul. Esta equação estima horas de frio diretamente a partir das coordenadas geográficas (latitude e longitude) e altitude.

HF Alt Lat Long:

$$HF_3 = 0,53 * [altitude] - 64,09 * [latitude] + 5,89 * [longitude] - 1400,59 \quad (5)$$

$$R^2 = 0,77$$

Correlação linear (observado x estimado),  $r = 0,76$

A equação para a imagem de risco de geada (RG) foi obtida de WREGGE *et al.* (2005) a partir de dados de temperatura mínima do ar. Os autores utilizaram dados obtidos na FEPAGRO de estações meteorológicas

localizadas em 32 regiões diferentes do Rio Grande do Sul. Estes verificaram a frequência (0~100%) de ocorrer temperaturas mínimas do ar inferiores a 2°C nos meses de julho a setembro. O risco de geada nos informa, na média, o percentual de anos que tem a probabilidade de ocorrerem pelo menos uma geada no período considerado. Para obter dados onde não existem estações, foi estabelecida uma relação matemática através de regressão linear múltipla, correlacionando o risco de geadas com altitude, latitude e longitude. Risco de geada (RG) entre julho e setembro:

$$RG = -48,20 - 2,87 * \text{latitude} + 0,26 * \text{longitude} + 0,029 * \text{altitude} \quad (6)$$

### **3.2.2 Caracterização fenológica e meteorológica**

#### **3.2.2.1 Caracterização da fenologia média**

A fenologia média é o resultado da observação fenológica de uma espécie e/ou cultivar durante alguns ciclos vegetativos e/ou reprodutivos em um determinado local, sob diferentes condições meteorológicas, visando determinar um padrão de comportamento.

A partir das observações de fenologia de campo foram realizadas as caracterizações dos estádios e períodos fenológicos. Foram calculadas as médias, desvio padrão, amplitude de cada período fenológico, a fim de caracterizar o comportamento das cultivares na região de estudo.

Na caracterização da fenologia média das cultivares determinou-se a data de início e fim e o número de dias dos períodos de brotação, floração, crescimento, maturação e para o ciclo (floração-maturação). Para esta determinação foram utilizados os anos de 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007, exceto para Brotação, onde os anos foram 2002, 2003, 2005 e 2006.

Os anos foram escolhidos em função da qualidade dos dados, pois durante o experimento determinou-se apenas o início de floração no ano de 2000 e início de brotação no ano de 2007.

### **3.2.2.2 Procedimentos para obtenção dos dados de temperatura do ar e horas de frio**

Como não havia estação meteorológica no local do experimento, foi necessário estimar os dados meteorológicos do período experimental (2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007) a partir de dados meteorológicos de outros locais. Os locais utilizados para estimar os dados foram Santo Augusto e Iraí, os quais pertencem a mesma Região Ecoclimática do local do experimento e são as estações meteorológicas mais próximas a este. Os dados meteorológicos foram necessários para relacioná-los com a fenologia da cultura. Os dados estimados foram temperatura do ar e horas de frio. Com os dados de temperatura também se estimaram graus-dia.

As horas de frio foram obtidas a partir de dados meteorológicos de temperatura do ar a 1,5m de altura, das estações meteorológicas localizadas nos municípios de Santo Augusto, RS (estação A805, latitude: -27,85°; longitude: -53,78°; altitude: 550 metros) e Iraí, RS (latitude: -27,18°, longitude: -53,23°; altitude: 247 metros) ambas do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

Os dados de horas de frio dos anos de 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007 foram estimados de Santo Augusto e os dos anos de 2000 e 2001 foram estimados de Iraí, pois nestes anos não havia registros em Santo Augusto. Para obtenção dos dados foram ajustadas equações de regressão

linear simples obtidas de dados do ano de 2008 entre Iraí e Frederico Westphalen e entre Santo Augusto e Frederico Westphalen e validadas com dados do ano de 2009 das localidades correspondentes. A metodologia para obtenção destes dados faz parte dos resultados deste trabalho.

### **3.2.2.3 Caracterização meteorológica da região**

Para os anos de observação fenológica, utilizou-se os dados meteorológicos estimados, item 3.2.2.2, para caracterizar mensal e anualmente o local, quanto à temperatura do ar e horas de frio e comparar estes dados com séries mais longas existentes para a região. Na caracterização das horas de frio foram considerados os meses de maio a setembro, nas outras caracterizações todos os meses do ano foram considerados. Também foram usados dados do ano de 2006, de uma estação meteorológica automática da marca Davis, modelo Vantage Pro-plus, localizada próxima da área experimental, no município de Frederico Westphalen, com as coordenadas  $-27,38^\circ$  de latitude,  $-53,42^\circ$  de longitude e 498m de altitude.

Para caracterização da precipitação pluvial, nos anos de observação fenológica, utilizou-se dados de um pluviômetro oficial próximo a área experimental, a qual, foi comparada com uma série mais longa ocorrida na região.

Para o cálculo dos graus-dia (GD) foram utilizados os dados diários estimados de Iraí e Santo Augusto, de temperatura mínima ( $T_m$ ), temperatura máxima ( $T_M$ ) e temperatura média ( $T_i$ ). Calculou-se graus-dia por dois métodos que seguem abaixo:

a) Método citado por Arnold (1959):

$$GDA = \sum_{i=1}^n (T_i - T_b) \quad (7)$$

Sendo  $T_b$  a temperatura basal mínima de crescimento,  $n$  o número de dias do período e  $T_i$  a temperatura média diária.

b) Método citado por Ometto (1981):

Para cada dia foi calculado o valor de GD pelas fórmulas abaixo. O valor de GDA é obtido somando os valores GD do período.

$$GD = \frac{(TM - Tm)}{2} + (Tm - Tb) \quad (8)$$

Quando  $Tm > Tb$  e  $TM < TB$ ,

$$GD = \frac{(TM - Tb)^2}{2(TM - Tm)} \quad (9)$$

Quando  $Tm < Tb$  e  $TM < TB$ , sendo  $TB$  a temperatura basal máxima e ainda,

$$GD = \frac{2(TM - Tm)(Tm - Tb) + (TM - Tm)^2 - (TM - TB)^2}{2(TM - Tm)} \quad (10)$$

Quando  $Tm > Tb$  e  $TM > TB$ .

Utilizou-se para as equações citadas por Ometto (1981) para cálculo dos Graus dias (GD), o programa Microsoft Excel, através de uma função que utilizou duas fórmulas para a mesma célula da planilha. Pela condição "SE" do programa foi possível criar uma função que utiliza uma ou outra fórmula, citada por Ometto (1981), em função da temperatura mínima diária ser maior

ou menor que a temperatura base da cultura. A função criada no programa foi a seguinte:

$$=SE(Tm \geq Tb; ((TM - Tm) / 2) + (Tm - Tb); SE(Tm < Tb; ((TM - Tb)^2) / (2 * (TM - Tm)))) \quad (11)$$

Na qual, TM é temperatura do ar máxima diária, Tm é temperatura do ar mínima diária, Tb é temperatura base de desenvolvimento da cultura do pessegueiro. Utilizou-se nos cálculos a temperatura base de 4,5°C, estipulada por Richardson *et al.* (1974).

#### **3.2.2.4 Comportamento das cultivares quanto à exigência em frio para saída do estado de dormência**

Com base nos resultados da caracterização fenológica e dos cálculos de horas de frio, foram determinadas as exigências em frio hibernal para as cultivares. A determinação da necessidade em frio foi feita do início do mês de maio até as datas de início de brotação e floração.

Os cálculos das horas de frio para a fenologia foram feitos pela soma das horas diárias em que a cultura esteve submetida a temperaturas abaixo de 15°C, 12°C, 10°C e 7°C durante o período hibernal.

Para a estimativa de horas de frio, a partir de dados meteorológicos de outras regiões, utilizou-se a técnica de regressão linear simples onde as variáveis horas de frio e temperatura horária do ar de Iraí e Santo Augusto foram as variáveis independentes e as variáveis horas de frio e temperatura horária do ar de Frederico Westphalen foram as variáveis dependentes. Os dados utilizados para regressão foram do ano de 2008.

Validaram-se as equações obtidas por regressão com dados do ano de 2009, por correlação linear de Pearson entre dados observados e dados estimados para Frederico Westphalen. Para verificar as significâncias das

correlações foi utilizado o Teste t de Student. As análises estatísticas foram feitas utilizando o programa Microsoft Excel.

#### **3.2.2.5 Ocorrência dos fenômenos adversos em estádios e períodos fenológicos são mais sensíveis**

Este item consta de uma sobreposição temporal dos dados de caracterização fenológica, com as épocas climatológicas de maior probabilidade de ocorrência dos fenômenos adversos. Foram verificados os estádios fenológicos de maior suscetibilidade e relacionados com dados climatológicos de ocorrência de geada e granizo.

#### **3.2.2.6 Relações entre variáveis meteorológicas e fenologia**

As relações numéricas foram feitas utilizando-se dados de elementos meteorológicos de temperatura média, temperatura máxima média e temperatura mínima média do ar; número de dias com precipitação pluvial; horas de frio; e graus-dia. Estas variáveis foram relacionadas com períodos ou datas fenológicas e com variáveis fenométricas de qualidade dos frutos. Nestas relações, buscou-se, através de regressão linear, estabelecer relações e quando possível, derivar equações que representassem o comportamento da cultura em função dos elementos meteorológicos. As cultivares de pessegueiro foram selecionadas de acordo a relação realizada, pois havia ausência de informações para determinadas cultivares, em determinados períodos, por ação de eventos adversos como ventos fortes, geada e granizo.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Caracterização climática da região**

A caracterização do clima da região está focada no fator climático altitude e no elemento meteorológico temperatura do ar. A altitude, em regiões com pequenas variações na longitude e latitude, é o fator preponderante nas diferenças da temperatura dentro da determinada região.

A temperatura do ar é o elemento meteorológico que melhor se associa ao desenvolvimento e crescimento das plantas, podendo-se obter uma relação estreita entre comportamento fenológico e temperatura do ar.

Na Figura 7 são apresentadas as temperaturas mensais médias, máximas médias e mínimas médias (1913-2005) medidas na estação meteorológica de Irai (INMET), que se localiza dentro da Região Ecoclimática do Alto e Médio Vale do Uruguai. A estação apresenta temperaturas anuais entre 13 e 27°C para média das mínimas e das máximas e de 20°C para temperatura média. As temperaturas mínimas médias de maio a setembro ficam abaixo de 12°C, indicando um potencial para acúmulo de horas de frio a temperatura limiares maiores que 7,2°C.

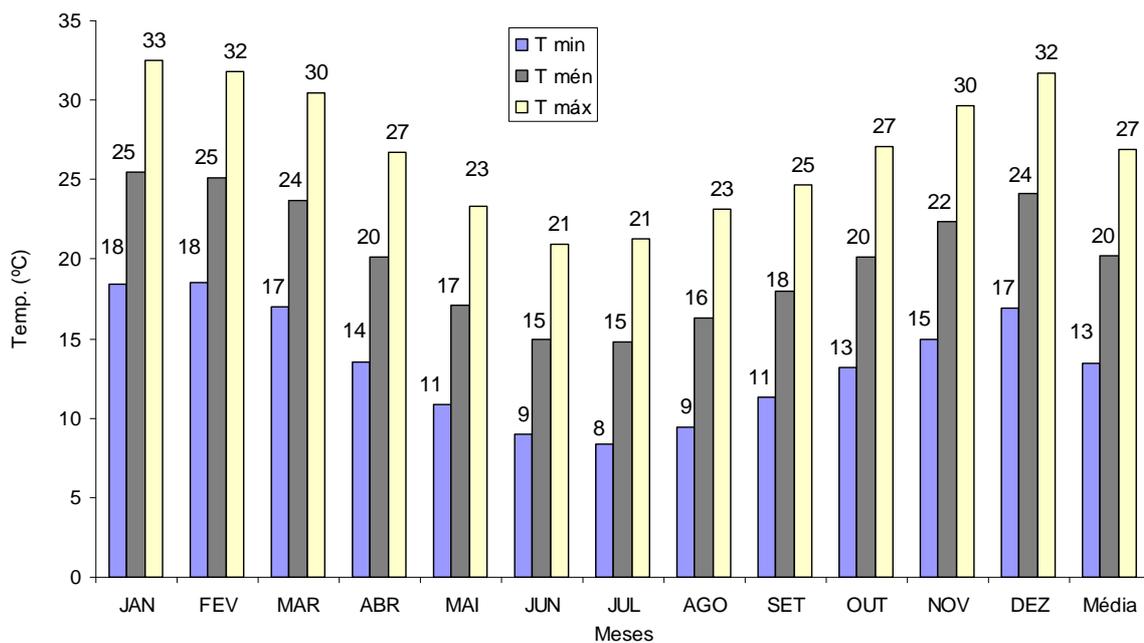


FIGURA 7. Temperaturas (°C) mensais médias, máximas médias e mínimas médias no período de 1913 a 2005, Irai, RS.

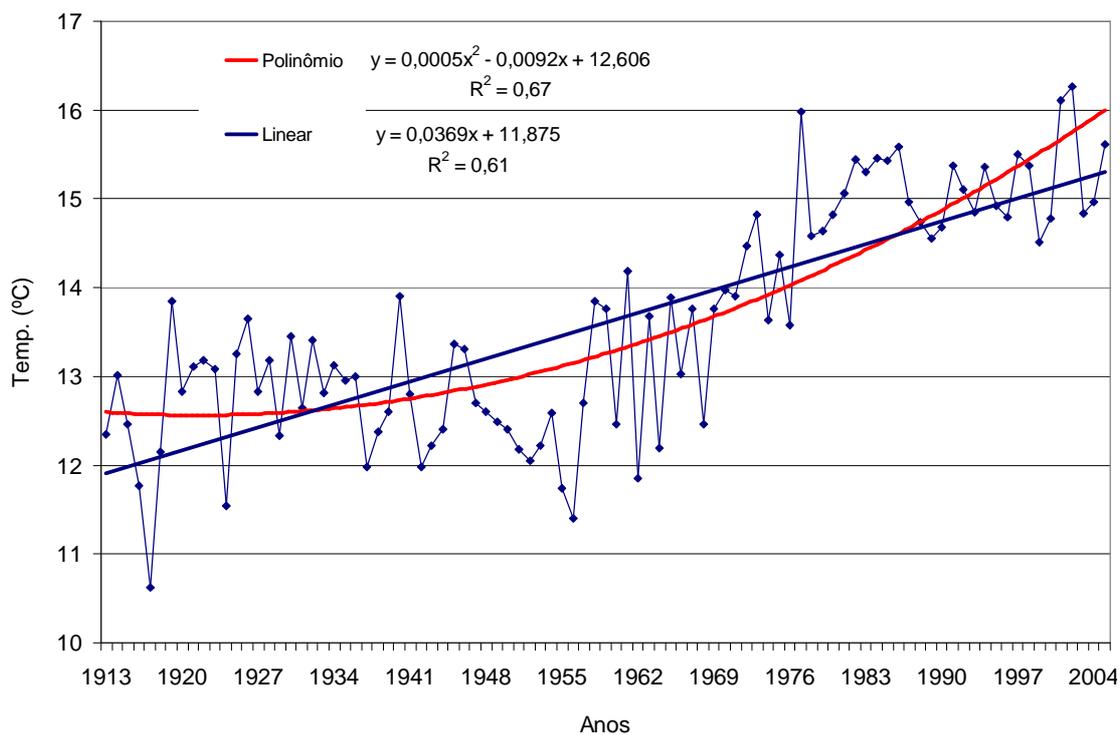


FIGURA 8. Temperaturas (°C) mínimas médias anuais no período de 1913 a 2005, Irai, RS.

Conforme a Figura 8, verifica-se que existe uma tendência de aumento da temperatura mínima na região, especialmente nos últimos 35 anos. Observa-se pelas Figuras 9 a 11, que as temperaturas máximas médias não estão aumentando ao longo dos anos. No entanto, as temperaturas médias e principalmente as mínimas médias mostram um acréscimo, isto fica evidenciado pelas equações de regressão e seus ajustes aos dados. Estas observações, com relação à tendência de aumento das temperaturas mínimas, também foram verificadas por Martins e Berlato (2006) e Althaus e Berlato (2007), que identificaram tendência de aumento da temperatura mínima do ar no Rio Grande do Sul. Igualmente, Steinmetz *et al.* (2007), detectaram aumento da mínima anual para Pelotas, RS. As temperaturas mínimas médias mostram aumento em todas as estações do ano podendo influenciar no somatório de horas de frio para temperaturas abaixo de 7°C, mas tendo menor influência no somatório de temperaturas abaixo de 12° e 15°C. O aumento nas temperaturas médias decorre provavelmente, do aumento das mínimas médias, visto que as temperaturas máximas médias pouco variaram. Wrege *et al.* (2007a) observaram uma redução nas horas de frio abaixo de 7,2°C, nos últimos 12 anos nos três estados da região sul. Wrege *et al.* (2007b), na região do COREDE SUL, verificaram a tendência de redução do somatório médio de horas de frio (<7,2°C) entre maio e setembro, principalmente nos últimos dez anos.

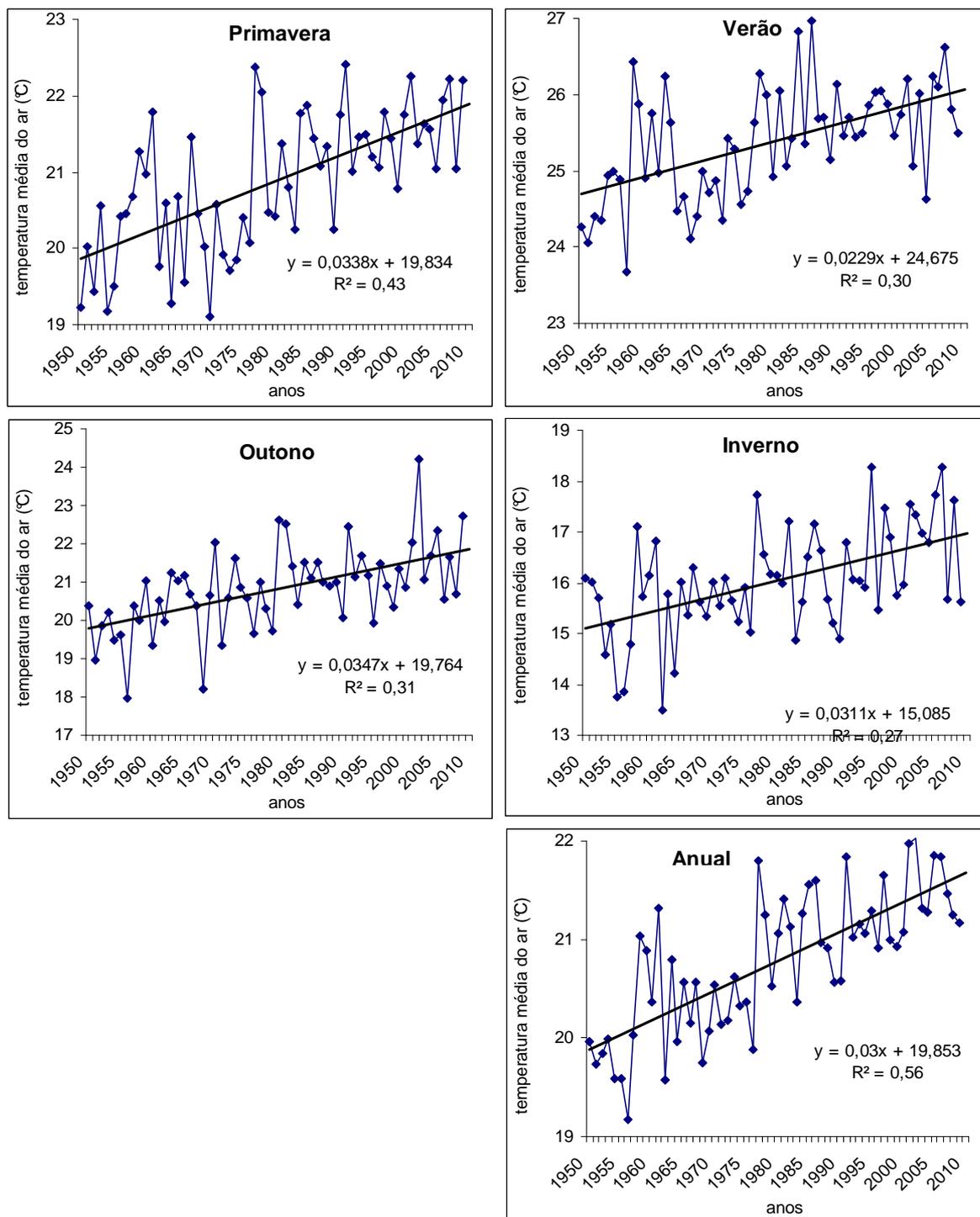


FIGURA 9. Temperatura média sazonal e anual (°C) no período de 1950 a 2009, Iraí, RS.

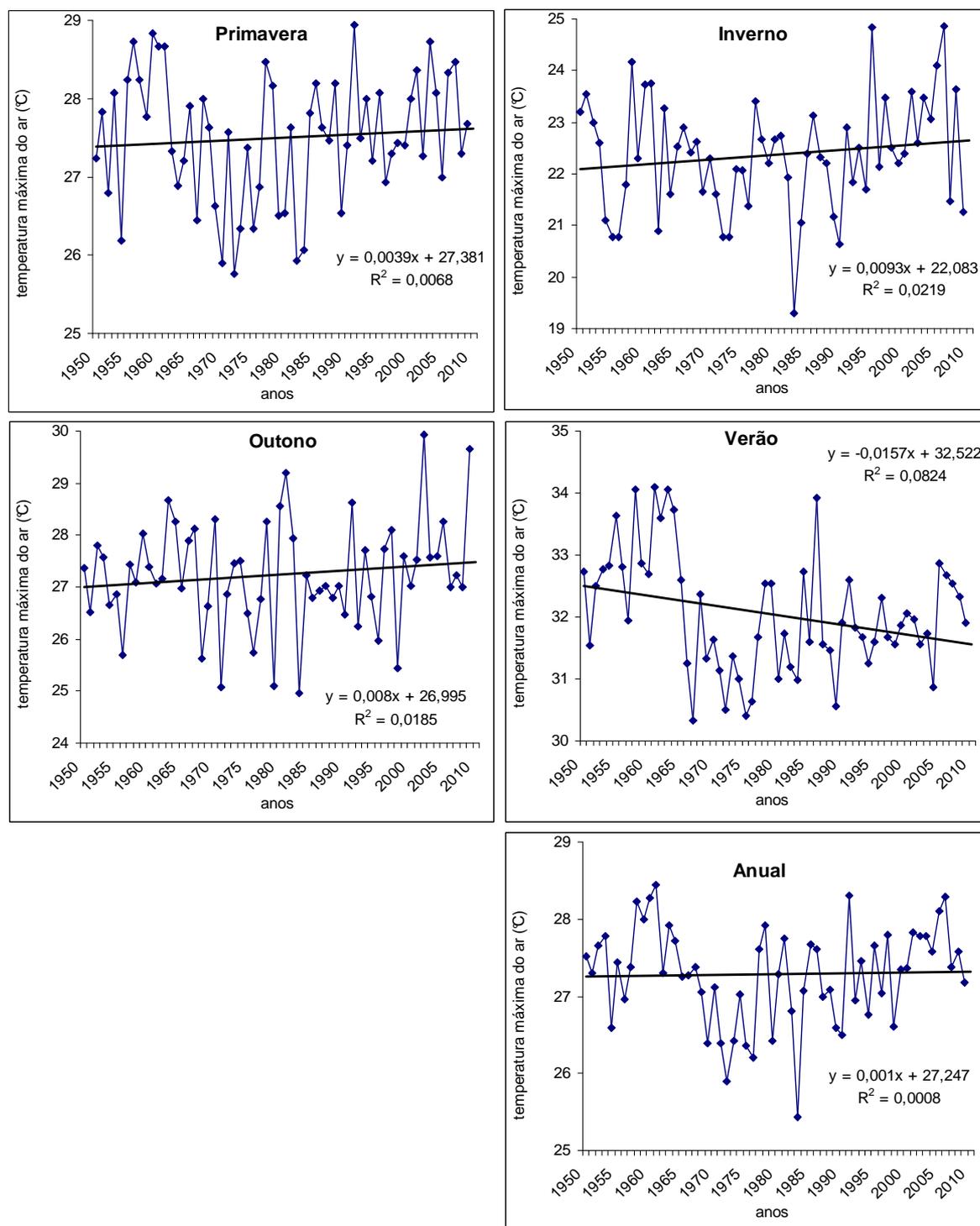


FIGURA 10. Temperatura máxima média sazonal e anual (°C) no período de 1950 a 2009, Iraí, RS.

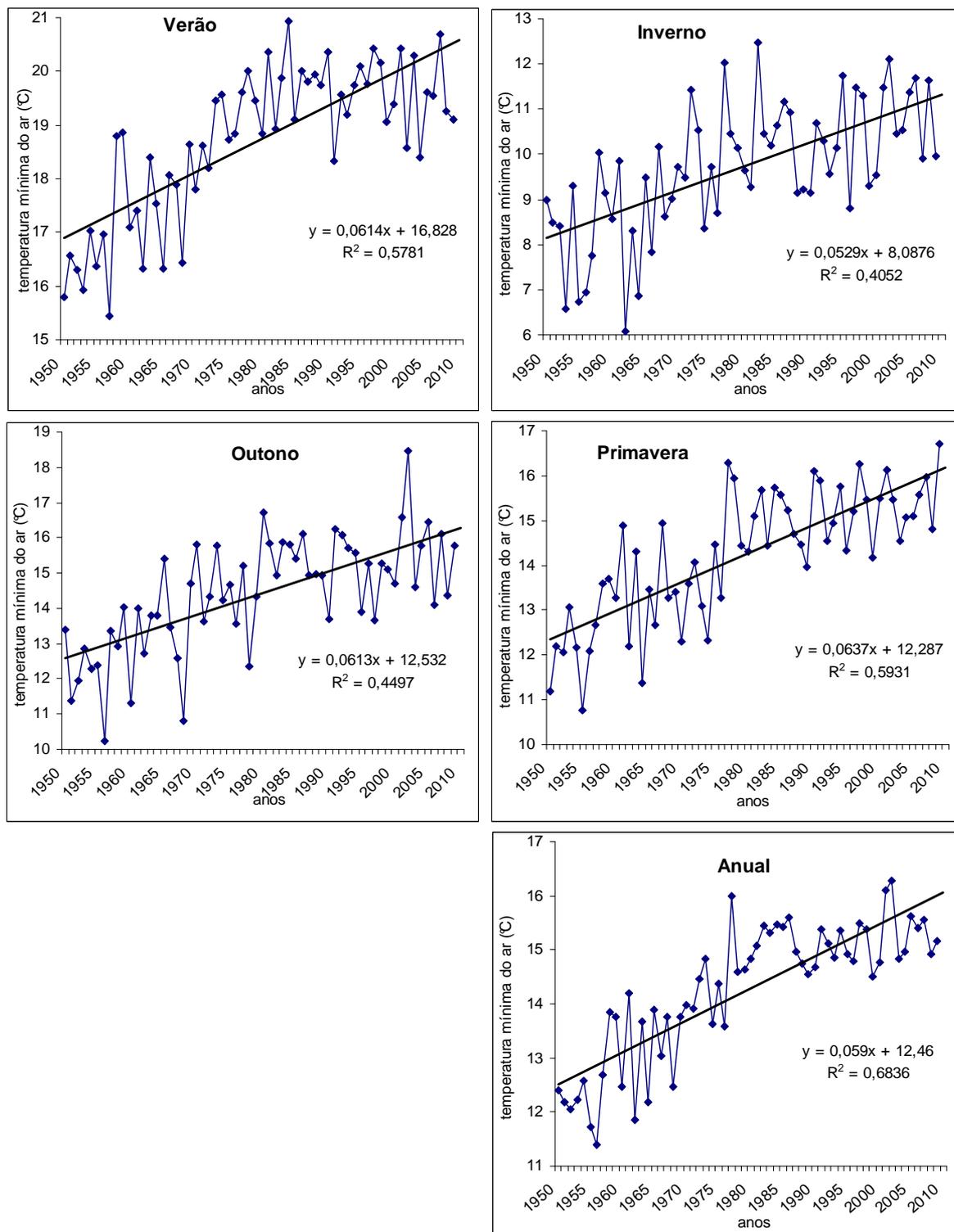


FIGURA 11. Temperatura mínima média sazonal e anual (°C) no período de 1950 a 2009, Iraí, RS.

Como se pode observar na Figura 12, a insolação não teve significativa tendência de mudança ao longo de 60 anos. Esta variável meteorológica é importante para o aumento da coloração vermelha da casca

do fruto e para sua qualidade quanto ao teor de açúcares, bem como, para a sanidade da planta de pessegueiro (EMBRAPA, 2005b). Não houve tendência de redução de insolação sazonal e anual para Iraí, RS, como observa Cordeiro (2010), no mesmo período, para grande parte das estações meteorológicas do RS.

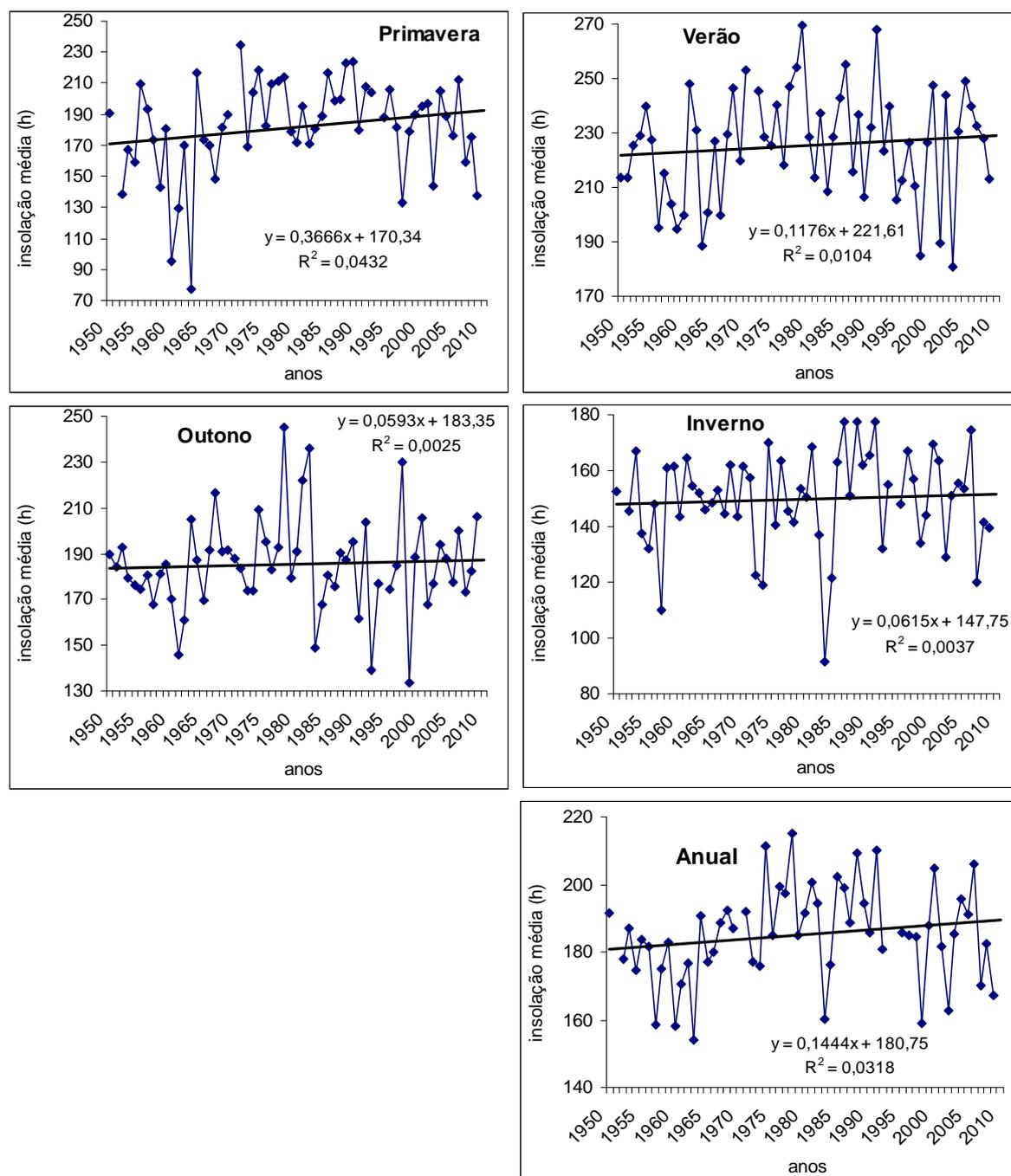


FIGURA 12. Insolação média mensal (sazonal e anual) no período de 1950 a 2009, Iraí, RS.

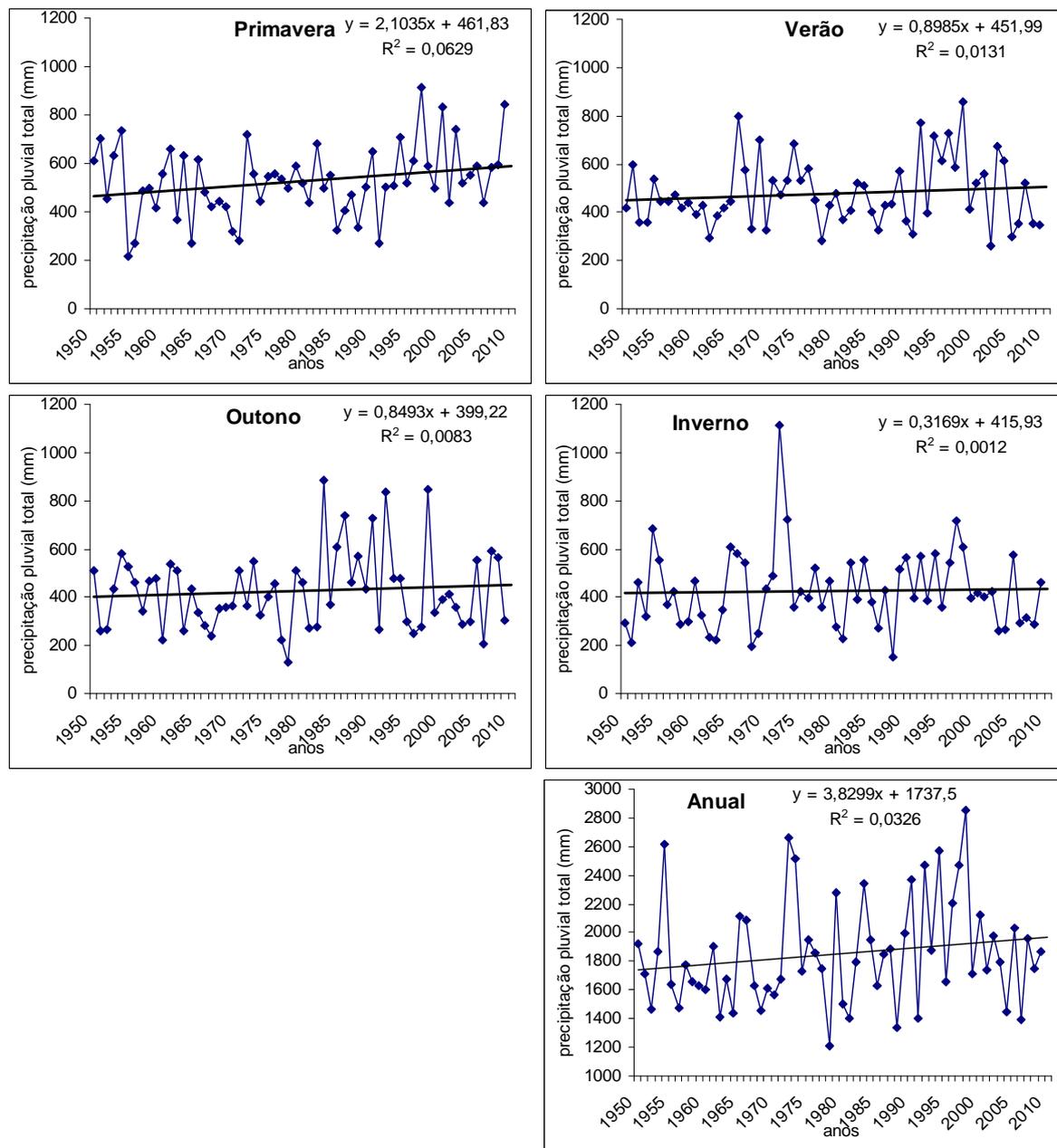


FIGURA 13. Precipitação pluvial sazonal e anual (mm) nos anos de 1950 a 2009, Iraí, RS.

A precipitação pluvial (Figura 13) teve uma tendência de aumento na primavera, o que pode ser favorável para o desenvolvimento dos frutos, mas podendo aumentar a ocorrência de podridão parda (EMBRAPA, 2005b). Este fato pode ser um alerta para que se evite a implantação de pomares que dificultem a circulação do ar e a conseqüente retirada da umidade.

A precipitação pluvial mensal na região (Figura 14) varia entre 132mm em agosto e 195mm em outubro e tem média anual de 1850mm para a série de dados de 1913 a 2005. Precipitações pluviais elevadas no mês de outubro podem favorecer a ocorrência de podridão parda na maturação dos frutos de cultivares precoces. Insolação (Figura 15) elevada em outubro e novembro aumentam a coloração avermelhada do fruto e tendem a elevar os sólidos solúveis totais (°brix) (EMBRAPA, 2005b).

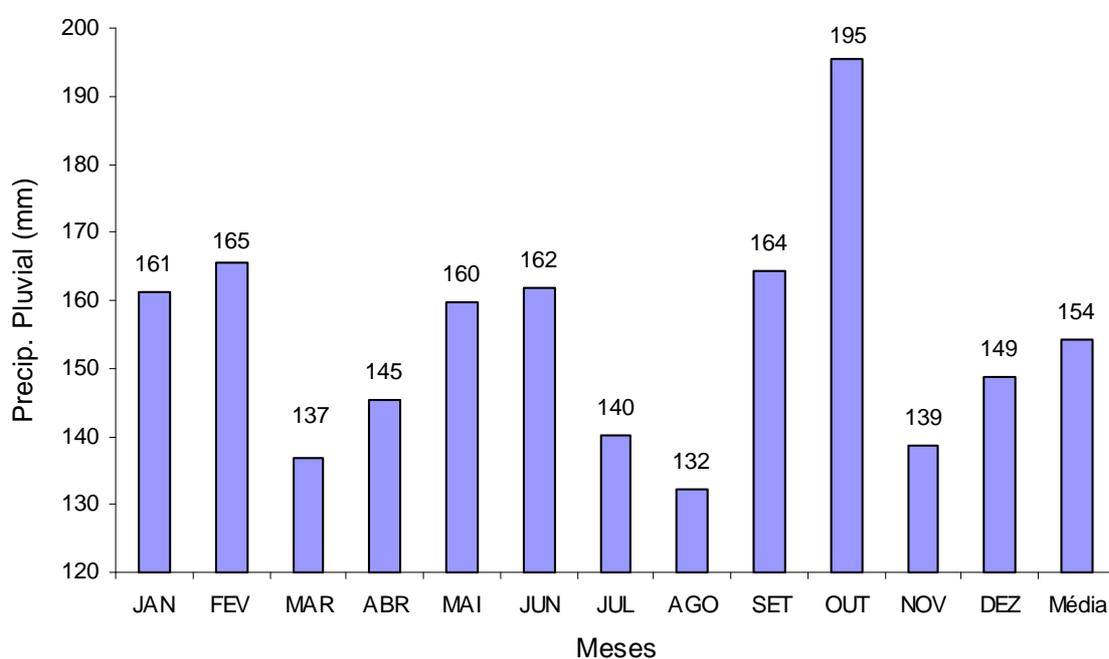


FIGURA 14. Precipitação pluvial (mm) média mensal no período de 1913 a 2005, Iraí, RS.

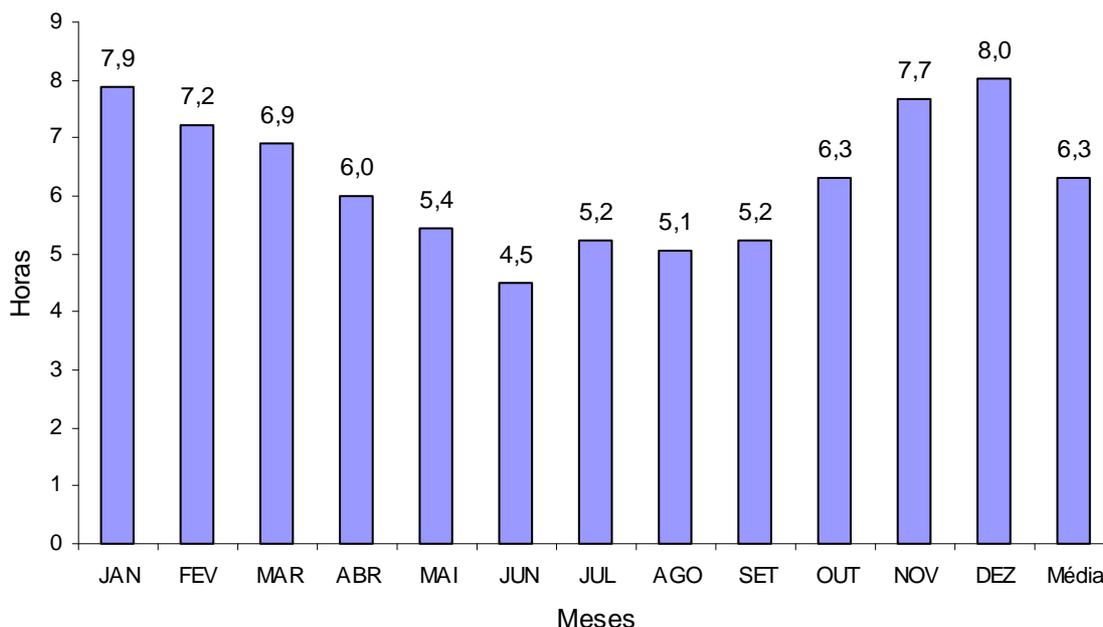


FIGURA 15. Insolação média diária (mensal) no período de 1971 a 2000, Irai, RS.

#### 4.1.1 Imagem de altitude

De acordo com o modelo numérico do terreno (SRTM), adaptado por WEBER *et al.* (2004), a região considerada é composta de uma parte com topografia acidentada a noroeste e outra a sudeste mais plana. A altitude na região varia de 130m próximo ao Rio Uruguai a 702m na região de Planalto a sudeste com amplitude de 572m. A altitude média, considerando-se áreas de 90 x 90 metros, é de 440m com desvio padrão de 112m.

A região é composta por um vale central formado pelo Rio da Várzea e com dois divisores de água, que se avizinham, um a oeste para o rio Guarita e outro à leste para o rio Passo Fundo.

Na Figura 16, pode-se observar que a região possui uma grande variedade de altitudes e em certos locais estas variações ocorrem em poucos quilômetros. Esta grande variação de altitudes em uma pequena

distância pode favorecer a ocorrência de uma maior variabilidade meteorológica espacial, formando diferentes meso e microclimas. Isto exige atenção na recomendação de diferentes cultivares frutíferas quanto à exigência em frio no período hibernar.

O local do experimento está assinalado na Figura 16 e está a 490m de altitude, próximo da altitude média da região.

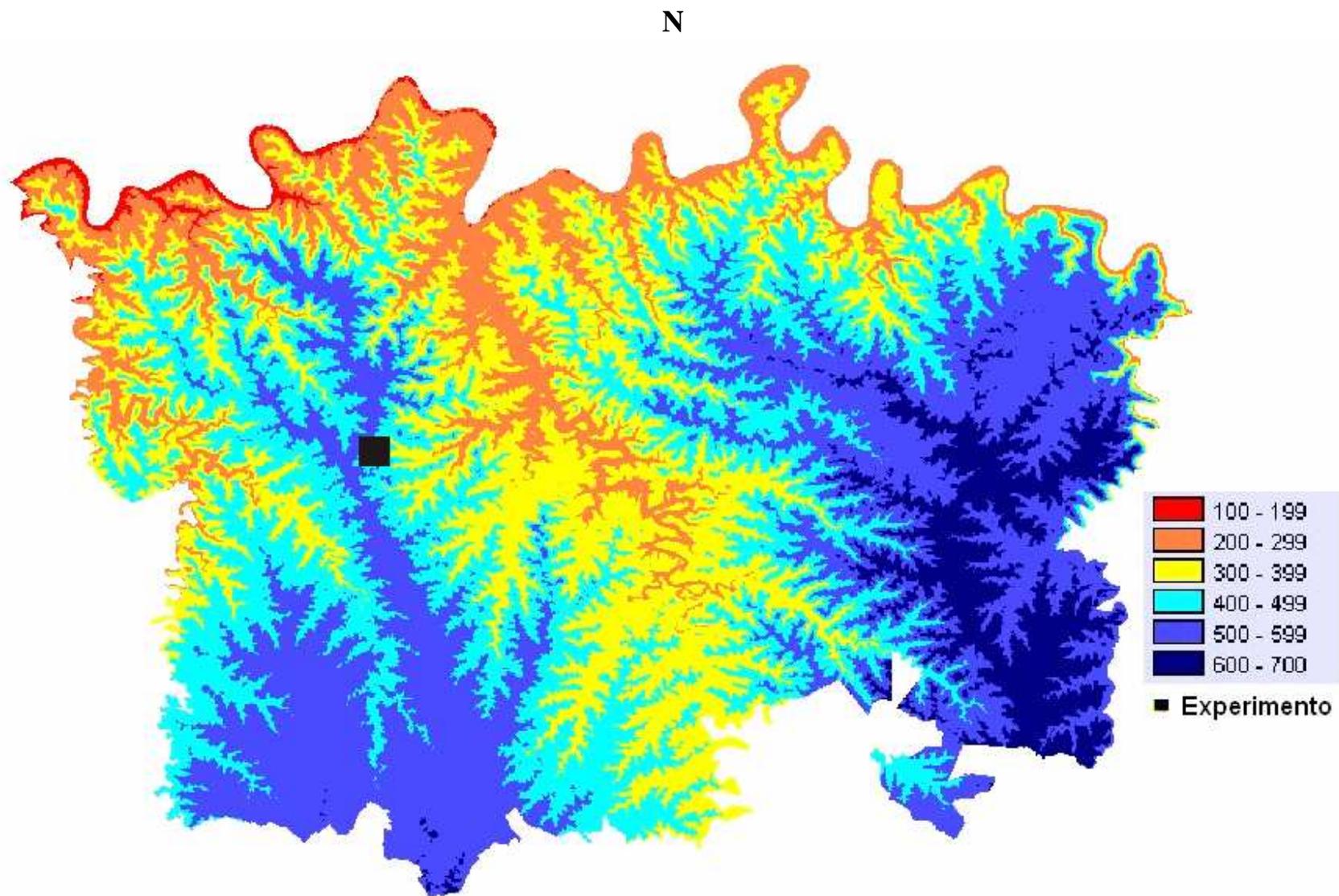


FIGURA 16. Imagem de Altitude (m) da Região do Alto e Médio Vale do Uruguai, RS.

#### 4.1.2 Imagens de temperatura do ar

Conforme a Tabela 4 as temperaturas mínimas médias no inverno variam espacialmente na região entre 8,9°C e 11,1°C com uma amplitude de 2,2°C e média de 9,9°C. Esta amplitude nas temperaturas mínimas evidenciam variações espaciais do número horas de frio da região. As temperaturas máximas médias no verão estão entre 28,9°C e 32,5°C, com média de 30,5°C e amplitude entre as localidades de 3,6°C. A temperatura média de outono é 16,9°C e de primavera é 20,5°C. A amplitude de variação espacial das temperaturas é semelhante em todos os períodos sazonais ficando entre 2,2°C e 3,6°C.

Observando os valores de temperatura do ar nas Figuras 17 a 19, verifica-se que na região de estudo, com características continentais, a variação da temperatura é mais influenciada pela altitude do que pela latitude e longitude.

TABELA 4. Variações das temperaturas mínima média (Tmin), média (Tmed) e máxima média (Tmax) ocorridas espacialmente em períodos sazonais, Região do Alto e Médio Vale do Uruguai, RS.

<i>Temperaturas (°C)</i>				
<b>Varição</b>	<b>Tmin Primavera</b>	<b>Tmin Verão</b>	<b>Tmin Outono</b>	<b>Tmin Inverno</b>
Menor	13,3	16,6	11,1	8,9
Maior	16,3	19,7	13,5	11,1
Média	14,6	18,0	12,1	9,9
Amplitude	3,1	3,0	2,4	2,2
Desvio padrão	0,6	0,6	0,5	0,4
<b>Varição</b>	<b>Tmed Primavera</b>	<b>Tmed Verão</b>	<b>Tmed Outono</b>	<b>Tmed Inverno</b>
Menor	19,1	21,9	15,6	13,8
Maior	22,4	25,4	18,5	16,3
Média	20,5	23,5	16,9	14,9
Amplitude	3,3	3,4	2,9	2,4
Desvio padrão	0,6	0,7	0,6	0,5
<b>Varição</b>	<b>Tmax Primavera</b>	<b>Tmax Verão</b>	<b>Tmax Outono</b>	<b>Tmax Inverno</b>
Menor	26,1	28,9	22,1	20,6
Maior	29,5	32,4	25,5	23,4
Média	27,6	30,5	23,6	21,9
Amplitude	3,4	3,6	3,3	2,8
Desvio padrão	0,6	0,7	0,7	0,6

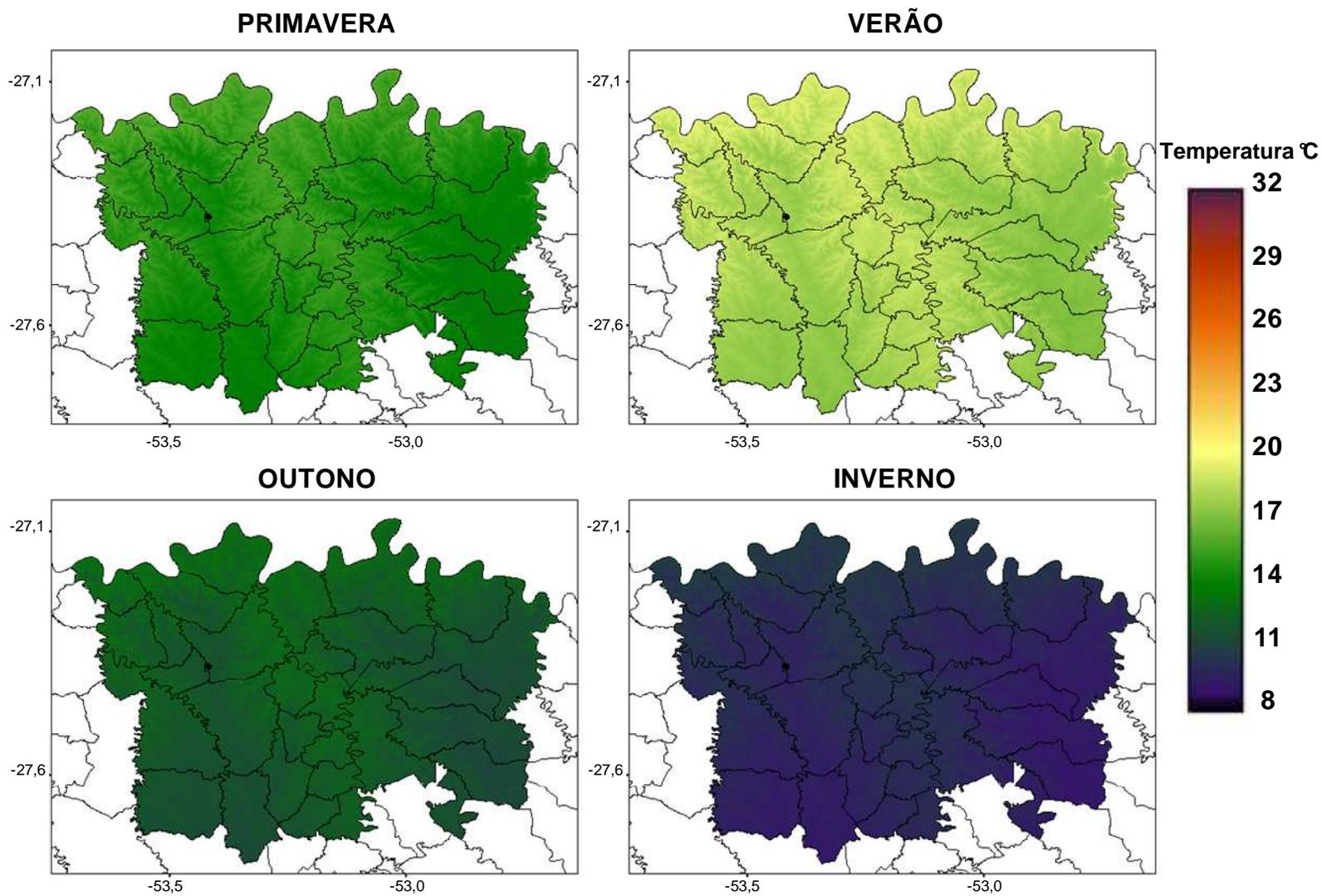


FIGURA 17. Imagens da temperatura mínima média (°C) sazonais na Região do Alto e Médio Vale do Uruguai, RS.

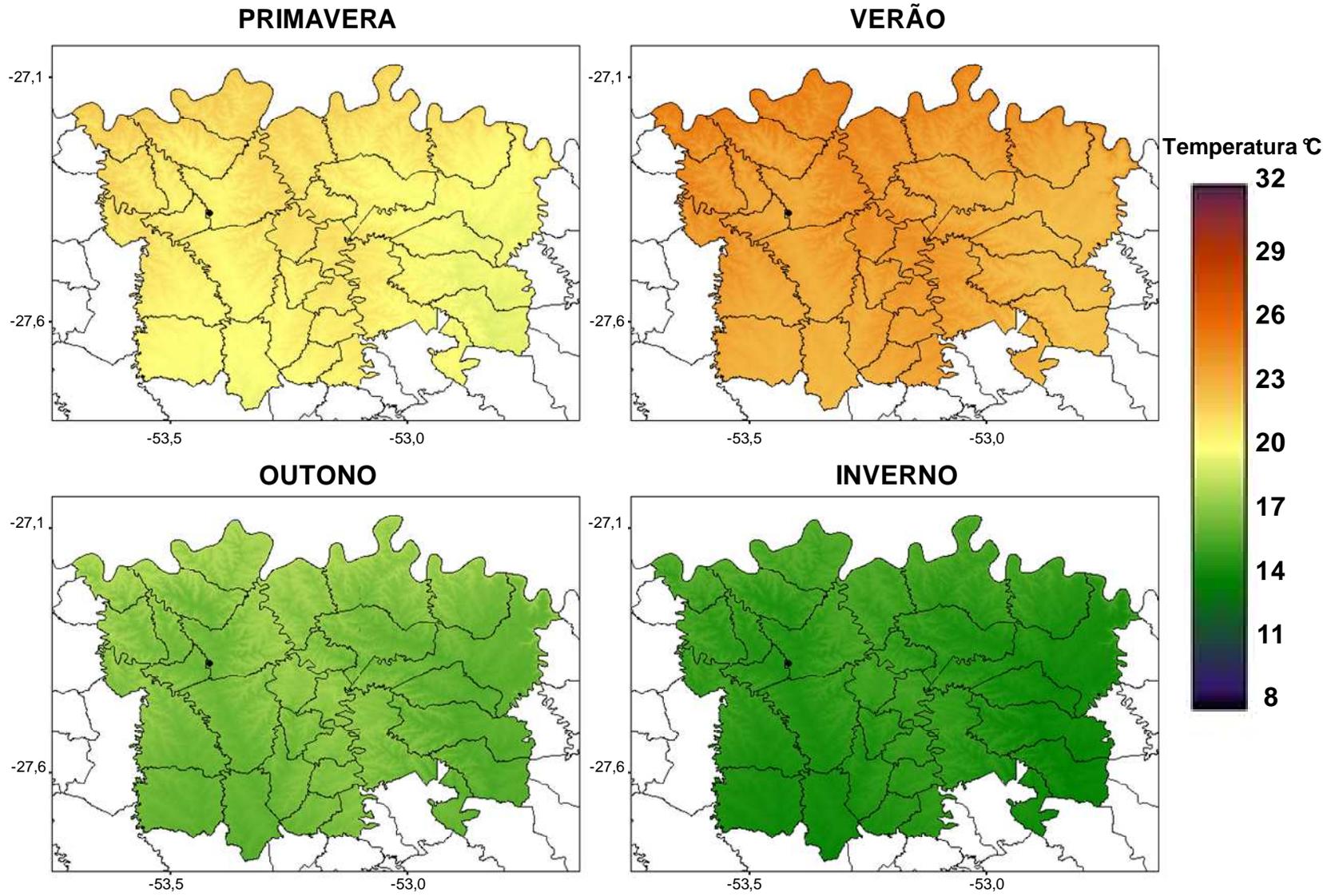


FIGURA 18. Imagens da temperatura média (°C) sazonais na Região do Alto e Médio Vale do Uruguai, RS.

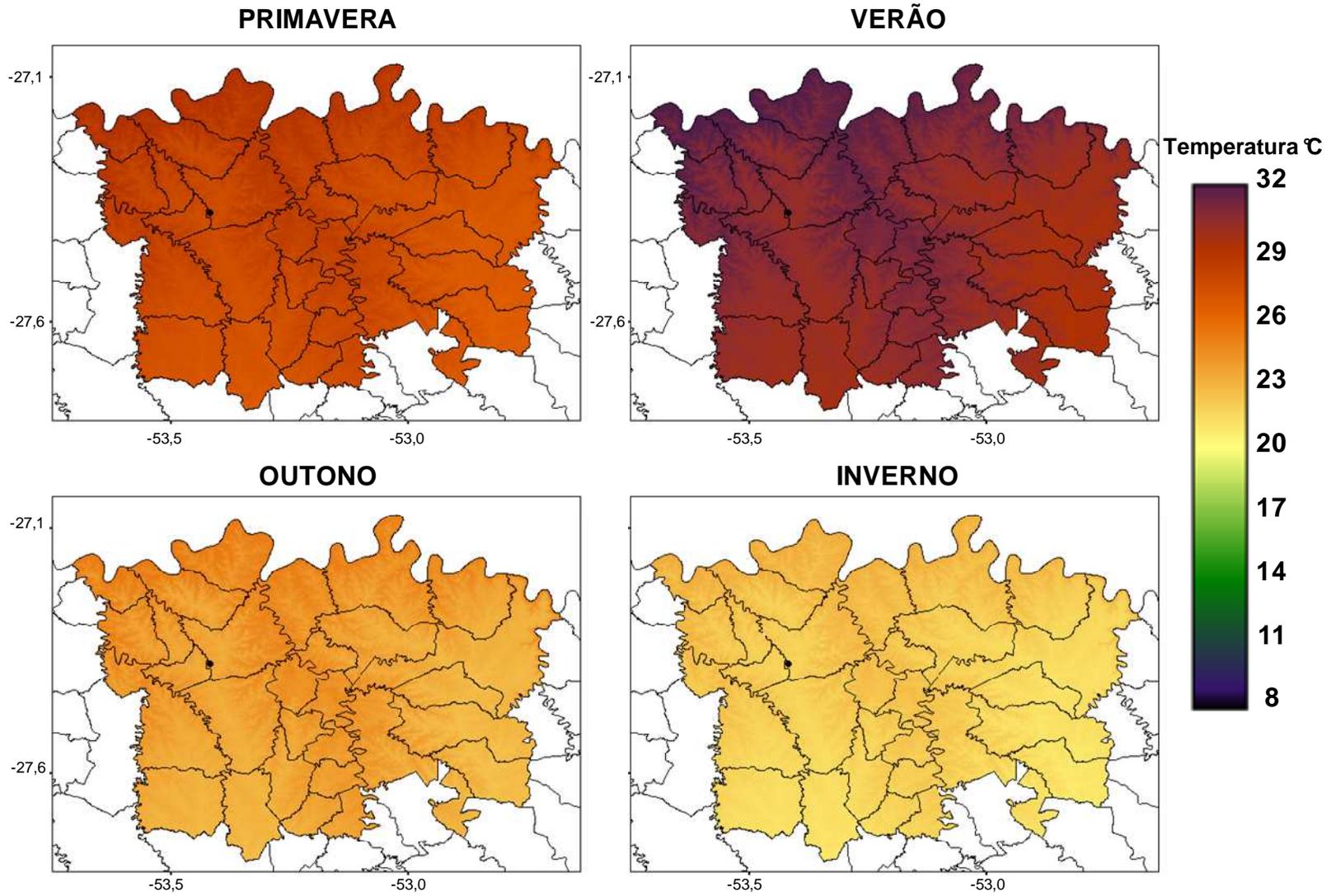


FIGURA 19. Imagens da temperatura máxima média (°C) sazonais na Região do Alto e Médio Vale do Uruguai, RS.

A temperatura média anual estimada foi de 19°C, com uma amplitude de variação de 3°C (Tabela 5 e Figura 20). Observou-se que as maiores amplitudes ocorrem com as temperaturas máximas como se pode observar na Tabela 5.

TABELA 5. Variações das temperaturas mínima média (Tmin), média (Tmed) e máxima média (Tmax) anuais, ocorridas espacialmente na Região do Alto e Médio vale do Uruguai, RS.

<b>Variação</b>	<b>Tmin Anual (°C)</b>	<b>Tmed Anual (°C)</b>	<b>Tmax Anual (°C)</b>
Menor	12,5	17,6	22,7
Maior	15,1	20,6	25,9
Média	13,7	19,0	24,1
Amplitude	2,7	3,0	3,2
Desvio padrão	0,5	0,6	0,6

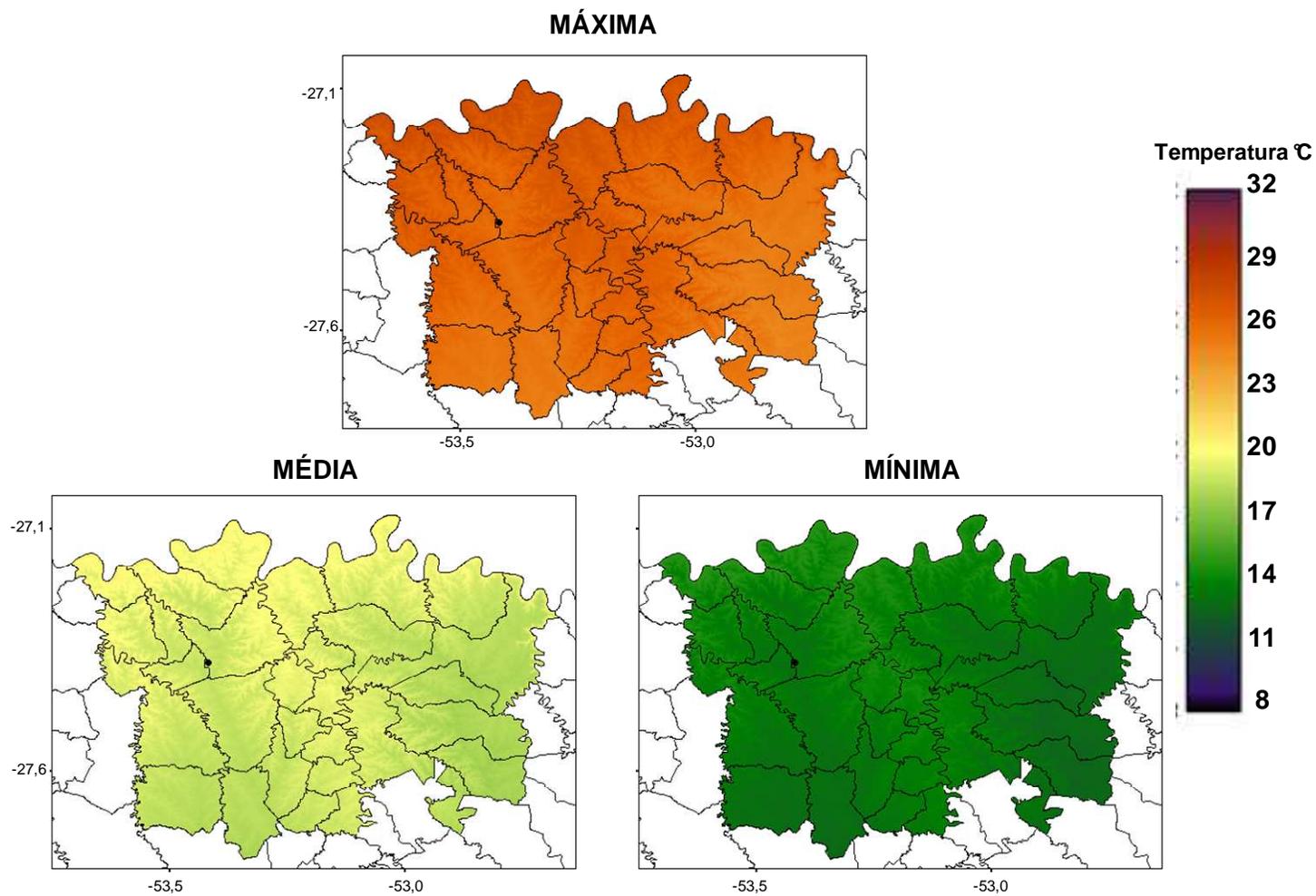


FIGURA 20. Imagens da temperatura mínima média, média e máxima média (°C) anuais na Região do Alto e Médio Vale do Uruguai, RS.

Na Tabela 6 pode-se observar que a temperatura mínima média estimada para a região, durante os meses de acúmulo de horas de frio (maio a setembro), variou em média entre 8,7°C e 12,0°C. Estes valores, especialmente de maio a setembro, pressupõem a tendência de acúmulo de horas de frio abaixo de 10°C e 12°C, podendo-se verificar a variação espacial nas imagens da Figura 21.

TABELA 6. Temperatura mínima média (T<sub>min</sub>) ocorrida espacialmente na Região do Alto e Médio Vale do Uruguai, RS, de maio a outubro.

Mês	T <sub>min</sub> (°C)				
	Variação espacial			Amplitude	Desvio padrão
	menor	média	maior		
Maio	10,0	11,0	12,3	2,3	0,4
Junho	8,5	9,5	10,7	2,2	0,4
Julho	7,8	8,7	9,8	2,0	0,4
Agosto	8,9	9,9	11,2	2,3	0,5
Setembro	10,9	12,0	13,4	2,5	0,5
Outubro	12,1	13,4	15,0	2,9	0,6

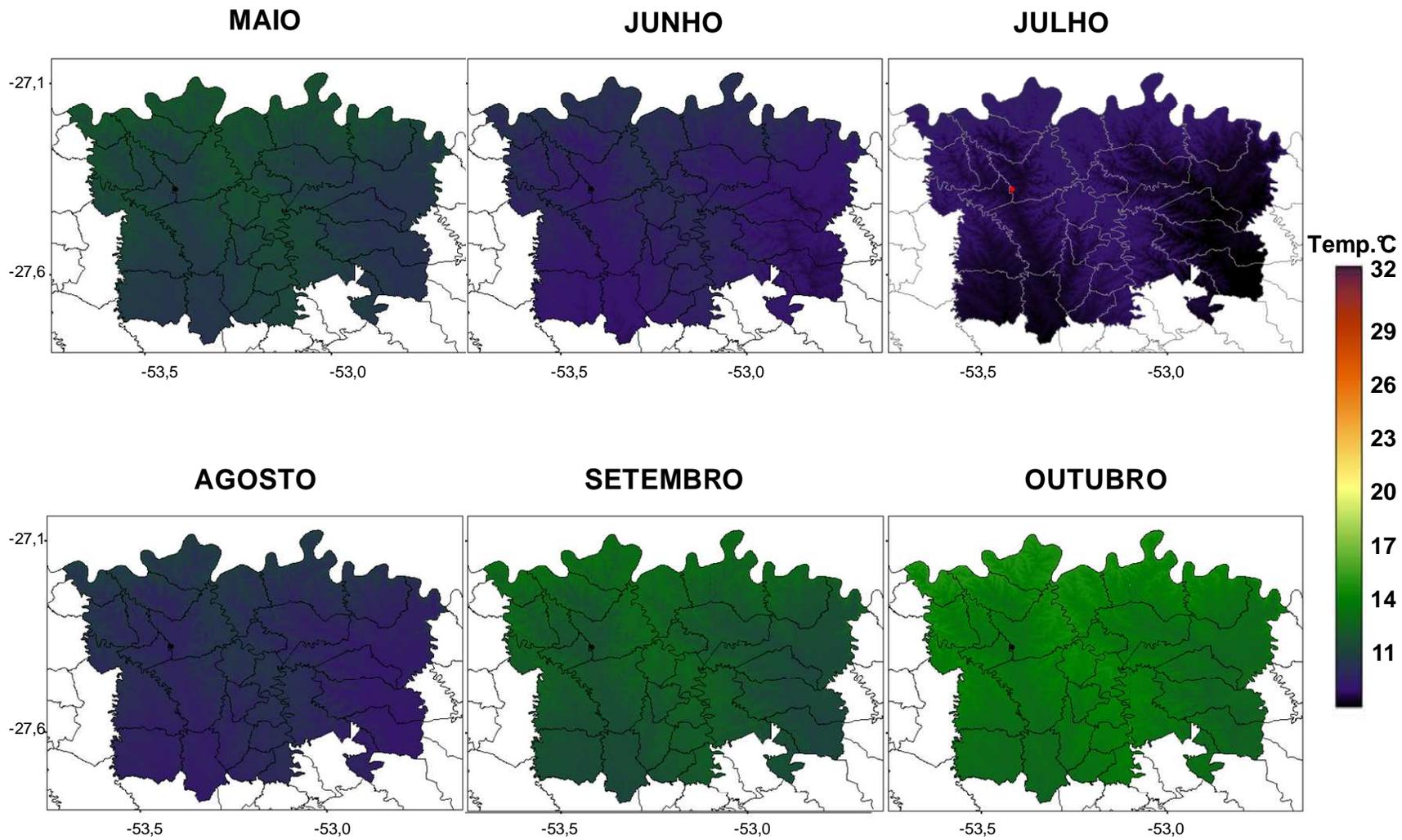


FIGURA 21 Imagens de temperatura mínima média (°C) de maio a outubro na Região do Alto e Médio Vale do Uruguai.

#### 4.1.1 Imagens de horas de frio e risco de geada.

Na Tabela 7, pode-se observar que em média todas as equações usadas para estimar horas de frio obtiveram resultado médio semelhante, entre 258 e 272 HF. No entanto, a diferença característica entre as três equações, foi apresentar um faixa de horas de frio mais concentrada em um caso e menos em outra. A equação por HF Tmin Alt Lat Long foi mais concentrada e a HF Alt Lat Long menos, mas mantiveram um valor médio próximo. Portanto as HF (< 7°C) variaram na região entre 94 a 426 horas de frio de maio a setembro.

TABELA 7. Horas de frio (<7°C) de maio a setembro obtido por três equações e risco de geada (RG), probabilidade de temperaturas <2°C, Região do Alto e Médio Vale do Uruguai, RS

<b>Índices</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Amplitude</b>	<b>Desvio Padrão</b>
HF Tmin Alt Lat Long	139	380	272	241	47
HF Alt Lat Long	94	426	277	332	66
HF T5 T12 (HF Tmin)	118	405	258	286	58
RG	20	37	29	17	3

Com base nas Tabelas 8, 9 e 10, observa-se que 70% ou mais da área da Região do Alto e Médio Vale do Uruguai tem ocorrência de horas de frio entre 200 e 350 HF, chegando a 90% no método HF Alt Lat Long.

TABELA 8. Horas de frio ( $< 7,2^{\circ}\text{C}$ ) pela equação HF Alt Lat Long por percentual de área e por hectares da Região do Alto e Médio Vale do Uruguai.

<b>HF Alt Lat Long</b>	<b>% da área por HF</b>	<b>Área (ha)</b>
100-149	3	15112
150-199	11	59570
200-249	20	106974
250-299	24	127464
300-349	26	137056
350-399	15	75763
400-450	1	3862
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>525800</b>

TABELA 9. Horas de frio ( $< 7,2^{\circ}\text{C}$ ) pela equação HF t5 t12 (HF Tmin) por percentual de área e por hectares da Região do Alto e Médio Vale do Uruguai.

<b>HF t5 t12 (HF Tmin)</b>	<b>% da área por HF</b>	<b>Área (ha)</b>
100-149	2	10341
150-199	16	84827
200-249	26	137032
250-299	28	148440
300-349	23	118782
350-400	5	26378
<b>total</b>	<b>100</b>	<b>525800</b>

TABELA 10. Horas de frio ( $< 7,2^{\circ}\text{C}$ ) pela equação HF Alt Lat Long Tmin por percentual de área e por hectares da Região do Alto e Médio Vale do Uruguai, RS.

<b>HF Alt Lat Long Tmin</b>	<b>% da área por HF</b>	<b>Área (ha)</b>
150-199	8	43731
200-249	25	129012
250-299	35	182000
300-349	30	157347
350-399	2	13710
<b>total</b>	<b>100</b>	<b>525800</b>

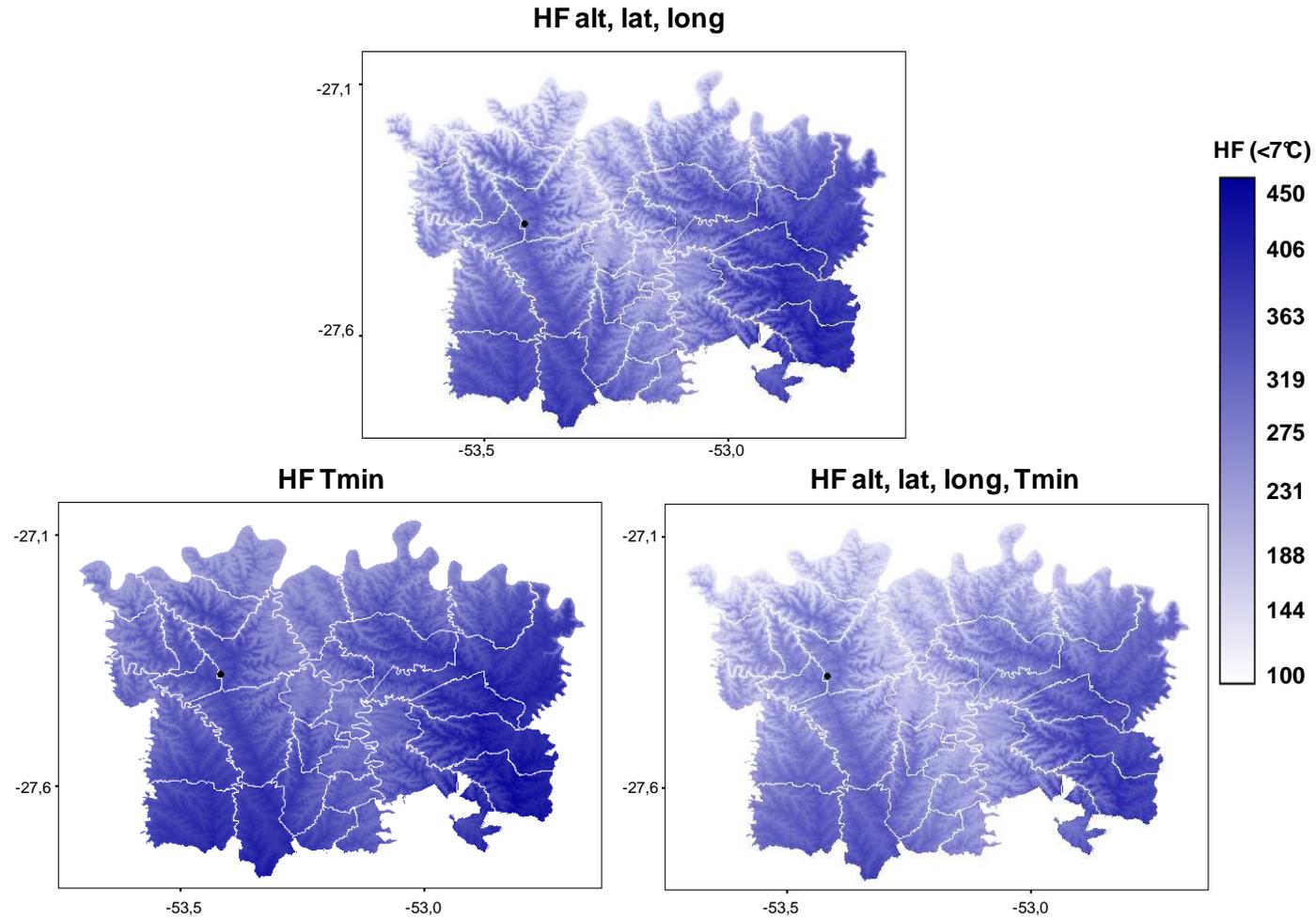


FIGURA 22. Imagens de horas de frio estimadas por: altitude, latitude e longitude (HF Alt, Lat, Long); temp. mínima de maio a setembro e mínima anual (HF Tmin) e; altitude, latitude, longitude e temp. mínima (HF Alt, Lat, Long, Tmin), Região do Alto e Médio Vale Uruguai.

As horas de frio estimadas nas imagens da Figuras 22 estão dentro do mesmo intervalo do que estimaram Herter *et al.* (2002b) no Zoneamento do Pessegueiro e Nectarineira para o Estado do Rio Grande do Sul, considerando a mesma região. No entanto, as imagens da Figura 22 mostram um detalhamento maior, o qual foi possível se obter pelo uso do mapa de altitudes na geração das imagens. O mapeamento detalhado das horas de frio para a região permite ao fruticultor escolher com maior segurança as cultivares a implantar no seu pomar, pois pode tomar a decisão baseado em informações do clima local do seu pomar.

Quanto ao risco de geada (RG, frequência 0-100% de ocorrer temperaturas mínimas do ar inferiores a 2°C nos meses de julho a setembro), 84% da região tem RG entre 25 e 34% (Tabela 11 e Figura 23) e variou de 20 a 37% para toda a região. Ou seja, 84% da região tem probabilidade, na média, de que em 25 a 34% dos anos, ocorra pelo menos uma geada no período de julho a setembro. Deve-se, portanto, ter uma maior atenção do fruticultor na implantação de cultivares mais precoces nas áreas de maior risco, bem como, buscar manejos que minimizem este evento adverso.

TABELA 11. RG (frequência 0-100% de ocorrer temperaturas mínimas do ar inferiores a 2°C nos meses de julho a setembro) por percentual de área e por hectares da Região do Alto e Médio Vale do Uruguai, RS.

<b>RG (%)</b>	<b>% da área por RG</b>	<b>Área em ha por RG</b>
20-24	10	52860
25-29	38	198082
30-34	46	241119
35-40	6	33738
total	100	525800

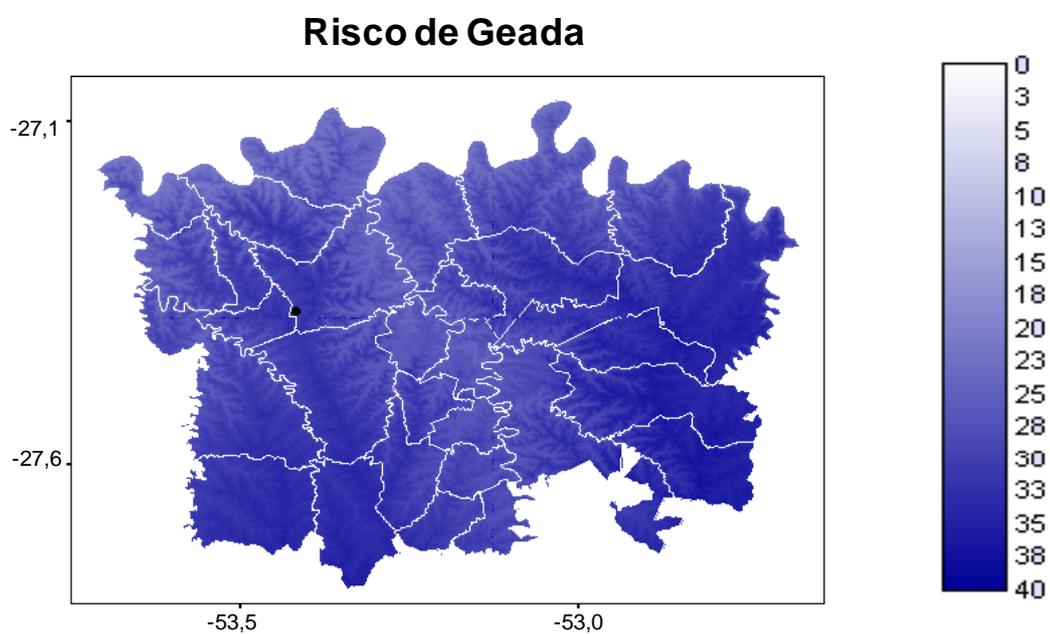


FIGURA 23. Imagem do risco de geada, RG (frequência 0-100% de ocorrer temperaturas mínimas do ar inferiores a 2°C nos meses de julho a setembro) para a Região do Alto e Médio Vale do Uruguai, RS.

## 4.2 Fenologia

Na observação da fenologia média das cultivares de pessegueiro durante o ciclo completo (flor-fruto), verificou-se que as cultivares Pepita, Pampeano e Granada apresentaram ciclos curtos, de 114, 112 e 112 dias respectivamente, antecipando a data de início de maturação com relação a cultivares que floresceram na mesma época. Já, as cultivares Eldorado, Jubileu, Leonense apresentaram os ciclos mais longos, de 157, 140 e 140 dias respectivamente, o que proporcionou um início de maturação mais tardio (Figura 24 e Tabela 12).

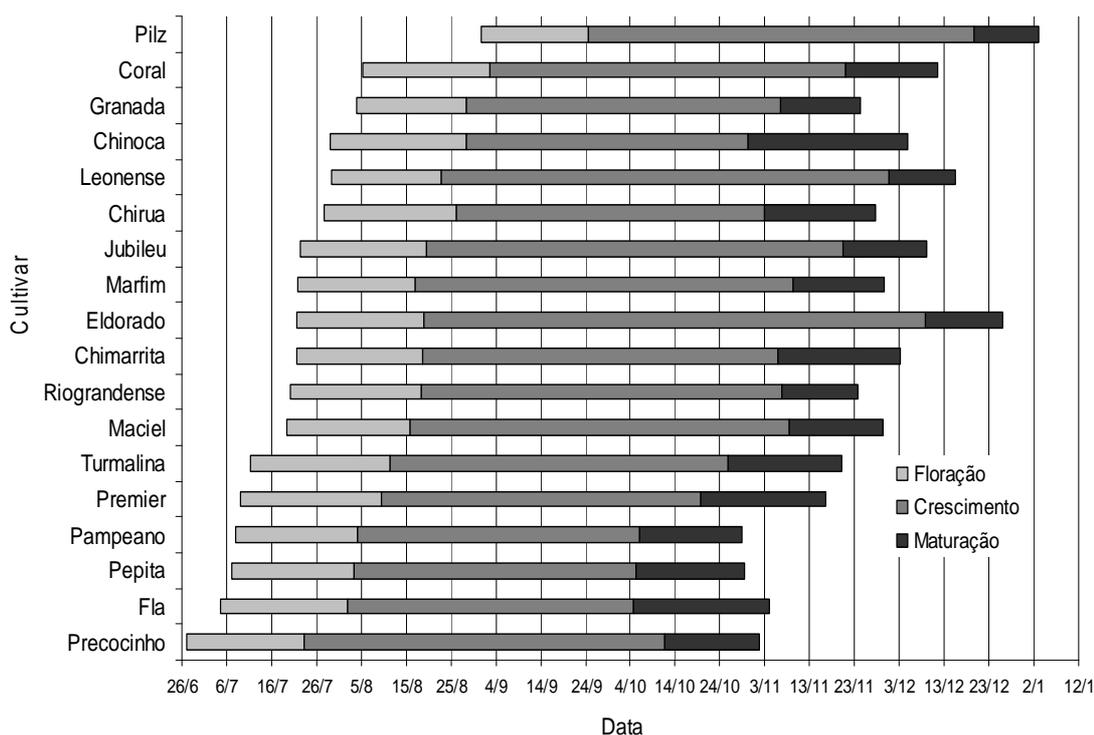


FIGURA 24. Fenologia média para o ciclo reprodutivo (floração, crescimento e maturação) de cultivares de pessegueiro, anos de 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007, Frederico Westphalen, RS.

TABELA 12. Fenologia média do ciclo reprodutivo (floração-maturação) de cultivares de pessegueiro, anos de 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007, Frederico Westphalen, RS.

Cultivares	Ciclo		
	Início floração	Fim da colheita	Período (dias)
Precocinho	27/6	2/11	128
Fla	4/7	4/11	122
Pepita	7/7	27/10	114
Pampeano	8/7	28/10	112
Premier	9/7	16/11	130
Turmalina	11/7	23/11	132
Maciel	19/7	2/12	133
Riograndense	20/7	24/11	126
Chimarrita	21/7	9/12	135
Eldorado	21/7	27/12	157
Marfim	22/7	2/12	131
Jubileu	22/7	11/12	140
Chirua	27/7	1/12	123
Leonense	29/7	11/12	140
Chinoca	29/7	30/11	129
Granada	4/8	27/11	112
Coral	5/8	14/12	128
Pilz	31/8	25/12	118
Média	21/7	27/11	128
Desvio padrão	15	19	11
Máximo valor	31/8	27/12	157
Mínimo valor	27/6	27/10	112
Amplitude	66	61	45

Observou-se que um maior ou menor ciclo da cultivar, tende a estar associado com variações no período de crescimento. A maior variação nos períodos avaliados entre as cultivares ocorreu no crescimento, o que pode ser observado nas amplitudes de variação deste período que foi de 49 dias (Tabela 13). Este valor fica próximo da amplitude encontrada entre os ciclos da cultivares, que foi de 45 dias (Tabela 12), enquanto que a amplitude de variação para os outros períodos foram menores (Tabela 13).

Por testes de correlação verificou-se que o período de todo o ciclo tem as seguintes correlações com os outros períodos: com floração,  $r = 0,22$ ; com crescimento,  $r = 0,82$ ; com maturação,  $r = -0,16$ . Estes dados de correlação confirmam que o período de crescimento é o que mais influencia

no tamanho de todo o ciclo das cultivares.

TABELA 13. Fenologia média de cultivares de pessegueiro para período de brotação (2002, 2003, 2005 e 2006) e para floração, crescimento, maturação e ciclo (flor-fruto) (2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007), Frederico Westphalen, RS.

Cultivares	Períodos (dias)				
	Brotação	Floração	Crescimento	Maturação	Ciclo (flor-fruto)
Precocinho	28	26	80	21	128
Fla	26	29	64	30	122
Pepita	24	27	63	24	114
Pampeano	25	27	63	23	112
Premier	26	31	71	28	130
Turmalina	25	31	76	25	132
Maciel	24	28	85	21	133
Riograndense	27	29	80	17	126
Chimarrita	22	28	80	27	135
Eldorado	26	28	112	17	157
Marfim	30	26	84	20	131
Jubileu	24	28	93	19	140
Chirua	23	30	69	25	123
Leonense	25	25	100	15	140
Chinoca	26	30	63	36	129
Granada	26	25	70	18	112
Coral	25	28	79	21	128
Pilz	27	24	86	15	118
Média	25	28	79	22	128
Desvio padrão	2	2	14	6	11
Máximo valor	30	31	112	36	157
Mínimo valor	22	24	63	15	112
Amplitude	8	7	49	21	45

Na Tabela 14 são apresentados os resultados quanto ao período de floração (10% a 100% de flores abertas). Observa-se nestes dados médios que cultivares que iniciaram o florescimento antes de outras cultivares, normalmente também terminam de florescer antes (Figura 25). Isto indica um período de floração semelhante entre as cultivares observadas. Esta semelhança entre as cultivares confirma-se pelo desvio padrão de 2 dias e amplitude de 7 dias, sendo que o período médio de floração entre as cultivares foi de 28 dias (Tabela 14). As cultivares Precocinho, Fla, Pepita,

Pampeano e Premier foram as mais precoces e as Granada, Eldorado, Leonense, Coral e Pilz as mais tardias dentre as cultivares avaliadas. Com exceção da cultivar Pilz o período fenológico médio com flor destas cultivares, na região considerada, ocorreu nos meses de julho e agosto.

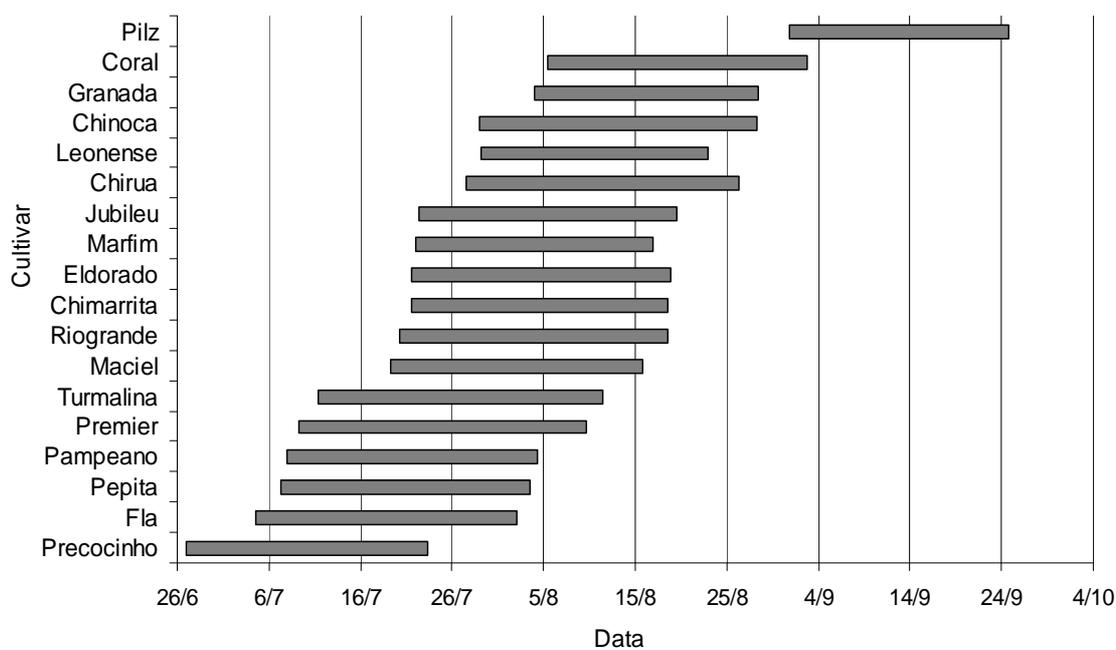


FIGURA 25. Fenologia média para o período de floração de cultivares de pessegueiro, anos de 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007, Frederico Westphalen, RS.

TABELA 14. Fenologia média de floração de cultivares de pessegueiro, dos anos de 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007, Frederico Westphalen, RS.

Cultivares	Floração		
	Início	Fim	Período (dias)
Precocinho	27/6	22/7	26
Fla	4/7	1/8	29
Pepita	7/7	2/8	27
Pampeano	8/7	4/8	27
Premier	9/7	6/8	31
Turmalina	11/7	11/8	31
Maciel	19/7	15/8	28
Riograndense	20/7	20/8	29
Chimarrita	21/7	18/8	28
Eldorado	21/7	19/8	28
Marfim	22/7	14/8	26
Jubileu	22/7	19/8	28
Chirua	27/7	27/8	30
Leonense	29/7	21/8	25
Chinoca	29/7	28/8	30
Granada	4/8	28/8	25
Coral	5/8	2/9	28
Pilz	31/8	24/9	24
Média	21/7	17/8	28
Desvio padrão	15	15	2
Máximo valor	31/8	24/9	31
Mínimo valor	27/6	22/7	24
Amplitude	66	64	7

Na fenologia média do período de crescimento de fruto observou-se que as cultivares Fla, Pepita, Pampeano e Chinoca apresentaram os menores períodos de crescimento, de 63 a 64 dias (Figura 26 e Tabela 15), sendo que isto pode favorecer a um início de frutificação antecipada, bem como um menor tempo de exposição a possíveis ocorrências de adversidades meteorológicas.

As cultivares com período de crescimento dos frutos mais longo foram Eldorado, Leonense e Jubileu com 112, 100 e 93 dias, respectivamente (Figura 26 e Tabela 15). Observa-se que o início de crescimento antecipado, supostamente mais frio, não favoreceu períodos mais prolongados. Isto fica comprovado na correlação entre início de crescimento e duração do período

que resultou em  $r=0,17$ ; pois se houvesse influência, a correlação seria negativa e com valores próximos a  $-1$ , pois o raciocínio é de que: quanto mais cedo (menor) a data, maior o ciclo. Períodos de crescimento mais prolongados favoreceram ao início da maturação mais tardia, como se pode visualizar na Figura 26 as cultivares Precocinho, Eldorado e Leonense. Fazendo correlações entre período de início de floração e início de maturação obteve-se  $r= -0,35$ , enquanto que entre período de crescimento e início de maturação obteve-se  $r=0,75$  com significância a 1%, corroborando a afirmação de que a amplitude entre o período de crescimento das cultivares influenciou significativamente na data de início de maturação.

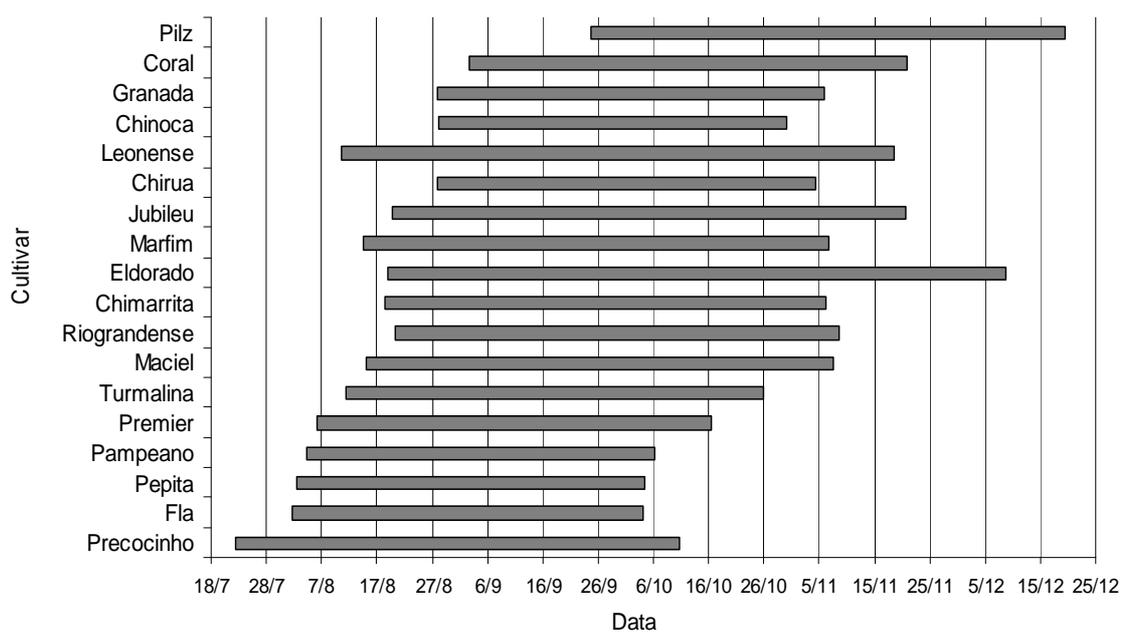


FIGURA 26. Fenologia média para o período de crescimento do fruto de cultivares de pessegueiro, anos de 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007, Frederico Westphalen, RS.

TABELA 15. Fenologia média de crescimento do fruto de cultivares de pessegueiro, anos de 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007, Frederico Westphalen, RS.

Cultivares	Crescimento		
	Início	Fim	Período (dias)
Precocinho	22/7	12/10	80
Fla	1/8	4/10	64
Pepita	2/8	8/10	63
Pampeano	4/8	5/10	63
Premier	6/8	18/10	71
Turmalina	11/8	29/10	76
Maciel	15/8	11/11	85
Riograndense	20/8	9/11	80
Chimarrita	18/8	9/11	80
Eldorado	19/8	10/12	112
Marfim	14/8	22/11	84
Jubileu	19/8	21/11	93
Chirua	27/8	5/11	69
Leonense	10/8	27/11	100
Chinoca	28/8	4/11	63
Granada	28/8	10/11	70
Coral	2/9	25/11	79
Pilz	24/9	19/12	86
Média	17/8	7/11	79
Desvio padrão	15	22	14
Máximo valor	24/9	19/12	112
Mínimo valor	22/7	4/10	63
Amplitude	64	76	49

Períodos de maturação mais prolongados, como o da cultivar Chinoca, podem indicar má adaptação, pois se relaciona com períodos de floração mais longa, resultado de maturação dos ramos em tempos distintos. No entanto períodos mais curtos, como o das cultivares Leonense, Pilz, Eldorado e Riograndense, evitam a maior probabilidade de ocorrência de condições meteorológicas adversas como granizo e ventos fortes, os quais podem danificar o fruto em maturação (Figura 27 e Tabela 16). A informação do período de maturação favorece na escolha das cultivares para a formação de um pomar comercial, para que se tenha um escalonamento de produção com oferta de produto por um tempo prolongado ou em períodos em que o preço do produto é maior (Figura 27).

O momento de abertura de cada flor pode indicar o momento de maturação de cada fruto, ou seja, um maior período de floração pode indicar um maior período de maturação. Fazendo-se a correlação entre períodos de floração e maturação (Tabela 14 e Tabela 16) das cultivares obteve-se  $r = 0,66$  com significância a 1%, o que é um indicativo de influência da duração da floração na duração da maturação.

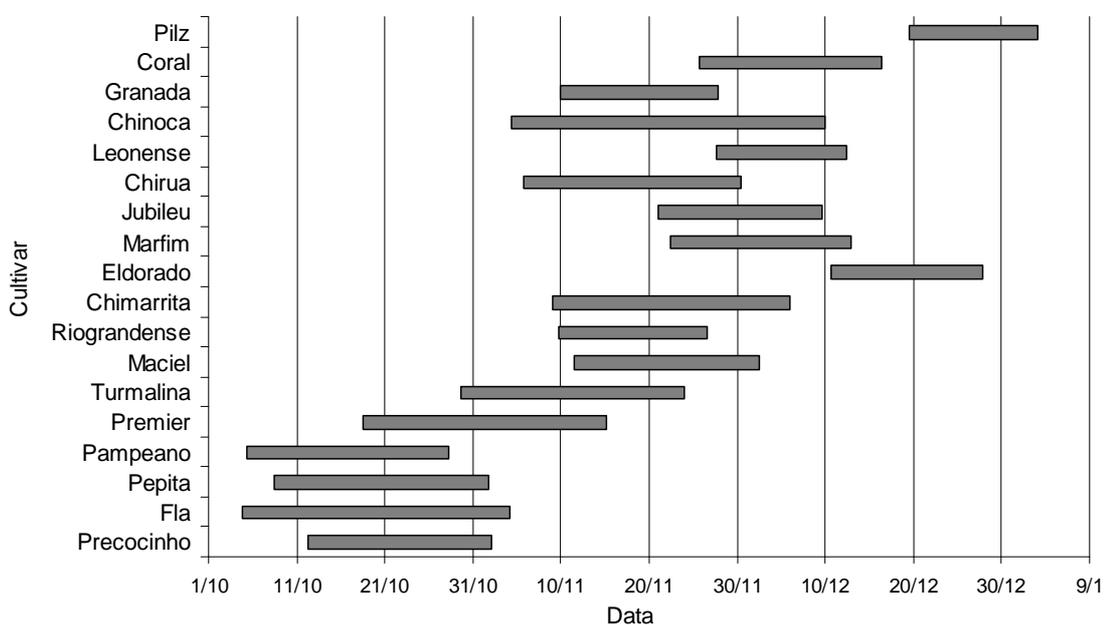


FIGURA 27. Fenologia média para o período de maturação do fruto de cultivares de pessegueiro, anos de 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007, Frederico Westphalen, RS.

TABELA 16. Fenologia média de maturação do fruto de cultivares de pessegueiro, anos de 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007, Frederico Westphalen, RS.

Cultivares	Maturação		
	Início	Fim	Período (dias)
Precocinho	12/10	2/11	21
Fla	4/10	4/11	30
Pepita	8/10	27/10	24
Pampeano	5/10	28/10	23
Premier	18/10	16/11	28
Turmalina	29/10	23/11	25
Maciel	11/11	2/12	21
Riograndense	9/11	24/11	17
Chimarrita	9/11	9/12	27
Eldorado	10/12	27/12	17
Marfim	22/11	11/12	20
Jubileu	21/11	11/12	19
Chirua	5/11	1/12	25
Leonense	27/11	11/12	15
Chinoca	4/11	11/12	36
Granada	10/11	27/11	18
Coral	25/11	14/12	21
Pilz	19/12	25/12	15
Média	7/11	28/11	22
Desvio padrão	22	19	6
Máximo valor	19/12	27/12	36
Mínimo valor	4/10	27/10	15
Amplitude	76	61	21

Na fenologia média o período de brotação entre as cultivares foi, em média, de 25 dias, com desvio padrão de 2 dias e amplitude de 8 dias (Tabela 17). Como se observa na Figura 28 o período de brotação tende a acompanhar a tendência do de floração. O início de brotação ocorre, normalmente, após o início de floração e prolonga-se até depois do fim da floração (Figura 29). Um período de brotação concomitante ao da floração é desejado para que o aparato fotossintético esteja plenamente desenvolvido no início do crescimento do fruto, propiciando maior aporte de fotossintatos ao fruto.

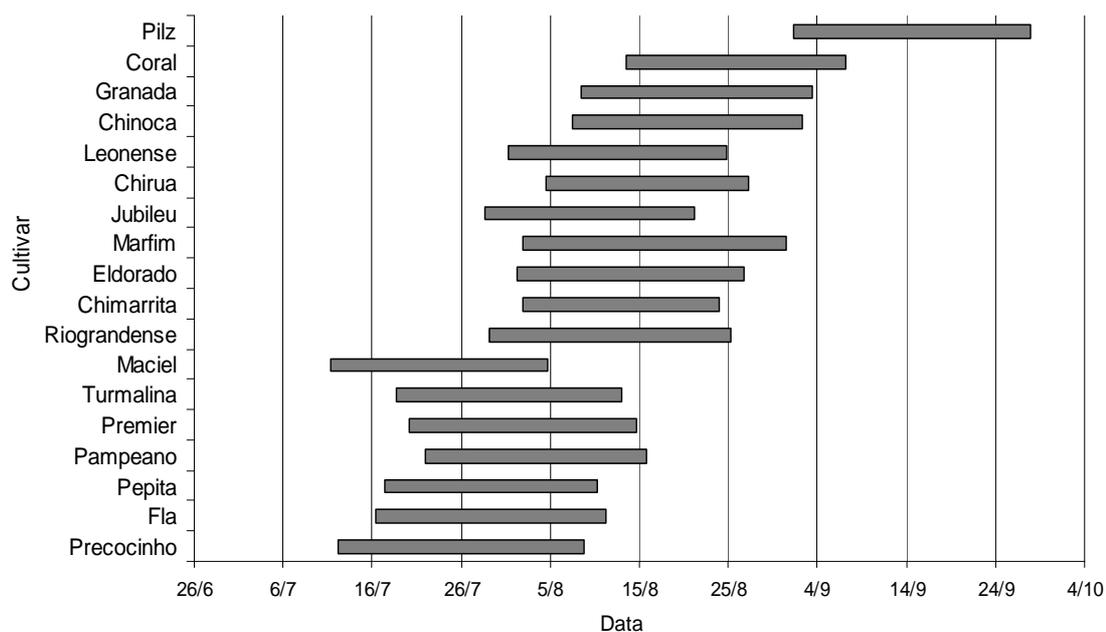


FIGURA 28. Fenologia média para o período de brotação de cultivares de pessegueiro, anos de 2002, 2003, 2005 e 2006, Frederico Westphalen, RS.

TABELA 17. Fenologia média de brotação de cultivares de pessegueiro, anos de 2002, 2003, 2005 e 2006, Frederico Westphalen, RS.

Cultivares	Brotação		
	Início	Fim	Período (dias)
Precocinho	12/7	8/8	28
Fla	16/7	11/8	26
Pepita	17/7	4/8	24
Pampeano	22/7	15/8	25
Premier	20/7	14/8	26
Turmalina	18/7	13/8	25
Maciel	11/7	4/8	24
Riograndense	29/7	25/8	27
Chimarrita	2/8	24/8	22
Eldorado	1/8	26/8	26
Marfim	2/8	31/8	30
Jubileu	28/7	21/8	24
Chirua	4/8	27/8	23
Leonense	31/7	24/8	25
Chinoca	7/8	2/9	26
Granada	8/8	3/9	26
Coral	13/8	7/9	25
Pilz	1/9	28/9	27
Média	29/7	23/8	25
Desvio padrão	13	14	2
Máximo valor	1/9	28/9	30
Mínimo valor	11/7	4/8	22
Amplitude	52	55	8

Na cultivar Maciel pode-se observar (Tabela 17 e Figura 29) que houve uma inversão no padrão apresentado pelas outras cultivares, na qual ocorreu a brotação antes da floração. Isto também foi observado por Citadin (1999) com a cultivar BR-1, mesmo em testes com menor acúmulo de horas de frio.

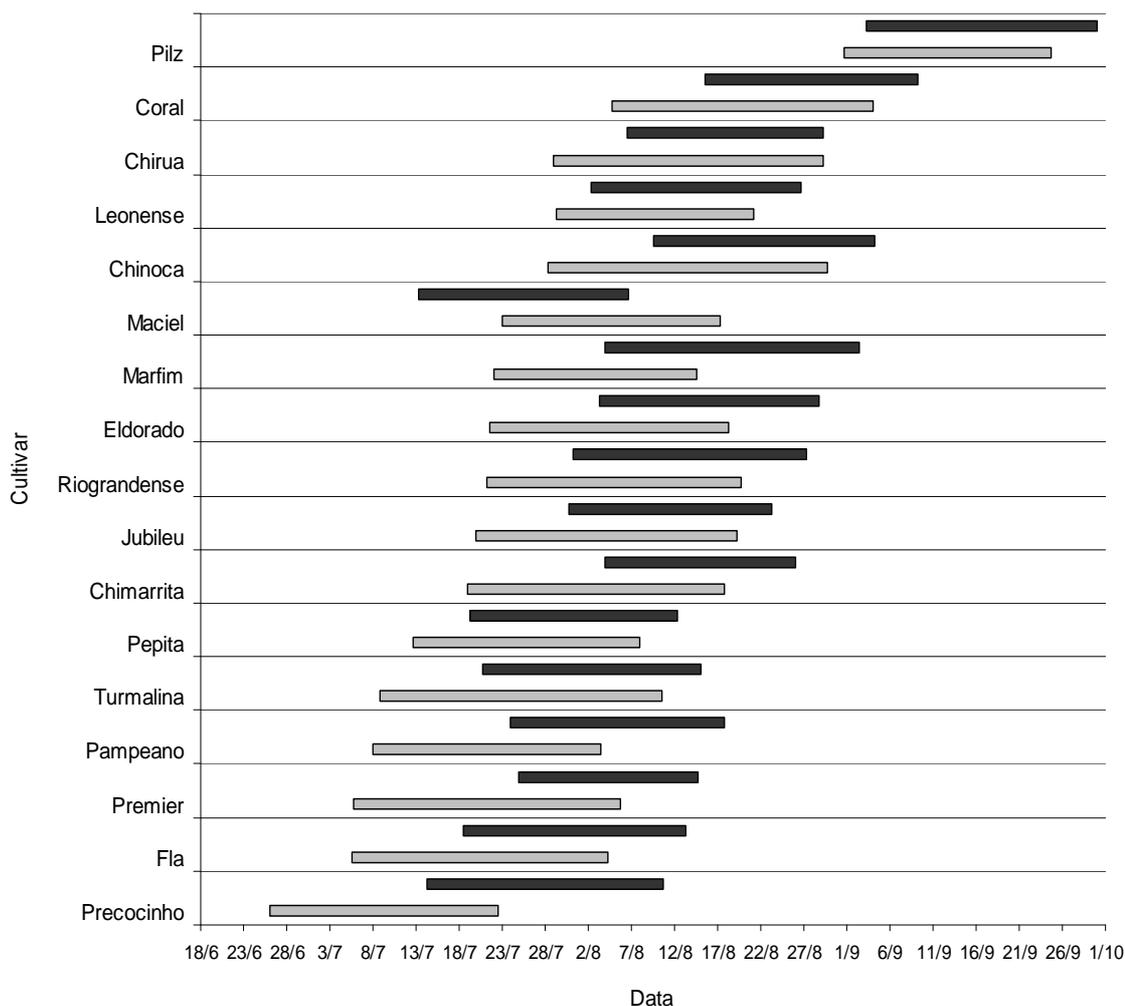


FIGURA 29. Fenologia média para o período de brotação (cinza escuro) e floração (cinza claro) de cultivares de pessegueiro, anos de 2002, 2003, 2005 e 2006, Frederico Westphalen, RS.

Comparando a floração média e a maturação média das cultivares em Pelotas, RS e Frederico Westphalen, RS, pode-se observar que para a maioria das cultivares houve uma antecipação na data de floração e

maturação média em Frederico Westphalen (Tabela 18). Isto possibilita ao produtor desta região, comercializar o seu produto antes que os produtores da região de Pelotas, RS, obtendo assim um preço diferenciado do produto. Também se observou que, para as cultivares idênticas, em Frederico Westphalen o início de maturação ocorreu antes das datas verificadas por Nienow e Floss (2003) para Passo Fundo, RS. Igualmente, houve antecipação de 10 a 30 dias no início de maturação, dependendo da cultivar, com relação ao determinado por Simonetto *et al.* (2004) para Veranópolis, RS.

TABELA 18. Datas médias de floração e maturação de cultivares de pessegueiro para os municípios de Pelotas, RS (EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 2008) e Frederico Westphalen, RS (anos de 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007) e diferença em dias entre estas localidades.

Cultivares	Floração média			Maturação média		
	Frederico Westphalen	Diferença (dias)	Pelotas	Frederico Westphalen	Diferença (dias)	Pelotas
Precocinho	9/7	18	27/7	22/10	14	5/11
Pampeano	23/7	7	30/7	2/11	-9	24/10
Premier	26/7	1	27/7	10/11	-2	8/11
Turmalina	21/7	13	3/8	16/10	37	22/11
Maciel	9/8	-13	27/7	4/12	6	10/12
Riograndense	1/8	8	9/8	21/11	9	30/11
Chimarrita	4/8	7	11/8	17/11	17	4/12
Eldorado	4/8	3	7/8	24/11	34	28/12
Marfim	4/8	19	23/8	18/12	3	21/12
Jubileu	2/8	15	17/8	1/12	21	22/12
Chirua	5/8	0	5/8	1/12	-5	26/11
Leonense	13/8	-7	6/8	23/11	19	12/12
Chinoca	12/8	11	23/8	18/11	19	7/12
Granada	16/8	-4	12/8	18/11	0	18/11
Coral	19/8	6	25/8	5/12	0	5/12

### **4.3 Estimativa de dados meteorológicos**

#### **4.3.1 Estimativa das temperaturas média, mínima e máxima diária**

Os dados de temperatura mínima, média e máxima diária para Frederico Westphalen, RS, nos anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007 foram estimados de Iraí, RS.

As equações para estimar temperatura média, mínima e máxima diária para Frederico Westphalen, a partir de dados de Iraí, foram obtidas por regressão linear, com dados de temperatura diárias de maio a setembro do ano de 2008 das duas localidades. Nas Figuras 30 a 32, estão as regressões lineares simples entre Iraí e Frederico Westphalen para temperatura média, mínima e máxima diária, respectivamente. As correlações entre dados estimados e observados para Frederico Westphalen, foram realizados com dados do ano de 2009 e as correlações foram de:  $r = 0,98$  para temperatura média;  $r = 0,93$  para temperatura mínima; e  $r = 0,98$  para temperatura máxima.

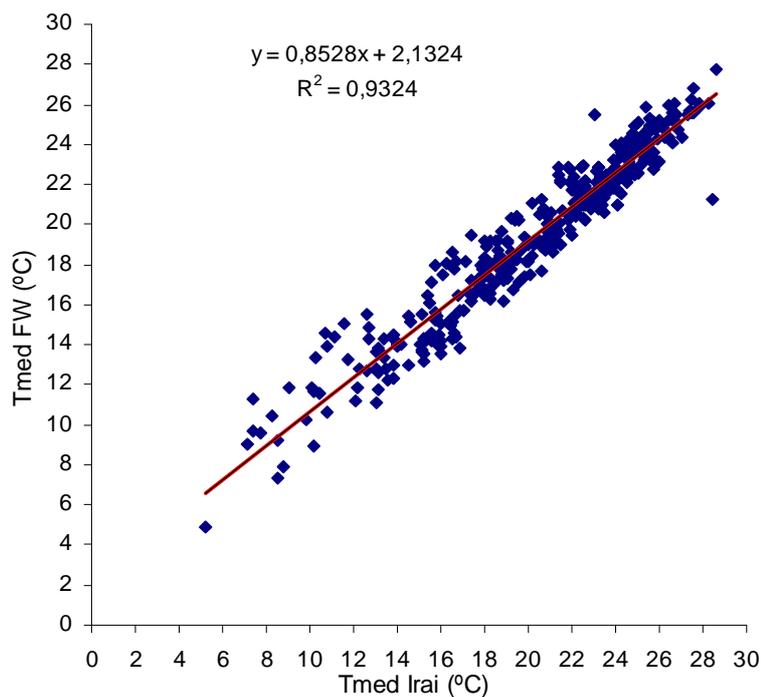


FIGURA 30. Temperatura média diária, do ano de 2008, das estações meteorológicas dos Municípios de Iraí, RS (lat.: -27,18°; long.: -53,23°; alt.: 247m) e Frederico Westphalen, RS (lat.: -27,38°; long.: -53,42°; alt.: 498m).

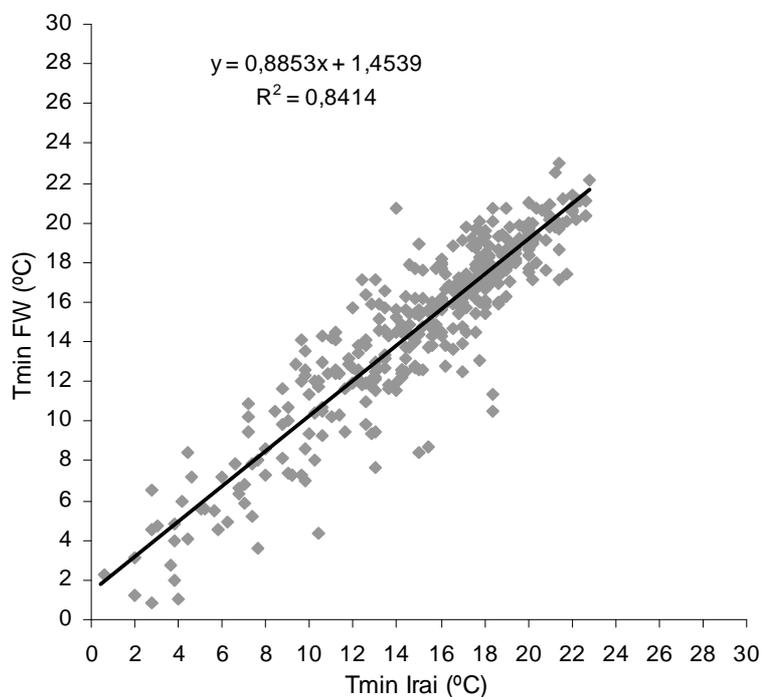


FIGURA 31. Temperatura mínima diária, do ano de 2008, das estações meteorológicas dos Municípios de Iraí, RS e Frederico Westphalen, RS.

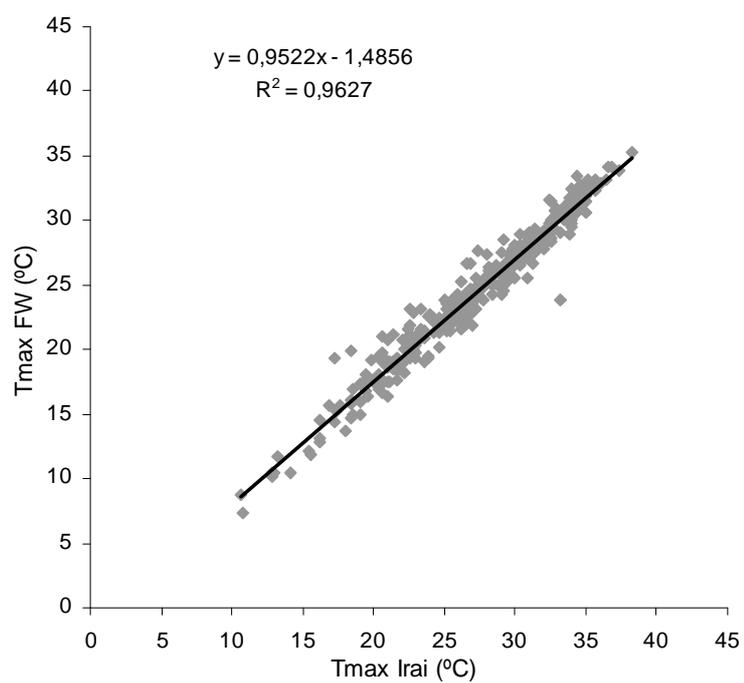


FIGURA 32. Temperatura máxima diária, do ano de 2008, das estações meteorológicas dos Municípios de Iraí, RS e Frederico Westphalen, RS.

### 4.3.2 Estimativa de horas de frio diárias

Os dados de horas de frio (HF) para Frederico Westphalen, nos anos de 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007 foram estimados com dados de Santo Augusto e nos anos de 2000 e 2001 foram estimados com dados de Iraí. As estimativas foram para HF abaixo de 7, 10, 12 e 15°C.

#### 4.3.2.1 Estimativa com dados de Iraí, RS

As equações para estimar HF de Frederico Westphalen, a partir de dados de Iraí, foram obtidas por regressão linear, com dados de HF diárias de maio a setembro do ano de 2008 das duas localidades (Figuras 33 a 36 e Tabela 19).

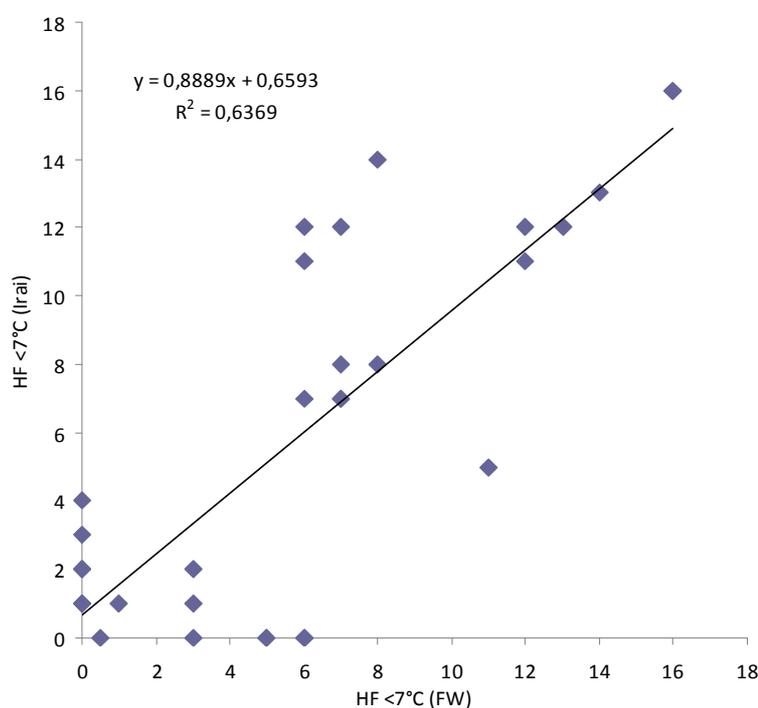


FIGURA 33. Horas de frio abaixo de 7°C, do ano de 2008, das estações meteorológicas dos Municípios de Iraí, RS e Frederico Westphalen, RS.

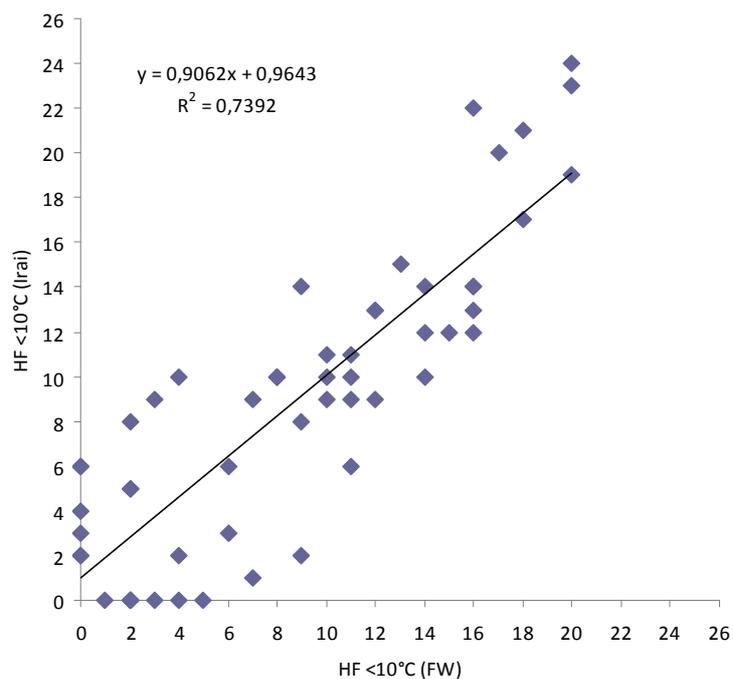


FIGURA 34. Horas de frio abaixo de 10°C, do ano de 2008, das estações meteorológicas dos Municípios de Iraí, RS e Frederico Westphalen, RS.

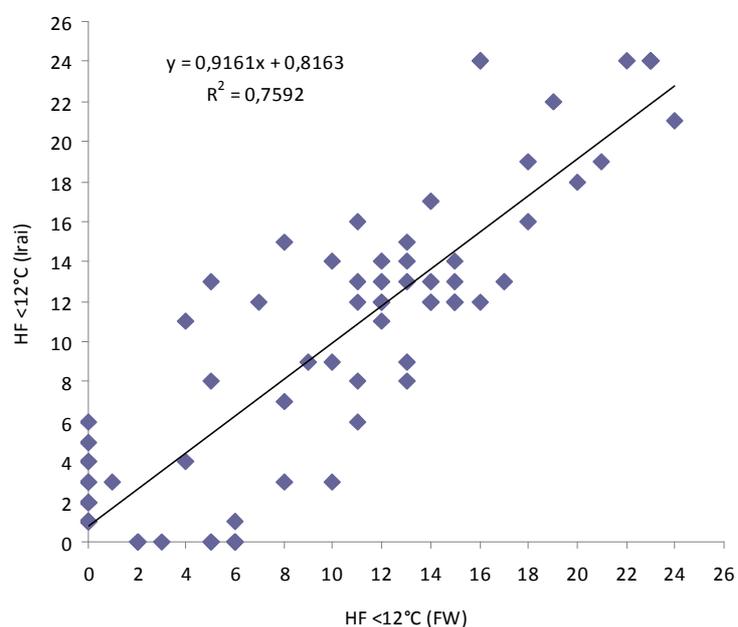


FIGURA 35. Horas de frio abaixo de 12°C, do ano de 2008, das estações meteorológicas dos Municípios de Iraí, RS e Frederico Westphalen, RS.

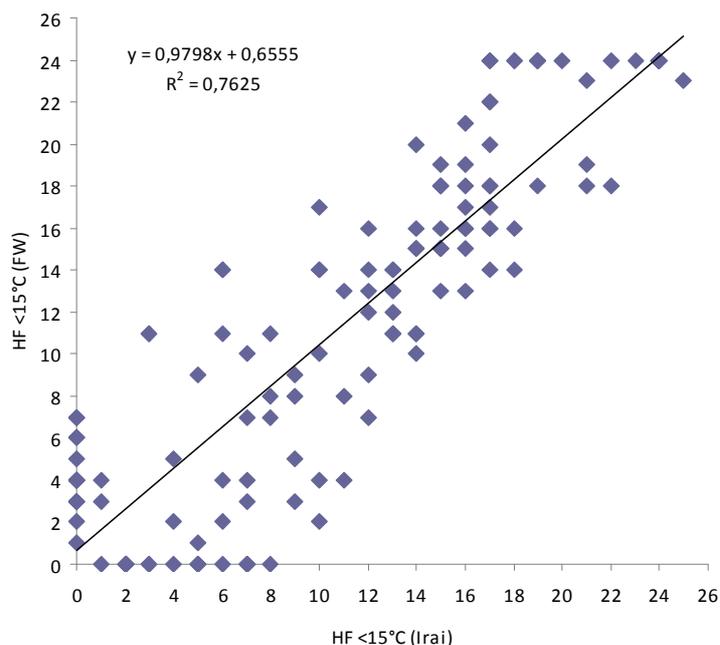


FIGURA 36. Horas de frio abaixo de 15°C, do ano de 2008, das estações meteorológicas dos Municípios de Iraí, RS e Frederico Westphalen, RS.

TABELA 19. Regressões lineares para a estimativa de HF abaixo de 7, 10, 12 e 15°C, com dados de Iraí, RS, para Frederico Westphalen, RS.

HF	<7°C	<10°C	<12°C	<15°C
<b>Equações</b>	$y = 0,8889x + 0,6593$	$y = 0,9062x + 0,9643$	$y = 0,9161x + 0,8163$	$y = 0,9798x + 0,6555$
<b>R<sup>2</sup></b>	0,6369	0,7392	0,7592	0,7625

Na validação das equações utilizaram-se dados de horas de frio diários (abaixo de 7, 10, 12 e 15°C) do ano de 2009. Na validação estimou-se, pelas equações, os dados de Frederico Westphalen a partir dos dados de Iraí. Após comparou-se os dados estimados com os observados pelo teste de correlação de Pearson (Tabela 20). Na Tabela 20 estão os resultados da validação das equações de estimativa.

TABELA 20. Correlações entre dados estimados de Irai, RS e observados de HF abaixo de 7, 10, 12 e 15°C, Frederico Westphalen, RS no ano de 2009.

HF	HF < 7	HF < 10	HF < 12	HF < 15
Correlação	0,86	0,63	0,86	0,83
Significância	1%	1%	1%	1%

#### 4.3.2.2 Estimativas com dados de Santo Augusto, RS

As equações para estimar HF de Santo Augusto (SA) para Frederico Westphalen (FW) foram obtidas por regressão linear por dois procedimentos. No primeiro, com os dados de temperatura horária do ar (1,5m altura) de SA, estimou-se a temperatura horária de FW e com estas calcularam-se as horas de frio. No segundo procedimento, com as HF diárias de SA, estimaram-se as HF de FW. Utilizaram-se para calcular as equações de estimativa, os dados de maio a setembro do ano de 2008 das duas localidades.

Na Figura 37 esta a regressão linear simples entre Santo Augusto e Frederico Westphalen para temperatura horária do ar.

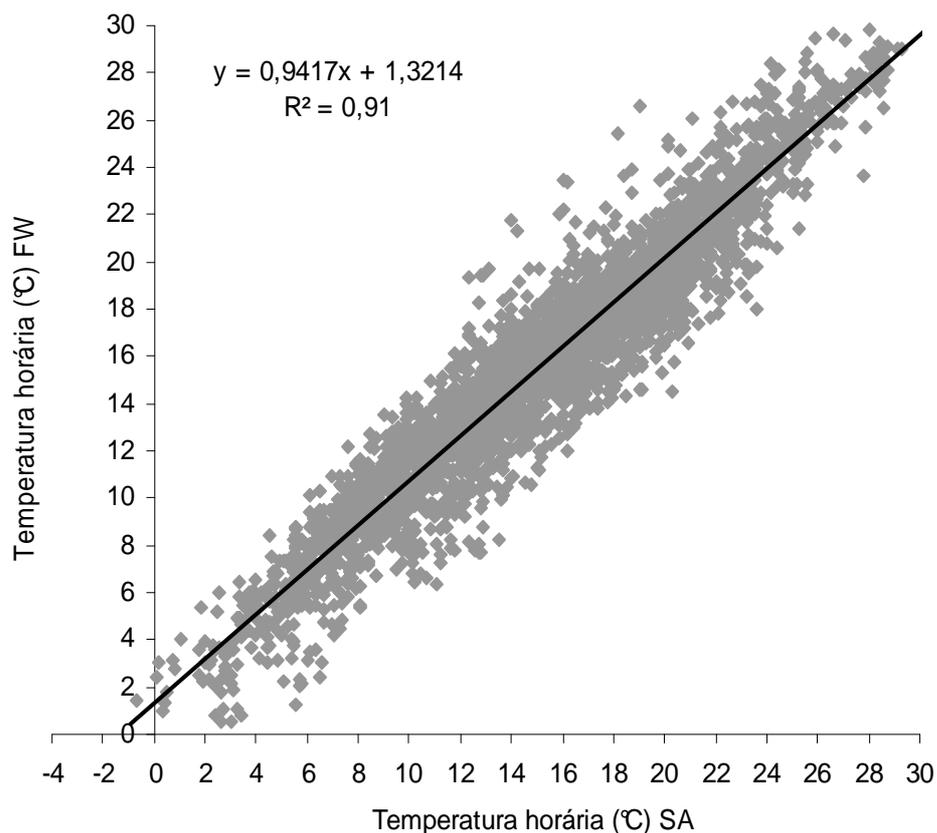


FIGURA 37. Relação entre temperatura horária do ar (1,5m altura), do ano de 2008, das estações meteorológicas dos Municípios de Santo Augusto (SA), RS e Frederico Westphalen, RS.

A equação de regressão linear e respectivo  $R^2$  para a estimativa de temperatura horária do ar (1,5m altura) em Frederico Westphalen, RS:

$$y = 0,9417x + 1,3214 \quad R^2 = 0,91$$

Na validação das equações utilizaram-se dados de temperatura horária do ar (1,5m altura) do ano de 2009. Na mesma, estimou-se, pelas equações, os dados de Frederico Westphalen a partir dos dados de Iraí, após, comparou-se os dados estimados com os observados pelo teste de correlação de Pearson. A correlação entre dados estimados e observados foi  $r = 0,96$  a 1% de significância.

Com a equação de regressão estimou-se, a partir dos dados de Santo Augusto, as temperaturas horárias de Frederico Westphalen e com estas determinou-se temperatura máxima, média e mínima diárias e calculou-se as horas de frio diárias abaixo de 7, 10, 12 e 15°C .

Nas Figuras 38 a 41 e na Tabela 21 estão as regressões lineares simples entre Santo Augusto e Frederico Westphalen para horas de frio.

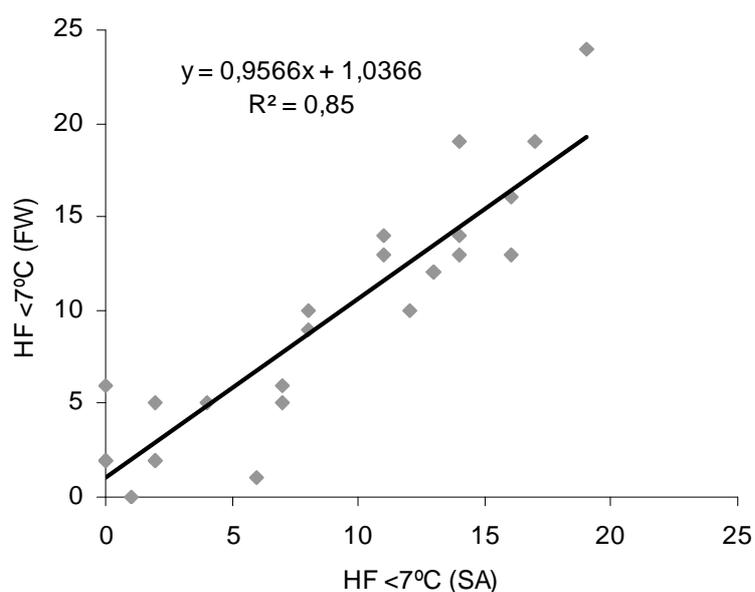


FIGURA 38. Relação entre horas de frio abaixo de 7°C, do ano de 2008, das estações meteorológicas dos Municípios de Santo Augusto (SA), RS e Frederico Westphalen (FW), RS.

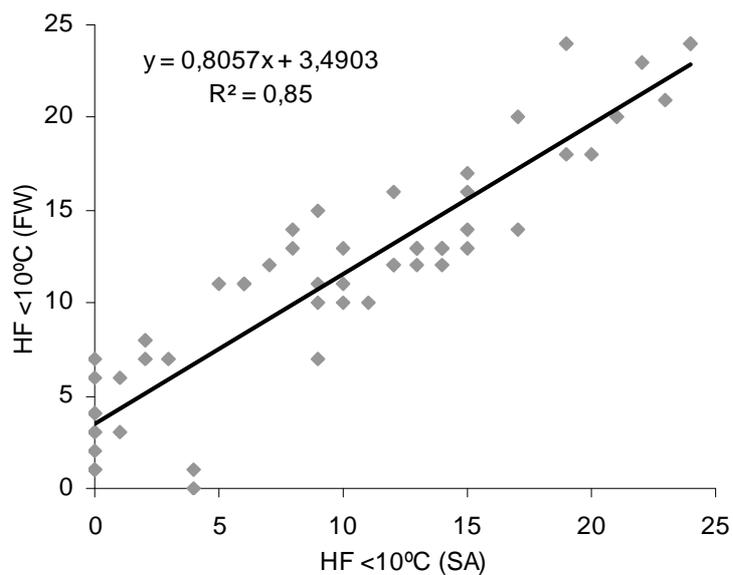


FIGURA 39. Relação entre horas de frio abaixo de 10°C, do ano de 2008, das estações meteorológicas dos Municípios de Santo Augusto (SA), RS e Frederico Westphalen (FW), RS.

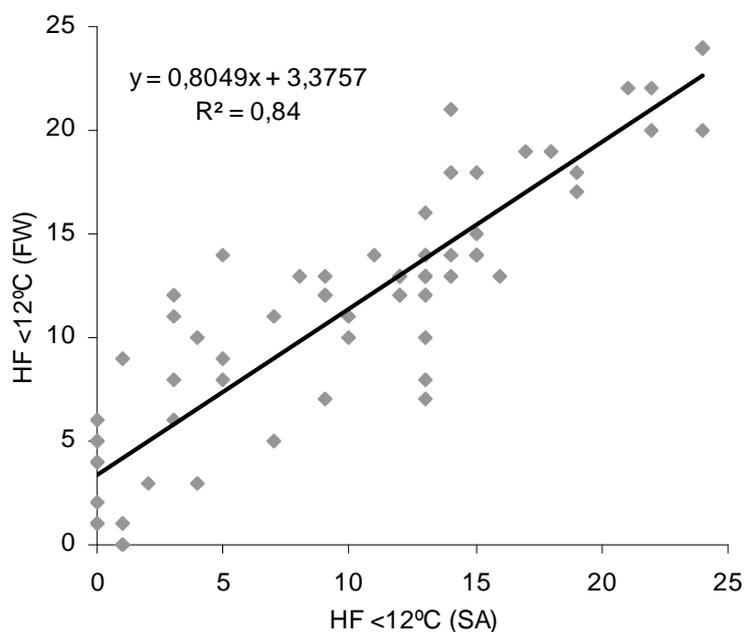


FIGURA 40. Relação entre horas de frio abaixo de 12°C, do ano de 2008, das estações meteorológicas dos Municípios de Santo Augusto (SA), RS e Frederico Westphalen (FW), RS.

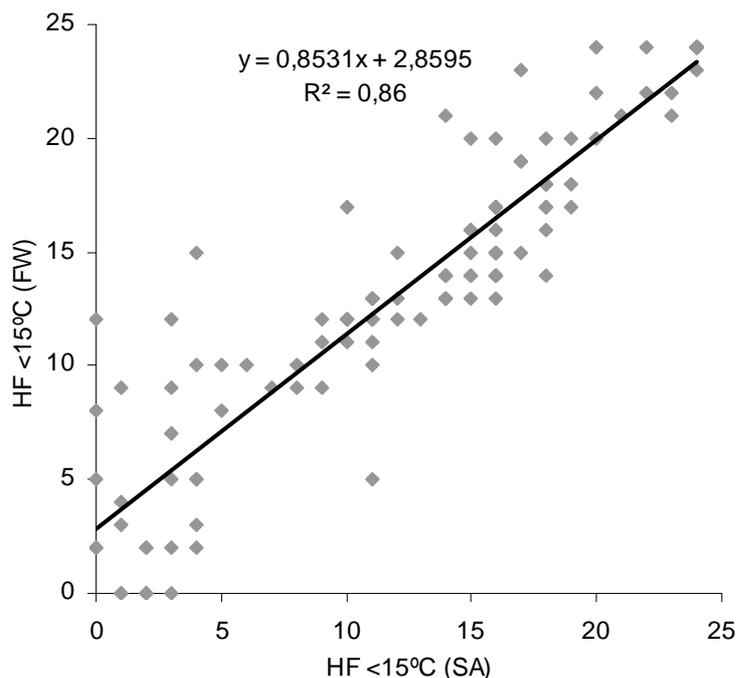


FIGURA 41. Relação entre horas de frio abaixo de 15°C, do ano de 2008, das estações meteorológicas dos Municípios de Santo Augusto (SA), RS e Frederico Westphalen (FW), RS.

TABELA 21. Regressões lineares para a estimativa de HF abaixo de 7, 10, 12 e 15°C, com dados de Santo Augusto, RS para Frederico Westphalen, RS.

HF	<7°C	<10°C	<12°C	<15°C
<b>Equações</b>	$y = 0,9566x + 1,0366$	$y = 0,8057x + 3,4903$	$y = 0,8049x + 3,3757$	$y = 0,8531x + 2,8595$
<b>R<sup>2</sup></b>	0,85	0,85	0,84	0,86

Na validação das equações utilizaram-se dados de horas de frio diários (< 7, 10, 12 e 15°C) do ano de 2009. Estimo u-se pelas equações, os dados de Frederico Westphalen a partir dos dados de Santo Augusto. Após comparou-se os dados estimados com os observados pelo teste de correlação de Pearson. Na Tabela 22 estão os resultados da validação das equações de estimativa.

TABELA 22. Correlações entre dados estimados de Santo Augusto, RS e observados de horas de frio, abaixo de 7, 10, 12 e 15°C, Frederico Westphalen, RS no ano de 2009.

<b>HF</b>	<b>&lt; 7°C</b>	<b>&lt; 10°C</b>	<b>&lt; 12°C</b>	<b>&lt; 15°C</b>
<b>Correlação</b>	0,76	0,79	0,88	0,90
<b>Significância</b>	1%	1%	1%	1%

Com as horas de frio do ano de 2009 para Frederico Westphalen, estimadas pelos dois procedimentos, procurou-se verificar qual deles foi o melhor a ser utilizado na estimativa de HF, para os anos que foram realizadas as coletas de dados fenológicos. Comparando as horas de frio observadas no ano de 2009 com as horas de frio estimadas nos dois procedimentos, pode-se observar (Tabela 23) que o procedimento por estimativa de temperatura horária foi mais preciso, pois a diferença entre HF estimada e observada foi menor nos dados estimados por temperatura horária, do que por HF.

TABELA 23. Horas de frio estimadas para Frederico Westphalen, RS a partir de dados de Santo Augusto, RS, por dois procedimentos, temperatura horária do ar (1,5m) e por horas de frio.

	<b>Horas de frio</b>			
	<b>&lt; 7°C</b>	<b>&lt; 10°C</b>	<b>&lt; 12°C</b>	<b>&lt; 15°C</b>
<b>Estimado por temperatura horária</b>	179	676	1076	1868
<b>Observado</b>	201	636	1031	1804
<b>Diferença</b>	-22	40	45	64
<b>Estimado por horas de frio</b>	305	910	1312	2039
<b>Observado</b>	201	636	1030	1804
<b>Diferença</b>	104	274	282	235

Reisser Junior *et al.* (2005) e Didoné *et al.* (1987) também obtiveram resultados coerentes quando estimaram, por regressão linear, dados

faltantes de horas de frio entre duas estações meteorológicas próximas. Reisser Junior *et al.* (2005) estimaram horas de frio entre estações meteorológicas distantes 15km e com diferença de 100m de altitude. Estes autores calcularam uma equação de regressão, para estimativa, com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 91,4%. Na validação os autores não informam o coeficiente de correlação linear ( $r$ ), mas concluem que se pode estimar horas de frio por este método para as estações estudadas no trabalho. Já Didoné *et al.* (1987) estimaram dados faltantes de horas de frio entre estações meteorológicas de vários municípios, sempre buscando a mais próxima, como por exemplo, Bagé e Jaguarão, Alegrete e Uruguaiana, entre outras. Os autores não informam os coeficientes de determinação das regressões. Na validação da equação de estimativa, obtiveram na maioria dos casos coeficientes de correlação linear ( $r$ ) acima de 83%.

#### **4.4 Caracterização meteorológica do período experimental**

A caracterização meteorológica foi realizada para temperatura do ar, precipitação pluvial, horas de frio e graus-dia. Os dados diários de temperatura, horas de frio e soma térmica foram estimados utilizando-se as equações obtidas por regressão linear no item anterior. As estimativas foram para os anos de observação fenológica, ou seja, 2000 a 2003 e 2005 a 2007. Os gráficos e tabelas com informações das condições meteorológicas do período experimental e comparações com séries mais longas (climatológicas) estão em Apêndice.

No Apêndice 1 são apresentadas as temperaturas médias mensais da série 1913-2005 (Iraí, RS) e os desvios dessa normal climatológica com

relação aos dados de temperatura dos anos de observação fenológica. Verifica-se que o ano de 2001 foi o mais aproximado dos valores da normal climatológica, excluído o mês de agosto, e que o ano de 2000 foi o que mais se diferenciou nos valores mensais da série.

No Apêndice 2 encontram-se as temperaturas mínimas médias mensais da série 1913-2005 (Iraí, RS) e os desvios dessa normal climatológica em relação aos dados de temperatura dos anos de observação fenológica para Frederico Westphalen. No Apêndice 2 verifica-se que os anos 2000 e 2003 foram os mais aproximados dos valores da série, excluído alguns meses destoantes. Os anos de 2001 e 2002 apresentaram temperaturas mínimas médias mensais com maiores desvios da série, com temperaturas acima desta. A maioria dos desvios, de maio a setembro, são positivos, sugerindo uma diminuição nas horas de frio.

No Apêndice 3 encontram-se as temperaturas máximas médias mensais da série 1913-2005 (Iraí, RS) e os respectivos desvios dessa série quando relacionada com os dados de temperatura dos anos de observação fenológica para Frederico Westphalen. Pode-se observar que o ano de 2000 apresentou valores mais próximos dos valores da série climatológica. Com exceção do ano de 2001, os outros anos apresentaram temperaturas máximas inferiores a série climatológica, principalmente o ano de 2007.

A precipitação pluvial observada em Frederico Westphalen nos anos de 1996 a 2006 variou de 1517mm a 2875mm totais anuais e as médias mensais destes anos variaram de 128mm em maio, a 311mm em outubro (Apêndice 4). A média dos totais anuais para esta região foi de 2121mm. A série climatológica de 1913-2005 (Iraí, RS), para precipitação pluvial mensal

na região variou entre 132mm em agosto e 195mm em outubro, sendo a média anual de 1850mm (Apêndice 4). Para o total anual de precipitação pluvial, o valor que mais se aproximou da série foi o ano de 2003 com 1819mm anuais. Para os anos do período experimental, o ano de 2004 (1517mm) foi de menor precipitação e o de 2000 (2217mm) de maior (Apêndice 4). Pode-se verificar que os anos listados na Apêndice 4 e a média destes apresentaram, na sua maioria, valores maiores que o da série. Ocorreram eventos de El Niño nos períodos de 1997-1998 (forte intensidade), 2002-2003 (moderada intensidade), 2004-2005 (fraca intensidade), 2006-2007 (fraca intensidade), e eventos do La Niña de 1998/1999 (moderada intensidade) e 1999/2000 (moderada intensidade) 2000-2001 (fraca intensidade) (NOOA, 2010). Comparando os anos de El Niño com os dados do Apêndice 4, observa-se aumento pronunciado de precipitação pluvial nos anos de 1997-1998, de forte intensidade. Nos anos de La Niña, não se observou precipitação pluvial abaixo do valor da série.

Para as horas de frio, utilizaram-se os dados diários estimados para horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C e calcularam-se horas de frio acumulada de maio a setembro e anualmente.

O acúmulo anual de horas de frio variou de 156 HF a 389 HF abaixo de 7°C e de 1239 HF a 1727 HF abaixo de 15°C, indicando que, para a região em questão, a temperatura limiar de 15°C para determinar horas de frio, tem menor variação no percentual de horas de frio acumulado em diferentes anos (Apêndice 5). Os valores para horas de frio abaixo de 7°C, estão de acordo com os obtidos nas imagens geradas na Figura 22 para o local do experimento, que para as três imagens ficou localizado na faixa de

200 a 250HF (abaixo de 7°C). As normais de horas de frio (Apêndice 6) para a Região Ecoclimática do Alto médio Uruguai, são de totais anuais de maio a setembro de 137 HF abaixo de 7°C e 394 HF abaixo de 10°C segundo Matzenauer *et al.* (2005). No entanto, estes valores são de uma Estação Meteorológica de Santa Rosa, RS, que está fora da Região Ecoclimática do Alto e Médio Vale do Uruguai e, portanto não aparece nas imagens geradas. Contudo, os resultados de Matzenauer *et al.* (2005) para Santa Rosa, RS (abaixo de 7°C) estão de acordo com o mapeamento que estimaram Herter *et al.* (2002b) no Zoneamento do Pessegueiro e Nectarineira para o Estado do Rio Grande do Sul.

O ano que mais se aproximou dos valores das normais quanto a horas de frio menores que 7 e 10°C foi o de 2002, todos os outros anos apresentaram soma de horas de frio superiores ao valor da normal.

Os graus-dia foram estimados pelas temperaturas máxima e mínima (Ometto, 1981). Calculou-se o acumulado mensal e anual para os anos do experimento. A temperatura base utilizada foi a da cultura do pessegueiro,  $T_b = 4,5^\circ\text{C}$  (Richardson *et al.*, 1974).

Os resultados obtidos para soma térmica (graus-dia), pelo método da temperatura máxima e mínima, estão no Apêndice 7.

## **4.5 Relações entre fenologia e variáveis meteorológicas**

### **4.5.1 Fenologia e horas de frio**

Com os dados de horas de frio estimados a partir de dados de Iraí e Santo Augusto, RS, foi possível calcular a necessidade em frio para brotar e florescer, de cada uma das cultivares estudadas. Cada cultivar foi avaliada em suas necessidades de frio hibernal, abaixo de 7°C, 10°C, 12°C e 15°C.

Pode-se observar nas Figuras 42 a 77, que não há um acúmulo elevado em horas de frio abaixo de 7°C, no entanto nos mesmos períodos temos valores maiores de horas de frio abaixo de 10, 12 e 15°C, possibilitando assim, que cultivares menos exigentes, possam suprir suas necessidades de frio em temperaturas acima de 7°C. Estas medidas de horas de frio, com limiares acima de 7,2°C, demonstram que este método pode ser até mais eficiente para o entendimento da capacidade de adaptação de uma cultura em determinada região do que utilizando o sistema de unidades de frio. Pois o método por unidades de frio usa um mesmo sistema de pontuação por frio para todas as cultivares, ou seja, determinados setores da medição sempre são mais valorizados (pontuam mais) do que outros. Portanto, em cultivares mais precoces este sistema de pontuação provavelmente não se ajusta ao aproveitamento de frio destas plantas.

Com a utilização de HF a patamares de 10, 12 e 15°C podemos melhor entender o comportamento de cultivares menos exigentes em frio, pois mesmo em regiões com acúmulo muito baixo de horas de frio abaixo de 7°C, em determinados anos, estas culturas tem um satisfatório florescimento e frutificação, o que pode ser explicado então pelo suprimento de frio em

outros patamares em que estas cultivares são sensíveis. Isto pode ser observado nas Figuras 42 a 77, especialmente nos anos de 2003, 2005 e 2006. Estas informações concordam com as observadas por Citadin *et al.* (2002), onde estes autores observaram respostas adequadas de cultivares de pessegueiro a horas de frio abaixo de 12°C. Para as cultivares Precocinho e Eldorado, os autores determinaram a necessidade em horas de frio (<12°C) de 200 e 365HF. Neste trabalho, fez-se a média dos 3 anos de menor acúmulo de horas de frio (2003, 2005 e 2006), para as mesmas cultivares, obtendo-se valores médios de 168HF para a Precocinho e 314HF para a Eldorado. Putti *et al.* (2003a) também observaram resultados semelhantes para cultivares precoces de macieira, Condessa e Baronesa, que apresentaram menor número de dias para a brotação na temperatura de 15°C, mostrando que as exigências em frio podem ser satisfeitas com temperaturas de até 15°C, dependendo da cultivar. Estes autores sugerem, portanto, que se pode usar novos métodos para mensurar necessidades de frio com intervalos maiores de temperaturas para as cultivares de menor exigência em frio.

Chavarria (2005) também verificou que temperaturas moderadas (<10 e <15°C) influenciam na eliminação da dormência de cultivares de baixa necessidade de frio, como no caso da Turmalina, e assim explicar porque tais cultivares, em locais onde não ocorre frio (temperaturas inferiores a 7,2°C), a brotação e floração são normais.

As Figuras 42 a 77 demonstram, por cultivar, a quantidade de frio necessária para florescer e brotar nos anos de 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e a média dos anos. No entanto, não é a média que devemos

tomar como referência em necessidade de frio por cultivar, e sim o menor valor necessário dentre os anos observados. Isto porque em muitos anos o requerimento de frio para a saída da endodormência já foi cumprido, mas as condições de temperatura de desenvolvimento para sair da ecodormência ainda não estão favoráveis, assim há um acúmulo fictício de horas de frio não mais necessários à cultivar.

Citadin *et al.* (2001) observaram que o acúmulo prolongado de frio (acima das reais necessidades das cultivares) caracteriza-se por antecipar mais a brotação do que a floração. Isto pode ser verificado, neste trabalho, no ano de 2007, quando houve elevado acúmulo de horas de frio e em torno de 50% das cultivares avaliadas ou brotaram antes de florescer ou os eventos ocorrem conjuntamente. Já no ano de 2006, quando o acúmulo de horas de frio foi baixo, 100% das cultivares floresceram antes de brotar, e na maioria das cultivares a floração ocorreu 20 a 30 dias antes da brotação.

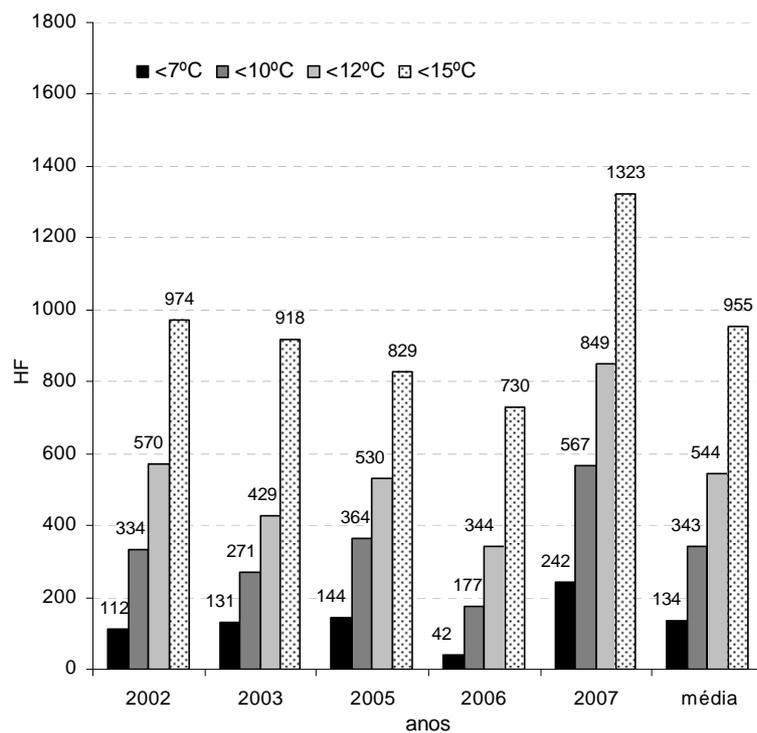


FIGURA 42. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15 necessárias para a brotação da cultivar Granada na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

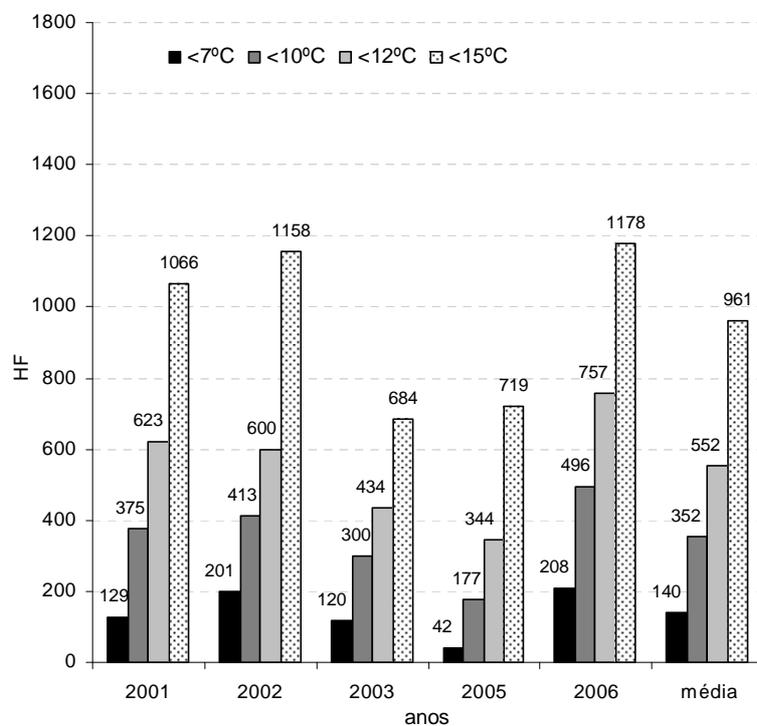


FIGURA 43. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15 necessárias para a floração da cultivar Granada na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e média.

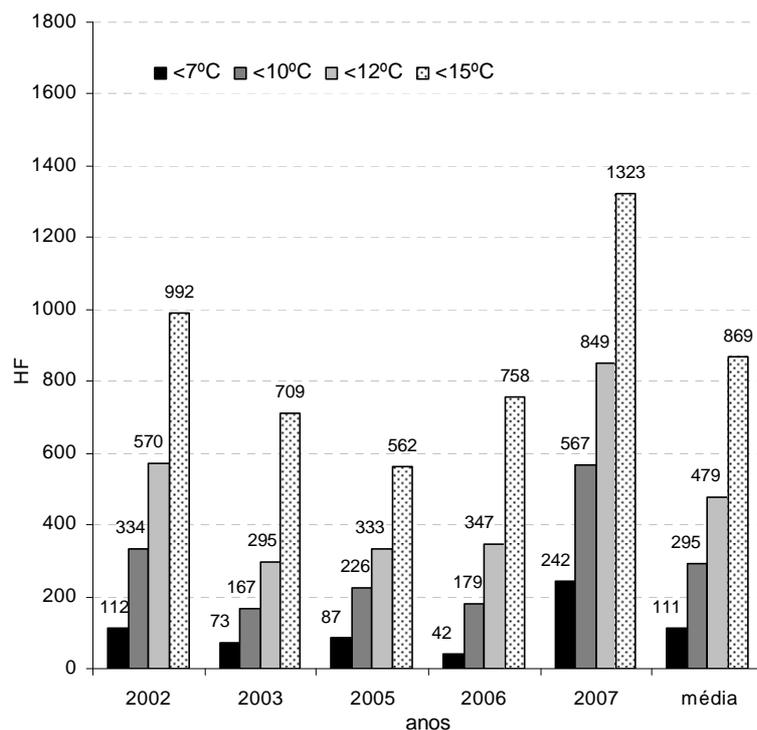


FIGURA 44. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Leonense na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

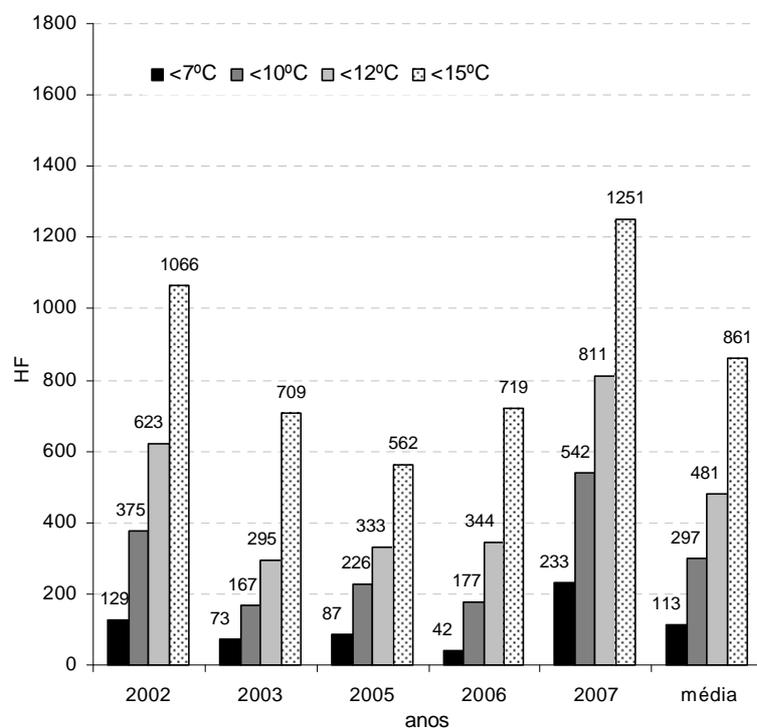


FIGURA 45. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Leonense na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e media dos anos.

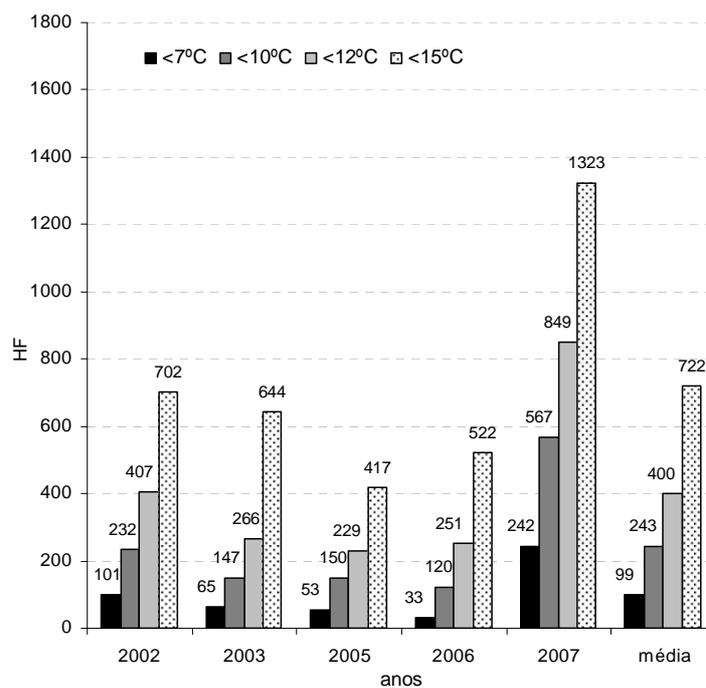


FIGURA 46. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Pepita na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

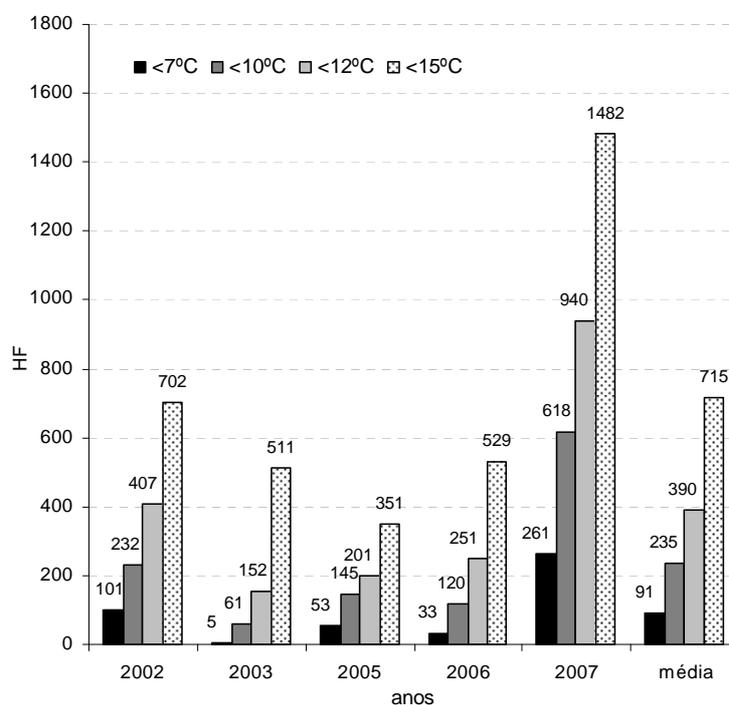


FIGURA 47. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Pepita na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

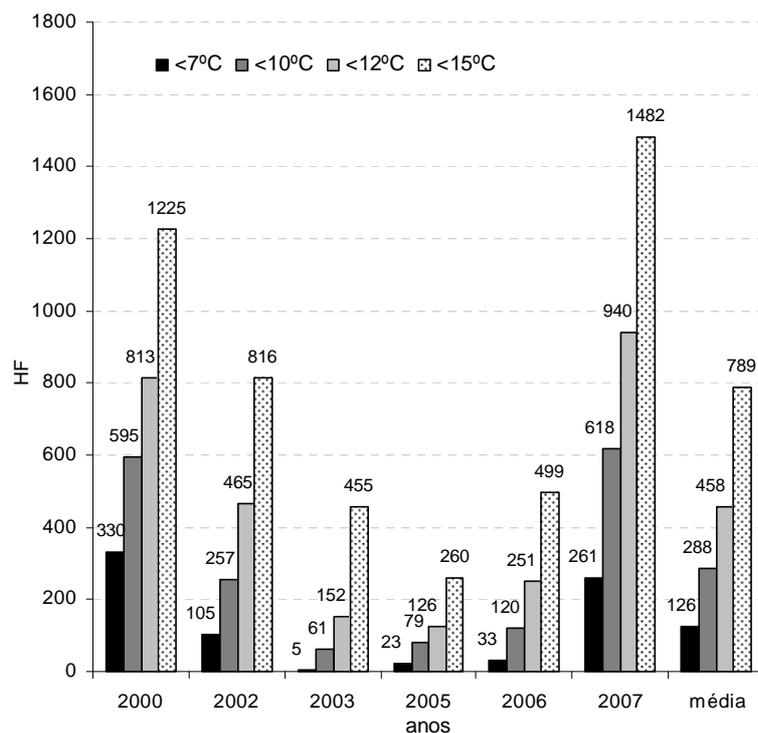


FIGURA 48. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Maciel na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

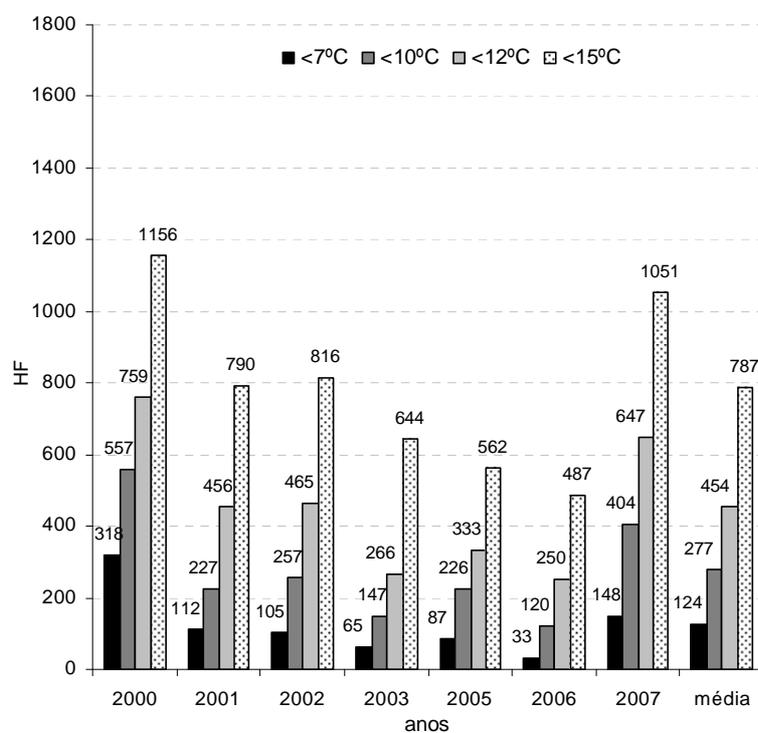


FIGURA 49. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Maciel na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

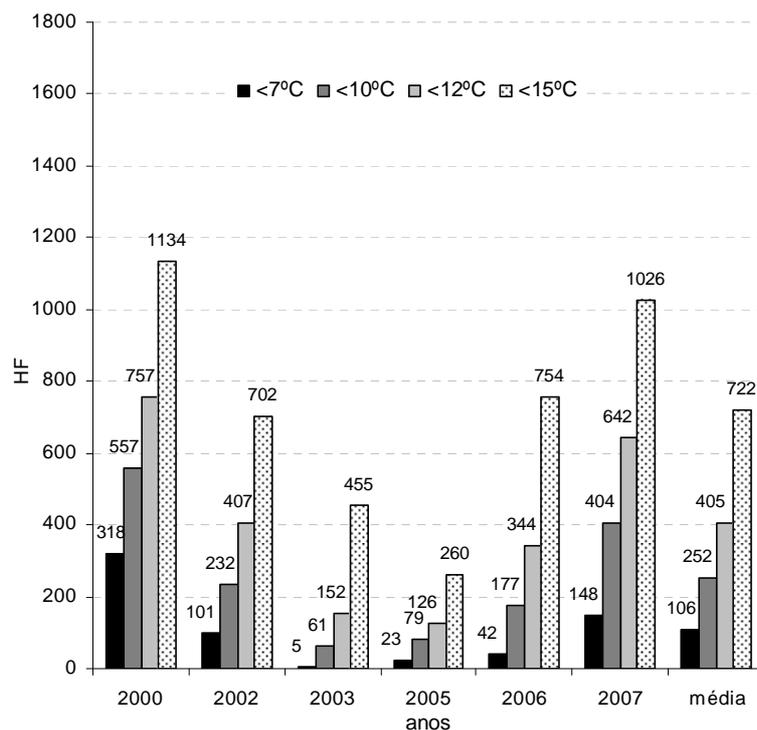


FIGURA 50. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Precocinho na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

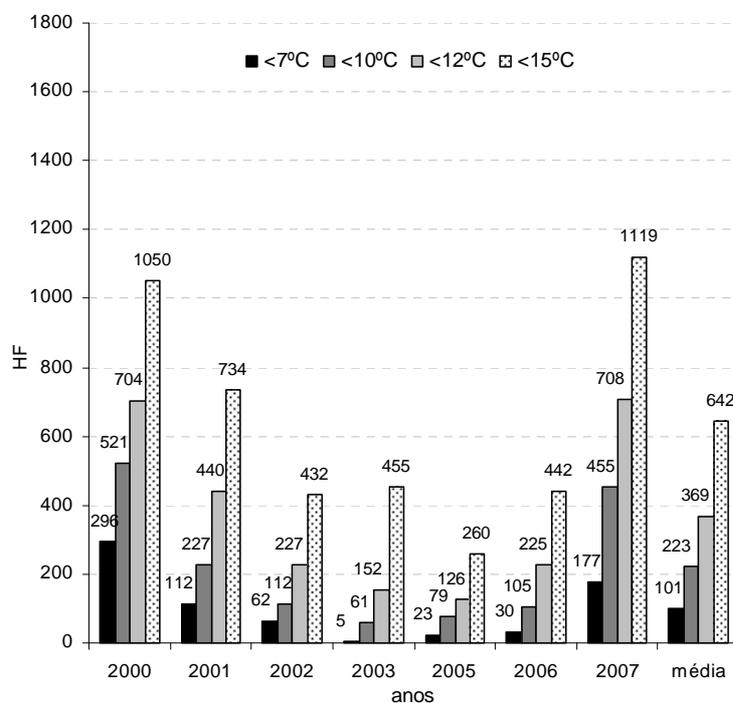


FIGURA 51. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Precocinho na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

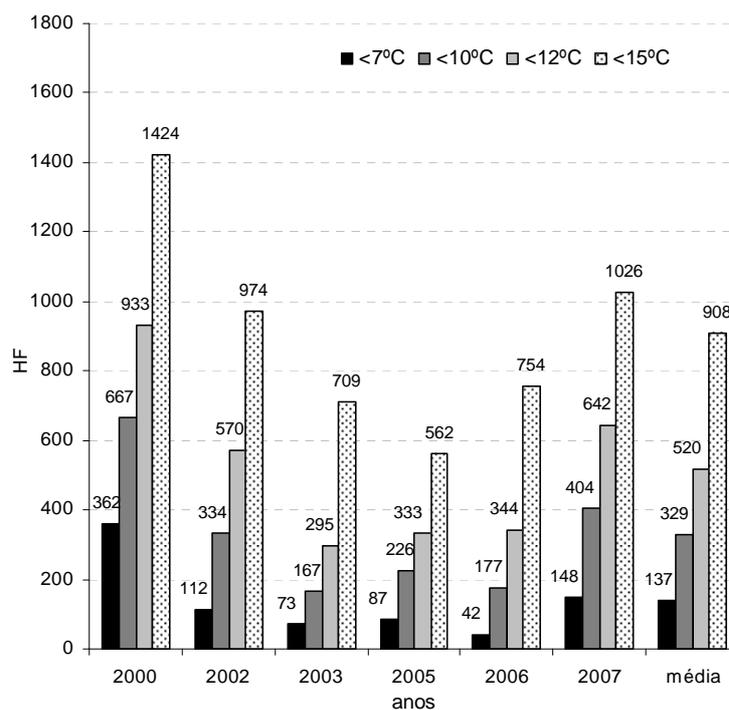


FIGURA 52. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Jubileu na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

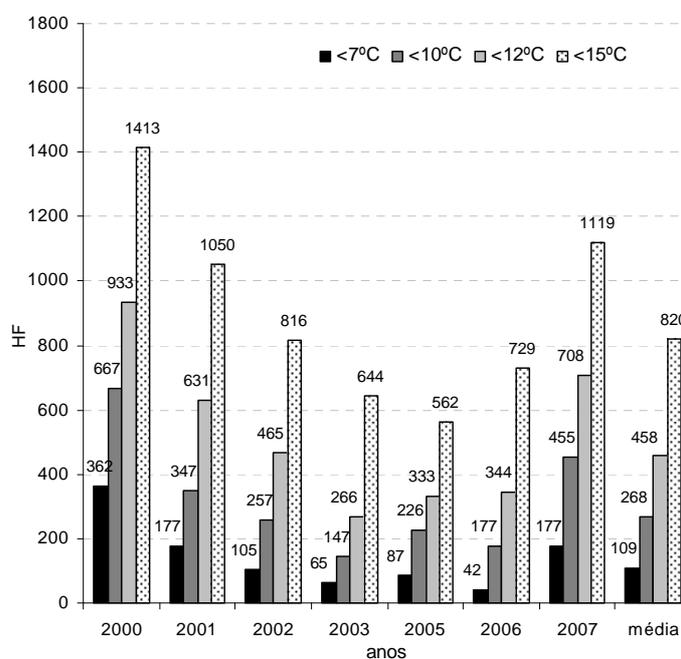


FIGURA 53. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Jubileu na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

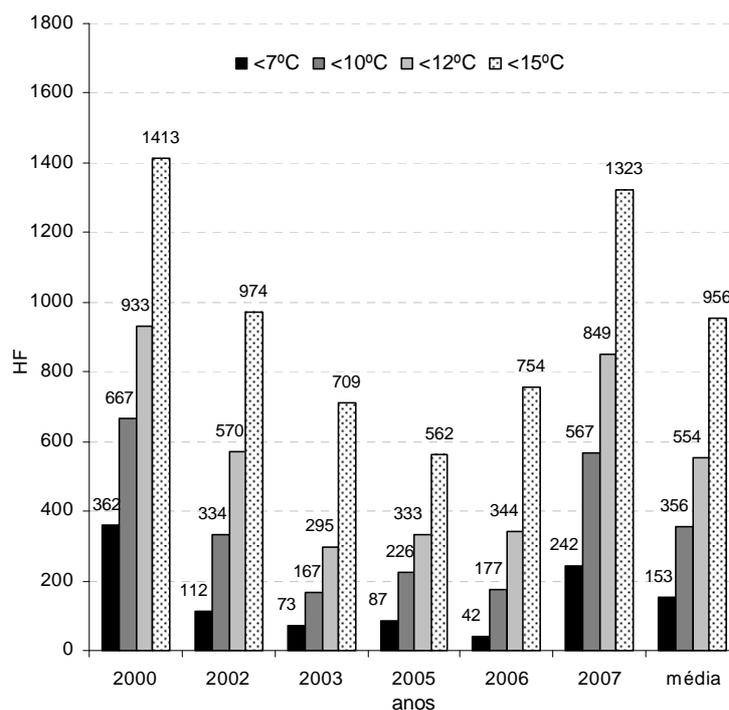


FIGURA 54. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Riograndense na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

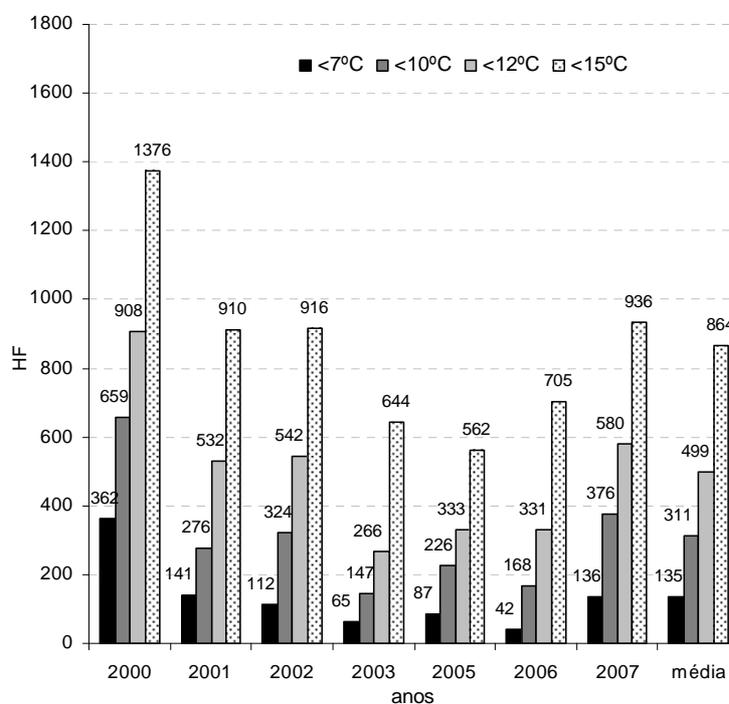


FIGURA 55. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Riograndense na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

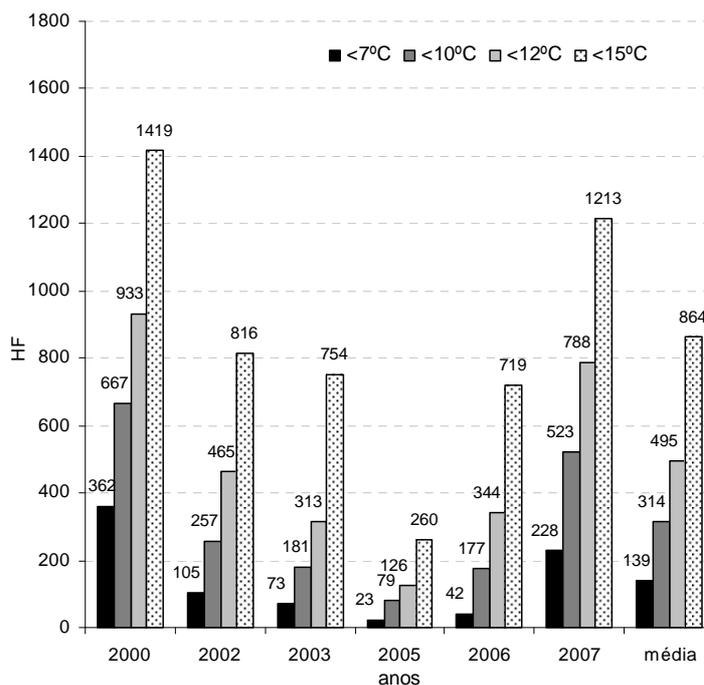


FIGURA 56. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Turmalina na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

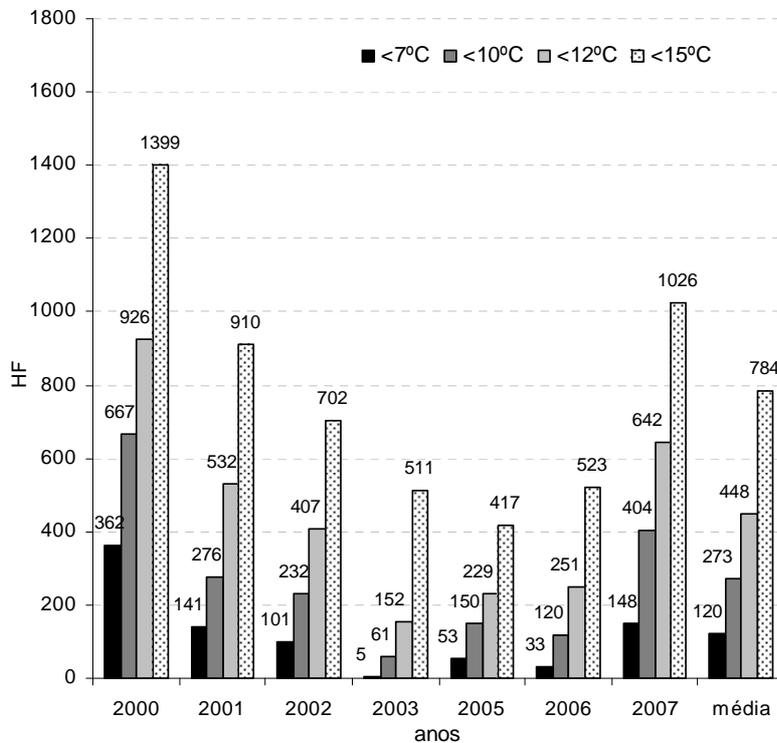


FIGURA 57. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Turmalina na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

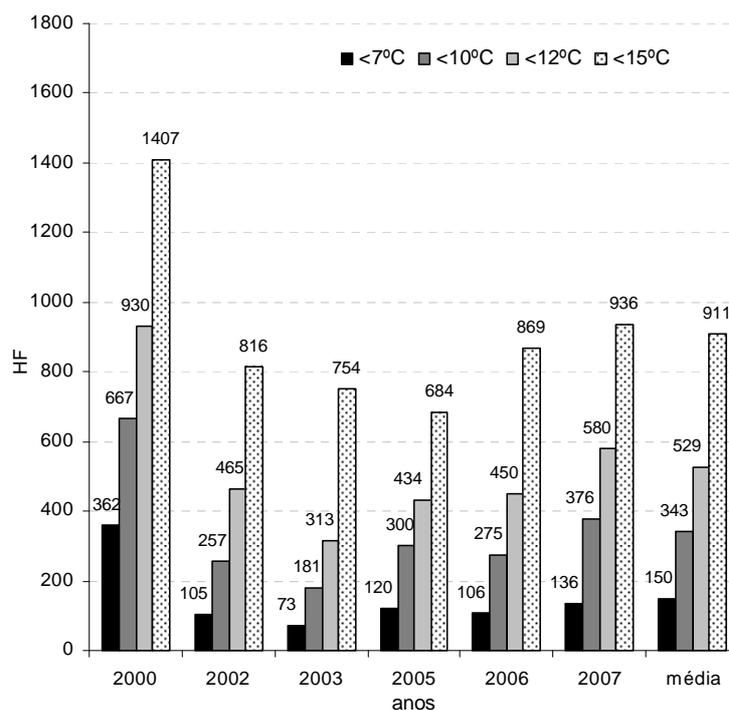


FIGURA 58. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Eldorado na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

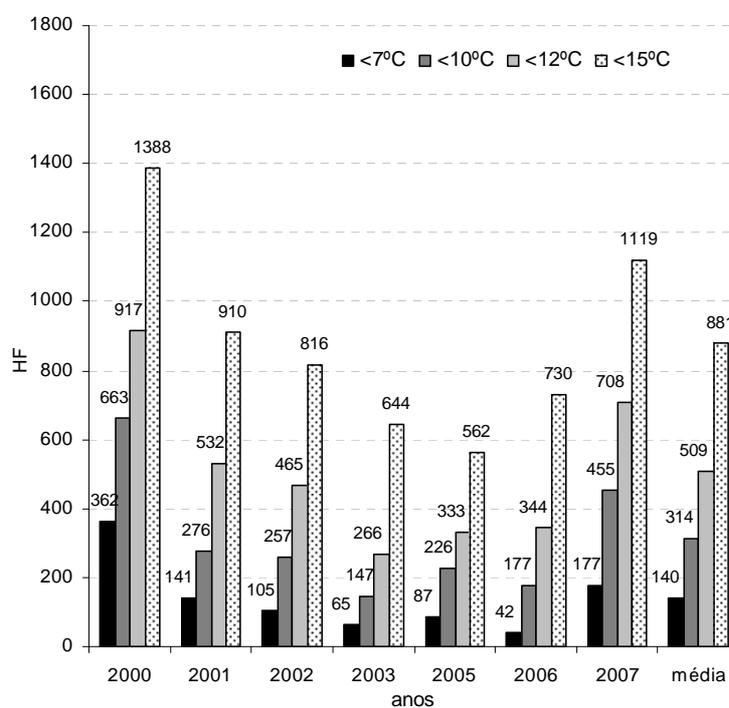


FIGURA 59. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Eldorado na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

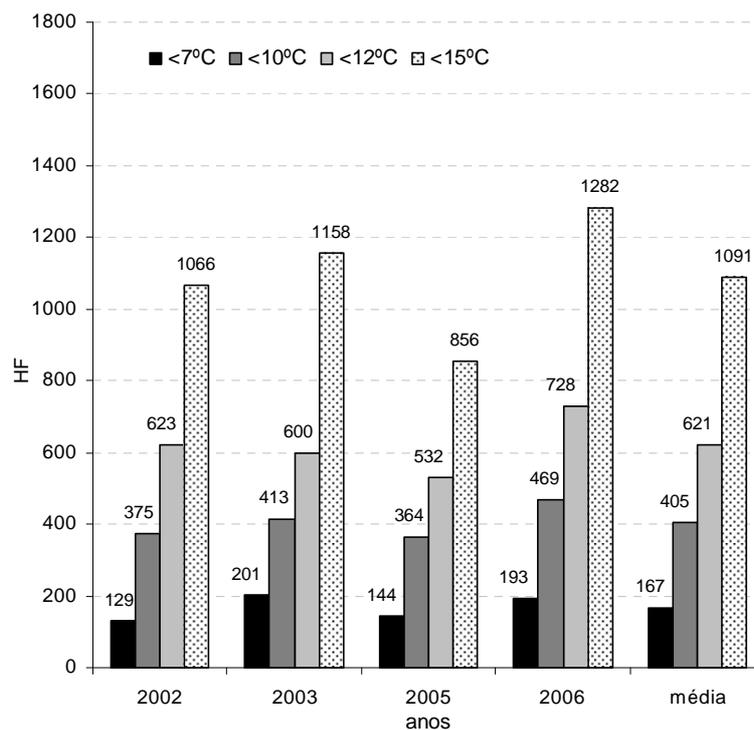


FIGURA 60. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Pils na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2002, 2003, 2005, 2006 e média.

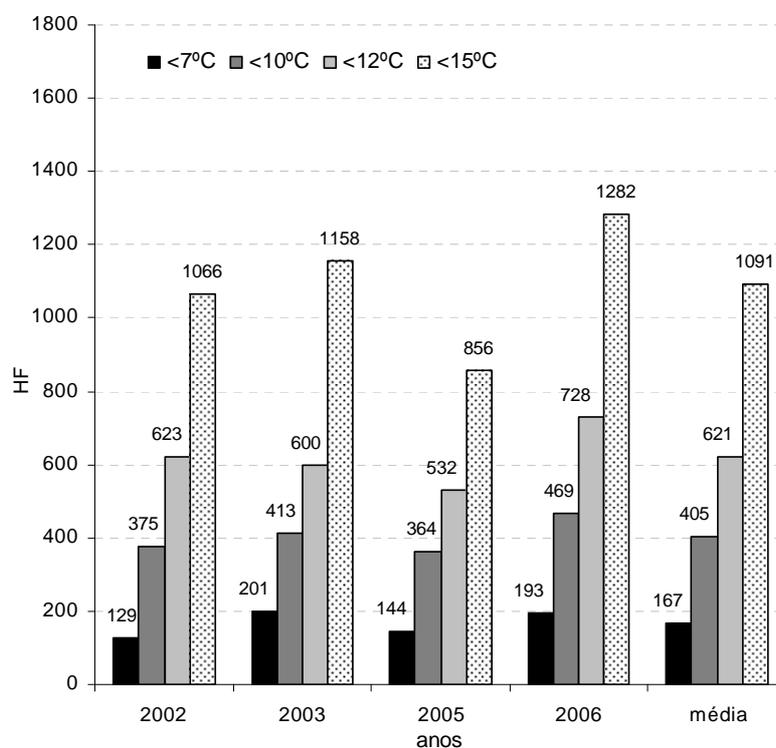


FIGURA 61. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Pils na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2002, 2003, 2005, 2006 e média

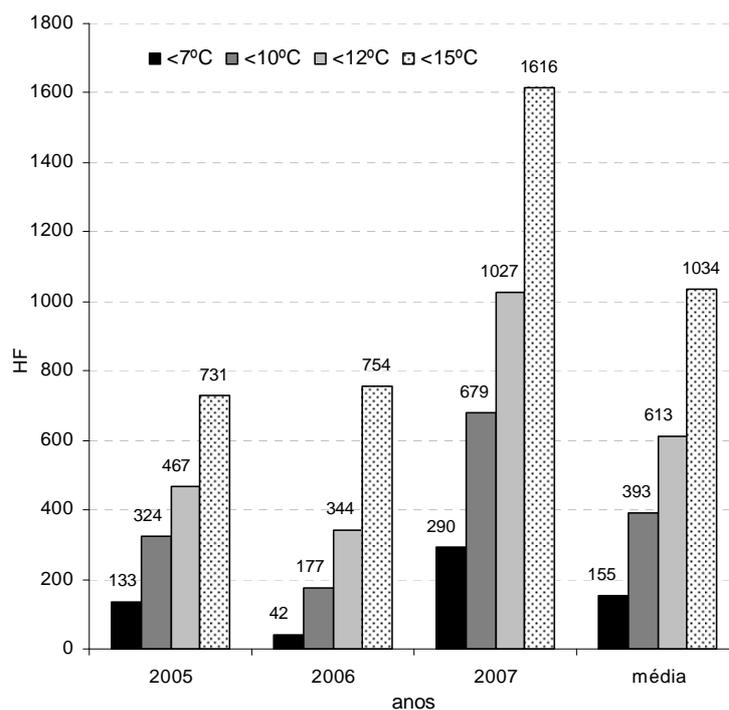


FIGURA 62. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Marfim na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2005, 2006, 2007 e média.

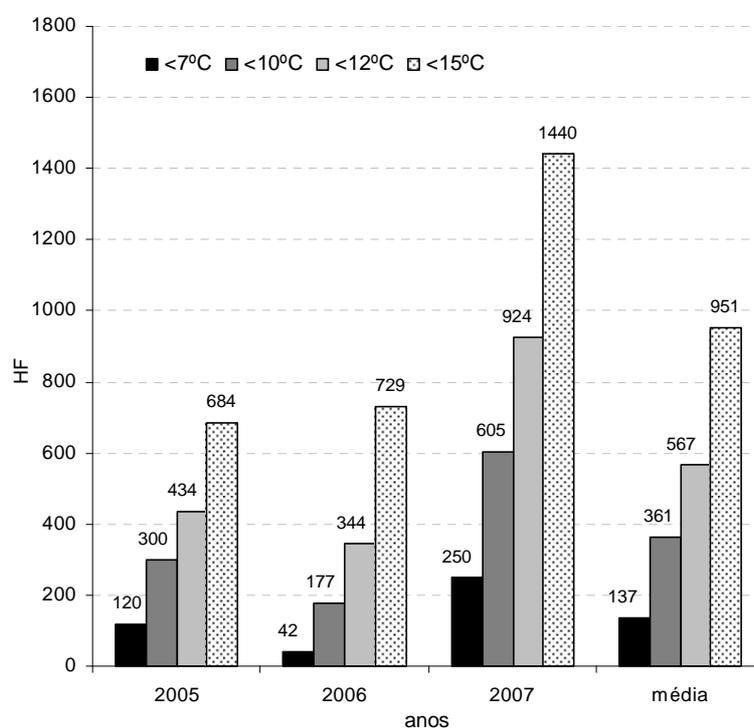


FIGURA 63. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Marfim na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2005, 2006, 2007 e média.

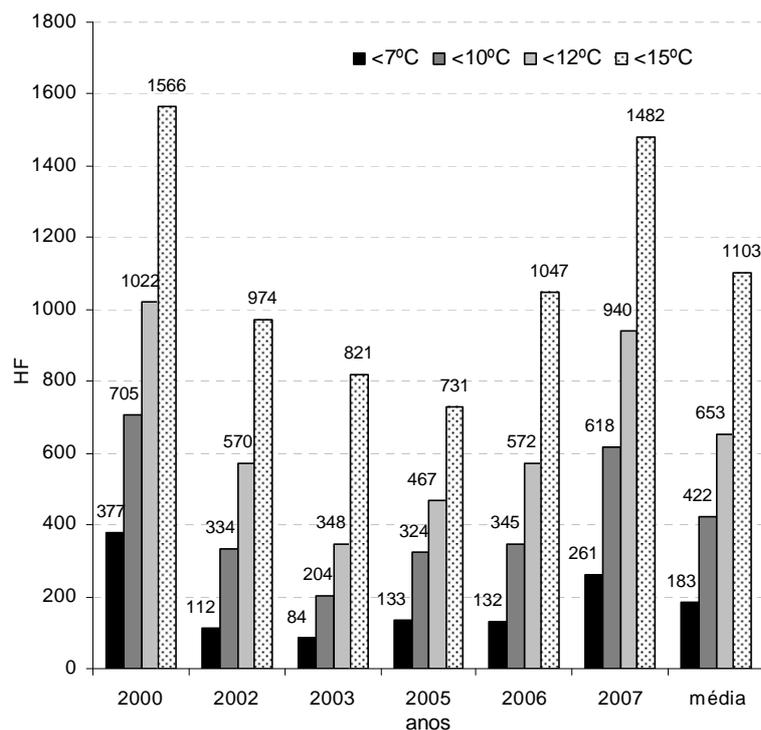


FIGURA 64. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Coral na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

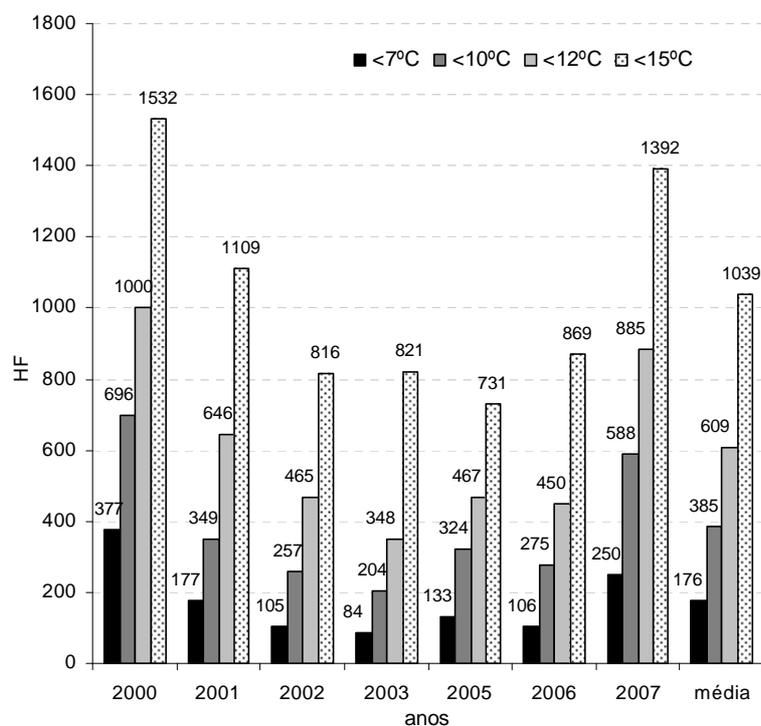


FIGURA 65. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Coral na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

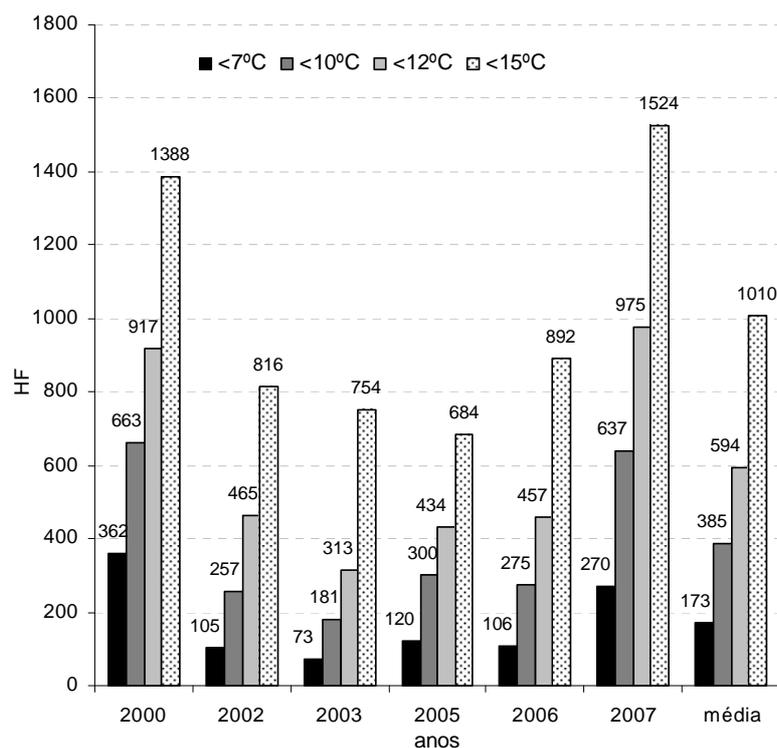


FIGURA 66. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Chimarrita na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

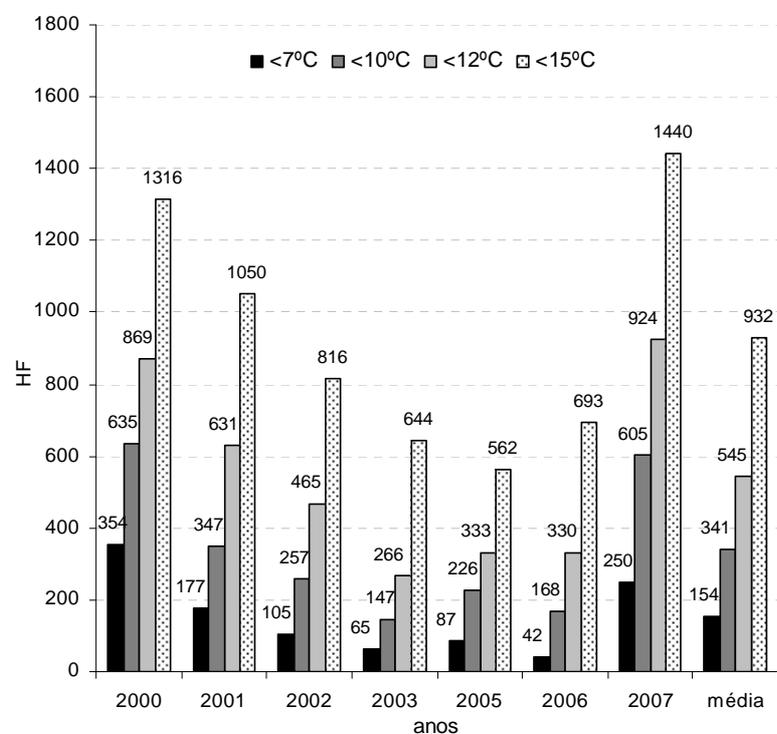


FIGURA 67. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Chimarrita na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

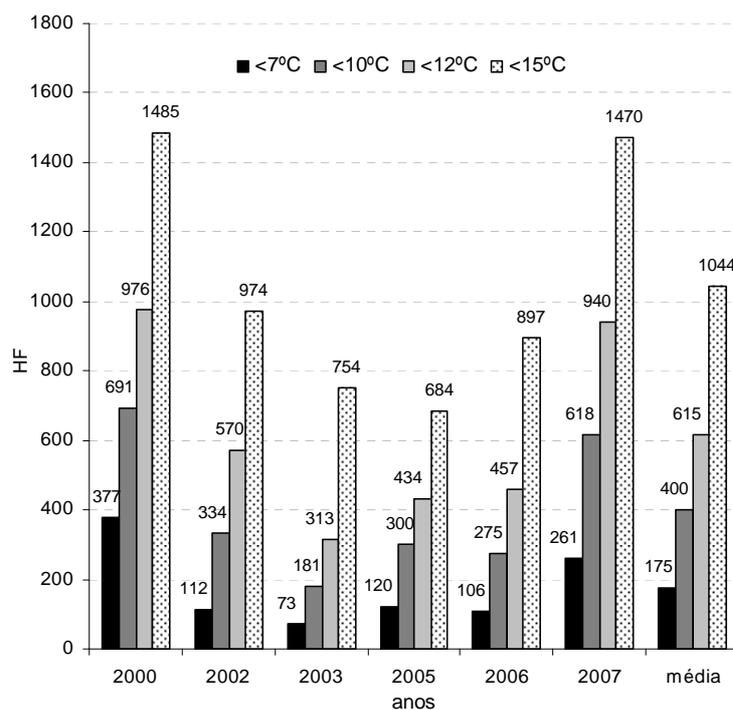


FIGURA 68. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Chinoca na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

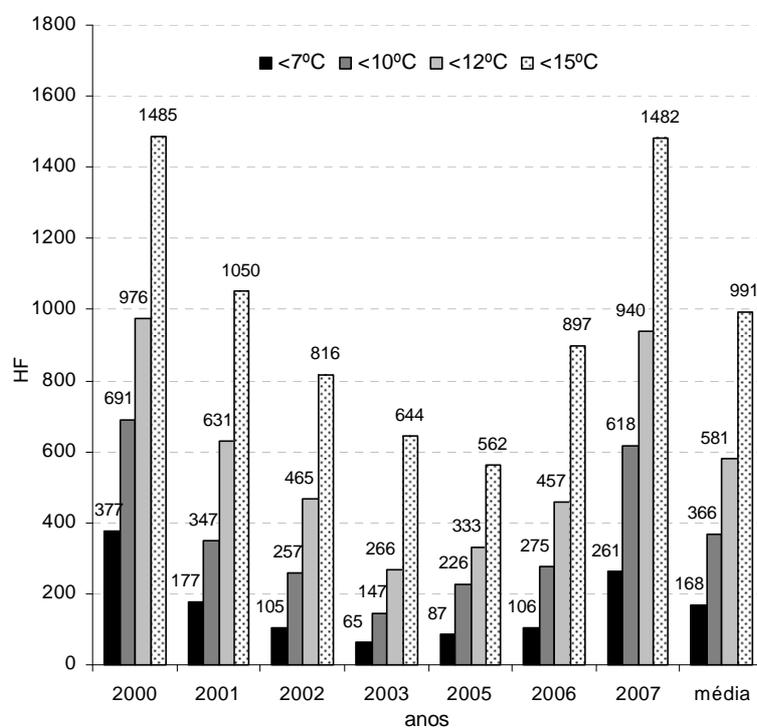


FIGURA 69. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Chinoca na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

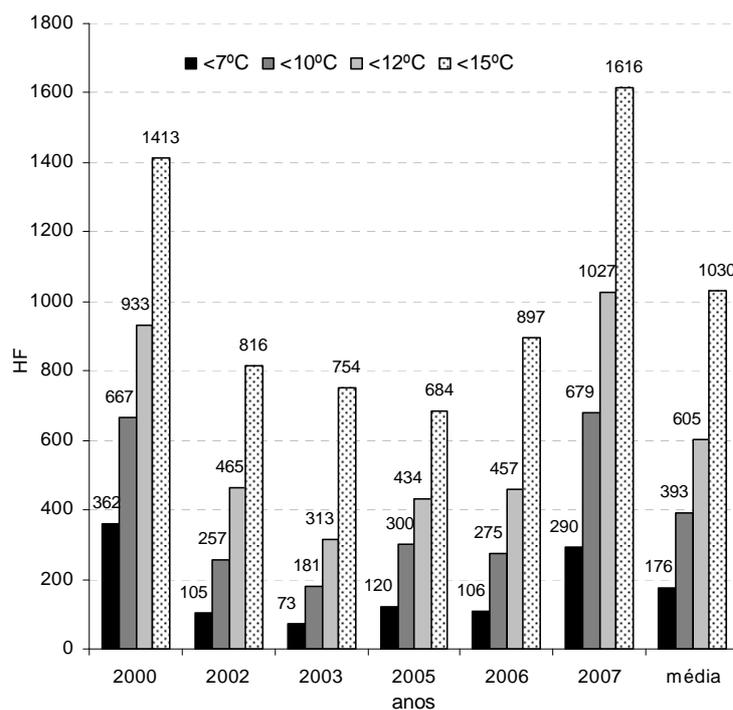


FIGURA 70. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Chirua na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

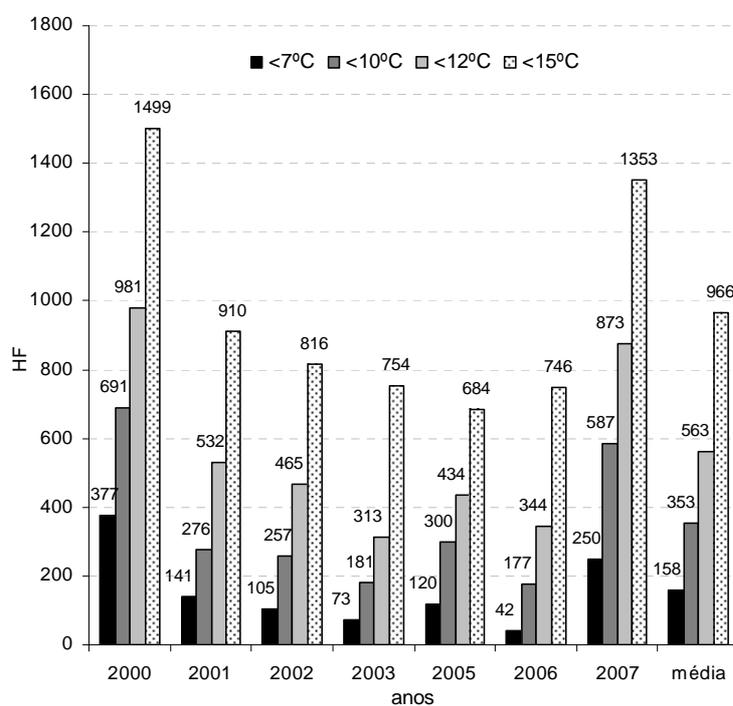


FIGURA 71. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Chirua na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

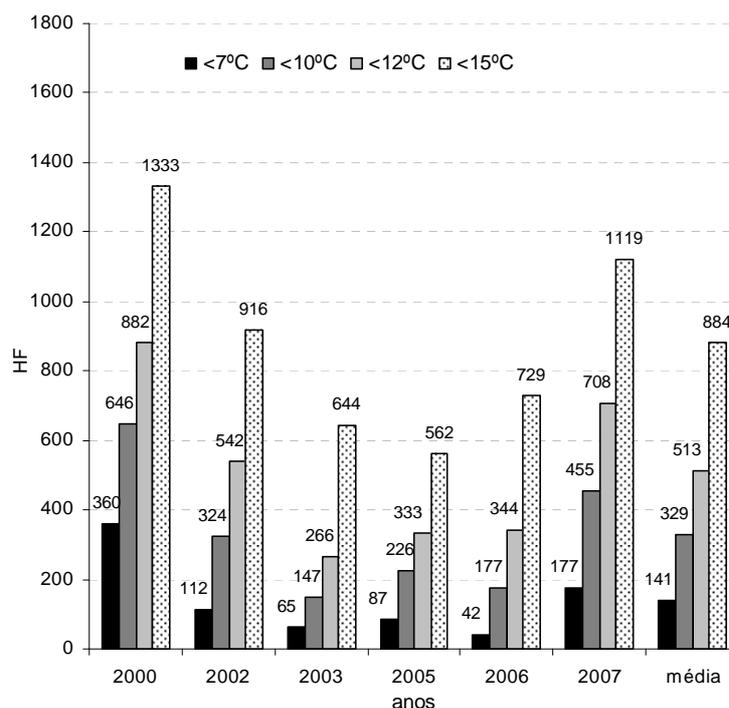


FIGURA 72. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Pampeano na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

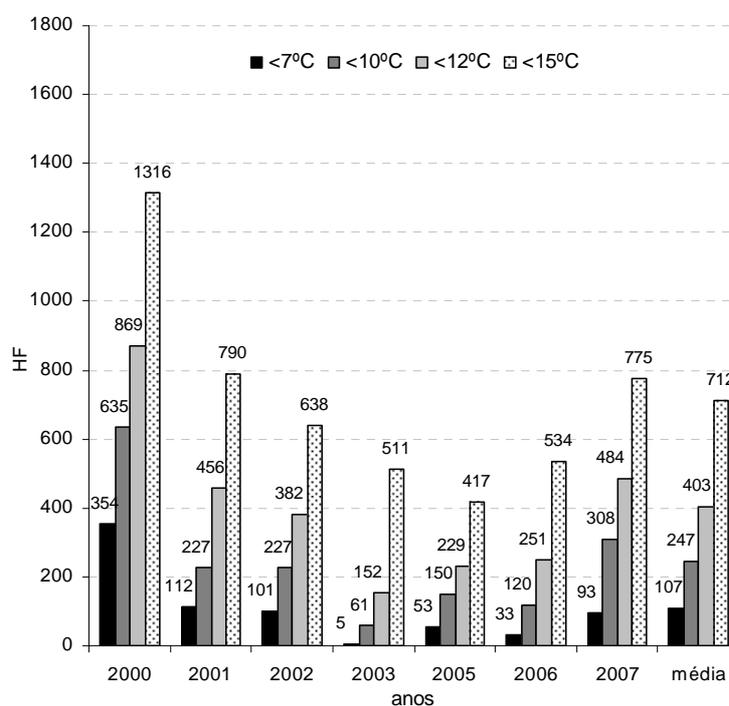


FIGURA 73. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Pampeano na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

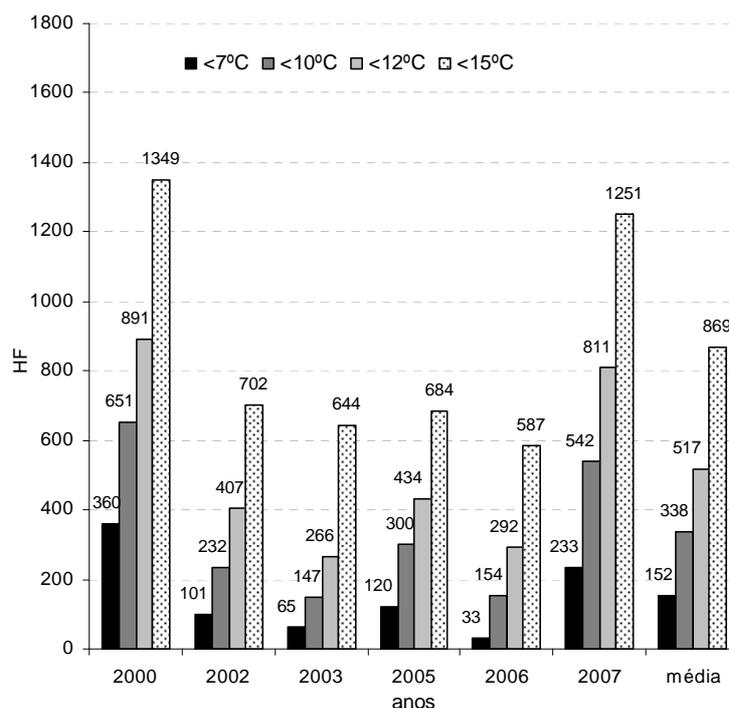


FIGURA 74. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Fla na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

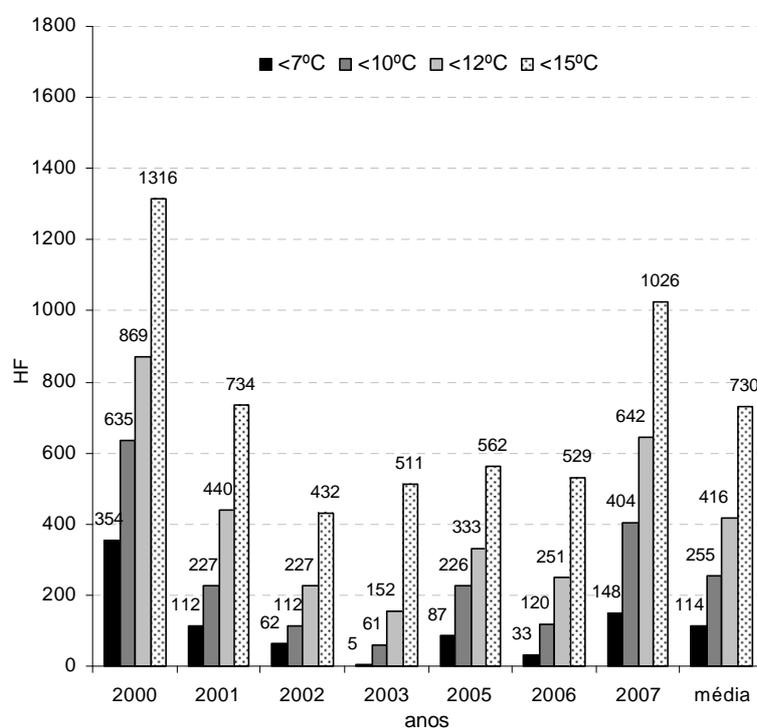


FIGURA 75. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Fla na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

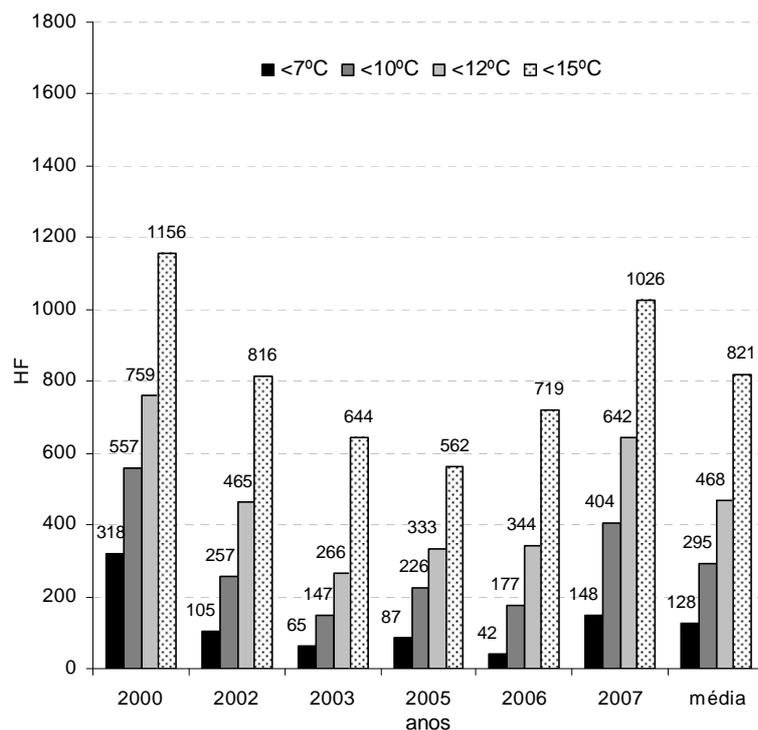


FIGURA 76. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a brotação da cultivar Premier na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

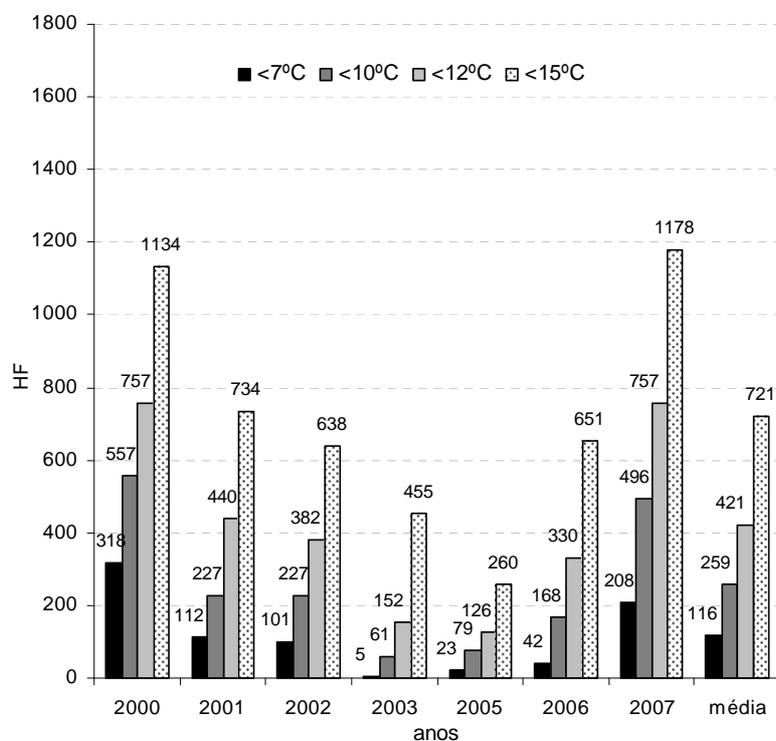


FIGURA 77. Horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C necessárias para a floração da cultivar Premier na região de Frederico Westphalen, RS, durante os anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006, 2007 e média.

#### **4.5.2 Fenologia e graus-dia**

Na relação com as cultivares de pessegueiro, utilizou-se os graus-dia calculados pelo método que utiliza temperatura mínima e máxima. A temperatura base considerada para cálculo foi de 4,5°C. Os dados foram calculados para os períodos e o ciclo (início de floração a fim de maturação) das cultivares de pessegueiro nos anos de observação fenológicas (Tabela 24).

TABELA 24. Graus-dia para cultivares de pessegueiro na floração (F), crescimento (C), maturação (M) e ciclo (T) (flor-fruto), nos anos de fenologia e média, para Frederico Westphalen, RS.

	2001	2002	2003	2005	2006	2007	Méd.	2001	2002	2003	2005	2006	2007	Méd.
<b>Precocinho</b>								<b>Turmalina</b>						
<b>F</b>	292	216	365	229	375	342	303	334	546	361	272	490	313	386
<b>C</b>	1038	1263	1052	1059	1006	1121	1090	1075	1110	1162	1113	1067	851	1063
<b>M</b>	363	380	397	469	109	361	346	320	433	499	667	270	470	443
<b>T</b>	<b>1692</b>	<b>1859</b>	<b>1814</b>	<b>1756</b>	<b>1491</b>	<b>1824</b>	<b>1739</b>	<b>1729</b>	<b>2089</b>	<b>2022</b>	<b>2052</b>	<b>1826</b>	<b>1635</b>	<b>1892</b>
<b>Fla</b>								<b>Pepita</b>						
<b>F</b>	292	407	368	279	345	313	334	nd	404	285	248	345	469	350
<b>C</b>	1038	839	772	773	815	898	856	nd	761	950	935	774	733	831
<b>M</b>	552	613	608	641	136	424	496	nd	381	289	263	242	837	403
<b>T</b>	<b>1882</b>	<b>1859</b>	<b>1748</b>	<b>1694</b>	<b>1296</b>	<b>1635</b>	<b>1686</b>	nd	<b>1546</b>	<b>1523</b>	<b>1447</b>	<b>1361</b>	<b>2040</b>	<b>1583</b>
<b>Premier</b>								<b>Leonense</b>						
<b>F</b>	499	356	365	328	nd	297	369	nd	nd	293	279	292	375	310
<b>C</b>	830	988	1067	1042	nd	956	976	nd	nd	1596	1704	1511	1163	1494
<b>M</b>	576	380	507	535	nd	329	465	nd	nd	249	1778	256	298	645
<b>T</b>	<b>1905</b>	<b>1724</b>	<b>1939</b>	<b>1905</b>	<b>nd</b>	<b>1582</b>	<b>1811</b>	nd	nd	<b>2138</b>	<b>3761</b>	<b>2059</b>	<b>1835</b>	<b>2448</b>
<b>Pampeano</b>								<b>Maciel</b>						
<b>F</b>	401	356	285	176	455	210	314	401	286	379	279	nd	315	332
<b>C</b>	830	754	855	818	796	967	837	1383	1253	1322	1279	nd	1065	1260
<b>M</b>	363	391	384	496	245	364	374	270	563	274	425	nd	341	375
<b>T</b>	<b>1594</b>	<b>1502</b>	<b>1523</b>	<b>1490</b>	<b>1496</b>	<b>1541</b>	<b>1524</b>	<b>2054</b>	<b>2102</b>	<b>1975</b>	<b>1983</b>	<b>nd</b>	<b>1721</b>	<b>1967</b>
<b>Riograndense</b>								<b>Chimarrita</b>						
<b>F</b>	442	417	379	279	429	224	362	352	429	379	279	443	422	384
<b>C</b>	1427	1054	1322	1279	964	1084	1188	1287	999	1322	1279	1166	1010	1177
<b>M</b>	146	433	274	305	203	448	302	609	674	400	562	553	182	497
<b>T</b>	<b>2015</b>	<b>1904</b>	<b>1975</b>	<b>1863</b>	<b>1597</b>	<b>1757</b>	<b>1852</b>	<b>2248</b>	<b>2102</b>	<b>2101</b>	<b>2120</b>	<b>2162</b>	<b>1615</b>	<b>2058</b>
<b>Jubileu</b>								<b>Eldorado</b>						
<b>F</b>	352	429	379	279	495	283	369	442	429	379	209	330	294	347
<b>C</b>	967	1543	1596	1583	1300	1400	1398	1897	1673	1845	1840	1665	1633	1759
<b>M</b>	460	263	363	396	396	200	347	488	313	283	314	242	384	337
<b>T</b>	<b>1779</b>	<b>2235</b>	<b>2338</b>	<b>2259</b>	<b>2191</b>	<b>1883</b>	<b>2114</b>	<b>2827</b>	<b>2415</b>	<b>2507</b>	<b>2364</b>	<b>2237</b>	<b>2310</b>	<b>2443</b>
<b>Chirua</b>								<b>Chinoca</b>						
<b>F</b>	442	429	320	410	413	283	383	352	485	379	279	438	469	400
<b>C</b>	967	1110	1156	1055	889	999	1030	1573	1360	809	773	708	599	970
<b>M</b>	320	563	400	562	463	335	441	477	257	1037	1067	463	428	621
<b>T</b>	<b>1729</b>	<b>2102</b>	<b>1876</b>	<b>2027</b>	<b>1766</b>	<b>1617</b>	<b>1853</b>	<b>2402</b>	<b>2102</b>	<b>2224</b>	<b>2120</b>	<b>1608</b>	<b>1496</b>	<b>1992</b>
<b>Granada</b>								<b>Coral</b>						
<b>F</b>	nd	nd	292	287	397	297	318	340	485	231	367	352	408	364
<b>C</b>	nd	nd	875	1168	1183	879	1026	1475	1360	1430	1288	1167	859	1263
<b>M</b>	nd	nd	274	425	205	309	303	477	257	249	257	514	567	387
<b>T</b>	nd	nd	<b>1441</b>	<b>1880</b>	<b>1785</b>	<b>1484</b>	<b>1648</b>	<b>2291</b>	<b>2102</b>	<b>1910</b>	<b>1911</b>	<b>2033</b>	<b>1833</b>	<b>2013</b>

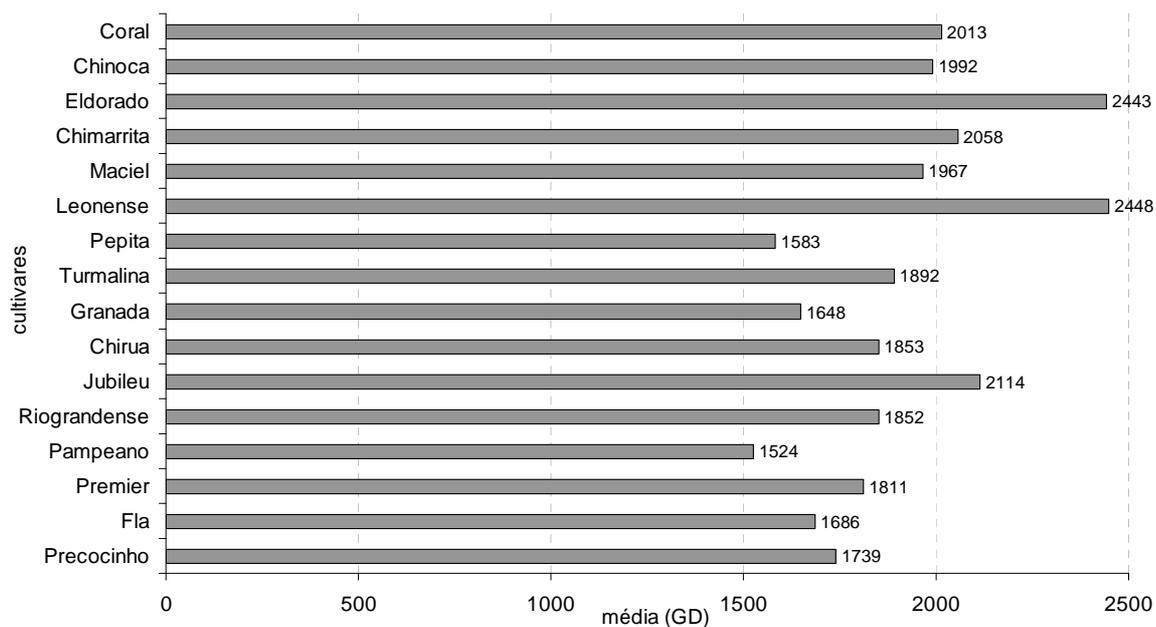


FIGURA 78. Graus-dia médio, dos anos de observação fenológica, para completar o ciclo (flor-fruto) das cultivares de pessegueiro, em Frederico Westphalen, RS.

A soma térmica variou, em média (Tabela 24 e Figura 78), de valores em torno de 1500 GD para cultivares de ciclo mais curto como Pepita e Pampeano, até valores próximos a 2500 GD para cultivares de ciclo mais longo como Eldorado e Leonense. Houve uma tendência das cultivares com maiores acúmulos em GD corresponderem as de ciclo fenológico (flor-fruto), em dias, mais longo e vice-versa. Isso indica, como era de se esperar, uma preponderante influência da temperatura no tamanho do ciclo.

#### **4.5.3 Relação entre a duração em dias e horas de frio acumuladas**

As relações numéricas a seguir visaram obter uma relação entre dados meteorológicos acumulados e o tempo em dias que levou determinado período fenológico.

Relacionou-se então o tempo em dias de primeiro de maio de cada ano com as datas de início de brotação e floração das cultivares Pampeano, Turmalina, Eldorado e Coral. As cultivares foram selecionadas pelas seguintes características: época de maturação de fruto; firmeza de polpa; cor de polpa; finalidade de uso (consumo in natura ou indústria), bem como, potencial de adaptação na região.

Nas Figuras 79 e 80 seguem os gráficos de regressão linear, com a equação da reta e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) das cultivares acima citadas em conjunto, para brotação e floração em horas de frio abaixo de 7, 10, 12, 15°C. Cada cultivar foi analisada individualmente para brotação e floração, gerando respectivas equações e  $R^2$  que estão descritos na Tabela 25. Nestas regressões (Tabela 25) o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi de 0,62 a 0,98.

Nos pontos que formam os gráficos das Figuras 79 e 80, os quais correspondem a cada ano de observação fenológica, pode-se observar uma variação quanto as horas de frio acumuladas para início de brotação e floração. Os maiores acúmulos de horas de frio podem ser explicados da seguinte forma: a cultivar em determinada data já atingiu as necessidades de frio hibernal para a saída de dormência, no entanto ainda não existem condições ambientais (temperatura do ar) para a saída da ecodormência e brotação ou floração. Assim a cultivar, por não haver manifestado os eventos

fenológicos em questão, segue o somatório do acúmulo de frio sem já necessitá-lo, sendo neste momento necessário na realidade, o acúmulo de calor. Estas observações concordam com as de Putti *et al.* (2003b), onde os autores comentam que a variação do tempo médio de brotação entre as cultivares de macieira podem estar relacionadas, não só com às exigências do frio, mas também com às exigências do calor, após ser satisfeita a dormência para que ocorra a brotação.

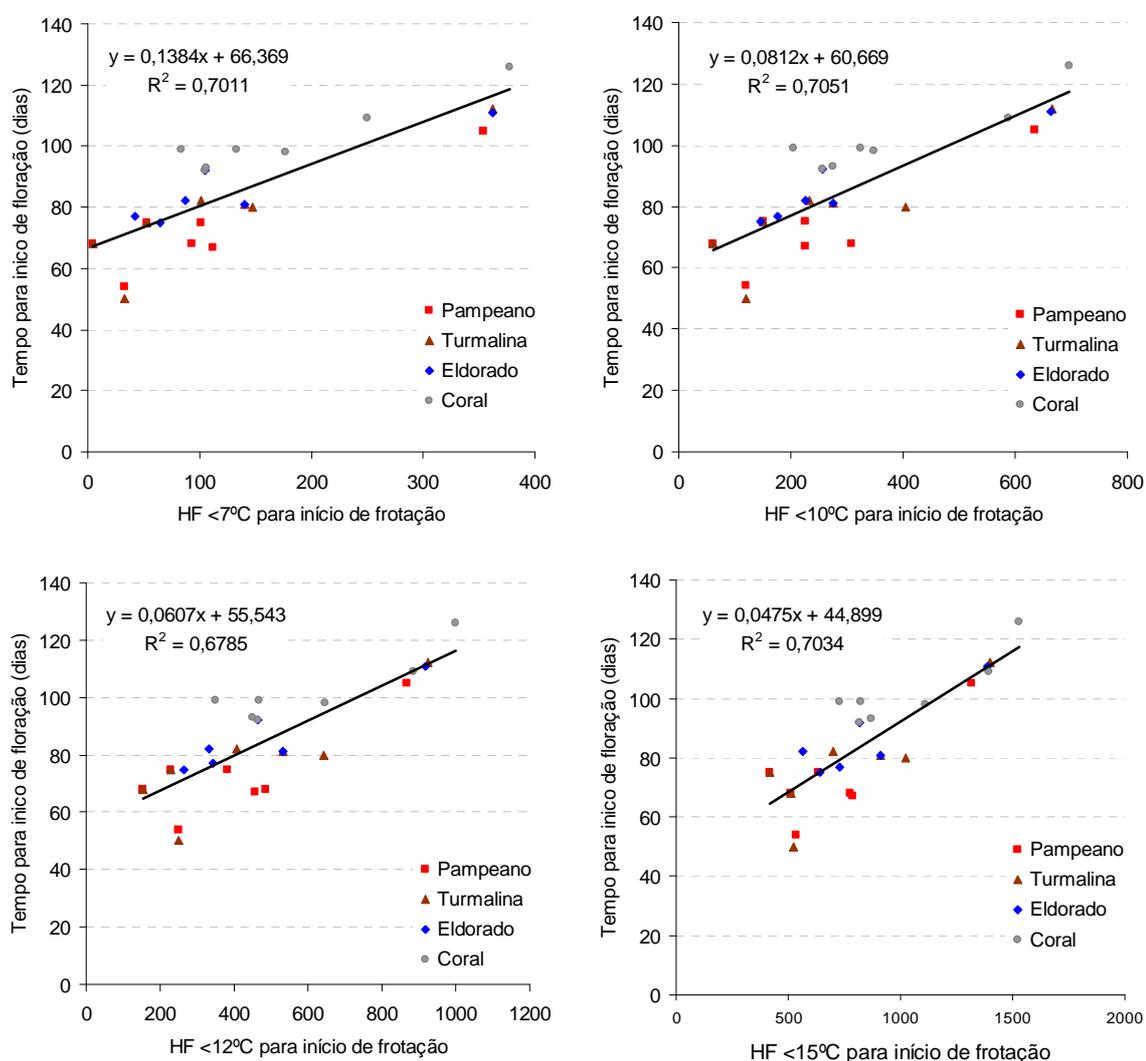


FIGURA 79. Relação entre duração em dias e horas de frio (HF) acumuladas, abaixo de 7, 10, 12 e 15°C, de 01 de maio até o início do período de floração da cultivares Pampeano, Turmalina, Eldorado e Coral, em Frederico Westphalen, RS.

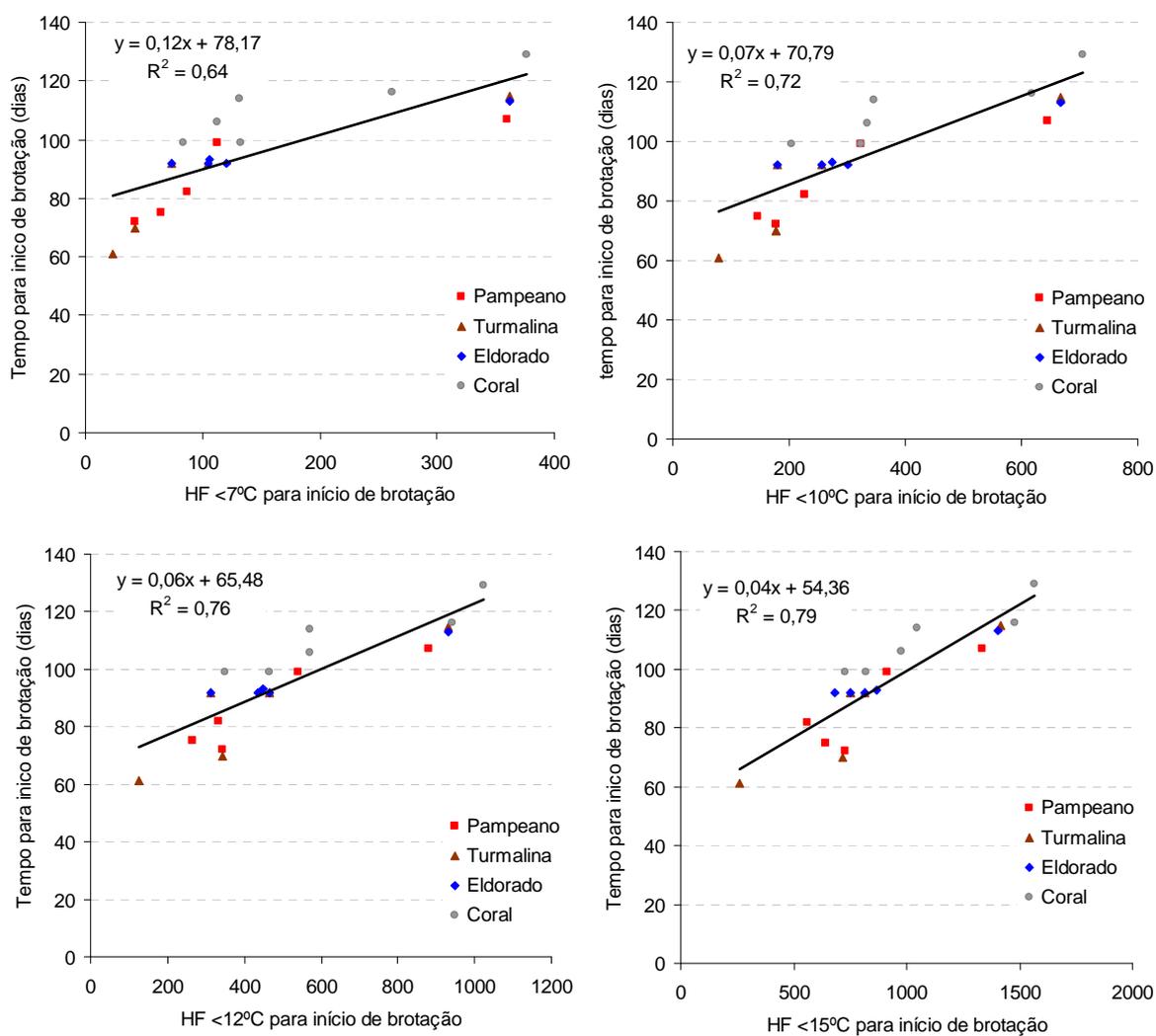


FIGURA 80. Relação entre duração em dias e horas de frio (HF) acumuladas, abaixo de 7, 10, 12 e 15°C, de 01 de maio até o início do período de brotação das cultivares Pampeano, Turmalina, Eldorado e Coral, em Frederico Westphalen, RS.

TABELA 25. Equações de regressão da relação entre duração em dias e horas de frio (HF) acumuladas, abaixo de 7, 10, 12 e 15°C, de 01 de maio até o início dos períodos de brotação e floração de cultivares de pessegueiro, em Frederico Westphalen, RS.

HF	Período	Cultivares			
		Pampeano		Turmalina	
		Equação	R <sup>2</sup>	Equação	R <sup>2</sup>
< 7°C	Brotação	$y=0,10x+73,68$	0,71	$y=0,13x+69,68$	0,78
	Floração	$y=0,1217x+60,09$	0,80	$y=0,14x+61,29$	0,82
< 10°C	Brotação	$y=0,07x+66,16$	0,82	$y=0,08x+63,85$	0,78
	Floração	$y=0,0713x+55,54$	0,74	$y=0,08x+56,81$	0,77
< 12°C	Brotação	$y=0,0563x+60,37$	0,85	$y=0,06x+58,62$	0,81
	Floração	$y=0,0523x+52,06$	0,63	$y=0,06x+52,47$	0,72
< 15°C	Brotação	$y=0,04x+51,07$	0,74	$y=0,05x+48,19$	0,86
	Floração	$y=0,041x+43,86$	0,62	$y=0,04x+43,61$	0,69
HF	Período	Eldorado		Coral	
		Equação	R <sup>2</sup>	Equação	R <sup>2</sup>
		< 7°C	Brotação	$y=0,08x+84,47$	0,98
Floração	$y=0,11x+72,11$		0,86	$y=0,1071x+83,44$	0,90
< 10°C	Brotação	$y=0,0476x+80,42$	0,95	$y=0,0532x+88,06$	0,80
	Floração	$y=0,07x+66,62$	0,90	$y=0,0589x+79,62$	0,84
< 12°C	Brotação	$y=0,04x+76,75$	0,94	$y=0,04x+84,81$	0,83
	Floração	$y=0,05x+61,23$	0,86	$y=0,0418x+76,82$	0,76
< 15°C	Brotação	$y=0,03x+67,87$	0,96	$y=0,0312x+76,13$	0,86
	Floração	$y=0,04x+52,44$	0,78	$y=0,0326x+68,41$	0,75

Pela Tabela 26 é possível obter o valor médio, dos anos de observação fenológica do experimento, para a estimativa em dias do início da floração e brotação pelas equações da Tabela 25.

TABELA 26. Média da duração em dias e horas de frio (HF) acumuladas, abaixo de 7, 10, 12 e 15°C, de 01 de maio até o início dos períodos de brotação e floração de cultivares de pessegueiro, em Frederico Westphalen, RS.

Cultivar	Início do período	Duração		HF acumulada			
		dias	<7°C	<10°C	<12°C	<15°C	
Pampeano	Brotação	87	133	304	473	837	
	Floração	73	107	247	403	712	
Turmalina	Brotação	86	121	272	436	794	
	Floração	78	120	273	448	784	
Eldorado	Brotação	96	153	336	518	906	
	Floração	86	134	291	476	842	
Coral	Brotação	111	183	422	653	1103	
	Floração	102	176	385	609	1039	

#### 4.5.4 Relação entre a duração em dias e graus-dia dos períodos fenológicos da cultura do pessegueiro

Os períodos fenológicos determinados na forma de acúmulo de graus-dia são aqui relacionados com a duração dos mesmos em dias. Estas relações visaram determinar o início de crescimento de fruto e o início de maturação de fruto. Para determinação de início de crescimento de fruto foi utilizado o período floração, início ao fim da floração, o que também pode-se chamar de início de floração ao início de crescimento de fruto. Para determinação de início de maturação de fruto foi utilizado o período crescimento do fruto, início ao fim do crescimento do fruto, o que também pode-se chamar de início do crescimento do fruto ao início de maturação de fruto. Também utilizou-se para determinação do início de maturação do fruto, um período mais longo, do início de floração ao fim do crescimento do fruto, podendo também ser colocado como início de floração a início de

crescimento do fruto.

Nesta relação (Figura 81) os  $R^2$  foram elevados, demonstrando um bom ajuste da reta da regressão aos pontos observados nos anos de fenologia. Os resultados encontrados diferem daquele obtido por Lopez & DeJong (2007), que não encontraram relação entre, soma de GD do período de início ao fim de crescimento de fruto, com o tempo em dias do mesmo período (tempo para início de maturação).

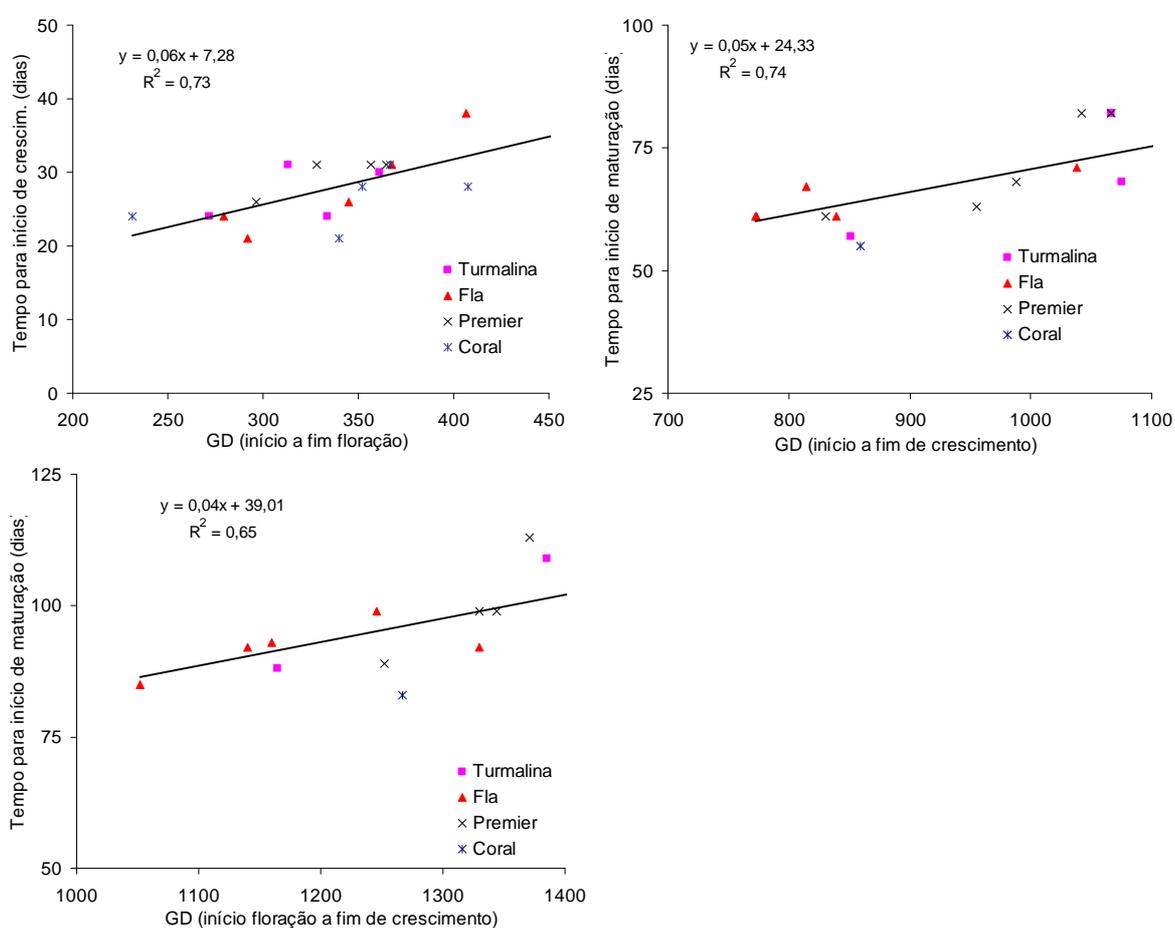


FIGURA 81. Relação entre duração em dias e graus-dia (GD) acumulados, do início ao fim de floração; do início ao fim do crescimento de fruto; e do início do florescimento ao fim de crescimento do fruto das cultivares Turmalina, Fla, Premier, Coral em Frederico Westphalen, RS.

Na tabela 27 estão resumidas as equações e  $R^2$  das regressões individuais das quatro cultivares. Pela Tabela 28 é possível obter o valor médio, dos anos de observação fenológica do experimento, para a estimativa em dias do início do períodos de crescimento e maturação do fruto.

TABELA 27. Equações de regressão da relação entre duração em dias e graus-dia (GD) acumulados, do início ao fim de floração; do início ao fim do crescimento de fruto; e do início do florescimento ao fim de crescimento do fruto, de cultivares de pessegueiro, em Frederico Westphalen, RS.

Cultivar	Período fenológico					
	Início ao fim de floração		Início ao fim de crescimento do fruto		Início floração ao fim de crescimento do fruto	
	Equação	$R^2$	Equação	$R^2$	Equação	$R^2$
Fla	$y=0,1176x-11,77$	0,87	$y=0,0351x+34,42$	0,71	$y=0,0296x+57,10$	0,40
Premier	$y=0,053x+11,84$	0,92	$y=0,0963x-22,81$	0,77	$y=0,1464x-94,39$	0,85
Turmalina	$y=0,0569x+9,03$	0,84	$y=0,0897x-19,89$	0,75	$y=0,0654x+11,71$	0,72
Coral	$y=0,055x+8,33$	0,61	$y=0,0543x+10,55$	0,92	$y=0,0555x+17,23$	0,74

TABELA 28. Média da duração em dias e dos graus-dia (GD) acumulados, do início ao fim de floração, do início ao fim do crescimento de fruto e do início do florescimento ao fim de crescimento do fruto, de cultivares de pessegueiro, em Frederico Westphalen, RS.

Cultivar	Período fenológico					
	Início de floração ao início de crescimento		Início de crescimento ao início de maturação		Início de floração ao início de maturação	
	dias	GD	dias	GD	dias	GD
Turmalina	31	386	76	1063	107	1449
Fla	28	338	64	847	92	1186
Premier	31	369	71	976	103	1346
Coral	28	364	79	1263	108	1627

Numa relação semelhante à testada por Wrege *et al.* (2005), na qual se relacionou tempo em dias (do fim da floração ao início da maturação) com GD acumulados 30 dias após a floração, obtiveram-se maiores coeficientes de determinação para as cultivares Turmalina e Pampeano (Figura 82) e baixos para as cultivares Eldorado e Coral. A relação encontrada foi inversa, ou seja, quanto maior o acúmulo de GD, 30 dias após a floração, menor será o número de dias até a colheita. Com essa informação, pode-se prever a data de colheita, e planejar atividades de manejo como raleio dos frutos e aplicações para o controle de mosca-das-frutas, bem como, organizar antecipadamente o transporte e comercialização do produto.

Os resultados aqui obtidos se baseiam na hipótese de Ben Mimoun & DeJong (2003), testado em diferentes cultivares de frutas de caroço, de que a acumulação de GD afeta a duração do período de crescimento dos frutos. Estes autores encontraram uma forte correlação entre o acúmulo de GD, durante 30 dias após o florescimento e a data da colheita. Eles usaram um modelo de acúmulo de graus-dia para prever a data da colheita. O modelo utiliza temperatura mínima e máxima diária para o cálculo da acumulação de GD, durante o primeiro mês de crescimento dos frutos e estima o número de dias do início do crescimento até o início da maturação fisiológica do fruto. Os resultados obtidos também concordam com os encontrados por Wrege *et al.* (2005) e Lopez & DeJong (2007).

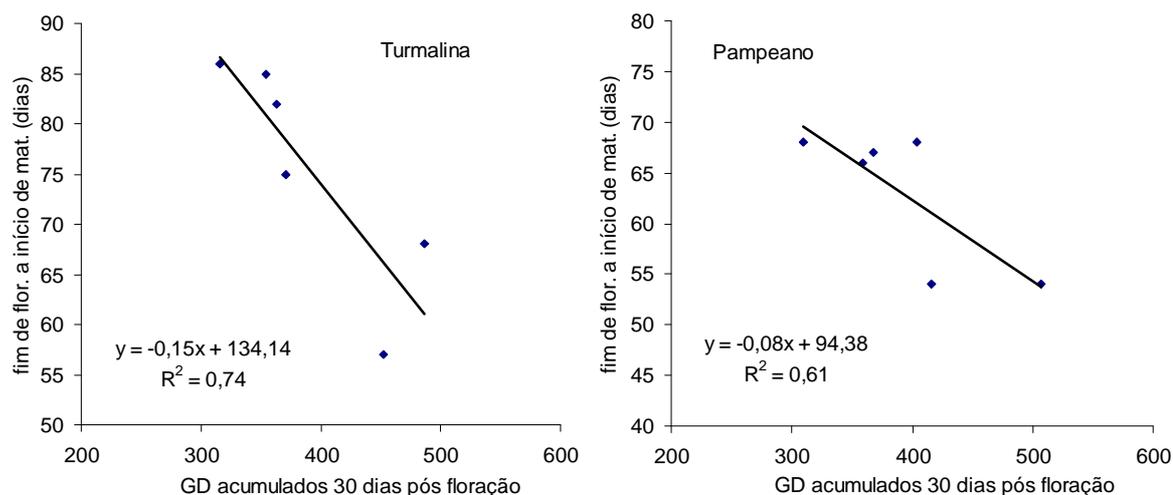


FIGURA 82. Relação de GD, acumulados durante 30 dias após o fim da floração, com o número de dias até o início da maturação dos frutos para as cultivares de pêsego Turmalina e Pampeano, em Frederico Westphalen, RS.

#### 4.5.5 Relação entre a duração em dias e temperatura média acumulada de períodos da cultura do pessegueiro

Esta relação segue o mesmo sistema da relação anterior entre período em dias e graus-dia. Os períodos fenológicos aqui relacionados com a duração em dias dos mesmos visaram determinar o início de crescimento de fruto e o início de maturação de fruto.

Igualmente ao item anterior, para determinação de início de crescimento de fruto foi utilizado o período de floração, início ao fim da floração, o que também pode-se chamar de início de floração ao início de crescimento de fruto. Para determinação de início de maturação de fruto foi utilizado o período crescimento do fruto, início ao fim do crescimento do fruto, o que também pode-se chamar de início do crescimento do fruto ao início de maturação de fruto. Também se utilizou para determinação do início de maturação do fruto, um período mais longo, do início de floração ao fim do crescimento do fruto, podendo também ser chamado de início de floração

a início de crescimento do fruto.

Nesta relação, entre duração em dias e temperatura média acumulada, pode-se verificar que os  $R^2$  (Figura 83) foram elevados, semelhantes ao item anterior, demonstrando assim, um bom ajuste da reta da regressão aos pontos observados nos anos de fenologia.

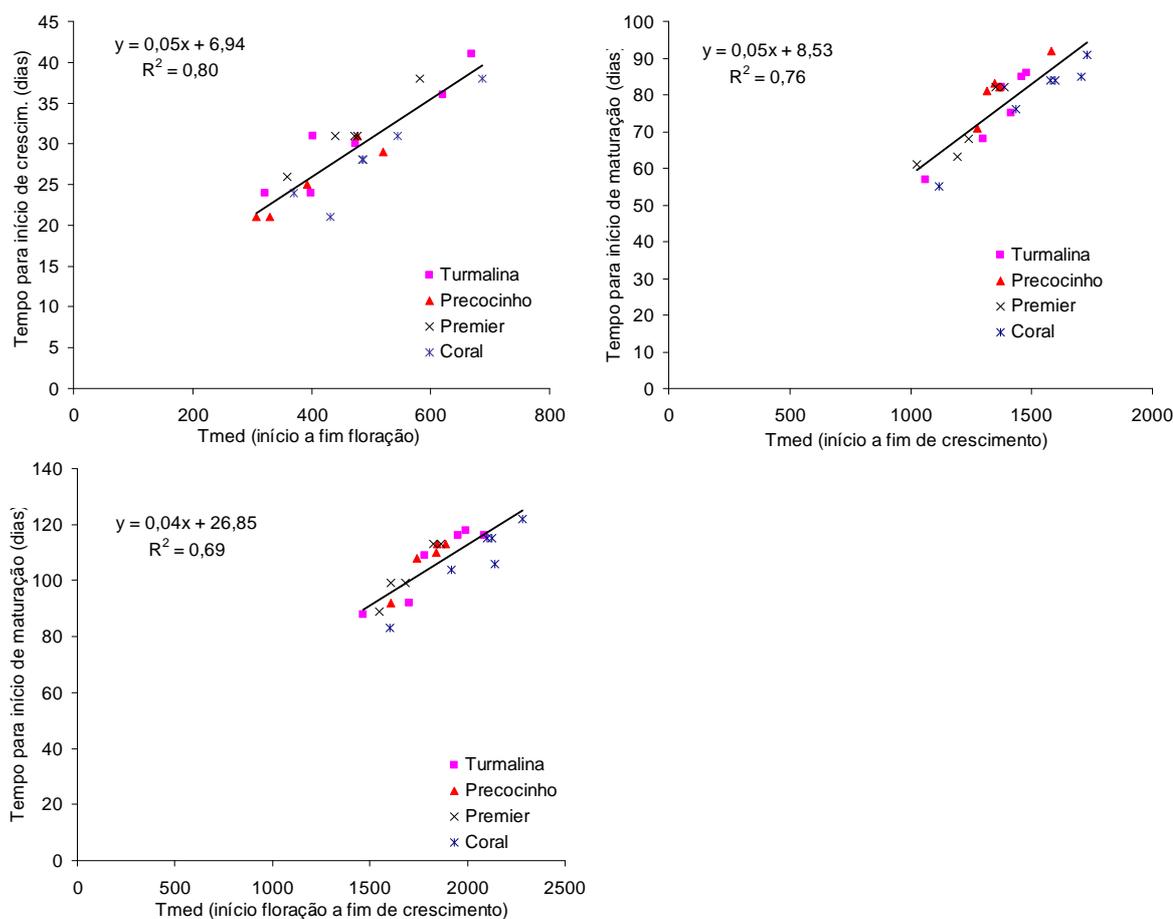


FIGURA 83. Relação entre duração em dias e temperatura média (Tmed) acumulada, do início ao fim de floração; do início ao fim do crescimento de fruto; e do início do florescimento ao fim de crescimento do fruto da cultivares, em Frederico Westphalen, RS.

Na Tabela 29 estão resumidas as equações e  $R^2$  das análises individuais das cultivares, onde podemos observar também um elevado coeficiente de determinação. Pela Tabela 30 é possível obter o valor médio,

dos anos de observação fenológica do experimento, para a estimativa em dias do início dos períodos de crescimento e maturação do fruto.

TABELA 29. Equações de regressão da relação entre duração em dias e temperaturas médias (Tmed) acumuladas, do início ao fim de floração; do início ao fim do crescimento de fruto; e do início do florescimento ao fim de crescimento do fruto, de cultivares de pessegueiro, em Frederico Westphalen, RS.

Cultivar	Período fenológico					
	Início ao fim de floração		Início ao fim de crescimento do fruto		Início floração ao fim de crescimento do fruto	
	Equação	R <sup>2</sup>	Equação	R <sup>2</sup>	Equação	R <sup>2</sup>
Pampeano	$y=0,047x+7,86$	0,90	$y=0,0809x-22,80$	0,69	$y=0,0383x+33,63$	0,62
Turmalina	$y=0,046x+8,88$	0,88	$y=0,0691x-17,69$	0,89	$y=0,054x+7,78$	0,87
Eldorado	$y=0,0309x+14,40$	0,74	$y=0,0594x-16,97$	0,71	$y=0,0389x+38,16$	0,54
Premier	$y=0,052x+7,14$	0,96	$y=0,065x-9,73$	0,85	$y=0,074x-23,65$	0,94
Precocinho	$y=0,047x+6,38$	0,89	$y=0,056x+3,91$	0,80	$y=0,075x-25,91$	0,91
Coral	$y=0,0509x+2,83$	0,88	$y=0,0553x-5,32$	0,96	$y=0,0548x-3,61$	0,91

TABELA 30. Média da duração em dias e da temperatura média (Tmed) acumulada (°C), do início ao fim de floração, do início ao fim do crescimento de fruto e do início do florescimento ao fim de crescimento do fruto, de cultivares de pessegueiro, em Frederico Westphalen, RS.

Cultivar	Período (flor-fruto)					
	Início ao fim floração		Início ao fim de crescimento do fruto		Início de floração ao fim de crescimento do fruto	
	dias	Tmed (°C)	dias	Tmed acum. (°C)	dias	Tmed acum. (°C)
Pampeano	27	417	63	1058	94	1508
Turmalina	31	481	76	1348	88	1464
Premier	26	358	63	1190	89	1550
Precocinho	29	520	81	1317	110	1833
Eldorado	28	451	112	2168	133	2386
Coral	28	501	79	1528	83	1604

Nas cultivares Pampeano, Turmalina, Eldorado e Coral relacionou-se o acúmulo de horas de frio de cada ano de observação fenológica, com o número de dias e o acúmulo de graus-dia do período de floração. Esperava-se que, quanto maior o acúmulo de frio hibernal, menor seria o período de floração, no entanto isso não foi observado. Também não houve relação entre maior acúmulo de horas de frio e menor acúmulo de graus-dia no período de florescimento. Para as mesmas cultivares acima citadas, também não foi observada relação linear de: i) data de início de floração e brotação com temperatura mínima média do período de acúmulo de frio (01/05 até início de floração e brotação); ii) duração em dias dos períodos de crescimento e de maturação do fruto com temperatura média dos períodos correspondentes.

Das cultivares Pampeano, Turmalina, Eldorado e Coral, apenas a cultivar Turmalina apresentou boa relação entre aumento de horas de frio e encurtamento do período de brotação. Na relação para esta cultivar as regressões tiveram ajustes de  $R^2$  de 0,87; 0,69; 0,59; 0,68, respectivamente para horas de frio abaixo de 7, 10, 12 e 15°C. Não houve relação entre aumento no acúmulo de horas de frio e encurtamento do período de floração, para as cultivares acima citadas.

#### **4.5.6 Relação entre duração do período de floração em dias e número de dias com precipitação pluvial**

Com base na premissa de que, quanto maior número de horas de brilho solar, menor é o período em dias de floração, buscou-se fazer esta relação. Como não há dados de nebulosidade para a área do experimento

nos anos de observação fenológica, tentou-se relacionar período de floração em dias com número de dias de precipitação pluvial, já que se dispõe desta informação para a área experimental nos anos do experimento. Para isto, escolheram-se cultivares que possuíam número de dias de floração diferenciados nos anos de observação. Analisando a Figura 84, das cultivares Turmalina, Fla, Coral e Chinoca pode-se verificar que existe uma relação linear de que, quanto maior o número de dias de chuva, maior é a duração em dias da floração.

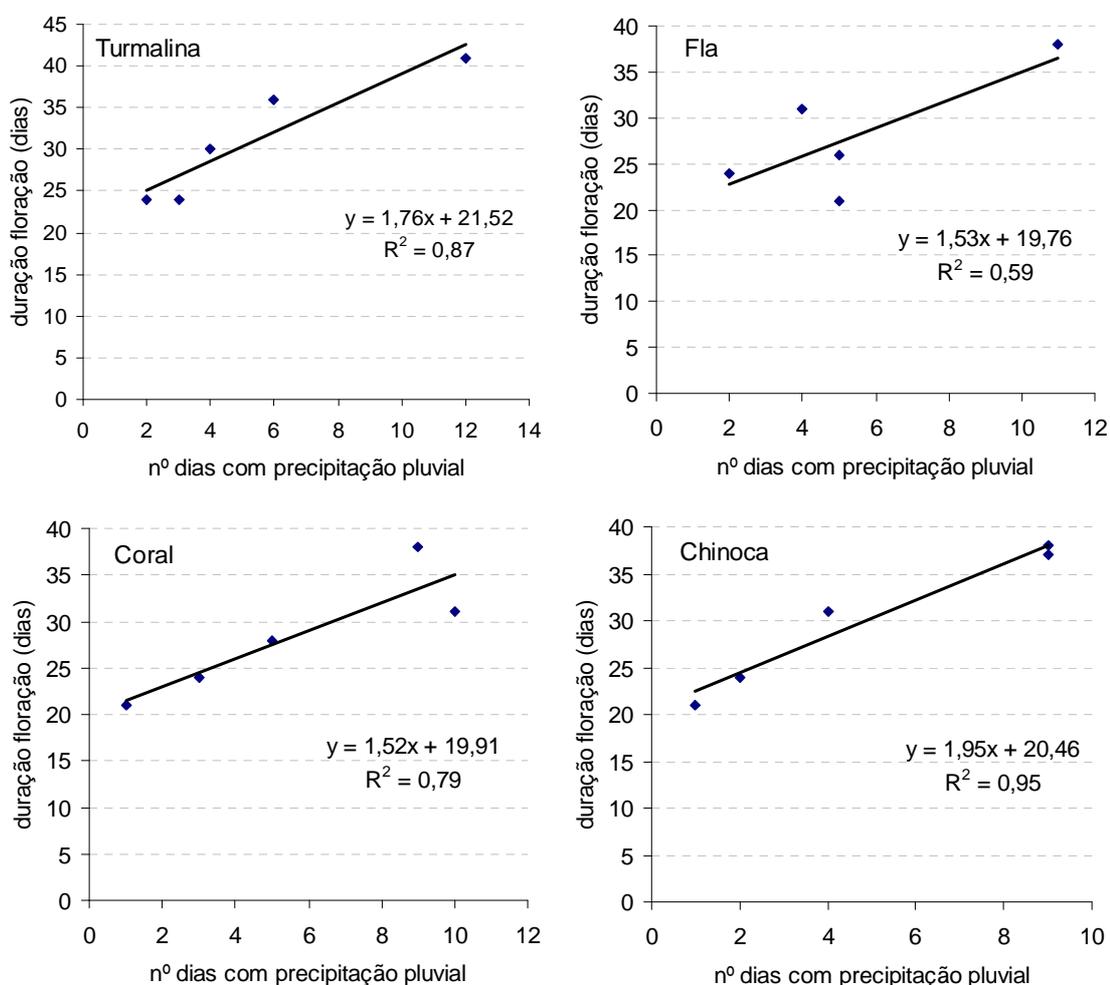


FIGURA 84. Relação entre duração em dias da floração e número de dias com precipitação pluvial de cultivares de pessegueiro, em Frederico Westphalen, RS.

#### **4.6 Fenologia e eventos meteorológicos adversos**

Os dados climatológicos da região referentes à ocorrência de eventos adversos, geada e granizo, vistos nas Figuras 1 e 2 e na Tabela 2, podem ser relacionados com os períodos fenológicos das cultivares estudadas.

O período de maior suscetibilidade a danos por ocorrência de geadas, na cultura do pessegueiro, é o estágio de pequeno fruto. Verificando a Figura 1, observa-se que as maiores probabilidades (56 a 63%) de ocorrência de temperatura mínima decendial do ar igual ou menor que 3°C (geada) são do primeiro decêndio de julho ao primeiro decêndio de agosto. Relacionando esta informação com os dados de fenologia média na Figura 24 e na Tabela 13 verifica-se que as cultivares mais precoces como Fla, Precocinho, Pepita, Pampeano, Premier, Turmalina, tem o estágio de pequeno fruto dentro deste período de maior probabilidade de ocorrência de geada.

Na cultura do pessegueiro a maturação dos frutos é o período em que o granizo causa os maiores danos. Conforme se pode observar na Figura 2 e Tabela 2, a época de maior probabilidade de ocorrência de granizo na região dá-se nos meses de julho, agosto e setembro (meados do inverno até início da primavera). Analisando a Figura 27 e a Tabela 17 verifica-se que o período de maturação de frutos das cultivares ocorre após esta época de maior probabilidade de incidência de granizo. No entanto, as cultivares mais antecipadas, como a Pampeano, Fla, Pepita e Precocinho, tem seu início de maturação no começo do mês de outubro, ou seja, bem próximo do mês de setembro, que é o de maior probabilidade de ocorrência de granizo.

Relacionando fenologia média com os dados climatológicos de geada

e granizo, verifica-se que as cultivares que tem o estágio de pequeno fruto e período de maturação mais cedo, são as mais suscetíveis a estes eventos adversos.

#### **4.7 Fenometria e variáveis meteorológicas**

Na Tabela 31 estão relacionados os valores médios dos anos de observação fenométrica do fruto das cultivares estudadas. Estas medidas visam determinar as características dos frutos de cada cultivar, determinando assim suas qualidades de fruto. Na variável SST (sólidos solúveis totais) não se observam variações acentuadas, no entanto, quando relacionado com ATT (acidez titulável total), na relação SST/ATT, cada cultivar apresenta um valor específico, o qual, sensorialmente, evidenciará um sabor característico do fruto.

TABELA 31. Características fenométricas médias dos frutos de cultivares de pessegueiro, em Frederico Westphalen, RS.

Cultivar	Características fenométricas				
	Diâmetro dos frutos (mm)	SST (°Brix)	ATT (% ácido cítrico)	Relação SST/ATT	Firmeza da polpa (Kgf)
Precocinho	51,4	10,8	0,8	13,8	5,3
Fla	52,7	9,1	1,0	11,4	6,4
Pepita	47,0	10,5	0,9	12,1	6,2
Premier	51,4	10,9	0,7	13,6	5,7
Turmalina	56,0	9,8	0,9	10,0	6,2
Pampeano	53,9	11,8	0,7	13,5	7,2
Maciel	58,8	11,6	0,8	13,5	6,4
Eldorado	53,8	11,5	0,7	17,2	4,7
Chimarrita	58,0	11,1	0,5	22,2	6,1
Chirua	56,2	11,6	0,8	16,8	6,3
Jubileu	56,4	11,6	0,8	10,0	5,7
Coral	56,6	11,1	0,6	22,7	5,8
Chinoca	52,5	11,7	0,6	28,0	4,3
Riograndense	58,8	11,0	0,9	11,2	7,5

Para uma análise mais detalhada da relação da fenometria dos frutos com as variáveis meteorológicas, utilizaram-se dados de observação anuais, das mesmas cultivares vistas nas relações fenológicas, ou seja, Pampeano, Turmalina, Eldorado e Coral. As características fenométricas sofrem influência das variáveis meteorológicas, contudo, existe uma grande interferência nesta influência, em função do tipo de solo e do manejo conferido (espaçamento, adubação, poda, raleio, entre outros) à cultura.

Primeiramente relacionou-se a variável SST (°Brix) com temperatura

média; temperatura média máxima; temperatura média acumulada; e com graus-dia. Utilizaram-se para isso períodos de 5 e 10 dias antes da maturação, sendo que para a cultivar Coral houve relação com temperatura máxima 5 e 10 dias antes da maturação ( $R^2$  de 0,30 e 0,42). Para a mesma cultivar, observaram-se relações com temperatura média e graus-dia 5 a 10 dias antes da maturação, porém com  $R^2$  entre 0,12 e 0,23. Para a cultivar Eldorado não houve relação com temperatura média e houve com temperatura máxima e graus-dia, porém com valores de  $R^2$  baixos (0,03 a 0,42). Não se observou boa relação para as cultivares Pampeano e Turmalina nesta análise.

Na relação entre ATT e amplitude térmica, nos períodos de 5, 10 e 15 dias antes da maturação, houve relação positiva entre as variáveis para todos os períodos, apenas para a cultivar Coral com os respectivos  $R^2$  de 0,69; 0,37 e 0,29.

Na relação entre SST e número de dias com precipitação pluviométrica 15 dias antes da maturação, houve relação para a cultivar Pampeano ( $R^2= 0,44$ ) e Coral ( $R^2= 0,38$ ) e não houve para as cultivares Turmalina e Eldorado.

Para as cultivares Pampeano, Turmalina, Eldorado e Coral, não se observou relação de diâmetro de fruto com as seguintes variáveis: a) acúmulo de graus-dia do fim da floração ao início da maturação; b) acúmulo de graus-dia do fim da floração até 30 dias após; c) número de dias do fim da floração até a maturação. As relações foram feitas individualmente para cada cultivar e com todas numa mesma regressão. Lopez & DeJong (2007) fizeram a mesma relação, utilizando três cultivares para uma mesma

regressão. Os resultados da relação com o acúmulo de graus-dia do fim da floração até 30 dias após, concordam com os observados por estes autores. No entanto, nas outras relações, os resultados diferem dos observados por Lopez & DeJong (2007), que encontraram relação inversa com o acúmulo de graus-dia do fim da floração até 30 dias após e positiva com o número de dias do fim da floração até a maturação. A ausência de relações pode estar relacionada com a interferência de outros fatores como precipitação pluvial e práticas de manejo como poda, adubação e raleio.

## 5 CONCLUSÕES

- A caracterização climática realizada neste trabalho, serve de subsídio para a tomada de decisões dos agricultores e gestores de atividades agrícolas da Região do Alto e Médio Vale do Uruguai, possibilitando definir as espécies de rosáceas e dentre estas, as cultivares com maior potencial de adaptação na região.

- As cultivares avaliadas podem ser divididas em grupos de cultivares precoces, intermediárias e tardias.

- A fenologia da cultura do pessegueiro mostrou que, quanto ao início de maturação do fruto, cultivares Pampeano, Precocinho, Pepita e Fla foram os mais precoces e Coral, Leonense, Eldorado e Pilz os mais tardios.

- É possível estimar dados meteorológicos de temperatura mínima, máxima e média do ar e horas de frio, de Frederico Westphalen a partir de Santo Augusto e Iraí, RS.

- Cultivares precoces podem suprir suas necessidades de frio hibernal de forma satisfatória com acúmulo de horas de frio em limiares maiores do que 7°C.

- Os graus-dia, calculados para os períodos fenológicos de cada cultivar, servem para identificar previamente a ocorrência de estádios fenológicos.

- A relação positiva, entre o maior acúmulo de horas de frio e o maior

tempo em dias para brotar e florescer demonstra que se pode estar superestimando a necessidade em frio de uma cultivar.

- Com informações sobre fim de floração e graus-dias um mês após este estágio, é possível prever, para algumas cultivares, a data de colheita.

- A relação positiva entre número de dias com precipitação pluvial e duração da floração sugere que dias nublados alongam este período e que, portanto, dias com insolação encurtam o mesmo.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho fica como um referencial para as atividades agrícolas relacionadas com a cultura do pessegueiro na Região Ecoclimática do Alto e Médio Vale do Uruguai, seja para implantação de novos pomares comerciais, ou para o manejo dos já existentes. Também pode ser utilizado para balizar novos trabalhos, na mesma região ou como suporte para trabalhos semelhantes em outros locais, seja com pessegueiro ou outra frutífera.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTHAUS, D. ; BERLATO, M. A. Tendência observada das temperaturas máximas e mínimas e da amplitude térmica do Estado do Rio Grande do Sul, período 1936-2000. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 19., 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2007. CD-ROM.

ARNOLD, C.Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, n. 74, p. 430-445. 1959.

ASCAR - Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural. **EMATER-RS**: Sistema Unificado dos Programas de Extensão Rural. Disponível em: [https://intranet.emater.tche.br/intranet/sistemas/super/ipan/consulta\\_cons.php](https://intranet.emater.tche.br/intranet/sistemas/super/ipan/consulta_cons.php). Acesso em: 25 jan. 2010.

ASSIS, F.N.; ARRUDA, H.V.; PEREIRA, A.R. **Aplicações de estatística à climatologia**: Teoria e Prática. Pelotas : Ed. da UFPel, 1996. 161 p.

BARBANO, M.T.; SAWAZAKI, E.; BRUNINI, O.; GALLO, P.B.; PAULO, E.M. Temperatura base e soma térmica para cultivares de milho pipoca (*Zea mays*) no subperíodo emergência-florescimento masculino. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.11, n.01, p.79-84, 2003.

BEN MIMOUN, M.; DEJONG, T.M. Using the relation between growing degree hours and harvest date to estimate run-times for peach: a tree growth and yield simulation model. **Acta Horticultural**, Alexandria, v.499, p.107-114, 1999.

BERGAMASCHI, H. **Fenologia**. Disponível em: <[www.ufrgs.br/agropfagrom/disciplinas/502/fenolog.doc](http://www.ufrgs.br/agropfagrom/disciplinas/502/fenolog.doc)>. Acesso em: 18 fev. 2008.

BERLATO, M.A.; FONTANA, D.C. **El Niño e La Niña**: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2003. 110p.

BERLATO, M.A.; MELO, R.W.; FONTANA, D.C. Risco de ocorrência de granizo no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n.1, p. 121-132, 2000.

BIASI, L.A.; ZANETTE, F.; PETRI, J.L.; MARODIN, G.A.B. Cultivares de fruteiras de caroço. In: MONTEIRO, L.B.; MIO, L.L.M.; SERRAT, B.M.; MOTTA, A.C.V.; CUQUEL, F.L. **Fruteiras de caroço: uma visão ecológica**. Curitiba: UFPR, 2004. p. 05-32.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 431 p. (Boletim Técnico, 30).

BRUM, A.L. (Org.). **Perfil do Setor Agropecuário – Região do COREDE do Médio Alto Uruguai - RS**. Frederico Westphalen : Ed. URI, 1999. v.1, 217p.

BRUNINI, O. **Relações solo-água-plantas em cultura de arroz em condições de sequeiro**. 128f. 1975. Tese(Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Escola Superior Agrônômica Luiz de Queiróz, Piracicaba, São Paulo, 1975.

CARGNELUTTI FILHO, A.; MALUF, J.R.T.; MATZENAUER, R.; STOLZ, Á.P. Altitude e coordenadas geográficas na estimativa da temperatura mínima média decendial do ar no estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.6, p.893-901, 2006.

CARGNELUTTI FILHO, A.; MALUF, J.R.T.; MATZENAUER, R. Coordenadas geográficas na estimativa das temperaturas máxima e média decendiais do ar no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, p.2448-2456, 2008.

CHAVARRIA, G.L. **Efeito de temperaturas de 10°C e 15°C na floração e brotação de pessegueiro avaliado através de ramos produtivos enxertados no outono**. 2005. Dissertação(Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2005.

CITADIN, I.; RASEIRA, M.C.B.; HERTER, F.G.; SILVA, J.B. Heat requirement for blooming and leafing in peach. **HortScience**, Alexandria, v.3, n.2, p.305-307, 2001.

CITADIN, I. **Necessidade de calor para antese e brotação em pessegueiro**. 1999. 73f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1999.

CITADIN, I.; RASEIRA, M.C.B.; HERTER, F.G. e SILVEIRA, C. A. P. Avaliação da necessidade de frio em pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP. v.24, n.3, p.703-706, 2002.

CODEMAU - Conselho Regional de Desenvolvimento do Médio Alto Uruguai. **Relatório de atividades**. Frederico Westphalen, 2005. 47p.

CORDEIRO, A.P.A. **Tendências climáticas das variáveis meteorológicas originais, estimadas e derivadas do balanço hídrico seriado do Rio**

**Grande do Sul**. 83f. 2010. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

DAMARIO, E.A. ; PASCALE, A.J. ; BELTRÁN, A. Disponibilidade de horas de frio en el Estado de Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11.,; REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 2., 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 1999. p. 228.

DE FINA, A.L.; RAVELO, C. **Climatologia y fenologia agrícola**. Buenos Aires: EUDEBA, 1973. 354p.

DIDONÉ, I.; BUENO A.C.; GESSINGER G.I.; MALUF, J.; STEIGLEDER J.P.K. Regime de horas de frio no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Agronomia Sul-Riograndense**, Porto Alegre, v.23, n.2, p.115-129, 1987.

EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. Sistemas de Produção 2, **Cultivo da Ameixeira**. Versão Eletrônica Nov./2005a. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ameixa/CultivodaAmeixeira>. Acesso em: 14 fev. 2008.

EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. Sistemas de Produção 4, **Cultivo do Pessegueiro**. Versão Eletrônica Nov./2005b. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pessego/CultivodoPessegueiro>. Acesso em: 14 de fev. de 2008.

EMBRAPA UVA E VINHO. Sistema de Produção 3, **Pêssego de Mesa na Região da Serra Gaúcha**. Versão Eletrônica Jan./2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pessego/PessegodeMesaRegiaoSerraGaucha>. Acesso em: ago. de 2007.

EREZ A., FISHMAN S.; GAT Z. AND COUVILLON G. A. Evaluation of winter climate for breaking bud rest using the dynamic model. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.232, p.76-89, 1988.

EREZ, A.; LAVEE, S. The effect of climatic conditions on dormancy development of peach buds. I. Temperature. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.96, n.6, p.711-714, 1971.

HERTER, F.G.; WREGE, M.S.; STEINMETZ, S. Zoneamento agroclimático das principais fruteiras de clima temperado para o Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO NACIONAL DE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 3., 2002, Fraiburgo, 2002a. **Anais...** Fraiburgo, 2002a. p. 93-101.

HERTER, F.G.; WREGE, M.S. ; RASEIRA, M.C.B. ; STEINMETZ, S.; PEREIRA, I.S.. **Zoneamento agroclimático da cultura do pessegueiro e da nectarineira no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa. CPACT, 2002b (Série Documentos 91).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa Exploratório de Solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2002.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de dados**. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Orcamentos\_Familiares>. Acesso em: 21 jan. 2010.

JONES, G.V.; DUCHENE, E., TOMASI, D.; YUSTE, J.; BRASLAVKSA, O.; SCHULTZ, H.; MARTINEZ, C.; BOSO, S.; LANGELLIER, F.; PERRUCHOT, C.; GUIMBERTEAU, G. **Changes in European Winegrape Phenology and Relationships with Climate**. Geisenheim : GESCO, 2005. v. 1, p. 55–61.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: Con un estudio de los climas de la tierra. Mexico: Fondo de cultura economica, 1948. 478p.

LANG, G. A. Dormancy: a new universal terminology. **HortScience**, Alexandria, v.22, n.5, p. 817-820, 1987.

LOPEZ, G.; DEJONG, T.M. Spring temperatures have a major effect on early peach fruit growth. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford, v.82, n.4, p.507–512, 2007.

MACHADO, E.M.; SALLES, L.A.B.; LOECK, A.E. Exigências térmicas de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) e estimativa do número de gerações anuais em Pelotas, RS. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, n. 24, p.573-578,1995.

MAGOON, C.A.; CULPEPPER, C.W. **Response of sweet corn to varying temperatures from time of planting to canning maturity**. [Washington]: US Dept. Agric., 1932. 312p. (Technical Bulletin)

MALUF, J.R.T.; WESTPHALEN, S.L. Zoneamento Agroclimático e Regiões Agroecológicas . In: MACROZONEAMENTO Agroecológico e Econômico do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre : Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1994. p.25-174.

MANDELLI, F.; BERLATO, M.A.; TONIETTO, J.; BERCAMASCHI, H. Estimation de la date de débourrment da la vigne dans la “Serra Gaúcha”, Brésil. **Journal International dès Sciences de la Vigne et du Vin**, Bordeaux, v.37, n.4, p.229-235, 2003.

MANDELLI, F. **Relações entre variáveis meteorológicas, fenologia e qualidade da uva na “Serra Gaúcha”**. 2002. Tese(Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

MARTINS, E. J.; BERLATO, M. A. Tendência das temperaturas máximas e mínimas do Estado do Rio Grande do Sul. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA, 18., 2006, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2006. CD-ROM.

MATZENAUER, R.; BUENO, A.C.; CARGNELUTTI FILHO, A.; DIDONÉ, I.A.; MALUF, J.R.T.; HOFMANN, G.; TRINDADE, J.K.; STOLZ, A.P.; SAWASATO, J.T.; VIANA, D.R. Horas de frio no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Brasília, v.11, n.1-2, p.63-68, 2005.

MILLER, P; LANIER, W; BRANDT, S. **Using Growing Degree Days to Predict Plant Stages**. Bozeman: State University Montana, Extension Service, 2001. 8p.

NIENOW, A.A.; FLOSS, L.G. Produção de pessegueiro e nectarina no planalto médio do Rio Grande do Sul em anos de inverno ameno. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 241-246, 2003.

NOAA. National Oceanic and Atmospheric Administration's. **[Informações]**. Disponível em: [http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml). Acesso em: dez. 2010.

OLIVEIRA, H. T.; FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A. Probabilidade de ocorrência de geada no Estado do Rio Grande do Sul. CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba, 1997. p.77-79

OMETTO, J.C. **Bioclimatologia Vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 440p.

PUTTI, G. L.; PETRI, J. L.; MENDEZ, M. E. Temperaturas efetivas para a dormência da macieira (*Malus domestica* Borkh.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.210-212, 2003a.

PUTTI, G. L.; PETRI, J. L.; MENDEZ, M. E. Efeito da intensidade do frio no tempo e percentagem de gemas brotadas em macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.199-202, 2003b.

RASEIRA, M. C. B; MEDEIROS, C. A. B. **A cultura do pessegueiro**. Brasília: Embrapa- SPI; Pelotas: Embrapa/CPACT, 1998. 350p.

REISSER JÚNIOR, C.; CHAVARRIA, G.; WREGGE, M. S.; HERTER, F.G.; STEINMETZ, S.; VERÍSSIMO, V. **Correlação do Acúmulo de Horas de Frio entre duas Estações Agroclimatológicas Situadas em Diferentes Posições Geográficas no Município de Pelotas-RS**. Pelotas: Embrapa/CPACT, 2005. (Comunicado Técnico, 110).

RICHARDSON, E.A.; SEELEY, S.D.; WALKER, D.R.; ANDERSON, J.L.M.; ASHCROFT, G.L. Pheno-climatology of spring peach bud development. **HortScience**, Alexandria, v.10, n.3, p.236-237, 1975.

RICHARDSON, E.A.; SEELEY, S.D.; WALKER, D.R. A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. **HortScience**, Alexandria, v.9, n.4, p.331-332, 1974.

RIO GRANDE DO SUL. Fundação de Economia e Estatística; Secretaria do Planejamento e Gestão. **Conselhos regionais de desenvolvimento**. Dados fornecidos em 2007. Disponível em: [http://www.fee.rs.gov.br/sitefee/pt/content/resumo/pg\\_coredes.php](http://www.fee.rs.gov.br/sitefee/pt/content/resumo/pg_coredes.php). Acesso em: 14 fev. 2008.

SCHUCK, E. Diversificação com fruticultura em diferentes microclimas. In: ENCONTRO NACIONAL DE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 3., 2000, Fraiburgo. **Anais...** Fraiburgo, 2000. p.141-146.

SIMONETTO, P.R.; FIORAVANÇO, J.C.; GRELLMANN, E.O. Avaliação de algumas características fenológicas e produtivas de dez cultivares de uma seleção de pessegueiro em Veranópolis, RS. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.10, n. 4, p. 427-431, 2004.

STEINMETZ, S.; WREGE, M. S.; HERTER, F.G.; REISSER JÚNIOR, C. Influência do aquecimento global sobre as temperaturas máximas, mínimas e médias anuais na região de Pelotas, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracaju. **Anais...** Campinas, 2007. CD-ROM.

WEBER, E.; HASENACK, H.; FERREIRA, C.J.S. 2004. **Adaptação do modelo digital de elevação do SRTM para o sistema de referência oficial brasileiro e recorte por unidade da federação**. Porto Alegre : UFRGS. Centro de Ecologia, 2004. Disponível em: <http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo>. Acesso em: set. de 2010.

WESTPHALEN, S.L. **Granizo e a lavoura de trigo no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: IPAGRO : Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul, 1976. 18p. (Não publicado).

WREGE, M.S.; HERTER, F.G.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C.; GARRASTAZU, M.C.; CARAMORI, P.H.; MATZENAUER, R.; BRAGA, H.J. Influência do aquecimento global sobre a fruticultura de clima temperado na região Sul do Brasil diante de alguns cenários de mudanças climáticas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracaju. **Anais...** Aracaju, 2007a. CD-ROM.

WREGE, M.S.; HERTER, F.G.; STEINMETZ, S.; REISSER JUNIOR, C.; GARRASTAZU, M.C.; MATZENAUER, R.. Influencia do aquecimento regional sobre a fruticultura de clima temperado no extremo sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracajú. **Anais...** Aracaju, 2007b. CD-ROM.

WREGE, M. S.; HERTER, F.G. ; REISSER JUNIOR, C.; STEINMETZ, S.; RASEIRA, M.C.B.; CAMELATTO, D.; PEREIRA, J.F.M.; CASTRO, L.A.S.;

BERNARDI, J.; MATZENAUER, R. **Zoneamento agroclimático para ameixeira no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005 (Documentos, 151).

ZANETTE, F.; BIASI, L. Introdução a fruteiras de caroço. In: MONTEIRO, L.B.; MAY DE MIO, L.L.; SERRAT, B.M.; MOTTA, A.C.V.; CUQUEL, F.L. **Fruteiras de caroço**: uma visão ecológica. Curitiba: UFPR, 2004. p.01-04.

## 8 APÊNDICES

APÊNDICE 1. Desvios da temperatura média mensal do ar (°C) estimada com relação à série 1913-2005 (Iraí, RS) para Frederico Westphalen, RS.

<b>Temperatura média mensal (°C)</b>								
	<b>Série (°C)</b>	<b>Desvios da série (°C)</b>						
		2000	2001	2002	2003	2005	2006	2007
Jan	25	-3	0	-2	-1	-1	-1	-1
Fev	25	-6	0	-2	-1	0	-2	-1
Mar	24	-7	0	1	-2	-1	-2	-1
Abr	20	-3	2	2	-1	-1	-1	0
Mai	17	1	-1	1	-1	1	-3	-2
Jun	15	3	1	1	2	2	2	0
Jul	15	4	1	0	0	-1	2	-2
Ago	16	3	3	2	-2	1	0	0
Set	18	5	1	-2	0	-2	-1	2
Out	20	4	1	1	1	0	2	1
Nov	22	3	1	-1	-1	0	0	-1
Dez	24	0	-1	-1	-2	-1	0	0

APÊNDICE 2. Desvios da temperatura mínima média mensal do ar (°C) estimada com relação à série 1913-2005 (Iraí, RS) para Frederico Westphalen, RS.

<b>Temperatura mínima mensal</b>								
<b>Mês</b>	<b>Série (°C)</b>	<b>Desvios da série (°C)</b>						
		2000	2001	2002	2003	2005	2006	2007
Jan	18	2	3	1	1	2	2	2
Fev	18	1	4	0	2	1	1	1
Mar	17	1	3	4	1	1	1	2
Abr	14	1	4	4	0	2	0	3
Mai	11	0	1	4	0	3	-2	0
Jun	9	4	2	4	5	5	4	2
Jul	8	-2	2	3	3	2	4	1
Ago	9	1	5	5	-1	3	2	2
Set	11	2	3	0	1	1	1	4
Out	13	4	3	4	2	4	4	4
Nov	15	2	3	2	1	1	2	0
Dez	17	2	1	2	1	1	3	1

APÊNDICE 3. Desvios da temperatura máxima média mensal do ar (°C) estimada com relação à série 1913-2005 (Iraí, RS) para Frederico Westphalen, RS.

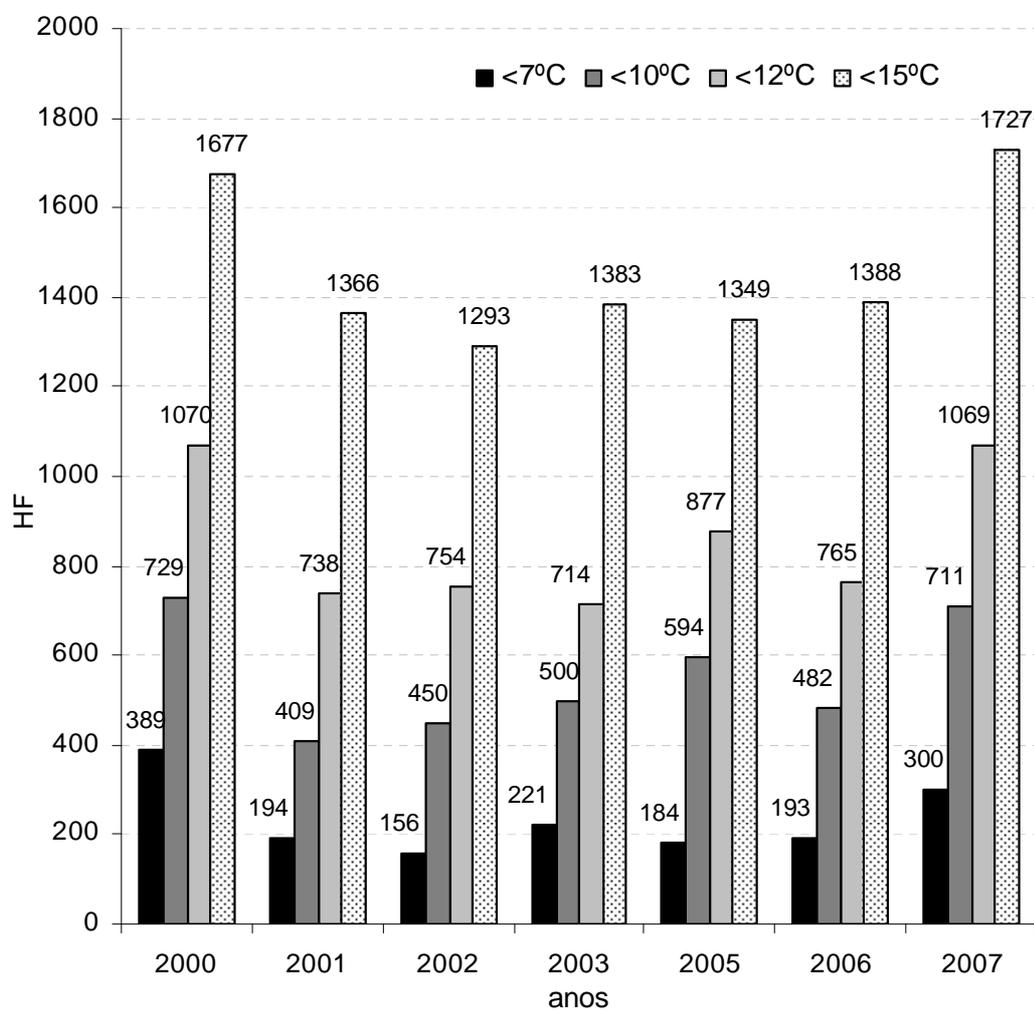
Mês	Temperatura máxima mensal							
	Normal (°C)	Desvios da Normal (°C)						
		2000	2001	2002	2003	2005	2006	2007
Jan	33	0	-1	-4	-4	-3	-3	-4
Fev	32	0	0	-3	-3	-1	-3	-3
Mar	30	0	2	1	-3	0	-2	-1
Abr	27	1	2	0	-2	-3	-2	-2
Mai	23	0	-1	0	-1	-1	-3	-4
Jun	21	2	0	-2	1	0	1	-2
Jul	21	-1	2	-2	0	-1	1	-5
Ago	23	1	4	-1	-2	0	-1	-2
Set	25	0	0	-3	-1	-6	-2	1
Out	27	2	2	-2	-1	-3	0	-2
Nov	30	0	2	-4	-3	-1	-3	-4
Dez	32	0	0	-4	-5	-3	-2	-3

APÊNDICE 4. Precipitação pluvial (mm) nos meses dos anos de 1996 a 2006, médias mensais, totais anuais para Frederico Westphalen, RS e à série 1913-2005 (Iraí, RS).

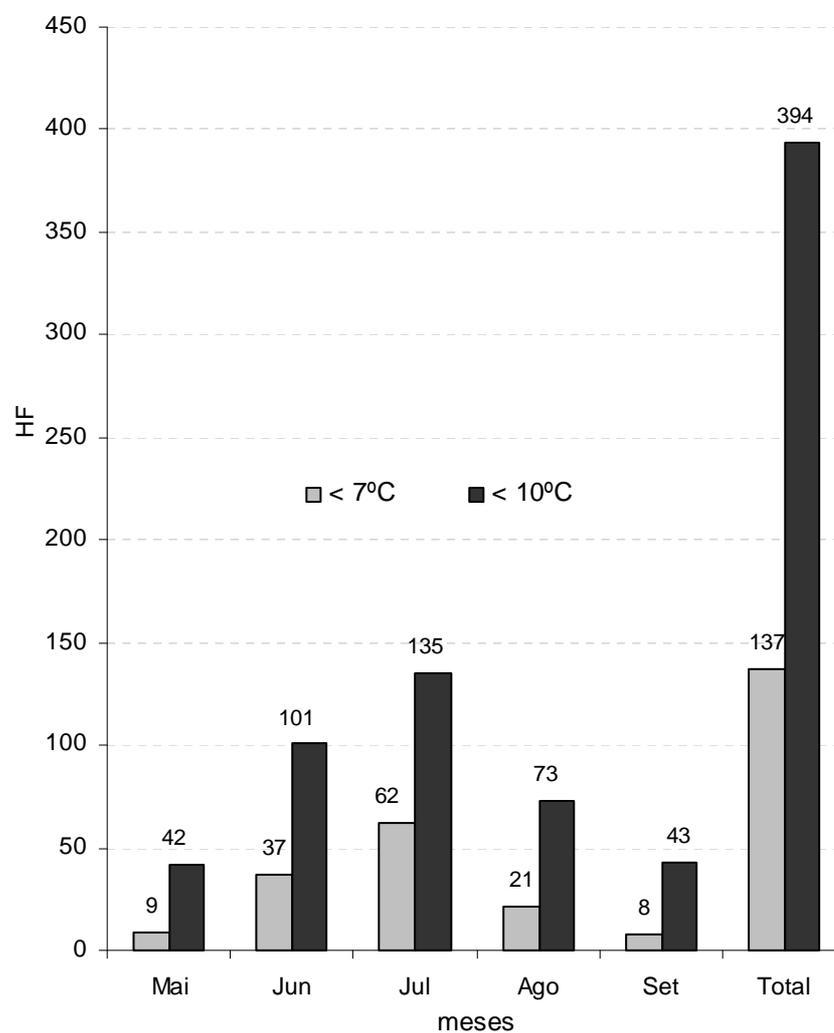
Ano	Precipitação Pluvial (mm)												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1996	384	179	156	46	80	220	138	225	215	310	139	314	2406
1997*	207	199	33	100	147	168	221	270	198	816	247	189	2795
1998**	226	489	335	309	193	86	184	274	306	302	28	143	2875
1999	192	105	135	184	105	149	274	53	128	286	95	255	1961
2000**	239	67	255	142	133	241	149	111	264	342	98	176	2217
2001**	284	275	77	166	183	121	179	53	253	211	125	181	2106
2002*	142	38	136	78	207	181	108	154	237	330	208	321	2138
2003*	136	268	119	195	24	134	55	51	57	206	177	400	1819
2004	175	63	47	189	130	125	103	71	168	236	153	59	1517
2005	143	54	60	300	174	387	91	100	149	265	98	151	1970
2006*	78	171	168	89	30	91	79	131	128	115	290	158	1526
Média	200	173	138	163	128	173	144	136	191	311	151	213	2121
Normal Climat.	161	165	137	145	160	162	140	132	164	195	139	149	1850

\* Anos de El Niño: 1997-1998 (forte intensidade), 2002-2003 (moderada intensidade), 2004-2005 (fraca intensidade) e 2006-2007 (fraca intensidade);

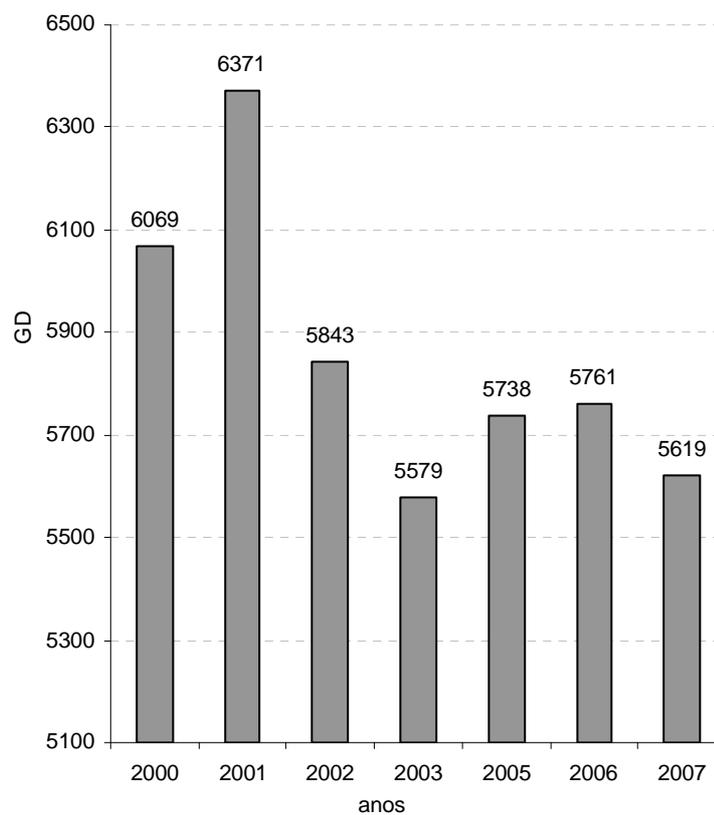
\*\* Anos de La Niña: 1998-1999 (moderada intensidade), 1999-2000 (moderada intensidade) e 2000-2001 (fraca intensidade).



APÊNDICE 5. Horas de frio, abaixo de 7, 10, 12 e 15°C, estimadas nos anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007, para Frederico Westphalen, RS.



APÊNDICE 6. Normais de Horas de Frio de maio a setembro (<7°C e <10°C) na Região Ecoclimática do Alto e Médio Vale do Uruguai (Matzenauer *et al.*, 2005).



APÊNDICE 7. Graus-dia anual, estimado por temperatura máxima e mínima nos anos de 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2007, para a cultura do pessegueiro ( $T_b=4,5^{\circ}\text{C}$ ), no município de Frederico Westphalen, RS.

## 9 VITA

Marcondes Lazzari é filho de Francisco Marcílio Lazzari e Reny T. Carlin Lazzari. Nasceu em Sobradinho, RS em 14 de agosto de 1968. cursou o primeiro grau nos Colégios Lindolfo Silva e Padre Benjamim Copetti em Sobradinho, RS. O segundo grau cursou no Colégio Maria Rocha, em Santa Maria, RS.

Ingressou no Curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, RS, onde se graduou Engenheiro Agrônomo.

Ingressou no curso de Mestrado em Fitotecnia do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, RS, onde obteve o grau de Mestre em Agronomia, com área de concentração em Produção Vegetal.

Atuou em um projeto de pesquisa da UNISC (Universidade de Santa Cruz do Sul) em convênio com a EMBRAPA Clima Temperado, como bolsista recém-mestre (FAPERGS), onde trabalhou com adaptação de cultivares de pessegueiro na Região do Vale do Rio Pardo.

Foi extensionista, na área de agroecologia, da ONG CAPA (Centro de Apoio ao Pequeno Agricultor). Atuou na área de fumicultura pela Empresa Souza Cruz.

Ingressou como professor e pesquisador do Departamento de Ciências Agrárias URI (Universidade Regional Integrada do Médio e Alto Uruguai), atuando nas áreas de ecologia e climatologia agrícola.

Em março de 2007, ingressou no curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.