

**Universidade Federal de Pelotas**  
**Programa de Pós-Graduação em Agronomia**  
**Área de Concentração em Fruticultura de Clima Temperado**



**Dissertação de Mestrado**

**ESTIMATIVAS DA NECESSIDADE EM FRIO DE GENÓTIPOS DE PESSEGUEIRO  
POR MODELOS MATEMÁTICOS**

**CHAIANE GOVEIA MILECH**

**PELOTAS**  
**Estado do Rio Grande do Sul - Brasil**  
**Março de 2015**

Universidade Federal de Pelotas  
Programa de Pós-Graduação em Agronomia  
Área de Concentração em Fruticultura de Clima Temperado

**CHAIANE GOVEIA MILECH**

**ESTIMATIVAS DA NECESSIDADE EM FRIO DE GENÓTIPOS DE PESSEGUEIRO  
POR MODELOS MATEMÁTICOS**

Dissertação, Apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências: (área de conhecimento: Fruticultura de Clima Temperado).

Orientador: Prof. Dr. Flávio Gilberto Herter

Co-orientadora: Pesq. PhD. Maria do Carmo Bassols Raseira

Pelotas

2015

Catálogo na fonte  
Gabriela Machado Lopes CRB: 10/184

M642e Milech, Chaiane Goveia

Estimativas da necessidade em frio de genótipos de pessegueiros por modelos matemáticos / Chaiane Goveia Milech; Flávio Gilberto Herter, orientador ; Maria do Carmo Bassols Raseira, coorientadora - Pelotas, 2015.

97 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, 2015.

1. Dormência. 2. *Prunus*. 3. Modelos. 4. Temperatura. 5. Gemas florais e vegetativas I. Herter, Flávio Gilberto, orient. II. Raseira, Maria do Carmo Bassols, coorient. III. Título

CDD : 634.25

Comissão examinadora:

Orientador

Professor. Dr. Flávio Gilberto Herter

Doutor em Fisiologia Vegetal, Université Blaise Pascal Clermont Ferrand, França.

Banca examinadora:

Pesquisador. Dr. João Caetano Fioravanço

Doutor em Economia, Sociologia e Política Agrícola (Agronegócios), Universidade Politécnica de Valencia, Espanha.

Pesquisador. Dr. Carlos Augusto Posser Silveira

Doutor em Ciências (Fruticultura de Clima Temperado), Universidade Federal de Pelotas.

Professor. Dr. Paulo Celso de Mello Farias

Doutor em Ciências (Energia Nuclear na Agricultura), Universidade de São Paulo, USP, Brasil.

A minha família, pelo apoio incondicional, força, incentivo e amizade sem igual.

Sem eles nada disto seria possível.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Pelotas pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação em Agronomia.

A Embrapa Clima Temperado pelo apoio à realização dos trabalhos desenvolvidos nesta pesquisa e ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo.

Ao meu orientador, Professor, Dr. Flávio Gilberto Herter, pelo seu apoio e amizade, demonstrados ao longo de todo o processo.

A minha co-orientadora, pesquisadora Dr<sup>a</sup>. Maria do Carmo Bassols Raseira por ter confiado em mim, dando-me a oportunidade de desenvolver este trabalho; por sua especial orientação, atenção, profissionalismo e dedicação durante a realização dos trabalhos, e principalmente por sua amizade.

Aos pesquisadores da Embrapa Clima Temperado, José Francisco Martins Pereira e Rodrigo Cezar Franzon, agradeço por todos os conhecimentos transmitidos, fundamentais para a minha formação profissional. Pela amizade, incentivo e sábias sugestões sempre presentes.

Aos meus grandes amigos e apoiadores dentro do trabalho, Everton Madeira Pederzoli e Juliano dos Santos pelo valioso e inestimável apoio em todas as atividades desenvolvidas, a eles não tenho como expressar minha gratidão.

Aos professores do programa, pelos ensinamentos transmitidos, pela troca de ideias imprescindíveis à realização do mestrado.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação, pelo incentivo, companheirismo e amizade.

Aos colegas e amigos do Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal, da Embrapa Clima Temperado, agradeço a todos sem citar nomes pelo incentivo, ajuda, e dedicação durante esses anos de trabalho e convivência.

Aos meus pais, Arlindo e Elizete Milech que me ensinaram a lutar pelos meus sonhos e sempre apoiaram minhas decisões com carinho e confiança.

A minha sogra, Izete Rosa que sempre incentivou e apoio nos momentos difíceis.

Ao meu noivo, Fabiano Rosa de Vargas agradeço pela paciência, compreensão, motivação e companheirismo nos bons e maus momentos.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram de alguma forma para realização deste trabalho, muito obrigada!

Quero, um dia, dizer às pessoas que nada foi em vão...  
Que o amor existe, que vale a pena se doar às amizades e às pessoas,  
que a vida é bela sim e que eu sempre dei o melhor de mim...  
e que valeu a pena.

Mário Quintana

## Resumo

MILECH, Chaiane Goveia. **Estimativas da necessidade em frio de genótipos de pessegueiro por modelos matemáticos**. 2015. 97f. Dissertação (Mestrado em Ciências: Agronomia – Área de concentração em Fruticultura de Clima temperado) – Programa de Pós - Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

A dormência de gemas tem sido amplamente estudada em diversas espécies frutíferas de clima temperado, visando o conhecimento dos aspectos envolvidos nos processos de indução, manutenção e superação. A superação da endodormência é de fundamental importância para possibilitar seu máximo potencial produtivo. O trabalho foi dividido em três experimentos que foram realizados durante os anos de 2013 e 2014 na Embrapa Clima Temperado, em Pelotas, RS. No primeiro experimento testou-se através de 8 modelos matemáticos baseados em temperaturas horárias e em temperaturas médias, qual melhor representaria o acúmulo de frio hibernal. No segundo experimento, utilizou-se 7 modelos para estimar a necessidade em frio e o modelo GDH °C para expressar a necessidade em calor de 10 cultivares de pessegueiro 'Bonão', 'Precocinho', 'Pepita', 'Maravilha', 'BR-3', 'Coral', 'Diamante', 'Turmalina', 'Marfim' e 'Cambará do Sul'. No terceiro experimento aplicou-se o método de Tabuenca (método biológico) para as 10 cultivares trabalhadas anteriormente, objetivando encontrar o período de final de endodormência das cultivares. Os resultados obtidos nesse trabalho levaram às seguintes conclusões: os modelos de Taiwan e de Gilreath, foram os que apresentaram menor variação entre os oito modelos e, os mais adequados para cálculo da necessidade em frio das cultivares. O modelo das temperaturas médias do Texas, pode ser utilizado para estimar o acúmulo de frio quando não se tem dados horários de temperatura. As exigências em frio calculadas pelo modelo de Taiwan para as cultivares analisadas podem ser classificadas em três grupos, sendo de menor necessidade a cultivar Bonão, com uma média de 500 a 560 unidades de frio. As cultivares Precocinho, Pepita e Maravilha ficaram no grupo intermediário com exigência entre 700 a 750 UF. As cultivares BR-3, Coral, Diamante, Turmalina e Marfim foram classificadas de alta necessidade em frio para a região, necessitando mais de 800 unidades para brotação e floração. As diferenças entre o modelo biológico de Tabuenca e as estimativas pela fenologia, são menores se, a estimativa de necessidade em frio for baseada nas Unidades de Frio (Modelo de Taiwan) do que com horas de frio.

**Palavras Chave:** dormência, *Prunus*, modelos, temperatura, gemas florais e vegetativas.



## Summary

MILECH, Chaiane Goveia. **Chilling requirement estimatives peach genotypes by mathematical models**. 2015. 97f. Dissertation (Master of Science: Agronomy – Major area Temperate Fruit culture) – Graduate program in Agronomy, College of Agriculture, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

Bud dormancy of several temperate fruit species has been largely studied, aiming to achieve the knowledge of aspects enrolled in process induction, maintenance and dormancy breaking. Endodormancy suppression on these species is essential for achieving their maximum production potential. This research was carried out, using 11 years of climatic data, with the following objectives: to test different models to estimate the chilling accumulation in Pelotas area, in order to select the most reliable one; to estimate, through these models and phenologic data, the chilling requirement of 10 peach cultivars; to check if the calculation of chilling accumulation using average temperatures data of the coldest months correlates with the hourly temperature models; to compare the results of different models with the biological model of Tabuenca. Three experiments were performed during the 2013 and 2014 years, at Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. On the first one, eight mathematic models based on hourly and average temperatures were tested to estimate chilling accumulation. On the second experiment chilling requirements of peach cultivars 'Bonão', 'Precocinho', 'Pepita', 'Maravilha', 'BR-3', 'Coral', 'Diamante', 'Turmalina', 'Marfim', 'Cambará do Sul' were estimated through seven models and the growing degree hours were also calculated for each one. On the third experiment the biological method of Tabuenca was used to determine the end of the endodormancy period. Results obtained allowed to conclude that the Taiwan and Gilreath models had the smallest variance among the tested ones and were also the most suitable to estimate the chilling requirement of the cultivars. Texas average temperature model can be used to estimate chilling accumulation in areas where the hourly temperatures data are not available. Using the Taiwan model, the studied cultivars can be classified in three groups: the first would be constituted by cv. Bonão, with an average chilling requirement between 500 and 560 chilling units; cultivars Precocinho, Pepita and Maravilha would be on the intermediate group with a requirement between 700 a 750 chill units and on the third group would be the cultivars BR-3, Coral, Diamante, Turmalina e Marfim with the highest requirement corresponding to 800 chill units, for leafing and blooming. Differences between Tabuenca method and the estimatives based on phenology were smaller when the Taiwan model was used.

**Key-words:** dormancy, *Prunus*, models, temperature, flower bud and vegetative bud.

## Lista de figuras

Figura 1: Unidades de frio acumuladas na região de Pelotas-RS, durante os meses de junho e julho entre os anos de 2004 a 2014, segundo o modelo do Texas (Byrne e Bacon, 1992). A linha tracejada representa o acúmulo mínimo de unidades de frio entre os meses de junho e julho na região de Pelotas e a linha contínua representa o acúmulo máximo de unidades para os 11 anos de estudo. ....	36
Figura 2: Gráficos de dispersão mostrando a correlação entre o modelo do Texas e os demais modelos. ....	38
Figura 3: Ilustração do acúmulo de frio e calor durante o período de dormência.....	43
Figura 4: Ilustração da necessidade de calor até a brotação em função do frio acumulado durante o inverno.....	43
Figura 5: Gráficos de dispersão da cultivar Bonão mostrando a correlação entre o modelo GDH °C com os modelos Dinâmico, modelos de horas abaixo de 11°C e 7,2 °C. ....	63
Figura 6: Gráficos de dispersão da cultivar Precocinho mostrando a correlação entre o modelo GDH °C com os modelos Dinâmico, modelos de horas abaixo de 11°C e 7,2 °C. ....	63
Figura 7: Gráficos de dispersão da cultivar Pepita mostrando a correlação entre o modelo GDH °C com os modelos Dinâmico, modelos de horas abaixo de 11°C e 7,2 °C. ....	64
Figura 8: Gráficos de dispersão da cultivar Maravilha mostrando a correlação entre o modelo GDH °C com os modelos Dinâmico, modelos de horas abaixo de 11°C e 7,2 °C. ....	64
Figura 9: Gráficos de dispersão da cultivar BR 3 mostrando a correlação entre o modelo GDH °C com os modelos Dinâmico, modelos de horas abaixo de 11°C e 7,2 °C. ....	65
Figura 10: Gráficos de dispersão da cultivar Coral mostrando a correlação entre o modelo GDH °C com os modelos Dinâmico, modelos de horas abaixo de 11°C e 7,2 °C. ....	65
Figura 11: Gráficos de dispersão da cultivar Diamante mostrando a correlação entre o modelo GDH °C com os modelos Dinâmico, modelos de horas abaixo de 11°C e 7,2 °C. ....	66
Figura 12: Gráficos de dispersão da cultivar Turmalina mostrando a correlação entre o modelo GDH °C com os modelos Dinâmico, modelos de horas abaixo de 11°C e 7,2 °C. ....	66
Figura 13: Gráficos de dispersão da cultivar Marfim mostrando a correlação entre o modelo GDH °C com os modelos Dinâmico, modelos de horas abaixo de 11°C e 7,2 °C. ....	67
Figura 14: Gráficos de dispersão da cultivar Cambará do Sul mostrando a correlação entre o modelo GDH °C com os modelos Dinâmico, modelos de horas abaixo de 11°C e 7,2 °C.....	67
Figura 15: Médias do peso verde (PV) e seco (PS), marcadas com a possível data de final de endodormência das cultivares para o ano de 2013. ....	75
Figura 16: Médias do peso verde (PV) e seco (PS), marcadas com a possível data de final de endodormência das cultivares para o ano de 2014. ....	76

## Lista de tabelas

Tabela 1: Valores unitários das unidades de frio dentro de cada modelo. ....	29
Tabela 2: Acúmulo de frio entre os meses de maio a agosto para diferentes modelos entre 2004 à 2014 para região de Pelotas.....	31
Tabela 3: Temperaturas médias dos quatro meses mais frios do ano na região de Pelotas-RS, registrados de 2004 a 2014. ....	32
Tabela 4: Análise de correlação entre o modelo de média do Texas pelos demais modelos.....	35
Tabela 5: Valores unitários das unidades de frio dentro de cada modelo. ....	48
Tabela 6. Comparação entre as médias de brotação (10% das gemas brotadas) e plena floração (50% das flores abertas) para os onze anos estudados.....	49
Tabela 7. Início de Brotação da cultivar Bonão, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo. ....	50
Tabela 8. Grau de produção atribuído as cultivares durante os anos estudados para as condições de campo. ....	51
Tabela 9. Início de Brotação da cultivar Precocinho, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo. ....	52
Tabela 10. Início de Brotação da cultivar Pepita, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo. ....	55
Tabela 11. Início de Brotação da cultivar Maravilha, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo. ....	56
Tabela 12. Início de Brotação da cultivar BR-3, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo. ....	56
Tabela 13. Início de Brotação da cultivar Coral, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo. ....	57
Tabela 14. Início de Brotação da cultivar Diamante, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo. ....	58
Tabela 15. Início de Brotação da cultivar Turmalina, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo. ....	59
Tabela 16. Início de Brotação da cultivar Marfim, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo. ....	60
Tabela 17. Início de Brotação da seleção Cambará do Sul, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo. ....	60
Tabela 18. Médias e coeficiente de variação para a variável necessidade em frio até o início da brotação para nove cultivares de pessegueiro.....	62

Tabela 19: Média do peso verde de 20 gemas, marcados com a possível data de saída de endodormência.....	77
Tabela 20: Média do peso seco de 20 gemas, marcados com a possível data de saída de endodormência.....	78
Tabela 21: Comparação entre as estimativas da necessidade em frio pelo método biológico, Tabuenca, e com base na fenologia e modelos de horas de frio e de Taiwan.....	79
Tabela 22: Conteúdo inicial e final de teor de água das gemas após o final do período de endodormência. ....	80

## Sumário

1. Introdução Geral .....	13
2. Revisão de Literatura .....	15
2.1. Condições edafoclimáticas para a produção de pessegueiro .....	16
2.2. Dormência.....	18
2.3. Modelos para estimar o acúmulo de frio hibernal.....	21
2.3.1. Horas de frio baixo de 7,2°C.....	22
2.3.2. Unidades de frio.....	22
2.3.2.1. Modelo de Utah.....	23
2.3.2.2. Modelo de Gilreath.....	23
2.3.2.3. Modelo Dinâmico .....	24
2.3.2.4. Modelo de Temperaturas Médias (Texas) .....	24
2.3.2.5. Infruitec – Versão positiva do modelo de Utah.....	25
2.3.2.6. Modelo de Taiwan.....	25
2.4. Necessidade de calor para floração e brotação .....	25
2.4.1. GDH °C (Growing Degree Hour Celsius).....	25
CAPÍTULO 1 .....	27
Estimativa do acúmulo de frio hibernal em Pelotas, RS, por modelos baseados em temperaturas horárias e em temperaturas médias.....	27
3. Introdução .....	27
4. Material e Métodos.....	29
5. Resultados e discussão .....	30
6. Conclusões .....	39
CAPÍTULO 2 .....	40
Estimativas da necessidade em frio de dez cultivares de pessegueiro utilizando diferentes modelos .....	40
7. Introdução .....	40
8. Material e métodos.....	47
9. Resultados e discussão .....	49
10. Conclusões.....	68
CAPÍTULO 3 .....	69
Estimativa da necessidade em frio de nove cultivares de pessegueiro o utilizando protocolo de Tabuenca.....	69
11. Introdução.....	69
12. Material e Métodos .....	71
12.1. Ano de 2013.....	72
12.2. Ano de 2014.....	73
13. Resultados e discussão .....	74
14. Conclusões.....	81
15. Considerações Finais .....	82
REFERÊNCIAS.....	84
APÊNDICES.....	92

## 1. Introdução Geral

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas. Dentre as espécies frutíferas produzidas no Brasil, o pessegueiro assume grande importância no Sul e Sudeste do país não apenas sob o de vista econômico, mas também pelo aspecto social que representa. Na região Sul, mais de quatro mil famílias tem no pessegueiro a sua principal fonte de renda. No Brasil, os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná têm as melhores condições naturais para a produção comercial do pêssego (EMATER, 2013).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013), mais de 232 mil toneladas de pêssegos, foram produzidas no Brasil em 2012, o estado do Rio Grande do Sul foi o que mais contribuiu para esse número, com produção de 132.736 toneladas. Nesse estado, a produção de pêssego está concentrada na região de Pelotas e na região da Serra.

De acordo com a Emater - RS, a cadeia produtiva da fruta movimentada entre R\$ 300 e 400 milhões ao ano e gera cerca de 2,5 mil empregos diretos e indiretos. No ano de 2013 a safra de pêssego rendeu R\$ 44 milhões de reais entre os mais de 4,5 mil produtores no Rio Grande do Sul (EMATER, 2013).

Ao longo dos anos a cultura do pessegueiro se expandiu, a diferentes regiões do Brasil e do mundo. Porém, a falta de adaptação às condições climáticas de uma determinada região pode prejudicar a brotação, o florescimento e a produção de frutas, por isso, deve-se priorizar a escolha de cultivares adaptadas ao local de cultivo (GEORGE e EREZ, 2000).

No Brasil, as condições climáticas das regiões produtoras de pêssego são muito variáveis, principalmente em relação ao acúmulo de frio hibernal, que é um fator indispensável para a superação da dormência, sendo determinante para que as gemas floríferas e vegetativas se desenvolvam adequadamente.

A ocorrência do frio e o seu efeito sobre as fruteiras de clima temperado podem ser avaliados quanto à duração (aspecto quantitativo) e intensidade (aspecto qualitativo). O frio necessário às gemas vegetativas e floríferas quando insuficiente limita a produção nas zonas subtropicais (SCORZA e SHERMAN 1996, citado por CITADIN 2001).

Diversas formas têm sido propostas para estimar o acúmulo de frio necessário para uma boa brotação e floração de diferentes genótipos (DENNIS,

2003). Entretanto, no geral, elas consomem tempo, recursos financeiros e mão de obra, não sendo adequadas para programas de melhoramento em que são avaliados milhares de genótipos. Na prática, muitos melhoristas usam a época de floração como um índice (mesmo reconhecendo que outros fatores influem sobre ela), considerando de menor necessidade em frio, os genótipos que florescem primeiro (SCORZA e SHERMAN, 1996).

A adaptação a condições de inverno ameno é um dos objetivos mais importantes do melhoramento genético do pessegueiro no Brasil em áreas subtropicais (RASEIRA e NAKASU, 2006). Para essas regiões, o melhoramento genético tem buscado o desenvolvimento de cultivares com baixa necessidade em frio, geralmente menos de 400 horas ( $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ ). Quando cultivado em regiões tipicamente temperadas, os maiores problemas são aqueles ocasionados por temperaturas extremamente baixas, geralmente negativas, durante o inverno, e geadas tardias na primavera, a quais podem causar morte das gemas e ramos, e também podem provocar a queda de frutos pequenos (RASEIRA e NAKASU, 2002).

O conhecimento detalhado dos fatores fisiológicos, genéticos e ambientais que controlam a floração e brotação nos pessegueiros possibilita o desenvolvimento de cultivares melhor adaptadas, tanto aos locais com inverno ameno quanto os de inverno mais rigoroso.

Assim, torna-se importante a definição e validação de um método prático e eficiente para estimar a quantidade de frio em uma determinada região, criando assim os subsídios necessários para a aplicação destas informações em programas de melhoramento genético e para a recomendação de cultivares adaptadas a cada região.

Os objetivos deste trabalho foram: (I) testar diferentes modelos para estimar a quantidade de frio que ocorre na região de Pelotas, com base em dados históricos de 11 anos, tentando estabelecer o modelo mais adequado; (II) estimar, através dos diferentes modelos, a necessidade em frio de 10 cultivares de pessegueiro com base em dados fenológicos de 11 anos; (III) verificar se o modelo de temperaturas médias pode ser usado ao invés das temperaturas horárias; (IV) comparar o acúmulo estimado por modelos matemáticos aos resultados obtidos por processos biológicos; (V) comparar a necessidade em frio de gemas floríferas.

O trabalho é apresentado em três capítulos: 1) Estimativa do acúmulo de frio hibernal em Pelotas, RS, por modelos baseados em temperaturas horárias e em

temperaturas médias; 2) Estimativas da necessidade em frio de nove cultivares de pessegueiro utilizando diferentes modelos; 3) Estimativas da necessidade em frio de nove cultivares de pessegueiro utilizando protocolo de Tabuena.

## 2. Revisão de Literatura

O centro de diversidade de *Prunus spp.* é da China, onde estão distribuídas cinco espécies de pessegueiro, porém, todos os pessegueiros cultivados comercialmente para a produção de frutas são da espécie *Prunus persica*, originários da região que se estende da parte central do país. Esta espécie compreende três variedades botânicas: *vulgaris*, classificação do pêssego comumente conhecido; *nucipersica*, que compreende as nectarinas; e *platicarpa*, na qual estão os pêssegos chatos (FRANZON et al., 2014).

A história do pessegueiro no mundo é quase tão antiga quanto à história da agricultura. No Brasil, entretanto, é bem mais recente. Em 1952, a cultura teria sido introduzida por Martim Afonso de Souza. No entanto, como negócio, o pessegueiro tornou-se importante em meados do século 20 ou, na melhor das hipóteses, ao final do século 19 (EMBRAPA 2014).

No Brasil, as primeiras mudas plantadas foram na Capitania de São Vicente, que corresponde ao atual Estado de São Paulo, que ainda é o segundo maior produtor do Brasil, precedido apenas pelo Rio Grande do Sul. Estado no qual, em razão das condições climáticas o cultivo do pessegueiro mais cresceu, principalmente para fins industriais, mais se desenvolveu no País (FRANZON et al., 2014).

Na região Sul, e em particular no Rio Grande do Sul, o cultivo do pessegueiro passou a ter importância a partir da década de 1960. Hoje o estado é o maior produtor nacional de pêssegos, sendo possível encontrar pessegueiros em diversos municípios. Entretanto, a produção comercial está concentrada em três principais polos, que juntos somam cerca de 15 mil hectares de pomares (IBGE, 2011).

O primeiro dos três polos mais importantes localiza-se na chamada metade Sul do estado, que compreende 29 municípios e concentra mais de 90% da produção destinada ao processamento industrial de diversas formas, com destaque para pêssego em calda (conserva) (IBGE, 2011). O Estado do Rio Grande do Sul ainda é responsável por aproximadamente 96% da produção nacional de compotas de pêssego.



O segundo polo, localizado na Grande Porto Alegre, é composto por nove municípios e produz, em média, segundo Tipa Jr. (2013), 1.500 toneladas de pêssegos para o consumo in natura numa área de 120 ha. Trata-se de uma região que apresenta uma importante vantagem competitiva, já que está próxima do principal mercado consumidor do estado (grande Porto Alegre).

O terceiro polo está localizado na Encosta Superior do Nordeste, na região também conhecida como Serra Gaúcha, mais especificamente nos municípios de Caxias do Sul, Bento Gonçalves, Veranópolis, Farroupilha, Flores da Cunha, Nova Pádua, Antônio Prado, Ipê, Pinto Bandeira e Campestre da Serra. As frutas desta região são, quase que na sua totalidade, destinadas ao mercado de consumo in natura.

Para o município de Pelotas, o pêssego apresenta grande importância econômica, e hoje mais de 80% da produção nacional de pêssego de conserva é dessa região (EMBRAPA, 2014). A cidade de Pelotas tem tradição na cultura e produção de pêssego.

### 2.1. Condições edafoclimáticas para a produção de pessegueiro

Para o cultivo de pessegueiro, o primeiro ponto a ser observado na implantação de um pomar são as condições climáticas, ou seja, número de horas de frio, radiação, a precipitação pluvial, o número de graus dia e a ocorrência de ventos fortes, geadas e granizo, pois cada um desses elementos influi diretamente na fisiologia das plantas (EMBRAPA, 2005).

O pessegueiro tem essa exigência térmica, porque seu ciclo de vida é basicamente formado por duas fases distintas, que são a fase vegetativa e a de dormência. Resumidamente, o que faz com que determinada cultivar esteja adaptada a uma região está na sua capacidade de brotar, florescer, crescer satisfatoriamente e produzir frutos de qualidade em temperaturas diferentes à média ótima para o crescimento da espécie. Estas características estão diretamente relacionadas com a necessidade de frio dos genótipos (CITADIN, 2001).

Uma região é classificada de clima temperado quando o mês mais quente do ano apresenta temperatura média superior a 10°C e, no mês mais frio, a temperatura média varia na faixa de -3°C a 18°C. Estes climas são encontrados nas áreas compreendidas entre as latitudes de 25° Sul e 45° Sul (SCHILDERS, 1976).

Em meio a vários tipos de frutíferas, o pessegueiro está entre aquelas que antes eram produzidas apenas nas regiões de clima temperado e agora são produzidas com grande sucesso em outros locais, antes considerados como não apropriados para o cultivo dessa fruteira, como as áreas subtropicais e tropicais de altitude. Entretanto, ele necessita de determinado acúmulo de frio hibernal para superar o período de dormência e ter floração e brotação normais (SILVEIRA, 2003).

Devido à grande variabilidade das condições climáticas das regiões produtoras de pêssigo com relação ao acúmulo de frio hibernal, necessário para a superação da dormência das plantas, a observação de fenologia se torna essencial na compreensão da adaptabilidade da espécie, ou de uma cultivar em uma determinada região. Além disso, a estimativa dos estádios fenológicos contribui para o melhor manejo do pomar, auxiliando ao determinar a ocasião de fazer os tratamentos fitossanitários, controle de pragas, previsão de colheitas e estimativa da qualidade dos frutos.

A necessidade do acúmulo de frio hibernal é variável de acordo com a espécie, cultivar, estado nutricional, balanço hormonal e fisiológico, além do tipo de gema e de sua localização na planta (WAGNER JÚNIOR, 2007), sendo que a necessidade em frio de gemas floríferas é menor em relação às gemas vegetativas, com isso, a abertura das flores geralmente ocorre antes da brotação (SOUZA, 2012).

Para completar sua formação, as gemas floríferas e vegetativas do pessegueiro necessitam atravessar um período de repouso, convencionalmente medido pelo número de horas de frio abaixo de 7,2°C (HERTER et al., 2003).

As baixas temperaturas têm uma dupla função sobre os mecanismos de dormência das fruteiras de clima temperado, elas induzem a entrada e a saída da dormência, a fim de permitir a brotação e a floração (PUTTI, 2001).

A qualidade e a regularidade do frio durante a dormência são de extrema importância para o desenvolvimento do pessegueiro. Em locais onde ocorrem alternâncias de temperatura no inverno, ou seja, períodos frios seguidos de temperaturas acima de 21°C, além de anularem as horas de frio já acumuladas, induzem as plantas ao florescimento antecipado, ocasionando importantes danos à produção (GONÇALVES, 2014).

A maioria das cultivares de pessegueiro necessita entre 100 e 1000 horas de frio abaixo de 7,2°C para superar a dormência, brotar e florescer, normalmente na primavera (HERTER et al., 1997). Porém, a estimativa exata da necessidade de frio

de determinada planta para a quebra da dormência é praticamente impossível em condições de campo, uma vez que a radiação solar, as flutuações diurnas de temperatura e outros fatores não podem ser controlados (DENNIS Jr., 2003).

Para efeito de dormência, o importante, não são temperaturas extremamente baixas, mas sim a regularidade com que estas ocorrem. Flutuações de temperatura fazem com que seja necessário um maior número de horas de frio para satisfazer as exigências da planta (EREZ e LAVEE, 1971).

Existem dois fatores principais que determinam a adaptação de fruteiras de clima temperado em regiões quentes, sendo o primeiro a capacidade das cultivares brotar, florescer e produzir frutos, e segundo a habilidade de produzir frutos de qualidade em temperaturas na maioria das vezes superiores a ótima. O primeiro fator é determinado, principalmente, pela necessidade de frio da cultivar. Em ambos os casos, geralmente, existe variabilidade que pode ser recombinação através de melhoramento genético. Embora seja possível superar a dormência com reguladores vegetais, o crescimento, a produção e a qualidade são geralmente inferiores aos obtidos com cultivares adaptadas (HUAGGE, 2000, citado por GONÇALVES, 2014).

## 2.2. Dormência

O período de dormência é uma condição de baixa atividade fisiológica que permite a sobrevivência das plantas em condições de baixas temperaturas. Samash (1954) definiu a dormência como fenômeno fisiológico caracterizado pela ausência de crescimento visível e pela atividade metabólica reduzida, este mecanismo é realizado de maneira endógena e é influenciado pelas condições do ambiente. Estando a planta em dormência, a ação contínua de baixas temperaturas por um determinado período fará com que ela brote (PETRI et al., 1996). Para Raseira et al. (1998), a necessidade de frio é considerada satisfeita quando 10% das gemas vegetativas brotam.

A dormência em frutíferas de clima temperado tem sido bastante discutida devido à tendência do homem de cultivar espécies em zonas com condições climáticas limitantes para a adaptação. Nas regiões subtropicais, os problemas podem ocorrer em função da insuficiência quantitativa e qualitativa de frio. Sendo o frio o principal agente responsável pela entrada e saída da dormência das plantas caducifólias, quando cultivadas em regiões com insuficiência de frio hibernal, as plantas apresentam sintomas de falta de adaptação, destacando-se a baixa

percentagem de brotação das gemas laterais, a forte dominância apical, com consequente inibição do crescimento das brotações laterais, desenvolvimento de longos ramos terminais, baixo número de ramos e esporões laterais, floração desuniforme, afetando drasticamente a produção (MARODIN et al., 1992).

É importante que no decorrer do inverno (especialmente no início) ocorra frio suficiente para que tais gemas satisfaçam suas necessidades de frio e completem satisfatoriamente sua dormência (CHAMPAGNAT, 1973). Durante esse período, sucedem-se transformações hormonais, que culminam na completa evolução das gemas e no estímulo para a planta iniciar novo ciclo vegetativo.

A superação natural da dormência das espécies caducifólias envolve fatores internos, como o balanço dos promotores e inibidores de crescimento, e fatores externos, como a temperatura, o fotoperíodo e a radiação solar, entre outros. O acúmulo de frio durante o inverno é fundamental para que plantas dessas espécies possam brotar e florescer normalmente (MARODIN et al., 1992).

A dormência das gemas é governada por fatores genéticos e do meio ambiente, os quais afetam o nível de fitormônios, que por sua vez controlam as mudanças metabólicas promovendo então a superação da dormência (LAVEE, 1973). Em outras palavras, a inatividade das gemas é controlada pelo balanço entre substâncias inibidoras, como ácido abscísico, e substâncias promotoras de crescimento, como citocininas e giberelinas (WALKER e SEELEY, 1973).

O período de dormência se divide em três distintas fases: paradormência, endodormência e ecodormência.

A primeira delas se refere à inibição correlativa em que o crescimento de um órgão é inibido pela ação de um ou vários órgãos. A eliminação do órgão inibidor permite o retorno quase que instantâneo do crescimento.

A endodormência é a inibição de crescimento cuja origem é intrínseca à estrutura considerada. Uma gema que entrou em dormência requer certa acumulação de frio, e tem seu efeito eliminado pela ação de temperaturas próximas a 7°C. A endodormência pode ser influenciada pelos fatores ambientais e fisiológicos, e a necessidade de frio para a quebra da dormência é determinada geneticamente. A fase da endodormência é a mais importante, pois somente se houver superação haverá sucesso na brotação e na produção de frutos. Este é o fator que mais afeta o pessegueiro (LANG et al., 1987).

Em latitudes intermediárias, a endodormência é atingida em novembro ou dezembro, no hemisfério Norte, e junho ou julho no hemisfério Sul. Nessa situação as plantas, geralmente, não podem se tornar ativas por um aquecimento temporário. A incapacidade das plantas de saírem deste estado prematuramente, uma vez que estejam em endodormência, é um fator ecológico importante em relação à resistência ao frio. Isso quer dizer que plantas de regiões de inverno frio, que responderem a dias mais quentes estarão mais susceptíveis à próxima onda de frio (LARCHER, 2000).

A temperatura é o principal regulador do metabolismo da planta e, portanto, faz parte do processo de crescimento e desenvolvimento da planta. Uma vez que a endodormência é finalizada, o início da brotação e floração são regulados pelas temperaturas mais quentes. A necessidade de calor varia com a cultivar, com as condições fisiológicas da planta, estágio de desenvolvimento e pela localização geográfica do pomar (HERTER et al. 2002).

Dessa forma, em muitas espécies lenhosas, o fim da dormência depende ainda de certos requerimentos em relação ao calor. Em muitos casos a dormência somente termina após a exposição durante muitas semanas a temperaturas mais elevadas. Após isto, a planta está pronta para o desenvolvimento, com aparecimento de novos ramos e folhas que só é inibido por condições climáticas adversas, o que caracteriza a chamada ecodormência (SAURE, 1985).

A floração, brotação e frutificação do pessegueiro variam em função do local e ano, sendo dependentes das condições climáticas, principalmente no que diz respeito à temperatura, tornando o conhecimento das condições climáticas de fundamental importância na implantação de pomares desta espécie (NIENOW; FLOSS, 2003).

A ecodormência é um estado resultante de algum fator ambiental (temperatura, radiação, estresse hídrico, elementos nutritivos, ataque de patógenos, entre outros), que provoca uma parada temporária no crescimento e desenvolvimento das gemas. Na ecodormência as gemas já acumularam sua necessidade em frio e só precisam da condição ideal para brotar (LANG et al., 1987).

Para entender melhor os mecanismos de dormência e requerimento de frio do pessegueiro torna-se necessário o conhecimento de técnicas e testes que nos possibilitem avaliar estes períodos. No pessegueiro, dois fatores são propostos para explicar o tempo necessário entre a entrada da endodormência e o florescimento e

brotação: a exigência de acúmulo de frio para superação da endodormência, e o requerimento de calor, após a superação da endodormência das gemas até o pleno florescimento e brotação (CITADIN et al., 2001).

Frente ao conhecimento da influência do fator temperatura sobre o fenômeno da dormência, vários modelos foram desenvolvidos visando determinar as condições térmicas preferenciais à indução e superação da dormência.

### 2.3. Modelos para estimar o acúmulo de frio hibernal

Os primeiros modelos matemáticos foram baseados em experimentos realizados por Weinberger (1950), que inicialmente usou temperaturas de 45°F. Posteriormente, com base em observações de que outras temperaturas também tinham efeito sobre a fisiologia das plantas, foram surgindo novos modelos.

As diferentes temperaturas podem ter diferentes valores efetivos de quantidades de horas de frio acumuladas para permitir a saída da dormência. Também deve-se levar em consideração que em condições naturais as temperaturas se apresentam de forma cíclica. Abaixo de 0°C o frio não é efetivo para desencadear os processos fisiológicos, o mesmo ocorrendo com temperaturas acima de 21°C, que podem anular parte do frio acumulado. Ressalta-se que temperaturas acima de 7,2°C podem ser efetivas na acumulação de frio (EREZ e LAVEE 1971).

Em razão da constatação de que temperaturas acima de 7,2°C exercem influência na superação da dormência, sobretudo em espécies e cultivares de menor exigência em frio (COUVILLON e EREZ, 1985), começou-se a questionar a forma com que um processo regulado por mudanças bioquímicas poderia estar relacionado a uma temperatura fixa. Nas últimas décadas, diversos pesquisadores têm demonstrado que temperaturas abaixo de limites estanques como 7,2°C ou 13°C, não possuem o mesmo peso no acúmulo de horas de frio (EREZ e LAVEE 1971). Estes limites são utilizados somente como índices abaixo dos quais as horas de frio são acumuladas, servindo de parâmetro comparativo entre regiões.

Erez e Lavee (1971) observaram que, sob condições controladas, a temperatura de 6°C contribui mais para o repouso completo de cultivares de pêssegos que qualquer outra temperatura, sugerindo, a partir destes estudos, que temperaturas entre 3°C e 8°C contribuem em cerca de 90% como horas de frio realmente efetivas para estas cultivares.

### 2.3.1. Horas de frio baixo de 7,2°C

O primeiro modelo a ser descrito foi o modelo de Weinberger (Chill Hours model) no qual utiliza todas temperaturas até os 45°F para quantificar o frio, o que equivale a 7,2°C. Eggert (1951) efetuou pequenas modificações neste modelo, passando a contabilizar apenas as temperaturas positivas (entre 0 e 7,2°C). O método de Weinberger (1950) é amplamente utilizado, em razão da facilidade de cálculo, principalmente na caracterização de cultivares nos programas de melhoramento, mesmo não sendo um método preciso quando aplicado em regiões com baixa ocorrência de frio (LINSLEY-NOAKES et al., 1994).

Mesmo assim, este é ainda hoje um dos métodos mais utilizados para quantificar o requerimento em frio das fruteiras de clima temperado.

### 2.3.2. Unidades de frio

Erez e Lavee (1971) verificaram que as temperaturas mais eficazes para superar a dormência de gemas vegetativas axilares e terminais de pessegueiro foram de 6°C e 8°C, respectivamente. Porém, temperaturas de 13°C também tiveram ação positiva e, com 10°C, obteve-se 50% da brotação do tratamento a 6°C. Estes autores verificaram que a temperatura de 6°C teve maior efeito na superação da dormência em pessegueiro do que as temperaturas superiores a 10°C e menores que 6°C. Tais autores ressaltam a importância do cálculo de horas de frio ponderadas, considerando a eficiência relativa de cada temperatura.

O importante para efeito de dormência não são temperaturas extremamente baixas, mas sim a regularidade com que estas ocorrem. Flutuações de temperatura fazem com que seja necessário um maior número de horas de frio para satisfazer as exigências da planta (EREZ e LAVEE, 1971). O efeito negativo das altas temperaturas depende do tempo que elas permanecem e da intensidade da temperatura. Exposição de 2h a 4h a 21°C não prejudicam, porém, quando a exposição for superior a 8h ocorre um efeito anulador de horas de frio. Em temperaturas mais altas, em torno de 24°C por 2 horas, já pode haver um efeito anulador do frio. A época da ocorrência do frio também tem influência, sendo mais eficiente o frio que ocorre em meados ou final do inverno do que o frio recebido no início da entrada da dormência.

As variações de temperatura durante o inverno interferem no processo de dormência de forma bastante intensa, na maioria das vezes negativamente,

principalmente no caso de temperatura superiores a 18°C (EREZ e LAVEE, 1971; EREZ e COUVILLON, 1995).

#### 2.3.2.1. Modelo de Utah

Neste modelo é utilizado o conceito da efetividade relativa de frio e negação do frio acumulado, ou seja, considera que altas temperaturas (acima de 15,9°C) podem anular o efeito causado pelas baixas temperaturas. Este modelo é considerado como de alto frio (RICHARDSON et al., 1974).

Segundo este modelo, para calcular as unidades de frio necessárias para superação da endodormência em pessegueiro, uma hora a temperaturas entre 1,5 e 2,4°C, bem como entre 9,2 e 12,4°C, acumula 0,5 unidades de frio; a temperatura considerada ótima para acumular frio é entre 2,5 e 9,1°C, quando uma hora equivale a 1 unidade de frio; já entre 12,6 e 15,9°C ou abaixo de 1,4°C não ocorre acúmulo de frio; enquanto uma hora a temperaturas entre 16 e 18°C tem efeito negativo, descontando 0,5 unidades de frio das unidades já acumuladas, bem como as temperaturas acima dos 18°C anulam uma unidade de frio a cada hora de exposição.

Este modelo tem sido amplamente utilizado em regiões mais frias (BYRNE e BACON, 1992). Entretanto, em condições climáticas semelhantes às do sul do Brasil, ele não é adequado, pois é frequente a ocorrência de temperaturas mais altas que 15,9°C durante o período de dormência do pessegueiro (EBERT et al., 1986).

#### 2.3.2.2. Modelo de Gilreath

Gilreath e Buchanan (1981), propuseram um novo modelo, também conhecido como modelo de baixo frio, onde contabilizaram como horas de frio todas as temperaturas abaixo de 8°C e como temperatura crítica para o efeito negativo 19,5°C. Eles consideraram que para as temperaturas menores que -1°C e entre 17 e 19,4°C não existe acúmulo de frio, nas temperaturas entre 1,8 e 7,9°C e 14 e 16,9°C acumulam 0,5 unidades de frio. Já as temperaturas entre 8 e 13,9°C acumulam 1 unidade de frio, enquanto temperaturas acima de 19,5°C tem efeito negativo, sendo que entre 19,5 e 20,4°C existe um desconto de 0,5 unidades de frio e acima de 20,5 o desconto é de 1 unidade.



### 2.3.2.3. Modelo Dinâmico

O modelo dinâmico foi desenvolvido em Israel (FISHMAN et al., 1987), justamente para fazer as correções devido a altas temperaturas de inverno que ocorrem no Vale do Jordão (30-32° Norte lat.). Nesse modelo o acúmulo de frio é estimado como forma de porções ou quânticos de frio.

O modelo baseia-se na hipótese de que a superação da dormência depende do nível de certos fatores indutivos à brotação, acumulados através de duplo processo. A primeira parte do processo consiste na formação e destruição reversível do produto térmico intermediário, onde temperaturas baixas promovem a reação, enquanto que altas temperaturas favorecem a reversão da reação. Quando um nível crítico do produto intermediário é atingido, este é transferido irreversivelmente para a segunda porção do processo, o produto final, que contribui para indução da brotação, não sendo degradado ou reduzido pelo efeito de temperaturas elevadas subsequentes.

Em uma segunda fase, sempre que uma determinada concentração crítica do produto intermediário é atingida, ele é transformado de forma irreversível em um produto ou uma porção de frio, e a concentração do intermediário cai para zero, exibindo um comportamento periódico na curva dinâmica. O modelo incorpora um segundo ajustamento para corrigir o efeito das baixas temperaturas e assume uma temperatura crítica de 4°C, abaixo da qual apenas uma fração do intermediário é transformado num produto, iniciando assim um novo ciclo com uma concentração do intermediário, que é maior do que zero. Deste modo, o modelo dinâmico é substancialmente diferenciado dos outros, pois as unidades de frio ou porções de frio uma vez acumuladas, não podem ser anuladas por altas temperaturas (DENNIS, 2003, citado por PÉREZ, 2008).

### 2.3.2.4. Modelo de Temperaturas Médias (Texas)

O modelo de Temperaturas médias (Texas) utiliza as médias de temperatura dos meses mais frios para estimar o acúmulo de unidades de frio. São utilizadas as médias de temperaturas de um ou dois meses mais frios do inverno, geralmente junho e julho no hemisfério sul. Este modelo pode se tornar bastante útil para utilização em regiões onde não se tem acesso às temperaturas horárias. Dados de temperaturas médias são rotineiramente mantidos por municípios e climatologistas

sendo, geralmente, de fácil acesso a todos e disponível para vários anos. A precisão e a simplicidade de cálculo de acúmulo frio com temperaturas médias poderá auxiliar produtores de frutas de várias maneiras e também tornará mais fácil para um pesquisador ou agente de extensão indicar com maior segurança cultivares para um determinado local de cultivo.

#### 2.3.2.5. Infruitec – Versão positiva do modelo de Utah

O modelo Infruitec ou modelo de unidades de frio positivo é uma modificação do modelo de Utah, no qual não são considerados os valores negativos para o acúmulo de frio, e destina-se a situações ou locais com invernos quentes (temperaturas  $> 16^{\circ}\text{C}$ ), que, se calculado pelo modelo de Utah original, apresentaria valores finais negativos (LINSLEY, NOAKES et al., 1995). É calculado da mesma forma que o modelo de Utah, com a diferença de que as temperaturas acima dos  $16^{\circ}\text{C}$  não contribuem negativamente para o acúmulo de horas de frio.

#### 2.3.2.6. Modelo de Taiwan

O seu desenvolvimento surgiu da necessidade de um novo modelo para contagem de unidades de frio para as regiões de baixa necessidade. Neste modelo, uma unidade de frio é definida como uma hora em temperaturas abaixo de  $7,2^{\circ}\text{C}$ , entretanto, quando a temperatura está na faixa entre  $7,3$  e  $15^{\circ}\text{C}$  é possível considerar que cada hora equivale a 0,5 unidades de frio, já entre  $15,1$  e  $26,6$  não é computada nenhuma unidade de frio, sendo que quando as temperaturas são superiores a  $26,7^{\circ}\text{C}$  a influência é negativa, descontando 0,5 unidades na faixa entre  $26,7$  e  $27,8^{\circ}\text{C}$  e uma unidade quando as temperaturas forem superiores a  $27,8^{\circ}\text{C}$ .

### 2.4. Necessidade de calor para floração e brotação

#### 2.4.1. GDH $^{\circ}\text{C}$ (Growing Degree Hour Celsius)

Além dos modelos que servem para estimar a necessidade de frio para determinadas regiões e que também auxiliam para determinar necessidade de frio das cultivares em programas de melhoramento, existe um modelo matemático que estima a necessidade de calor das cultivares. Este modelo é o Growing Degree Hour Celsius.

Richardson et al. (1975) propuseram um modelo linear para o pessegueiro que possibilitou a previsão do tempo de desenvolvimento das gemas, após a saída de dormência até o pleno florescimento. Através do acompanhamento do desenvolvimento de pessegueiro em câmaras de crescimento (fitotrons) e casas de vegetação surgiu a necessidade de se desenvolver uma escala mais precisa que a utilizada para o cálculo das unidades de frio (Graus Dia).

Foi então desenvolvida a escala denominada "Growing Degree Hour Celsius" (GDH °C) também chamada de unidades de calor, definida como sendo uma hora a uma temperatura de 1°C acima da temperatura base de 4,5°C. As unidades de calor (GDH °C) são calculadas subtraindo 4,5 de cada temperatura horária entre 4,5°C e 25°C, sendo assim o maior acúmulo para uma hora é de 20,5 GDH °C enquanto que não há acúmulo de calor em temperaturas iguais ou inferiores a 4,5°C.

## CAPÍTULO 1

### **Estimativa do acúmulo de frio hibernal em Pelotas, RS, por modelos baseados em temperaturas horárias e em temperaturas médias**

#### **3. Introdução**

As fruteiras de caroço, como o pessegueiro, diferenciam suas gemas no verão e com a aproximação do inverno a planta fica dormente em resposta aos dias mais curtos e às temperaturas mais frias. Este período é chamado de dormência e representa uma proteção às temperaturas mais frias do inverno. As gemas permanecem dormentes até que acumulem frio. O suficiente acúmulo de frio permite que elas recuperem sua capacidade de crescer, em resposta às temperaturas mais quentes.

Em regiões de clima subtropicais, podem ocorrer problemas em função da insuficiência quantitativa e qualitativa de frio. Se as gemas não recebem temperaturas baixas em quantidade e qualidade suficiente para superar a dormência, as plantas poderão desenvolver um ou mais sintomas fisiológicos associados com a insuficiência de frio, destacando-se a floração e brotação desuniforme, dominância apical, atraso na foliação, redução da frutificação efetiva e da qualidade das frutas, afetando assim drasticamente a produção (BYRNE; BACON, 1992).

A dormência em frutíferas de clima temperado tem sido bastante discutida devido à tendência do homem de cultivar espécies em zonas com condições climáticas limitantes para a adaptação (MARODIN et al., 1992). Atualmente devido ao sucesso dos trabalhos de melhoramento genético voltados às condições de clima mais quente, o seu cultivo tem sido amplamente difundido nas regiões subtropicais e tropicais de altitude (CHAGAS et al., 2006). Hoje o pessegueiro é uma das espécies frutíferas de maior interesse econômico no mundo e que maior expansão tem experimentado.

Frente ao conhecimento da influência do fator temperatura sobre o fenômeno da dormência, vários modelos foram desenvolvidos visando determinar as condições térmicas adequadas à indução e superação da dormência. Apesar da existência de um grande número de métodos para modelagem da dormência em espécies frutíferas, não existem modelos universais capazes de definir com precisão o

momento de superação da dormência para várias espécies e para diversas condições ambientais (CESARACCIO et al., 2004).

Segundo Finetto (2004), a maioria dos modelos elaborados considera apenas o fator temperatura, embora existam evidências de que os fatores luz e precipitação também são efetivos na superação da dormência, sendo esta uma das razões para a divergência nos resultados de caracterização do requerimento em frio de cultivares.

Atualmente existem vários modelos que permitem estimar o acúmulo de frio em uma determinada região. Cada modelo considera diferentes requerimentos para o acúmulo de unidades de frio. Entre eles estão: modelo de horas de frio abaixo de 7,2°C (WEINBERGER, 1950); modelo de horas de frio abaixo de 11°C (CHAVARRIA 2000), modelo de Utah (RICHARDSON, 1974); modelo de baixo frio (GILREATH; BUCHANAN, 1981); modelo Dinâmico (FISHMAN et al., 1987); modelo do Texas (BYRNE et al., 1992); modelo Positivo de Utah (LINSLEY-NOAKES; ALLAN, 1995) e modelo de Taiwan, (OU; CHEN 2000).

Os modelos de horas de frio abaixo de 7,2° e 11°C, são os modelos mais simples para a computação de temperaturas. Estes dois modelos são os únicos que utilizam horas como definição de frio, definindo como sendo uma hora de frio todas as temperaturas positivas que estejam entre 0 e 7,2°C e 0 e 11°C.

Os modelos propostos por RICHARDSON (1974), GILREATH; BUCHANAN, (1981), LINSLEY- NOAKES; ALLAN (1995) e OU; CHEN (2000), são modelos mais complexos e geram unidades de frio (UF), de quais são dependentes das temperaturas. Estes modelos introduzem o conceito da eficácia relativa de acúmulo de frio, pois dependendo da temperatura horária registrada eles somam ou subtraem unidades de frio.

O modelo dinâmico assume que o frio é acumulado em um processo de duas etapas, o resultado deste modelo é expresso em Porções Frio (PF). Este modelo vem sendo utilizado com sucesso para climas mais quentes e acredita-se hoje que o mesmo seja um marco para a compreensão da modelagem de dormência (FISHMAN et al., 1987).

Já o modelo do Texas se diferencia dos demais por não utilizar as temperaturas horárias para o cálculo do acúmulo de frio, mas sim as médias de temperatura dos meses mais frios do inverno, o que é uma vantagem, devido a facilidade de computar o acúmulo de frio. Este método tem se mostrado bastante

eficiente para estimar o acúmulo de frio em algumas regiões do sudeste dos Estados Unidos (BYRNE; BACON, 1991).

Apesar de atualmente já se ter o conhecimento de que outras temperaturas influenciam sobre a fisiologia das plantas, levando-as à floração e brotação, os métodos de temperaturas fixas ainda são amplamente utilizados. Sendo assim, os objetivos deste trabalho foram: 1) avaliar a eficiência de oito diferentes modelos, na tentativa de estabelecer qual o mais condizente com o comportamento do pessegueiro, na região de Pelotas, RS; 2) verificar se os resultados obtidos com o modelo baseado nas temperaturas médias (modelo do Texas), se correlacionam com aqueles que usam as temperaturas horárias, podendo, assim, ser utilizado nessa região.

#### 4. Material e Métodos

Neste trabalho foi realizado o levantamento histórico de temperaturas horárias dos anos 2004 à 2014 (inclusive), tendo como base os dados de temperatura da estação agrometeorológica da sede da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Foram utilizadas as temperaturas dos quatro meses considerados como os de temperaturas mais baixas para o acúmulo de frio (maio, junho, julho e agosto).

Com o auxílio do software Microsoft Excel, versão 2010, os dados de temperatura foram tabulados em uma planilha e em seguida aplicados nos modelos matemáticos, conforme descrição de cada modelo (Tabela 1).

Tabela 1: Valores unitários das unidades de frio dentro de cada modelo.

Unidades de Frio	Temperaturas Correspondentes °C			
	Utah <sup>W</sup>	Gilreath <sup>X</sup>	Infruitec <sup>Y</sup>	Taiwan <sup>Z</sup>
0	<1.4	<-1.0	<1.4	
0.5	1.5 ~ 2.4	1.8 ~ 7.9	1.5 ~ 2.4	
1.0	2.5 ~ 9.1	8.0 ~ 13.9	2.5 ~ 9.1	<7.2
0.5	9.2 ~ 12.4	14.0 ~ 16.9	9.2 ~ 12.4	7.3 ~ 15.0
0	12.5 ~ 15.9	17.0 ~ 19.4	>12.5	15.1 ~ 26.6
-0,5	16.0 ~ 18.0	19.5 ~ 20.4		26.7 ~ 27.8
-1,0	>18.0	>20.5		>27.8

<sup>W</sup> Richardson et al., 1974.

<sup>X</sup> Gilreath e Buchanan, 1981.

<sup>Y</sup> Linsley-Noakes e Allan, 1995.

<sup>Z</sup> Ou e Chen, 2000.

Foram testados os seguintes modelos: modelo de horas de frio abaixo de 7,2°C (WEINBERGER, 1950), modelo de horas de frio abaixo de 11°C (CHAVARRIA, 2000), modelo de Utah (RICHARDSON, 1974), Gilreath ou “modelo de baixo frio” (GILREATH; BUCHANAN, 1981), modelo Dinâmico (FISHMAN et al., 1987), modelo das temperaturas médias do Texas (BYRNE et al., 1992), Infruitec ou modelo Positivo de Utah (LINSLEY-NOAKES; ALLAN, 1995), modelo de Taiwan (OU; CHEN 2000).

Os resultados finais obtidos correspondem ao total acumulado de maio a agosto. Para os modelos de horas de frio abaixo de 7,2 °C e 11 °C, o resultado final foi expresso em horas de frio. Nos modelos Utah, Infruitec, Gilreath e Taiwan, os resultados foram expressos em unidades de frio (UF).

Já o modelo dinâmico expressa o acúmulo de frio em porções de frio. Segundo Erez<sup>1</sup>, para efeito de comparação com os demais modelos as porções podem ser transformadas em unidades de frio, multiplicando por 28, considerando-se cada porção equivalente a 28 horas de temperatura abaixo de 6°C.

Para o modelo de Temperaturas médias do Texas, utiliza-se a média aritmética das temperaturas dos dois meses mais frios (junho e julho para região), a média desses dois meses é transformada de Graus Celsius para Graus Fahrenheit, em seguida são multiplicadas pela constante 68,8 e o resultado diminuído de 4280 [Total de Frio Acumulado = 4280- (68,8 x Média das temperaturas de junho e julho em ° F)].

Para cada um dos modelos foi calculada a média, o coeficiente de variação, a variância e o desvio padrão das temperaturas, para os 11 anos. Também foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson entre os modelos estudados, cujos resultados foram plotados em gráficos de dispersão.

## 5. Resultados e discussão

De acordo com Richardson et al., (1974) a data ideal para começar a contabilizar o acúmulo de frio é quando as temperaturas baixas começam a ser mais consistentes ou frequentes e os dias mais quentes sejam raros. Os acúmulos de frio em condições de campo foram calculados por oito modelos a partir de 1° de maio, data em que já havia ocorrido a queda das folhas da maioria das cultivares

---

<sup>1</sup> EREZ, A. (Drº. Pesquisador, Agricultural Research Organization – ARO, Bet Dagan, Israel.) Comunicação Pessoal, 2014.

estudadas, e as temperaturas mais baixas começaram a ser mais frequentes, até final do mês de agosto, quando as cultivares estudadas apresentaram brotação significativa, durante 11 anos consecutivos.

Os dados de unidades de frio para cada modelo, assim como os dados de médias e coeficiente de variação encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2: Acúmulo de frio entre os meses de maio a agosto para diferentes modelos entre 2004 à 2014 para região de Pelotas.

ANO	MODELOS DE ACÚMULO DE FRIO								
	Utah	Infruitec	Gilreath	Taiwan	7,2°C	11°C	Dinâmico		Texas
							Porções	Por. *	
2004	-328	878	1440	1112	303	972	42	1176	426
2005	-204	786	943	905	279	886	33	924	242
2006	72	810	1331	1095	296	851	32	896	121
2007	1218	1555	1831	1610	742	1773	69	1932	787
2008	113	727	1534	1068	146	809	35	980	398
2009	556	1144	1548	1243	402	1299	53	1484	758
2010	427	892	1564	1263	389	1082	42	1176	517
2011	773	1149	1873	1417	458	1340	54	1512	676
2012	284	1071	1198	1168	454	1161	43	1204	697
2013	566	1142	1583	1276	435	1256	48	1344	547
2014	-283	614	1137	896	181	658	29	812	326
Média	290,36	978,68	1452,73	1186,27	371,36	1098,82	43,4	1221,82	499,51
Desvio	478,76	265,07	283,68	210,20	162,15	313,48	11,83	331,37	218,50
C. V. (%)	164,9	27,1	19,5	17,7	43,7	28,5	27,1	27,1	43,7

\*Porções de frio transformadas em unidades de frio, considerando como uma porção sendo igual a 28 unidades de frio  $\leq 6^{\circ}\text{C}$ .



Nas condições de campo da região estudada (Pelotas, RS), as médias de temperaturas do mês de maio são relativamente mais altas que os demais meses de inverno (Tabela 3), sendo normalmente junho e julho os meses de temperaturas mais baixas, representando maior acúmulo das unidades de frio (UF), período no qual a maioria das cultivares florescem. As temperaturas de agosto geralmente não têm influência na superação da dormência das cultivares precoces e de meia estação. Estes resultados foram consistentes com todos os modelos de frio.

Tabela 3: Temperaturas médias dos quatro meses mais frios do ano na região de Pelotas-RS, registrados de 2004 a 2014.

Ano	Médias das Temperaturas Mensais				
	Maio	Junho	Julho	Agosto	Média 4 meses
2004	14,8	14,8	11,9	14,8	14,1
2005	15,0	16,1	13,6	14,7	14,9
2006	14,0	15,1	16,5	13,7	14,8
2007	12,6	11,3	9,6	11,9	11,4
2008	15,0	12,1	15,0	12,8	13,7
2009	15,9	11,4	9,9	14,6	13,0
2010	15,4	13,0	12,2	12,4	13,3
2011	14,4	11,8	10,8	13,1	12,5
2012	16,2	12,4	9,9	15,9	13,6
2013	14,5	12,9	11,8	11,5	12,7
2014	15,6	14,0	14,3	14,5	14,6
Média	14,9	12,7	12,3	13,6	13,5

Levando em consideração os dados dos 11 anos de observações, pode-se notar que o modelo de Taiwan foi o que apresentou menor variação entre anos analisados. Este modelo apresentou um acúmulo médio de 1186,27 unidades de frio, apresentando um coeficiente de variação de 17,7% (Tabela 2).

Conforme Mauli3n et al., (2014), os coeficientes de varia33o (CVS) permitem uma compara33o entre os modelos, partindo do princ3pio que o modelo mais adequado para uma determinada regi3o deve refletir as condi33es clim3ticas que ocorrem, e o melhor modelo deve ser o que apresenta menor varia33o entre os anos. Assim, teria capacidade de prever com maior seguran3a a quantidade de frio que ocorre nesta regi3o. Os resultados mais homog4neos nesse estudo foram obtidos com os modelos de unidades de frio de Taiwan (OU; CHEN, 2000) e o modelo de baixo frio descrito por Gilreath (GILREATH; BUCHANAN, 1981), respectivamente.

Com base nisso, modelos foram e vem sendo desenvolvidos para regi3es espec3ficas de acordo com o clima. O modelo de Gilreath, considerado um modelo utiliz3vel em regi3es de baixo frio, apresentou coeficiente de varia33o de 19,5%. A m4dia para este modelo ficou 1452,73 unidades de frio. Todos os modelos testados apresentaram elevado desvio padr3o entre os anos avaliados, o que seria esperado em um clima como o da regi3o de Pelotas. Para o modelo de Taiwan o menor ac3mulo em unidades de frio foi no ano de 2014, com 896 unidades, e o maior foi no ano de 2007, com 1610 unidades.

O modelo de Utah apresentou o maior coeficiente de varia33o entre os anos (164,9%) e o maior desvio padr3o (478,75) entre os oito modelos testados, tendo como m4dia 290,36 unidades de frio. Neste modelo as unidades de frio variaram de -328 unidades de frio, no ano de 2004, a 1218 unidade de frio, no ano de 2007.

Na regi3o de Pelotas, nos anos de 2004, 2005 e 2014, por exemplo, devido 3 ocorr4ncia de altas temperaturas durante o inverno, o modelo de Utah apresentou valores negativos de unidades de frio (Tabela 2). Esse fato leva a descart3-lo para uso nesta regi3o, pois, em tr4s dos onze anos avaliados o ac3mulo de frio foi negativo. No sul do Brasil e mais especificamente na 3rea de Pelotas, 4 comum ocorrer, no inverno, temperaturas superiores a 18°C.

O modelo de Utah n3o 4 adequado 3s condi33es de inverno ameno (BOTELHO, 2006). Este modelo, proposto por Richardson et al. (1974), 4 usado principalmente em 3reas mais frias de zonas temperadas (DENNIS, 2003). Entretanto, em condi33es clim3ticas semelhantes 3s do sul do Brasil, ele n3o 4 adequado, pois 4 frequente a ocorr4ncia de temperaturas mais altas que 15,9°C durante o per3odo de ac3mulo de frio (EBERT et al., 1986).

O modelo Infruitec ou Utah positivo, 4 um dos que pode ser recomendado para a regi3o de Pelotas, pois n3o considera os valores negativos para o ac3mulo

de frio, como o modelo original de Utah. Porém, este modelo apresentou maior variação entre os anos do que os modelos de Taiwan e de Gilreath (C.V. 27,1%, para 17,7% e 19,5%, respectivamente).

Já o modelo dinâmico (C.V = 27,1%) se comportou de maneira semelhante ao Infruitec. Pela utilização do modelo dinâmico a média é 1221 unidades de frio, ou 43 porções para a média dos quatro meses de acúmulo. Do ponto de vista biológico e bioquímico, o modelo dinâmico é o que melhor traduz as observações a campo. Segundo Fishman et al., (1987), o modelo dinâmico assume que o frio é acumulado por um processo de duas etapas. O primeiro, é a acumulação de um produto intermediário promovido por temperaturas baixas. Este processo é invertido por temperaturas quentes. No entanto, uma vez que uma quantidade suficiente do produto intermediário foi acumulada, ele se transforma no produto final que origina as Porções Frio (PF) que são permanentemente acumuladas.

Os modelos Infruitec (Utah positivo), Dinâmico e de Taiwan apresentaram alta correlação entre si e entre os modelos mais comumente utilizados (horas de frio abaixo de 7,2°C e 11°C). Porém, esbarram no problema da dificuldade de cálculo, pois são modelos matemáticos que necessitam da disponibilidade de temperaturas horárias.

Na região de Pelotas, devido à ocorrência de invernos amenos, utiliza-se o modelo de horas abaixo de 11°C. Neste modelo, o coeficiente de variação entre os 11 anos foi de 28,5%, com uma média de 1098 horas de frio. O menor acúmulo de frio ocorreu no ano de 2014 (658 horas) e o maior acúmulo de frio em 2007, com 1173 horas de frio.

Em contrapartida, para o modelo de horas abaixo de 7,2°C, foi verificada uma elevada variação (43,7%), sendo a média de 371,36 horas de frio. Os menores acúmulos registrados foram nos anos de 2008 e 2014, respectivamente (146 e 181 horas), e o maior em 2007 (742 horas). Este fato comprova a pouca eficiência deste modelo para uso na região de Pelotas, RS. Mesmo assim, o modelo de frio abaixo de 7,2°C ainda é amplamente utilizado nas regiões temperadas do planeta.

Comparando o modelo de 7,2°C com o de horas de frio abaixo de 11 °C, cuja diferença é apenas a temperatura limite e que é indicado para regiões menos frias, é possível verificar uma correlação altamente significativa (Tabela 4) e um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 96%.

Tabela 4: Análise de correlação entre o modelo de média do Texas pelos demais modelos.

Correlação - Teste de Pearson								
	Utah	Infruitec	Gilreath	Taiwan	7,2°C	11°C	Dinâmico	Texas
Utah		0,90*	0,80*	0,94*	0,86*	0,92*	0,89*	0,77*
Infruitec			0,68	0,92*	0,96*	0,99*	0,97*	0,81*
Gilreath				0,88*	0,58	0,71*	0,78*	0,63
Taiwan					0,89*	0,94*	0,94*	0,77*
7,2°C						0,96*	0,91*	0,74*
11°C							0,98*	0,83*
Dinâmico								0,86*
Texas								

\* Significativo a 5% de probabilidade.

Porém, para a maioria dos modelos propostos são necessárias as temperaturas horárias para base de cálculo do acúmulo de frio. Além disso, não se sabe ao certo o exato momento onde se começa a contabilizar as temperaturas para o acúmulo de frio, ou seja, não se tem um conhecimento mais profundo sobre o real estado das gemas, quando elas são realmente capazes de responder ao frio (BALANDIER et al., 1993).

O modelo das temperaturas médias do Texas apresenta-se como vantajoso em relação aos demais modelos, pois há facilidade de obtenção das médias de temperaturas dos meses mais frios do que das temperaturas horárias.

Utilizando este modelo para estimar o frio hibernal dos últimos 11 anos, observou-se que a região de Pelotas apresentou em média 499,51 unidades de frio com um desvio padrão de 218,49 e coeficiente de variação de 43,7% (Tabela 2). Apesar de não ser o mais preciso, há que se levar em conta a simplicidade e facilidade de cálculo e de obtenção de dados.

Ele pode ser utilizado para estimar o acúmulo de frio de certa região, quando não se tem dados horários de temperatura. Na Figura 1 é possível observar que para a região de Pelotas nos 11 anos estudados apenas em 2 anos não se atingiu o

mínimo de 300 unidades de frio, comparando com o modelo de 7,2°C que emprega os 4 meses de inverno para o cálculo de unidades de frio (Tabela 2) é possível considerar que o modelo do Texas pode ser utilizado para uma previa indicação de cultivares a serem plantadas em uma região.

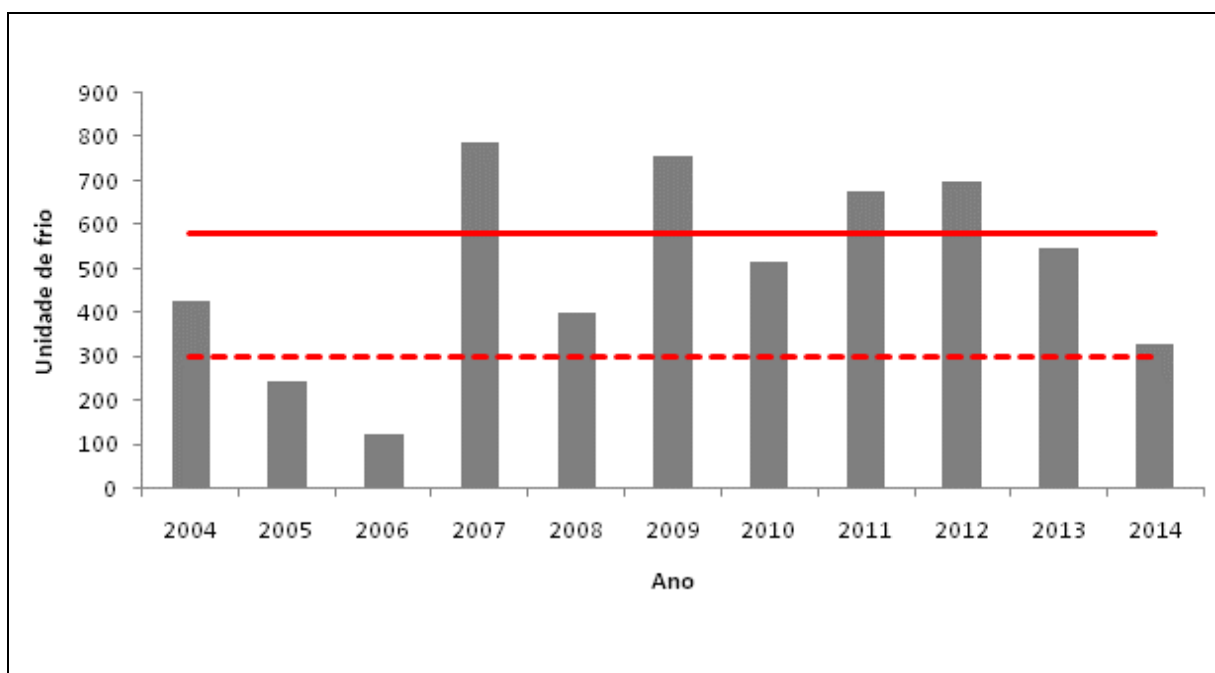


Figura 1: Unidades de frio acumuladas na região de Pelotas-RS, durante os meses de junho e julho entre os anos de 2004 a 2014, segundo o modelo do Texas (Byrne e Bacon, 1992). A linha tracejada representa o acúmulo mínimo de unidades de frio entre os meses de junho e julho na região de Pelotas e a linha contínua representa o acúmulo máximo de unidades para os 11 anos de estudo.

A análise de correlação de Pearson (Tabela 4) mostra que o modelo das temperaturas médias ainda teve boa correlação com todos os demais modelos, sendo a mais baixa de 63% (não significativo), com o modelo de baixo frio Gilreath, e a mais alta com o modelo Dinâmico (86%). O modelo do Texas apresentou variância e desvio padrão relativamente baixos. Os resultados indicam que o modelo das temperaturas médias é adequado, pois facilita para o profissional indicar cultivares para uma nova região, onde só se conhece as temperaturas médias.

Os resultados mais homogêneos nesse estudo foram obtidos com os modelos de unidades de frio de Taiwan e o modelo de baixo frio descrito por Gilreath, sendo que o modelo de Taiwan se mostrou ligeiramente melhor, apresentando menor variação entre os oito modelos aplicados para as temperaturas da região de Pelotas, RS.

Por outro lado, o mínimo de horas de frio abaixo de 11°C ou até mesmo o modelo dos 7,2°C, que foram até o presente utilizados na região, tiveram uma alta correlação com o modelo dinâmico, e por sua facilidade de cálculo – nos locais onde se dispõe de temperaturas horárias – pode ser utilizado como um bom “método proxy”, ou seja, que pode ser usado para inferir informações sobre um processo ou fenômeno sem medir o processo ou fenômeno em si (LUEDELING et al., 2009).

Em trabalho desenvolvido na Califórnia com noqueiras, considerando a fundamentação teórica (LUEDELING et al., 2009), recomendaram o uso do modelo Dinâmico. Nenhum modelo adapta-se perfeitamente aos climas subtropicais e tropicais de altitude, até porque os processos biológicos envolvidos são ainda pouco entendidos. Segundo os autores citados, dentre os modelos disponíveis atualmente, o Dinâmico parece ser o mais promissor.

Até então, assim como no Brasil, os produtores da Califórnia e outras regiões de cultivo têm usado com sucesso o número de horas abaixo de 7,2° C, sem consequências adversas na maioria dos anos, indicando que esta informação pode fornecer uma estimativa razoável para o frio hibernal (LUEDELING et al. 2009). No presente trabalho, as correlações muito altas entre horas de frio e porções de frio (unidades acumuladas no modelo Dinâmico) em cada ano e em cada local indicam que o número de horas abaixo de 7,2° C é de fato um bom “proxy”.

Além de apresentar boa correlação com todos os modelos analisados (Tabela 4), o modelo do Texas mostrou melhor ajuste de regressão quando comparado aos modelos dinâmico e horas de frio abaixo de 11°C (Figura 2), podendo ser utilizado para estimar o acúmulo de frio.

Dentre os anos estudados, o mais frio foi o de 2007. Este dado se confirma para todos os modelos, porém pode-se dizer que este foi um ano atípico para a região, pois não ocorreram temperaturas altas durante o inverno. Observando as temperaturas horárias dos quatro meses de 2007 não são verificadas grandes oscilações de temperaturas, ou seja, as temperaturas se mostraram mais constantes. Nos demais anos não houve a mesma tendência.

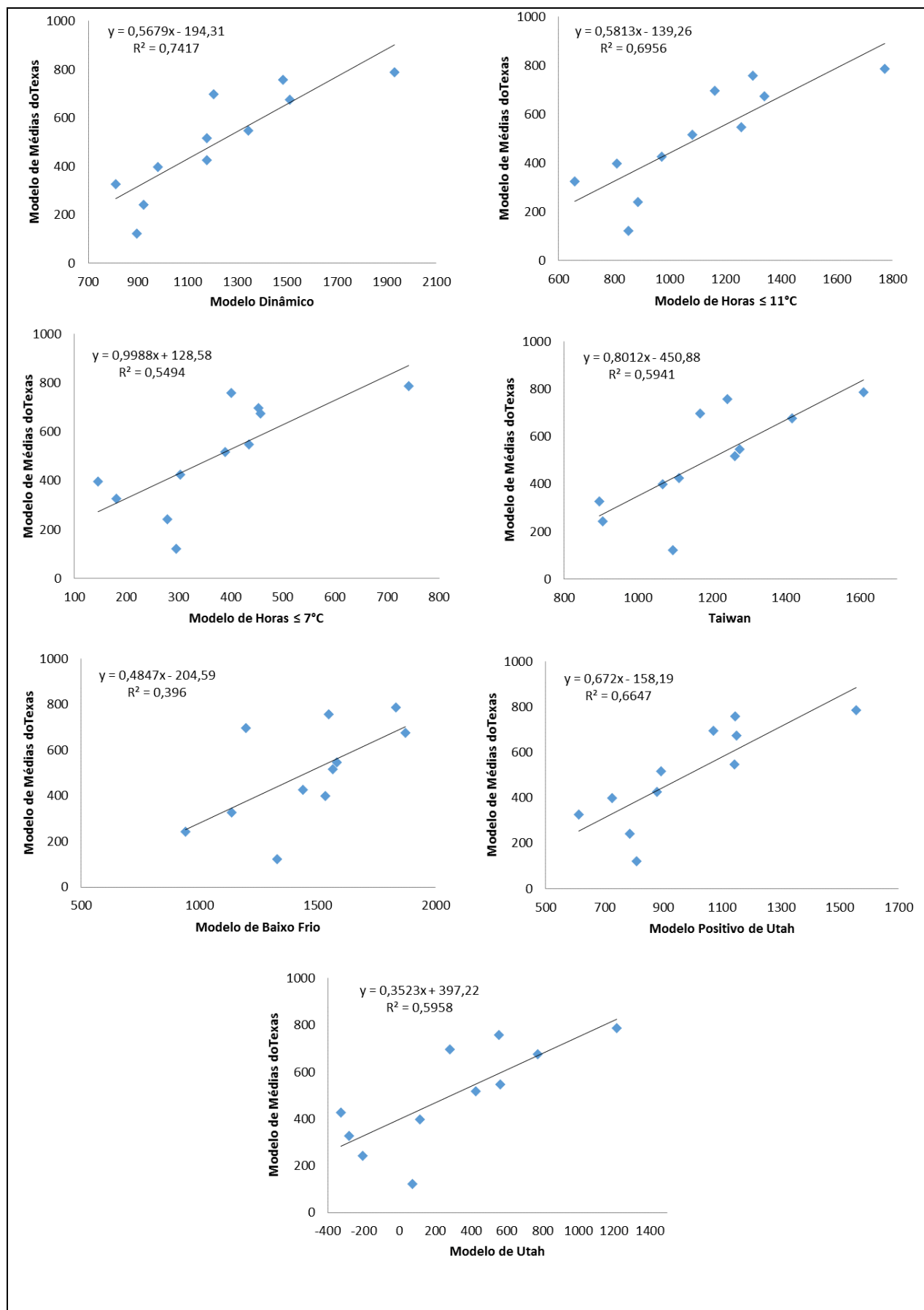


Figura 2: Gráficos de dispersão mostrando a correlação entre o modelo do Texas e os demais modelos.

## **6. Conclusões**

Para a região de Pelotas, os modelos utilizados para estimar a quantidade de frio apresentam grandes diferenças entre si, sendo que aqueles que consideram a eficiência relativa das temperaturas e os para regiões de baixo acúmulo de frio se mostraram mais robustos (Taiwan e Gilreath).

O modelo das temperaturas médias do Texas pode ser utilizado com ressalvas para estimar o acúmulo de frio devido ao elevado CV.



## CAPÍTULO 2

### **Estimativas da necessidade em frio de dez cultivares de pessegueiro utilizando diferentes modelos**

#### **7. Introdução**

O pessegueiro (*Prunus persica* L.) é uma das espécies frutíferas de clima temperado que maior expansão tem experimentado, sendo hoje encontrada em áreas subtropicais e tropicais de altitude. Por essa razão, a adaptação climática, principalmente no que se refere à necessidade de acúmulo em frio hibernar, é uma das prioridades em quase todos os programas de melhoramento.

Esta característica é ainda mais importante no momento atual, quando cientistas mostram que as mudanças climáticas poderão limitar o cultivo de espécies de clima temperado em diversas regiões do globo, a menos que sejam selecionados genótipos de menor necessidade em frio. Estudos sobre essas mudanças estão entre as prioridades de vários países, pois são consideradas como o problema mais grave que enfrentará o planeta, neste século. Cientistas preveem que temperaturas extremas serão significativamente influenciadas pelo aquecimento global, o qual poderá trazer consideráveis prejuízos à agricultura.

Conforme Citadin et al. (2003), as condições climáticas das áreas produtoras de pêssegos no Brasil são muito variáveis, principalmente com relação à temperatura durante o período de repouso das plantas. Nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, onde está concentrada a produção de frutas de clima temperado, tem se observado, nos últimos anos, que não são raros os dias em que as temperaturas máximas ultrapassam os 25°C, durante o inverno, quando diversas cultivares e seleções estão dormentes ou em início de floração.

As cultivares de pessegueiro diferem quanto às necessidades de frio e calor para quebra de dormência. A dormência em fruteiras de clima temperado é um processo fisiológico imensamente influenciado pelas condições ambientais e neste período ocorre drástica redução de suas atividades metabólicas (FAUST et al., 1991). As modificações fisiológicas, enzimáticas e nutricionais ocorridas nos órgãos vegetais são produto das modificações destas condições de acordo com as estações do ano. Assim, durante a primavera e verão as plantas crescem e se desenvolvem

rapidamente, sendo este crescimento favorecido por condições adequadas de temperatura, água, luminosidade e fotoperíodo. Já durante o outono-inverno as condições do meio se tornam gradativamente desfavoráveis ao crescimento, causando retardamento progressivo até atingir a chamada dormência profunda ou endodormência, quando ocorre a parada completa do crescimento das plantas, e é este estado fisiológico particular que lhes permite resistir às adversidades do meio (WALKER, 1969; FUCHIGAMI et al., 1977; LANG et al., 1987).

Muitas espécies de frutas perenes requerem temperaturas baixas durante a temporada de inverno, seguido de temperaturas amenas na primavera a fim de superar sua dormência, iniciar a floração e produzir frutos (SAMISH, 1954; SAURE, 1985; EREZ et al., 2000). O desenvolvimento dos primórdios florais durante o período de repouso é dividido em três fases: paradormência, endodormência, ecodormência.

A paradormência, também chamada de inibição correlativa, é resultante da influência de um órgão do vegetal sobre a gema, causando a inativação do meristema floral ou vegetativo. Esse fenômeno antecede a endodormência. A dominância apical, em que não é visualizado o desenvolvimento das gemas axilares situadas abaixo de gemas terminais, é um exemplo característico de paradormência, pois as gemas axilares permanecem dormentes mesmo em condições favoráveis, e só retomam o crescimento se houver suspensão do fator de inibição (LANG et al., 1985).

A endodormência consiste na paralisação do desenvolvimento da gema, como forma de sobrevivência, em condições ambientais desfavoráveis ao crescimento, como as baixas temperaturas e o déficit hídrico. Quando as gemas se encontram em endodormência, a exposição a condições ótimas de desenvolvimento não é suficientemente capaz de induzir sua brotação. As gemas devem ser expostas previamente a condições ambientais que estimulem a superação do estado endodormente, para que então recuperem a sua capacidade de brotação (LANG et al., 1985).

A ecodormência ocorre após a superação da endodormência e se caracteriza pela não brotação das gemas, advinda de fatores extrínsecos à planta limitantes ao desenvolvimento, como as baixas temperaturas. Após a suspensão dos fatores limitantes sobre a planta, ocorre a brotação das gemas (LANG et al., 1985). Outro

fator a ser considerado na quantificação da dormência é a necessidade de calor, verificado principalmente em gemas florais.

Citadin et al., (2001) observaram diferenças entre gemas vegetativas e florais de pessegueiro quanto à necessidade de calor e também entre cultivares. Neste sentido, é importante e difícil estabelecer uma metodologia clara de determinação da necessidade de frio durante a endodormência, considerando as possíveis interações com a necessidade de calor.

Conforme mostra a Figura 3, durante a primeira fase, frequentemente denominada de dormência (ROMBERGER, 1963) ou endodormência (LANG et al., 1985), a necessidade de frio não foi satisfeita, e todo o calor que é acumulado durante esta fase não é efetivo. Após a necessidade de frio ser satisfeita, na quiescência (ROMBERGER, 1963) ou ecodormência (LANG et al., 1985), a planta já não acumula mais frio e as brotações de flores e folhas que ocorrerão não são mais dependentes do frio. Com base nos pressupostos indicados, a duração destas duas fases são bem definidas (Figura 3). Entretanto para as condições climáticas da região de Pelotas (inverno ameno) as fases não são bem definidas e ocorre acúmulo de frio e calor concomitantemente fazendo com que os modelos não sejam adequados. Normalmente surge a dúvida se realmente as plantas de clima temperado, em regiões subtropicais, entram em dormência verdadeira.

A primeira fase é determinada pelo tempo que leva para acumular as unidades de frio necessárias para cumprir a dormência, enquanto que a duração da segunda fase reflete o tempo entre o final da endodormência e o cumprimento da exigência de calor. Plotando as unidades de frio versus as unidades de calor que ainda precisam ser acumuladas para atingir uma determinada fase da fenologia, o gráfico ilustra o ponto no tempo fisiológico da planta em que a endodormência é superada (Figura 4). As linhas tracejadas na Figura 4, indicam observações hipotéticas de acumulação de frio e calor durante diferentes épocas de dormência.

Uma vez que durante a primeira fase de dormência, o calor é ineficaz, e durante a segunda fase, o frio é ineficaz, as curvas que representam tais observações deveriam todas passar através de um ponto bem definido, se as acumulações de frio e calor descritas por modelos fossem perfeitas. Enquanto não existe uma indicação de que qualquer um dos modelos existentes descrevam com precisão os complexos processos fisiológicos envolvidos na superação da dormência, o grau no qual o teórico ponto de intersecção é definido dá uma boa

indicação de quão bem uma determinada combinação de um modelo de frio e calor descreve a realidade, isto para condições temperadas típicas (LUEDELING et al., 2009).

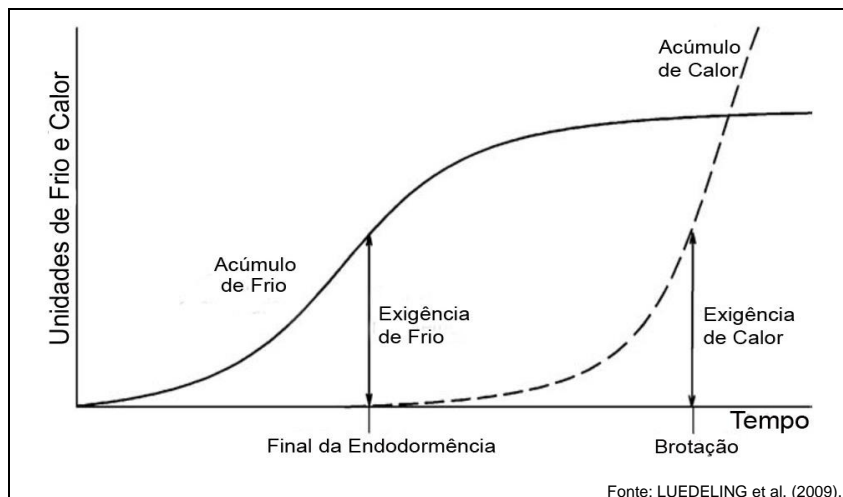


Figura 3: Ilustração do acúmulo de frio e calor durante o período de dormência.

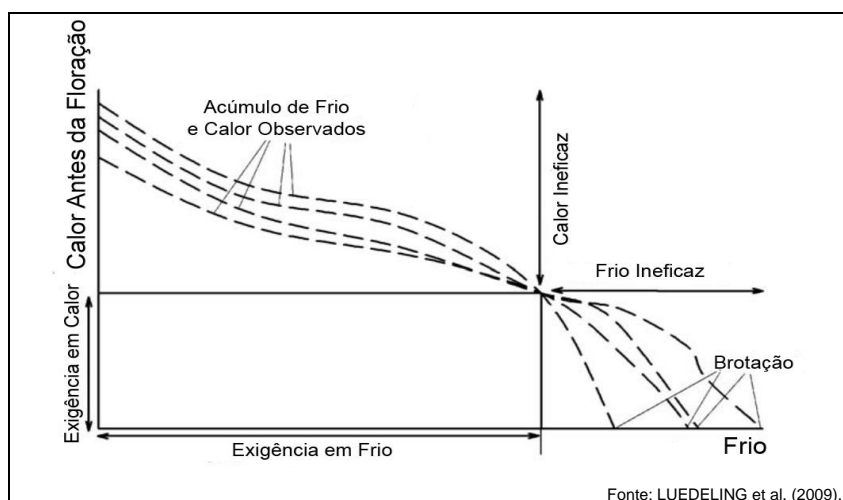


Figura 4: Ilustração da necessidade de calor até a brotação em função do frio acumulado durante o inverno.

As baixas temperaturas agem em duplo processo, onde inicialmente contribuem para a paralisação do crescimento, aclimatação ao frio e indução à dormência e, posteriormente, atuam na superação deste estado. Uma vez que a necessidade de frio foi satisfeita, o calor também é necessário para atingir plena floração. A falta de frio reduz o crescimento vegetativo e a produtividade (EREZ; COUVILLON, 1987; EREZ, 2000). A adaptação é um conceito relacionado à forma

como as plantas podem sobreviver e se reproduzir em um ambiente específico (HILL et al., 1998).

Uma das principais incertezas na determinação da influência do frio e do calor sobre este processo, é saber em qual estágio de dormência o frio ou o calor são realmente efetivos. Geralmente se assume, na maioria dos estudos, que as plantas possuem requerimentos de frio e calor mais ou menos fixados, os quais são completos um após o outro. Porém, evidências demonstram que essa interpretação puramente sequencial de requerimentos de frio e calor pode ser uma simplificação do processo, principalmente em regiões subtropicais. Apesar disso, esse método continua sendo utilizado por parecer o modo mais simples de se conseguir resultados úteis (COUVILLON; EREZ, 1985; GARIGLIO et al., 2006).

No pessegueiro as gemas florais parecem ter necessidade em frio similar às necessidades das gemas vegetativas laterais, porém, maior que as gemas vegetativas terminais (SCALABRELLI; COUVILLON, 1986 – citado por CITADIN, 1999). Vários índices foram propostos para estimar a necessidade em frio das gemas, sendo que um deles baseia-se na formação de tétrades (final da meiose), entretanto, a própria duração do processo de divisão meiótica é influenciada pela temperatura (RASEIRA, 1986, citado por CITADIN, 2002). É sabido que a falta de frio reduz o crescimento vegetativo e o rendimento, assim tem-se necessidade de quantificar o frio por duas razões independentes: definir o requerimento de frio de uma cultivar e determinar a quantidade de frio disponível em local específico (EREZ; COUVILLON, 1987; EREZ, 2000).

Frente ao conhecimento da influência do fator temperatura sobre o fenômeno da dormência, diferentes modelos foram propostos para verificar as condições térmicas preferenciais e explicar a progressão da dormência, a partir de sua indução até a sua completa liberação (FUCHIGAMI; NEE, 1987; FAUST et al., 1995).

Estes modelos consistem basicamente na conversão de temperaturas horárias em unidades de frio (UF), sendo que as unidades são acumuladas diariamente até atingirem um total que, teoricamente, corresponde ao final da fase de dormência de uma determinada cultivar.

Tradicionalmente, o modelo mais utilizado na fruticultura para estimar horas de frio é o modelo de horas abaixo de 7,2°C. Até alguns anos atrás, a medida das necessidades de frio estava sempre relacionada com essa faixa de temperatura (WEINBEIGER, 1950). É difícil, no entanto, aceitar que um processo regulado

internamente por trocas bioquímicas possa ser sujeito a uma temperatura fixa. Trabalhos mais recentes mostram que temperaturas acima de 7,2°C têm influência, principalmente em espécies e cultivares de menor exigência em frio. Atualmente, horas de frio abaixo de 7,2°C são consideradas apenas como um valor referencial.

Sendo assim, com o passar dos anos foram desenvolvidos modelos que relacionam a temperatura do ar com o término da dormência, os chamados modelos de unidades de frio (UF), propostos por Richardson et al., (1974), Gilreath e Buchanan (1981), Linsley-Noakes e Allan (1995) de Ou e Chen (2000) entre outros. Esses modelos atribuem valores unitários de frio para diferentes faixas de temperatura.

O modelo de Utah, proposto por Richardson et al. (1974), é mais indicado para as regiões frias, tipicamente de clima temperado, não servindo para locais de clima subtropical (DENNIS, 2003).

Já o modelo proposto por Gilreath e Buchanan (1981) é mais indicado para temperaturas amenas, podendo ser considerado um modelo de baixo frio.

No ano de 1987, Fishman et al., propuseram o modelo dinâmico que melhorou algumas dificuldades do modelo de Utah, especialmente em climas de inverno ameno proporcionando sua utilização em áreas mais quentes do que aquelas adequadas ao modelo de Utah. O modelo dinâmico é consideravelmente diferenciado dos outros modelos, pois, uma vez acumulada as unidades ou porções de frio não pode mais ser anulado por altas temperaturas (DENNIS, 2003). O modelo prevê que um ciclo com altas e baixas temperaturas é mais eficiente na acumulação das porções que um ciclo de temperaturas constantes (FISHMAN, 1990). Este modelo vem sendo utilizado em regiões de clima subtropical.

O modelo de Infruitec (unidades de frio positivo) é uma modificação do modelo de Utah, este não considera os valores negativos para o acúmulo de frio, e se destina a situações ou locais com invernos quentes (temperaturas > 16°C), (LINSLEY-NOAKES; ALAN, 1995).

O modelo de Taiwan surgiu para a contagem de unidades de frio para as regiões de baixa acúmulo de frio hibernal em Taiwan (OU; CHEN 2000).

Todos estes modelos se baseiam no acúmulo de unidades de frio (UF), em que a exposição por uma hora à uma certa temperatura equivale a uma determinada quantidade de UF. A necessidade em frio de uma cultivar é definida como a

quantidade de UF mínimas ocorridas durante o outono, inverno e primavera, de tal forma que esta cultivar brote, floresça e produza normalmente (BOTELHO, 2006).

O modelo de horas de temperatura abaixo de 11°C é utilizado na região de Pelotas em diversos trabalhos com gemas de flor e vegetativas para pessegueiro e macieiras, podendo também ser utilizado para determinação de acúmulo de frio, uma vez que estudos mostraram que o acúmulo de temperaturas  $\leq 11^\circ\text{C}$  foi mais adequado ao que se observa nos pomares que as temperaturas  $\leq 7,2^\circ\text{C}$  (CHAVARRIA, 2000).

Por outro lado, para estimar a necessidade de calor, um dos métodos mais utilizados é o "Growing Degree Hour Celsius" (GDH °C) também chamado de unidade de calor, definida como sendo uma hora a uma temperatura de 1°C acima da temperatura base de 4,5°C. As unidades de calor (GDH °C) são calculadas subtraindo 4,5 de cada temperatura horária entre 4,5°C e 25°C, sendo assim o maior acúmulo para uma hora é de 20,5 GDH °C enquanto que não há acúmulo de calor em temperaturas iguais ou inferiores a 4,5°C (RICHARDSON et al., 1975).

Apesar de décadas de pesquisas sobre a superação de dormência, os processos que conduzem a formação e desenvolvimento de folhas e flores de espécies perenes ainda não são bem compreendidos. A estimativa da necessidade de frio durante o inverno para espécies frutíferas tem sido um tema central para a pesquisa nos últimos anos e de grande importância para a produção de frutas uma vez que o cultivo de muitas espécies se expandiu além das regiões tradicionais (LUEDELING et al., 2009).

O conhecimento do acúmulo de frio baseado em vários anos de dados permite estimar a probabilidade de satisfazer a necessidade de frio de cultivares em uma determinada área. Para Petri et al., (1996), a utilização de modelos matemáticos propicia um entendimento mais preciso da maneira como o frio afeta a superação da dormência, porém os mesmos devem ser adaptados para as particularidades de cada região.

O objetivo deste trabalho foi o de estimar a necessidade em frio de dez cultivares de pessegueiro oriundas do programa de melhoramento genético da Embrapa Clima Temperado utilizando sete modelos, bem como verificar a influência do frio sobre a necessidade de calor para a brotação e floração.

## 8. Material e métodos

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizadas dez cultivares de pessegueiro, inicialmente classificadas como de baixa, média e alta necessidade em frio. As cultivares trabalhadas foram: Bonão, Precocinho, Pepita, Maravilha (consideradas de baixa exigência); BR-3, Coral, Diamante (média exigência); Turmalina, Marfim, Cambará do Sul (alta exigência para a região de Pelotas).

Foi realizado o levantamento histórico de 11 anos (2004 - 2014) de dados de fenologia para início de brotação (considerando 10% de brotação das gemas laterais em estágio de ponta verde) e plena floração (considerando 50% das flores abertas) (Apêndices A a I); juntamente, também foi feito o levantamento dos graus de produção (GP) das cultivares estudadas. Os dados utilizados neste experimento foram retirados dos arquivos do programa de Melhoramento Genético Vegetal da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, juntamente com os dados históricos de temperaturas de maio a agosto do mesmo período, coletados da Estação Agrometeorológica da Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS.

O requerimento de frio de cada uma das cultivares foi calculado através da utilização de modelos matemáticos e as exigências em frio foram expressas em unidades de frio (UF). Para todas as cultivares, foram considerados dois períodos de acúmulo de frio: do primeiro dia do mês de maio até a data de brotação, determinada quando se atingiu 10% de brotação vegetativa, considerado período 1; e até a data referente à plena floração, quando se encontravam 50% de flores abertas, considerado período 2. Apesar da maioria dos trabalhos encontrados na literatura referenciam apenas as datas de floração para seus estudos, neste trabalho optou-se em utilizar também os dados de brotação das cultivares para estimativa da necessidade em frio devido ao fato de muitas cultivares precoces da região sul do RS florescerem antes mesmo do inverno (floração extemporânea). De acordo com Raseira<sup>2</sup>, não são raros os anos que em alguns genótipos, ocorre floração mas a brotação é atrasada e irregular.

As necessidades de frio foram calculadas pelos seguintes modelos: modelo de horas de frio abaixo de 7,2°C (WEINBERGER, 1950); modelo de horas de frio abaixo de 11°C (CHAVARRIA et al., 2000); modelo de Utah (RICHARDSON, 1974); modelo de Gilreath, “modelo de baixo frio” (GILREATH; BUCHANAN, 1981); modelo

---

<sup>2</sup> RASEIRA, M.C.B (Dr<sup>a</sup>. Pesquisadora, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.) Comunicação Pessoal, 2014.



Dinâmico (FISHMAN et al., 1987); Infruitec, “modelo Positivo de Utah” (LINSLEY-NOAKES; ALLAN, 1995), e modelo de Taiwan (OU; CHEN 2000). A necessidade de calor foi expressa pelo modelo GDH °C (Growing Degree Hour Celsius, RICHARDSON et al., 1975). Um resumo dos modelos para o acúmulo de frio encontra-se na Tabela 5.

Tabela 5: Valores unitários das unidades de frio dentro de cada modelo.

Unidades de Frio	Temperaturas Correspondentes °C			
	Utah <sup>W</sup>	Gilreath <sup>X</sup>	Infruitec <sup>Y</sup>	Taiwan <sup>Z</sup>
0	<1.4	<-1.0	<1.4	
0.5	1.5 ~ 2.4	1.8 ~ 7.9	1.5 ~ 2.4	
1.0	2.5 ~ 9.1	8.0 ~ 13.9	2.5 ~ 9.1	<7.2
0.5	9.2 ~ 12.4	14.0 ~ 16.9	9.2 ~ 12.4	7.3 ~ 15.0
0	12.5 ~ 15.9	17.0 ~ 19.4	>12.5	15.1 ~ 26.6
-0,5	16.0 ~ 18.0	19.5 ~ 20.4		26.7 ~ 27.8
-1,0	>18.0	>20.5		>27.8

<sup>W</sup> Richardson et al., 1974.

<sup>X</sup> Gilreath e Buchanan, 1981.

<sup>Y</sup> Linsley-Noakes e Allan, 1995.

<sup>Z</sup> Ou e Chen, 2000.

O GDH corresponde a 1 hora acima da temperatura base de 4,5°C considerando-se como temperatura limite 25°C, ou seja, 1 hora a temperatura ≤ 25°C corresponde a 20,5 unidades de calor.

Posteriormente, os dados de necessidade em frio dos períodos 1 e 2 foram associados aos dados de Grau de Produção (GP) das cultivares. O grau de produção é dado através de observações feitas a campo em uma escala que vai de GP 1 à GP 5. Para GP 1 - associa-se uma produção muito baixa, para GP 2 - produção baixa ou deficiente, GP 3 - já pode ser considerado como uma boa produção, com pouca ou por vezes sem necessidade de raleio de frutas, GP 4 - produção alta com necessidade de bastante raleio dos frutos e GP 5 – considera-se produção excessiva.

Foram realizadas análises de desvio padrão, coeficiente de variação, correlação, dispersão, análise de variância e teste Scott Knott. Os dados referentes aos acúmulos de frio de cada cultivar e para cada modelo foram submetidos a análise de variância e comparados através de teste de médias. Os dois períodos de acúmulo de frio avaliados (início de brotação e plena floração) foram comparados através de teste de t de Student.

## 9. Resultados e discussão

Pelo teste de t a diferença entre o acúmulo de frio com base nos dados de início de brotação e plena floração não foram diferentes (não significativo), levando a hipótese de que tanto faz utilizar os dados de brotação quanto plena floração para esta avaliação (Tabela 6).

Tabela 6. Comparação entre as médias de brotação (10% das gemas brotadas) e plena floração (50% das flores abertas) para os onze anos estudados

		Richardson	Infruitec	Gilreath	Taiwan	< 7,2 °C	< 11 °C	Dinâmico	GDH
<b>Bonão</b>	P. Floração <sup>NS</sup>	81,0	488,4	800,9	638,6	169,2	544,5	613,5	15636,5
	Brotação <sup>NS</sup>	46,5	423,0	703,6	566,2	142,3	471,1	532,0	14359,6
	CV (%)	400,70	34,34	26,77	22,96	69,76	36,74	34,24	12,96
<b>Precocinho</b>	P. Floração <sup>NS</sup>	192,2	647,5	1005,5	824,9	256,8	730,3	806,9	18266,1
	Brotação <sup>NS</sup>	139,8	580,5	916,8	742,1	216,4	646,1	720,4	17207,0
	CV (%)	189,05	29,49	21,04	20,29	52,18	31,36	29,65	18,02
<b>Pepita</b>	P. Floração <sup>NS</sup>	156,8	638,7	988,1	812,7	247,0	709,9	786,5	18556,0
	Brotação <sup>NS</sup>	118,2	552,6	875,2	710,6	204,3	615,5	687,3	16747,9
	CV (%)	239,17	39,81	23,55	26,41	70,31	41,05	38,22	13,82
<b>Maravilha</b>	P. Floração <sup>NS</sup>	155,5	608,7	964,8	788,1	236,1	687,9	768,7	17994,5
	Brotação <sup>NS</sup>	124,8	556,6	882,5	714,8	203,8	620,4	692,4	16912,9
	CV (%)	228,86	38,96	26,45	27,23	69,31	40,62	38,57	13,04
<b>BR-3</b>	P. Floração <sup>NS</sup>	246,9	836,6	1251,5	1025,5	324,1	940,6	1051,3	21970,5
	Brotação <sup>NS</sup>	218,0	780,2	1178,5	966,0	305,3	879,2	982,5	21562,6
	CV (%)	189,05	29,49	21,04	20,29	52,18	31,36	29,65	18,02
<b>Coral</b>	P. Floração <sup>NS</sup>	275,7	938,5	1400,5	1144,4	357,9	1051,1	1170,9	24758,1
	Brotação <sup>NS</sup>	277,4	911,7	1357,0	1114,1	354,0	1025,6	1137,8	23779,8
	CV (%)	174,29	29,31	21,33	19,65	46,57	31,10	29,91	14,46
<b>Diamante</b>	P. Floração <sup>NS</sup>	217,0	778,7	1174,0	965,3	305,0	876,0	977,5	20843,3
	Brotação <sup>NS</sup>	227,9	695,0	1061,4	910,7	294,5	818,8	875,6	18955,7
	CV (%)	190,11	38,71	29,63	28,62	60,44	40,35	39,23	13,67
<b>Turmalina</b>	P. Floração <sup>NS</sup>	247,2	712,7	1083,8	890,0	286,0	802,9	888,4	18989,6
	Brotação <sup>NS</sup>	183,7	636,4	999,3	814,2	249,6	717,8	801,8	18161,5
	CV (%)	162,26	36,57	23,59	24,96	62,12	37,88	36,75	12,83
<b>Marfim</b>	P. Floração <sup>NS</sup>	266,5	868,2	1305,0	1068,6	338,5	976,4	1086,9	22646,8
	Brotação <sup>NS</sup>	287,7	810,8	1232,0	1002,7	313,5	914,5	1018,2	21387,7
	CV (%)	168,49	39,66	30,02	28,89	55,74	41,48	40,32	11,00

<sup>NS</sup> Não significativo pelo teste de t a 5% de probabilidade

Com base nas observações dos dados de início de brotação para a cultivar Bonão, é possível verificar que o modelo de Taiwan foi o que apresentou menor variação entre os anos estudados (24,3%), seguido do modelo de Gilreath (29,1%), seguido dos modelos Dinâmico (35,4%), Infruitec “modelo positivo de Utah” (36,1%), e o modelo de temperaturas abaixo de 11°C (38,7%), (Tabela 7).

Tabela 7. Início de Brotação da cultivar Bonão, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo.

<b>Bonão</b>									
<b>Ano</b>	<b>Data</b>	<b>Utah</b>	<b>Infruitec</b>	<b>Gilreath</b>	<b>Taiwan</b>	<b>7,2°C</b>	<b>11°C</b>	<b>Dinâmico</b>	<b>GDH °C</b>
<b>2004</b>	3/7	-183	277	609	459	70	309	15	15877
<b>2005</b>	2/7	-364	241	343	369	96	268	10	16888
<b>2006</b>	27/6	54	370	695	510	100	393	16	13035
<b>2007</b>	3/7	512	721	853	824	423	807	32	10280
<b>2008</b>	2/7	123	410	835	565	71	465	18	13851
<b>2009</b>	9/7	202	578	836	655	162	652	26	14938
<b>2010</b>	9/7	-70	348	800	575	65	361	16	16626
<b>2011</b>	8/7	344	594	987	761	256	718	27	12987
<b>2012</b>	26/6	29	422	381	500	169	455	17	12860
<b>2013</b>	4/7	110	441	820	583	94	483	20	14212
<b>2014</b>	4/7	-245	253	583	430	59	271	12	16405
<b>Média</b>		46,5	423,0	703,6	566,2	142,3	471,1	19	14360
<b>D. Padrão</b>		256,5	152,9	204,5	137,5	110,6	182,4	6,7	2028,9
<b>Coef. Variação</b>		551,6	36,1	29,1	24,3	77,7	38,7	35,4	14,1

Pelo modelo de Taiwan (OU; CHEN, 2000), é possível verificar que com um mínimo de 500 unidades de frio a cultivar Bonão tem sua necessidade em frio satisfeita, levando-se em conta que em 2012 foi isso que ocorreu e o GP dessa cultivar foi 5, (Tabela 8). Nos anos de 2008, 2009, 2010 a cultivar obteve GP (3), para os três anos e o acúmulo esteve entre 565 e 655, provavelmente, a produção foi reduzida por geadas. Enquanto que no ano de 2014 a disponibilidade de frio foi menor e com 430 unidades de frio a mesma cultivar obteve GP (1).

Tabela 8. Grau de produção atribuído as cultivares durante os anos estudados para as condições de campo.

Cultivar	Grau de Produção (GP)										
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Bonão	-	GP1	-	GP3	GP3	GP3	GP3	GP4	GP5	GP2	GP1
Precocinho	-	GP3	GP3	GP4	GP5	GP3	GP3	GP5	GP5	GP2	GP4
Pepita	-	-	GP3	GP4	GP4	GP2	GP4	GP4	GP3	GP3	GP4
Maravilha	-	-	GP3	-	GP5	GP5	GP4	GP4	GP4	GP1	GP1
BR-3	-	-	GP2	GP3	GP4	GP4	GP2	GP4	GP5	GP5	GP5
Coral	-	-	GP4	GP3	GP5	GP3	-	GP4	GP5	GP5	GP3
Diamante	-	GP2	GP3	GP3	GP2	GP2	GP2	GP3	GP5	GP4	GP4
Turmalina	-	GP2	GP3	GP4	GP3	GP4	GP3	GP5	GP5	GP4	GP4
Marfim	-	-	GP3	GP4	GP5	GP4	GP3	GP5	GP5	GP5	GP5
Cambará do Sul	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

GP 1- Produção muito baixa; GP 2- Produção baixa; GP 3- Produção de boa à média; GP 4- Produção alta; GP 5- Produção excessiva.

Através de uma observação geral dos dados (todas as cultivares e modelos) a variação entre acúmulos de frio para cada modelo e para cada ano de estudo é muito variável. Esse pode ser explicado pelo fato de cada modelo utilizar como referência uma determinada temperatura ou faixas de temperatura.

Para a cultivar Precocinho, também considerada de baixo requerimento em frio, os resultados foram semelhantes. Considerando o início de brotação, também as menores variações foram entre os modelos de Gilreath e Taiwan (28,8%; 30,3%) (Tabela 9), média de temperatura para os 11 anos de estudo para o modelo de Gilreath e Taiwan foi de 916,8 e 742,1 UF, respectivamente. Observando as temperaturas anuais, o menor acúmulo de frio foi no ano de 2005 (455 unidades, modelo de Gilreath ou 471 para Taiwan) e o mais frio foi o ano de 2007 (1079 ou 1054 unidades), mostrando uma grande variação entre os anos de estudo. Quando comparamos estes dados ao modelo de temperaturas de 7,2°C, a variação entre esses anos foi ainda maior sendo, de 64 horas para o ano de 2014 e 542 horas no ano de 2007.

Tabela 9. Início de Brotação da cultivar Precocinho, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo.

<b>Precocinho</b>									
<b>Ano</b>	<b>Data</b>	<b>Utah</b>	<b>Infruitec</b>	<b>Gilreath</b>	<b>Taiwan</b>	<b>7,2°C</b>	<b>11°C</b>	<b>Dinâmico</b>	<b>GDH °C</b>
<b>2004</b>	3/7	-183	277	609	459	70	309	15	15877
<b>2005</b>	11/7	-305	342	455	471	137	380	14	18542
<b>2006</b>	10/7	58	446	844	631	125	471	19	15987
<b>2007</b>	20/7	693	958	1079	1054	542	1094	42	12649
<b>2008</b>	15/7	6	424	886	619	71	477	18	18276
<b>2009</b>	29/7	474	860	1184	968	329	966	39	17322
<b>2010</b>	29/7	211	654	1123	883	242	696	29	19010
<b>2011</b>	30/7	489	800	1359	1003	303	949	38	17108
<b>2012</b>	27/7	341	847	915	912	402	916	34	17651
<b>2013</b>	14/7	63	482	926	645	95	529	21	16845
<b>2014</b>	18/7	-308	297	706	522	64	320	14	20015
<b>Média</b>		139,8	580,5	916,8	742,1	216,4	646,1	25,7	17207,0
<b>D. Padrão</b>		334,1	250,4	263,6	224,6	160,2	288,8	10,9	1960,8
<b>Coef. Variação</b>		239,0	43,1	28,8	30,3	74,0	44,7	42,4	11,4

Porém o ano de 2007 pode ser considerado um ano atípico entre os anos avaliados, no qual durante vários dias seguidos as temperaturas horárias foram bem baixas. O ano de 2014 foi o de menor registro de temperaturas abaixo 7,2°C (64 horas) e mesmo assim o grau de produção dessa cultivar foi igual ao de 2007. Considerando o modelo de Taiwan, foram acumuladas 1054 e 522 UF nos dois anos referidos. Isto reforça a ideia de que quando uma cultivar é de baixa necessidade em frio, o conceito refere-se não apenas à quantidade de frio acumulado, mas também à intensidade do frio. Conforme Guardian e Biggs (1964), cultivares subtropicais satisfazem sua necessidade em frio para superação da dormência em temperaturas mais altas do que as cultivares de climas frios.

A antese em pessegueiros é influenciada também pelo requerimento de calor após o final da dormência (quiescência ou ecodormência). Há a hipótese de que as cultivares difiram quanto ao requerimento em calor (CITADIN, 2002).

Sendo assim, poderão haver diferenças no período de floração entre cultivares, dependendo do número de unidades de calor requeridas por cada uma

para florescer, ainda que apresentem a mesma necessidade de frio para superar a fase de dormência (endodormência). Genótipos que necessitam de muito frio não se adaptam as regiões subtropicais, porém genótipos com baixa necessidade em frio e alta necessidade de calor poderão adaptar-se, não só em zonas subtropicais, como também em zonas temperadas (CITADIN, 1999).

Pode ser que a dormência nesses casos seja apenas superficial. No ano de 2007, por exemplo, houve menor oscilação de temperatura que nos demais anos estudados, durante muitos dias seguidos ocorreram temperaturas menores que 7,2°C e a ocorrência de temperaturas altas foi mais tarde. Talvez nesse ano as cultivares tenham realmente entrado em período de dormência profunda – endodormência, o que normalmente não aconteceu nos anos mais quentes. Como o frio se prolongou, mesmo após satisfeita a necessidade em frio, as cultivares entraram em um período de ecodormência, brotando assim que as condições ficassem ideais para o seu desenvolvimento. Isto coincide com trabalhos anteriores de diversos autores. O mecanismo de controle da paralisação e retomada de crescimento, apesar de pouco esclarecido, está relacionado com a genética e fisiologia das plantas (CITADIN et al., 2002).

De acordo com Diaz et al. (1987), citado por Chavarria (2005), existe a possibilidade de determinadas cultivares de baixa exigência de frio apresentarem dormência superficial ou até não apresentarem dormência, onde a planta apenas aguarda condições ambientais favoráveis. Segundo este autor, para algumas cultivares do México não ocorre uma endodormência, que apresente inércia em seu crescimento. Entretanto, outros autores afirmam que a dormência existiria, mesmo em pouca intensidade, nas cultivares de baixa necessidade de frio (LLOYD; FIRTH 1990, citado por CHAVARRIA, 2005).

Os modelos com menor coeficiente de variação foram os de Gilreath e Taiwan, e segundo estes, 455 e 471 UF, respectivamente, já são suficientes para uma boa brotação da cultivar Precocinho. Quando avaliamos, a plena floração, são necessários 512 e 536 UF, respectivamente, para garantir uma boa produção.

Pelo modelo dinâmico é possível dizer que 14 porções de frio (362 UF) (Tabela 9), para o início de brotação e 16 porções (448 UF) para a plena floração (Apêndice B), seriam suficientes para a cv. Precocinho, já que tanto no ano de 2005 quanto no ano 2014 foram os menores registros em porções de frio durante o período estudado e mesmo assim a cultivar apresentou boa produção, com GP3 e

GP4 (Tabela 8), para os respectivos anos, acúmulo inferior aos dos outros dois modelos. O modelo dinâmico foi comparado com o modelo Chill Units, desenvolvido em Utah, para cinco locais na África do Sul durante o inverno de 1988. Uma boa correlação entre os dois modelos foi encontrada para a região mais fria enquanto que em climas mais quentes os resultados dos dois modelos divergem, quanto mais quente a localização, maior a diferença (EREZ, 1990).

Quanto aos valores de GDH, observa-se que o ano de 2014 acumulou 20015 e 21484, até o início de brotação e plena floração, sendo estes respectivamente, os valores mais altos de todo o período estudado. Este ano também apresentou os mais baixos valores de acúmulo de frio abaixo de 7,2°C. Observou-se uma correlação negativa entre a necessidade em frio e necessidade de calor, o que concorda com os resultados obtidos por Citadin et al. (1999; 2001).

Em geral, áreas subtropicais se caracterizam por apresentar invernos amenos com grande flutuação de temperatura, típico de regiões subtropicais. As cultivares mais adaptadas a este tipo de clima têm baixa necessidade de frio (entre 150 a 500 horas abaixo de 7,2°C) durante a endodormência (RASEIRA; NAKASU, 1998). Uma vez satisfeita esta necessidade, algumas cultivares iniciam o florescimento, pois apresentam um período de ecodormência curto, caracterizado pela baixa necessidade de calor. Outras, porém, estendem o período de ecodormência, pois necessitam acumular calor para completarem o desenvolvimento das gemas e iniciarem o florescimento (CITADIN et al., 2001).

Observações conduzem à hipótese de que as gemas florais e vegetativas de pessegueiro apresentam comportamento diferenciado quanto à necessidade de calor para abertura. Isto significa que, em anos de maior acúmulo de frio, a abertura das gemas vegetativas pode ocorrer antes que a antese das gemas florais, porém, em anos de baixo acúmulo de frio as gemas florais antecedem as vegetativas (CITADIN et al., 2001).

O comportamento da cultivar Pepita, considerada de baixo requerimento de frio, foi semelhante às anteriores em relação aos modelos, sendo os de menor variação entre anos os modelos de Gilreath (25,2%) e o de Taiwan (28,1%). Também foi possível observar que com 15 porções (Modelo Dinâmico), 331 horas abaixo dos 11°C, 64 horas abaixo de 7,2°C e 304 UF (modelo Infruitec), já seriam suficientes para uma boa produção desta cultivar (Tabela 10). Comparando o frio acumulado com o GP (Tabela 8), obtidos ao longo dos anos pode ser concluído que

675 UF e 502 UF (modelos de Gilreath e Taiwan), são suficientes para uma boa brotação da cv. Pepita. Para a plena floração são suficientes 723 e 531 respectivamente (Apêndice C).

Tabela 10. Início de Brotação da cultivar Pepita, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo.

<b>Pepita</b>									
<b>Ano</b>	<b>Data</b>	<b>Utah</b>	<b>Infruitec</b>	<b>Gilreath</b>	<b>Taiwan</b>	<b>7,2°C</b>	<b>11°C</b>	<b>Dinâmico</b>	<b>GDH °C</b>
<b>2004</b>	4/7	-166	294	629	475	78	327	16	15994
<b>2005</b>	15/7	-334	353	475	492	137	388	14	19688
<b>2006</b>	10/7	58	446	844	631	125	471	19	15987
<b>2007</b>	18/7	682	941	1043	1036	542	1071	41	12263
<b>2008</b>	15/7	6	424	886	619	71	477	18	18276
<b>2009</b>	25/7	408	793	1121	896	279	896	37	16948
<b>2010</b>	17/7	41	475	899	707	162	512	22	17357
<b>2011</b>	22/7	445	729	1241	917	282	860	34	15543
<b>2012</b>	28/7	353	862	929	926	412	931	34	17775
<b>2013</b>	10/7	84	472	888	618	95	520	21	15786
<b>2014</b>	14/7	-278	292	675	502	64	317	14	18613
<b>Média</b>		118,2	552,6	875,2	710,6	204,3	615,5	24,5	16747,9
<b>D. Padrão</b>		320,6	234,6	220,8	199,9	157,1	270,1	10,0	1989,1
<b>Coef. Variação</b>		271,3	42,4	25,2	28,1	76,9	43,9	40,6	11,9

Para a cultivar Maravilha (Tabela 11), considerada de baixo frio, também os menores coeficientes de variação estão nos modelos de Gilreath e Taiwan (26,9 e 27,5% respectivamente). Para esta cultivar foram necessários 809 UF e 619 UF, para brotação, e 882 UF e 654 UF para plena floração, respectivamente para os modelos de Gilreath e Taiwan, atingindo GP 3 na produção.

Para a cultivar BR-3 o menor coeficiente de variação foi no modelo de Taiwan (21,2%) com uma média de 966 unidades de frio para o início de brotação (Tabela 12). Em 2014, com 764 unidades de frio, essa cultivar já apresentou uma produção de grau 5 (Tabela 8), já no ano de 2006 para este modelo, com 686 UF para brotação ou 736 UF para plena floração, a produção recebeu grau 2, insuficiente para a cultivar, porém deve-se levar em conta que a temperatura não é o único fator que determina a produtividade das plantas, outros dados relacionados a fisiologia das plantas podem influenciar e não foram levados em conta para este trabalho.



Tabela 11. Início de Brotação da cultivar Maravilha, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo.

<b>Maravilha</b>									
<b>Ano</b>	<b>Data</b>	<b>Utah</b>	<b>Infruitec</b>	<b>Gilreath</b>	<b>Taiwan</b>	<b>7,2°C</b>	<b>11°C</b>	<b>Dinâmico</b>	<b>GDH °C</b>
<b>2004</b>	2/7	-185	272	591	449	70	305	15	15664
<b>2005</b>	11/7	-305	342	455	471	137	380	14	18542
<b>2006</b>	11/7	59	455	855	637	125	480	19	16213
<b>2007</b>	16/7	653	912	1003	1006	530	1038	40	12026
<b>2008</b>	16/7	-14	424	878	619	71	477	18	18050
<b>2009</b>	25/7	408	793	1121	896	279	896	37	16948
<b>2010</b>	31/7	205	663	1141	897	242	708	29	19517
<b>2011</b>	22/7	445	729	1241	917	282	860	34	15543
<b>2012</b>	21/7	251	754	809	816	347	821	30	16954
<b>2013</b>	11/7	68	472	884	620	95	520	21	16135
<b>2014</b>	20/7	-211	309	734	539	64	339	15	20453
<b>Média</b>		124,8	556,6	882,5	714,8	203,8	620,4	24,7	16912,9
<b>D. Padrão</b>		300,6	220,4	237,3	196,8	147,6	253,5	9,6	2273,2
<b>Coef. Variação</b>		240,8	39,6	26,9	27,5	72,4	40,9	38,6	13,4

Tabela 12. Início de Brotação da cultivar BR-3, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo.

<b>BR-3</b>									
<b>Ano</b>	<b>Data</b>	<b>Utah</b>	<b>Infruitec</b>	<b>Gilreath</b>	<b>Taiwan</b>	<b>7,2°C</b>	<b>11°C</b>	<b>Dinâmico</b>	<b>GDH °C</b>
<b>2004</b>	4/8	-415	645	1109	856	227	708	33	21156
<b>2005</b>	23/8	-276	698	798	811	259	787	29	28490
<b>2006</b>	22/7	-52	473	871	686	125	491	19	27624
<b>2007</b>	5/8	951	1222	1379	1299	661	1390	54	14468
<b>2008</b>	6/8	58	554	1214	835	101	623	25	22203
<b>2009</b>	9/8	602	997	1397	1116	378	1126	46	18913
<b>2010</b>	19/8	480	857	1466	1184	388	1040	41	21811
<b>2011</b>	9/8	624	938	1542	1161	386	1108	44	18334
<b>2012</b>	2/8	387	916	990	986	436	985	36	18722
<b>2013</b>	9/8	328	828	1292	988	274	919	37	20756
<b>2014</b>	8/8	-287	456	908	707	123	494	22	24714
<b>Média</b>		218,0	780,2	1178,5	966,0	305,3	879,2	35,1	21562,6
<b>D. Padrão</b>		442,1	238,7	258,8	204,7	167,0	285,5	10,8	4144,8
<b>Coef. Variação</b>		202,9	30,6	22,0	21,2	54,7	32,5	30,8	19,2

Dados relativos à cultivar Coral tornam evidente a importância das oscilações de temperaturas. Segundo o modelo tradicional de temperaturas  $\leq 7,2^\circ$ , os acúmulos de um ano para outro variam de 135 horas (ano 2008) a 722 horas (ano 2007). Em 2014 também houve baixo acúmulo de temperaturas  $\leq 7,2^\circ\text{C}$  (apenas 181 horas) até a data de brotação desta cultivar e para ambos os anos a cultivar apresentou um bom grau de produção. Nos cinco anos anteriores, a média do acúmulo das temperaturas foi em torno de 400 horas. Conforme literatura (Embrapa, 2003) o ideal para essa cultivar do Sul do Brasil seria um registro mínimo de 300 a 350 horas de frio (temperatura  $\leq 7,2^\circ\text{C}$ ) (Tabela 13).

E apesar da média de temperaturas pelo modelo de Taiwan ter sido de 1144 unidades de frio para a plena floração, é possível dizer que 900 unidades de frio, como ocorreu no ano de 2006, seria o mínimo exigido pela cultivar para brotar e florescer normalmente.

Para a cultivar Coral, considerada de média exigência em frio, os modelos Infruitec (positivo de Utah), Dinâmico e  $<11^\circ\text{C}$ , foram também interessantes, mas esta tendência não foi igual para as demais cultivares.

Tabela 13. Início de Brotação da cultivar Coral, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH  $^\circ\text{C}$  (Unidades de calor), dentro de cada modelo.

Coral									
Ano	Data	Utah	Infruitec	Gilreath	Taiwan	7,2 $^\circ\text{C}$	11 $^\circ\text{C}$	Dinâmico	GDH $^\circ\text{C}$
2004	15/8	-359	759	1238	968	264	845	37	23363
2005	31/8	-204	786	943	905	279	886	33	29858
2006	10/8	-28	616	1061	873	211	651	23	23649
2007	23/8	1117	1451	1658	1506	722	1664	64	17585
2008	19/8	99	651	1381	967	135	726	31	24927
2009	13/8	621	1037	1450	1157	389	1170	48	19704
2010	31/8	427	892	1564	1263	389	1082	42	24969
2011	29/8	743	1119	1832	1389	449	1305	54	22101
2012	15/8	346	979	1102	1078	441	1061	39	22049
2013	28/8	572	1127	1564	1256	434	1234	47	23350
2014	3/9	-283	614	1137	896	181	658	29	30024
<b>Média</b>		277,4	911,7	1357,0	1114,1	354,0	1025,6	40,6	23779,8
<b>D. Padrão</b>		472,1	261,6	282,3	216,1	165,2	311,7	12,0	3739,5
<b>Coef. Variação</b>		170,2	28,7	20,8	19,4	46,7	30,4	29,5	15,7

A cultivar Diamante, pelo modelo de Taiwan precisa na média de 910 unidades de frio para o início de brotação (Tabela 14), e 965 unidades de frio para a plena floração (Apêndice G), sendo o coeficiente de variação de 32,3% para a brotação e 24,9% para a plena floração, entre os anos. Contudo, 686 UF já foram suficientes para uma plena floração e que garantisse um grau de produção 3 (Tabela 8).

Na cultivar Turmalina a média das unidades de frio necessárias para a brotação foi de 999,3 e 814,2 pelos modelos de Gilreath e Taiwan, respectivamente, com coeficiente de variação 24% e 25,6%, respectivamente, sendo possível observar resultados aproximados a estes em pelo menos cinco dos 11 anos avaliados (Tabela 15). A plena floração desta cultivar para boa produção foi de 813,5 UF e 649 UF para cada um dos modelos (Apêndice H).

Tabela 14. Início de Brotação da cultivar Diamante, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo.

<b>Diamante</b>									
<b>Ano</b>	<b>Data</b>	<b>Utah</b>	<b>Infruitec</b>	<b>Gilreath</b>	<b>Taiwan</b>	<b>7,2°C</b>	<b>11°C</b>	<b>Dinâmico</b>	<b>GDH °C</b>
<b>2004</b>	2/7	-185	272	591	449	70	305	15	15664
<b>2005</b>	22/7	-238	450	598	601	190	507	19	20545
<b>2006</b>	16/7	24	466	880	668	125	480	19	17686
<b>2007</b>	2/8	908	1179	844	1259	653	1338	52	14055
<b>2008</b>	27/7	-6	474	1045	720	77	534	21	20507
<b>2009</b>	13/8	621	1037	1450	1157	389	1170	48	19704
<b>2010</b>	17/8	474	841	1440	1167	388	1028	41	21360
<b>2011</b>	11/8	623	950	1566	1177	386	1119	45	18814
<b>2012</b>	1/8	387	916	988	981	436	985	36	18399
<b>2013</b>	24/7	215	652	1419	1180	416	1094	29	17826
<b>2014</b>	4/8	-315	411	858	662	109	447	19	23955
<b>Média</b>		227,9	695,0	1061,4	910,7	294,5	818,8	31,3	18955,7
<b>D. Padrão</b>		404,5	301,5	352,1	293,8	190,0	364,1	13,6	2726,4
<b>Coef. Variação</b>		177,5	43,4	33,2	32,3	64,5	44,5	43,4	14,4

Tabela 15. Início de Brotação da cultivar Turmalina, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo.

Turmalina									
Ano	Data	Utah	Infruitec	Gilreath	Taiwan	7,2°C	11°C	Dinâmico	GDH °C
2004	18/7	20	502	854	688	205	559	25	17688
2005	19/7	-280	409	540	556	172	455	17	20180
2006	10/7	58	446	844	631	125	471	19	15987
2007	28/7	825	1094	1226	1181	611	1239	48	13523
2008	23/7	-38	441	963	670	71	494	20	19810
2009	4/8	556	945	1297	1058	369	1064	43	18054
2010	1/8	226	585	1157	917	258	732	29	19574
2011	30/7	489	800	1359	1003	303	949	38	17108
2012	28/7	353	862	929	926	412	931	34	17775
2013	17/7	81	514	965	679	111	561	23	17395
2014	30/7	-269	405,5	861,5	649	109	441	19	22686
<b>Média</b>		183,7	636,4	999,3	814,2	249,6	717,8	28,6	18161,5
<b>D. Padrão</b>		345,7	244,3	240,2	208,6	163,9	282,3	10,7	2399,7
<b>Coef. Variação</b>		188,1	38,4	24,0	25,6	65,6	39,3	37,3	13,2

A cultivar Marfim apresentou menor variação entre os anos nos modelos de Taiwan (30,6%) e de Gilreath (31,4%). De acordo com o primeiro, 734 UF já supriu as necessidades da cultivar para uma boa brotação, enquanto pelo modelo de Gilreath, são necessários 922 UF (Tabela 16). Já para a plena floração foram necessários 828 UF no modelo de Taiwan e 1066 UF no modelo de Gilreath para atingir GP5 na produção (Apêndice I).

Para a seleção Cambará do Sul, para os 11 anos de temperatura avaliados, (Tabela 17), mesmo o ano mais frio, que foi 2007 com 1610 UF (Taiwan), 1831 UF (Gilreath) ou 742 horas de frio abaixo de 7,2°C acumuladas até a data de 31 agosto, o frio acumulado foi insuficiente. Nos demais anos esta cultivar brotou entre setembro e outubro, assim, esta cultivar não fez parte das análises estatísticas deste trabalho.

Tabela 16. Início de Brotação da cultivar Marfim, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo.

<b>Marfim</b>									
<b>Ano</b>	<b>Data</b>	<b>Utah</b>	<b>Infruitec</b>	<b>Gilreath</b>	<b>Taiwan</b>	<b>7,2°C</b>	<b>11°C</b>	<b>Dinâmico</b>	<b>GDH °C</b>
<b>2004</b>	28/7	73	592	1003	792	227	658	29	19652
<b>2005</b>	11/7	-305	342	455	471	137	380	14	18542
<b>2006</b>	29/7	-79	511	922	736	142	533	20	21375
<b>2007</b>	24/8	1134	1469	1682	1518	722	1685	65	17717
<b>2008</b>	10/8	107	611	1285	887	122	683	28	22775
<b>2009</b>	23/8	658	1131	1573	1239	402	1278	52	21886
<b>2010</b>	3/9	427	892	1564	1263	389	1082	42	24969
<b>2011</b>	18/8	619	980	1645	1237	386	1152	47	20512
<b>2012</b>	11/8	362	963	1071	1048	441	1043	38	21001
<b>2013</b>	16/8	453	957	1410	1107	351	1058	42	21438
<b>2014</b>	11/8	-283	473	944	734	129	507	23	25400
<b>Média</b>		287,7	810,8	1232,0	1002,7	313,5	914,5	36,4	21387,7
<b>D. Padrão</b>		436,4	335,6	386,6	306,8	185,0	395,5	15,2	2379,1
<b>Coef. Variação</b>		151,7	41,4	31,4	30,6	59,0	43,2	41,8	11,1

Tabela 17. Início de Brotação da seleção Cambará do Sul, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo.

<b>Cambará do Sul</b>									
<b>Ano</b>	<b>Data</b>	<b>Utah</b>	<b>Infruitec</b>	<b>Gilreath</b>	<b>Taiwan</b>	<b>7,2°C</b>	<b>11°C</b>	<b>Dinâmico</b>	<b>GDH °C</b>
2004	12/9	-328	878	1440	1112	303	972	42	26807
2005	18/10	-204	786	943	905	279	886	33	29858
2006	5/10	72	810	1331	1095	296	851	32	27712
2007	31/8	1218	1555	1831	1610	742	1773	69	18785
2008	2/9	113	727	1534	1068	146	809	35	27614
2009	28/8	612	1144	1580	1260	402	1299	53	24588
2010	19/9	427	892	1564	1263	389	1082	42	24969
2011	7/9	773	1149	1873	1417	458	1340	54	22358
2012	3/9	284	1071	1198	1168	454	1161	43	26262
2013	5/9	566	1142	1583	1276	435	1256	48	24145
2014		-283	614	1137	896	181	658	29	30024
<b>Média</b>		295,4	978,7	1455,7	1187,9	371,4	1098,8	43,6	25738,2
<b>D. Padrão</b>		482,12	265,07	284,87	210,67	162,15	313,48	11,83	3292,32
<b>Coef. Variação</b>		163,2	27,1	19,6	17,7	43,7	28,5	27,1	12,8

Comparando os genótipos quanto à necessidade em frio, os modelos de Taiwan e Gilreath, dividiram as cultivares estudadas em três grupos. No primeiro, o de maior necessidade em frio, ficaram as cultivares BR-3, Coral, Diamante, Turmalina e Marfim. No segundo grupo ficaram Precocinho, Pepita e Maravilha, e no terceiro grupo, sendo menos exigente em frio, a cultivar Bonão (Tabela 18).

É interessante notar que pela observação de campo em 2014, ano considerado quente, e de baixo acúmulo de frio, a cultivar Marfim floresceu uniformemente, levando a hipótese de que para esta cultivar a necessidade em calor para a floração é alta e talvez mais importante que o acúmulo em frio.

Pela análise de variância das diferentes cultivares, considerando anos como repetição, verificam-se que as cultivares Marfim, Coral e BR-3 foram as de maior necessidade de calor (Tabela 18). É interessante notar que as três têm em sua genealogia a cv. Delicioso, como ancestral. A cv. Marfim é originária de cruzamento entre cv. Coral e pólen introduzido do Japão; a cv. Coral resulta de hibridação entre Delicioso e Interlúdio e a cv. BR-3 foi obtida do cruzamento entre cv. Coral e cv. Pala. Estes resultados concordam com a hipótese de Citadin (1999), que obteve em seu trabalho resultados semelhantes com cultivares descendentes da cultivar Delicioso (BR-1 e Della Nona), ponderando que a necessidade de calor é controlada geneticamente e pode ser transmitida através de cruzamento. As cultivares Marfim, Coral e BR-3 podem ser consideradas cultivares de média exigência em frio e relativamente alta necessidade em calor para brotar e florescer.

As análises de correlação de Pearson entre GDH °C (modelo de calor) com os modelos de frio (Dinâmico,  $\leq 11^{\circ}\text{C}$ ,  $\leq 7^{\circ}\text{C}$ ), resultaram em correlação negativa significativa (Figuras 5 a 14).

Citadin et al. (2001), observaram diferenças significativas entre cultivares quanto à necessidade de acúmulo de unidades de calor para atingir o pico de florescimento. Em algumas cultivares, o incremento no número de horas de frio a  $2^{\circ}\text{C}$  (plantas submetidas ao tratamento em câmara fria), causou uma diminuição significativa na necessidade de unidades de calor para todas as cultivares trabalhadas, resultando numa maior homogeneidade entre as cultivares quanto à necessidade de GDH °C (CITADIN, 2001).

Tabela 18. Médias e coeficiente de variação para a variável necessidade em frio até o início da brotação para nove cultivares de pessegueiro.

Cultivares	Richardson		Infruitec		Gilrearth		Taiwan		7 °C		11 °C		Dinâmico		GDH °C	
	Média	C.V %	Média	C.V %	Média	C.V %	Média	C.V %	Média	C.V %	Média	C.V %	Média	C.V %	Média	C.V %
Bonão	46,5 a	551,6	423,0 c	36,1	703,6 c	29,1	566,2 c	24,3	142,3 a	77,7	471,1 c	38,7	532,0 c	35,4	14359,6 d	14,1
Precocinho	139,8 a	239,0	580,5 a	43,1	916,8 b	28,8	742,1 b	30,3	216,4 a	74,0	646,1 a	44,7	720,4 a	42,4	17207,0 c	11,4
Pepita	118,2 a	271,3	552,6 b	42,4	875,2 b	25,2	710,6 b	28,1	204,3 a	76,9	615,5 b	43,9	687,3 b	40,6	16747,9 c	11,9
Maravilha	124,8 a	240,8	556,6 b	39,6	882,5 b	26,9	714,8 b	27,5	203,8 a	72,4	620,4 b	40,9	692,4 b	38,6	16912,9 c	13,4
BR-3	218,0 a	202,9	780,2 a	30,6	1178,5 a	22,0	966,0 a	21,2	305,3 a	54,7	879,2 a	32,5	982,5 a	30,8	21562,6 a	19,2
Coral	277,4 a	170,2	911,7 a	28,7	1357,0 a	20,8	1114,1 a	19,4	354,0 a	46,7	1025,6 a	30,4	1137,8 a	29,5	23779,8 a	15,7
Diamante	227,9 a	177,5	695,0 a	43,4	1061,4 a	33,2	910,7 a	32,3	294,5 a	64,5	818,8 a	44,5	875,6 a	43,4	18955,7 b	14,4
Turmalina	183,7 a	188,1	636,4 a	38,4	999,3 a	24,0	814,2 a	25,6	249,6 a	65,6	717,8 a	39,3	801,8 a	37,3	18161,5 b	13,2
Marfim	287,7 a	151,7	810,8 a	41,4	1232,0 a	31,4	1002,7 a	30,6	313,5 a	59,0	914,5 a	43,2	1018,2 a	41,8	21387,7 a	11,1
C.V (%) Variedades	207,56		38,36		27,15		26,99		63,92		40,03		38,15		14,53	

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade.

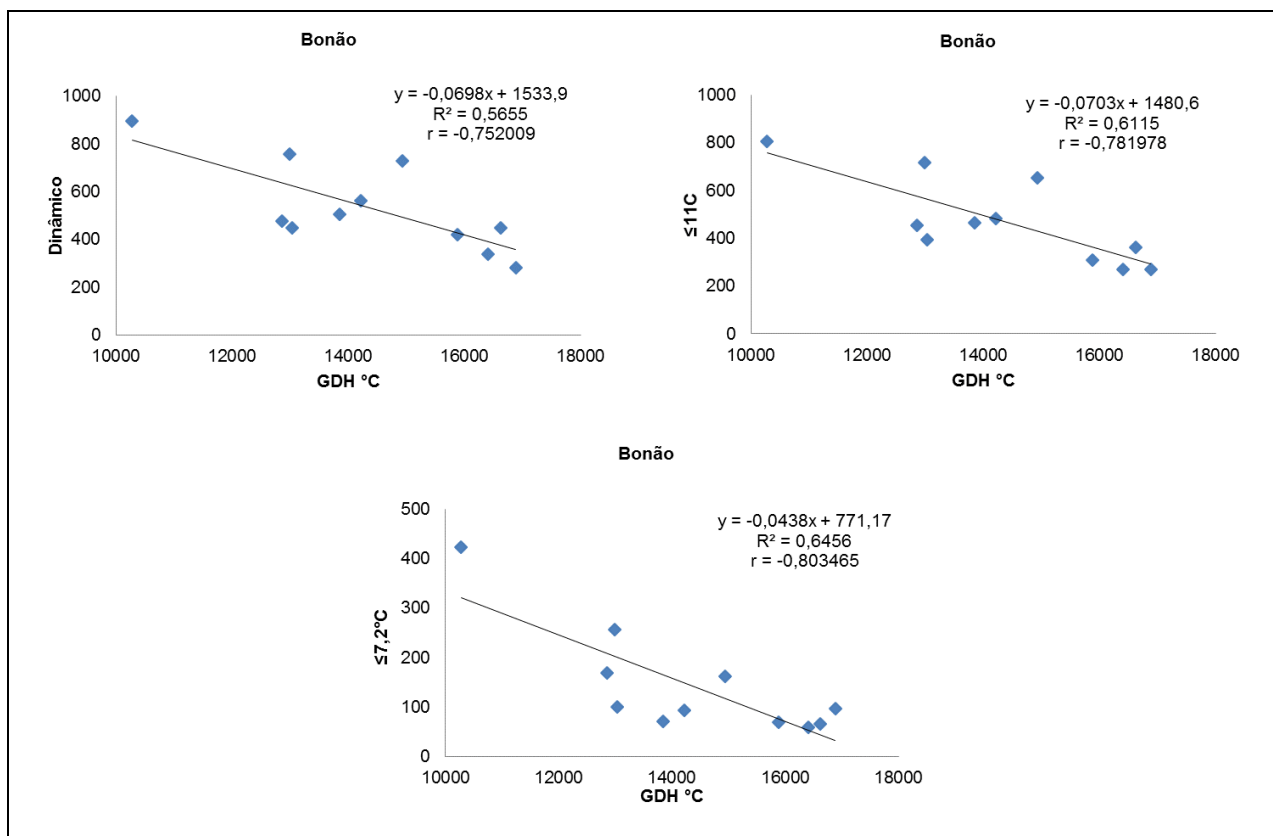


Figura 5: Gráficos de dispersão da cultivar Bonão mostrando a correlação entre o modelo GDH °C com os modelos Dinâmico, modelos de horas abaixo de 11°C e 7,2°C.

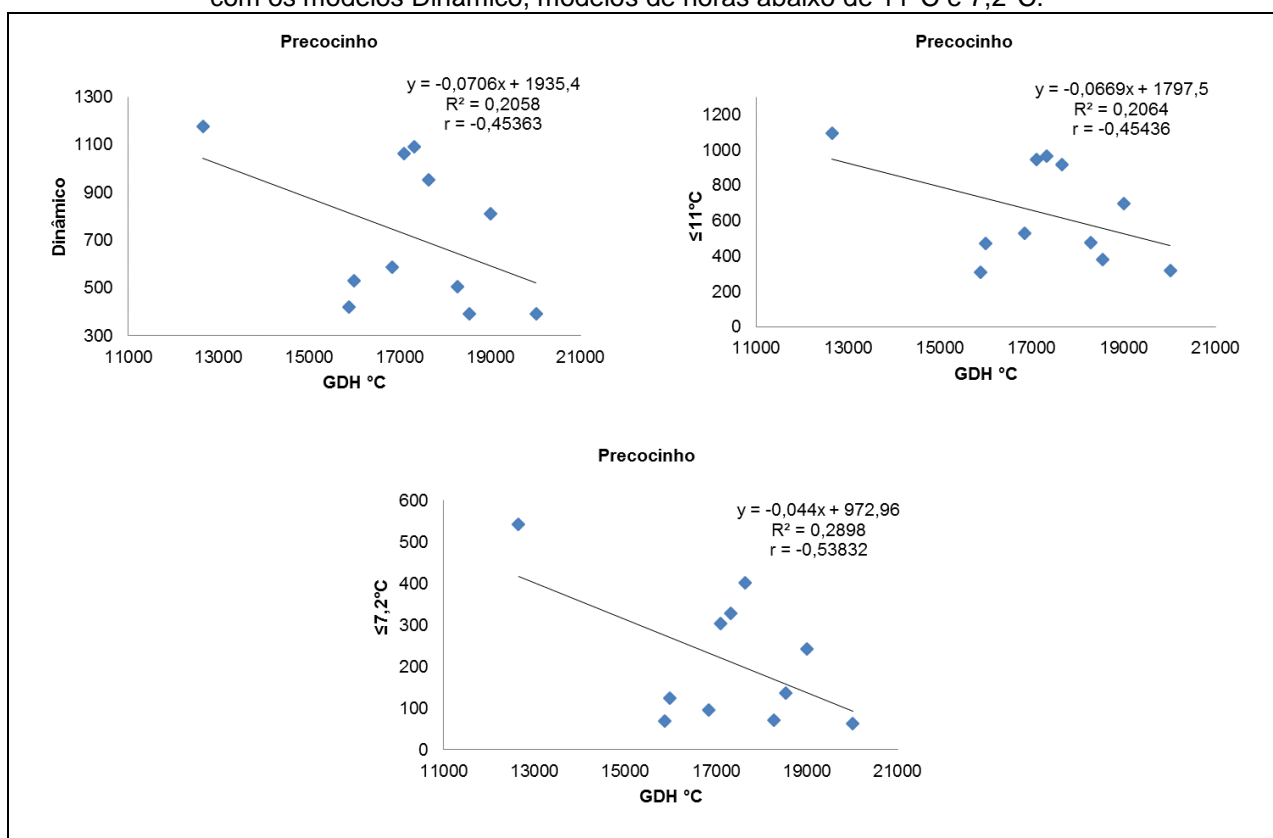


Figura 6: Gráficos de dispersão da cultivar Precocinho mostrando a correlação entre o modelo GDH °C com os modelos Dinâmico, modelos de horas abaixo de 11°C e 7,2°C.



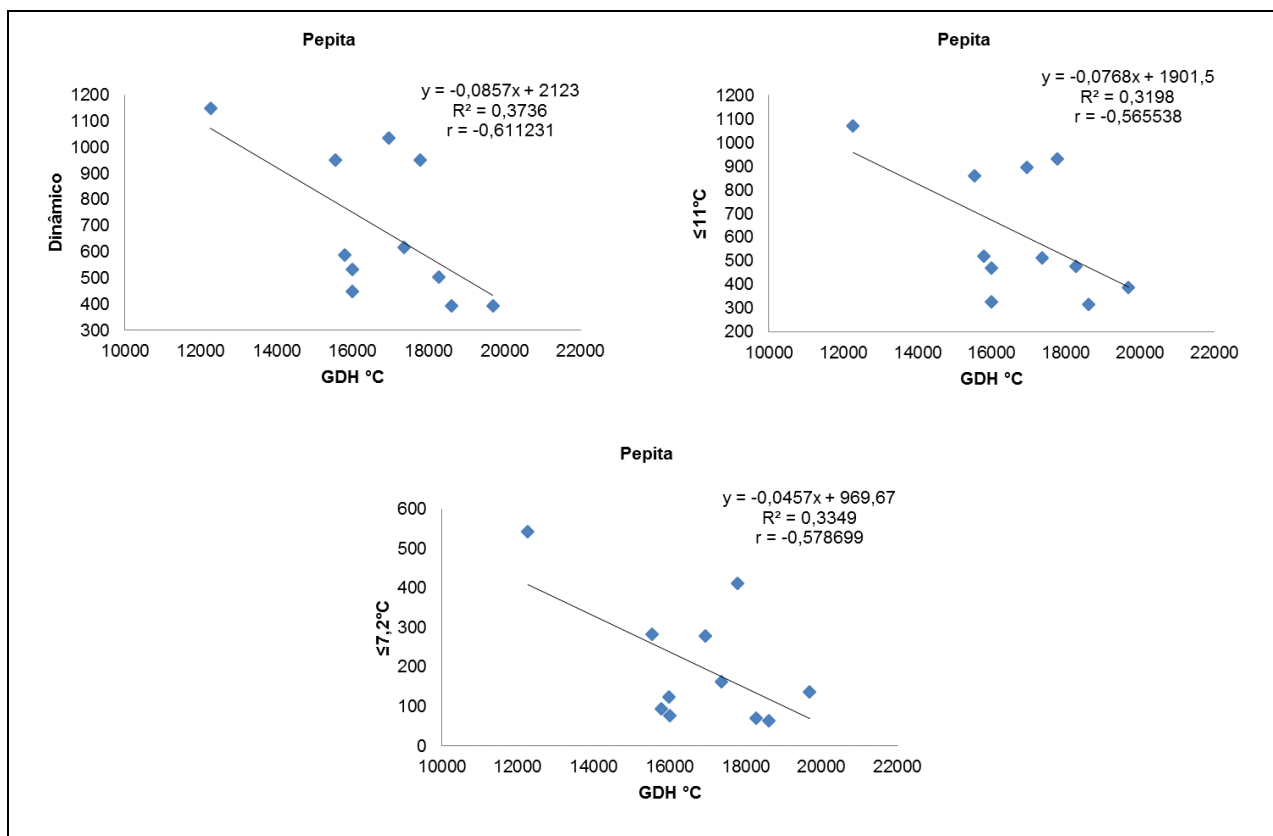


Figura 7: Gráficos de dispersão da cultivar Pepita mostrando a correlação entre o modelo GDH °C com os modelos Dinâmico, modelos de horas abaixo de 11°C e 7,2°C.

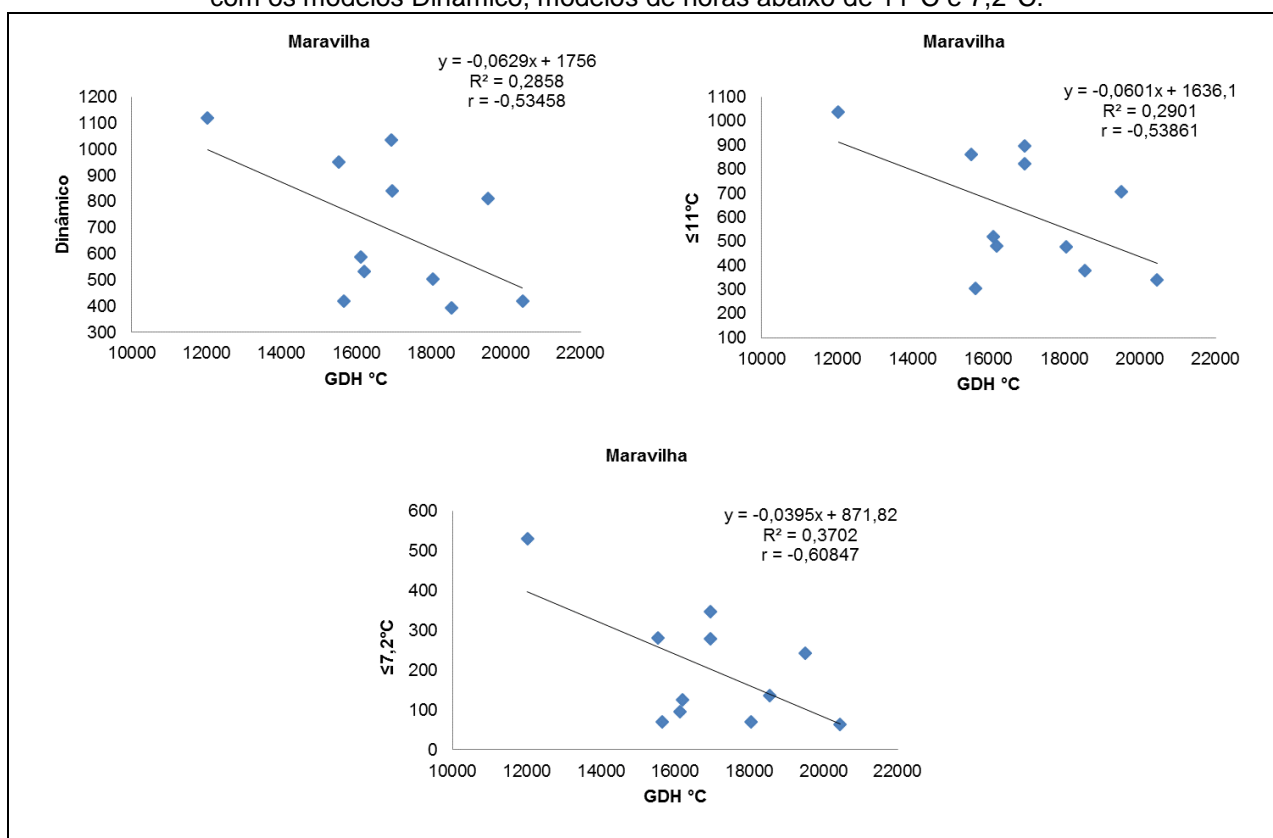


Figura 8: Gráficos de dispersão da cultivar Maravilha mostrando a correlação entre o modelo GDH °C com os modelos Dinâmico, modelos de horas abaixo de 11°C e 7,2°C.

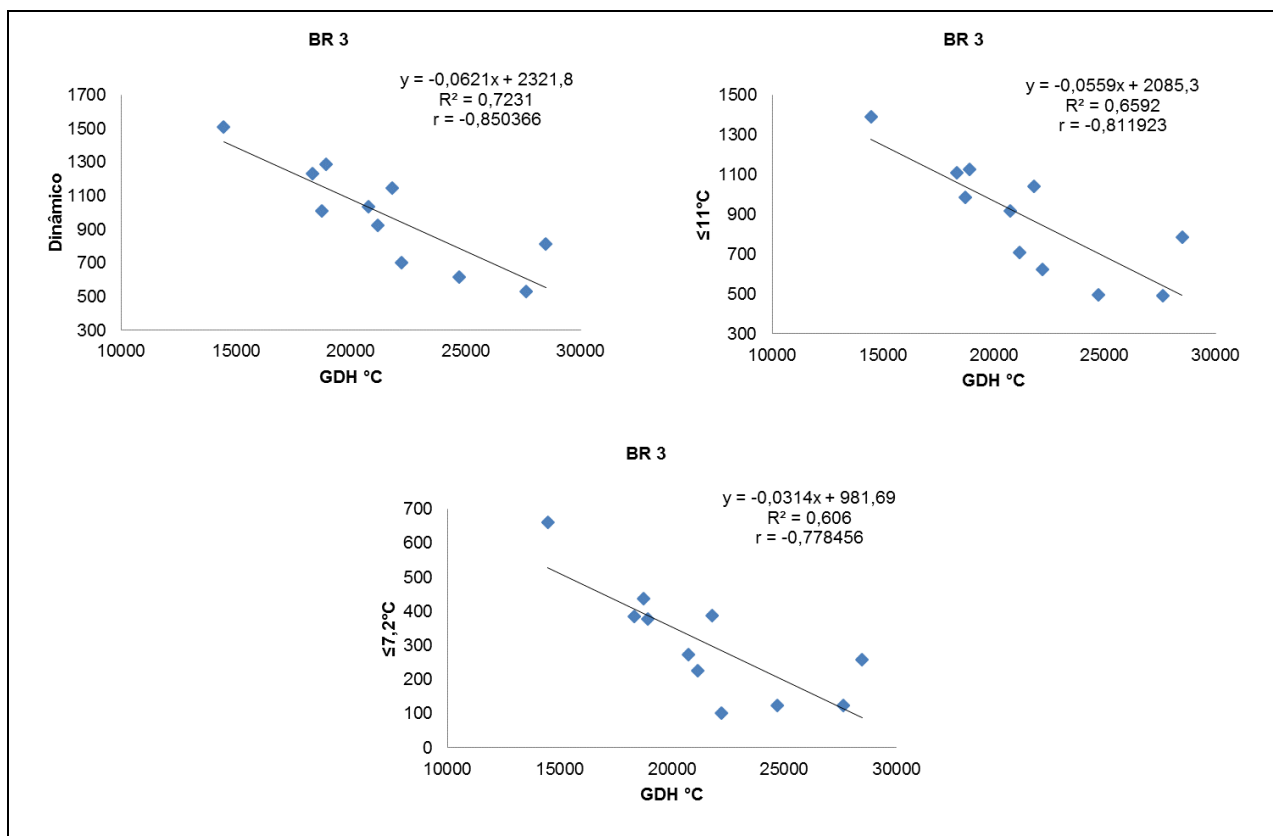


Figura 9: Gráficos de dispersão da cultivar BR 3 mostrando a correlação entre o modelo GDH °C com os modelos Dinâmico, modelos de horas abaixo de 11°C e 7,2°C.

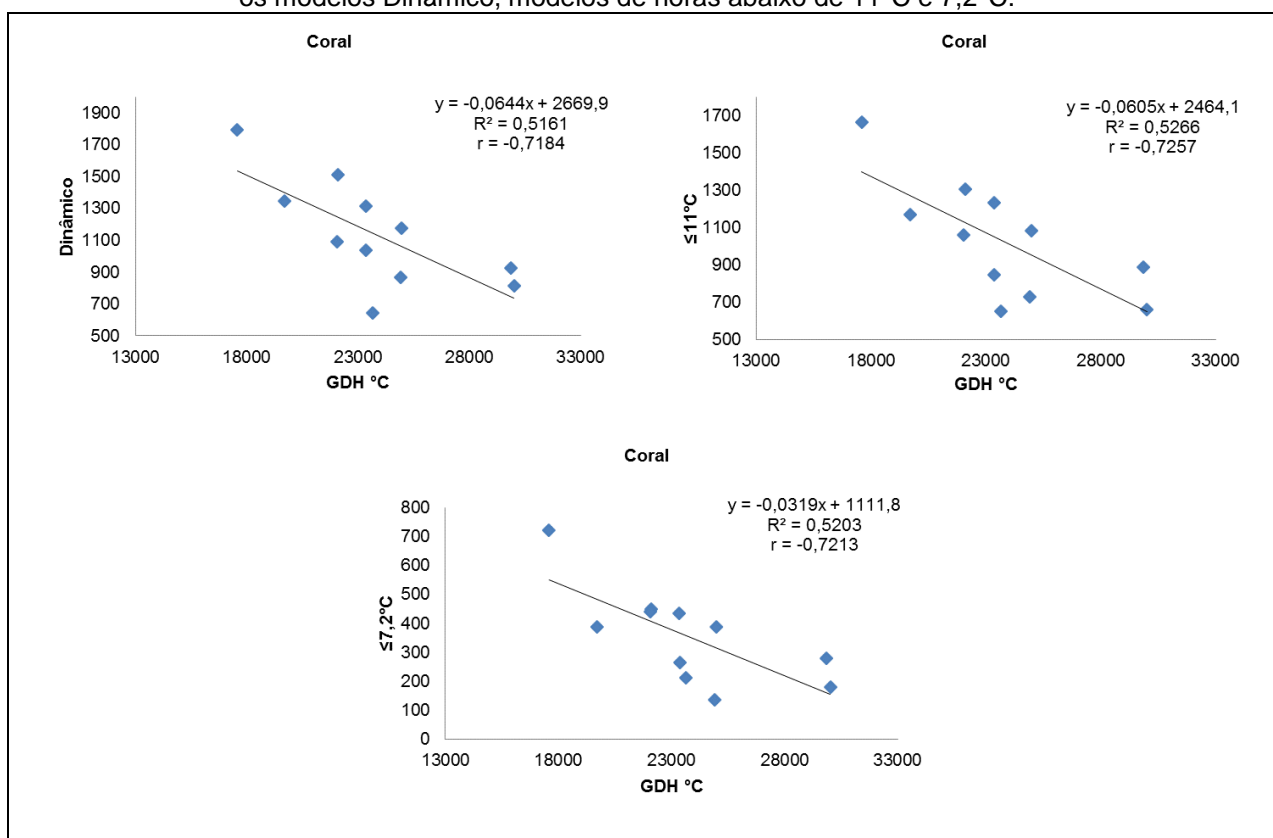


Figura 10: Gráficos de dispersão da cultivar Coral mostrando a correlação entre o modelo GDH °C com os modelos Dinâmico, modelos de horas abaixo de 11°C e 7,2°C.

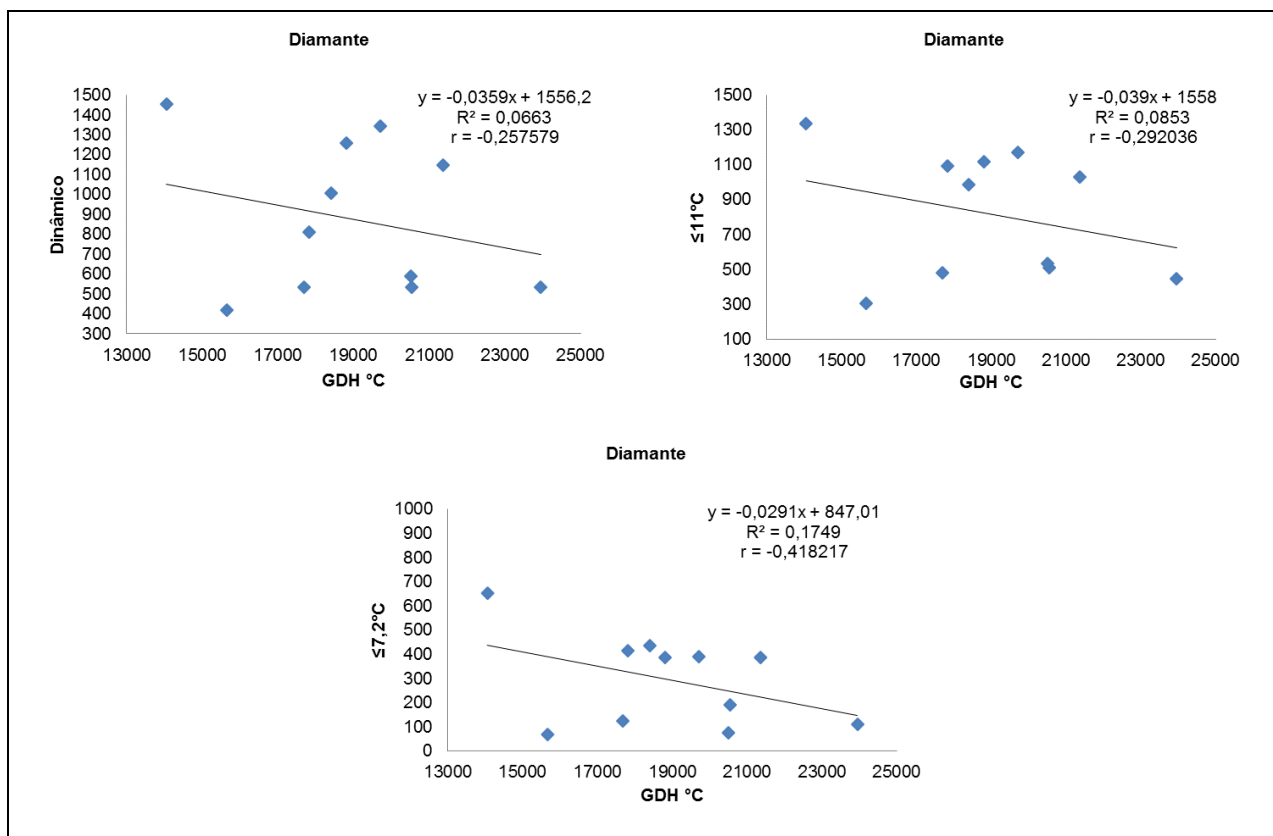


Figura 11: Gráficos de dispersão da cultivar Diamante mostrando a correlação entre o modelo GDH °C com os modelos Dinâmico, modelos de horas abaixo de 11°C e 7,2°C.

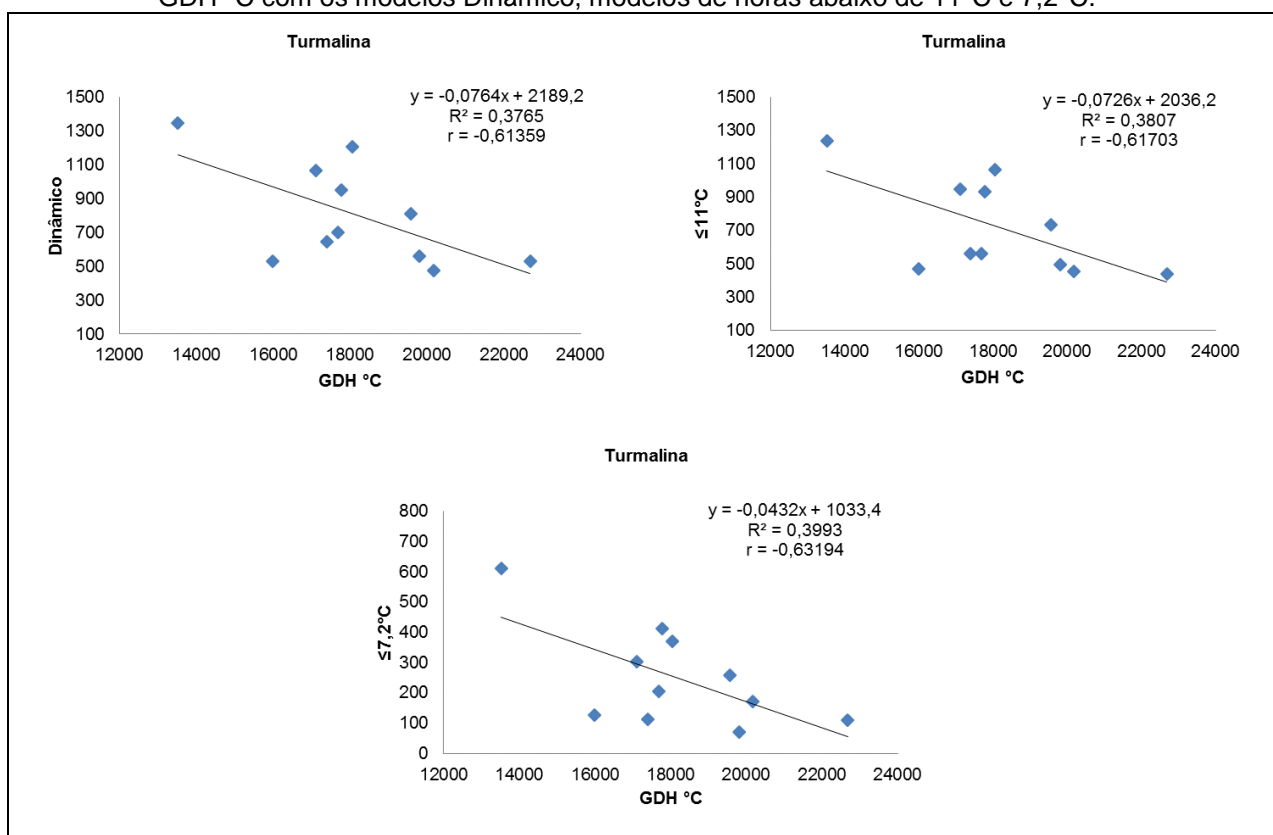


Figura 12: Gráficos de dispersão da cultivar Turmalina mostrando a correlação entre o modelo GDH °C com os modelos Dinâmico, modelos de horas abaixo de 11°C e 7,2°C.

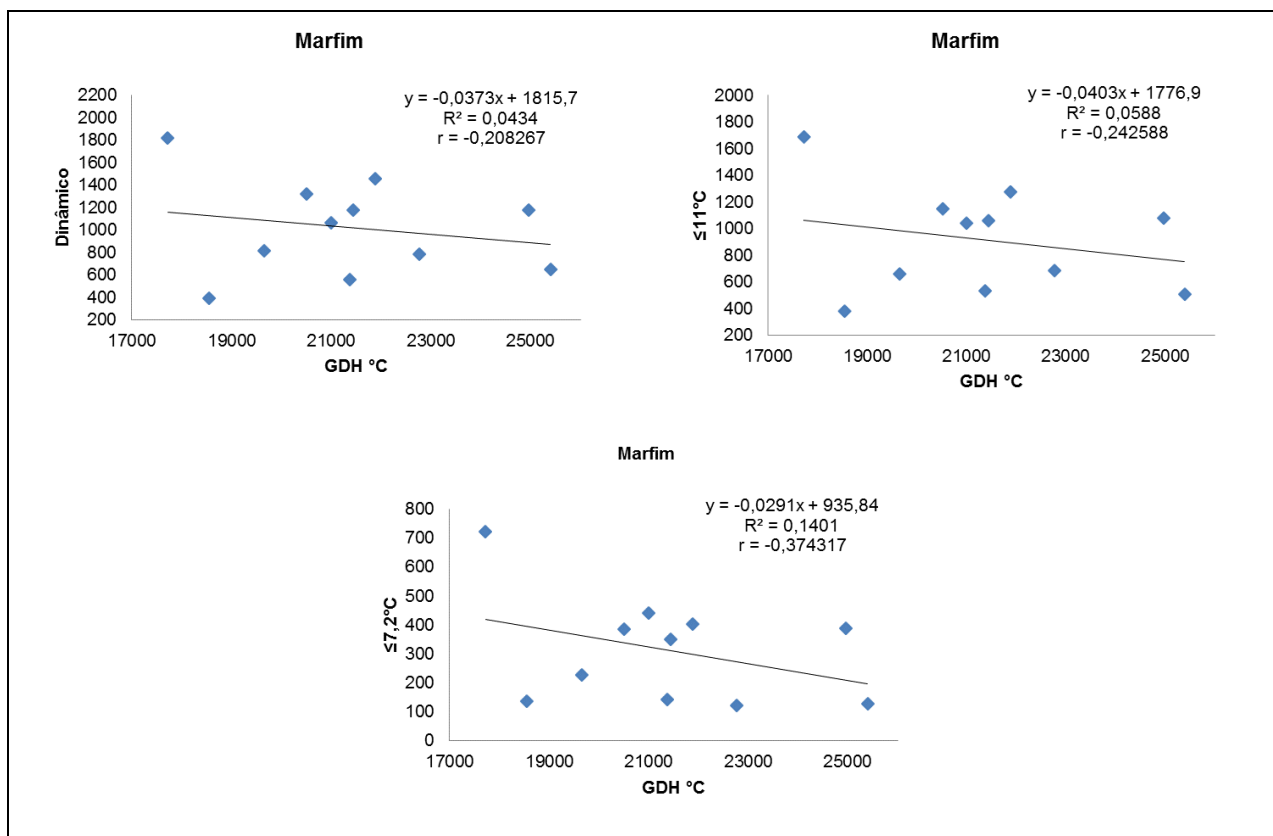


Figura 13: Gráficos de dispersão da cultivar Marfim mostrando a correlação entre o modelo GDH °C com os modelos Dinâmico, modelos de horas abaixo de 11°C e 7,2°C.

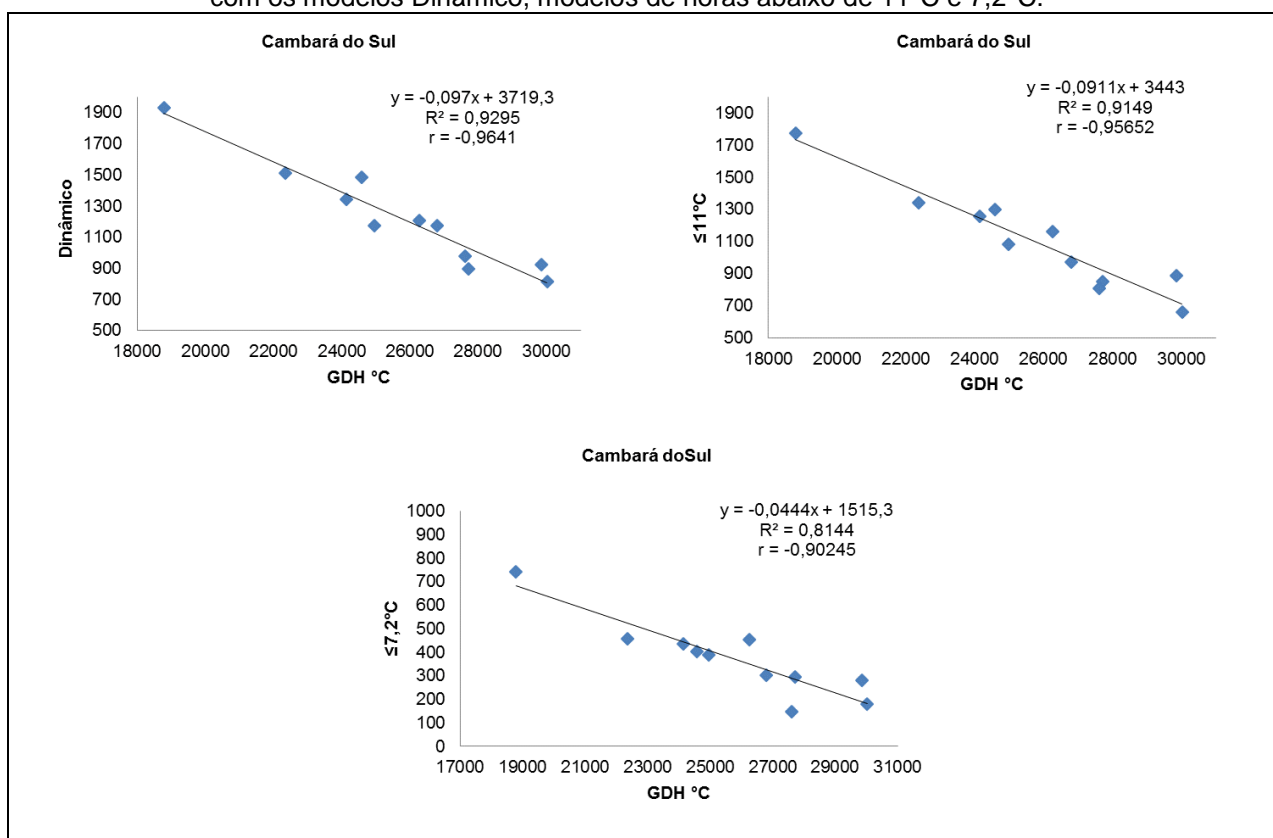


Figura 14: Gráficos de dispersão da cultivar Cambará do Sul mostrando a correlação entre o modelo GDH °C com os modelos Dinâmico, modelos de horas abaixo de 11°C e 7,2°C.

Segundo Faust (1989), a necessidade de calor diminuiu em anos de elevado acúmulo de frio, sendo que algumas cultivares precisam de mais horas de calor do que frio, devido a diferentes taxas respiratórias das cultivares (CITADIN, 1999).

Portanto, quanto menor o frio acumulado, maior o GDH necessário para brotarem e florescerem adequadamente. Estes resultados concordam com Chavarria (2005), que afirma que a quantidade de frio a que foi exposta a gema consiste em um fator de extrema relevância na necessidade de calor, visto que, quanto maior a exposição ao frio na endodormência, menor será a necessidade de calor para a superação da ecodormência, assim como o inverso é verdadeiro, ou seja, menores quantidades de frio aumentam a necessidade de calor.

## **10. Conclusões**

As exigências em frio, calculadas pelo modelo de Taiwan, para as nove cultivares analisadas, ficaram classificadas em três grupos, sendo de menor necessidade a cultivar Bonão, com uma média de 500 a 560 unidades de frio. As cultivares Precocinho, Pepita e Maravilha ficaram no grupo intermediário com exigência entre 700 a 750 UF. As cultivares BR-3, Coral, Diamante, Turmalina e Marfim foram classificadas como de alta necessidade em frio para a região, precisando mais de 800 unidades para brotação e floração.

Todos os modelos apresentam grande variabilidade ao longo dos anos, devido à grande variabilidade climática da região.

Há uma correlação negativa entre o acúmulo de frio e a necessidade em calor. As cultivares BR-3, Coral e Marfim são as de maior necessidade em calor.

## **CAPÍTULO 3**

### **Estimativa da necessidade em frio de nove cultivares de pessegueiro utilizando protocolo de Tabuenca**

#### **11. Introdução**

Nas últimas décadas os padrões climáticos têm sofrido alterações em escala global e consequências graves têm sido observadas sobre o desenvolvimento de diversas espécies vegetais (IPCC, 2013).

As mudanças climáticas são consideradas uma realidade. Entre as consequências das mesmas, está a elevação da temperatura no inverno. Alguns pesquisadores (WREGGE, 2007; HERTER, 2007; CARAMORI, 2008), citam inclusive que este aumento poderia inviabilizar o cultivo de algumas espécies ou pelo menos de algumas cultivares de espécies de clima temperado, em determinadas regiões.

Conforme amplamente estudado, o acúmulo de frio hibernal é condição fundamental para a superação da dormência em espécies frutíferas de clima temperado, com conseqüente brotação e floração satisfatórias e boa produtividade dos pomares.

O final do ciclo anual do pessegueiro, que acontece no outono, caracteriza-se pela queda das folhas e a entrada das plantas em dormência (PETRI et al., 1996).

A dormência é um processo fisiológico grandemente influenciado pelas condições ambientais. As modificações fisiológicas, enzimáticas e nutricionais, ocorridas nos órgãos vegetais são produto das modificações destas condições de acordo com as estações do ano, assim, durante a primavera e verão as plantas crescem e se desenvolvem rapidamente, sendo este crescimento favorecido por condições adequadas de temperatura, água, luminosidade e fotoperíodo (LANG et al., 1985).

Já durante o outono-inverno as condições do meio se tornam gradativamente desfavoráveis, causando retardamento progressivo até a parada completa do crescimento das plantas, ocasionando a dormência. Durante este período, a planta não demonstra crescimento visual, porém as atividades metabólicas continuam, embora com intensidade reduzida, o que lhe permite resistir às baixas temperaturas, inclusive negativas.

A dormência existe de muitos modos e graus, dependendo da forma de crescimento da planta, do órgão ou do tecido considerado e dos fatores por meio dos quais é induzida. A série típica de eventos que levam à dormência de inverno começa com a pré-dormência, a qual é iniciada com a redução na duração do dia e baixas temperaturas. A incapacidade das plantas de saírem deste estado de dormência prematuramente (uma vez que estejam em endodormência), é um fator ecológico importante em relação à resistência ao frio, devido às incertezas do clima, ou seja, se as plantas de região de inverno frio respondem a dias mais quentes, elas estarão suscetíveis à próxima onda de frio (LANG et al., 1985).

Para que as fruteiras de clima temperado iniciem um novo ciclo vegetativo na primavera, em condições naturais, é necessário que a planta seja exposta a um período de baixas temperaturas. Em muitas espécies lenhosas, o fim da dormência depende de certos requerimentos em relação às baixas temperaturas, em muitos casos, a dormência somente termina após a exposição durante muitas semanas a temperaturas de 2 a 7,2°C (SAURE, 1985).

Ao final do período de dormência há um aumento da concentração de fitormônios, responsáveis pela promoção da atividade genética e de enzimas. O metabolismo basal, a mobilização de reservas e a biossíntese são novamente retomados e a divisão celular inicia-se gradualmente. Estando a planta pronta para o desenvolvimento. O aparecimento de novos ramos e folhas só é inibido por condições climáticas adversas, principalmente pelo frio (dormência imposta ou ecodormência). Com temperaturas mais elevadas e com o aumento das horas do dia, o desenvolvimento processa-se rapidamente.

O aquecimento global tão enfatizado por cientistas nas últimas décadas faz com que o conhecimento do efeito da temperatura na floração e brotação das fruteiras de clima temperado, bem como o desenvolvimento de cultivares melhor adaptadas a regiões de invernos subtropicais, assumam uma importância ainda maior.

Como forma de estudar a influência de cada fator ambiental atuante individualmente sobre a dormência, vários trabalhos, principalmente sob condições controladas, vêm sendo realizados, sobretudo envolvendo o fator temperatura. Dentre os métodos biológicos utilizados para tal finalidade podem ser citados o uso de ramos destacados, teste de estacas de nós isolados e também o teste de Tabuenca, o qual utiliza gemas de flor.

Os métodos biológicos são caracterizados pelo uso de material vegetal nas avaliações, objetivando a elucidação dos vários mecanismos relacionados à dormência. A utilização de material vegetal é imprescindível em estudos visando estimar com maior precisão o fenômeno da dormência, exigindo assim que o material vegetativo em avaliação represente com fidelidade a situação em campo. Existem muitas variações dos métodos biológicos, podendo-se utilizar plantas inteiras ou apenas partes destas. As diferenças entre os métodos são determinadas pelos objetivos específicos de pesquisa.

O teste de Tabuenca (TABUENCA, 1967), ou Teste com gemas de flor em ramos destacados, é um teste biológico antigo, porém ainda utilizado. Este teste tem por objetivo determinar o final da fase de endodormência, ou seja, o momento em que planta termina de acumular o frio e passa a acumular as unidades de calor para o florescimento. Nesta data (final da endodormência), a necessidade total de frio da cultivar já foi atendida e a planta começa a ser estimulada pelas temperaturas mais altas. Na fase que segue a endodormência, a ecodormência, a planta começa a acumular “horas de calor” e quando esta necessidade de calor é satisfeita, a planta floresce.

Com o teste pretende-se observar o efeito produzido pelas altas temperaturas (21° C) no desenvolvimento das gemas de flor, durante 1 semana, uma vez que as plantas já foram submetidas a um tempo variável às baixas temperaturas.

O objetivo deste trabalho foi estimar a necessidade em frio de 10 genótipos de pessegueiro utilizando o protocolo de Tabuenca (TABUENCA, 1967), a fim de poder, posteriormente, comparar os resultados com aqueles obtidos pelos diversos modelos de cálculo de horas ou unidades de frio.

## **12. Material e Métodos**

Para este trabalho foram utilizadas plantas de 10 genótipos da coleção existente na Embrapa Clima Temperado, sendo quatro considerados de baixa necessidade em frio, menos de 200 horas (cultivares Bonão, Pepita, Maravilha, Precocinho), três consideradas de baixa a média, entre 200 e 400 horas (cultivares Diamante, Turmalina, BR3) e três de média a alta exigência, mais de 400 horas (Seleção Cambará do Sul, e cultivares Coral e Marfim).

Este experimento foi realizado durante dois períodos, ano 2013 e ano 2014, na Sede da Embrapa Clima Temperado e os dados de temperatura utilizados como



referência para este trabalho são da Estação Meteorológica da sede da Embrapa Clima Temperado. No ano de 2013, trabalhou-se com a metodologia original do teste de Tabuena (TABUENCA, 1967), não levando-se em conta repetições para análise estatística dos resultados. Também foram medidos o peso verde das amostras. Do ano 2013 para o ano 2014 foram feitos alguns ajustes na metodologia.

### 12.1. Ano de 2013

No ano de 2013 foram testadas seis cultivares (Diamante, Turmalina, BR3, Cambará do Sul, Coral, Marfim). Não foram utilizadas as cultivares de baixo requerimento, porque elas brotaram antes mesmo do início de acúmulo de frio, o que significa que não entraram em endodormência.

Foram coletados, aleatoriamente, em torno de 10 ramos frutíferos (crescimento do ano anterior) por planta, sendo três plantas por cultivar. Primeiramente estabeleceu-se que as coletas dos ramos seriam realizadas com 50, 100, 150, 200, 250 e 300 horas de temperaturas abaixo de 7,2 °C, ou até que a necessidade de acúmulo de frio das cultivares fossem atendidas. Também se acompanhou o registro de temperaturas abaixo de 11 °C.

Em seguida, os ramos foram levados ao laboratório onde foram colocados em pequenos vasos contendo 150 ml de solução aquosa de sacarose a 3%. Os vasos ficaram em câmara de germinação com temperatura de 21°C e fotoperíodo de 12 horas, durante sete dias e a troca de água foi feita a cada dois dias.

Decorridos os sete dias, foram coletadas aleatoriamente 50 gemas floríferas por genótipo (sem considerar de qual das três plantas se originavam), das quais foram retiradas as escamas (brácteas e pedúnculo). Em balança analítica foi obtida a massa fresca das gemas (peso verde), logo após foram levadas à estufa de secagem a 70°C até massa constante (0,05% de variação, ± 3 dias), e então foram pesadas para obtenção da massa seca das gemas. As massas fresca e seca foram anotadas em uma tabela para acompanhar sua evolução. Este procedimento ocorreu para todas as datas de coletas até se observar o aumento de peso significativo das gemas ou até o início de floração das cultivares no campo.

A temperatura de 21°C é considerada mais propícia para o desenvolvimento das flores em pessegueiro, sendo que o aumento de peso relativo entre uma coleta e outra mostrará o final da endodormência. A primeira coleta de gemas nesse ano, ocorreu no dia 23 de maio para todas as cultivares e nesta data registrava-se

apenas 38 horas de frio  $< 7,2^{\circ}\text{C}$  ou 116 horas de frio  $< 11^{\circ}\text{C}$ . Nesta data, apesar do baixo acúmulo de frio as cultivares precoces, (Bonão, Precocinho, Pepita e Maravilha) já haviam iniciado sua floração não sendo possível realizar coletas.

## 12.2. Ano de 2014

Foram utilizadas as cultivares Bonão, Precocinho, Pepita, Maravilha, BR-3, Diamante, Turmalina, Coral e Marfim para o desenvolvimento do teste de Tabuena. As coletas foram iniciadas no mês de abril com zero horas de frio  $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$ , e as demais datas de coletas foram baseadas no acúmulo de horas de frio registrado, a partir do mês de maio até a data de início de floração das cultivares. Não foi obedecido o registro de 50, 100, 150, 200, 250 e 300 horas de temperaturas abaixo de  $7,2^{\circ}\text{C}$ , já que no ano anterior as gemas das plantas responderam ao aumento de peso com menores acúmulos de frio. Como este ano foi mais quente que 2013, optou-se por trabalhar com coletas quinzenais e os intervalos de coletas tornaram-se mais frequentes à medida que os registros de temperaturas mais baixas eram frequentes ou de acordo com a aparência das gemas.

A coleta de ramos começou em abril, com zero horas de frio  $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$  e apenas quatro horas abaixo de  $11^{\circ}\text{C}$ . Neste ano foram coletadas de cinco a 10 ramos por planta, dependendo do número de gemas no ramo (sendo que para o trabalho utiliza-se apenas gemas do terço médio do ramo), três plantas por cultivar, que corresponderam às três repetições.

Os ramos foram acondicionados da mesma maneira que no ano anterior, colocados em pequenos vasos contendo 150 ml de solução aquosa de sacarose a 3%. Permaneceram em câmara de germinação com temperatura de  $21^{\circ}\text{C}$  e fotoperíodo de 12 horas. Após os sete dias foram coletadas 60 gemas floríferas de cada uma das cultivares, sendo estas divididas em três repetições de 20 gemas, das quais foram retiradas as escamas, e em seguida, foram pesadas em balança analítica para obtenção da massa fresca das gemas, após foram levadas à estufa de secagem a  $70^{\circ}\text{C}$  até massa constante (0,05% de variação,  $\pm 3$  dias), então novamente foram pesadas para obtenção da massa seca. O aumento significativo do peso verde e seco dos primórdios florais caracteriza a fase transitória entre o período de endodormência e ecodormência.

As massa fresca e seca foram anotadas em uma tabela para acompanhar sua evolução. Isto ocorreu para todas as datas de coletas até se observar o aumento significativo de peso das gemas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições. Os resultados obtidos para cada genótipo foram submetidos à análise da variância, sendo os tratamentos as respectivas datas de coleta, e as médias do peso das gemas (massa verde e seca) foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%, através do software Sisvar (FERREIRA, 2003). Embora para algumas cultivares o número de coletas não tenha sido suficiente para atingir o grau de liberdade indicado, e o teste de Tabuenca (TABUENCA, 1967) não utilizar análise estatística para a interpretação dos resultados, no presente trabalho este teste foi aplicado para auxiliar na interpretação dos resultados. As temperaturas locais foram monitoradas e a somatória de horas de frio ocorridas até a data de cada coleta foram anotadas em planilhas Excel.

### **13. Resultados e discussão**

De acordo com os dados obtidos, em 2013, pelo teste de Tabuenca, os resultados indicam que a cultivar Diamante teve seu aumento de peso significativo entre as coletas do dia 29/6 e 05/7, estando entre 74 e 94 horas abaixo de 7,2°C ou 421 e 483 horas abaixo de 11°C. Isto indica que a cv. Diamante necessitou em torno de 100 horas de frio para superar sua endodormência. O mesmo ocorreu para a cultivar Turmalina, estimando-se ao redor de 100 horas de frio abaixo de 7,2°C.

Para a cultivar BR-3 esta fase foi superada dias depois (16/7), com um acúmulo de frio de 111 horas abaixo de 7,2°C e 559 horas abaixo de 11°C. As cultivares Coral e Marfim tiveram sua dormência superada entre as coletas de 24/7 e 01/08, sendo assim suas exigências em frio estariam entre 229 à 264 ≤ 7,2°C ou 714 e 818 horas ≤ 11°C. Conforme dados deste ano, a cv. Cambará do Sul seria a de maior exigência em frio, tendo seu aumento de peso só na coleta de 8 de agosto, com um registro de frio de 271 e 895 horas de frio, para 7,2°C e 11°C, respectivamente. Os dados de 2013 não foram submetidos às mesmas análises estatísticas que os dados de 2014, pois as primeiras não tinham repetições de amostragem em cada data de coleta.

Os resultados de 2014, quanto ao peso das gemas das cultivares Bonão, Precocinho, Pepita, Maravilha e BR-3, distribuíram-se como o previsto, isto é, os

pesos se mantiveram mais ou menos estáveis até uma determinada data (variável para cada cultivar), havendo, a partir daí um acréscimo significativo (Figuras 15 e 16), ajustando-se a uma curva quadrática. Já para as cvs. Diamante, Turmalina, Coral e Marfim, os pesos obtidos seguiram uma regressão linear, com pequenos aumentos iniciais. Talvez para estas cultivares as coletas deveriam ter iniciado antes do que de fato foram realizadas no presente estudo.

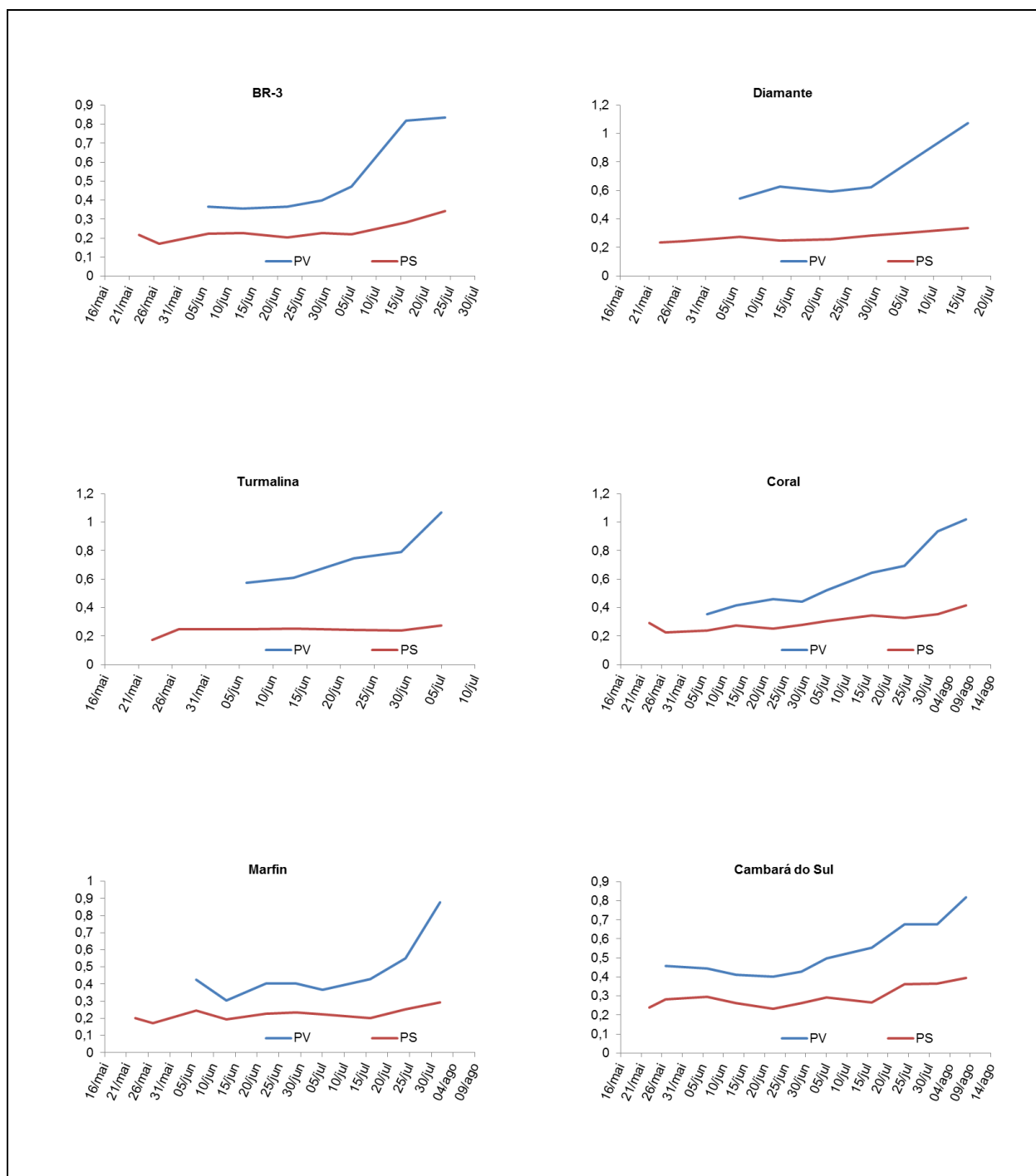


Figura 15: Médias do peso verde (PV) e seco (PS), marcadas com a possível data de final de endodormência das cultivares para o ano de 2013.

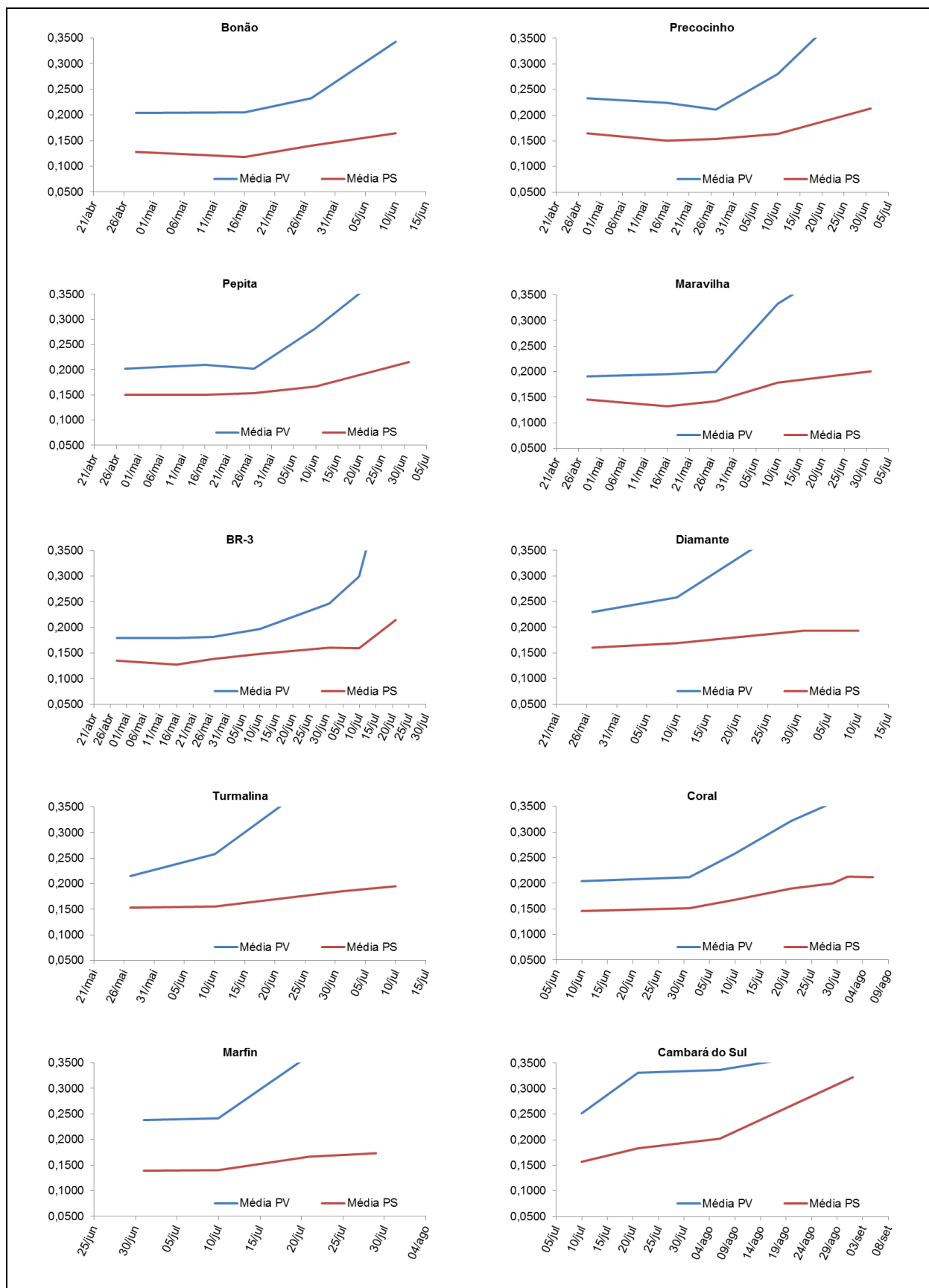


Figura 16: Médias do peso verde (PV) e seco (PS), marcadas com a possível data de final de endodormência das cultivares para o ano de 2014.

Considerando o peso verde, pelo método de Tabuenca, as cultivares Bonão, Precocinho, Pepita e Maravilha ficaram no mesmo grupo, pois o aumento significativo de peso das gemas ocorreu nas mesmas datas. No segundo grupo ficaram as cultivares BR-3, Diamante e Turmalina e no terceiro grupo as cultivares Coral e Marfim. Analisando os dados, é possível dizer que, provavelmente, neste ano as plantas não tenham entrado em período de dormência profunda, já que com poucas horas de frio as gemas das plantas já responderam (Tabela 19).

Tabela 19: Média do peso verde de 20 gemas, marcados com a possível data de saída de endodormência.

Coletas	Peso Verde								
	Bonão	Precocinho	Pepita	Maravilha	BR-3	Diamante	Turmalina	Coral	Marfim
<b>28/abr</b>	0,204 b	0,233 b	0,202 b	0,191 c	0,179 d				
<b>16/mai</b>	0,205 b	0,224 b	0,209 b	0,195 c	0,179 d				
<b>27/mai</b>	0,232 b	0,211 b	0,202 b	0,199 c	0,181 d	0,230 b	0,215 b		
<b>10/jun</b>	0,343 a	0,280 a	0,283 a	0,333 b	0,197 cd	0,259 b	0,258 b	0,204 c	
<b>01/jul</b>		0,456 a	0,430 a	0,447 a	0,246 bc	0,418 a	0,439 a	0,212 c	0,238 b
<b>10/jul</b>					0,299 b	0,455 a	0,475 a	0,258 bc	0,242 b
<b>21/jul</b>					0,570 a			0,322 ab	0,365 a
<b>29/jul</b>								0,358 a	0,429 a
<b>01/ago</b>								0,361 a	
<b>06/ago</b>								0,361 a	

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Usando o teste de Tabuenca, com base no peso seco das gemas, as cvs. Bonão, Precocinho, Pepita e Maravilha tiveram mudança significativa no peso das gemas entre as amostras coletadas entre 27 de maio e 10 de junho, o que corresponderia a 21 horas abaixo de 7,2° C, ou 212 horas abaixo de 11°C. Para as cultivares BR-3, Diamante e Turmalina, o aumento de peso foi verificado entre 10 de junho e 1º de julho (59 horas ≤ 7,2°C e 306 horas ≤ 11°C). Enquanto que para as cvs.

Coral e Marfim, foi entre 10 e 21 de julho, correspondendo a 64 horas abaixo de 7,2°C ou 386 horas abaixo de 11°C (Tabela 20).

Verificou-se uma correlação altamente significativa e positiva entre peso seco e peso verde.

Tabela 20: Média do peso seco de 20 gemas, marcados com a possível data de saída de endodormência.

Coletas	Peso Seco								
	Bonão	Precocinho	Pepita	Maravilha	BR-3	Diamante	Turmalina	Coral	Marfim
<b>28/abr</b>	0,128 b	0,165 b	0,149 b	0,146 c	0,135 c				
<b>16/mai</b>	0,118 b	0,150 b	0,150 b	0,132 bc	0,128 bc				
<b>27/mai</b>	0,140 ab	0,153 ab	0,154 b	0,142 bc	0,138 bc	0,160 c	0,157 b		
<b>10/jun</b>	0,164 a	0,164 ab	0,167 b	0,178 ab	0,149 bc	0,169 bc	0,155 b	0,145 c	
<b>01/jul</b>		0,213 a	0,216 a	0,201 a	0,160 b	0,194 ab	0,185 a	0,151 c	0,138 b
<b>10/jul</b>					0,159 b	0,193 a	0,195 a	0,167 bc	0,140 b
<b>21/jul</b>					0,214 a			0,189 ab	0,166 ab
<b>29/jul</b>								0,199 ab	0,173 a
<b>01/ago</b>								0,213 a	
<b>06/ago</b>								0,212 a	

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Comparando os dados obtidos pelo método de Tabuenca nos anos de 2013 e 2014 com os resultados obtidos no capítulo 2, verifica-se que para cada cultivar a estimativa da necessidade de frio pelo Tabuenca foi sempre muito inferior aos cálculos baseados nas observações de fenologia a campo. Se, ao invés do início de brotação e ou de plena floração (como utilizado naquele capítulo), a comparação fosse realizada com o início de floração, ainda assim, a estimativa pelo método de Tabuenca seria menor (Tabela 21).

Tabela 21: Comparação entre as estimativas da necessidade em frio pelo método biológico, Tabuenca, e com base na fenologia e modelos de horas de frio e de Taiwan.

Cultivares	Final endodormência	Unidades de frio					
		$\leq 7,2^{\circ}\text{C}$		$\leq 11^{\circ}\text{C}$		Taiwan	
		X	Y	X	Y	X	Y
Bonão	10/06	21	71	212	460	338	500
Precocinho	10/06	21	71	212	359	338	464
Pepita	10/06	21	64	212	312	338	473
Maravilha	10/06	21	71	212	477	338	620
BR-3	01/07	59	77	306	508	492	755
Diamante	01/07	59	109	306	441	492	642
Turmalina	01/07	59	71	306	381	492	616
Coral	21/07	64	135	386	648	624	845
Marfim	21/07	64	152	386	600	624	859
Médias		43	91	282	465	453	642
Percentual diferença entre Y e X		111,63		64,89		41,72	

X, estimativa pelo método de Tabuenca para final da fase de endodormência.

Y, estimativa utilizando dados de temperaturas, para o início de floração das cultivares.

Assim, a cv. Precocinho, por exemplo, recebeu em 2008, um grau 5 em produtividade. Naquele ano, até a data de início de brotação haviam sido acumuladas 71 horas  $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$  e 477 horas  $\leq 11^{\circ}\text{C}$ .

A cultivar BR-3 teve aumento do peso das gemas entre as datas de 10 de junho e 1° de julho. Até este período haviam sido acumuladas 59 horas de temperatura  $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$  ou 306 horas de temperatura  $\leq 11^{\circ}\text{C}$ . Se comparada com o capítulo 2, este acúmulo deveria ser em torno de 122 horas  $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$  ou 684 horas  $\leq 11^{\circ}\text{C}$ . Portanto, também muito superior aos resultados pelo método de Tabuenca. O mesmo pode ser verificado para as demais cultivares.

A mesma tendência foi verificada quanto ao aumento de peso verde das gemas, embora os valores sejam diferentes, só que neste caso, as mudanças foram mais acentuadas.

Calculando o frio acumulado até as datas de saída de endodormência das cultivares, utilizadas no presente estudo, com as estimativas obtidas pelo modelo de Taiwan (OU e CHEN, 2000), considerado como modelo que melhor se ajustou



dentre os testados no capítulo 2, para às condições climáticas da região sul do RS, é possível verificar que as estimativas se aproximam mais, embora ainda bastante superiores, o que pode ser atribuído às condições externas desfavoráveis ao florescimento (ecodormência). No capítulo 2 foram utilizados nas discussões os dados referentes à época de brotação e de plena floração. Entretanto, para comparação com o modelo de Tabuenca, foi considerado mais adequado a comparação como o início de floração das cultivares, já que estas datas estariam mais próximas ao final de endodormência (Tabela 21).

É interessante também notar que o teor de água nas gemas, que inicialmente era em média 30,76%, chegou à média de 46,79% quando as cultivares estavam aptas a saírem da endodormência. Portanto, com porcentagem de água inferior ao teor encontrado por Malagi (2014), para cultivares de macieira. Este autor encontrou, independentemente da cultivar, em torno de 77% de teor de água quando as gemas tinham recebido frio suficiente e estavam aptas à quebrar dormência. Nos genótipos do presente estudo, o teor inicial de água variou de 23,57% na cv. Maravilha e 41,75% na cv. Marfim. O final ficou entre 41,04 e 57,97% nas cvs. Pepita e Turmalina, respectivamente. A exceção foi a cultivar BR-3 com apenas 34,7% de teor final de água nas células (Tabela 22).

Tabela 22: Conteúdo inicial e final de teor de água das gemas após o final do período de endodormência.

<b>Cultivar</b>	<b>% Teor Inicial</b>	<b>% Teor Final</b>	<b>% de Incremento</b>
Bonão	36,99	52,19	70,8
Precocinho	29,26	41,40	70,7
Pepita	25,78	41,04	62,8
Maravilha	23,57	46,59	50,6
BR-3	24,64	34,71	71,0
Diamante	30,43	53,60	56,8
Turmalina	28,87	57,97	49,8
Coral	28,79	41,32	69,7
Marfim	41,75	54,45	76,7
Cambará do Sul	37,59	44,63	84,2
<b>Médias</b>	<b>30,76</b>	<b>46,79</b>	<b>65,7</b>

## **14. Conclusões**

O método de Tabuenca dá uma estimativa sempre inferior a quaisquer dos modelos baseados na fenologia, pois não tem o efeito da ecodormência.

As diferenças entre o modelo biológico de Tabuenca e as estimativas pela fenologia são menores se a estimativa de necessidade em frio for baseada nas Unidades de Frio (Modelo de Taiwan) do que com horas de frio.

Os modelos baseados na fenologia superestimam a necessidade em frio das cultivares.

## 15. Considerações Finais

Embora considerado como clima temperado, segundo a classificação de Köppen, o sul do Rio Grande do Sul está muito longe de apresentar invernos como os que ocorrem na Europa e Estados Unidos.

As condições climáticas são muito irregulares e o acúmulo de frio hibernal é muito inferior àquelas áreas. Este problema, segundo previsões dos cientistas, tende a ser agravado nas próximas décadas. Pela importância que o frio hibernal tem para as espécies frutíferas de clima temperado, este trabalho teve por objetivo estimar com maior confiabilidade a necessidade em frio de diversos genótipos de pessegueiro, escolhendo o modelo mais adequado para este fim.

Os resultados foram variáveis, como variável é o clima da região. Provavelmente, a ideia fosse por demais ambiciosa para uma dissertação de mestrado e para um fenômeno tão complexo como a dormência do pessegueiro e a influência da temperatura na superação da mesma. Aqui foi discutido, quase que exclusivamente, a necessidade em frio, mas não se pode esquecer da influência do calor, da luz, da umidade, do estado nutricional das plantas. É praticamente impossível separar efeitos de cada um desses componentes. Apesar disso, o trabalho apresentou alguns resultados positivos.

Provou que o modelo de Richardson não se adapta para utilização no sul do RS; mostrou que o modelo baseado em temperaturas médias dos meses mais frios dá um bom indicativo, pelo menos preliminarmente, quando se pretende estabelecer uma nova cultivar em regiões que pouco se conhece das condições hibernais e permite separar em grupos as cultivares mais próximas quanto à exigência em frio.

Muito há por fazer no futuro, onde seria, por exemplo, interessante associar os dados de temperatura, necessidade em frio, luminosidade e outros fatores associados à fisiologia das plantas. Seria também interessante estudar a necessidade em frio de alguns parentais e suas progênies a fim de verificar a herdabilidade do caráter e melhores fontes de transmissão da baixa necessidade; estudar e avaliar cruzamentos recíprocos, pois segundo alguns trabalhos a necessidade em frio dos descendentes é altamente correlacionada com a planta mãe. Teoricamente, é possível selecionar, através do período necessário para estratificação das sementes, seedlings que melhor se adaptem a regiões de inverno mais quente, ou áreas subtropicais. Para isso é provável que seja necessário

trabalhar com genótipos de ciclo mais curto, cujas sementes necessitam do cultivo de embriões para se desenvolverem. Em síntese, o presente trabalho representa um pequeno passo na evolução do conhecimento da necessidade em frio de algumas cultivares de pessegueiro brasileiro em condições de inverno ameno, mas, mais importante do que isso, abriu caminho para novas dúvidas, e delineamento de novos estudos. Isso é que faz da pesquisa uma das mais excitantes atividades.

## REFERÊNCIAS

- BALANDIER, P. **Etude dynamique de la croissance et du developpement des bourgeons de quelques cultivars de pecher: Cultivés à diverses altitudes sous le climat tropical de l'île de la Réunion.** These Docteur. Université Blaise Pascal - INRA (Clemont I). Décembre, 1992.
- BALANDIER, P., Bonhomme, M., Rageau, R., Capitan, F., Parisot, E. Leaf bud endodormancy release in peach trees: evaluation of temperature models in temperate and tropical climate. **Agric. Forest Meteorol.** v.67, p.95–113, 1993.
- BYRNE, D. H., AND T. A. BACON. Chilling estimation: its importance and estimation. **The Texas Horticulturist** 18(8):5, 8-9, 1992.
- BOTELHO, R.V. et al. Somatória de horas de frio e de unidades de frio em diferentes regiões do estado do paraná. **Scientia Agraria**, v.7, n.1-2, p.89-96, 2006.
- CARAMORI, P.H.L.; CAVIGLIONE, J.H.Ç WREGE, M.S.; HERTER, F.G.; HAUAGGE, R.; GONÇALVES, S.L.; CITADIN, I.; RICCE, W.S. Zoneamento agroclimático para o pessegueiro e a nectarineira no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, p.1040-1044, 2008.
- CESARACCIO, C.; SPANO, D.; SNYDER, R. L.; DUCE, P. Chilling and forcing model to predict bud-burst of crop and forest species. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 126 p. 1–13, 2004.
- CHAGAS, E.A.; PIO, R.; CAMPO DALL'ORTO, F.A.; BARBOSA, W. Desenvolvimento de novas cultivares de pêsego para a expansão da cultura em regiões quentes do estado de São Paulo. **O Agrônomo**, v.58, p.1-2, 2006.
- CHAMPAGNAT, P. Bud dormancy, correlation between organs, na morphogenesis in woody plants. **Fiziologiya Rastenii**, Moxow, v. 30, p.458-471, 1983.
- CHAVARRIA, G.; Prunus Breeders Meeting, **Summaries**. Pelotas/RS. Embrapa Clima Temperado. Documentos, 75. 113p, 2000.
- CHAVARRIA, G.; **Efeito de Temperaturas de 10°C e 15°C na floração e brotação de pessegueiro avaliado através de enxerto de ramos produtivos no outono.** Pelotas, 2005, 56 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia Fruticultura de Clima Temperado) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, 2005.

CHAVARRIA, G.; HERTER, F.G.; RASEIRA, M.C.B. Effect of mild temperatures on bud breaking dormancy in low and medium chill peaches. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 7, p. 2016-2021, 2009.

CITADIN, I. **Necessidade de frio, herdabilidade da necessidade de calor e marcadores bioquímicos relacionados com o final de endodormência em pessegueiro**. 2001. 76 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2001.

CITADIN, I. **Necessidade de calor para antese e brotação em pessegueiro [Prunus persica (L.) Batsch]**. Pelotas, 1999, 74f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Fruticultura de Clima Temperado) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPEL, 1999.

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.; RASEIRA, M. C. B.; QUEZADA, A. C.; SILVA, J. B. Herdabilidade da necessidade de calor para a antese e brotação em pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n. 1,p. 119-123, 2003.

CITADIN, I.; RASEIRA, M.C.B.; HERTER, F.G.; SILVEIRA.; Avaliação da necessidade de frio em pessegueiro. **Rev. Bras. Frutic.** vol.24 no.3 Jaboticabal Dec. 2002

COUVILLON, G. A; EREZ, A. Effect of level and duration of high temperatures on rest in the peach. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v.110, p. 579-581, 1985.

COUVILLON, G. A; Temperate and stress effects on rest in fruit trees: A review. **Acta Hort.** (ISHS) 395: 11-20, 1995.

DENNIS JR, F.G. Problems in standardizing methods for evaluating the chilling requirement for the breaking of dormancy in buds of woody plants. **HortScience**, Alexandria, v. 38, n.3, p.347-350, 2003.

EBERT, A.; PETRI, J.L.; BENDER, R.J.; BRAGA, H.J. First experiences with chill units models in southern Brazil. **Acta Horticulturae**, Hague. v. 184, p. 89-96, 1986.

EGGERT, F. P. A study a rest varieties of apple and in other fruit species grow in New York State. **Proceedings of American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 51, p. 169-178, 1951.

EREZ, A. Bud dormancy; phenomenon, problems and solutions in the tropics and subtropics. In: EREZ, A. Temperate Fruit Crops in Warm Climates. **The Netherlands: Kluwer Academic Publishers**, p 17- 48 2000.

EREZ, A. Means to compensate for insufficient chilling to improve leafing and blooming. **Acta Horticulturae**, Kyoto, v.395, p. 81-95, 1995.

EREZ, A.; COUVILLON, G. A. Characterization of the influence of moderate temperatures on rest completion in peach. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 112, n.4, p. 677-680, 1987.

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

E. MAULIÓN. et.al. Comparison of methods for estimation of chilling and heat requirements of nectarine and peach genotypes for flowering. **Scientia Horticulturae** v.175, 258–268, 2014.

EMATER 2013 - **A Cadeia Produtiva do Pêssego**. Disponível em <http://www.todafruta.com.br/noticia/28902/RS%3A+CADEIA+PRODUTIVA+DO+P%3A+CASSEGO+RE%3ADANE-SE+EM+PELOTAS> Acesso em 25 de janeiro de 2015.

Embrapa 2003 - **Sistema de Produção de Pêssego de Mesa na Região da Serra Gaúcha**. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pessegueo/PessegodeMesaRegiaoSerraGaucha/cultivar.htm#coral>. Acesso em 10 de novembro de 2014.

Embrapa 2005 - **Sistemas de produção Nº4**. ISSN 1806-9207 Versão Eletrônica. Nov./2005. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pessegueo/CultivodoPessegueiro/cap02.htm>. Acesso em 15 de novembro de 2014.

Embrapa 2010 - **Documento 310 - Dormência em frutíferas de clima temperado**. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/884602/1/documento310.pdf>. Acesso em 16 de setembro de 2014.

FAUST, M., LIU, D., MERLE, M.M., STUTTE, G.W. Bound versus free water in dormant apple buds a theory for endodormancy. **HortScience** 26, 887–890, 1991.

FAUST, M., LIU, D., WANG, S.Y., STUTTE, G.W. Involvement of apical dominance in winter dormancy of apple buds. **Acta Hort.** 395, 47–56, 1995.

FRANZON, **PESSEGUEIRO**/ Maria do Carmo Bassols Raseira, José Francisco Martins Pereira, Flávio Luiz Carpena Carvalho, editores técnicos. – Brasília, DF: **Embrapa**, 2014.

FERREIRA, D.F. **Sisvar**: versão 4.2. Lavras: UFLA, 2003.

FINETTO, G. A. Investigation of the effects of light and rain on overcoming of dormancy in some apple cultivars. **Acta Horticulturae**, Nauni, v. 662, p. 93-100, 2004.

FISHMAN, S.; EREZ, A.; COUVILLON, G. A. The Temperature dependence of dormancy breaking in plants: Two-step model involving a co-operative transition. **Journal of Theoretical Biology**, London, v.124, p. 473-483, 1987.

FUCHIGAMI, L.H., Hotze, M., Weiser, C.J. The relationship of vegetative maturity to rest development and spring bud-break. **J. Am. Soc. Hort. Sci.**102, 450–452, 1977.

GARIGLIO, N., Rossia, D.E.G., Mendow, M., Reig, C., Agusti, M. Effect of artificial chilling on the depth of endodormancy and vegetative and flower budbreak of peach and nectarine cultivars using excised shoots. **Sci. Hort.** 108, 371–377, 2006.

GEORGE, A.P., EREZ, A. Stone fruit species under warm subtropical and tropical climates. In: EREZ, A. (Ed.). Temperate Fruit Crops in Warm Climates. **The Netherlands**: Kluwer Academic, p. 231-265, 2000.

GILREATH, P.R. and BUCHANAN, D.W. Rest prediction model for low-chilling 'Sungold' nectarine. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 106:426-429, 1981.

GONÇALVES, B.H.L, **Teores de Carboidratos em Pessegueiro cultivados em clima subtropical**, Botucatu 2014, 70f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Agronomia, Horticultura) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, São Paulo 2014.

HERTER, F. G.; SAKS, S.; CARVALHO, F. L. C.; FLORES, C. A. Condições de clima e solo para implantação do pomar. In: RASEIRA, M.C.B; CENTELLAS-QUEZADA, A. Pêssego: produção. **Embrapa Informação Tecnológica**, Brasília, DF: p. 36-40, 2003.

HERTER, F.G.; MACHADO, L.B.; OLIVEIRA, M.F.; SILVA, J.B. Efeito do frio na brotação de gemas de pereira (*Pyrus communis* L.) cv. Carrick, em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v.23, n.2, p.261-264, 2001.



HERTER, F.G.; ZANOL, G.C.; REISSER JUNIOR, C. Características eco fisiológicas do pessegueiro e da ameixeira. **Informe Agropecuário**, v.18, p.19-23, 1997.

HERTER, F.G.; CITADIN, I.; SILVEIRA, C.A.P. Necessidade de calor para a antese em pessegueiro avaliada pelo método de ramos destacados. **Agropecuária Clima Temperado**, Pelotas, v.3, n.2, p.253-259, 2000.

HILL, J., BECKER, H.C., Tigerstedt, P.M.A. Quantitative and Ecological Aspects of Plant Breeding. **St. Edmundsbury Press**, Suffolk, United Kingdom, 1998.

HUAGGE. R. Melhoramento genético de fruteiras de clima temperado para a adaptação a regiões subtropicais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE FRUTEIRAS, 2., 200, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa,. P. 56-81, 2000.

IBGE 2009. **Produção Agrícola Municipal, Lavoura Permanente** – Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1613ez=peo=24>> Acesso em: Agosto de 2013.

IPCC 2013 - Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2013: The physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change [Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P.M.(eds.)]. **Cambridge University Press**, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp., 2013.

LANG, G. A; EARLY, J. A.; ARROYVE, N. J.; DARNELL, R. L.; MARTIN, G. C.; STUTTE, G. W. Dormancy: toward a reduced universal terminology. **HortScience**, Alexandria, v.20, p. 809-811, 1985.

LANG, G. A; EARLY, J. A.; MARTIN, G. C.; DARNELL, R. L. Endo-, para-, 'ecodormancy: Physiological terminology and classification for dormancy research. **HortScience**, Alexandria, v.22, n.3, p. 371-377, 1987.

LAVEE, S. Dormancy and break in warm climates; consideration of growth regulator involvement. **Acta Horticulture**, Leuven, v.34, p.255-234, 1973.

LARCHER, W. **Ecofisiologia** vegetal. Rima Artes e Textos, São Carlos-SP.531p. 2000.

LINSLEY-NOAKES, G. C.; ALLAN, P.; MATTHEE, G. Modification of rest completion models for improved accuracy in South African stone fruit orchards. **Journal of Southern African Society for Horticultural Sciences**, v. 4, n.1, p. 13-15, 1994.

LINSLEY-NOAKES, G. C.; LOUW, M.; ALLAN, P. Estimating daily positive Utah chill units using daily maximum and minimum temperatures. **Journal of Southern African Society for Horticultural Sciences**, v. 5, n.1, p. 19-22, 1995.

LUEDELING, E.; GIRVETZ, E. H.; SEMENOV, M. A.; BROWN, P. H. Climate change affects winter chill for temperate fruit and nut trees. **PloS one**, v. 6, n. 5, p. 1–13, 2011.

LUEDELING, E.; ZHANG, M.; LUEDELING, V.; GIRVETZ, E. H. Sensitivity of winter chill models for fruit and nut trees to climatic changes expected in California's Central Valley. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 133, n. 1-2, p. 23–31, 2009.

LUEDELING, E.; ZHANG, M.; MCGRANAHAN, G.; LESLIE, C. Validation of winter chill models using historic records of walnut phenology. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 149, n. 11, p. 1854–1864, 2009.

MALAGI, G. **Flowering phenology and dormancy dynamics of apple tree in contrasting climatic conditions: a case study of phenology modeling in the climate warming context**. Pelotas, 2014, 60 f. Tese (Doutorado em Agronomia Fruticultura de Clima Temperado) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, 2014.

MARODIN, G. A. B.; FRANCISCONI, A. H. D.; GALLOIS, E. S. P. Efeito de produtos químicos na quebra de dormência e produção de Pereira (*Pyrus communis*, L.) cv. Packham's Triumph. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.14, n.1, p.155 - 160, 1992.

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

OU, S.K. e CHEN, C.L. 2000. Estimation of chilling requirement and development of low-chill model for local peach trees in Taiwan. **J. Chinese Soc. Hort. Sci.** 46(4): 337-350. (In Chinese with English abstract)

PESSEGUEIRO/ Maria do Carmo Bassols Raseira, José Francisco Martins Pereira, Flávio Luiz Carpena Carvalho, editores técnicos. – Brasília, DF: **Embrapa**, 2014.

PETRI, J. L.; et al. A Cultura da Macieira. In: PETRI, J. L.; PALLADINI, L. A. Dormência e indução da brotação de fruteiras de clima temperado. Florianópolis: EPAGRI, 110p, 1996.

PÉREZ, F.J., Ormeño, N.J., Reynaert, B., Rubio, S., 2008. Use of the dynamic model for the assessment of winter chilling in a temperate and a subtropical climatic zone of Chile. **Chil. J. Agric. Res.** 68, 198–206.

PUTTI, G.L. **Estudo das necessidades de frio e calor para a brotação de cultivares de macieira (*Malus domestica*, Borck.)**. 2001, 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2001.

RASEIRA, M. C. B.; HERTER, F. G.; SILVA, J. B. Correlação entre necessidades de frio da semente e da planta, como método de pré-seleção, em pessegueiro. **Agropecuária de Clima Temperado**, Pelotas, v.1, n.2, p.177-182, 1998.

RASEIRA, M. do C.B.; NAKASU, B.H. Pessegueiro: introdução. In: BRUCKNER, C.H. **Melhoramento de fruteiras de clima temperado**. Viçosa: UFV p.89-126, 2002.

RASEIRA, M.C.B.; NAKASU, B.H. Peach breeding program in Southern Brazil. **Acta Horticulturae**, n.713, p.93-98, 2006.

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.

RICHARDSON, E.A., SEELEY, S.D. and WALKER, D.R. 1975. Pheno-climatography of spring 249 peach bud development. **HortScience** 10(3):236-237.

ROMBERGER, J.A. Meristems, Growth, and Development in Woody Plants, **Technical Bulletin No. 1293. U.S. Department of Agriculture – Forest Service**, 1963.

SCALABRELLI, G. and G.A. COUVILLON. 1986. The effect of temperature and bud type on rest completion and the GDH °C requirement for budbreak in 'Redhaven' peach. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 111:537-540.

SAMISH, R.M. Dormancy in woody plants. **Annales Physiologie Végétale**, Palo Alto, v.15, p.183-204, 1954.

SAURE, M.C. Dormancy release in deciduous fruit trees. **Hort. Rev.** 7:239-299, 1985.

SCORZA, R.; SHERMAN, W.B. Peaches. In: JANICK, J.; MOORE, J. N. (Eds.). Fruit breeding: tree and tropical fruits. **John Wiley e Sons**. New York v.1, p. 325-340, 1996.

SEPLAG. SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, GESTÃO E PARTICIPAÇÃO CIDADÃ. **Pêssego, Laranja e Tangerina**. IN: Atlas socioeconômico do Rio Grande do Sul. 2013. Disponível em: <http://www.scp.rs.gov.br/atlas>. Acesso em: 25/02/2015.

SOUZA, F. B. M. de. **Fenologia, produção e qualidade dos frutos de cultivares e seleções de pessegueiro na Serra da Mantiqueira**. Dissertação (Título de mestre em Produção Vegetal) Universidade Federal de Lavras: Lavras, 2012, 72 p.: il.

TABUENCA, M.C. Necesidades de frío invernal de variedades de ciruelo. **An. Aula Dei**, v.8, p.383-391, 1967.

VEGIS, A. Samenkeimung und vegetative Entwicklung der Knospen. Handbuch der Pflanzenphysiologie—**Encyclopedia of Plant Physiology** 16, 168–298, 1961.

WAGNER JÚNIOR, **A. Seleção de pessegueiro adaptado ao clima subtropical**. 2007. 108f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

WALKER, D. R.; SEELEY, S.D. The rest mechanism in deciduous tree fruits as influenced by plant growth substances. **Acta Horticulture**, Leuven, v.34, p.235-239, 1973.

WEINBERGER, J.H. Chilling requirements of peach varieties. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v.56, p.122-128, 1950.

## APÉNDICES

Apêndice A – Plena Floração da cultivar Bonão, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo.

<b>Bonão</b>									
<b>Ano</b>	<b>Data</b>	<b>Utah</b>	<b>Infruitec</b>	<b>Gilreath</b>	<b>Taiwan</b>	<b>7,2°C</b>	<b>11°C</b>	<b>Dinâmico</b>	<b>GDH °C</b>
<b>2004</b>	12/7	-62	413	749	598	155	460	21	16956
<b>2005</b>	9/7	-296	334	444	455	133	370	13	18028
<b>2006</b>	4/7	79	417	802	584	115	437	18	14453
<b>2007</b>	10/7	554	813	921	888	439	906	35	11665
<b>2008</b>	7/7	90	416	872	595	71	465	18	15234
<b>2009</b>	16/7	316	692	977	763	210	783	32	15705
<b>2010</b>	16/7	23	456	881	689	150	464	21	17357
<b>2011</b>	15/7	370	644	1107	829	260	782	30	14383
<b>2012</b>	3/7	-33	428	516	530	169	491	18	14981
<b>2013</b>	9/7	98	472	892	614	95	520	21	15453
<b>2014</b>	10/7	-246	288	651	482	64	312	14	17790
<b>Média</b>		81,0	488,4	800,9	638,6	169,2	544,5	21,9	15637
<b>D. Padrão</b>		254,6	160,0	198,3	139,2	106,6	190,6	7,3	1855,6
<b>Coef. Variação</b>		314,1	32,8	24,8	21,8	63,0	35,0	33,2	11,9

Apêndice B – Plena Floração da cultivar Precocinho, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo.

<b>Precocinho</b>									
<b>Ano</b>	<b>Data</b>	<b>Utah</b>	<b>Infruitec</b>	<b>Gilreath</b>	<b>Taiwan</b>	<b>7,2°C</b>	<b>11°C</b>	<b>Dinâmico</b>	<b>GDH °C</b>
<b>2004</b>	12/7	-62	413	749	598	155	460	21	16956
<b>2005</b>	18/7	-297	391	512	536	156	431	16	20129
<b>2006</b>	15/7	29	466	871	661	125	480	19	17421
<b>2007</b>	26/7	786	1054	1192	1145	587	1195	46	13388
<b>2008</b>	22/7	-47	432	939	658	71	487	19	19632
<b>2009</b>	5/8	556	950	1312	1065	369	1073	44	18274
<b>2010</b>	5/8	299	657	1211	995	318	824	32	19805
<b>2011</b>	6/8	613	927	1484	1122	379	1097	42	17760
<b>2012</b>	1/8	398	916	988	981	436	985	36	18399
<b>2013</b>	20/7	132	569	1006	730	151	618	25	17681
<b>2014</b>	25/7	-290	351	798	585	78	383	17	21484
<b>Média</b>		192,2	647,5	1005,5	824,9	256,8	730,3	28,8	18266
<b>D. Padrão</b>		365,8	264,8	278,4	236,3	169,7	309,7	11,5	2118,9
<b>Coef. Variação</b>		190,3	40,9	27,7	28,6	66,1	42,4	40,1	11,6

Apêndice C – Plena Floração da cultivar Pepita, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo.

<b>Pepita</b>									
<b>Ano</b>	<b>Data</b>	<b>Utah</b>	<b>Infruitec</b>	<b>Gilreath</b>	<b>Taiwan</b>	<b>7,2°C</b>	<b>11°C</b>	<b>Dinâmico</b>	<b>GDH °C</b>
<b>2004</b>	15/7	-46	437	805	629	158	490	23	17526
<b>2005</b>	23/7	-221	468	619	615	195	523	19	20666
<b>2006</b>	15/8	-59	632	1095	895	212	669	24	24675
<b>2007</b>	25/7	768	1036	1173	1128	576	1176	45	13296
<b>2008</b>	20/7	-31	432	920	649	71	487	19	19089
<b>2009</b>	1/8	529	915	1232	1024	369	1033	42	17529
<b>2010</b>	24/7	163	597	1032	824	227	631	26	18180
<b>2011</b>	29/7	470	781	1338	988	298	925	37	17007
<b>2012</b>	3/8	367	916	976	986	436	985	36	18827
<b>2013</b>	16/7	89	511	959	674	111	559	23	17112
<b>2014</b>	19/7	-304	304	723	531	64	331	15	20211
<b>Média</b>		156,8	638,7	988,1	812,7	247,0	709,9	28,1	18556
<b>D. Padrão</b>		321,1	228,5	207,8	193,0	152,7	261,3	9,7	2686,7
<b>Coef. Variação</b>		204,8	35,8	21,0	23,7	61,8	36,8	34,5	14,5

Apêndice D – Plena Floração da cultivar Maravilha, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo.

<b>Maravilha</b>									
<b>Ano</b>	<b>Data</b>	<b>Utah</b>	<b>Infruitec</b>	<b>Gilreath</b>	<b>Taiwan</b>	<b>7,2°C</b>	<b>11°C</b>	<b>Dinâmico</b>	<b>GDH °C</b>
<b>2004</b>	11/7	-77	398	732	581	145	442	21	16863
<b>2005</b>	16/7	-335	353	488	502	137	388	14	19936
<b>2006</b>	17/7	13	466	882	673	125	480	19	17979
<b>2007</b>	21/7	704	969	1100	1068	545	1109	43	12804
<b>2008</b>	21/7	-39	432	932	654	71	487	19	19352
<b>2009</b>	1/8	529	915	1232	1024	369	1033	42	17525
<b>2010</b>	7/8	333	692	1250	1026	331	863	34	20032
<b>2011</b>	29/7	470	781	1338	988	298	925	37	17007
<b>2012</b>	26/7	321	827	898	892	387	896	33	17566
<b>2013</b>	17/7	81	514	965	679	111	561	23	17395
<b>2014</b>	25/7	-290	351	798	585	78	383	17	21484
<b>Média</b>		155,5	608,7	964,8	788,1	236,1	687,9	27,5	17994
<b>D. Padrão</b>		339,7	233,5	251,2	212,1	157,2	277,4	10,5	2278,2
<b>Coef. Variação</b>		218,5	38,4	26,0	26,9	66,6	40,3	38,4	12,7

Apêndice E – Plena Floração da cultivar BR-3, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo.

<b>BR-3</b>									
<b>Ano</b>	<b>Data</b>	<b>Utah</b>	<b>Infruitec</b>	<b>Gilreath</b>	<b>Taiwan</b>	<b>7,2°C</b>	<b>11°C</b>	<b>Dinâmico</b>	<b>GDH °C</b>
<b>2004</b>	11/8	-356	735	1195	938	264	810	36	22396
<b>2005</b>	30/8	-222	769	924	889	270	863	32	29752
<b>2006</b>	29/7	-79	511	922	736	142	533	20	21375
<b>2007</b>	10/8	995	1280	1465	1353	670	1459	56	15340
<b>2008</b>	11/8	95	612	1283	892	122	684	28	23099
<b>2009</b>	14/8	618	1041	1459	1165	389	1173	48	19958
<b>2010</b>	24/8	455	879	1488	1209	389	1064	42	23210
<b>2011</b>	15/8	621	970	1607	1211	386	1140	46	19799
<b>2012</b>	6/8	391	948	1030	1018	441	1022	38	19662
<b>2013</b>	16/8	453	957	1410	1107	351	1058	42	21438
<b>2014</b>	13/8	-255	504	984	764	141	541	25	25649
<b>Média</b>		246,9	836,6	1251,2	1025,5	324,1	940,6	37,5	21970
<b>D. Padrão</b>		436,6	238,1	252,4	199,5	161,4	285,1	10,7	3684,7
<b>Coef. Variação</b>		176,9	28,5	20,2	19,4	49,8	30,3	28,6	16,8

Apêndice F – Plena Floração da cultivar Coral, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo.

<b>Coral</b>									
<b>Ano</b>	<b>Data</b>	<b>Utah</b>	<b>Infruitec</b>	<b>Gilreath</b>	<b>Taiwan</b>	<b>7,2°C</b>	<b>11°C</b>	<b>Dinâmico</b>	<b>GDH °C</b>
<b>2004</b>	21/8	-389	771	1301	1003	264	856	38	24926
<b>2005</b>	7/9	-204	786	943	905	279	886	33	29858
<b>2006</b>	15/8	-59	632	1095	895	212	669	24	24975
<b>2007</b>	28/8	1188	1524	1771	1568	730	1743	67	18311
<b>2008</b>	25/8	122	692	1475	1026	146	769	33	25944
<b>2009</b>	28/8	612	1144	1580	1260	402	1299	53	23416
<b>2010</b>	5/9	427	892	1564	1263	389	1082	42	24969
<b>2011</b>	4/9	773	1149	1873	1417	458	1340	54	22358
<b>2012</b>	19/8	282	979	1086	1083	441	1004	39	23415
<b>2013</b>	3/9	566	1142	1583	1276	435	1256	48	24145
<b>2014</b>	6/9	-283	614	1137	896	181	658	29	30024
<b>Média</b>		275,7	938,5	1400,5	1144,4	357,9	1051,1	41,8	24758
<b>D. Padrão</b>		491,7	280,3	306,5	227,6	166,4	333,8	12,7	3264,4
<b>Coef. Variação</b>		178,3	29,9	21,9	19,9	46,5	31,8	30,3	13,2



Apêndice G – Plena Floração da cultivar Diamante, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo.

<b>Diamante</b>									
<b>Ano</b>	<b>Data</b>	<b>Utah</b>	<b>Infruitec</b>	<b>Gilreath</b>	<b>Taiwan</b>	<b>7,2°C</b>	<b>11°C</b>	<b>Dinâmico</b>	<b>GDH °C</b>
<b>2004</b>	8/8	-383	703	1139	902	255	769	34	21899
<b>2005</b>	3/8	-251	559	632	677	236	630	23	23606
<b>2006</b>	22/7	-52	473	871	686	125	491	19	19631
<b>2007</b>	8/8	993	1266	1439	1338	670	1443	56	14888
<b>2008</b>	3/8	29	518	1168	798	82	581	23	21732
<b>2009</b>	18/8	610	1072	1480	1180	389	1208	49	21053
<b>2010</b>	24/8	455	879	1488	1209	389	1064	42	23210
<b>2011</b>	17/8	614	975	1628	1225	386	1143	46	20309
<b>2012</b>	5/8	377	933	1010	1004	436	1005	37	19527
<b>2013</b>	30/7	282	734	1154	895	264	808	33	18710
<b>2014</b>	8/8	-287	456	908	707	123	494	22	24714
<b>Média</b>		217,0	778,7	1174,0	965,3	305,0	876,0	34,9	20843
<b>D. Padrão</b>		440,5	268,0	308,8	240,6	171,8	318,2	12,4	2714,2
<b>Coef. Variação</b>		203,0	34,4	26,3	24,9	56,3	36,3	35,4	13,0

Apêndice H – Plena Floração da cultivar Turmalina, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo.

<b>Turmalina</b>									
<b>Ano</b>	<b>Data</b>	<b>Utah</b>	<b>Infruitec</b>	<b>Gilreath</b>	<b>Taiwan</b>	<b>7,2°C</b>	<b>11°C</b>	<b>Dinâmico</b>	<b>GDH °C</b>
<b>2004</b>	25/7	59	566	965	759	217	632	28	19052
<b>2005</b>	28/7	-144	549	713	692	234	620	23	21256
<b>2006</b>	15/7	29	466	871	661	125	480	19	17421
<b>2007</b>	1/8	891	1162	1290	1247	653	1314	51	13926
<b>2008</b>	29/7	-10	474	1073	740	77	534	21	20990
<b>2009</b>	11/8	616	1018	1432	1138	382	1151	48	19276
<b>2010</b>	8/8	354	713	1274	1038	331	887	35	20136
<b>2011</b>	5/8	601	912	1469	1107	368	1082	42	17634
<b>2012</b>	2/8	387	916	990	986	436	985	36	18722
<b>2013</b>	22/7	178	616	1034	775	192	666	27	17749
<b>2014</b>	31/7	-240,5	451	813,5	649	131	481	19	22726
<b>Média</b>		247,2	712,7	1083,8	890,0	286,0	802,9	31,7	18990
<b>D. Padrão</b>		353,5	249,0	251,0	216,8	168,8	293,6	11,5	2367,2
<b>Coef. Variação</b>		143,0	34,9	23,2	24,4	59,0	36,6	36,2	12,5

Apêndice I – Plena Floração da cultivar Marfim, baseada na fenologia para os 11 anos de estudo, e respectivas unidades de frio (UF) e unidades de GDH °C (Unidades de calor), dentro de cada modelo.

<b>Marfim</b>									
<b>Ano</b>	<b>Data</b>	<b>Utah</b>	<b>Infruitec</b>	<b>Gilreath</b>	<b>Taiwan</b>	<b>7,2°C</b>	<b>11°C</b>	<b>Dinâmico</b>	<b>GDH °C</b>
<b>2004</b>	6/8	-426	660	1105	864	227	724	34	21765
<b>2005</b>	20/7	-265	424	553	575	187	473	17	20261
<b>2006</b>	5/8	5	609	1021	845	211	643	23	22283
<b>2007</b>	30/8	1217	1553	1809	1598	742	1773	69	18581
<b>2008</b>	15/8	113	643	1335	935	135	716	30	23909
<b>2009</b>	28/8	612	1144	1580	1260	402	1299	53	23416
<b>2010</b>	9/9	427	892	1564	1263	389	1082	42	24969
<b>2011</b>	24/8	718	1080	1746	1339	448	1260	51	21119
<b>2012</b>	15/8	346	980	1102	1078	441	1061	39	22049
<b>2013</b>	23/8	471	1024	1476	1172	381	1127	43	22901
<b>2014</b>	22/8	-284	545	1066	828	161	582	26	27864
<b>Média</b>		266,5	868,2	1305,0	1068,6	338,5	976,4	38,8	22647
<b>D. Padrão</b>		495,6	330,3	374,9	291,4	178,4	388,8	15,3	2463,4
<b>Coef. Variação</b>		185,9	38,0	28,7	27,3	52,7	39,8	39,3	10,9