

ISSN 0104-1347

Disponibilidade das horas de frio ($hf \leq 7,2^{\circ}C$) na Encosta da Serra do Sudeste, em Pelotas, RS¹

Availability of chilling hours ($ch \leq 7.2^{\circ}C$) in the slope of the Southeast mountains, Pelotas, Rio Grande do Sul State, Brazil¹

João Baptista da Silva², Flavio Gilberto Herter³ e Sheila Radmann da Paz⁴

Resumo - No presente trabalho estudou-se o comportamento das horas de frio ($hf \leq 7,2^{\circ}C$), registradas nas 27 décadas (dez dias) de março a novembro, na EMBRAPA Clima Temperado, em Pelotas-RS, localizada a 220m de altitude, coordenadas: $31^{\circ}52'S$ e $52^{\circ}21'W$, de 1958 a 1999, por meio de análises estatísticas. As médias decadais transformadas ($Y=X^{0,38}$), foram ajustadas, por regressão periódica, a um modelo composto da primeira onda senoidal, com 93% de representatividade. A média decadal máxima estimada (50,1hf) localizou-se na segunda década de julho. Probabilidades de ocorrência de determinadas horas de frio (5, 10, 15, ..., 50hf) foram estimadas pela distribuição normal e variam de 25% a 91%. Os dados de horas de frio, submetidos à análise da variação, apresentaram uma leve tendência linear crescente ao longo dos anos e uma forte sazonalidade dentro dos anos. Estimativas das probabilidades de horas de frio acumuladas para diversas faixas, foram obtidas para os períodos de maio a julho e maio a agosto, por serem os mais importantes quanto ao requerimento de frio das frutíferas. E, daí, pode-se notar a importância do mês de agosto no acúmulo de horas de frio. Encontrou-se, também, uma tendência linear crescente das somas das horas de frio, nos dois períodos, por meio do cálculo das médias móveis, o que representa uma valiosa informação para o incremento das atividades com frutíferas na região.

Palavras-chave: frutíferas, dormência, modelagem estatística, médias móveis.

Abstract - In this paper, the chilling hours ($ch \leq 7.2^{\circ}C$) were calculated using statistical analysis. The data were collected during 27 decades (ten days) between March and November, at EMBRAPA Temperate Climate, Pelotas, RS, 220m of altitude, $32^{\circ}52'S$ latitude and $52^{\circ}21'W$ longitude, Brazil, from 1958 to 1999. The transformed ($Y=X^{0,38}$) decade averages were fitted, using periodic regression, to a first sine wave model, which had a representativeness of 93%. The maximum estimated average (50.1ch) occurred in the second decade of July. Probabilities of occurrence for certain chilling hours (5, 10, 15, ..., 50ch) were estimated by Normal distribution and ranged from 25% to 91%. An analysis of variance showed that the chilling hours data have a slight increasing trend along the years and a strong seasonal component within years. Probability estimations of the cumulative chilling hours in several intervals were obtained for May-July and May-August, because of their relevancy in the cold requirements of fruit trees. It was showed the importance of August on the accumulation of chilling hours. Also an increasing linear trend was found for the sum of chilling hours, in the two periods, by using moving averages, which comprises a valuable information to an increase on the local activities with fruit trees.

Key words: fruit trees, dormancy, statistical modelling, moving averages.

¹Trabalho realizado com financiamento do CNPq e da FAPERGS.

²Engenheiro Agrônomo, Livre Docente, Doutor, Prof. Titular (aposentado) do IFM/UFPeI, bolsista do CNPq.

³Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador do CPACT/EMBRAPA, bolsista do CNPq.

⁴Aluna do curso de Meteorologia, bolsista do PIBIC/CNPq.

Introdução

O frio é considerado o principal fator exógeno para a indução à saída da dormência em gemas de espécies de frutíferas nas regiões temperadas (NIGOND, 1967; CHAMPAGNAT, 1983).

A região sul do Brasil apesar de ser de clima subtropical com algumas localidades temperadas, apresenta grandes variações entre anos, com invernos amenos, o que tem dificultado a adaptação de espécies e cultivares oriundos de regiões com invernos bem definidos, pois as mesmas geralmente apresentam respostas fisiológicas indesejáveis.

A dormência das frutíferas caducifólias, em zonas de clima temperado, envolve três estágios: para-, endo- e ecodormência (LANG, 1987). A endodormência é induzida e eliminada pelo efeito de baixas temperaturas, durante o inverno. Portanto, é importante conhecer-se a duração de tal fase, para poder intervir, quando ocorre insuficiência de frio, com algumas práticas como no caso do uso de substâncias químicas para induzir a brotação.

O efeito de baixas temperaturas, em plantas frutíferas, tem sido estudado por um grande número de pesquisadores. WEIMBERGER, em 1950, foi quem primeiro propôs um modelo para estimar a floração em pessegueiro. O autor baseou-se no efeito de temperaturas inferiores a $7,2^\circ\text{C}$, como as mais eficientes para eliminar a endodormência de um grande número de cultivares de pessegueiro. O método consiste na contabilização de horas em que a temperatura permanece abaixo deste patamar, durante o período de repouso das frutíferas, sendo que cada cultivar necessita acumular um determinado número de horas abaixo deste nível, para satisfazer a necessidade de frio. O modelo tornou-se o mais difundido e utilizado pela simplicidade de cálculo.

Outros modelos foram propostos nestes últimos trinta anos onde ressaltam o efeito de outros níveis de temperatura. Por exemplo EREZ & LAVEE (1971) verificaram que as temperaturas de 3 e 10°C tem a metade da eficiência comparada a de 6°C , na eliminação da dormência em pessegueiro. Mais tarde, RICHARDSON et al. (1974) propuseram um modelo de Unidades de Frio (UF), onde cada temperatura tem efeito diferente na eliminação da dormência, podendo ser até mesmo negativo, quando a temperatura ultrapassa um determinado patamar.

O objetivo do presente trabalho foi analisar estatisticamente as médias decadais de horas de frio

no CPACT/EMBRAPA, bem como as somas das horas de frio acumuladas nos períodos maio-julho e maio-agosto, visando usar estes conhecimentos como subsídio ao zoneamento de fruteiras.

Material e métodos

Os dados utilizados no trabalho foram as observações decadais de horas de frio ($hf \leq 7,2^\circ\text{C}$) e suas médias, coletadas nos 42 anos de observação (1958 a 1999), para as 27 décadas de março a novembro, desde os registros (termogramas) na estação meteorológica do Centro de Pesquisas de Clima Temperado da EMBRAPA, coordenadas: $32^\circ 52' \text{S}$ e $52^\circ 21' \text{W}$, 220m de altitude, apresentados na Tabela 1.

As médias decadais de horas de frio calculadas nos 42 anos de observações foram devidamente transformadas na busca de homogeneidade de variâncias e normalidade dos dados (BAPTISTA DA SILVA, 1979). A seguir, ajustou-se um modelo de regressão harmônica, de modo a ressaltar a sazonalidade existente. Optou-se pelo processo de análise periódica, tendo em vista o caráter periódico dos dados: as horas de frio são função do comportamento periódico das temperaturas decadais, ao longo do ano (AMARAL, 1968; BAPTISTA DA SILVA et al., 1991).

Baseados na normalidade dos dados transformados, estimaram-se as probabilidades de ocorrência de determinadas quantidades de horas de frio, nas décadas.

A análise da variação das horas de frio, considerou como tratamentos as 27 décadas e como repetições os 42 anos de observação. Embora sabendo das limitações dos resultados da análise, visto que os dados não atendem a pressuposição de independência por falta de casualização, buscou-se, mesmo assim, alguma informação indicativa para outras análises.

Construíram-se tabelas das horas de frio acumuladas de março a julho e a agosto e, de maio a julho e a agosto, e a partir delas estimou-se probabilidades de ocorrência de horas de frio acumuladas para diversas faixas de interesse nestes períodos definidos. Verificou-se, também, a tendência destas somas de maio-julho e de maio-agosto, ao longo dos anos, por meio de médias móveis (MORETIN et al., 1986).

Resultados e discussão

Aparecem nas últimas colunas da Tabela 1, as médias decadais, os desvio-padrões e os coeficientes de variação dos dados calculados para os 42 anos de observação. As variabilidades dos dados, geralmente altas, são menores nas décadas dos meses de junho, julho e agosto.

Em relação às médias decadais, calculadas nos 42 anos de observação, foi notado que as mesmas não seguiam a distribuição normal, pelo teste de Shapiro e Wilk (SHAPIRO, 1990) donde obteve-se $W=0,8767$ ($P<0,0037$), entretanto, pode-se encontrar uma transformação, $Y=X^{0,38}$, que permitiu a aquisição desta importante propriedade ($W=0,924$; $P<0,052$). Quanto à homogeneidade de variâncias os testes de Cochran ($C_x=0,3401$ e $C_y=0,2119$) e o de Bartlett ($F_x=1,77$ e $F_y=0,8379$) apresentaram-se não significativos (variâncias homogêneas), tanto para os dados originais quanto para os transformados (DIXON et al., 1969). Para estes testes, as 27 médias decadais foram subdivididas em 9 grupos de três médias, na ordem de ocorrência dentro do ano.

A seguir, os dados transformados foram submetidos à análise harmônica e ajustou-se uma equação composta pela primeira onda senoidal:

$$Y = 2,6985 - 1,7231 \cos(0,2327t) + 0,1449 \sin(0,2327t)$$

$$t=0,1,2,\dots,26 \text{ décadas}$$

com um coeficiente de determinação (r^2) de 93%, indicando um ótimo ajuste.

Na Figura 1, estão representados a curva indicada pela equação ajustada e os pontos (valores transformados) correspondentes aos valores observados. O erro quadrático médio (EQM) do modelo foi de apenas 0,1031. Pela transformação inversa ($X = e^{\ln Y/0,38}$) pode-se voltar aos correspondentes valores de horas de frio estimados pelo modelo.

A curva atinge o seu ponto de máximo ($\hat{Y} = 50,14$), para $t = 13$, isto é, na 14ª década do período de estudo, segunda década de julho (11 a 20 de julho).

Os dados transformados seguem aproximadamente a distribuição normal com média $\bar{x} = 2,70$ e desvio padrão $s=1,29$. A partir daí, pode-se estimar, a probabilidade de ocorrência de determinadas horas de frio (X), por décadas, como apresentado na Tabela 2.

Por exemplo, é esperado 25 ou menos horas de frio ($hf \leq 7,2^\circ\text{C}$) em cerca de 71% das décadas estudadas. Informações valiosas podem ser obtidas desta tabela para o planejamento das atividades com fruteiras que tenham exigências de frio para o seu bom desenvolvimento.

Pelo quadro da análise de variação (Tabela 3) pode-se observar que o efeito dos anos (tendência) e das décadas (sazonalidade) foram altamente significativos. Entretanto, nenhum modelo conseguiu representar adequadamente a tendência dos dados. Quanto a sazonalidade poder-se-ia ajustar uma equação polinomial, ou um modelo de regressão periódica. Devemos lembrar das limitações destes resultados, tendo em vista as pressuposições da análise da variação não atendidas pelos dados em apreço; são usados apenas como uma simples indicação do comportamento das horas de frio ao longo dos anos e no conjunto das décadas avaliadas dentro do ano.

Na Tabela 4, pode-se ver as horas de frio acumuladas de março a julho, de março a agosto, de maio a julho e de maio a agosto. Os meses de julho e agosto foram escolhidos como final do período de acúmulo de horas de frio por serem, qualitativamente e quantitativamente, os períodos mais propícios para quebra de dormência das frutíferas. O início das observações em maio, ao invés de março, justifica-se pelo fato de que as horas de frio ocorridas em março e abril não chegam a representar 20% da soma de horas de frio dos períodos completos (março-julho ou março-agosto).

Estas somas são muito variáveis ao longo dos anos: de 154 a 686 hf, no período março-julho; de 197 a 785 hf, no período março-agosto; de 154 a 640 hf, no período maio-julho e de 197 a 739 hf, no período maio-agosto, indicando uma certa inconstância das horas de frio acumuladas, o que é obstáculo ao planejamento das atividades agrícolas.

As probabilidades deste comportamento, estimadas por meio das frequências relativas acumuladas (%) estão apresentadas nas Tabelas 5 e 6. Pode-se ver nesta última tabela que nas faixas de 250 a 300hf e de 300 a 350hf encontram-se as maiores probabilidades para o período maio-julho. Por outro lado, no período maio-agosto, são as faixas de 300 a 350hf e de 400 a 450hf que se destacam. Na coluna das frequências relativas acumuladas (%) pode-se verificar, por exemplo, que no período de maio-julho horas de frio acumuladas até 450h tem probabilidade de ocorrência de cerca de 86%, enquanto para o

Tabela 1. Horas de frio ($hf \leq 7,2^{\circ}C$) registradas nas 27 décadas de março a novembro, no período de 1958 a 1999, na estação meteorológica do CPACT / EMBRAPA, Pelotas, RS.

| Décadas | 1958 | 1959 | 1960 | 1961 | 1962 | 1963 | 1964 | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| MAR | 7 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 9 | 5 | 0 | 2 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ABR | 10 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 11 | 10 | 0 | 0 | 7 | 0 | 15 | 0 | 10 | 5 | 0 | 0 | 0 | 16 | 34 | 0 | 0 | 8 | 0 | 2 | 0 | 0 | 25 | 0 |
| | 12 | 0 | 21 | 18 | 32 | 8 | 11 | 29 | 0 | 25 | 27 | 0 | 10 | 45 | 14 | 0 | 8 | 0 | 3 | 0 | 30 | 2 | 0 | 0 |
| MAI | 13 | 9 | 21 | 8 | 14 | 14 | 4 | 11 | 5 | 0 | 19 | 2 | 15 | 43 | 102 | 7 | 10 | 28 | 18 | 10 | 18 | 16 | 22 | 22 |
| | 14 | 0 | 47 | 18 | 4 | 0 | 33 | 12 | 26 | 0 | 48 | 7 | 18 | 19 | 3 | 2 | 12 | 0 | 17 | 49 | 17 | 11 | 0 | 0 |
| | 15 | 82 | 16 | 24 | 6 | 32 | 5 | 14 | 15 | 11 | 0 | 39 | 7 | 8 | 25 | 6 | 0 | 5 | 6 | 28 | 105 | 81 | 0 | 0 |
| JUN | 16 | 6 | 84 | 5 | 53 | 53 | 17 | 6 | 17 | 68 | 18 | 4 | 31 | 27 | 0 | 0 | 56 | 52 | 54 | 0 | 84 | 104 | 65 | 65 |
| | 17 | 65 | 74 | 10 | 86 | 40 | 86 | 112 | 0 | 18 | 77 | 30 | 58 | 29 | 18 | 42 | 50 | 37 | 41 | 16 | 22 | 80 | 38 | 38 |
| | 18 | 0 | 25 | 108 | 10 | 49 | 24 | 135 | 0 | 38 | 34 | 12 | 81 | 54 | 7 | 51 | 26 | 3 | 36 | 25 | 26 | 43 | 58 | 58 |
| JUL | 19 | 0 | 41 | 51 | 49 | 42 | 7 | 110 | 105 | 29 | 39 | 10 | 93 | 39 | 69 | 31 | 0 | 0 | 91 | 0 | 16 | 40 | 56 | 56 |
| | 20 | 0 | 14 | 9 | 4 | 77 | 51 | 80 | 0 | 15 | 10 | 61 | 34 | 16 | 51 | 64 | 17 | 89 | 52 | 61 | 41 | 68 | 77 | 77 |
| | 21 | 0 | 0 | 0 | 69 | 72 | 45 | 60 | 0 | 35 | 26 | 0 | 9 | 10 | 32 | 0 | 55 | 51 | 0 | 14 | 19 | 12 | 71 | 71 |
| AGO | 22 | 27 | 9 | 78 | 0 | 19 | 81 | 48 | 13 | 67 | 25 | 12 | 25 | 25 | 84 | 24 | 75 | 10 | 9 | 31 | 0 | 10 | 33 | 33 |
| | 23 | 25 | 50 | 15 | 18 | 43 | 32 | 40 | 61 | 20 | 21 | 30 | 10 | 37 | 5 | 56 | 98 | 15 | 70 | 36 | 88 | 12 | 17 | 17 |
| | 24 | 45 | 24 | 15 | 6 | 87 | 9 | 23 | 14 | 25 | 8 | 39 | 39 | 28 | 38 | 71 | 28 | 35 | 19 | 5 | 55 | 31 | 56 | 56 |
| SET | 25 | 27 | 42 | 43 | 24 | 23 | 0 | 58 | 0 | 27 | 10 | 20 | 19 | 32 | 3 | 25 | 11 | 21 | 11 | 0 | 35 | 50 | 54 | 54 |
| | 26 | 0 | 47 | 14 | 0 | 21 | 6 | 21 | 30 | 38 | 3 | 0 | 4 | 12 | 0 | 10 | 23 | 4 | 127 | 4 | 29 | 67 | 45 | 45 |
| | 27 | 0 | 0 | 12 | 0 | 17 | 12 | 0 | 2 | 4 | 8 | 20 | 0 | 5 | 14 | 20 | 6 | 18 | 8 | 0 | 4 | 2 | 53 | 53 |
| OUT | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 | 29 | 32 | 9 | 0 | 0 | 6 | 14 | 22 | 56 | 0 | 6 | 18 | 14 | 0 | 0 | 10 | 10 | 10 |
| | 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 21 | 0 | 6 | 15 | 0 | 0 | 16 | 2 | 29 | 8 | 9 | 5 | 1 | 12 | 0 | 2 | 5 | 0 | 0 |
| | 30 | 0 | 7 | 10 | 0 | 11 | 0 | 17 | 0 | 10 | 8 | 0 | 0 | 2 | 2 | 4 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 17 |
| NOV | 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 10 | 6 | 6 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 |
| | 32 | 0 | 13 | 7 | 0 | 0 | 12 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 | 4 | 0 | 0 | 0 | 16 | 19 | 0 | 0 |
| | 33 | 0 | 5 | 0 | 7 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 2 | 6 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 |
| SOMA | 322 | 540 | 447 | 398 | 663 | 474 | 786 | 431 | 433 | 368 | 350 | 304 | 468 | 621 | 610 | 438 | 568 | 401 | 592 | 288 | 608 | 669 | 701 | 701 |

Continua.

Continuação da Tabela 1.

| Décadas | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | Médias | DP | CV |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|-------|--------|
| MAR | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,50 | 3,09 | 618,00 |
| | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | - |
| | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0,60 | 2,18 | 366,39 |
| ABR | 10 | 0 | 0 | 1 | 6 | 0 | 0 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 9 | 15 | 0 | 1,76 | 4,06 | 230,42 |
| | 11 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 5 | 0 | 12 | 17 | 0 | 0 | 24 | 0 | 12 | 0 | 0 | 4 | 5,19 | 8,18 | 157,61 |
| | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 | 0 | 0 | 3 | 0 | 2 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 8,02 | 11,65 | 145,26 |
| MAI | 13 | 0 | 0 | 0 | 10 | 1 | 16 | 38 | 20 | 36 | 49 | 16 | 13 | 0 | 8 | 0 | 11 | 29 | 11 | 16,10 | 18,13 | 112,64 |
| | 14 | 0 | 0 | 12 | 19 | 32 | 24 | 50 | 18 | 44 | 10 | 39 | 24 | 0 | 0 | 30 | 0 | 9 | 26 | 19,98 | 19,93 | 99,77 |
| | 15 | 4 | 59 | 6 | 15 | 4 | 49 | 112 | 26 | 49 | 0 | 56 | 48 | 23 | 6 | 62 | 70 | 3 | 38 | 28,98 | 29,68 | 102,42 |
| JUN | 16 | 67 | 10 | 36 | 44 | 29 | 26 | 91 | 29 | 30 | 48 | 32 | 34 | 47 | 48 | 82 | 27 | 27 | 66 | 40,64 | 29,09 | 71,58 |
| | 17 | 118 | 28 | 44 | 44 | 13 | 62 | 47 | 53 | 62 | 7 | 18 | 10 | 12 | 63 | 38 | 36 | 38 | 29 | 44,57 | 28,53 | 64,01 |
| | 18 | 16 | 73 | 108 | 10 | 0 | 54 | 71 | 0 | 78 | 84 | 42 | 46 | 62 | 77 | 144 | 53 | 65 | 10 | 46,86 | 36,92 | 78,79 |
| | 19 | 40 | 44 | 21 | 66 | 22 | 2 | 89 | 79 | 3 | 67 | 72 | 54 | 105 | 54 | 50 | 50 | 18 | 59 | 43,81 | 31,82 | 72,63 |
| JUL | 20 | 27 | 27 | 30 | 39 | 0 | 37 | 86 | 49 | 72 | 94 | 125 | 103 | 19 | 31 | 79 | 30 | 13 | 25 | 45,00 | 31,29 | 69,53 |
| | 21 | 20 | 25 | 115 | 16 | 54 | 34 | 56 | 38 | 98 | 28 | 101 | 71 | 40 | 24 | 134 | 3 | 28 | 33 | 36,43 | 33,54 | 92,07 |
| | 22 | 20 | 5 | 78 | 0 | 1 | 26 | 15 | 23 | 47 | 67 | 91 | 102 | 28 | 95 | 27 | 44 | 0 | 57 | 36,86 | 30,14 | 81,78 |
| AGO | 23 | 27 | 34 | 58 | 39 | 17 | 39 | 19 | 21 | 14 | 9 | 53 | 66 | 43 | 72 | 29 | 11 | 17 | 64 | 35,67 | 22,48 | 63,03 |
| | 24 | 18 | 11 | 69 | 48 | 25 | 38 | 65 | 29 | 62 | 0 | 24 | 4 | 34 | 0 | 35 | 7 | 27 | 11 | 29,24 | 21,33 | 72,95 |
| | 25 | 21 | 8 | 13 | 29 | 25 | 55 | 50 | 28 | 50 | 8 | 0 | 42 | 41 | 17 | 86 | 0 | 17 | 20 | 28,10 | 22,04 | 78,45 |
| | 26 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 55 | 64 | 24 | 47 | 11 | 11 | 20 | 17 | 23 | 17 | 57 | 25 | 16 | 22,79 | 25,51 | 111,95 |
| | 27 | 19 | 16 | 23 | 0 | 4 | 26 | 9 | 51 | 26 | 42 | 29 | 8 | 12 | 16 | 0 | 12 | 12 | 12 | 12,67 | 13,06 | 103,10 |
| OUT | 28 | 28 | 16 | 11 | 2 | 0 | 14 | 8 | 16 | 0 | 45 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 14 | 41 | 11,88 | 14,18 | 119,35 |
| | 29 | 19 | 1 | 0 | 0 | 10 | 14 | 15 | 14 | 12 | 0 | 3 | 0 | 0 | 19 | 0 | 2 | 3 | 0 | 5,88 | 7,52 | 127,87 |
| | 30 | 0 | 3 | 7 | 0 | 15 | 0 | 7 | 5 | 0 | 0 | 16 | 0 | 8 | 15 | 3 | 0 | 0 | 0 | 4,21 | 5,52 | 130,99 |
| NOV | 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 15 | 7 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 2,86 | 5,15 | 180,26 |
| | 32 | 0 | 4 | 0 | 0 | 16 | 0 | 4 | 0 | 0 | 11 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,43 | 5,79 | 168,85 |
| | 33 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,38 | 2,45 | 177,41 |
| SOMA | 459 | 364 | 585 | 729 | 397 | 266 | 580 | 964 | 530 | 742 | 600 | 787 | 647 | 535 | 570 | 832 | 437 | 363 | 529 | | | |

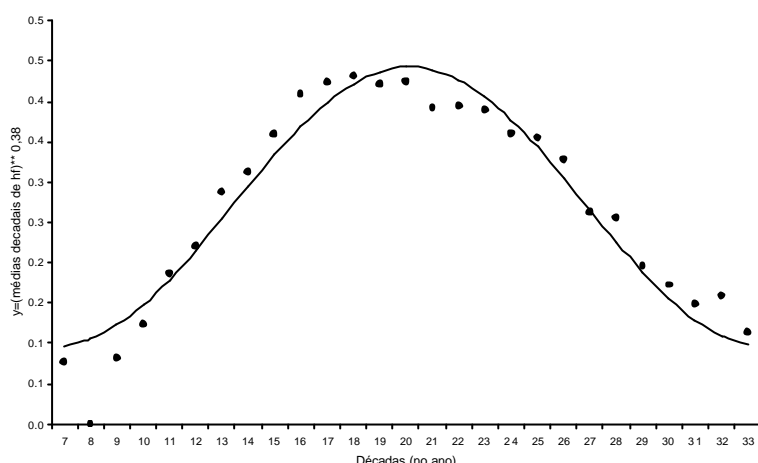


Figura 1 Curva do modelo de regressão periódica ajustada aos valores transformados ($Y = X^{0,38}$) das médias decadais (de março a novembro) de horas de frio ($hf \leq 7,2^{\circ}C$), no CPACT / EMBRAPA, de 1958 a 1999.

período de maio-agosto é de 64 %. Isto é ocasionado pela grande contribuição do mês de agosto em horas de frio no período, com acréscimos relativos médio de 34% ao longo dos 42 anos.

Para as somas térmicas de maio-julho e maio-agosto foram estimadas as tendências ao longo dos anos, baseadas nas médias móveis de 3, 5, 7, 9 e 11 anos. Para estas últimas ficou bem nítida a tendência crescente das somas de horas de frio ($hf \leq 7,2^{\circ}C$), nos dois períodos. Nas Figuras 2 e 3, estão representadas as médias móveis de 11 anos para os períodos de maio-julho e de maio-agosto, respectivamente. Pode-se ver uma tendência crescente significativa ($\alpha=0,01$), representada pelas retas de regressão ajustadas aos

Tabela 2. Probabilidades de ocorrência das médias decadais de horas de frio.

| x = valores de horas de frio | P(X ≤ x) |
|------------------------------|----------|
| 5 | 25% |
| 10 | 41% |
| 15 | 53% |
| 20 | 63% |
| 25 | 71% |
| 30 | 77% |
| 35 | 82% |
| 40 | 85% |
| 45 | 88% |
| 50 | 91% |

dados. Para os períodos de maio-julho e maio-agosto, as equações ajustadas foram, respectivamente:

$$\hat{Y} = 225,2 + 4,564 t, \text{ com } r^2 = 0,81$$

e

$$\hat{Y} = 320,2 + 4,892 t, \text{ com } r^2 = 0,84$$

para $t = 1,2,3,\dots,32$ médias móveis

Esta informação é bastante importante para o planejamento das atividades com frutíferas na região, visto indicar um promissor horizonte de suficiência de horas de frio para a quebra de dormência daquelas espécies mais exigentes, caso mantenha-se o mesmo comportamento verificado. Convém salientar que este fato não reflete um correspondente inverno mais rigoroso, visto que o método leva em conta o somatório de temperaturas menores ou

iguais a $7,2^{\circ}C$, o que não indica a ocorrência obrigatória de valores muito baixos.

Conclusões

O estudo permite concluir que:

- As horas de frio ($hf \leq 7,2^{\circ}C$) registradas nas 27 décadas do período de março a novembro, apresentam uma leve tendência crescente ao longo dos anos e uma sazonalidade marcante em relação às décadas, dentro de cada ano.
- As médias decadais de horas de frio são crescentes a partir de março até atingir um ponto de máximo ($\hat{Y} = 50,14$) na segunda década de julho e, daí, decrescem até novembro.
- A partir dos dados (médias decadais) transformados, probabilidades de ocorrência de determinadas quantidades de horas de frio (5, 10, 15,..., 50hf) sejam estimadas pela distribuição Normal, variando de 25% a 91%.
- As mais altas probabilidades de ocorrência de horas de frio acumuladas são obtidas nas faixas de 250 a 300hf e de 300 a 350hf, para o período maio-julho e, nas faixas de 300 a 350hf e de 400 a 450hf, para o período maio-agosto. O mês de agosto tem grande importância em ocorrência de horas de frio no período.

Tabela 3. Análise da variação das horas de frio (hf \times 7,2°C) em relação às 27 décadas de março a novembro e aos 42 anos de observação (1958 - 1999), no CPACT / EMBRAPA.

| Causas da variação | GL | SQ | QM | F |
|--------------------|------|--------|---------|----------|
| Anos | 41 | 39205 | 956,2 | 2,36 ** |
| Décadas | 26 | 307901 | 11842,4 | 29,17 ** |
| Resíduo | 1066 | 432719 | 405,9 | |
| TOTAL | 1133 | 779825 | | |

Média geral = 19,8

Coefficiente de variação = 102%

** = significativo a 1%

- As somas de horas de frio acumuladas de maio a julho e de maio a agosto apresentam tendências lineares crescentes ao longo dos anos, o que indica um valioso subsídio para o planejamento das atividades com frutíferas na região.

Referências bibliográficas

AMARAL, E. Análise harmônica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 3, p. 7-43, 1968.

BAPTISTA DA SILVA, J. Tabela de probabilidades das precipitações pluviométricas máximas pentadaias em Pelotas, RS. Pelotas: UFPel, 1979, 144 p. Tese (Concurso Público para Professor Titular). Universidade federal de Pelotas, 1979.

BAPTISTA DA SILVA, J., FERNANDES, A.M.V. Análise harmônica das temperaturas mínimas em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, SP, v. 6, n. 1, p. 455-470, 1991.

CHAMPAGNAT, P. Bud dormancy, correlations between organs, and morphogenesis in wood plants. **Sovietic Plant Physiology**, Washington, v. 30, n. 3, p. 458-471, 1983.

CHAMPAGNAT, P. Quelques reflexions sur la demonce des bourgeons des végétaux ligneux. **Physiologie Végétale**, Paris, v. 21, n. 3, p. 607-618, 1983.

CHAMPAGNAT, P. Rest and activity in vegetative buds of rees. **Annual de Science Forestier**, Paris, v. 46, p. 9-26. 1989. (Suplemento).

DIXON, W. J., MASSEY Jr., F.J. **Introduction to Statistical Analysis**. 3. ed., Tokyo: International Student Edition, Mc Graw-Hill Kozakusha Ltda, 1969, 638 p.

EREZ, A., LAVEE, S. The effect of climatic conditions on dormency development of peach buds I. Temperature, **Proceeding American Society Horticultural Science**, Geneva, USA, v. 96, p. 711-714, 1971.

HERTER, F.G. et al. Determinação do término da dormência e floração para algumas cultivares de macieira: comparação entre métodos biológico e empírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 14, n. 1, p. 77-81, 1992.

LANG, G.A. Dormancy: A universal terminology. **Hortscience**, Alexandria, USA, v. 22, p. 817-920, 1987.

MAUGET, J.C., Domance des bourgeons chez les arbres fruitiers de climat tempéré. In: LEGUYADER, H. (Ed.), **“Le développement des végétaux. Aspects théoriques et syntétiques”**, Paris, (FRA): Masson, p. 133-150, 1987.

MORETIN, P.A., TOLOI, C.M. **Séries Temporais**. São Paulo: Atual Editora, 1986. 135 p.

NIGOND, J. **Recherches sur la dormance des bourgeons de la vigne**. Institut Nacional de la Recherche Agronomique: Paris, 1967. 170 p. Thèse (Doutorado em Ciências Naturais), Université de Paris, 1967.

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, USA, v. 9, p. 331-332, 1974.

SHAPIRO, S.S. **How to test normality and other distributional assumptions**. 2. ed., Wisconsin: American Society for Quality Control, 1990. 92 p. (v. 3).

WEIMBERGER, J.H. Chilling requeriments of peach varieties. **Proceeding American Society Horticultural Science**. Geneva, USA, v 56, p. 122-128, 1950.

Tabela 4. Horas de frio ($\leq 7,2^{\circ}C$) acumuladas de março a julho, de março a agosto, de maio a julho e de maio a agosto, na estação meteorológica do CPACT / EMBRAPA, Pelotas, RS, 1958/1999.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1958 | 1959 | 1960 | 1961 | 1962 | 1963 | 1964 | 1965 | 1966 | 1967 | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 |
| Mar-Jul | 197 | 343 | 252 | 342 | 387 | 305 | 545 | 313 | 179 | 272 | 269 | 161 | 328 | 419 | 360 | 203 | 234 | 273 | 318 | 212 | 379 |
| Mar-Ago | 295 | 426 | 361 | 367 | 536 | 427 | 638 | 380 | 332 | 338 | 310 | 255 | 402 | 545 | 487 | 354 | 435 | 334 | 416 | 284 | 522 |
| Mai-Jul | 162 | 322 | 233 | 295 | 379 | 290 | 523 | 279 | 179 | 237 | 237 | 161 | 318 | 358 | 307 | 203 | 226 | 265 | 315 | 203 | 349 |
| Mai-Ago | 259 | 405 | 341 | 320 | 528 | 412 | 615 | 346 | 332 | 303 | 278 | 255 | 392 | 484 | 434 | 354 | 427 | 326 | 413 | 275 | 492 |
| Continuação da tabela 4. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
| Mar-Jul | 457 | 412 | 292 | 267 | 360 | 457 | 276 | 154 | 304 | 686 | 313 | 484 | 407 | 501 | 405 | 348 | 311 | 631 | 295 | 245 | 308 |
| Mar-Ago | 510 | 518 | 357 | 316 | 461 | 662 | 363 | 197 | 407 | 785 | 386 | 607 | 483 | 669 | 577 | 452 | 478 | 723 | 357 | 289 | 440 |
| Mai-Jul | 455 | 387 | 292 | 267 | 360 | 448 | 263 | 154 | 304 | 640 | 313 | 472 | 387 | 501 | 403 | 308 | 311 | 618 | 280 | 230 | 297 |
| Mai-Ago | 508 | 493 | 357 | 316 | 461 | 653 | 350 | 197 | 407 | 739 | 386 | 595 | 463 | 669 | 575 | 412 | 478 | 710 | 342 | 274 | 429 |

Tabela 5. Frequências relativas acumuladas (%) das horas de frio ($hf = 7,2\text{ }^{\circ}\text{C}$) de março a julho e de março a agosto, na estação meteorológica do CPACT / EMBRAPA, Pelotas, RS, 1958/1999.

| Março - Julho | | | | Março - Agosto | | | |
|---------------|------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------|------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Classes | Frequência | Frequência relativa (%) | Frequência relativa acumulada (%) | Classes | Frequência | Frequência relativa (%) | Frequência relativa acumulada (%) |
| 150 - 200 | 4 | 9,5 | 9,5 | 150 - 200 | 1 | 2,4 | 2,4 |
| 200 - 250 | 4 | 9,5 | 19,0 | 200 - 250 | 0 | 0,0 | 2,4 |
| 250 - 300 | 8 | 19,0 | 38,0 | 250 - 300 | 4 | 9,5 | 11,9 |
| 300 - 350 | 10 | 23,9 | 61,9 | 300 - 350 | 5 | 11,9 | 23,8 |
| 350 - 400 | 5 | 11,9 | 73,8 | 350 - 400 | 8 | 19,0 | 42,8 |
| 400 - 450 | 4 | 9,5 | 83,3 | 400 - 450 | 7 | 16,7 | 59,5 |
| 450 - 500 | 3 | 7,1 | 90,4 | 450 - 500 | 5 | 11,9 | 71,4 |
| 500 - 550 | 2 | 4,8 | 95,2 | 500 - 550 | 5 | 11,9 | 83,3 |
| 550 - 600 | 0 | 0,0 | 95,2 | 550 - 600 | 1 | 2,4 | 85,7 |
| 600 ou mais | 2 | 4,8 | 100,0 | 600 ou mais | 6 | 14,3 | 100,0 |

Tabela 6. Frequências relativas acumuladas (%) das horas de frio ($hf = 7,2\text{ }^{\circ}\text{C}$) de maio a julho e de maio a agosto, na estação meteorológica do CPACT / EMBRAPA, Pelotas, RS, 1958/1999.

| Maio - Julho | | | | Maio - Agosto | | | |
|--------------|------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------|------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Classes | Frequência | Frequência relativa (%) | Frequência relativa acumulada (%) | Classes | Frequência | Frequência relativa (%) | Frequência relativa acumulada (%) |
| 150 - 200 | 4 | 9,5 | 9,5 | 150 - 200 | 1 | 2,4 | 2,4 |
| 200 - 250 | 6 | 14,3 | 23,8 | 200 - 250 | 0 | 0,0 | 2,4 |
| 250 - 300 | 10 | 23,8 | 47,6 | 250 - 300 | 5 | 11,9 | 14,3 |
| 300 - 350 | 9 | 21,4 | 69,0 | 300 - 350 | 9 | 21,4 | 35,7 |
| 350 - 400 | 5 | 11,9 | 81,0 | 350 - 400 | 4 | 9,5 | 45,3 |
| 400 - 450 | 2 | 4,8 | 85,7 | 400 - 450 | 8 | 19,0 | 64,3 |
| 450 - 500 | 2 | 4,8 | 90,5 | 450 - 500 | 6 | 14,3 | 78,6 |
| 500 - 550 | 2 | 4,8 | 95,2 | 500 - 550 | 2 | 4,8 | 83,4 |
| 550 - 600 | 0 | 0,0 | 95,2 | 550 - 600 | 2 | 4,8 | 88,1 |
| 600 ou mais | 2 | 4,8 | 100,0 | 600 ou mais | 5 | 11,9 | 100,0 |

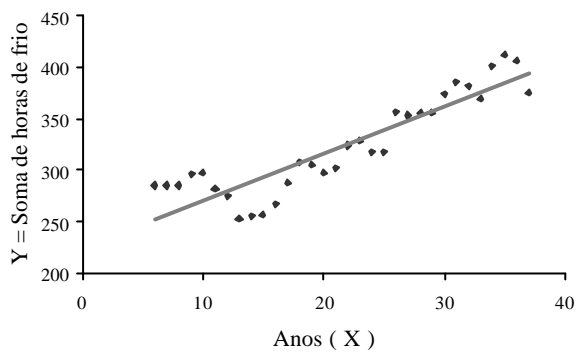


Figura 2 Médias móveis de 11 anos para a soma de horas de frio no período de maio a julho, no CPACT/EMBRAPA, Pelotas, RS, 1958-1999 ($X=0$: Ano1958).

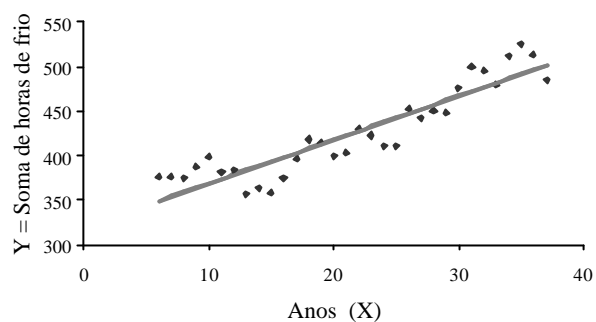


Figura 3. Médias móveis de 11 anos para a soma de horas de frio no período de maio a agosto, no CPACT/EMBRAPA, Pelotas, RS, 1958-1999 ($X=0$: Ano1958).