

PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE TEMPERATURAS MÍNIMAS ABSOLUTAS MENSAS E ANUAL NO ESTADO DE SÃO PAULO ⁽¹⁾

MARCELO BENTO PAES DE CAMARGO ^(2,3), MÁRIO JOSÉ PEDRO JÚNIOR ^(2,3),
ROGÉRIO REMO ALFONSI ^(2,3), ALTINO ALDO ORTOLANI ^(2,3)
e ORIVALDO BRUNINI ^(2,3)

RESUMO

Avaliou-se modelo de "distribuição de valores extremos" (Gumbel) para dados de temperaturas mínimas absolutas mensais (maio a setembro) e anual e incidência de geadas, para séries de trinta anos referentes a vinte localidades paulistas. Os parâmetros da função de densidade de probabilidade da distribuição foram estimados para todas as localidades e períodos analisados. O modelo mostrou bom ajuste entre as frequências estimadas e as observadas. Foram identificadas e quantificadas as áreas com maior risco de ocorrência de temperaturas baixas em nível mensal e anual. As maiores probabilidades de ocorrência de baixas temperaturas foram observadas em junho-agosto, com valores entre 60 e 95% para as regiões serranas e sudoeste do Estado.

Termos de indexação: probabilidade, risco de geadas, valores termométricos extremos, distribuição de Gumbel.

ABSTRACT

PROBABILITY OF MONTHLY AND YEARLY ABSOLUTE MINIMUM TEMPERATURE OCCURRENCE IN THE STATE OF SÃO PAULO, BRAZIL

The "extreme value distribution" model (Gumbel) was tested to estimate the probabilities of occurrence of monthly (May through September) and yearly absolute minimum temperature and frost concerning 20 localities of the State of São Paulo, Brazil. The probability of the density function parameters was estimated for all localities during the studied periods. The model showed good agreement between observed and estimated probabilities. Results allowed to identify and quantify areas with different levels of probability of frost occurrence. The highest probabilities of low temperature occurrence were during June-August, with values between 60 and 95% for the mountain areas and Southwest region of the State.

Index terms: probabilities, frost, minimum temperature, Gumbel distribution.

⁽¹⁾ Com verba suplementar do Acordo PRONI/PNUD/OMM - BRA 87/008. Recebido para publicação em 30 de junho e aceito em 9 de setembro de 1993.

⁽²⁾ Seção de Climatologia Agrícola, Instituto Agrônomo (IAC), Caixa Postal 28, 13001-970 Campinas (SP).

⁽³⁾ Bolsista do CNPq.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura constitui atividade de risco no Estado de São Paulo, principalmente durante o inverno, pela ocorrência de temperaturas baixas, provocando o fenômeno das geadas. Como nem sempre sua prevenção é possível, torna-se recomendável, para culturas anuais de inverno, o emprego de sistemas de produção com calendário agrícola apropriado, adotando-se épocas de plantio adequadas para evitar que as fases fenológicas críticas coincidam com os períodos de maior risco de ocorrência de geadas.

A suscetibilidade das culturas agrícolas às geadas varia muito segundo a espécie e estágio fenológico. Mota (1981) considera o limite de temperatura da folha de -2°C , abaixo do qual se iniciam os danos para culturas menos resistentes, como banana, mamão, girassol, feijão e trigo. Para culturas menos sensíveis, como café, cana-de-açúcar e especialmente citros, o limite passa a ser de -4°C . Essas temperaturas de folha, de -2 e -4°C correspondem aproximadamente a 4 e 2°C obtidas em abrigo meteorológico (Pinto et al., 1977). Quanto maior for a queda de temperatura abaixo desses limites, mais graves e extensos serão os danos (Volpe & André, 1984).

Por meio de modelos probabilísticos adequados, pode-se estimar os níveis de risco de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas e de geadas, em diferentes períodos do ano, com base em séries históricas dessas informações. Alguns trabalhos utilizam classificação empírica, mediante frequência relativa de ocorrência de temperaturas mínimas para estimativa das probabilidades incondicionais. O problema, segundo Soares & Dias (1986), é o tamanho da amostra, que pode ser insuficiente para a obtenção de valores estáveis de probabilidade. Conrad & Pollak (1950) recomendam séries de, no mínimo, trinta anos para obtenção de resultados representativos. Em estudo de ocorrência de temperaturas baixas obtidas em Campinas (SP), para o período de 1890 a 1975, Camargo (1977) considerou temperaturas de abrigo meteorológico abaixo de $2,5^{\circ}\text{C}$ como representativas de geada. Ortolani et al.

(1981) apresentaram o número de ocorrência de temperaturas mínimas inferiores a 2°C , em abrigo meteorológico, de 1962 a 1980, para oito localidades paulistas. A adoção de 2°C como limite baseou-se na diferença média entre a temperatura do ar em abrigo meteorológico e a temperatura de relva, em noites de geada, que é da ordem de $5,6^{\circ}\text{C}$ (Fagnani & Pinto, 1981). Considerando-se a temperatura do ar de 2°C , tem-se, portanto, na folha, uma temperatura de $-3,6^{\circ}\text{C}$, próxima do valor encontrado por Camargo & Salati (1967) e Pinto et al. (1977, 1978) como limite para o aparecimento de danos em cafeeiros. Utilizando-se de frequência relativa, com série de vinte anos de dados, Soares & Dias (1986) definiram para a cidade de São Paulo as probabilidades de ocorrência de temperaturas mínimas diárias, em nível mensal, inferiores a 10 e 15°C .

A utilização de modelos probabilísticos adequados introduz precisão matemática, permitindo estudos mais consistentes de séries históricas de dados. Trabalhando com dados de temperaturas mínimas absolutas referentes a uma série de 50 anos para a região de Campinas, Arruda et al. (1981) definiram e testaram para os meses de junho e julho os modelos distribuição de valores extremos e distribuição normal: concluíram serem ambos recomendados no estabelecimento das probabilidades para aqueles meses do ano. Tais modelos probabilísticos foram também avaliados por Silva et al. (1986) para Lavras (MG), em série histórica de 69 anos de dados diários de temperatura mínima para os meses de abril a setembro. A distribuição de valores extremos apresentou melhor ajustamento aos dados observados, levando-se em consideração que, no referido trabalho, foram analisadas todas as temperaturas mínimas diárias e não as mínimas absolutas mensais. Pela utilização do modelo distribuição de valores extremos para temperaturas mínimas absolutas anuais, referentes a diversas localidades do Estado de São Paulo e de Mato Grosso do Sul, Camargo et al. (1990) identificaram áreas de risco de geadas, observando grandes gradientes de valores de probabilidade.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar e aplicar o modelo "distribuição de valores extremos" para cálculo das probabilidades de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas mensais (maio, junho, julho, agosto e setembro) e anual, a partir de séries históricas de dados referentes a diversas localidades paulistas e estabelecer escalas de riscos de geadas em diferentes localidades e culturas agrícolas.

2. MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizadas séries de dados de temperaturas mínimas absolutas mensais, observadas em abrigo meteorológico padrão, relativos à rede de postos meteorológicos de vinte localidades paulistas do Instituto Agrônomo (IAC) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no período 1961-90 (trinta anos), exceto para algumas localidades, cujo período empregado foi menor.

O quadro 1 apresenta a relação dos postos meteorológicos utilizados, com localização e período analisado.

Na definição do modelo probabilístico estimativo de ocorrência de temperatura mínima absoluta, avaliou-se a distribuição de valores extremos (distribuição de Gumbel). A função de densidade de probabilidade de distribuição de valores extremos, segundo Thom (1966), é dada por:

$$f(x) = \left[\frac{1}{\beta} \right] \cdot \exp \left[-\left(\frac{x-\alpha}{\beta} \right) - \exp \left(-\left(\frac{x-\alpha}{\beta} \right) \right) \right] \quad (1)$$

em que: $-\infty < \alpha < \infty$ e α e β são parâmetros da distribuição.

A probabilidade de que a temperatura mínima seja menor ou igual a um valor x é dada por:

$$P(T \leq x) = \frac{1}{\beta} \int_{-\infty}^x \exp \left[-\left(\frac{y-\alpha}{\beta} \right) - \exp \left(-\left(\frac{y-\alpha}{\beta} \right) \right) \right] dy \quad (2)$$

Resolvendo-se a integral, tem-se:

Quadro 1. Coordenadas geográficas, origem e período considerado das estações meteorológicas

Local	Latitude Sul	Longitude Oeste	Altitude m	Fonte	Período
Araçatuba	21° 26'	50° 26'	398	INMET	1961-90
Ataliba Leonel	23° 10'	49° 20'	589	IAC	1961-90
Barretos	20° 33'	48° 34'	541	INMET	1961-90
Campinas	22° 54'	47° 05'	674	IAC	1961-90
Campos do Jordão	22° 44'	45° 35'	1.593	INMET	1961-90
Capão Bonito	24° 00'	48° 22'	702	IAC	1978-90
Itararé	24° 15'	49° 15'	1.150	IAC	1977-90
Jaú	22° 17'	48° 34'	580	IAC	1961-90
Limeira	22° 32'	47° 27'	639	IAC	1961-90
Mococa	21° 28'	47° 01'	665	IAC	1961-90
Monte Alegre do Sul	22° 41'	46° 43'	777	IAC	1961-90
Pariquera-Açu	24° 43'	47° 53'	25	IAC	1961-90
Pindamonhangaba	22° 55'	45° 00'	560	IAC	1961-90
Pindorama	21° 13'	48° 56'	562	IAC	1961-90
Presidente Prudente	22° 07'	51° 23'	436	INMET	1961-90
Ribeirão Preto	21° 10'	47° 48'	621	IAC	1961-90
Tietê	23° 07'	47° 43'	538	IAC	1961-90
Tatuí	23° 20'	47° 52'	600	IAC	1961-90
Ubatuba	23° 27'	45° 04'	8	IAC	1961-90
Jacarezinho (PR)	23° 09'	49° 58'	470	INMET	1961-90

Quadro 2. Valores mensais calculados dos parâmetros α e β da distribuição de valores extremos para diversas localidades paulistas e uma paranaense

Local	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Ano
	α β	α β	α β	α β	α β	α β
Araçatuba	7,15	4,98	4,25	5,49	9,11	2,55
	2,89	2,55	3,23	3,38	2,55	2,08
Ataliba Leonel	3,05	0,52	0,81	2,06	5,71	1,22
	2,82	2,74	3,32	3,14	2,63	2,29
Barretos	7,20	6,08	5,31	6,76	9,73	3,58
	2,90	2,53	2,80	2,82	1,93	2,20
Campinas	7,05	5,03	4,48	6,44	8,84	2,88
	2,35	2,43	3,16	2,27	2,13	2,18
Campos do Jordão	-2,31	-3,96	-3,86	-3,11	-1,16	-4,76
	1,49	1,98	1,62	1,54	1,94	1,49
Capão Bonito	4,31	0,94	1,44	1,26	6,30	-0,46
	2,86	1,77	2,51	4,06	1,23	2,13
Itararé	1,90	-1,50	-0,38	0,91	2,97	-2,27
	3,24	2,66	3,04	3,91	1,22	2,27
Jaú	6,10	4,40	3,94	5,59	8,20	1,96
	2,88	2,72	3,26	2,75	2,01	2,25
Limeira	5,76	4,25	3,35	4,39	6,53	1,95
	2,11	2,08	2,48	2,33	2,21	1,70
Mococa	6,36	4,91	4,60	6,02	8,13	2,98
	2,73	2,59	2,81	2,47	2,70	1,68
Monte Alegre do Sul	4,94	3,38	2,85	4,57	6,82	1,55
	2,02	2,00	2,57	2,40	2,09	1,96
Pariquera-Açu	7,63	4,75	5,45	6,26	8,17	3,24
	2,63	2,84	2,83	2,42	2,29	1,88
Pindamonhangaba	4,83	2,22	2,20	3,60	5,72	1,03
	1,74	2,45	2,13	1,78	2,07	1,84
Pindorama	7,02	5,48	4,49	5,88	8,47	2,77
	2,63	2,54	2,97	2,82	2,42	1,99
Presidente Prudente	6,01	4,67	4,16	4,89	8,57	2,13
	3,15	2,00	3,25	2,72	2,45	2,05
Ribeirão Preto	6,27	4,57	4,01	5,99	8,44	2,65
	2,61	2,50	2,84	2,57	2,37	1,90
Tietê	5,22	3,11	3,07	4,22	7,22	1,65
	2,22	2,29	2,54	2,52	2,20	1,81
Tatuí	3,52	1,45	1,49	2,47	5,43	-0,01
	2,18	2,56	2,52	2,74	2,12	1,71
Ubatuba	8,41	6,90	6,86	7,39	9,02	5,71
	2,14	1,81	1,63	1,38	1,94	1,36
Jacarezinho (PR)	4,67	2,21	2,43	3,13	7,29	0,14
	3,00	2,70	3,02	3,25	2,16	2,24

$$P(T \leq x) = \exp \left[-\exp \left(-\frac{x-\alpha}{\beta} \right) \right] \quad (3)$$

Os parâmetros α e β da distribuição de valores extremos foram estimados pelo método "Lieblein" proposto por Thom (1966), baseado nas variâncias mínimas, o qual divide a série de dados em subgrupos considerando pesos diferenciados. Os parâmetros assim determinados são estimadores de máxima verossimilhança (Thom, 1966). Para verificação do ajuste entre as frequências de temperaturas mínimas absolutas observadas e as estimadas pela "distribuição de valores extremos", adotou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov a 5% (Sokal & Rohlf, 1969).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo "distribuição de extremos" possibilitou bom ajuste entre frequências estimadas e observadas de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas abaixo de qualquer nível térmico. O teste de Kolmogorov-Smirnov (5%) não mostrou diferenças significativas entre valores estimados e observados, durante os meses de maio a setembro e anual.

O quadro 2 apresenta os valores determinados dos parâmetros α e β do modelo "distribuição de extremos" relativos aos meses de maio a setembro e anual. Com esses parâmetros, é possível a determinação das probabilidades de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas abaixo de qualquer limite térmico.

As maiores probabilidades de ocorrência de baixas temperaturas foram obtidas em junho, julho e agosto, pela maior frequência de penetração de massas de ar frio de origem polar nesses meses. Segundo Soares & Dias (1986), contribui também para as baixas temperaturas a redução de absorção de ondas curtas e longas pelos baixos níveis de vapor d'água da atmosfera normalmente existentes naqueles três meses do ano. A ausência de vapor d'água, associada às noites de céu claro e relativamente longas, induz intenso resfriamento radiativo.

Na figura 1 e no quadro 3, são apresentadas as probabilidades de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas inferiores a 2 e a 4°C, obtidas em abrigo meteorológico, de maio a setembro e anual para todas as localidades estudadas.

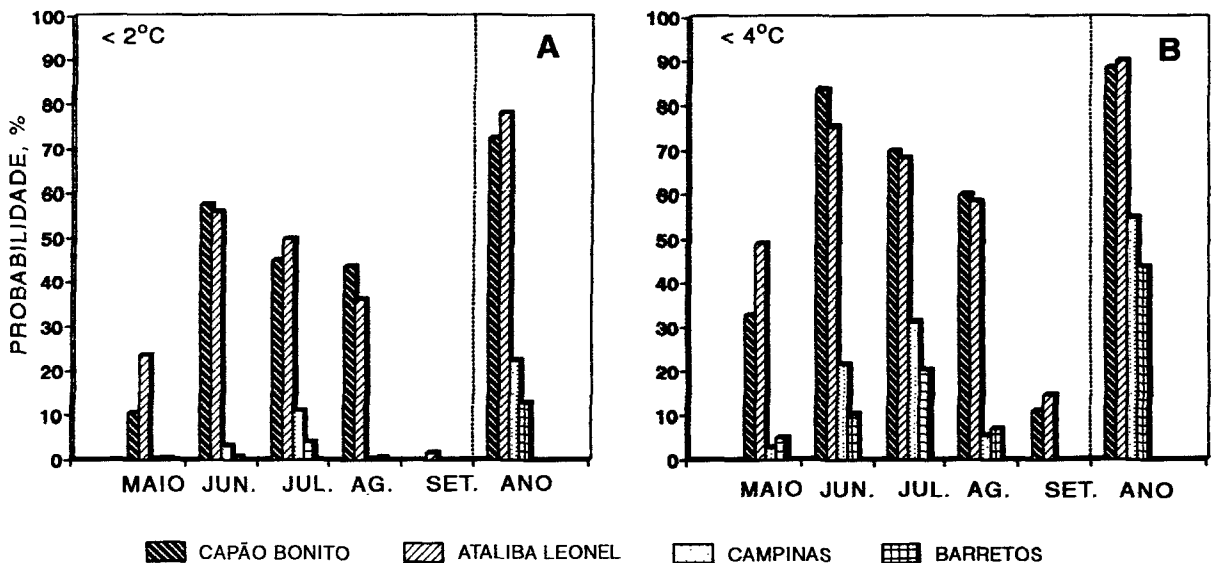


Figura 1. Probabilidades de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas mensais e anual inferiores a 2(A) e a 4°C(B) para quatro localidades paulistas.

Quadro 3. Probabilidades de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas mensais e anual inferiores a 2 e a 4°C, a partir da "distribuição de valores extremos" para diversas localidades do Estado de São Paulo e uma do Paraná

Local	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Ano
	< 2°C < 4°C	< 2°C < 4°C	< 2°C < 4°C	< 2°C < 4°C	< 2°C < 4°C	< 2°C < 4°C
Araçatuba	0,3	4,0	13,4	6,0	0,0	27,1
	5,2	23,0	33,9	21,1	0,1	60,8
Ataliba Leonel	23,5	55,9	50,0	36,1	1,7	78,2
	49,0	75,5	68,2	58,4	14,7	90,2
Barretos	0,3	0,7	3,8	0,4	0,0	12,8
	4,9	10,3	20,3	7,0	0,0	43,7
Campinas	0,1	3,1	11,1	0,1	0,0	22,3
	2,5	21,7	31,2	5,4	0,0	54,9
Campos do Jordão	94,6	95,2	97,4	96,4	82,1	98,9
	98,6	98,2	99,2	99,0	93,2	99,7
Capão Bonito	10,6	57,7	45,0	43,5	0,0	72,6
	32,8	83,7	70,0	60,1	0,2	88,4
Itararé	37,9	76,5	63,5	47,0	11,0	85,8
	58,8	88,2	80,1	63,5	50,5	93,9
Jaú	1,6	8,9	16,3	2,5	0,0	37,5
	12,6	31,4	37,4	16,8	0,1	66,8
Limeira	0,3	5,3	17,8	6,2	0,1	37,8
	9,9	32,4	46,3	30,7	4,3	74,1
Mococa	0,7	4,6	8,0	0,6	0,0	16,7
	9,3	24,1	29,0	10,4	1,0	58,0
Monte Alegre do Sul	1,4	13,6	24,8	5,4	0,0	45,2
	20,4	48,0	52,7	28,2	2,1	75,1
Pariquera-Açu	0,0	7,2	3,4	0,3	0,0	14,5
	1,9	27,2	18,9	7,9	0,2	51,2
Pindamonhangaba	0,6	33,5	33,3	8,6	0,2	55,4
	20,0	61,7	65,1	45,0	10,0	82,0
Pindorama	0,1	2,0	9,9	1,9	0,0	22,9
	4,3	16,7	30,7	14,2	0,2	58,4
Presidente Prudente	2,8	2,3	14,3	5,6	0,0	34,5
	15,0	24,8	35,0	25,0	0,2	67,0
Ribeirão Preto	0,6	6,1	13,1	0,9	0,0	24,4
	9,2	28,5	36,6	11,4	0,2	61,2
Tietê	1,4	19,7	21,8	8,9	0,0	43,8
	17,7	50,8	50,1	33,6	1,3	76,1
Tatuí	13,4	44,6	44,2	30,5	0,6	73,5
	44,8	69,0	69,1	56,4	14,0	90,9
Ubatuba	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,7	0,3	0,0	0,0	3,1
Jacarezinho (PR)	8,7	33,9	31,5	24,3	0,0	64,7
	28,6	59,9	55,1	46,6	1,1	83,7

Esses dois níveis térmicos foram selecionados de acordo com a suscetibilidade das culturas agrícolas. Assim, culturas muito suscetíveis ao frio, como banana e mamão, por exemplo, podem ser relacionadas ao nível de 4°C, e culturas menos sensíveis, como cana-de-açúcar e café, podem ser relacionadas ao de 2°C.

Para o Estado de São Paulo, localidades representativas da região litorânea (Ubatuba e Pariquera-Açu) apresentam probabilidades bastante baixas em todos os períodos analisados. Pariquera-Açu, pela maior latitude, apresenta probabilidades ligeiramente maiores, especialmente em junho e julho e anual. Localidades da região Norte (Barretos e Ribeirão Preto) revelaram probabilidades até de 30% para o nível de 2°C; da região Centro-oeste (Tietê e Monte Alegre do Sul), entre 30 e 60%, e da região sul (Capão Bonito e Itararé), probabilidades superiores a 60%.

Capão Bonito, no Sul do Estado, e Barretos, no Norte, são locais representativos de cultivos de inverno, principalmente trigo. Essa cultura apresenta suscetibilidade a geadas durante alguns estádios fenológicos críticos, em especial o florescimento. Capão Bonito, pela maior latitude e altitude, apresenta probabilidades muito superiores a Barretos, de ocorrência de temperaturas inferiores a 2°C. Para o mês de julho, Barretos apresenta somente 4% de probabilidade, contra 45% de Capão Bonito. No nível anual, independentemente da época, Barretos revela probabilidade de 13% de ocorrência de temperatura inferior a 2°C, enquanto Capão Bonito apresenta 73%, ou seja, em 7 de cada 10 anos ocorre, pelo menos uma vez no ano, temperatura do ar inferior a 2°C. Para localidades representativas de áreas serranas, elevadas, a mais de 1.500 m de altitude, como Campos do Jordão, verificam-se probabilidades elevadas de ocorrência de temperaturas do ar inferiores a 2°C, de maio a setembro, verificando-se pelo menos uma geada durante o ano.

Essas probabilidades de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas poderão ser mapeadas, com isolinhas em nível mensal e

anual, com base em cartas hipsométricas. Tais mapas constituem importante subsídio ao planejamento agrícola, possibilitando a indicação de determinadas épocas de plantio, para evitar que fases fenológicas críticas de culturas suscetíveis coincidam com períodos de maior probabilidade de ocorrência de geadas. Podem, também, ser utilizados como subsídio a estudos de zoneamento agroclimático, selecionando regiões do Estado com menor risco de incidência de geadas e ocorrência de temperaturas baixas, quantificando as frequências esperadas no nível mensal e anual.

4. CONCLUSÕES

1. A "distribuição de valores extremos" (Gumbel) mostrou bom ajuste aos dados observados, independentemente de época de ocorrência e localidade, podendo ser utilizada para estabelecimento das probabilidades de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas mensais e anual e de geadas prejudiciais para todo o Estado de São Paulo.

2. Os parâmetros α e β calculados podem ser empregados para a estimativa das probabilidades de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas mensais (maio a setembro) e anual, abaixo de qualquer nível térmico.

3. Os meses de junho a agosto apresentam as maiores probabilidades de ocorrência de geadas para as localidades estudadas. A região sul do Estado, representada por Capão Bonito e Itararé, apresenta valores acima de 60% de probabilidade de ocorrência de, pelo menos, uma geada no ano, com sérios riscos à agricultura regional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRUDA, H.V. de; PINTO, H.S. & PENTEADO, R.S. Modelos probabilísticos para a interpretação da ocorrência de temperaturas mínimas na região de Campinas-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2., Pelotas, 1981. *Resumos ampliados dos trabalhos apresentados nas sessões técnicas*. Pelotas, Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1981. p.143-145.

- CAMARGO, A.P. de. Frequência das geadas excepcionais como as de julho de 1975. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE CLIMATOLOGIA NO HEMISFÉRIO SUL, Campinas, 1977. *Resumos*. Campinas, 1977. p.1-3.
- CAMARGO, A.P. de & SALATI, E. Determinación de la temperatura letal para hojas de café en noches de heladas. *Café*, Lima, 8(3):12-15, 1967.
- CAMARGO, M.B.P. de; PEDRO JUNIOR, M.J.; ALFONSI, R.R.; ORTOLANI, A.A.; BRUNINI, O. & CHIAVEGATO, O.M.P. *Guia agrometeorológico do agricultor irrigante: nº4*. Probabilidade de ocorrência de geadas nos Estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul. Campinas, Instituto Agrônômico, 1990. 10p. (Boletim técnico, 136)
- CONRAD, V. & POLLAK, L.W. *Methods in climatology*. Cambridge, Harvard University Press, 1950. 459p.
- FAGNANI, M.A. & PINTO, H.S. Simulação de temperaturas de folhas de cafeeiros em noites sujeitas a geadas de irradiação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2., Pelotas, 1981. *Resumos ampliados dos trabalhos apresentados nas sessões técnicas*. Pelotas, Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1981. p.139-142.
- MOTA, F.S. *Meteorologia agricola*. 5.ed. São Paulo, Nobel, 1981. 376p.
- ORTOLANI, A.A.; CAMARGO, M.B.P. de & ANGELLOCCI, L.R. Frequência de geadas no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2., Pelotas, 1981. *Resumos ampliados dos trabalhos apresentados nas sessões técnicas*. Pelotas, Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1981. p.146-148.
- PINTO, H.S.; CAMARGO, M.B.P. de; NOBREGA, M. & ORTOLANI, A.A. Um sistema computacional para levantamento de prejuízos causados por geadas à cafeicultura do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEI-EIRAS, 6., Ribeirão Preto, 1978. *Resumos*. Rio de Janeiro, IBC-GERCA, 1978. p.145-147.
- PINTO, H.S.; TARIFA, J.R.; ALFONSI, R.R. & PEDRO JÚNIOR, M.J. Estimation of frost damage in coffee trees in the State of São Paulo, Brazil. In: CONFERENCE ON AGRICULTURE AND FOREST METEOROLOGY, 13., Boston, 1977. Boston, American Meteorological Society, 1977. p.37-38.
- SILVA, I.; CASTRONETO, P. & SILVEIRA, J.V. Época e probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas abaixo de dado valor, para a região de Lavras, MG. *Ciência e Prática*, Lavras, 10(2):210-219, 1986.
- SOARES, J.R. & DIAS, M.A.F.S. Probabilidade de ocorrência de alguns eventos meteorológicos extremos na cidade de São Paulo. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São Paulo, 2(1):67-75, 1986.
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. San Francisco, W.H. Freeman, 1969. 776p.
- THOM, H.C.S. *Some methods of climatological analysis*. Geneva, World Meteorological Organization, 1966. 53p. (WMO,199 - TP,103 - Technical note, 81)
- VOLPE, C.A. & ANDRÉ, R.G.B. *Geadas: prevenção e combate*. Jaboticabal, UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 1984. 22p. (Boletim técnico, 2)