

REGIONALIZAÇÃO DAS PROBABILIDADES DE OCORRÊNCIA DE GEADAS NO ESTADO DE SÃO PAULO*

MARCELO BENTO PAES DE CAMARGO**

MARIO JOSÉ PEDRO JUNIOR**

ALTINO ALDO ORTOLANI

ROGÉRIO REMO ALFONSI**

ORIVALDO BRUNINI**

Seção de Climatologia Agrícola - Instituto Agronômico de Campinas - Caixa Postal, 28 - 13.020 - Campinas - SP

Introdução

No Estado de São Paulo, durante o inverno o agricultor pode enfrentar sérios riscos com a ocorrência de geadas. A insegurança técnica e econômica dos métodos diretos de controle têm demonstrado a importância da adoção de determinadas épocas de plantio que permitam que fases fenológicas críticas de culturas susceptíveis não coincidam com períodos de maior probabilidade de ocorrência de geadas.

Não existem ainda métodos seguros de prever com antecedência de vários dias, a ocorrência da geada. Pode-se porém, calcular a probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas extremas em diferentes períodos do ano, a partir de séries históricas de informações, e através da utilização de modelos probabilísticos adequados.

Uma vez definido o método, pode-se elaborar mapeamentos regionais da probabilidade de incidência de temperaturas mínimas extremas e estabelecer uma escala de riscos para diferentes culturas .

CAMARGO (1977) considerou temperaturas de abrigo meteorológico abaixo de $2,5^{\circ}\text{C}$ como representativas de geadas, num estudo de comparação de dados obtidos em Campinas - S.P., para

* com recursos do PRONI

** Bolsistas do CNPq

o período de 1890 a 1975.

ORTOLANI et alii (1981) apresentaram o número de ocorrências de temperaturas mínimas inferiores a 2°C , obtidas em abrigo meteorológico, no período de 1962 a 1980 para oito localidades paulistas.

A adoção de 2°C como limite foi feita com base na diferença média entre a temperatura do ar em abrigo 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 , e reduzindo-se $5,6$ tem-se na folha uma temperatura de $-3,6^{\circ}\text{C}$, próxima daquela encontrada por CAMARGO & SALATI (1967) e PINTO et alii (1977 e 1978) como limites para o aparecimento de danos em cafeeiros.

A susceptibilidade das culturas às geadas varia muito segundo a espécie e estágio de desenvolvimento. MOTA (1981) considera o limite de temperatura da folha de -2°C , abaixo do qual inicia-se os danos para culturas menos resistentes, como banana, mamão, girassol, feijão e trigo. Para culturas menos sensíveis, como café, cana-de-açúcar e especialmente citrus o limite passa a ser de -4°C . Essas temperaturas de folha, de -2°C e -4°C , correspondem aproximadamente a 4°C e 2°C no abrigo meteorológico. Quanto maior for a queda de temperatura abaixo destes limites, mais graves e mais extensos serão os danos (VOLPE & ANDRÉ, 1984).

O objetivo do trabalho foi testar e aplicar o modelo probabilístico de distribuição de valores extremos (distribuição de Gumbel) para a estimativa das possibilidades de ocorrência de geadas em dois níveis de severidade (4°C e 2°C), para diversas regiões do Estado de São Paulo para os meses de maio, junho, julho, agosto e setembro. Uma vez estimadas, as probabilidades poderão ser mapeadas servindo como subsídio ao planejamento agrícola.

Metodologia

Foram utilizados séries de dados de temperaturas mínimas absolutas mensais, observadas em abrigo meteorológico padrão, para os meses de maio, junho, julho, agosto e setembro referentes 32 anos (1954/85), relativos a rede de postos meteorolô

gicos de 49 localidades do Estado de São Paulo.

Para definir o modelo probabilístico para a estimativa da ocorrência de temperaturas mínimas absolutas, foi testado a distribuição de probabilidade de valores extremos. A função de densidade da probabilidade da distribuição de valores extremos é (ARRUDA et alii, 1981):

$$F(x) = (1/\beta) \cdot \exp(x - \exp^{-x})$$

em que: $-\infty < \alpha < +\infty$
 $\beta > 0$

A probabilidade (P) de que a temperatura mínima (T) seja menor ou igual a um valor t é dada por:

$$P(T < t) = \exp \{ -\exp [-(x - \alpha) / -\beta] \}$$

Os parâmetros α e β foram estimados pelo método de Lieblein proposto por THOM (1966).

Para verificação do ajuste entre as frequências observadas e as estimadas pela "distribuição de extremos" foi utilizado o teste de Kolmogorov - Smirnov a 5%.

RESULTADOS

Observou-se um ajuste muito bom entre os dados observados e estimados pela "distribuição de extremos", para as localidades consideradas, não apresentando em nenhum deles diferenças significativas.

Após verificado o ajuste do modelo "distribuição de extremos" aos dados observados, calcularam-se as probabilidades de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas, abaixo de qualquer limite térmico nos meses e locais estudados.

Foram considerados 2 níveis térmicos, 2,0 e 4,0°C, segundo a susceptibilidade das culturas agrícolas. Assim, culturas muito sensíveis ao resfriamento, como banana e mamão por exemplo, se referem ao nível de 4,0°C e culturas menos sensíveis, como café e cana-de-açúcar, ao nível de 2,0°C no abrigo meteorológico. No quadro 1 são apresentadas as probabilidades, a nível mensal e anual, de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas inferiores a 2,0 e 4,0°C. Pode-se observar para áreas

bem distintas no Estado, que localidades representativas da região litorânea (Ubatuba) apresentam probabilidades bastante baixas, próximas de 0% a nível anual. Da região Norte (Barretos, Ribeirão Preto) para o nível de 2,0°C apresentam probabilidades de até 30%; da região centro-oeste (Tiête, Monte Alegre do Sul) entre 30 a 60% e da região sul do Estado (Capão Bonito, Itararé) com níveis superiores a 60%.

Capão Bonito, localizado na região Sul do Estado, e Barretos, localizado no Norte do Estado, são locais representativos de cultivos de inverno, principalmente o trigo. Essa cultura apresenta susceptibilidade a geadas em algumas fases fenológicas críticas. Capão Bonito apresenta probabilidades muito superiores a Barreto, principalmente para temperaturas abaixo de 2°C. Neste caso o mês de julho, para Barretos, apresenta nível de 4%, enquanto para Capão Bonito se eleva a 45%, ou seja, a cada 10 meses de julho, pelo menos 4 apresentam ocorrência representativa de geada. A nível anual, independente da época, Barretos apresenta probabilidade de 13% de ocorrência de temperatura inferior a 2°C, enquanto Capão Bonito apresenta 73%, ou seja 7 em cada 10 anos ocorre pelo menos uma vez no ano temperatura do ar inferior a 2°C. Para a localidade de Campos do Jordão, representativa das áreas serranas do Estado de São Paulo, verifica-se que as probabilidades de ocorrência de geadas é de 100%, ou seja, ocorre pelo menos uma durante o ano.

Literatura Citada

- ARRUDA, H.V.; PINTO, H.S. & PENTEADO, R.S. Modelos probabilísticos para a interpretação da ocorrência de temperaturas mínimas na região de Campinas - SP. Anais do II Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Pelotas - RS. pp: 143-145, 1981.
- CAMARGO, A.P. & SALATI, E. Determinación de la temperatura letal para hojas de café en noches de heladas. IICA-OEA, Lima-Peru. Café, 8(3):12-15, 1967.
- CAMARGO, A.P. Freqüência de geadas excepcionais como as de julho de 1975. Anais do Seminário Internacional sobre Climatologia no hemisfério Sul. Campinas-SP. pp: 1-3, 1977.

- FAGNANI, M.A. & PINTO, H.S. Simulação de temperaturas de folhas de cafeeiros em noites sujeitas a geadas de irradiação. Anais do II Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Pelotas-RS . pp: 139 -142, 1981.
- FERRAZ, E.C. Estudos sobre o momento em que a geada danifica as folhas do cafeeiro. Tese de Doutorado, ESALQ. Piracicaba, 59p. 1968.
- MOTA, F.S. Meteorologia Agrícola. São Paulo, Nobel, 5ª Edição . 376p. 1981.
- ORTOLANI, A.A.; CAMARGO, M.B.P. & ANGELOCCI, L.R. Frequência de geadas no Estado de São Paulo. Anais do II Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Pelotas - RS. pp: 146-148, 1981.
- PINTO, H.S.; TARIFA, J.R., ALFONSI, R.R. & PEDRO Jr, M.J. Estimation of frost damage in coffee trees in the State of São Paulo, Brazil, Preprints from 13th. Conference on Agriculture and Forest Meteorology. American Met. Soc. pp: 37 - 38 . Boston, USA. 1977.
- PINTO, H.S.; CAMARGO, M.B.P.; NOBREGA, M. & ORTOLANI, A.A. Um sistema computacional para levantamento de prejuízos causados por geadas à cafeicultura do Estado de São Paulo. VI Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras. IBC-GERCA, Ribeirão Preto - SP. 1978.
- THOM, H.C.S. Some methods of climatological analysis. World Meteorological Organization. Technical note 81. Geneva.1966.
- VOLPE, C.A. & ANDRÉ, R.G.B. Geada: prevenção e combate. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal-SP. Bol. Técnico nº 2, 22p., 1984. .

Quadro 1: Valores de probabilidade, a nível mensal e anual, de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas inferiores a 2 e 4°C, segundo a "distribuição de extremos".

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
Ubatuba	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Barretos	*	5	1	10	4	20	*	7	*	*	13	44
Taubaté	*	1	3	24	3	26	*	9	*	*	9	47
Mococa	1	9	5	24	8	29	1	10	*	1	17	58
Campinas	*	3	3	22	11	31	*	5	*	*	22	55
São Carlos	*	5	*	14	14	37	1	12	*	2	20	60
Ribeirão Preto	1	9	6	28	13	37	1	11	*	*	24	61
Araçatuba	*	5	4	23	13	34	6	21	*	*	27	61
Pres. Prudente	3	15	2	25	14	35	6	25	*	*	34	67
Salto Grande	7	22	4	37	30	49	1	11	*	*	46	73
Monte Alegre	1	20	14	48	25	53	5	28	*	2	45	75
Tietê	1	18	20	51	22	50	9	34	*	1	44	76
Capão Bonito	11	33	58	84	45	70	44	60	*	*	73	88
Tatuí	13	45	45	69	44	69	44	69	30	56	54	87
Itararé	38	59	77	88	63	79	47	64	11	65	86	94
Campos do Jordão	95	98	95	98	97	99	96	99	82	93	99	100

* probabilidade inferior a 1%