

## ANÁLISE DA OCORRÊNCIA DE GEADAS A NÍVEL MENSAL E ANUAL PARA A REGIÃO DE CAMPINAS-SP DE 1890 A 2000

Fabiane ASTOLPHO<sup>1</sup>, Marcelo Bento PAES DE CAMARGO<sup>2</sup>, Ludmila BARDIN<sup>3</sup>,

### 1. Introdução

O Estado de São Paulo tem na agricultura uma importante fonte de divisas, estando a maior parte dos cultivos localizado em região tropical, entre 20 e 23° de latitude sul, com altitudes entre 500 e 1.200m. Esta condição favorece a ocorrência de geadas severas eventuais, constituindo assim atividade de risco, com significativo prejuízo à economia do Estado.

O clima tropical do Estado de São Paulo sofre alterações moderadas no curso do ano, alternando períodos quentes e frios, úmidos e secos. Em certos anos, ocorre substancial intensificação nessas variações, com a ocorrência de geadas severas, especialmente durante os meses de junho a agosto. Admite-se que fenômenos relacionados à oscilações sul (OS) provocam alterações anômalas no padrão de temperatura do ar durante o inverno na região sudeste do Brasil, incluindo o Estado de São Paulo. CAMARGO et al. (2002) relacionou a presença dos fenômenos El Niño e La Niña com a ocorrência de geadas severas na cafeicultura paulista, com base na série histórica de dados do IAC, de temperaturas mínimas absolutas anuais de Campinas-SP, durante 112 anos, de 1890 a 2001. A ocorrência de geadas severas não se mostrou associada aos fenômenos El Niño ou La Niña.

Em estudo de ocorrência de temperaturas baixas verificadas em Campinas (SP), no período de 1890 a 1975, CAMARGO (1977) considerou temperaturas de abrigo meteorológico abaixo de 2,5°C como representativas de ocorrência de geadas prejudiciais à cafeicultura. Posteriormente, alguns trabalhos baseados em modelos estatísticos, determinaram as probabilidades de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas obtidas em abrigo meteorológico, inferiores a 2°C utilizando séries históricas de 30 anos (ARRUDA et al., 1981; CAMARGO et al., 1993; PINTO et al., 2000). A adoção do limite de 2°C se fundamenta na constatação de que em noites com ocorrência de geada, a diferença média entre as temperaturas mínimas do ar observadas em abrigo meteorológico e as temperaturas mínimas obtidas nas folhas do caféiro, é da ordem de 5,6° C (FAGNANI & PINTO, 1981).

A utilização de modelos probabilísticos adequados introduz precisão matemática, permitindo estudos mais consistentes de séries históricas de dados. CAMARGO et al. (1993) testaram vários modelos probabilísticos e definiram

que o modelo de “distribuição de valores extremos” foi o que apresentou o melhor ajustamento entre as frequências observadas e estimadas considerando dados de temperaturas mínimas absolutas para diversas regiões do Estado de São Paulo.

O objetivo do trabalho foi estimar e comparar as probabilidades de ocorrência de temperaturas mínimas mensais e anual adversas à agricultura em diferentes períodos da série histórica de 111 anos (1890/2000) de Campinas, SP.

### 2. Material e métodos

Considerou-se séries de dados de temperaturas mínimas absolutas mensais (maio, junho, julho, agosto e setembro) e anual, observadas no posto meteorológico do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), localizado no município de Campinas, SP (lat. 22° 54'S, long. 47° 05'W, alt. 674m) no período de 111 anos, 1890 a 2000, divididos nos seguintes períodos: 1890/2000 (111 anos), 1890/1910 (21 anos), 1911/1940 (30 anos), 1941/1970 (30 anos) e 1971/2000 (30 anos).

Os níveis de risco de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas, correspondentes a geadas, foram estimadas utilizando-se o modelo “distribuição de valores extremos”. Os parâmetros “ $\alpha$ ” e “ $\beta$ ” foram estimados pelo método “Lieblein” proposto por THOM (1966). Para a verificação do ajuste entre as frequências de temperaturas mínimas observadas e estimadas adotou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov a 5%.

### 3. Resultados e discussão

Pelo teste de Kolmogorov-Smirnov constatou-se um bom ajuste entre as frequências acumuladas observadas e as estimadas pela distribuição de valores extremos para todos os períodos analisados.

Ao se analisar as temperaturas mínimas absolutas ocorridas a nível mensal e anual, observa-se (Fig.1) que os períodos mais recentes, de 1971/2000 e 1941/1970, apresentaram os dados médios mais elevados, especialmente 1971/2000, enquanto o período de 1890/1910 apresentou os menores valores, tanto em nível mensal como anual. Observa-se nitidamente esta evolução a nível anual, com valores de 2,9°C (189/1910), 3,6°C (1911/1940), 4,2°C (1941/1970) e 4,4°C (1971/2000). Para os períodos considerados. Estes resultados sugerem que houve uma tendência marcante no aumento das médias de temperaturas mínimas absolutas desde 1890 até 2000, indicando menores ocorrências de geadas nas últimas décadas.

<sup>1</sup> Aluna do Curso de Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical, área de concentração Tecnologia da Produção Agrícola, do Instituto Agrônomo (IAC), 13001-970 Campinas, SP. Bolsista da Fundación Mapfre Estúdios.

<sup>2</sup> Dr. Centro de Ecofisiologia e Biofísica, Instituto Agrônomo (IAC), 13001-970 Campinas, SP. Email: [mcamargo@iac.sp.gov.br](mailto:mcamargo@iac.sp.gov.br). Bolsista do CNPq.

<sup>3</sup> Aluna do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental da PUC-Campinas. Estagiária do Centro de Ecofisiologia e Biofísica, IAC. Bolsista do PNP&D/Embrapa-Café.

Entretanto, quando se estima as probabilidades de ocorrência das temperaturas mínimas absolutas para os mesmos períodos, utilizando o modelo de distribuição de valores extremos, observa-se (Fig.2) que o período 1971/2000 apresentou maiores probabilidades na faixa de  $-1,0$  a  $1,5^{\circ}\text{C}$ . A partir de  $3^{\circ}\text{C}$  as probabilidades se invertem em relação aos demais períodos, indicando menores probabilidades de ocorrência. O período de 1891/1910 apresentou as maiores probabilidades a partir de  $1,5^{\circ}\text{C}$ .

As probabilidades a nível mensal e anual, considerando temperatura de  $2,0^{\circ}\text{C}$ , indicativa de início de danos de geada para muitas culturas, como café e cana-de-açúcar, podem ser observadas na Figura 3. As maiores probabilidades mensais foram obtidas pelo período de 1971/2000 durante os meses de junho e julho, e pelo período de 1971/2000 durante os meses de maio e agosto. Entretanto, quando se analisa a nível anual, independente do mês, o período que apresentou as maiores probabilidades de ocorrência de geada foi 1891/1910, com 34,2%, indicando assim que a cada 10 anos, ocorreu risco de geadas em pelo menos 3 anos. O período de 1941/1970 apresentou a menor probabilidade (18,4%). Os demais períodos, 1911/1940 (24,5%), 1971/2000 (24,3%) e o período total de 1891/2000 (24,4%) apresentaram probabilidades muito próximas.

#### 4. Conclusão

Apesar dos valores de temperaturas mínimas absolutas médias indicarem um aumento progressivo desde 1890 até 2000, os valores de probabilidade anual estimados a partir de modelo estatístico apropriado indicaram uma grande variabilidade entre os períodos históricos analisados. O período mais recente (1971/2000) apresentou probabilidade (24,2%) muito próxima do período de 1911/1940 (24,5%) e do período integral considerado, 1891/2000 (24,4%). O período de 1891/1910 apresentou as maiores probabilidades (34,2%) e o período de 1941/1970 as menores (18,4%).

#### 5. Referências bibliográficas

- ARRUDA, H.V.; 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., 1981, Pelotas. Anais. Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, p.143-145, 1981.
- CAMARGO, A.P. Frequências das geadas excepcionais como as de julho de 1975. In: Seminário Internacional sobre Climatologia no Hemisfério Sul, Campinas, 1977. Resumos. Campinas, p. 1-3, 1977.
- CAMARGO, M.B.P.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; ALFONSI, R.R.; ORTOLANI, A.A.; BRUNINI, O. Probabilidades de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas mensais e anual no Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, v.52, n.2, p.161-168, 1993.
- CAMARGO, M.B.P.; ALFONSI, R.R.; CAMARGO, A.P.; MELLO, M.H.A.; ASTOLPHO, F. Geadas severas na região cafeeira de Campinas-SP de 1891-2001 e sua relação com o fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS). *Revista*

Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, RS, v.10, n.1, p.123-127, 2002.

- 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., 1981, Pelotas. Anais. Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, p.139-142, 1981.
- PINTO, H.S.; ZULLO JUNIOR, J.; BRUNINI, O.; ALFONSI, R.R.; CAMARGO, M.B.P.; CORAL, G.; BARBANO, M.T. Um modelo para estimativa de danos causados por geadas em cafezais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. Resumos Expandidos. Embrapa Café, p.120-122, 2000.
- THOM, H.C.S. Some methods of climatological analysis. Geneva, World Meteorological Organization. WMO, 199, Technical Note, 81. 53p., 1966.

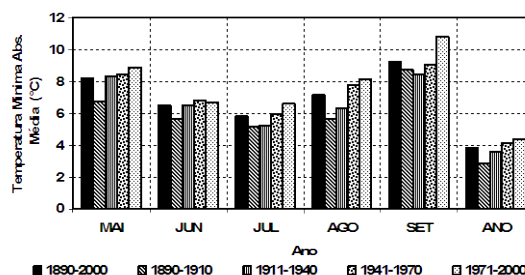


Figura 1. Temperaturas mínimas absolutas mensais e anual médias de Campinas, SP em diferentes períodos de anos entre 1890 e 2000.

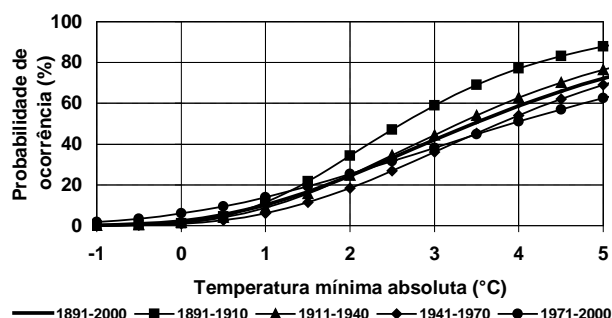


Figura 2. Probabilidades estimadas de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas anuais entre  $-1$  e  $5^{\circ}\text{C}$  para diferentes períodos de anos entre 1890 e 2000 para Campinas, SP.

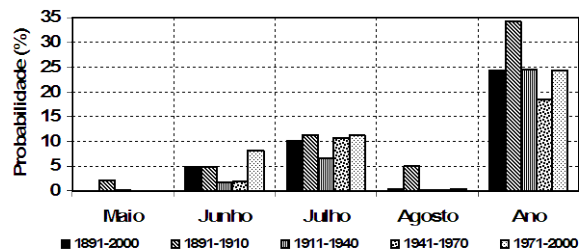


Figura 3. Probabilidades estimadas de ocorrência de temperatura mínima absoluta de  $2,0^{\circ}\text{C}$ , a nível mensal e anual, durante diferentes períodos de anos entre 1890 e 2000 para Campinas, SP.