

MAPEAMENTO DOS RISCOS MENSIS DE OCORRÊNCIA DE GEADAS NO ESTADO DE SÃO PAULO¹

Fabiane Astolpho², Marcelo Bento Paes de Camargo³, Wander José Pallone Filho⁴

ABSTRACT - The greater accuracy on the frost occurrence probability establishment, based on historical data obtained from a larger agrometeorological network, appropriated probabilistic model and modern mapping technical can provides assistance for agricultural risk studies. The probabilistic model "normal distribution" was used to estimate the punctual risks of monthly different minimum air temperatures for 28 localities of the State of São Paulo, Brazil. A digital elevation model previously developed with remote sensing and GIS techniques were used to map the estimated probabilities of frost occurrence. Multiple regression equations were developed to estimate the regional probabilities, based on altitude, latitude and longitude informations, that showed R² coefficients between 0.70 and 0.86. The estimated probabilities were spacialized using the GIS "Idrisi", based on a digital elevation model (altitude) and geographical coordinates (latitude and longitude). The multiple regression equations generated continuous pixel-to-pixel variations for different classes of probability of occurrence of absolute minimum air temperature. Two maps are presented showing the spatial variability of the frost risk occurrence with minimum temperatures below 2°C for June and July.

INTRODUÇÃO

Durante o inverno, o agricultor paulista sofre com eventuais danos sérios nos seus cultivos devido a ocorrência de geadas severas. A informação na forma de "porcentagens de risco" (GRODZKY et al., 1996) da época de ocorrência de geadas é importante para o planejamento das atividades agrícolas. Podem-se estimar os riscos de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas em diferentes períodos do ano a partir de séries históricas de informações. Para isso utilizam-se modelos probabilísticos adequados, os quais introduzem precisão matemática permitindo mapeamentos regionais mais consistentes das probabilidades de incidência de temperaturas mínimas absolutas e conseqüentes danos causados por geadas para diferentes culturas. Outra vantagem de utilização dos modelos probabilísticos está no fato de que preenchem as lacunas de ocorrência de dados e podem ser usados para estimar a probabilidade de ocorrência em função de coordenadas geográficas, como latitude, longitude e altitude, e serem extrapoladas para regiões com as mesmas condições e que não dispõem de estações meteorológicas.

A aplicação dos modelos obtidos em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) possibilita a geração de mapas com riqueza de detalhes (VALERIANO e PICINI, 2000). Assim, é possível o estabelecimento de probabilidades de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas adversas à agricultura de forma mais precisa pelo uso de maior rede de postos agrometeorológicos, modelos probabilísticos apropriados e técnicas

modernas de mapeamento. Visando subsidiar atividades de seguro rural e de planejamento agrícola, o objetivo principal deste estudo foi estimar e mapear os riscos de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas mensais (maio, junho, julho, agosto e setembro) adversas à agricultura para o Estado de São Paulo, baseadas em modelo probabilístico apropriado e SGI, utilizando técnicas de interpolação e modelagem numérica.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados séries de dados de temperaturas mínimas absolutas do ar dos meses de maio, junho, julho, agosto e setembro referentes a 28 postos meteorológicos das redes do IAC (21), INMET (5), ESALQ/USP (1) e UNESP (1) do período de 1971 a 2000 (30 anos). Para estimativas das probabilidades pontuais de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas inferiores a 1°C e 2°C, utilizou-se o modelo de distribuição Normal, que segundo ASTOLPHO (2003), apresenta estimativas consistentes a nível mensal.

Devido à deficiência de estações meteorológicas com séries longas, utilizou-se o método de regressão "stepwise" para determinar o conjunto de variáveis independentes (altitude, latitude e longitude) que melhor explicam a variável dependente "probabilidade mensal". As equações obtidas das análises de regressão múltipla foram operadas espacialmente (0% < prob < 100%) no SIG "Idrisi", com a entrada das imagens digitais de altimetria, latitude e longitude do Estado de São Paulo. As altitudes foram utilizadas de VALERIANO et al., (2002), cujo resultado foi um mapa base altimétrico obtido por sensoriamento remoto orbital, da plataforma RADARSAT 1. A imagem obtida é composta de 1321 colunas e por 841 linhas, resultando em 1.110.961 pontos, e com resolução espacial de 800 metros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta as probabilidades pontuais estimadas pelo modelo de distribuição Normal de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas inferiores à 2°C para os meses de maio a setembro. A diversidade topográfica que o Estado de São Paulo apresenta, leva a probabilidades bem distintas em municípios que se encontram praticamente na mesma latitude e longitude, como Ubatuba, Pindamonhangaba e Campos do Jordão, mas que se encontram em altitudes bem distintas.

O método de regressão passo a passo em análise parcial selecionou a variável independente altitude como significativa (P<0,05) para os 5 meses estudados individualmente. As variáveis latitude e longitude não apresentaram significância (P>0,05). Estes resultados são semelhantes aos encontrados por

¹ Trabalho parcialmente financiado pela Fundación Mapfre Estúdios, Madrid, Espanha.

² Aluna do Curso de Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto Agrônomo (IAC). Bolsista da Fundación Mapfre Estúdios, Espanha.

³ Instituto Agrônomo (IAC), 13001-970 Campinas, SP (mcamargo@iac.sp.gov.br). Com bolsa de produtividade científica do CNPq.

⁴ Centro de Informações Agropecuárias (CIAGRO), Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), Campinas, SP.

GRODZKY et al. (1996) e MASSIGNAM e DITTRICH (1998), que verificaram que a ocorrência de geadas é mais função da altitude, e em segundo plano da latitude e longitude. Quando se considera a regressão múltipla, os coeficientes de determinação ficaram mais elevados (0,70–0,86) do que quando considerada individualmente a altitude (0,66–0,79). Por essa razão se decidiu pelo uso da regressão múltipla para determinar as probabilidades visando o mapeamento mais consistente do Estado de São Paulo. Assim, a regressão calculada em SIG permitiu interpolar os dados de probabilidades de ocorrência de temperaturas mínimas para todos os outros pontos onde não há estações meteorológicas.

Como exemplo, na Figura 1 é mostrado o mapeamento das probabilidades de ocorrência de temperaturas inferiores a 2°C para os meses de junho e julho, com isolinhas classificadas de 20 em 20%. Os mapeamentos apontam probabilidades superiores a 80% nas regiões de altitude superior a 1.000 m na Serra da Mantiqueira. Na região central, as probabilidades mensais ficaram entre 20 e 40%, enquanto na região noroeste as probabilidades foram inferiores a 20%.

O modelo probabilístico “distribuição Normal” apresentou boa aderência nas estimativas das probabilidades mensais, que conjuntamente com o uso de técnicas apropriadas de regressão, SGI, interpolação e modelagem numérica, permitiram a obtenção de mapeamentos consistentes de riscos mensais de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas para o Estado de São Paulo.

REFERÊNCIAS

Astolpho, F. *Estimativa e mapeamento de probabilidades de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas do ar adversas à agricultura paulista*. Campinas, 2003. 99p. Dissertação: Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical, IAC, Campinas.

Grodzki, L.; Caramori, P. H.; Bootsma, A. et al. Riscos de ocorrência de geada no Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 93-99, 1996.

Massignam, A.M.; Dittrich, R.C. Estimativa do número médio e da probabilidade mensal de ocorrência de geadas para o Estado de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 6, n. 2, p. 213-220, 1998.

Valeriano, M. de M.; Picini, A. G. Uso de Sistema de informação geográfica para a geração de mapas de médias mensais de temperatura do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 8, n. 2, p. 255-262, 2000.

Valeriano, M. de M.; Melo, A. R. de; Sarraipa, L. A. dos S. et al. Formação de base topográfica digital (1:1.000.000) do Estado de São Paulo com dados RADARSAT-1. *Acta Scientiarum*, Maringá, PR, v. 24, n. 6, p. 2002.

Tabela 1 - Probabilidades (%) pontuais estimadas para 28 localidades paulistas, pelo modelo de distribuição Normal de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas inferiores a 2°C, referentes aos meses de maio, junho, julho, agosto e setembro.

Localidade	Probabilidades (%)				
	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro
Adamantina	0,7	11,1	15,0	3,9	0,0
Araçatuba	0,5	7,2	12,7	3,4	0,0
Assis	7,8	29,5	30,8	12,7	0,0
Barretos	0,4	6,4	8,7	1,8	0,0
Campinas	1,1	6,7	8,5	1,0	0,0
Campos do Jordão	82,0	97,3	97,8	97,2	78,8
Capão Bonito	4,0	32,7	27,2	17,2	0,4
Cordeirópolis	1,9	10,2	22,0	8,4	0,1
Franca	2,7	13,1	14,2	3,3	0,0
Gália	11,7	34,1	44,8	24,9	0,2
Itararé	22,9	59,2	51,8	42,2	2,4
Jaboticabal	0,5	4,7	7,6	0,8	0,0
Jaú	1,4	8,9	15,2	2,3	0,0
Jundiaí	3,7	24,2	22,8	6,6	0,7
Manduri	13,4	44,7	46,3	16,6	0,8
Mococa	0,8	6,7	12,0	2,9	0,0
Monte Alegre do Sul	1,6	18,5	19,5	6,6	0,2
Nova Odessa	0,9	20,3	23,9	2,9	0,3
Pariqueira Açu	0,2	4,3	4,7	1,7	0,0
Pindamonhangaba	2,8	32,2	27,5	10,5	1,3
Pindorama	0,7	8,5	16,7	2,3	0,0
Piracicaba	2,5	17,2	17,9	3,8	0,1
Presidente Prudente	0,9	6,1	13,4	3,7	0,0
Ribeirão Preto	0,8	10,7	14,1	2,6	0,0
Tatuf	7,7	34,0	33,4	12,5	0,6
Tietê	1,6	17,8	18,3	4,7	0,0
Ubatuba	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
Votuporanga	0,1	10,3	12,5	0,5	0,0

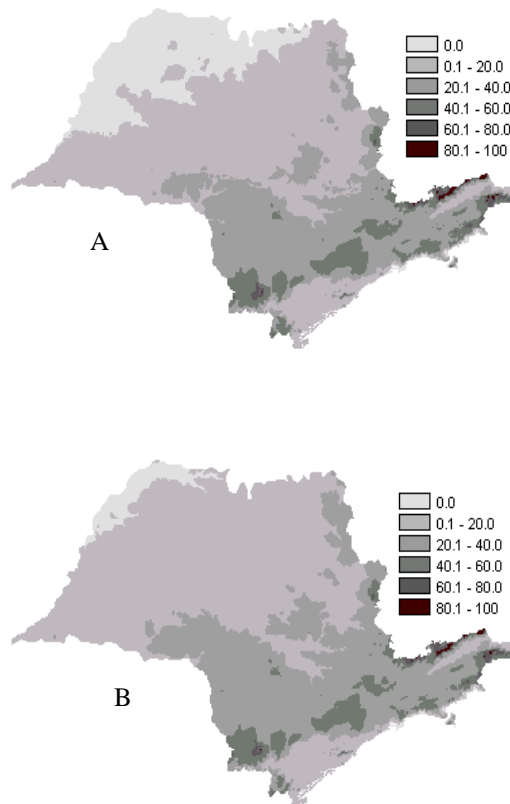


Figura 1: Probabilidades (%) estimadas de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas inferiores a 2°C a partir de modelos probabilístico e digital de elevação, para os meses de junho (A) e julho (B), no Estado de São Paulo.