

PREVISÃO CLIMÁTICA DE GEADAS PARA O PARANÁ

Marcelo B. ZAICOVSKI¹, Mário F. L. de QUADRO² e Alexandre K. GUETTER³

RESUMO

Apresenta-se um procedimento para fornecer ao usuário previsões climáticas do risco de ocorrências de geadas por período de dez dias e horizonte de previsão de trinta dias. O sistema para previsão climática de geadas depende de duas fontes de dados: (1) monitoramento das temperaturas mínimas pela rede telemétrica do Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) e (2) séries históricas de observações de temperatura mínima das estações meteorológicas do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR). As séries históricas de temperatura mínima fornecem informações climatológicas para três componentes do sistema: (1) monitoramento em tempo real das anomalias de temperatura mínima, (2) definição de ocorrência de geada correspondendo à situação em que a temperatura mínima de abrigo meteorológico seja igual ou inferior a 3 °C, e (3) associação condicionada entre a média mensal de temperatura mínima e o número esperado de ocorrência de geadas. A operação do sistema de previsão de risco de geadas no Paraná estima o número de geadas esperadas para cada um dos três decêndios da previsão condicionadas à categoria em que se classifica a temperatura mínima monitorada. A visualização do monitoramento da temperatura mínima e das previsões de geada por decêndio é obtida através de um conjunto de quatro mapas gerados automaticamente pela operação do sistema.

PALAVRAS CHAVE: Geada, Previsão Climática, Risco Climático

INTRODUÇÃO

O objetivo desse estudo é o de fornecer ao usuário previsões climáticas do risco de ocorrências de geadas por período de dez dias e horizonte de previsão de trinta dias. O sistema para previsão climática de geadas depende de duas fontes de dados: (1) monitoramento das temperaturas mínimas pela rede telemétrica do Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) e (2) séries históricas de observações de temperatura mínima das estações meteorológicas do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR). As séries históricas de temperatura mínima fornecem informações climatológicas

¹ Meteorologista. Sistema Meteorológico do Paraná, SIMEPAR. Caixa Postal 318, 80001-970, Curitiba, PR. E-mail: brauer@simepar.br

² Meteorologista. Sistema Meteorológico do Paraná, SIMEPAR. Caixa Postal 318, 80001-970, Curitiba, PR. E-mail: mario@simepar.br

³ Dr., Pesquisador Consultor. Sistema Meteorológico do Paraná, SIMEPAR. Caixa Postal 318, 80001-970, Curitiba, PR. E-mail: guetter@simepar.br

para três componentes do sistema: (1) monitoramento em tempo real das anomalias de temperatura mínima, (2) definição de ocorrência de geada correspondendo à situação em que a temperatura mínima de abrigo meteorológico seja igual ou inferior a 3 °C, e (3) associação condicionada entre a média mensal de temperatura mínima e o número esperado de ocorrência de geadas.

A operação do sistema de previsão de risco de geadas no Paraná automatiza os procedimentos: (1) monitoramento da média de temperatura mínima para o período de 30 dias que antecedem o ponto de partida da previsão, (2) classificação se a média da temperatura mínima monitorada está em uma das três categorias: abaixo-do-normal, normal, e acima-do-normal para cada estação telemétrica, (3) estimativa do número de geadas esperadas para cada um dos três decêndios da previsão condicionado à categoria em que se classifica a temperatura mínima monitorada, (4) visualização do monitoramento da temperatura mínima (um mapa) e das previsões de geada por decêndio (três mapas) através de um conjunto de quatro mapas que são atualizados a cada dez dias.

A geada é um fenômeno freqüente em determinadas regiões do Paraná. A região Sul do Estado podem sofrer geadas no período abril-setembro, a região centro-oeste no período maio-agosto, enquanto que as regiões nordeste e norte sofrem geadas com menor freqüência, tendo os meses de junho-julho como período crítico. O efeito das geadas é devastador para várias culturas, particularmente para cafezais se não tiverem proteção adequada (Caramori e Manetti, 1993). A caracterização da geada usa a temperatura de relva. Contudo, normalmente se emprega uma correlação entre temperatura de relva e temperatura em abrigo meteorológico com a série de temperaturas mínimas de abrigo para se identificar períodos de geada. Temperaturas mínimas de abrigo inferiores a 3 °C estão associadas com a ocorrência de geadas (Grodzki et al, 1996), e foi esse o critério adotado neste estudo para a caracterização de ocorrência de geadas no Paraná. Em Ponta Grossa, na região dos campos gerais do Paraná há registros de temperaturas mínimas inferiores a 3 °C durante o período de Maio a Agosto em 8,6% dos dias (de 1954 a 1996).

DADOS

Analisaram-se as séries diárias de temperatura mínima para um conjunto de quatorze estações meteorológicas mantidas pelo IAPAR. Selecionaram-se apenas as estações meteorológicas da rede de 33 estações do IAPAR que satisfizeram o seguinte critério: (1) índice de falha inferior a 1% e (2) período de observação superior a 20 anos. A Figura 1 ilustra a localização das estações selecionadas e indica a denominação das regiões do Estado do Paraná usadas nesse trabalho.

Os eventos de geadas registrados ocorreram durante o período de abril a outubro. Junho e julho são os meses que apresentam o maior número de ocorrências de geadas. O menor valor de

temperatura mínima diária do período de observação foi registrado no mês de julho em 18/07/1975, quando a temperatura mínima chegou a $-6,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ na Capital, Centro e Sul do Estado do Paraná.



FIGURA 1 – Localização das estações da rede do IAPAR utilizadas para a estimativa das estatísticas de geadas.

A análise das séries diárias de temperatura mínima (Guetter e Duquia, 1998 e Guetter e Zaicovski, 1998), com registros variando de 22 a 44 anos de observação, forneceu: (1) a climatologia mensal de temperaturas mínimas, (2) classificação das médias mensais de temperaturas mínimas nas categorias: acima-do-normal (tercil superior), normal (tercil médio) e abaixo-do-normal (tercil inferior da distribuição), (3) número esperado de ocorrência de geadas por decêndio condicionado à média da temperatura mínima mensal estar em uma das três categorias (acima-do-normal, normal, e abaixo-do-normal).

Dados de temperatura mínima das 32 estações meteorológicas automáticas componentes da rede telemétrica do SIMEPAR são usados em tempo real para o monitoramento da temperatura mínima média dos 30 dias mais recentes. A rede de estações telemétricas, mostrada na Figura 2, começou a operar em abril de 1997, e constitui a primeira fase de implantação. Os dados são coletados a cada 15 minutos, armazenados no “data-logger” e transmitidos a cada três horas, através do satélite GOES, para a central de recebimento localizada no prédio do SIMEPAR em Curitiba/PR.

As informações com resolução de 15 minutos são armazenadas num banco de dados ORACLE administrado pelo SIMEPAR e posteriormente disponibilizada como informação horária para as operações de tempo e clima. Os dados coletados passam por um processo de controle de qualidade, recebendo notas indicativas de sua qualidade que também são armazenadas no banco de dados. A análise das notas de qualidade permitem que o usuário aplique o seu próprio modelo de consistência de dados sobre as informações originais armazenadas no banco ORACLE.

O modelo de controle de qualidade é composto por quatro testes: 1) *amplitude*, que verifica se os dados encontram-se dentro dos limites climatológicos máximos e mínimos adotados para cada parâmetro; 2) *degrau*, analisando se a diferença entre dois dados consecutivos é compatível com o máximo estabelecido para cada parâmetro; 3) *persistência*, avaliando-se a permanência de determinado valor por um longo período de tempo; 4) *espacial*, comparando-os as estações vizinhas em um mesmo horário. As notas de qualidade são: 0 = dado aprovado; 1 = dado suspeito; 2 = dado com possível erro; 3 = dado reprovado.

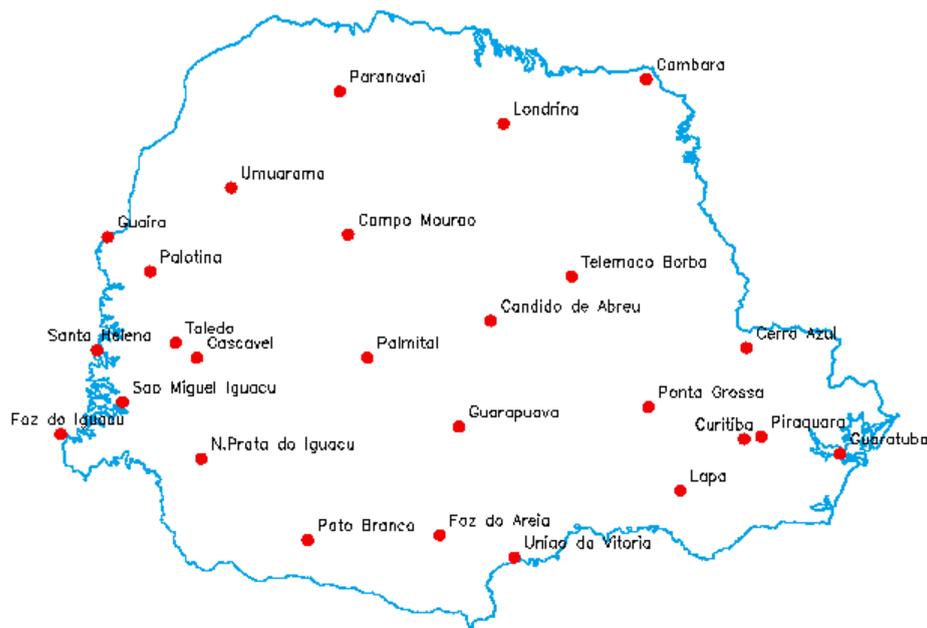


FIGURA 2 – Localização das estações meteorológicas automáticas da rede do SIMEPAR

METODOLOGIA

O primeiro elemento da previsão é a classificação da média mensal da temperatura mínima (T_{min}) em um ponto, denominada por W , nas categorias abaixo-do-normal, normal e acima-do-normal. As três categorias são definidas pela classificação de W em ordem decrescente para cada um dos doze meses do ano; o tercil superior da classificação corresponde à categoria acima-do-

normal, o tercil médio à categoria normal, e o tercil inferior à categoria abaixo-do-normal. Por exemplo, se tivermos uma estação com 30 anos de dados e formos definir os intervalos das categorias para o mês de abril, então o valor da temperatura média para o décimo valor da classificação ordinal corresponde ao limite entre as categorias acima-do-normal e normal, o vigésimo valor da classificação ordinal define o limite entre normal e abaixo-do-normal. Dessa forma definimos os limites das médias mensais de temperatura mínima para as três categorias. Cada estação e cada mês do ano têm os seus limites definidos individualmente.

O segundo elemento da previsão é a estimativa do número de ocorrências de geada por decêndios (dias 1-10, dias 11-20 e dias 21-30 de cada mês) condicionada à categoria da média mensal da temperatura mínima (descrito em Guetter e Zaicovski, 1998).

As estatísticas do risco de ocorrência de geadas por decêndio foram derivadas para as 14 estações do IAPAR. Contudo, o monitoramento de T_{min} em tempo-real é efetuado para a rede de 32 estações telemétricas do SIMEPAR. Para compatibilizar os dados de monitoramento de T_{min} das estações do SIMEPAR com as estatísticas do risco de ocorrência de geadas derivado para as estações do IAPAR, interpolaram-se os dados para uma grade comum às duas redes. A interpolação foi executada em duas fases, utilizando-se para isso o software de visualização e análise gráfica GrADS (Doty, 1985). A primeira fase consistia em interpolar as informações em ponto de grade (estações do SIMEPAR) para a localização das estações do IAPAR, obtendo com isso uma grade ajustada. O segundo passo consistiu em interpolar os dados para uma grade mais fina, obtendo uma distribuição espacial mais detalhada da informação. Foi utilizado o esquema de análise de Cressman, onde passagens múltiplas são feitas através da grade em subseqüentes raios de influência. A cada passagem, um novo valor é determinado para cada ponto de grade até que se determine o valor ótimo do raio de influência. Determina-se uma matriz de ponderação que estabeleça a relação entre os pontos de grade e os pontos de observação. A matriz de ponderação minimiza as diferenças entre o valor interpolado para o ponto de grade coincidente com a estação e o valor observado da estação.

RESULTADOS

A previsão climática de geadas é efetuada para períodos de 10 dias, chamados decêndios, num horizonte de previsão de 30 dias. Atualizam-se as previsões a cada 10 dias (dias 01, 11 e 21 de cada mês), sempre se avançando a previsão em 30 dias. O processo de previsão começa com a comparação do valor de temperatura mínima média mensal do mês em relação às categorias dos dados históricos, classificando-se a condição da estação (abaixo do normal, normal e acima do normal). A Figura 3 ilustra o procedimento de previsão, a parte superior das caixas com texto

indicam o período de monitoramento climático, a parte inferior o período da previsão (decêndios). O índice i representa o mês.

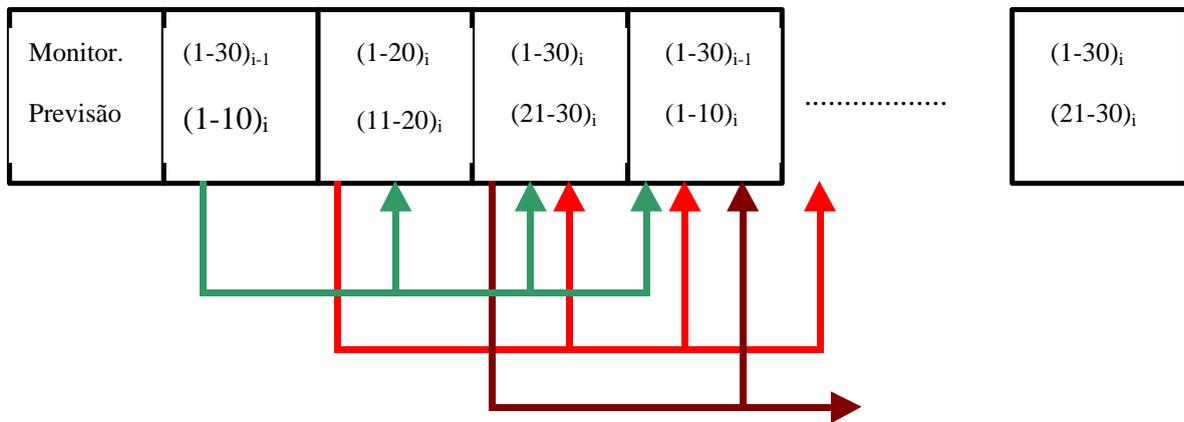


FIGURA 3 – Esquema de previsão climática de geadas.

A Figura 4 ilustra um exemplo dos resultados da previsão efetuada em 30/04/1999 para os decêndios 01-10/05, 11-20/05 e 21-30/05. O mapa superior esquerdo ilustra as anomalias da média de temperatura mínima para o período 01-30/04, expressas em °C como desvio da climatologia. Os pontos em que a T_{min} está na categoria “abaixo-do-normal” estão identificados com a letra “B”, “normal” com “N”, e “acima-do-normal” com “A”. O mapa superior direito apresenta o número esperado de geadas para o primeiro decêndio da previsão, o mapa inferior esquerdo a previsão para o segundo decêndio e o mapa inferior direito para o terceiro decêndio.

Foi efetuada a validação preliminar do procedimento para o outono-inverno de 1998, tendo apresentado resultados encorajadores. Contudo, o número de ocorrências de geadas para o período de validação foi reduzido, sendo necessária a expansão da validação para novas amostras que sejam independentes das séries usadas para derivar as estatísticas de risco.

CONCLUSÃO

A previsão climática do risco de geadas consiste na apresentação da distribuição espacial, para o Estado do Paraná, de quatro estimativas (W , v_1 , v_2 , v_3). A primeira estima a categoria da média mensal de T_{min} local (W), as três seguintes (v_1 , v_2 , v_3) o número esperado de dias de geada por decêndio.

A visualização das previsões subsidiam (1) o meteorologista que terá a informação climatológica sobre os períodos de maior risco de geada, monitorando com maior eficiência a situação dinâmica premonitória da entrada de massas polares, e (2) ao usuário que pode tomar decisões operacionais relativas ao risco de ocorrência de geadas com maior antecedência.

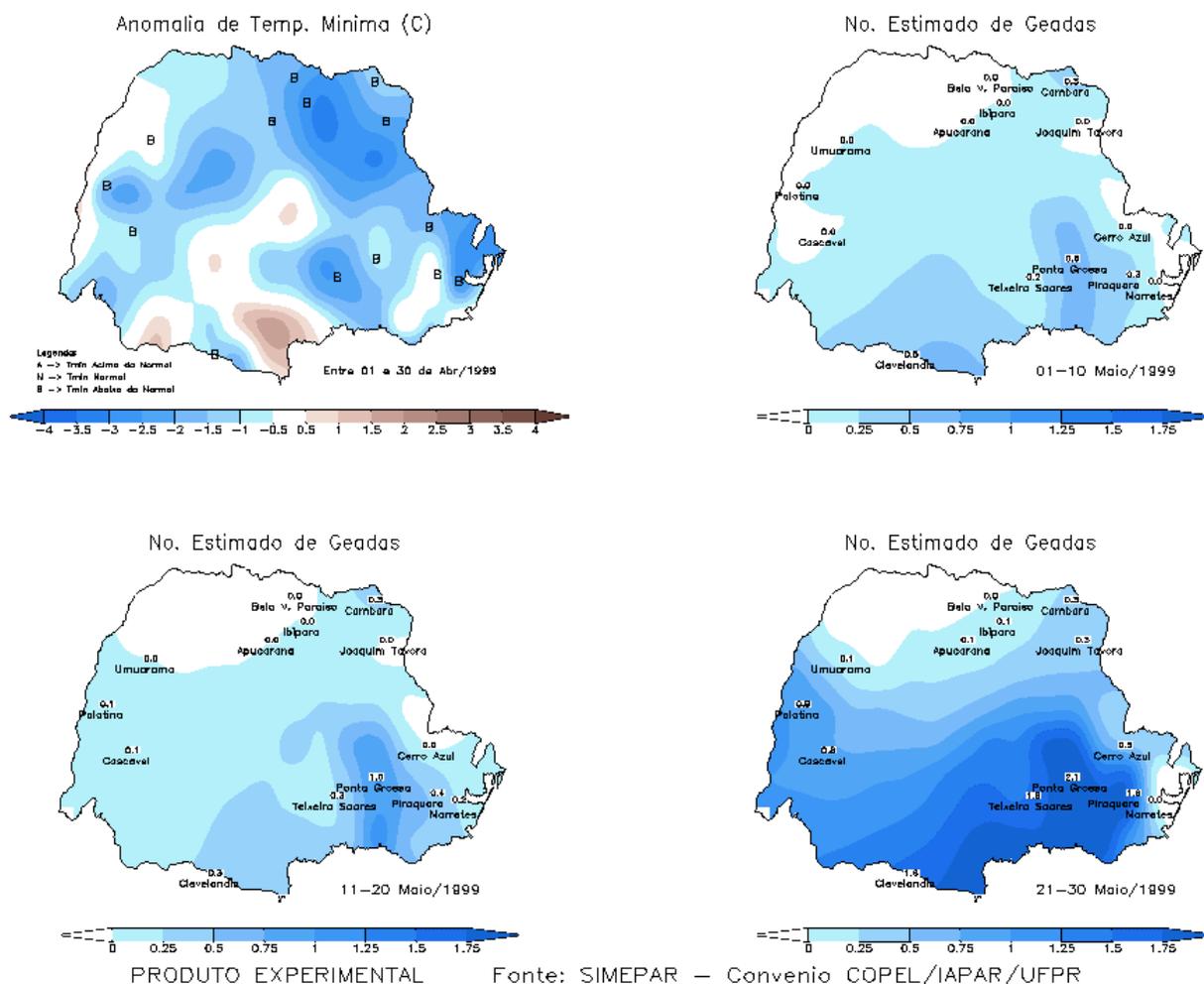


FIGURA 4. Exemplo do resultado de monitoramento das anomalias de temperatura mínima para o período 01-30/Abril/1999 e das previsões climáticas de geadas para maio/1999.

BIBLIOGRAFIA

- CARAMORI, P.H. e J. MANETTI FO, Proteção dos cafeeiros contra geadas. *IAPAR-Circular 79*, Londrina, IAPAR, 28 pp, 1993.
- DOTY, Brian, *Using the Grid Analysis and Display System - GrADS*. Center for Ocean-Land-Atmosphere Interactions (COLA), College Park, MD, University of Maryland, 1985.
- GRODZKI, L., P.H. CARAMORI, A. BOOTSMA, D. OLIVEIRA e J. GOMES, Riscos de Ocorrência de Geadas no Estado do Paraná. *Rev. Bras. Agrometeorol.*, **4**(1), 93-99, 1996.
- GUETTER, A.K. e C.G. DUQUIA, O Uso de Previsão Climática de Temperatura e o Prognóstico de Geadas. *Anais do X Congresso Brasileiro de Meteorologia, Brasília, 26-30 Outubro, 1998*.
- GUETTER, A.K. e M.B. ZAICOVSKI, Prognóstico Probabilístico da Ocorrência de Geadas no Paraná com o Uso de Previsões Climáticas e Climatologia Mensal das Temperaturas Mínimas. *Relatório Técnico no. 009/98*, SIMEPAR, Curitiba, PR, 62 pp, 1998.