



## RISCOS DE GEADA EM CENÁRIOS FUTUROS NO ESTADO DO PARANÁ

WILIAN DA S. RICCE<sup>1</sup>, PABLO R. NITSCHÉ<sup>2</sup>, JORIM S. VIRGENS FILHO<sup>3</sup>, DANILO A. B. SILVA<sup>4</sup>, PAULO H. CARAMORI<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Eng. Agrônomo, Dr., Bolsista de Pós-Doutorado Júnior do CNPq, UFPE/IAPAR, Londrina-PR, Fone (43) 3376-2405, wilianricce@gmail.com

<sup>2</sup>Eng. Agrícola, Msc., Pesquisador, IAPAR, Londrina – PR

<sup>3</sup>Matemático, Prof. Associado, UEPG, Ponta Grossa – PR.

<sup>4</sup>Cientista da Computação, IAPAR, Londrina – PR

<sup>5</sup> Eng. Agrônomo, PhD., Pesquisador, Agrometeorologia, IAPAR, Londrina-PR

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Pará, Belém, PA.

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho é gerar os riscos de ocorrência de geada para cenários futuros no estado do Paraná. Foram utilizados dados de estações meteorológicas do IAPAR com séries históricas que compreenderam um período de 30 anos para a parametrização do modelo. A partir dos dados ajustados em cada estação foram simuladas outras três séries de 30 anos em dois cenários climáticos, prevendo aumentos de 1,8°C e 4,0 °C. Foi calculada a probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas de abrigo iguais ou inferiores a 0°C para cada estação meteorológica nos cenários propostos e geraram-se os mapas de riscos em ambiente GIS. Percebe-se que em ambos cenários, os riscos de ocorrência de geada são diminuídos ao longo das décadas futuras, indicando que pode ocorrer diminuição das geadas no Paraná em permanecendo tendências de aquecimento global, com consequências em todo o zoneamento agrícola do estado.

**PALAVRAS-CHAVE:** aquecimento global, zoneamento agrícola, simulações, risco climático.

## FROST RISK IN FUTURE SCENARIOS IN THE STATE OF PARANÁ

**ABSTRACT:** The objective of this work is to generate the risks of frost for future scenarios in the state of Paraná. Model parameterization was accomplished IAPAR historical series of 30 years of daily observations from IAPAR network. Based on fitted parameters for each weather station, the model was used to simulate three other series 30 years in two climate scenarios, for increases of 1.8 °C and 4.0 °C. We calculated the probability of values minimum temperature equal to or below 0 °C for each weather station under the proposed scenarios and risk maps were generated in a GIS environment. It is noticed that for both scenarios, the risks of frost are diminished over the decades to come, indicating that frost occurrence may diminish in the state of Paraná if global warming trends remain, with consequences throughout the agricultural zoning status.

**KEYWORDS:** global warming, agricultural zoning, simulations, climatic risk.





## INTRODUÇÃO

Alterações climáticas são amplamente pesquisadas nos dias atuais, com enfoque especial no aquecimento global. Relatório do IPCC (2007) indica que este fenômeno irá alterar a frequência e a intensidade de eventos extremos, entre estes, a intensidade de precipitações, vendavais, ocorrências de granizo e de geadas. Dentre todas as possíveis consequências associadas ao aumento da temperatura, a redução da frequência de ocorrência de geadas talvez seja um dos poucos fenômenos benéficos ao setor agrícola, pois prejuízos seriam evitados em várias culturas, como por exemplo: café, milho, trigo, hortaliças e pastagens, entre outras.

Utilizando modelos computacionais de simulações das mudanças climáticas, Nobre (2001), sugeriu a possibilidade de alterações da temperatura no Brasil na ordem de 4 a 6 °C para o final do século, fato este que gera incertezas quanto às possíveis modificações nas frequências de eventos extremos. Na mesma linha de simulações, Blain (2011) verificou redução no risco de danos agrícolas associados ao evento geada, uma vez que a probabilidade de ocorrência associada, decresce ao longo dos anos 2020 a 2050, para o município de Campinas – SP.

Tendo em vista os possíveis impactos gerados nas atividades agrícolas com a ocorrência de geadas, este trabalho objetiva levantar os riscos deste fenômeno em cenários futuros para o Estado do Paraná.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados dados de 27 estações meteorológicas do IAPAR, com séries históricas em diversas localidades, compreendendo um período de 30 anos (1980-2009). Estas foram utilizadas para parametrização do modelo PGECLIMA\_R (Virgens Filho et al., 2011a; Virgens Filho et al., 2011b). Com base nesse modelo simularam-se outras três séries futuras de dados diários de temperatura mínima do ar. Na simulação dos cenários climáticos, foram utilizados dois cenários publicados no 4º relatório do IPCC (IPCC, 2007) sobre mudanças climáticas, onde no melhor cenário é projetado um aumento de 1,8 °C e no pior cenário um acréscimo médio de 4,0 °C até o final de 2099 na média global da temperatura do ar. Assim, numa primeira análise, foram geradas séries diárias de temperatura do ar com acréscimos proporcionais ao período escalonado de tempo, de maneira que os valores diários de temperatura poderiam ser expressos por:

$$\text{TempDiaPert} = \text{TempDia}_i + C_j \text{ K} / 90 \quad (1)$$

em que, TempDiaPert é a temperatura mínima do ar gerada com perturbação pelo PGECLIMA\_R para cada dia simulado na série; TempDia é a temperatura gerada para cada dia do mês  $i$  sendo que  $i=1,2,\dots,12$ ;  $C$  é o valor do acréscimo (em °C) no cenário, de maneira que quando com  $j=1$ ,  $C=1.8$  e, quando  $j=2$   $C=4.0$ ;  $K$  é a fração do período simulado que assume valores de 1 a 90, o que significa que o aumento total projetado para a temperatura (máxima ou mínima) em cada mês e localidade, conforme o cenário simulado, só se efetivará no ano de 2099.

Foi calculada a probabilidade de ocorrência de valores iguais ou inferiores a 0°C para cada estação meteorológica para o cenário atual (até 2009) e para os cenários futuros nos períodos: 2010 a 2039; 2040 a 2069 e 2070 a 2099. As análises futuras contemplam o pior (4°C) e melhor (1,8 °C) cenários. Os dados observados de temperatura mínima menores que 0°C foram

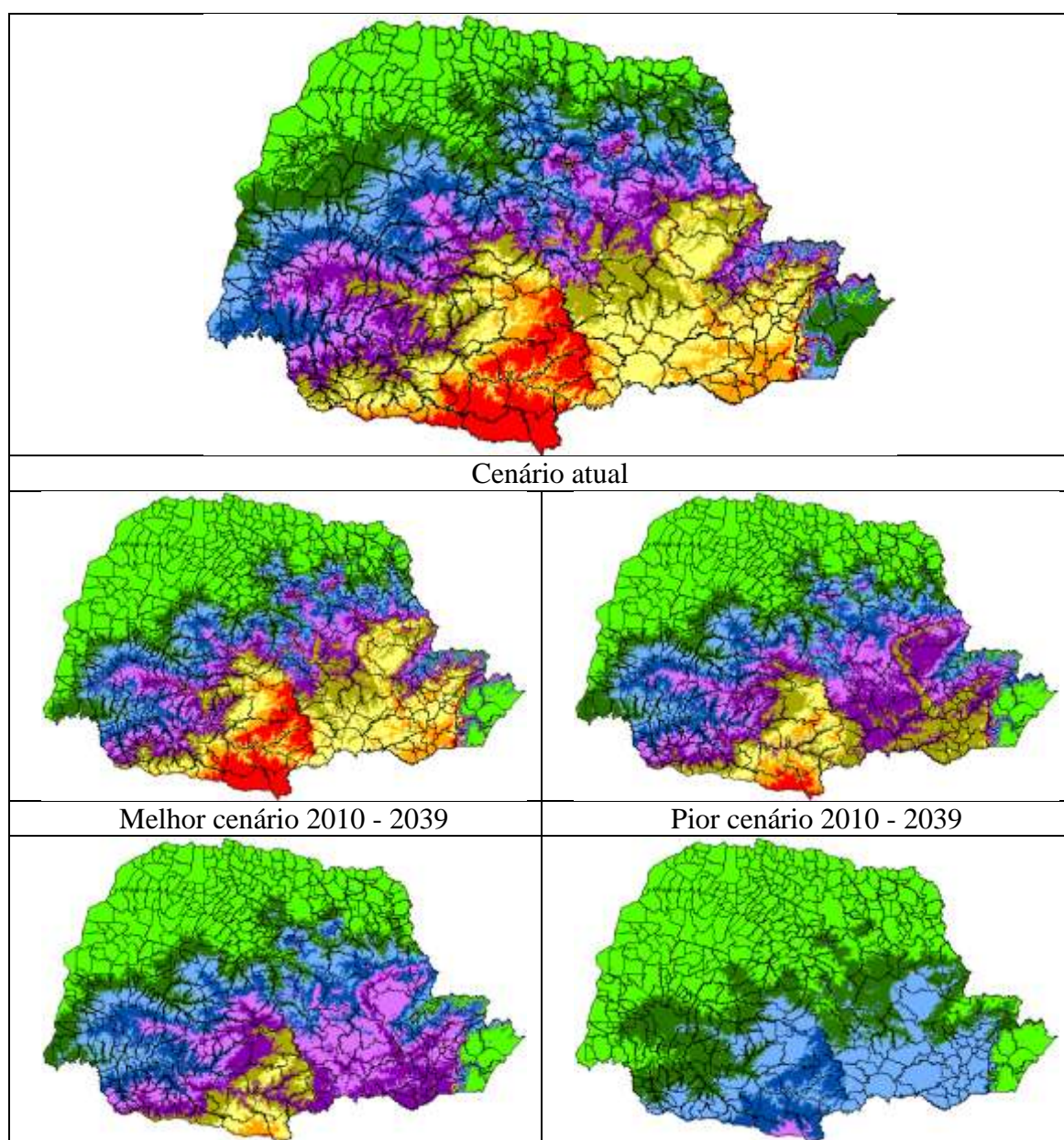




ajustados à distribuição de extremos. Foram obtidas equações de regressão entre as probabilidades de geada em função da latitude, longitude e altitude. Em um ambiente de sistema de informação geográfica (SIG) foram gerados mapas sobre malha de altitude SRTM 90m; uma vez que temperaturas mínimas menores que 0°C no abrigo meteorológico. Este limite inclui as geadas severas e severíssimas com potencial de dano para culturas sensíveis, com destaque para a cafeicultura (CAMARGO, 1975).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1 são apresentados os riscos de ocorrência de geadas para os cenários propostos.





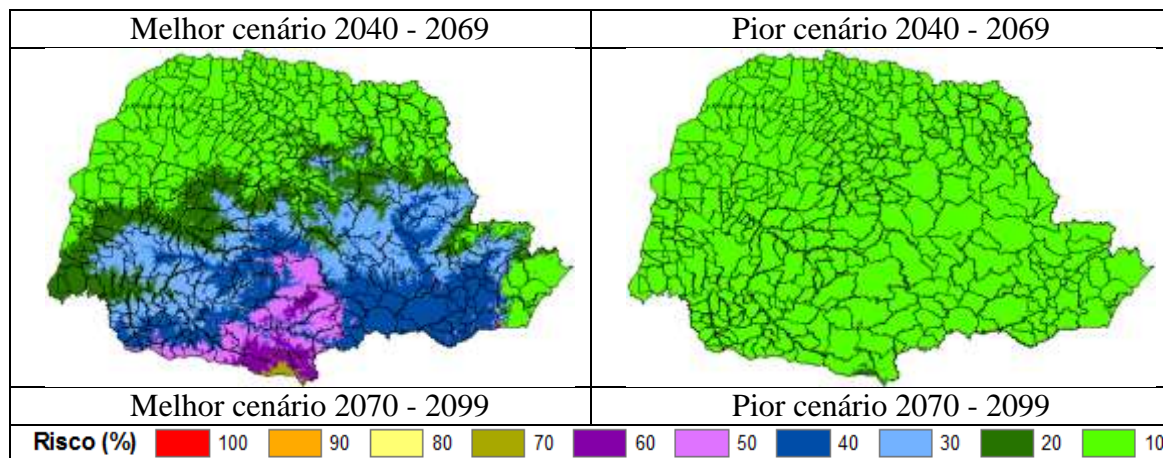


Figura 1. Risco de temperaturas inferiores a 0°C nos cenários atual e futuros para o estado do Paraná.

Percebe-se que tanto para o melhor cenário quanto para o pior cenário, os riscos de ocorrência de geada são diminuídos ao longo das décadas futuras. Atualmente o mapa gerado indica risco de geada  $\geq 70\%$  para a maior área territorial do Estado. Esta área é drasticamente reduzida (aproximadamente a 10% do estado) para o melhor cenário e 0% para o pior cenário.

Destaque para a região Sul do Estado, que hoje apresenta 100% de risco de geada. As simulações indicam que a partir da década de 2070, os riscos máximos são diminuídos para 70% a 10% para o melhor e pior cenário, respectivamente.

Estas simulações indicam que todo o zoneamento agrícola do Estado seria modificado, podendo acarretar profundas transformações nos cultivos e nas práticas agrícolas no Paraná. Algumas culturas seriam beneficiadas em função da ausência do risco de geada. Em contrapartida, outras culturas podem migrar para regiões fora do estado.

## CONCLUSÕES

As simulações realizadas indicam que pode ocorrer diminuição nos riscos de ocorrência de geadas no Paraná em sem confirmando as tendências de aquecimento global, com consequências significativas em todo o zoneamento agrícola do estado.

## REFERÊNCIAS

BLAIN, G.C. **Possível influência do aquecimento global na ocorrência de geadas. 2011.** Artigo em hipertexto. Disponível em: [http://www.infobibos.com/Artigos/2011\\_2/AquecimentoGlobal/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2011_2/AquecimentoGlobal/index.htm). Acessado em: 09/07/2013.

CAMARGO, A.P. Características das geadas excepcionalmente severas de julho de 1975. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 3., 1975, Curitiba. **Resumos...** Curitiba, 1975. p.250-252.





XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA  
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia  
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013  
Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade  
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia



IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis-Contribution of Working Group 1 to the IPCC Fourth Assessment Report.** Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2007. 996p.

NOBRE, C.A. **Mudanças climáticas globais: possíveis impactos nos ecossistemas do país.** Parcerias Estratégicas, Vol. 6, nº 12, 2001.

VIRGENS FILHO, J.S.; FÉLIX, R.P.; LEITE, M.L.; TSUKAHARA, R.Y. PGECLIMA\_R: Gerador estocástico para simulação de cenários climáticos brasileiros. I – Desenvolvimento do gerenciador do banco de dados climáticos. In: XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2011, Guarapari, **Anais...** Guarapari, Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, p.1-5, 2011.

VIRGENS FILHO, J.S.; OLIVEIRA, P.M.; LEITE, M.L.; TSUKAHARA, R.Y. PGECLIMA\_R: Gerador estocástico para simulação de cenários climáticos brasileiros. II – Automação da análise estatística e validação dos dados simulados. In: XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2011, Guarapari, **Anais...** Guarapari, Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, p.1-5, 2011.

