

# IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA EVATRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA EM SANTA CATARINA

Angelo Mendes Massignam<sup>1</sup>; Claudia G. Camargo<sup>2</sup>; Cristina Pandolfo<sup>3</sup>, Daniel A. Malandrini<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, PhD, Epagri/Ciram Rodovia Admar Gonzaga, 1.347, 88034-901 Florianópolis – SC. Fone: (48) 3239 8015. E-mail: massigna@epagri.sc.gov.br.

<sup>2</sup> Meteorologista, Dra., Bolsista Epagri/Ciram, Florianópolis, SC

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Dr, Epagri/Ciram Rodovia Admar Gonzaga, 1.347, 88034-901 Florianópolis – SC

<sup>4</sup> Técnico em Meteorologia, Bolsista Epagri/Ciram, Florianópolis, SC

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011  
– SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES

**Resumo:** O objetivo deste estudo foi simular os impactos das mudanças climáticas na evapotranspiração de referência do Estado de Santa Catarina, Brasil. Foram gerados o clima presente (1961-90) e os cenários futuros de emissão de gases de efeito estufa B2 e A2 para os anos de 2071 a 2100 usando o sistema integrado de modelagem regional HADRM3P. Os cenários futuros mostraram um aumento da evapotranspiração de referência para o Estado de Santa Catarina e este aumento é maior no Oeste, seguida no litoral catarinense e no verão.

**Palavras chaves:** PRECIS, cenário, modelo HadRM3P.

## **Effect of climate change on potential evapotranspiration in Santa Catarina State, Brazil**

**Abstract:** The objective of this study was to simulate the impacts of climate change on potential evapotranspiration in Santa Catarina State, Brazil. It was generated the current climate (1961-90) and future scenarios of emissions of greenhouse gases B2 and A2 for the years 2071 to 2100 using the integrated regional model HadRM3P. The future scenarios show an increase in the potential evapotranspiration but this increase is greater in the West region, following the sea coast of Santa Catarina State and in the summer time.

**Keywords:** PRECIS; scenario, HadRM3P model.

## **Introdução**

As mudanças climáticas têm potencial de alterar o balanço hídrico de uma determinada região pelo impacto direto na alteração dos regimes das precipitações ou da evapotranspiração. O objetivo deste estudo foi os impactos das mudanças climáticas na evapotranspiração de referência do Estado de Santa Catarina, Brasil.

## **Material e Métodos**

Os dados mensais e anuais de evapotranspiração referência (ET<sub>o</sub>) foram estimados pelas equações publicadas por Massignam e Pandolfo (2006). Foram gerados o clima presente (1961-90) e os cenários de emissão de gases de efeito estufa futuros B2 e A2 para os anos de 2071 a 2100, simulados pelo modelo regional HadRM3P, o qual faz parte do sistema integrado de modelagem regional PRECIS (Providing Regional Climates for Impacts Studies). O modelo climático regional do *Hadley Center*, o HadRM3P, é baseado na versão

mais recente do HadCM3, o qual possui uma resolução espacial de aproximadamente 50 km (0,44° x 0,44° lat/log), com 19 níveis na vertical (da superfície até 30 km na estratosfera) e 4 níveis no solo.

A FAO recomenda a adoção do método de Penman-Monteith para a estimativa da ETo (ALLEN et al., 1998). Entretanto, devido a baixa densidade de estações meteorológicas completas para a estimativa da ETo através do método de Penman-Monteith optou-se pelo cálculo da estimativa da ETo pelo método de Thornthwaite. Maiores detalhes dos cálculos são descritos em Massignam e Pandolfo (2006).

Os mapas climáticos foram representados através do uso do software ArcGIS 9.2, mostrando a evolução espacial e temporal destas variáveis, utilizando como interpolador o método *IDW* (*Inverse Distance Weighted*), o qual é recomendado para dados quantitativos com distribuição espacial contínua – chuva, temperatura e evapotranspiração. Para validação do modelo de 1961-1990 (baseline), foi aplicada regressão linear entre ETo estimada da temperatura média do ar do HadRM3P de 1961-1990 (baseline) e a ETo estimada pelas equações em função das coordenadas geográficas publicadas por Massignam e Pandolfo (2006).

### **Resultado e Discussão**

O modelo regional HadRM3P estimou adequadamente a ETo mensal e anual climatológica (1961-1990) do Estado de Santa Catarina (Figura 1). O coeficiente de determinação e o coeficiente angular da regressão linear entre a ETo anual calculada pelas equações publicadas por Massignam e Pandolfo (2006) e a ETo anual calculada pela temperatura média do ar do modelo HadRM3P, através do método de Thornthwaite (climatológica 1961-1990) foram de 0,76 e 1,0832, respectivamente. Ao nível mensal os coeficientes de determinação variaram de 0,82 a 0,89, e os coeficientes angular variaram de 0,90 a 1,74. A Figura 2 apresenta a distribuição mensal da ETo anual calculada pelas equações publicadas por Massignam e Pandolfo (2006) e da ETo anual calculada pela temperatura média do ar do HadRM3P através do método de Thornthwaite (climatológica 1961-1990) para o Estado de Santa Catarina para o mês de novembro que apresentou o coeficiente angular mais próximo de 1 e para o mês de julho que apresentou o maior coeficiente angular. De uma forma geral, os meses de verão apresentaram as melhores estimativa da ETo. Estes resultados estão de acordo com Massignam e Pandolfo (2006) o qual encontraram que os coeficientes de determinação da regressão entre a ETo observada e a calculada pelas coordenadas geográficas variaram de 0,53 (julho) a 0,93 (fevereiro).

As menores diferenças da ETo entre os cenários B2 e A2 (Figura 4) ocorrem próximos da longitude -50,0° e as maiores diferenças ocorreram no Oeste, seguida no litoral catarinense. De uma forma geral, as maiores diferenças da ETo mensal entre os cenários A2 e B2 foram no verão e as menores diferenças no inverno (Figura 3).

A projeção do aumento médio da ETo anual para o Estado de Santa Catarina foi de 16,0% e 22,0% para os cenários B2 e A2, respectivamente. Estes aumentos estão um pouco superiores a outros trabalhos. Goldim et al. (2008) projetou-se uma elevação na ETo anual, calculada em função da temperatura através da equação de Blaney-Cridle, de 3,1 e 2,2% para os cenários A2 e B2, respectivamente para a bacia hidrográfica do rio Jaguaribe, no trecho compreendido entre as barragens do Castanhão e de Itaiçaba). Entretanto, quando Goldim et al. (2010) calcularam a ETo anual pelo método de Penman-Monteith FAO com dados limitados para a

mesma bacia Hidrográfica houve um aumento 11,2 e 10,0% para os cenários A2 e B2, respectivamente. As maiores anomalias (diferenças da ETo entre climatológico e os cenários A2 e B2) ocorreram no Oeste, seguida no litoral catarinense (Figura 4) e no verão (figura 3). Conseqüentemente, as culturas de verão no oeste catarinense terão os maiores impactos das mudanças climáticas no Estado de Santa Catarina.

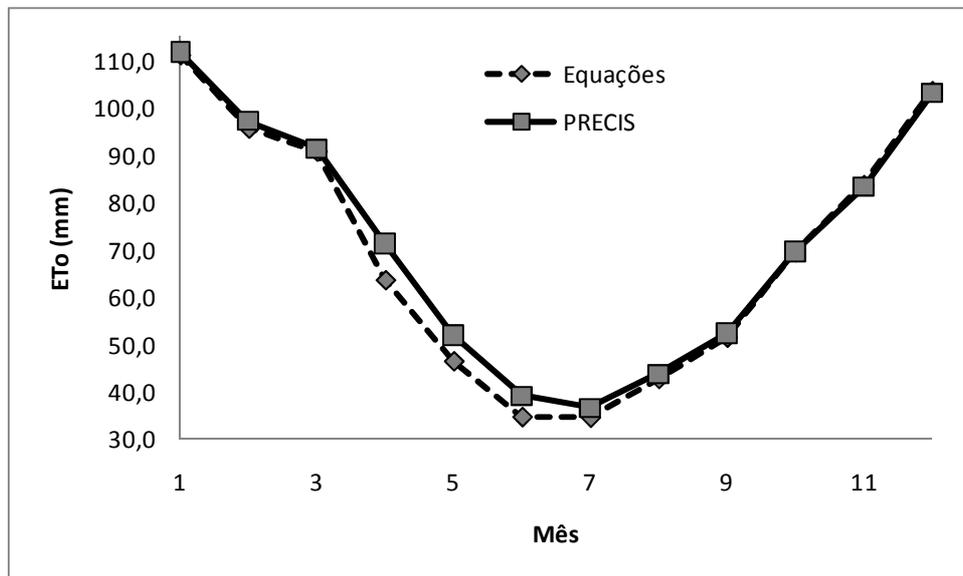


Figura 1. Distribuição mensal da ETo anual calculada pelas equações publicadas por Massignam e Pandolfo (2006) (Equações) e da ETo anual calculada pela temperatura média do ar do modelo HadRM3P através do método de Thornthwaite (climatológica 1961-1990) para o Estado de Santa Catarina.

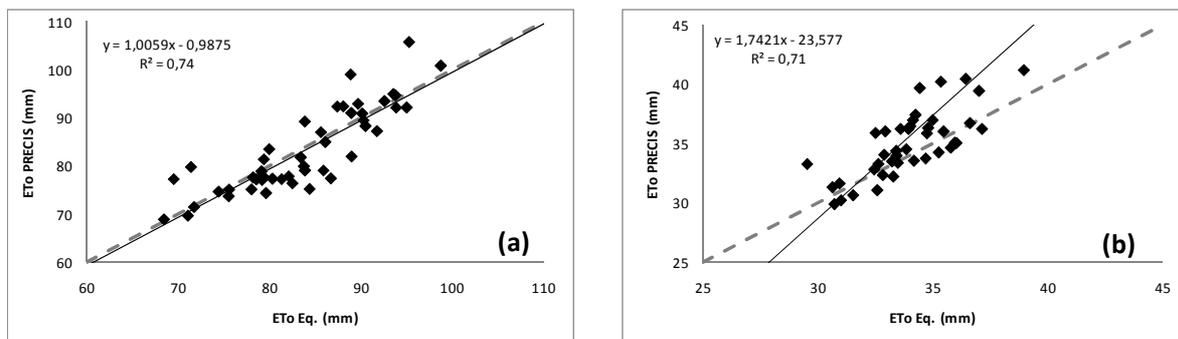


Figura 2. Relação entre a ETo anual observada (calculada pelas equações publicadas por Massignam e Pandolfo (2006) e a ETo anual calculada pela temperatura média do ar do modelo HadRM3P através do método de Thornthwaite (climatológica 1961-1990) para os meses de novembro (a) e julho (b) para o Estado de Santa Catarina.

## Conclusões

A validação do modelo mostrou que o HadRM3P pode ser usado para analisar o impacto das mudanças climáticas na evapotranspiração de referência calculada pelo método de Thornthwaite.

Os cenários futuros de emissão de gases de efeito estufa B2 e A2 mostraram um aumento da evapotranspiração de referência para o Estado de Santa Catarina e este aumento é maior no Oeste, seguida no litoral catarinense e no verão.

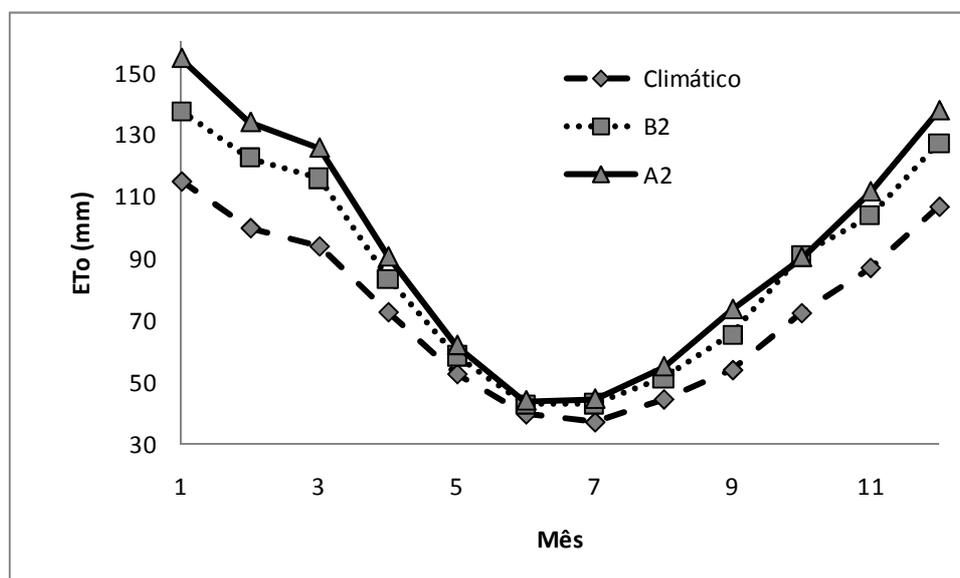


Figura 3. Distribuição da média mensal da ETo climatológica 1961-1990, do cenários de emissão de gases de efeito estufa B2 e A2 para o Estado de Santa Catarina.

### Agradecimentos

Os autores agradecem ao *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE CCST)*, em especial ao Dr. José Antônio Marengo, pelo fornecimento dos dados do Modelo Climático Regional HadRM3P.

### Referência bibliográficas

Allen, R.G.; Pereira, L.S.; Raes, D.; Smith, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

Gondim, R. S.; Castro, M. A. H. de; Evangelista, S. R. M.; Fuck Júnior, S. F.; Sousa, S. A. M. de.. Impacto das mudanças climáticas na evapotranspiração de referência, em nível de bacia hidrográfica utilizando um sistema de informações geográfica. In: **Workshop Red Riegos Cytel - Tecnologias de informação e comunicação para a modernização dos sistemas de irrigação e valorização dos sistemas de irrigação ancestrais**. Florianópolis, SC, 2008.

Gondim, R. S., HN Maia, A. de, Castro, M. A. H. de, Evangelista, S. R. M., & Fuck Júnior, S. C. F.. Ensaio de avaliação de impactos das mudanças climáticas sobre a evapotranspiração de referência. In: Pereira L. S.; Victória, F. B.; Paredes, P.; Garcia M.; Palácios, E.; Torrecillas, A. (Eds.), **Tecnologias para o Uso Sustentável da Água em Regadio** (1st ed., pp. versão em CD-ROM: 503-517). Lisboa: Edições Colibri e CEER. , 2010.

Massignam, A.M.; Pandolfo, C. **Estimativa da evapotranspiração de referência mensal e anual no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis - SC: Epagri, 2006. 24p. (Epagri. Documentos, 225).

Zavoudakis, E.; Tulli, L.; Santos, A. **O uso de sistemas de informações geográficas no mapeamento de informações agrometeorológicas.** Disponível em: [ftp://ftp.ufv.br/Dea/GPRH/teses/ms\\_Oliveira/ms\\_Oliveira.pdf](ftp://ftp.ufv.br/Dea/GPRH/teses/ms_Oliveira/ms_Oliveira.pdf)

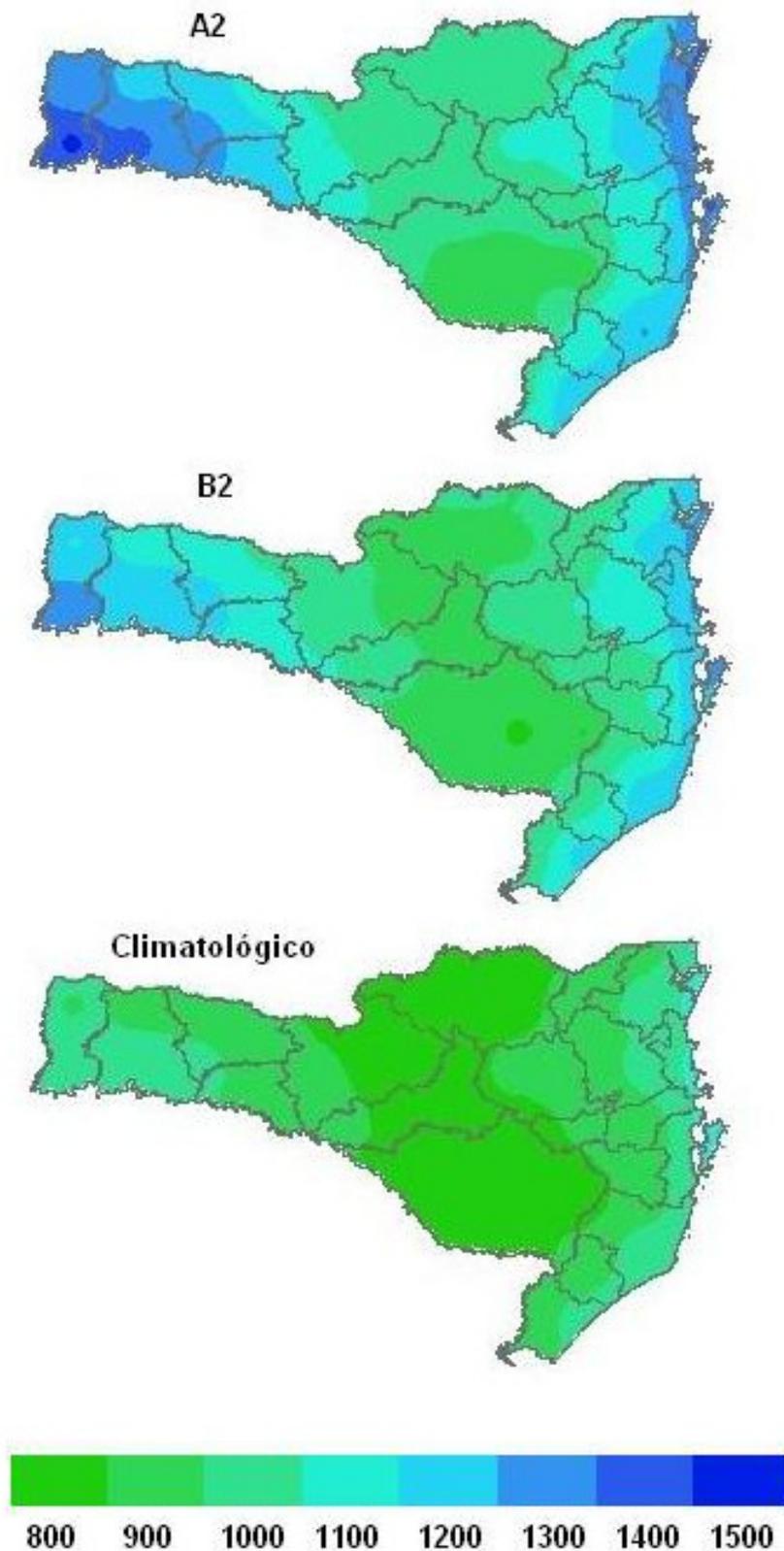


Figura 4. Mapa da ETo anual climatológica (1961-1990), para os cenários de emissão de gases de efeito estufa B2 e A2 (HadRM3P) para o Estado de Santa Catarina.