

## **EFICIÊNCIA DO MÉTODO DE HARGREAVES E SAMANI PARA ESTIMATIVA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO EM PERNAMBUCO**

MARCOS VINICIUS DA SILVA ALVES<sup>1\*</sup>, GABRIEL SIQUEIRA TAVARES FERNANDES<sup>1</sup>; LUCAS CARVALHO SOARES<sup>1</sup>; EDIVANIA DE ARAUJO LIMA<sup>2</sup>; ALFREDO RIBEIRO NETO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Agrônômica, UFPI, Bom Jesus-PI, vinicius\_silva.alves@hotmail.com; agrogabrielt@gmail.com; lucasolisoares@hotmail.com

<sup>2</sup> Dr.<sup>a</sup> em Meteorologia, Prof.<sup>a</sup>, Adjunto II CPCE, edivania@ufpi.edu.br

<sup>3</sup> Dr. em Engenharia Civil, Prof. Adjunto III DEC, UFPE, Recife-PE, alfredoribeiro@ufpe.br

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016  
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

**RESUMO:** O estudo da evapotranspiração é de suma importância para o planejamento das atividades agrícolas, principalmente em regiões caracterizadas pela grande variação espacial e temporal da precipitação, como nas áreas áridas e semiáridas do Nordeste do Brasil. Considerando essa necessidade, objetivou-se com a execução deste trabalho avaliar a evolução temporal da evapotranspiração a partir de projeções de cenários climáticos futuros, oriundos de modelos climáticos, rodados para regiões do Estado de Pernambuco – Brasil, sendo essas correspondentes às bacias hidrográficas de Ipojuca e Brígida. As projeções foram realizadas para as variáveis meteorológicas (Precipitação, Temperatura do ar e Umidade Relativa) para o período base de 1960-1990 e cenários futuros, disponibilizadas pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC)/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A estimativa da evapotranspiração foi realizada através do método proposto por Hargreaves e Samani (1985). Com os resultados observados, foi notável uma diminuição na evapotranspiração dessas regiões em longo prazo, tendo como consequência um menor efeito na agricultura local.

**PALAVRAS-CHAVE:** Disponibilidade hídrica, elementos climáticos, semiárido

### **EFFICIENCY OF THE HARGREAVES AND SAMANI METHOD TO THE EVAPOTRANSPIRATION ESTIMATIVE IN PERNAMBUCO**

**ABSTRACT:** The study of evapotranspiration is of paramount importance for planning agricultural activities, especially in regions characterized the large spatial variation and temporal rainfall, as in arid areas and semi-arid Northeast of Brazil. Considering this need, aimed to the execution of this work assess the temporal evolution of evapotranspiration from projections of future climate scenarios, arising from climate models, rotated to areas of the State of Pernambuco - Brazil, and these corresponding the river basins of Ipojuca and Bridget. The projections were made for meteorological variables (Precipitation, air temperature and Relative humidity) for the base period in 1960-1990 and future scenarios, provided by the Weather Center Time and Climate Studies (CPTEC) / National Institute for Space Research (INPE). The estimate evapotranspiration It was performed using the method proposed by Hargreaves and Samani (1985). With the observed results, It was noted a decrease in evapotranspiration these regions in the long term, resulting in a minor effect on local agriculture.

**KEYWORDS:** Water availability, climatic elements, semiarid

### **INTRODUÇÃO**

Em áreas vegetadas, a combinação da evaporação (passagem lenta e gradual de um estado líquido para um estado gasoso, devido ao aumento natural ou artificial da temperatura) e transpiração (evaporação devido à ação fisiológica dos vegetais, ocorrida, principalmente, através dos estômatos) é chamado de evapotranspiração. A quantificação da evapotranspiração se dar através de formulações

físicas, essas possuem uma elevada complexidade devido à relatividade dos fenômenos físicos interventores e pela variabilidade das escalas em que esses fenômenos acontecem (Righetto, 1998).

Na escolha de um método para estimar a ETo devemos considerar alguns parâmetros como a praticidade e a precisão visto que, os métodos teóricos e micrometeorológicos são baseados em princípios físicos, no qual apresentam limitações, como à precisão instrumental, o que pode limitar a sua utilização. Com isso, vários pesquisadores propuseram métodos indiretos para estimar a ETo, com as diferentes concepções e número de variáveis envolvidas; porém, não existe nenhum método padrão para a estimativa da evapotranspiração de culturas, o que torna importante sua avaliação precisa de acordo com as disponibilidades de dados e tipo de cultura, dentre os métodos utilizados, destaca-se o proposto por Hargreaves e Samani pela larga utilização no Nordeste Brasileiro (Silva et al., 2015).

O método proposto por Hargreaves e Samani (1985) é considerado empírico, e convenientemente necessita de uma menor quantidade de informações meteorológica, esse método é utilizado para estimar a evapotranspiração de referência em situações que não se têm dados meteorológicos medidos de radiação solar, umidade relativa e velocidade do vento (Wanderley et al., 2011).

A estimativa da evapotranspiração é de grande importância para agricultura principalmente nos projetos de irrigação, simulação de produtividade de culturas, gerenciamento de reservatórios e planejamento de uso e aprovação de recursos hídricos. Principalmente em condições secas, onde a quantidade de água exigida pela evapotranspiração excede a quantidade de água disponível no solo (déficit hídrico), onde pode ocasionar a morte do vegetal (Borges e Mendiondo, 2007).

Segundo Nobre (2010) no contexto sobre as mudanças climáticas, surgem as projeções dessas mudanças climatológicas para os próximos 100 anos que permitem a geração de cenários de clima futuro. Tendo como consequência das mudanças climáticas onde o semi-árido tenderá a tornar-se mais árido, haverá aumento da frequência e a intensidade das secas e se reduzirá a disponibilidade de recursos hídricos. Isso teria impacto sobre a vegetação, à biodiversidade e atividades que dependem dos recursos naturais, afetando principalmente o desenvolvimento do vegetal e consequentemente a produtividade agrícola (Marengo, 2008).

Deste modo, objetivou-se observar o efeito das mudanças climáticas na evapotranspiração, estimada através do método proposto por Hargreaves e Samani (1985), em diferentes mesoregiões do estado de Pernambuco.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Nesta análise foram utilizadas projeções do modelo regional ETa, realizadas para as variáveis meteorológicas (Precipitação, Temperatura do ar e Umidade Relativa) para o período base de 1960-1990 e cenários futuros. As projeções do ETa foram disponibilizadas pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC)/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Para a extração das variáveis foi utilizado software *Grid Analysis and Display System* (GrADS) (Doty e Kinter, 1993), onde realizou-se a extração numérica destas variáveis, dentro das coordenadas geográficas, latitude e longitude, do Estado de Pernambuco, seguindo-se da utilização de rotinas do FORTRAN para o cálculo das médias das mesmas.

Com os dados calculou-se a evapotranspiração para as diferentes projeções de cenários climáticos em diferentes períodos: 1960-1990; 2040 a 2070; 2071 a 2100, em duas bacias hidrográficas. Uma representativa do sertão pernambucano Brígida (7.32°S – 8.61°S; 39.29°W - 40.72°W), com uma área de 13495,73Km<sup>2</sup>, e outra localizada no agreste deste mesmo estado Ipojuca (8.16°S – 8.67°W; 34.96°W - 37.05°W), com uma área de 3435,34Km<sup>2</sup> / Foi utilizada a metodologia proposta por Hargreaves e Samani:

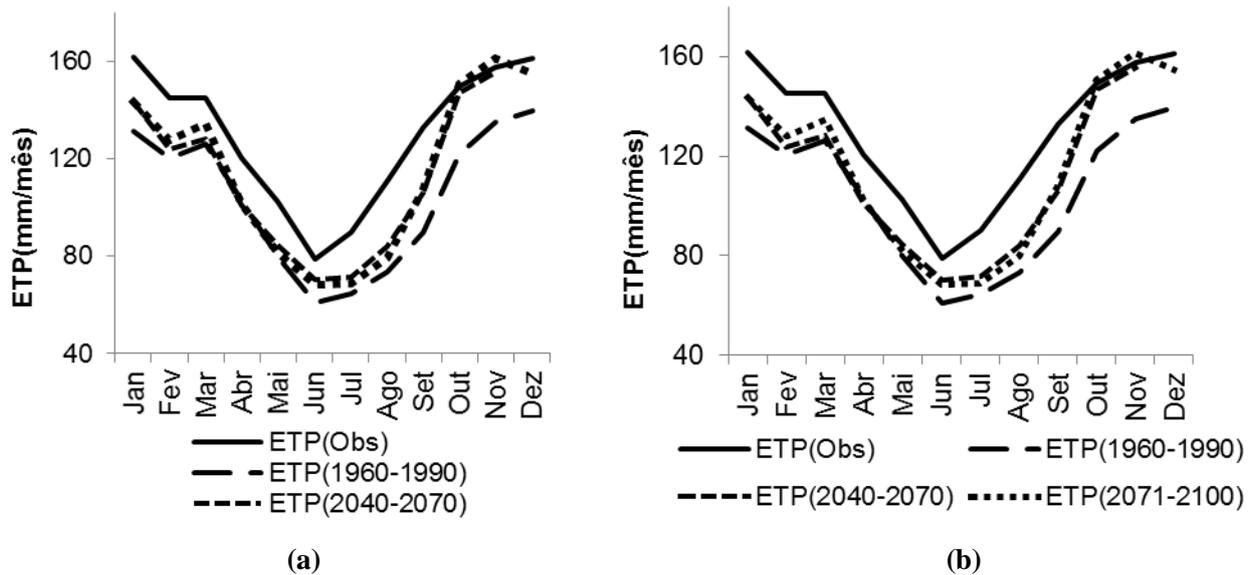
(1)

Em que: T<sub>máx</sub> é a temperatura máxima do dia, °C; T<sub>mín</sub>, a temperatura mínima do dia, °C; T<sub>méd</sub>, a temperatura média do dia, °C e Ra, a radiação extraterrestre, mm d-1.<sup>0,5</sup>

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

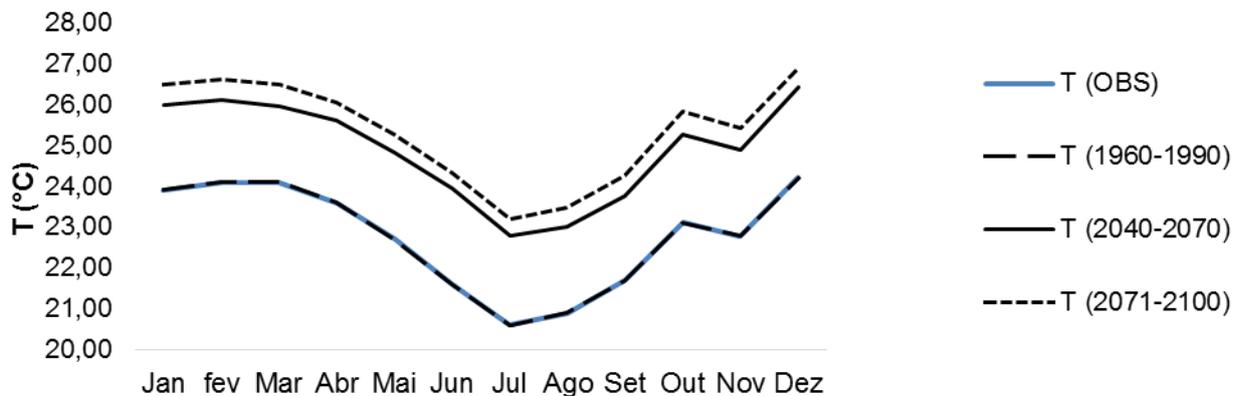
De um modo geral, as projeções analisadas do modelo ETA para os cenários futuros, nas duas mesoregiões analisadas, apresentaram evolução temporal e sazonal semelhante (Figura 1). Os valores da ETP apresentam um movimento decrescente durante o período compreendido entre os meses de janeiro a maio, atingindo o mínimo no mês de junho. A partir de julho os valores da evapotranspiração apresentaram o movimento crescente prolongando-se até o mês de novembro. Observou-se ainda que as projeções dos cenários futuros foram subestimadas quando comparadas aos totais evapotraspirados observados para as localidades.

Figura 1. **a)** Estimativa de evapotranspiração para a bacia hidrográfica de Ipojuca, agreste pernambucano; **b)** Estimativa de evapotranspiração para a bacia hidrográfica de Brígida, sertão pernambucano.

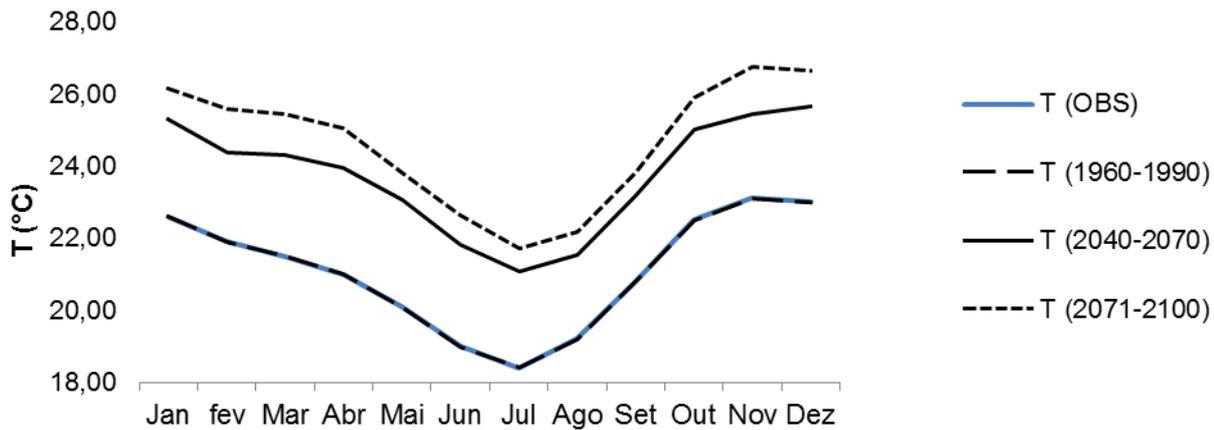


Ao acompanhar a sazonalidade da temperatura do ar e da umidade relativa do ar (Figura 2) percebeu-se que em ambas as regiões, os valores da ETP, apresentaram relação direta com esses elementos climáticos, sendo diretamente proporcionais com a temperatura e, inversamente proporcionais com a umidade tomando por base a ETP observada, e as projeções dos cenários climáticos, (Figura 1), a evapotranspiração sobrestima os valores observados apenas na projeção de 2071-2100, nos meses de setembro a novembro, apresentando subestimação nas demais projeções.

Figura 2. Temperatura do (longo prazo) para as bacias hidrográficas da região agreste do Estado de Pernambuco: **a)** Ipojuca, **b)** Brígida



(a)



(b)

Segundo as projeções futuras para as temperaturas do ar, observou-se que estas mantiveram-se acima dos valores observados, ou seja, verificou-se uma sobrestimação dos valores deste elemento climático, um aumento de aproximadamente 4°C, em ambas as localidades. Entretanto observou-se que para o cenário de 2071 a 2100, as temperaturas tendem a diminuir, porém não ficam inferiores as Temperaturas observadas (período base).

Teoricamente, espera-se um aumento da evapotranspiração em decorrência do aumento das temperaturas locais (Pereira et al., 2002), e uma diminuição da umidade do solo nestas duas localidades, o que gera um questionamento quanto a eficácia da utilização deste método estimativo para a região semiárida, resultados contraditórios aos encontrados por Raziei e Pereira (2013).

Portanto, as mesorregiões Ipojuca e Brígida não sofrerão efeitos muito acentuados das mudanças climáticas, no que se diz respeito à evapotranspiração e na sua influência na disponibilidade hídrica (Pereira et al., 2002), sendo esta um fator de crucial importância nas atividades agrícolas encontradas na região (Moura et al., 2010; Amaral et al., 2008 ).

## CONCLUSÃO

O uso do método de Hargreaves e Samani (1985) pode ser uma técnica viável quando não se tem todas as variáveis necessárias para o cálculo de ETA, no entanto, para ambas regiões estudadas esse método não apresentou uma precisão adequada.

Nas regiões analisadas a evapotranspiração tende a diminuir de acordo com as mudanças climáticas, não alterando acentuadamente a produção agrícola.

As simulações climáticas realizadas pelo modelo ETA mostraram que existe a possibilidade de uma mudança climática no futuro próximo e como resultado desta mudança observou-se a perspectiva de aumento considerável das temperaturas médias do ar.

## AGRADECIMENTOS

Ao Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC)/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), pela disponibilização dos dados do Modelo Climático ETA.

## REFERÊNCIAS

- Amaral, F. C. S., Parahyba, R., Batista, F., Leite, A., Batista, M. D. J., e Barros, J. Caracterização pedológica e estudos de drenabilidade dos perímetros de irrigação Brígida, Caraíbas e Apolônio Sales, Estado de Pernambuco. Embrapa Solos-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2008
- Borges, A. D., e Mendiondo, E. M. Comparação entre equações empíricas para estimativa da evapotranspiração de referência na Bacia do Rio Jacupiranga. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 11, n. 3, p. 293-300, 2007.
- Doty, B. and J.L. Kinter III, 1993: The Grid Analysis and Display System (GrADS): a desktop tool for earth science visualization. American Geophysical Union 1993 Fall Meeting, San Fransico, CA, 6-10 December 1993.
- Marengo, J. A. Água e mudanças climáticas. estudos avançados, v. 22, n. 63, p. 83-96, 2008.

- Moura, G. B. A, Bastos, G. Q., Giongo, P. R., Lopes, P. M. O., e de Medeiros, S. R. R. ESTIMATIVAS DAS CONDIÇÕES HÍDRICAS EM IPOJUCA, REGIÃO CANAVIEIRA DE PERNAMBUCO. *Revista Caatinga*, v. 23, n. 3, 2010.
- Nobre, C. A. Mudanças climáticas globais: possíveis impactos nos ecossistemas do país. *Parcerias estratégicas*, v. 6, n. 12, p. 239-258, 2010.
- Pereira, A. R., Angelocci, L. R., Sentelhas, P. C. *Agrometeorologia fundamentos e aplicações práticas*. Guaíba, Agropecuária, 2002.
- Raziei, T., e Pereira, L. S. Estimation of ET o with Hargreaves–Samani and FAO-PM temperature methods for a wide range of climates in Iran. *Agricultural Water Management*, v. 121, p. 1-18, 2013.
- Righetto, A. M. *Hidrologia e recursos hídricos*. EESC/USP, 1998.
- Silva, V. D. P., Garcêz, S. L., da Silva, B. B., de Albuquerque, M. F., e Almeida, R. S. Métodos de estimativa da evapotranspiração da cultura da cana-de-açúcar em condições de sequeiro. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, v. 19, n. 5, p. 411-417, 2015.
- Wanderley, H. S. Comparação de diferentes métodos de estimativa diária da evapotranspiração de referência para a região de Uberaba. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 6, n. 2, p. 337-343, 2011.