

ESTUDO DA ESTRUTURA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL UTILIZANDO ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS¹

Wanderson dos Santos Sousa², Francisco de Assis Salviano Sousa³, Rodrigo César Limeira⁴

ABSTRACT- This study presents a method to identify and to evaluate the importance of the variables involved in the process of evapotranspiration using the technique of multivariate statistic, Principal Components Analysis. This technique is applied with the intention to identify the relative importance of the different variables involved in the evapotranspiration in the northeast region of Brazil. The historical series were supplied by the INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), CPTEC (Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos) do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) and DCA (Departamento de Ciências Atmosféricas) of the Federal University of Campina Grande. The technique of the Principal Components Analysis demonstrated that a model with the main components is adjusted to represent the process of the evapotranspiration in the studied area. The results had disclosed that the investigated climatological variables with more representation in the process of the evapotranspiration were: precipitation (P), air relative humidity (UR), evaporation (E), and wind speed (V); while the air minimum temperature (TMN) presented minor influence for the Northeast region of Brazil.

INTRODUÇÃO

A evapotranspiração (ET) é a variável mais importante para se estimar as necessidades hídricas das plantas. Essa variável é comumente usada para definir a perda de vapor d'água para a atmosfera através de efeito combinado dos processos de evaporação da água da superfície do solo e da transpiração da planta (Doorenbos & Pruiitt, 1977). Sendo aleatória a natureza dos eventos hidrológicos, eles podem ser medidos ou quantificados por variáveis que apresentam alta interrelação. A evapotranspiração (ET) é um fenômeno hidrológico multidimensional, uma vez que é afetada por variáveis climáticas como: precipitação, velocidade do vento, razão de insolação, umidade relativa, temperatura máxima e temperatura mínima, (Mohan & Arumugan, 1996). Ter conhecimento dos efeitos relativos das variáveis no processo de evapotranspiração é de fundamental importância dentro do contexto da irrigação, em especial em regiões semi-áridas, visto que esta se caracteriza por um alto déficit hídrico, requerendo, portanto, o uso racional do recurso hídrico.

Com base nos dados da Região Nordeste do Brasil, foi desenvolvido um estudo com objetivo de identificar quais variáveis meteorológicas apresentam maior influência no processo de ET na região. Para tanto, foi aplicada uma técnica de estatística multivariada denominada Análise de Componentes Principais, para investigar sua estrutura em relação às variações climáticas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido com base em dados de 88 estações meteorológicas distribuídas pela região Nordeste do Brasil, situada entre as latitudes de 10° e 18° sul e as longitudes de 34° e 48° oeste. A Região limita-se a oeste com áreas de floresta tropical e cerrado, a leste e ao norte com o Oceano Atlântico e ao sul com os estados de Minas Gerais e Espírito Santo.

Para avaliar a estrutura multivariada da ET foram consideradas as seguintes variáveis: temperatura máxima do ar (TMX), temperatura mínima do ar (TMN), precipitação (P), umidade relativa do ar (UR), evaporação à superfície (E), insolação (INS) e velocidade do vento a superfície (V). As séries históricas foram fornecidas pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), CPTEC (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos), INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e DCA (Departamento de Ciências Atmosféricas) da Universidade Federal de Campina Grande

O estudo para a identificação das variáveis mais importantes no processo da evapotranspiração fundamentou-se na aplicação de um modelo de estatística multivariada, chamado de Análise de Componentes Principais (ACP). Através dele pode-se identificar as variáveis de maior expressão dentro do processo de evapotranspiração. Todas as análises foram computadas pelo programa estatístico SPSS, versão 11. A análise das componentes principais nada mais é que o cálculo dos autovalores e correspondentes autovetores de uma matriz de variâncias-covariâncias ou de uma matriz de correlação entre variáveis.

Visto que a aplicação de modelos estatísticos multivariados depende de unidades e escalas em que as variáveis foram medidas (Nathan & McMahon, 1990), se fez necessário a normalização dos dados, ou seja, média igual à zero e variância igual a um. Uma vez que, neste estudo, as variáveis apresentavam unidades e escalas distintas. A matriz dos dados originais foi normalizada pela relação:

$$Y_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_i}{S_i} \quad (1)$$

em que Y_{ij} representa o valor dos dados normalizados da j -ésima repetição da i -ésima variável, \bar{X}_i representa a média da variável i , S_i representa o desvio-padrão da variável i e X_{ij} representa as observações originais da j -ésima repetição da i -ésima variável

Tendo por base esses dados normalizados, foi construída uma matriz de correlação que representa a

¹ Trabalho parcialmente financiado pelo CNPq

² Bolsista do PIBIC - DCA/ CCT/ UFCG, Campina Grande, PB, Brasil (wandersonsan@yahoo.com.br)

³ Prof. do DCA/CCT/UFCG, Campina Grande, PB, Brasil (fassis@dca.ufcg.edu.br)

⁴ Bolsista do PIBIC - DCA/ CCT/ UFCG, Campina Grande, PB, Brasil (rodrigocezarlimeira@yahoo.com.br)

base para a transformação das variáveis ortogonais observadas em componentes. Essa matriz foi calculada pela equação:

$$R = \frac{1}{n-1} \left(D^{-1} S D^{-1} \right) \quad (2)$$

sendo D^{-1} , uma matriz diagonal (n x n) e $S = X'_d X_d$, em que S é a matriz dos quadrados das médias normalizadas; X_d a matriz normalizada dos dados e X'_d é a matriz transposta de X_d .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A importância das variáveis climáticas envolvidas no processo da evapotranspiração foi avaliada através da técnica multivariada, Análise de Componentes Principais, aplicada a 88 estações meteorológicas distribuídas pela região Nordeste do Brasil. A aplicação dessa técnica revelou que o processo da evapotranspiração para a área estudada é governado basicamente por duas componentes, sendo em geral, a primeira a do gradiente de pressão de vapor do ar e a segunda a da temperatura.

Na Tabela 1 são apresentadas as 40 localidades que obtiveram os maiores percentuais de variância explicada, todas acima de 80%. As demais localidades (48 localidades) obtiveram variância entre 60% e 80%, não tendo pois nenhuma localidade com variância inferior a 60%.

Tabela 1. Percentual de variância explicada pelo sistema

Localidade	Latitude (°)	Longitude (°)	Variância acumulada (%)
Maceió	-9,67	-35,72	83,03
Palmeira dos Índios	-9,40	-36,65	85,30
Pão de Açúcar	-9,73	-37,30	84,35
Porto de Pedras	-9,17	-35,30	81,03
Alagoinhas	-12,13	-38,42	82,02
Caetite	-14,07	-42,48	81,01
Cipó	-11,10	-38,52	87,13
Irecê	-11,30	-41,87	83,64
Itaberaba	-12,53	-40,30	83,10
Ituaçu	-13,82	-41,30	83,39
Paulo Afonso	-9,38	-38,25	87,47
Remanso	-9,65	-42,05	82,19
Senhor do Bonfim	-10,47	-40,18	86,75
Serrinha	-11,65	-38,98	85,60
Barbalha	-7,32	-39,30	80,59
Cratêus	-5,18	-40,67	85,78
Jaguaruana	-4,83	-37,80	84,01
Sobral	-3,70	-40,35	81,31
Alto Parnaíba	-9,12	-45,93	80,59
Balsas	-7,53	-46,03	84,81
Barra do Corda	-5,50	-45,25	80,21
Carolina	-7,33	-47,47	89,16
Caxias	-4,83	-43,35	86,88
Chapadinha	-3,73	-43,35	92,06
Colinas	-6,00	-44,23	85,84
Imperatriz	-5,53	-47,48	84,43

Tabela 1. Continuação....

São Luiz	-2,53	-44,30	90,25
Turiçu	-1,68	-45,37	89,04
Zé Doca	-3,23	-45,62	89,34
Água Branca	-7,52	-37,65	80,85
Patos	-7,02	-37,28	81,31
Ouricuri	-7,88	-40,07	82,01
Triunfo	-7,83	-38,12	80,18
Caracol	-9,28	-43,32	81,08
Florianópolis	-6,77	-43,02	81,70
Paulistana	-8,13	-41,15	82,96
Teresina	-5,08	-42,82	83,53
Mossoró	-5,20	-37,35	83,30
Itabaianinha	-11,27	-37,78	93,58
Propriá	-10,22	-36,83	92,97

Esta análise indicou que as variáveis climatológicas investigadas com maior representatividade no processo da evapotranspiração foram: precipitação (P), umidade relativa do ar (UR), evaporação (E), e velocidade do vento (V); enquanto a temperatura mínima do ar (TMN) apresentou menor influência para a região Nordeste do Brasil.

Equações para estimar a evapotranspiração regional, com base apenas na temperatura (principalmente temperatura mínima), devem ser usadas com cautela, uma vez que a temperatura não se mostrou como uma variável de maior relevância na estimativa da evapotranspiração na região estudada.

Foi verificado que a falta de dados, ou não apoio dos órgãos responsáveis pela liberação dos dados, prejudicou a análise de componentes nos estados da Bahia e Sergipe e ainda afetou grande parte das estações estudadas.

REFERÊNCIAS

- Andrade, E.M., Silveira, S.S. & Azevedo, B.M. Investigação da Estrutura Multivariada da Evapotranspiração na Região Centro Sul do Ceará pela Análise de Componentes Principais. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, vol.8 n.1, 2003
- Braga, C.C., Análise em componentes principais da precipitação média decenal no Estado da Paraíba. In: I CONGRESSO IBEROAMERICANO, V CONGRESSO INTERAMERICANO DE METEOROLOGIA, 1992, Madrid. Anais..., v.1, p.292-298, 1992.
- Doorenbos, J., Pruitt, W.O. Guidelines for predicting crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage paper 24, Rome: FAO, 1977
- Mohan, S. & Arumugam, N. Relative importance of meteorological variables evapotranspiration: factor analysis approach. Water Resources Management, India, 1996.
- Nathan, R.J. & McMahon, T.A. identification of homogeneous regions for the purposes of regionalization. Journal of Hydrology. Amsterdam, vol.121, p. 217-238, 1990.
- Pereira, A.R., Nova, N.A.V., & Sediya, G.C. Evapo(transpi)ração. Piracicaba: FEALQ, 1997.