

## ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA $ET_0$ PARA A REGIÃO SEMIARIDA DO ESTADO DA PARAÍBA

Vanessa Maria Dantas Pedrosa (1); João Felipe da Silva Guedes (1); Sebastiana Angelita Lima da Silva (1); Valéria Peixoto Borges (2); Robson de Sousa Nascimento (3)

<sup>1</sup>Universidade Federal da Paraíba – Graduandos em Agronomia. E-mail: vanessapedrosa.md@gmail.com; jfelipeguedes@hotmail.com; angelita.angel4@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal da Paraíba – Professora Adjunto do Departamento de Solos e Engenharia Rural. E-mail: valpborges@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal da Paraíba – Orientador, Professor Adjunto do Departamento de Solos e Engenharia Rural. E-mail: nascimento.professor@gmail.com

### RESUMO

Evapotranspiração é a relação existente entre o processo de evaporação, seja de rios, lagoas, e o processo de transpiração realizado pelo sistema poroso do solo e por meio da vegetação, tal relação vem expressar o balanço de água disponível para determinada cultura, ou seja, a quantidade de água fornecida por meio de chuvas ou irrigação, influenciando em todo o ciclo de desenvolvimento da mesma. Dentro desse contexto é possível analisar os níveis da Evapotranspiração de Referência ( $ET_0$ ), um parâmetro agrometeorológico bastante utilizado no planejamento de irrigação com água das chuvas em culturas, assim como usado para determinar a demanda hídrica que, para a região Nordeste, apresentam índices elevados de  $ET_0$ . Esse trabalho tem por objetivo analisar a variabilidade dos níveis de  $ET_0$  mensais e anuais no decorrer de 30 anos de coleta de dados (1961 à 1990) para regiões semiáridas do estado da Paraíba, especificando a cidade de Patos e o distrito pertencente a cidade de Sousa, São Gonçalo. No cálculo foram utilizados dados de temperaturas, insolação, umidade relativa do ar, entre outros, onde através do programa *Estima T* foram obtidos dados faltosos, a  $ET_0$  foi calculada pelo método proposto por Peanman-Monteith-FAO. Foi possível observar um tendência no aumento na  $ET_0$  com o passar dos anos nestas duas cidades, alternando-se entre baixos valores na  $ET_0$ . A  $ET_0$  também foi influenciada pelos fenômenos El Niño e La Niña.

**Palavras-chave:** Evapotranspiração, tendência, El Niño, La Niña

### INTRODUÇÃO

Pode-se entender por evapotranspiração (ET), a relação entre o processo de evaporação da água presente na superfície terrestre sob a forma de corpos d'água como rios, lagoas, represas e oceano, ou esta estando presente no sistema poroso dos solos, e da vegetação úmida (que foi interceptada durante uma chuva), associada a transpiração originada pelo

processo de respiração dos vegetais, que liberando umidade para a atmosfera sob a forma de vapor d'água.

No âmbito agrícola, esta relação expressa o balanço entre a água que que é fornecida para a cultura pela chuva ou por processo de irrigação e a que sai por ET, resultando no percentual de umidade do solo, que por sua vez influencia no crescimento, desenvolvimento e rendimento da cultura, ou ainda, em uma escala mais abrangente, a ET representa balanço hídrico das bacias e microbacias hidrográficas que juntamente com a precipitação irá resultar na vazão (Q) do sistema de drenagem.

A evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) originalmente introduzida sob o termo evapotranspiração potencial (ET<sub>p</sub>), é um parâmetro agrometeorológico, principalmente para o planejamento e manejo de irrigação, mas, também, é considerada elemento climático de demanda hídrica, daí sua aplicação em estudos meteorológicos, climatológicos e hidrológicos (CARVALHO et al. 2011).

O ciclo hidrológico é dependente da relação entre fatores inerentes a cada região, como: volume e distribuição da precipitação no tempo e espaço, temperatura, tipo de solo, vegetação e outros demais fatores, que por sua vez condicionam a formar que esta região vai desenvolver.

O território do semiárido brasileiro abrange quase toda área da Região Nordeste (com exceção do estado do Maranhão) e uma pequena parte da Região Sudeste. Tem como traço principal as frequentes secas que tanto podem ser caracterizadas pela ausência, escassez e alta variabilidade espacial e temporal das chuvas, não sendo raro o período de seca prolongado.

Para a população desse território, a principal força de trabalho é a agropecuária, apesar da crescente urbanização que vem ocorrendo ao longo dos anos. Geoambientalmente além das vulnerabilidades climáticas do semiárido, grande parte dos solos encontra-se degradada. Nos últimos 10 anos, por exemplo, o desmatamento da Caatinga (vegetação típica do semiárido) atingiu uma área equivalente ao tamanho de Portugal, a ponto de, hoje, estar com quase 50% do seu território afetado por processos acentuados e severos de desertificação (EMBRAPA, 2016).

Os solos dessa região em sua maioria são areno-argilosos e pobres em matéria orgânica. Os recursos hídricos caminham para a insuficiência ou apresentam níveis elevados de poluição, regime de chuvas marcada pela irregularidade (espaço/tempo), com precipitações médias anuais iguais ou inferiores 800 mm, evapotranspiração elevada com ocorrência de secas periódicas. Todos esses fatores resultam nas limitações pluviométricas, baixa retenção dos solos e aceleração do processo de desertificação (SUDENE, 2016).

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi analisar a variabilidade mensal e interanual da  $ET_0$  no semiárido do estado da Paraíba, bem como identificando as possíveis causas que levaram a  $ET_0$  a um aumento/diminuição em determinado ano.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A área de estudo corresponde aos municípios de Patos (07°01'28"S, 37°16'48" W), e o distrito de São Gonçalo (06°49'51"S, 38°19'03"W), pertencente ao município de Sousa – PB, onde ambas as localidades estão situadas na mesorregião do sertão paraibano, com vegetação característica de caatinga e região semiárida (IBGE,2015).

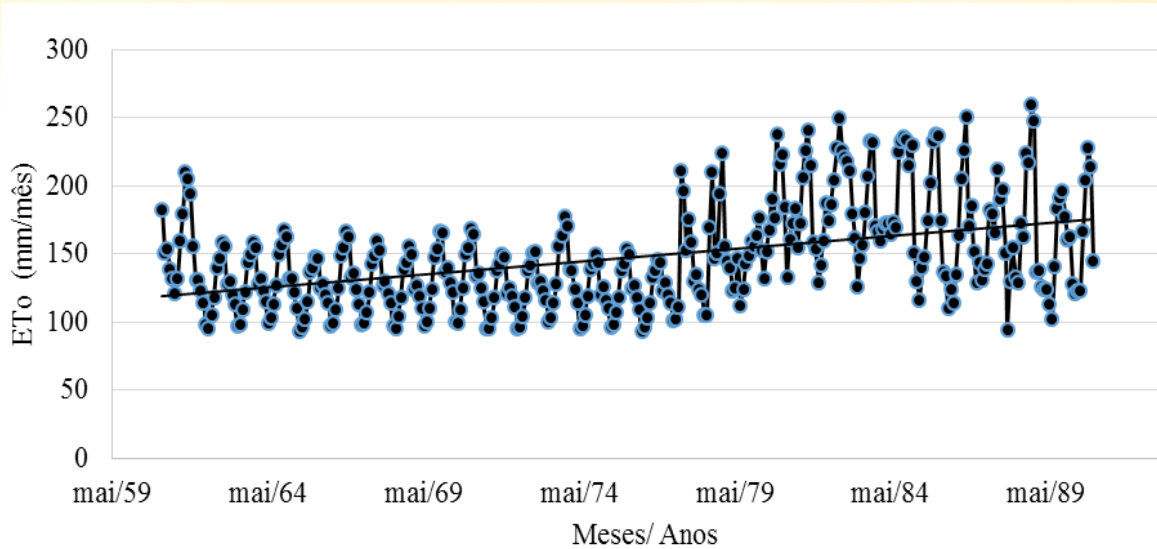
De modo geral, a região do semiárido nordestino é definida pelo regime pluviométrico dividido em duas estações: estação úmida (ocorrência de 70% das precipitações anuais) com duração de 3 a 4 meses e a estação seca, que se estende pelos demais meses do ano (MEIRELES et al., 2006).

Os dados meteorológicos, para ambas localidades, foram obtidos do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), disponível em seu sítio. Foi utilizada uma série de 30 anos compreendendo de janeiro de 1961 a dezembro de 1990.

O cálculo da  $ET_0$  foi feito utilizando o método de Peanman-Monteith-FAO (PMF) em seu manual 56 (ALLEN et al., 1998). Na ausência de dados para o cálculo da  $ET_0$  pelo método de Peanman-Monteith-FAO (PMF), devido à falhas na série obtida do INMET, calculou-se a ET pelo método de Thornthwaite & Mather (1955) utilizando a planilha desenvolvida por ROLIM et al., (1998), onde a variável chave para o cálculo é a temperatura. Na ausência de dados de temperatura foi utilizado o programa *Estima\_T* (CAVALCANTI, 2006), programa este adquirido gratuitamente a partir do site do Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Campina Grande.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os valores mensais da evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) para o período de 30 anos para o município de Patos, no sertão paraibano, é mostrado por meio da Figura 1.



**Figura 1.** Evapotranspiração de Referência (ETo) para o município de Patos-PB para o período de 1961-90

Observa-se, por meio da Figura 1, que os valores máximo e mínimo da ETo encontrados correspondem, respectivamente, aos meses de dezembro de 1988 (260 mm) e junho de 1976 (93,34 mm).

Ao longo de 14 anos (de 1962-1976), o valor da evapotranspiração se manteve sazonal, com a manifestação de seus pontos máximos e mínimos correspondendo aos meses de dezembro e junho/julho, respectivamente. Durante os demais anos, a evapotranspiração se apresenta uma maior variabilidade apresentando maiores valores na ETo ao longo dos demais anos da série em estudo, verificando-se uma tendência no aumento da ETo, como pode ser observada na Figura 1 por meio da linha de tendência, evidenciando um incremento significativo na ETo em mais de 50 mm para a cidade de Patos no período de estudo.

O aumento na ETo pode estar associado a temperatura do ar, pois a mesma apresentou um crescimento médio de 1,2° no período de estudo, sendo este acréscimo se apresentando mais pronunciadamente a partir de 1977, com maior instabilidade e aumento evidente de temperatura, o que coincide com o período de instabilidade e aumento mais pronunciado da ETo.

Outro fator que pode influenciar de forma significativa a evapotranspiração é o fenômeno El Niño (EL) e o La Niña (LA). O El Niño é representado pelo aquecimento anormal das águas superficiais e sub-superficiais do Oceano Pacífico Equatorial. Além do aquecimento das águas do oceano, ocorrem também mudanças na atmosfera próxima da superfície oceânica, como as alterações da circulação da atmosfera nos níveis baixos e altos,

modificando os padrões de transporte de umidade e portanto variações de temperatura do ar (aumento ou queda) (CPTEC, 2016; OLIVEIRA, 2001).

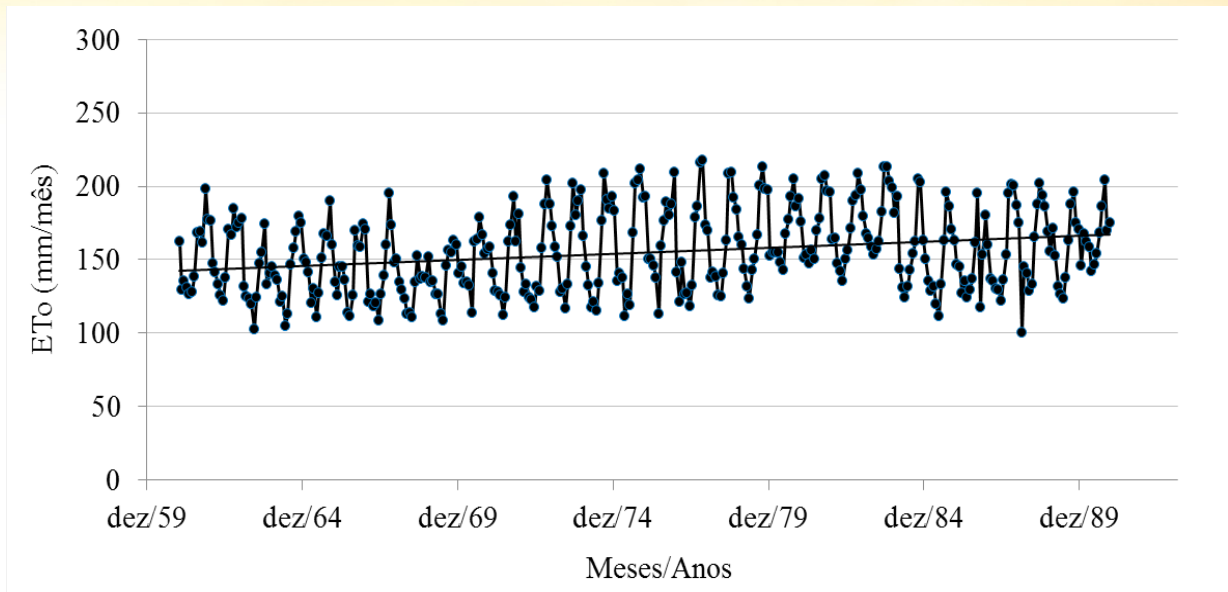
Já o La Niña, representa a fase fria de um padrão climático recorrente em todo o Pacífico tropical. Nele, os ventos alísios mostram-se mais intensos e as águas mais frias, o que caracteriza o fenômeno (FUNCEME e NOAA, 2016). A estabilidade inicial indicada no gráfico referente a cidade de Patos (primeiros 16 anos) pode em parte, se dever ao fato da ocorrência do fenômeno LA (anos de ocorrência: 1964-1965; 1970-1971; 1973-1976) (CPTEC, 2016) de nível moderado a forte, que segundo Grimm et al. (2004), pode estar associado à ocorrência de estações chuvosas mais úmidas que o normal na Região Nordeste do Brasil. O que por sua vez mantém um padrão evapotranspirativo menos.

Bem como, o aumento da variável analisada pode estar relacionado a influência do El (fenômeno de maior recorrência e em geral maior duração) sobre a região a partir de 1997 e mantendo a um nível fraco até 1980 quando então passa a ocorrer em níveis moderado e forte. O que por sua vez pode provocar períodos de estiagem prolongados, diminuição da umidade e aumento da temperatura do ar, favorecendo assim, a evapotranspiração.

O conjunto desses fatores, associados as alterações causadas pelo processo de urbanização acelerada e o uso do solo de forma inadequada e vegetação desuniforme resultou no impacto sobre o regime dos escoamentos, ou seja, aumento da ETo (REZENDE, 2010).

Por meio da Figura 2 pode-se verificar os valores de evapotranspiração de referência (ETo) relativo aos meses do período avaliado para distrito de São Gonçalo, pertencente ao município de Souza-PB, na região semiárida do sertão paraibano.

Ao longo do ciclo analisado, os valores máximo e mínimo da ETo encontrados são, respectivamente, correspondem aos meses de abril de 1969, com ETo de 301,9 mm e fevereiro de 1988, com ETo de 100,5mm.



**Figura 2.** Evapotranspiração de Referência (ETo) para o distrito de São Gonçalo, Souza-PB, para o período de 1961-1990.

Os períodos que apresentam maior variabilidade nos valores de ETo abrangem os anos de 1968 a 1972 e os anos de 1978 a 1984, somando ao todo, dez anos de instabilidade de variação de evapotranspiração de referência. Os valores da evapotranspiração máxima e mínima correspondem aos meses de dezembro e junho/julho, respectivamente. Durante os demais anos a evapotranspiração se apresenta bem variável em relação aos meses de valores máximos e mínimo, com aumento dos mesmos. Isto é facilmente perceptível observando a linha de tendência na Figura 2, o evidencia o incremento da ETo para o distrito de São Gonçal, embora este apresente um menor aumento se comparado a cidade de Patos, no decorrer dos 30 anos avaliados esse valor se expressa de forma significativa.

Quando comparado os valores da ETo de São Gonçalo com os apresentados para Patos, por meio da Figura 1, percebe-se que a evapotranspiração para o distrito de São Gonçalo apresenta sua amplitude evapotranspirativa mais uniforme e estável. Os fenômenos EL e LN, parecem não causar tal influência significativa sobre os níveis de evapotranspiração como parece haver sobre a cidade de Patos, embora o aumento do parâmetro avaliado a partir de 1970 poss ser indicativo da ocorrência recorrente e efeito residual do EL. Isto significa que há uma grande variabilidade nos efeitos desses eventos no Nordeste, devida aos diferentes regimes climáticos e à interação com a topografia local.

Além da características climáticas inerentes e da ocorrência de tais fenômenos, essa diferença de variabilidade evapotranspirativa se deve também, ao tamanhos da área avaliado,

bem como, sua localização geográfica, relevo e distância dos demais centros urbanos, influenciando, de certa forma, na variabilidade térmica, umidade do ar e demais parâmetros que afetam a evapotranspiração final.

## CONCLUSÃO

A ETo apresentou grande variabilidade nas duas cidades analisadas, mas apresentou maior variabilidade para a cidade de Patos, pois a partir da década de 1970 a ETo aumentou consideravelmente, o que fez com que houvesse um aumento mais acentuado na tendência de aumento da ETo ao longo dos anos. Já a variabilidade para São Gonçalo não foi tão acentuada, e a houve uma pequena tendência no aumento da ETo. Os fenômenos El Niño e La Niña também influenciaram no aumento/diminuição da ETo.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements. **FAO Irrigation and Drainage, Paper No. 56**. FAO, Rome: Italy. 1998. 300p.

CARVALHO, L.G.; RIOS, G.F.A.; MIRANDA, W.L., NETO, P.C. Evapotranspiração de referência: Uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 456-465, 2011.

CAVALCANTI, ENILSON P.; SILVA, VICENTE DE P. R.; SOUSA, FRANCISCO DE A. S. DE. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Brasil, v. 10, n. 1, p. 140-147, 2006.

CPTEC - **Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos**. El Niño e La Niña. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 21 set. 2016.

EMBRAPA - **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Desertificação atinge grandes áreas do Semiárido. Disponível em: < <https://www.embrapa.br> > Acesso: 16 de setembro de 2016.

FUNCEME – **Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos**. Informações sobre La Niña. Disponível em: < <http://www.funceme.br/>>. Acesso: 19 de out. de 2016.

GRIMM, A.M.; TEDESCHI, R.G. Influência de eventos El Niño e La Niña sobre a frequência de eventos extremos de precipitação no Brasil. **Congresso Brasileiro De Meteorologia**. Fortaleza: SBMET, 2004.

IBGE – **Instituto Brasileiro De Geografia e Estatísticas**. Cidades. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br>> Acesso: 16 de setembro de 2016.

INMET - **Instituto Nacional de Meteorologia**. BDMEP - **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>>. Acesso em: 07 out. 2016.

MEIRELES, A. J. et al. **Semi-árido: diversidade, fragilidades e potencialidades**. Sobral – Ceará. Sobral Gráfica. Ed. 1, p. 213, 2006.

NOAA- **National Oceanic and Atmospheric Administration**. El Niño & La Niña (El Niño-Southern Oscillation). Disponível em: <<https://www.climate.gov/enso>>. Acesso: 19 de out. de 2016.

OLIVEIRA, G. D. **O El Niño e Você - o fenômeno Climático**. São José dos Campos – SP. Transtec Editorial, v.2000. p.116, 2001.

REZENDE, O. M. **Manejo De Águas Pluviais Uso De Paisagens Multifuncionais Em Drenagem Urbana Para Controle Das Inundações**. Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica. p. 104, 2010.

ROLIM,G.S.; SENTELHAS,P.C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL TM para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.1,p133-137,1998.

SUDENE. **Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste**, 2016. Semiárido. Disponível em: <<http://www.sudene.gov.br>>. Acesso: 16 de setembro de 2016.