

ANÁLISE HIDROMETEOROLÓGICA DO MUNICÍPIO DE SANTO ANTÔNIO DE GOIÁS – GO

HYDROMETEOROLOGICAL ANALYSIS OF THE MUNICI- PALITY OF SANTO ANTÔNIO DE GOIÁS – GO

*Marcos Alexandre Guimarães da Silva¹;
Felipe Corrêa Veloso dos Santos²;
Fernando Ernesto Ucker³;
Anne Louise de Melo Dores⁴*

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo realizar análises da variabilidade pluviométrica e da temperatura do município de Santo Antônio de Goiás – GO, além de estimar a evapotranspiração potencial por meio de dois modelos matemáticos empíricos, com o objetivo de realizar comparações estatísticas entre eles. Esta pesquisa foi realizada a partir dos dados climatológicos coletados e disponibilizados pela estação hidrometeorológica da Embrapa Arroz e Feijão, entre os períodos de 1983 a 2007. A estação localiza-se no município de Santo Antônio de Goiás – GO. Para o desenvolvimento dos cálculos, os dados utilizados foram a precipitação pluvial, radiação solar, temperatura (máxima, média e mínima), sendo que a partir destas informações, estima-se a evapotranspiração potencial. Os dados foram agrupados em forma de quinquídios, o que permite maior precisão dos resultados. Com base nos resultados obtidos pelas ferramentas estáticas aplicadas, pode-se concluir que o município estudado possui um sistema hidrológico favorável para o desenvolvimento de atividades agrícolas, e que os períodos do ano propícios para estas são os meses de janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro. As relações entre a precipitação, temperatura e a evapotranspiração pode ser analisada a partir da obtenção de variáveis meteorológicas, explicando assim as anomalias que ocorrem no ciclo hidrológico da região estudada.

Palavras-chave: Hidrologia estatística. Variabilidade pluviométrica. Evapotranspiração potencial. Modelagem hidrológica.

¹Engenheiro Ambiental – Centro Universitário UniAraguaia, e-mail: marcosalexandre2608@hotmail.com

²Professor, Doutor, Escola de Engenharia, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, e-mail: felipesantos@pucgoias.edu.br

³Professor, Doutor, Docente do curso de Engenharia Ambiental – Centro Universitário UniAraguaia, e-mail: feruck@gmail.com

⁴Graduanda em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, e-mail: annelouisedemelo@gmail.com

ABSTRACT

The present study aimed to carry out analysis of precipitation and temperature variability in the municipality of Santo Antônio de Goiás – GO, in addition to estimate the potential evapotranspiration using two empirical mathematical models in order to make statistical comparisons between them. This research was carried out based on the climatological data collected and made available by the Embrapa Arroz e Feijão hydrometeorological station between the periods of 1983 to 2007. The station is located in the municipality of Santo Antônio de Goiás – GO. For the development of calculations, the data used were precipitation, solar radiation, temperature (maximum, average and minimum), and based on this information, potential evapotranspiration is estimated. The data were grouped in the form of quinquids, which allows greater precision of the results. From the results obtained by the application of the static tools, it can be concluded that the studied municipality has a favorable hydrological system for the development of agricultural activities and that the favorable periods of the year for these are the months of January, February, March, November and December. The relations between precipitation, temperature and evapotranspiration can be analyzed from the by obtaining of meteorological variables, thus explaining the anomalies that occur in the hydrological cycle of the studied region.

Keywords: Statistical hydrology, precipitation variability, potential evapotranspiration, hydrological modeling.

1 INTRODUÇÃO

As pesquisas recentes têm como objetivo aprimorar o conhecimento de como ocorrem e funcionam os processos hidrológicos (infiltração, escoamento superficial, vazão, qualidade da água) e suas interações com as atividades humanas, sendo estas agricultura e pecuária, buscando assim avaliar os impactos positivos e negativos que essas atividade possam vir a afetar na quantidade e qualidade dos recursos hídricos do Bioma Cerrado.

A variabilidade pluviométrica temporal e espacial são fenômenos hidrológicos que determinam o armazenamento e o transporte da água, influenciando diretamente no ciclo hidrológico como um todo. Estes fatores determinam a disponibilidade hídrica, tanto para o ecossistema natural, quanto para as atividades humanas e econômicas. Com isso, o estudo destes fenômenos torna-se de extrema importância. (BAGGIOTTO et al., 2008).

De acordo com Roldão e Assunção (2012), ao desenvolver as análises climáticas voltadas para uma determinada região, observa-se variados fatores climáticos, entre eles os chamados azares climáticos, como precipitações e forma de granizo, ventos fortes, secas, geadas, entre outros. Os estudos pluviométricos, é uma das principais variáveis que contribui para a qualidade dos resultados e análises de anomalias pluviométricas, mas para isso é necessário a utilização de séries históricas.

A perda de água no solo por evapotranspiração é um parâmetro importante no ciclo hidrológico, em especial em áreas cultivadas, porém existe fenômenos que influenciam na estimativa da evapotranspiração. (REICHARDT; TIMM, 2004). A temperatura influi favoravelmente na intensidade da evapotranspiração, porque torna a maior quantidade de vapor de água, que pode estar presente no mesmo volume de ar, ao se atingir o grau de saturação do ar. (GARCEZ; ALVAREZ, 1988).

empírico que pode ser utilizado para qualquer condição climática. (CAMARGO; CAMARGO, 2000; FERNANDES et al., 2010). Para tanto, utilizou-se uma temperatura efetiva (T_{ef}), que expressa a amplitude térmica local, ao invés da temperatura média do ar, sendo que as equações que expressam a ETP2 são de-

$$ETP = 16 * \left(10 \cdot \frac{T_{ef}}{I}\right)^a; \text{ se } (0 \leq T_{ef} < 26,5 \text{ }^\circ\text{C}) \quad (\text{Eq. 2})$$

$$ETP = -415,85 + 32,24 T_{ef} - 0,43 \cdot T_{ef}^2; \text{ se } (T_{ef} \geq 26,5 \text{ }^\circ\text{C}) \quad (\text{Eq. 3})$$

Onde:

ETP₂: evapotranspiração potencial (mm);

T_{ef} : temperatura efetiva ($^\circ\text{C}$) e dada por, $T_{ef} = 0,36 \cdot (3 \cdot T_{max} - T_{min})$. T_{max} : temperatura máxima do dia, T_{min} : temperatura mínima do dia;

I: e dado por, $I = 12 \cdot (0,2 \cdot T_a)^{1,514}$, sendo T_a = temp. média anual normal;

a: e dado por, $a = 0,49239 + 1,7912 \cdot 10^{-2} \cdot I - 7,71 \cdot 10^{-5} \cdot I^2 + 6,75 \cdot 10^{-7} \cdot I^3$.

finas por (Eq. 2 e Eq. 3):

O banco de dados utilizado para o desenvolvimento deste estudo foi disponibilizado pela estação climatológica da Embrapa Arroz e Feijão, localizada no município de Santo Antônio de Goiás. Os dados a serem utilizados pertencem a uma série histórica de 25 anos (1983 a 2007), sendo estes: precipitação, radiação solar, temperatura (máxima, média e mínima). Os dados disponíveis de precipitação e temperatura serão agrupados em forma de quinquídios, sendo a precipitação média acumulada, mensal e anual, e a temperatura máxima, média e mínima. Os cálculos e critérios de seleção dos intervalos foram adotados conforme a metodologia descrita em Silva et al. (2015).

A partir dos resultados a serem obtidos através da avaliação da precipitação pluviométrica, foi utilizado ferramentas estatísticas que permitirão analisar possíveis anomalias e eventos extremos que possam ter ocorrido ao longo do período estudado. Para isto será aplicado o desvio médio, desvio padrão e o erro padrão da média, de acordo com a metodologia utilizada por Naghettini e Pinto (2007). Como análise complementar, foi realizada uma comparação entre ETP1 e ETP2 através do teste de hipótese estatística “teste t de Student”. (MONTGOMERY; GEORGE, 2012).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Análise da variabilidade pluviométrica e da temperatura

A temperatura é um dos mais importantes fatores ambientais, sendo que sua variabilidade ao longo do dia, determina o desenvolvimento e o comportamento climatológico. A precipitação é determinada principalmente pela geografia e pelo padrão de movimentação do ar ou de sistemas de condições meteorológicas. (TUCCI, 2009). Nota-se que os meses de janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro foram os que houveram maiores precipitações, sendo que a temperatura teve variação nos últimos quinquídios desses meses, exceto no mês de novembro, em que a temperatura esteve em conformidade, ou seja, não houve variação em relação à média (Figura 2).

Os meses de junho, julho e agosto, apresentaram baixa precipitação, e nenhum desses meses precipitou acima de 5,37 mm, observando que a temperatura no mês de junho não apontou nenhuma elevação. No entanto, os meses de julho (26,5 °C) e agosto (29,3 °C) demonstram elevação no 6^a quinquídio do mês. Observa-se também que a temperatura dos meses de abril, junho, setembro e novembro apresentam regularidade, sendo somente a temperatura do mês de fevereiro em seu último quinquídio, exibindo uma queda. (Figura 2).

Figura 2 - Precipitação média acumulada, mais temperatura média em quinquédios, entre os períodos de 1983 a 2007.

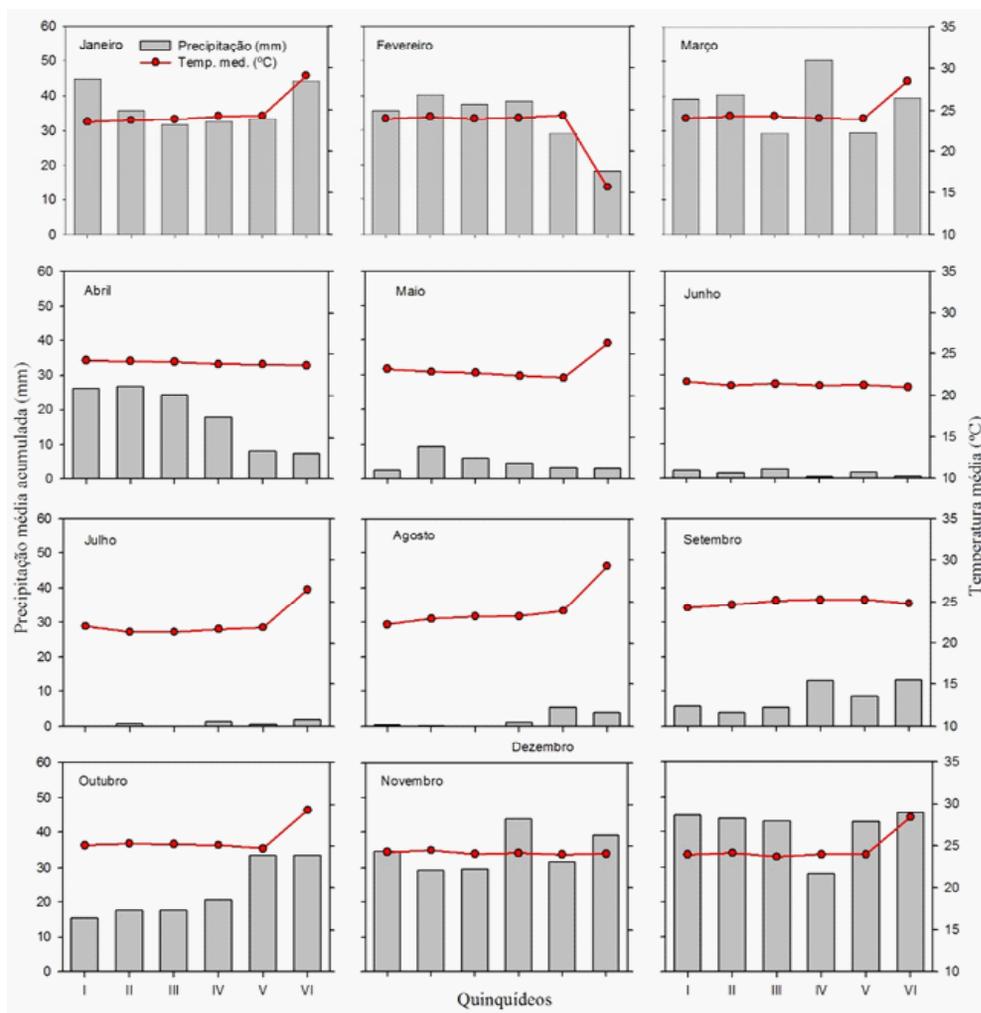
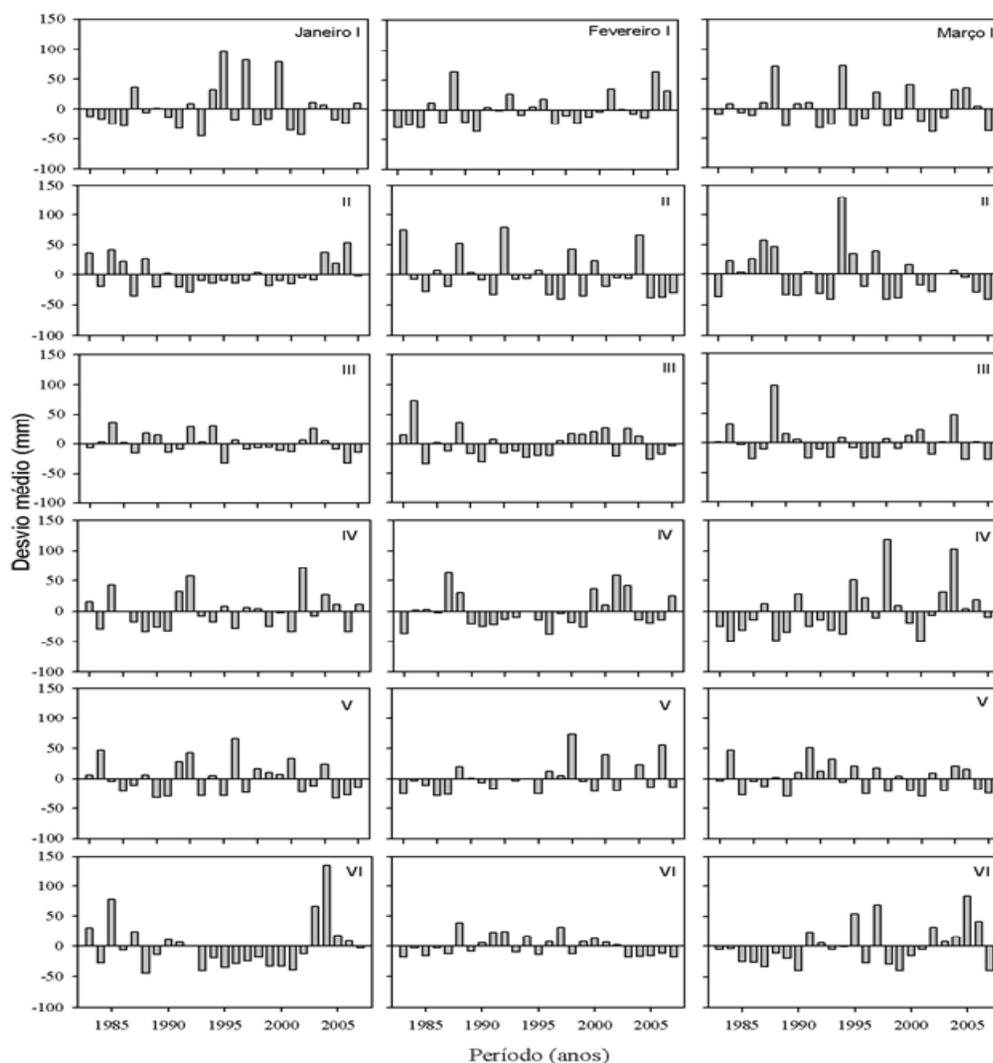


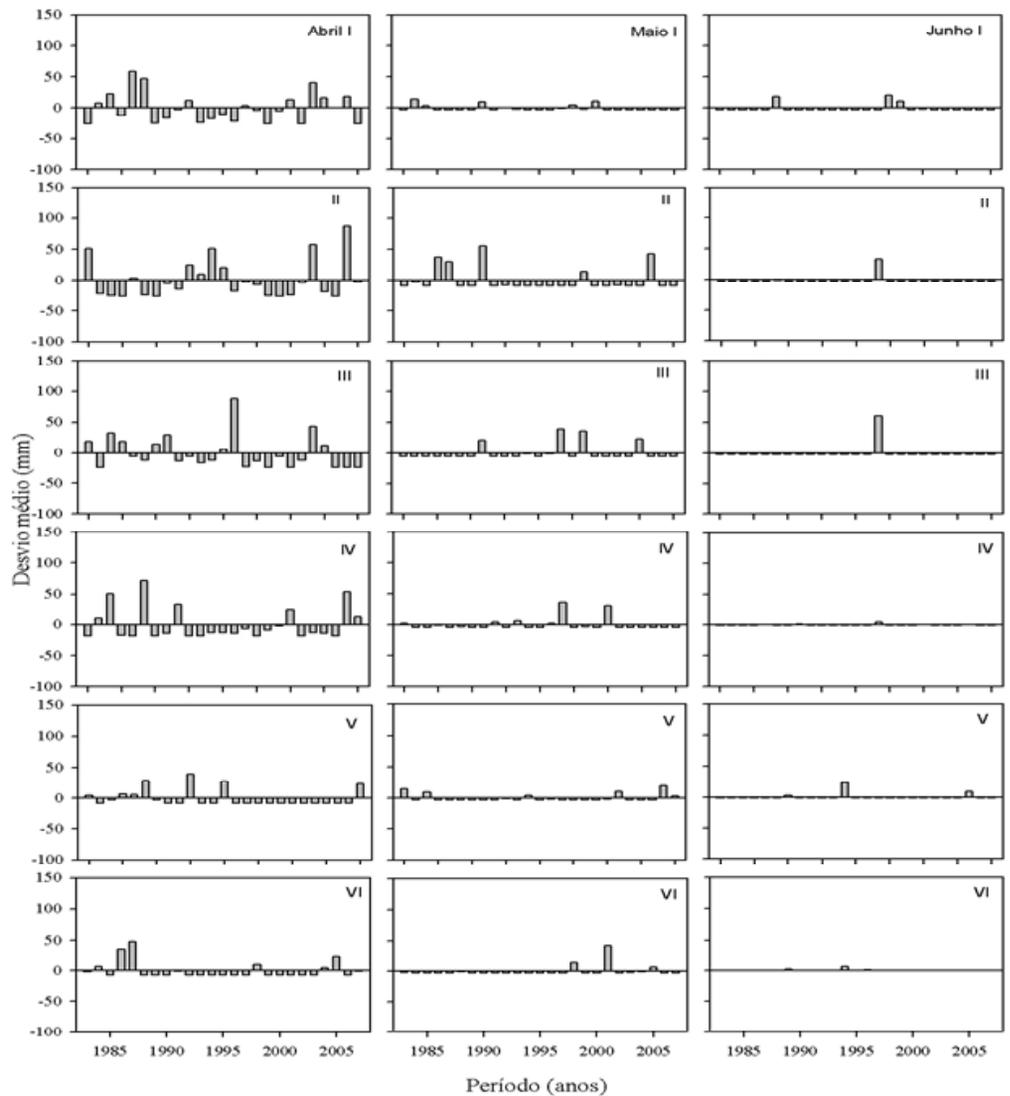
Figura 3 - Desvio médio da precipitação dos meses de janeiro, fevereiro e março, do município de Santo Antônio de Goiás, durante o período de 1983 a 2007.



O 6^a quinquídio do mês de janeiro no ano de 2004, segundo a Figura 3, foi o que apresentou a maior precipitação de 133,52 mm, observando que o 2^a e 3^a quinquídio foram os que tiveram as precipitações mais próximas a média, quase não ocorrendo variação.

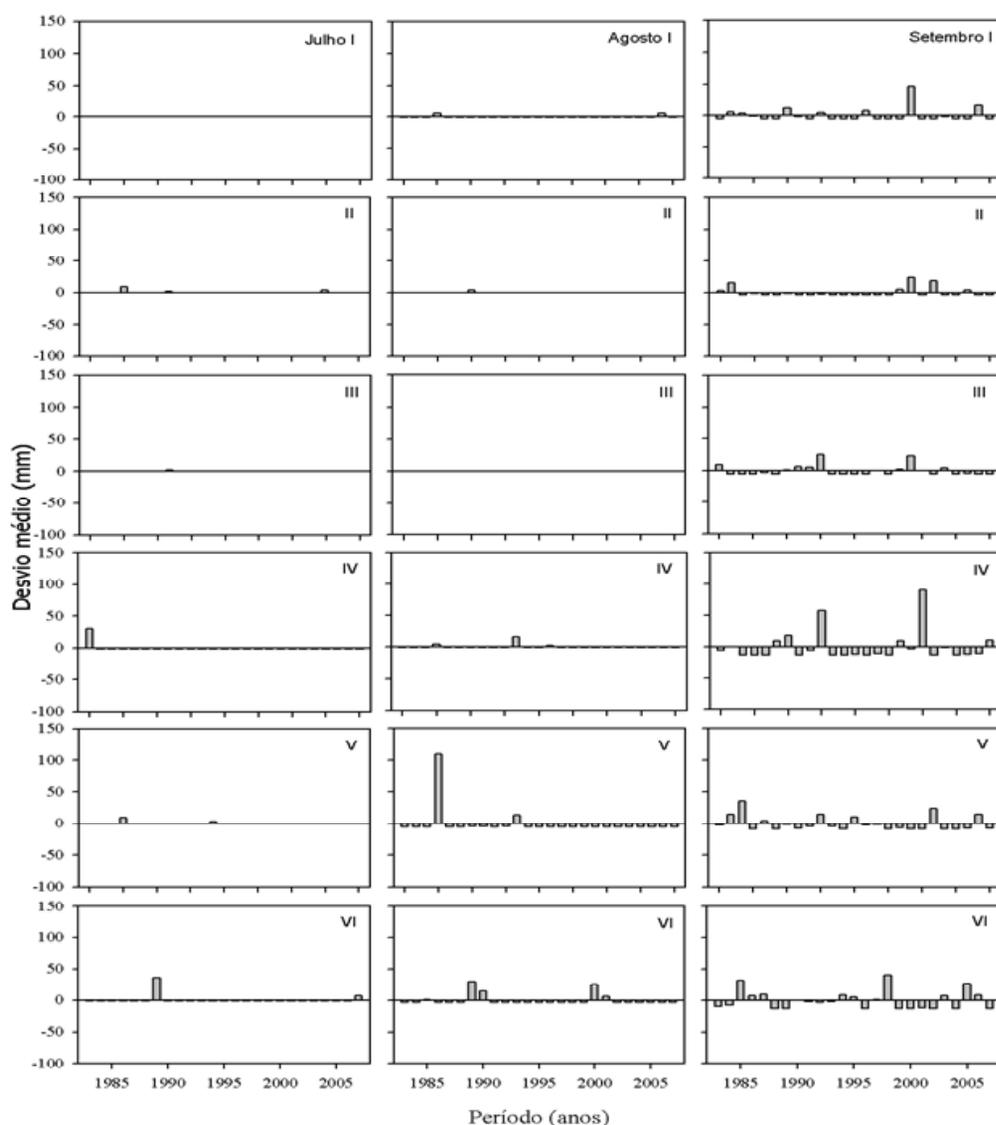
O mês de fevereiro em seus 1^a, 2^a e 5^a quinquídio, demonstram chuvas acima da média, sendo no 6^a quinquídio do mês as chuvas em maior conformidade com a média. O 2^a (129,77 mm em 1994) e 4^a (118,53 mm em 1998, e 102,93 mm em 2004) quinquídio do mês de março, foram os que tiveram as maiores chuvas em relação à média pluvial que ocorre no mês. (Figura 3).

Figura 4 - Desvio médio da precipitação dos meses de abril, maio e junho, do município de Santo Antônio de Goiás, durante o período de 1983 a 2007.



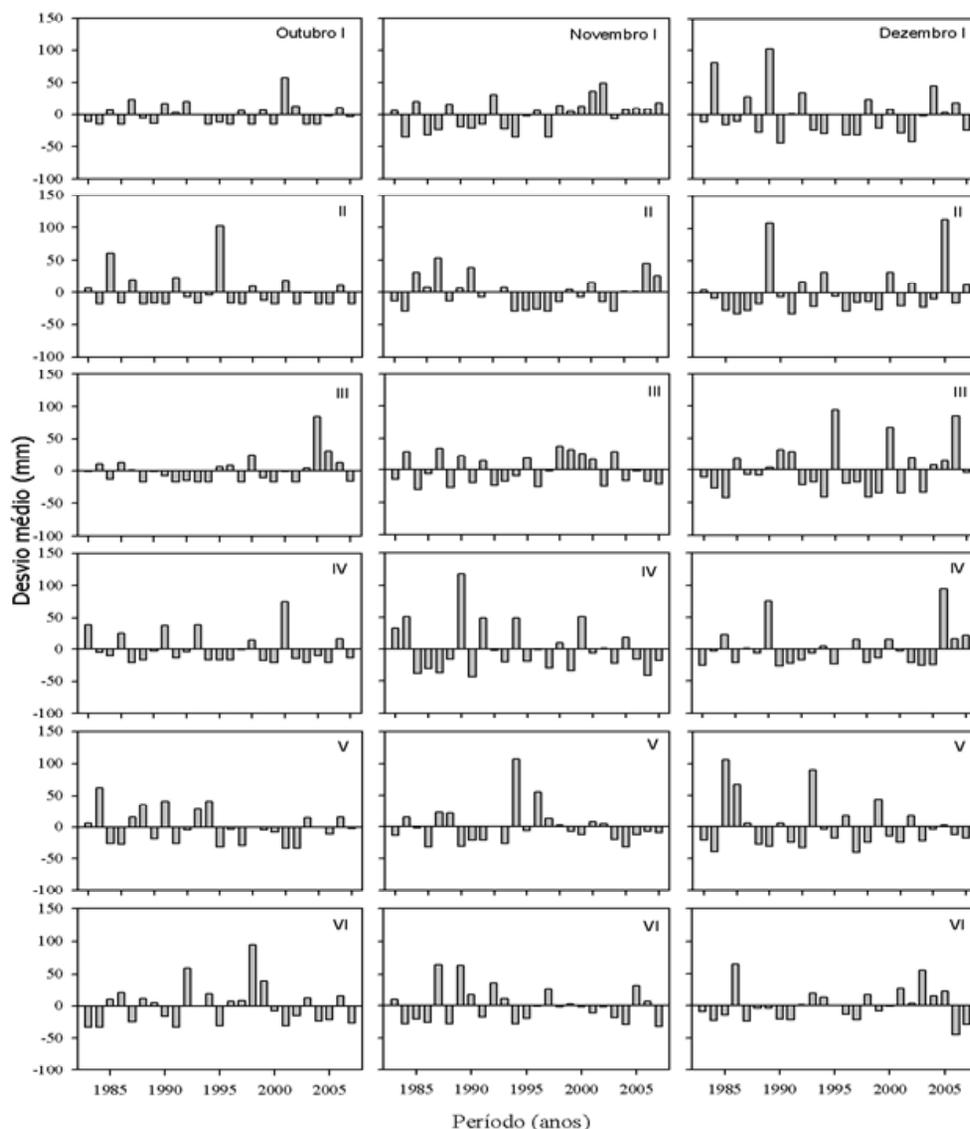
Analisando o mês de abril, nota-se que o 2^a e 3^a quinquênio tiveram precipitações acima de 88 mm, sendo que os demais quinquênios estão em conformidade com a média, percebendo assim, que não houve variações extremas neste período. (Figura 4). O mês de maio apresentou chuvas regulares, observando que no 2^a quinquênio em 1990, precipitou 55,67 mm acima da média, sendo a maior precipitação dos quinquênios analisados neste mês. Verificando o mês de junho, observa-se que o desvio é mínimo, não apresentando variação extremas, podendo destacar somente o 3^a quinquênio, o qual em 1997, precipitou 60,67 mm acima de média prevista para este período. Há indícios em outros locais, como o observado neste trabalho, na alteração de padrões pluviométricos. (SILVA et al., 2011; SILVA et al., 2015).

Figura 5 - Desvio médio da precipitação dos meses de julho, agosto e setembro, do município de Santo Antônio de Goiás, durante o período de 1983 a 2007.



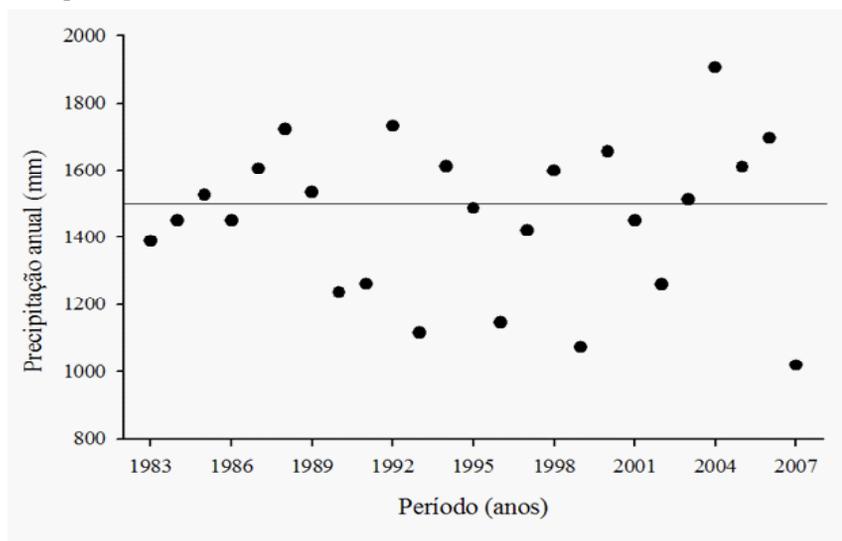
Observa-se que na Figura 5, o meses de julho e agosto apresentaram conformidade na precipitação, exceto o 5^a quinquênio do mês de agosto, o qual no ano de 1986, precipitou 109,22 mm acima do esperado, sendo que a média pluviométrica prevista para este período é de 5,42 mm. Este evento pode ser considerado uma anomalia, pois o período de agosto não é considerado mês chuvoso, segundo os dados climáticos do município estudado. (ANJOS; MARTINS; NERY, 2001). O mês de setembro no 1^a, 2^a, 3^a, 5^a e 6^a, apresentam conformidade em relação à média, sendo que 4^a quinquênio (90,08 mm em 2001) ocorreu a maior precipitação em relação aos demais quinquênios do mesmo mês.

Figura 6 - Desvio médio da precipitação dos meses de outubro, novembro e dezembro, do município de Santo Antônio de Goiás, durante o período de 1983 a 2007.



Os meses em que ocorrem as maiores precipitações no município de Santo Antônio de Goiás, segundo a Figura 2, são os meses de janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro. Observando as Figuras 3 e 6, estes meses são os que apresentaram as maiores variações pluviométricas, ou seja, as precipitações deste período ultrapassam 120 mm. Entretanto, em alguns anos, os meses de outubro, novembro e dezembro tiveram chuvas abaixo da média, sendo que as maiores precipitações ocorreram no mês de dezembro, pois foi o período que obteve as maiores médias pluviométricas, destacando o 6^a quinquênio, em que precipitou 45,33 mm acima da média prevista. Ainda em dezembro, o 2^a quinquênio no ano de 2005, precipitou 113,08 mm acima do padrão, sendo que a média de precipitação deste período é de 43,70 mm.

Figura 7 - Dispersão gráfica da precipitação anual do município de Santo Antônio de Goiás, durante o período de 1983 a 2007.

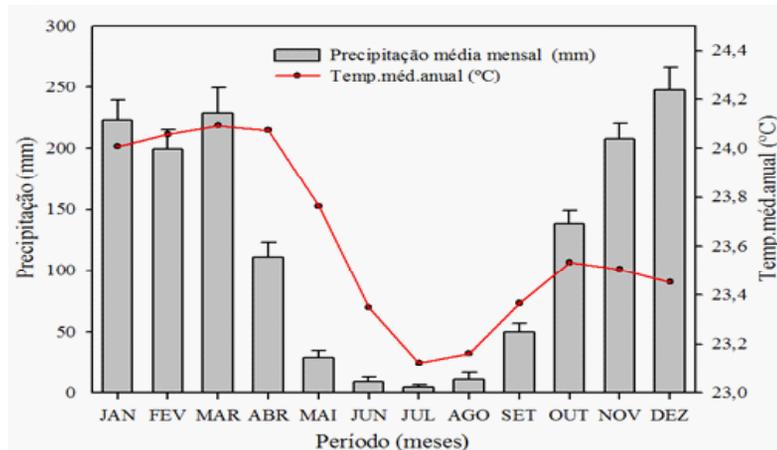


Ao observar a Figura 7, verifica-se que as precipitações tendem a ter uma grande dispersão, sendo que no ano de 1983, a precipitação total anual foi de 1387,22 mm e no ano de 2007 a precipitação total anual foi 1018,70 mm, demonstrando assim, uma redução pluviométrica. Ao ver estes dados, percebe-se uma gradativa diminuição nas chuvas da região, aninciandouma diferença de 368,53 mm, ou seja, 26,6 % de queda.

A precipitação média anual do município estudado é de 1458,58 mm para os períodos de 1983 a 2007, visualizando-se uma redução do regime pluviométrico desta região, de acordo com gráfico da Figura 7. Nota-se que o ano de 2004, foi o período de maior precipitação da série analisada, sendo a precipitação anual 1904,51 mm. Observa-se também que em 2007, a precipitação anual foi de 1018,70 mm, ou seja, estava abaixo do valor em 2004.

As Normais Climatológicas são obtidas através do cálculo das médias de parâmetros meteorológicos, obedecendo a critérios recomendados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), ou seja, as normais climatológicas são muito utilizadas para identificar os períodos do ano em que ocorrem os maiores índices pluviométricos, verificando dessa forma, o erro padrão da média e o desvio padrão. (RAMOS; SANTOS; FORTES, 2009).

Figura 8 - Normal climatológica do município de Santo Antônio de Goiás.

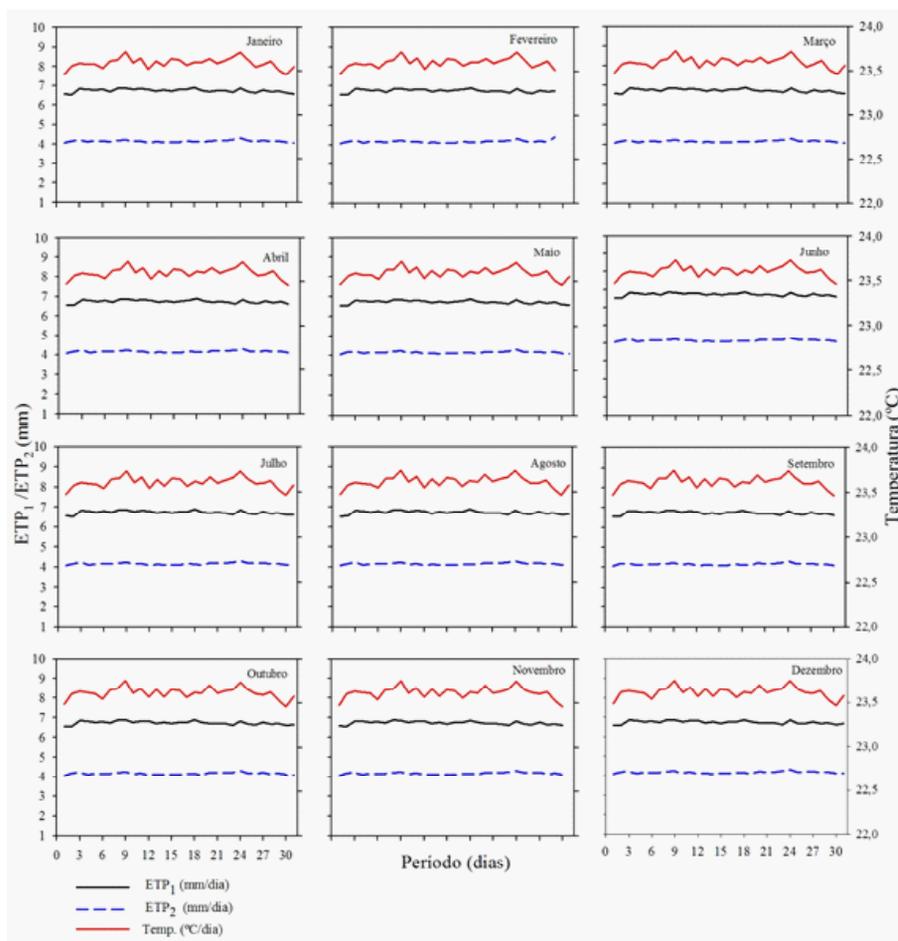


A precipitação média anual de Santo Antônio de Goiás é de 1458,58 mm, sendo que os meses de maiores índices pluviométricos são: novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março (207,76; 247,81; 223,20; 199,49; 228,55 mm), observando que também foram os meses em que ocorreram as temperaturas mais elevadas, com destaque para o mês de março, o qual a temperatura média foi de 24,1 °C. Essa variação de temperatura ocorre pela transição das estações do ano (primavera - verão). (INPE/CPTEC, 2016). Os meses que apresentam menor intensidade são: junho, julho e agosto (8,49; 4,49; 11,02 mm), como pode ser verificado na Figura 8. Nota-se que esses meses fazem parte do período de inverno, cuja a tendência da temperatura é cair. (INPE/CPTEC, 2016). Ao comparar o mês de maior e menor precipitação, constata-se grande diferença, pois o mês de dezembro precipitou em média 247,81 mm, com desvio padrão de 94,83 mm. Já o mês de julho, a precipitação média foi de 4,49 mm, com desvio padrão 10,18 mm, tendo assim uma diferença de 98,1%.

3.2 Estimativa da evapotranspiração potencial pelo método de Priestley - Taylor (ETP1) e Thornthwaite - Camargo (ETP2)

A evapotranspiração potencial corresponde ao processo de transferência da água do solo para a atmosfera. Tal processo requer suprimento de energia, e a única fonte disponível para isso é a radiação solar. A evapotranspiração potencial, portanto, é mais elevada no verão, quando os dias são mais longos e a radiação solar é maior. (CAMARGO; CAMARGO, 2000).

Figura 9 - ETP1 e ETP2 do município de Santo Antônio de Goiás, entre o período de 1983 a 2007.



Observando a Figura 8 9, percebe-se um padrão entre ETP1 e ETP2, notando que ocorreram pequenas variações somente entre os intervalos dos dias 25 e 31. As temperaturas também apresentam regularidade, ocorrendo variações nos últimos dias do mês. Os meses que apresentam padrão de variação nesses dias (25 a 31), são: janeiro, março, maio, julho, agosto, outubro e dezembro, demonstrando assim, um aumento da temperatura. Já os demais meses, apresentam diminuição da temperatura para esses dias. A temperatura influencia diretamente no processo de evapotranspiração, devido ao fato de que a radiação solar absorvida pela atmosfera e o calor emitido pela superfície da terra, elevam a temperatura, e dessa forma, a evapotranspiração é mais sensível à radiação solar. (ISMAEL FILHO, 2015).

Tucci e Collischonn (2014) afirmam que a temperatura está diretamente correlacionada com a ETP, uma vez que o aumento da pressão de saturação do vapor altera a quantidade de vapor, que pode ser armazenada no ar circundante.

Tabela 1 - Aplicação do teste t de Student, para comparação entre ETP₁ e ETP₂.

Período (mês)	ETP ₁ (mm)	ETP ₂ (mm)	
Janeiro	6,979	3,676	*
Fevereiro	6,966	3,890	*
Março	6,967	3,928	*
Abril	6,804	3,951	*
Maio	6,805	3,950	*
Junho	6,804	3,950	*
Julho	6,120	4,219	*
Agosto	6,119	4,220	*
Setembro	6,119	4,219	*
Outubro	6,119	4,219	*
Novembro	7,281	4,496	*
Dezembro	6,895	3,904	*

ETP₁: Evapotranspiração pelo método de Priestley – Taylor; ETP₂: Evapotranspiração potencial pelo método de Thornthwaite – Camargo; * nível de probabilidade de erro igual a 1%, ** nível de probabilidade de erro igual a 5%, ns – valor não significativo.

A aplicação dos testes de hipótese estatística, tem o objetivo de comparar, através de níveis de probabilidade de erro, durante todo o desenvolvimento dos cálculos, sendo assim, por meio da Tabela 1, percebe-se que os meses de janeiro, fevereiro, março, abril, maio e junho, para ETP1 e ETP2, obtiveram o nível de erro igual a 1%, e coeficiente de variação de 14,38%. Dessa forma, nota-se que para ETP2 os meses de julho, agosto, setembro, outubro e novembro a diferença dos valores em relação aos meses anteriores é mínima, sendo que todos estes meses tiveram 1% de erro e coeficiente de variação 19,16%.

O mês de novembro para ETP1 obteve o maior valor (7,281 mm/dia, CV = 13,13%), sendo que os demais meses a ETP1 seguiram um padrão de conformidade, ressaltando que os períodos de novembro e dezembro possuem o mesmo nível de erro (1%), bem como o coeficiente de variação igual a 15,91%, diferentemente dos demais meses.

4 CONCLUSÃO

A partir dos estudos de variabilidade pluviométrica e da temperatura foi possível verificar períodos em que ocorreram anomalias, períodos de maior inten-

sidade das precipitações e de calor. Os estudos das normais climatológicas é de grande importância, pois através dessa ferramenta, avalia-se os períodos do ano que são propícios para o desenvolvimento de atividades agrícolas, visto que o sistema hidrológico da região analisada é favorável para estas atividades. Sendo janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro os meses que oferecem maior disponibilidade hídrica, pois a precipitação média mensal destes ultrapassam 190 mm.

Através da aplicação do teste t Student, foi possível comparar os dois métodos utilizados para estimar a ETP, sendo que nenhum dos modelos apresentou resultado acima de 1% de erro, demonstrando assim, somente coeficientes de variação diferentes, o que é esperado quando se aplica esta metodologia.

O ETP1 e ETP2 demonstraram um padrão de conformidade em sua distribuição média mensal. As relações entre a precipitação, temperatura e a evapotranspiração, podem ser explicadas por meio de variáveis meteorológicas que influenciam nos processos de ETP. Portanto, com embasamento na literatura, pode-se afirmar que a quantidade de vapor de água (ETP) que retorna a atmosfera é o suficiente para manter o ciclo hidrológico do município estudado em equilíbrio hídrico.

REFERÊNCIAS

- ANJOS, I. B.; MARTINS, M. L. O. F.; NERY, J. T. Estudo da precipitação pluviométrica e balanço hídrico em Maringá. **Boletim de Geografia**, v.19, n.1, p.115-128, 2001.
- BAGGIOTTO, C. et al. Análise de séries temporais de chuvas e vazões da bacia hidrográfica do Rio. In: SIMPÓSIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 12., 2008, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UNIFRA, 2008, p.1-10.
- CAMARGO, A.P.; CAMARGO, M.B.P. Uma revisão analítica da evapotranspiração potencial. **Bragantia**, Campinas, v.59, n.2, p.125-137, 2000.
- FERNANDES, D. S. et al. **Evapotranspiração: Uma revisão sobre os métodos empíricos**. Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010.
- ISMAEL FILHO, A. I et al. Influência das variáveis climáticas sobre a evapotranspiração. **Revista Gaia Scientia**, Paraíba, v.9, n.1, p.62-66, abr. 2015.
- GARCEZ, L.N.; ALVAREZ, G.A. **Hidrologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1988.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA-IBGE. 2015. **Base Cartográfica**. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>. Acessado em: 16 nov. 2016.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS-INPE, CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS - CPTEC. 2016. Disponível em: <http://clima1.cptec.inpe.br/estacoes/>. Acessado em: 20 jul. 2020.
- MONTGOMERY, D. C.; GEORGE, R. C. **Estatística e probabilidade para engenheiros**. 5. ed. São Paulo: Gen, 2012.
- NAGHETTINI, M.; PINTO, É.J.A. **Hidrologia Estatística**. Belo Horizonte: CPRM, 2007.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTO ANTÔNIO DE GOIÁS. Disponível em: <http://www.santoantoniodegoias.go.gov.br/>. Acessado em: 24 out. 2016.
- PRIESTLEY, C. H. B; TAYLOR, R. J. On the assessment of surface heat flux and evaporation, using large scale parameters. **Monthly Weather Review**, Washington, v.10, n.2,

p.81-92, 1972.

RAMOS, A. M; SANTOS, L. A. R; FORTES, L. T. G. **Normais climatológicas do Brasil: 1961 - 1990**. Brasília, DF: INMET, 2009.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera** – Conceitos, processos e aplicações. São Paulo: Monole, 2004.

ROLDÃO, A. F; ASSUNÇÃO, W. L. Caracterização e duração das estações seca e chuvosa no Triângulo Mineiro - MG. Universidade Federal de Uberlândia, **Revista Geonorte**, Amazonas, v.1, n.5, p.428-440, 2012.

SILVA, B. E. B., GANDU, A. W., COHEN, J. C. P., ROLIM, P. A. M. Análise da tendência de aumento da precipitação anual na região de Santarém (PA), entre 1961 e 2008. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE METEOROLOGIA, 6., 2011, Rio Grande do Norte. **Anais...** Rio Grande do Norte: SBMET, 2011, p. 1-5.

SILVA, M. A. G; et al. Caracterização pluviométrica por quinquídios da cidade de Pirenópolis – GO. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 21., Brasília – DF, 2015. **Anais...** Brasília – DF: ABRH, 2015, p. 1-9.

TUCCI, C. E. M; COLLISCHONN, B. Relações regionais entre precipitação e evapotranspiração mensais. **RBRH – Revista Brasileira de Recurso Hídricos**, Rio Grande do Sul, v.19 n.3, p. 205-214, 2014.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia, ciências e aplicação**. 4. ed. Rio Grande do Sul: ABRH, 2009.