

Análise do clima de Goiás para os anos de 2012 a 2014 baseados na classificação climática de Thornthwaite.

João Pedro Costa Damasio^{1*} (Estudante), Diego Simões Fernandes¹ (Professor da UEG – Câmpus Palmeiras de Goiás). jpdamasio95@gmail.com.

¹ Rua S7 Qd 1A - s/n, Palmeiras de Goiás - GO, 76190-000, UEG - Câmpus Palmeiras de Goiás

Resumo: O conhecimento das condições edafoclimáticas específicas de cada região, é de extrema importância para disponibilizar informações à população e principalmente ao produtor rural, que necessita destas para saber qual melhor atividade empregar em sua propriedade rural, a disponibilidade de água no solo é uma das consequências para se atingir bom resultados no ramo do agronegócio. Este trabalho tem por finalidade a realização de uma classificação climática de 11 municípios do estado de Goiás, durante os anos de 2012 a 2014. Foi utilizado o balanço hídrico como ferramenta para obter as variáveis necessárias os cálculos dos índices hídricos, aridez e de umidade e posteriormente, os cálculos dos índices desses anos foram comparados com os índices normais climatológicos de cada região em análise. De acordo com resultados obtidos e comparados os municípios em questão variam entre C2 s2 a B1 r, ou seja, subúmido a úmido com deficiência hídrica moderada no verão ou grande deficiência hídrica no verão.

Palavras-chave: Balanço hídrico. Índices climáticos. Precipitação.

Introdução

A necessidade crescente de água, principalmente pela agricultura por meio da utilização de irrigação, se conflita diretamente com a limitação dos recursos hídricos. Segundo Souza et al. (2013), conflitos pelo uso de rios, prejuízos causados pelo mal-uso e/ou excessos hídricos, demandam um planejamento racional e otimizado para aumentar a eficiência da utilização da água.

Para o conhecimento da quantidade de água disponível mensal ou anual de zonas ou regiões pode-se utilizar ferramentas que avaliem esse potencial. Dentre elas, a classificação climática busca identificar regiões que possuam características climáticas relativamente homogêneas, fornecendo informações importantes sobre as condições ecológicas e potencialidades agrícolas. Nesse contexto, existem muitos sistemas de classificação climática, destacando-se os de Köppen, que é largamente utilizado para estudos climatológicos e geográficos, e de Thornthwaite (1948) e Thornthwaite & Mather (1955) que usam índices climáticos baseado nos resultados do balanço hídrico climatológico (BHC).

Com a utilização dessas ferramentas é possível verificar alterações anuais das características do clima de uma região, quando comparadas com a normalidade daquela região. Assim o objetivo desse trabalho foi calcular os índices de umidade, aridez e hídrico de Thornthwaite, para 11 localidades no estado de Goiás e posteriormente compará-las com as normais climatológicas.

Material e Métodos

Os dados utilizados foram disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e Sistema de Meteorologia e Hidrologia do Estado de Goiás (SIMEHGO), para um período de três anos, 2012 a 2014, e as normais climatológicas foram obtidas junto ao INMET. Os dados meteorológicos diários faltantes de temperatura do ar foram preenchidos seguindo metodologia de Heinemann et al. (2007), para a precipitação os dados que não estavam consistentes foram substituídos pelos valores das normais climatológicas para o município em questão. Para a execução do balanço hídrico foi adotado o valor de 100 mm para a capacidade de água disponível no solo (CAD). Os municípios utilizados para os cálculos foram: Aragarças, Goiânia, Pirenópolis, Catalão, Goiás, Itumbiara, Jataí, Posse, Rio Verde, Formosa e Ipameri. Os cálculos do balanço hídrico foram realizados com a utilização do software Excel. Posteriormente ao cálculo do balanço hídrico dos anos analisados, foram realizados os cálculos dos índices climáticos de Thornthwaite, sendo os índices hídricos, aridez e umidade. Esses índices determinam qual mês há maior disponibilidade de água, sendo assim, qual o melhor período para se empregar a agricultura, que é uma atividade bastante depende de fatores agroclimáticos. As equações 1 a 3 descrevem como os índices hídricos, aridez e umidade, respectivamente, foram obtidos.

$$I_h = (EXC/ETP) * 100 \quad (1)$$

$$I_a = (DEF/ETP) * 100 \quad (2)$$

$$I_u = I_h - 0,6 I_a \quad (3)$$

Com base nos cálculos obtidos pelos índices, e seguindo a classificação climática obtida pelas tabelas 1 e 2, caracterizaram-se os três anos analisados e comparou-se com a classificação obtidas com as normais climatológicas de cada região.

Tabela 1 – Classificação climática de Thornthwaite com base em índice de umidade.

Tipo	Iu
A – superúmido	$Iu > 100$
B ₄ – úmido	$80 < Iu < 100$
B ₃ – úmido	$60 < Iu < 80$
B ₂ – úmido	$40 < Iu < 60$
B ₁ – úmido	$20 < Iu < 40$
C ₂ – subúmido	$0 < Iu < 20$
C ₁ - subúmido seco	$-20 \leq Iu < 0$
D - semi-árido	$-40 \leq Iu < -20$
E - árido	$-60 \leq Iu < -40$

Tabela 2 – Subtipos climáticos segundo Thornthwaite com base no índice de aridez e hídrico.

Climas úmidos (A, B, C₂)	Índice de aridez
r – sem ou com pequena deficiência hídrica	$0 < I_a < 16,7$
s – deficiência hídrica moderada no verão	$16,7 < I_a < 33,3$
w - deficiência hídrica moderada no inverno	$16,7 < I_a < 33,3$
s ₂ - grande deficiência hídrica no verão	$I_a > 33,3$
w ₂ - grande deficiência hídrica no inverno	$I_a > 33,3$
Climas secos (C₁, D, E)	Índice hídrico
d - excedente hídrico pequeno ou nulo	$0 < I_h < 10$
s - excedente hídrico moderado no verão	$10 < I_h < 20$
w - excedente hídrico moderado no inverno	$10 < I_h < 20$
s ₂ - grande excedente hídrico no verão	$I_h > 33,3$
w ₂ - grande excedente hídrico no inverno	$I_h > 33,3$

Resultados e Discussão

A precipitação no estado de Goiás varia aproximadamente 400 mm entre as regiões, sendo os valores anuais entre 1400 a 1800 mm de acordo com as normais climatológicas. Dentre as regiões analisadas na tabela 3 observou-se que, Rio Verde, Goiás e Pirenópolis são as que apresentam os maiores volumes de precipitação acumulada anual. Já as que apresentam menores valores de

precipitação anual são Goiânia, Formosa e Ipameri. O município de Aragarças, durante os anos de 2012 e 2014, foi observado déficit hídrico. 2013 foi o que mais se aproximou da normal. A região de Goiânia o ano que mais se aproximou das normais climatológicas foi 2014. Em 2012 e 2013 teve excesso hídrico. Dentre os anos analisados, o município de Posse não apresentou nenhum ano com valor igual ou superior à média anual, assim, esta região apresentou déficit hídrico nestes anos, sendo o maior no ano de 2012, sendo que precipitaram apenas 971,2 mm, o esperado era 1537,5 mm. Formosa no ano de 2012 apresentou grande deficiência hídrica, já em 2013 teve um ótimo excesso. Pirenópolis no ano de 2012 e 2014 tiveram precipitação abaixo do normal. Já o ano de 2013 teve excesso hídrico onde que o normal é de 1.766,2 mm, a precipitação foi de 1.966,3 mm. O município de Rio Verde foi o que apresentou os maiores excessos hídricos. O volume de precipitação acumulada anual para os anos de 2012 e 2013 ultrapassaram os 2.000 mm, já em 2014 apresentou um ligeiro déficit de menos de 200 mm.

Tabela 3 - Média de precipitação anual para os anos 2012 a 2014 e comparação com o normal climatológico do estado de Goiás.

Municípios	2012	2013	2014	Normal Climatológico
Aragarças	1.214,0	1.534,2	1.371,0	1.575,2
Goiânia	1.758,6	1.718,6	1.421,6	1.431,3
Itumbiara	1.076,0	1.461,4	1.028,0	-
Posse	971,2	1.292,4	1.301,8	1.537,5
Formosa	1.009,8	1.621,9	1.224,6	1.431,3
Pirenópolis	1.506,3	1.966,3	1.709,6	1.766,2
Ipameri	1.384,5	1.755,2	1.146,0	1.448,0
Catalão	1.216,2	1.489,0	1.338,8	1.494,7
Goiás	1.661,7	1.658,7	1.384,2	1.785,6
Rio Verde	2.117,6	2.146,2	1.562,3	1.708,5
Jataí	1.720,0	1.691,7	1.806,6	-

A tabela 4 descreve a classificação climática, baseado nos índices climáticos de Thornthwaite, para todos os municípios estudados. O município de Aragarças foi classificado com climas que variaram de C_{1s2} a C_{2s2}, para os anos de 2012 a 2014, ou seja, variaram de subúmido seco a subúmido, com grande deficiência hídrica no verão, sendo que o normal climatológico para a região C_{2s} que são um clima

subúmido com deficiência hídrica no verão, desse modo, essa região não apresentou grandes variações climáticas nos anos analisados em relação ao normal esperado para região, sendo que as variações observadas nas variáveis climáticas para esse período podem ser consideradas como variabilidade natural do clima. Representando a região central de Goiás, o município de Goiânia, de acordo com a normal climatológica, tem um clima, segundo a classificação de Thornthwaite (1948) B_{1s}, úmido com deficiência hídrica moderada no verão, porém, durante o período analisado o clima variou de B_{1s} a B_{2r}, isto é, úmido, com pequena deficiência hídrica ou deficiência hídrica moderada no verão. De acordo com a classificação climática normal, o município de Goiânia não apresentou uma grande diferença entre os anos analisados quando comparados com a normal. O município de Posse, região nordeste de Goiás, é classificado como B_{1s}, úmido com deficiência hídrica moderada no verão, entretanto, no período analisado classificação climática variou de C_{1s2} a C_{2s}, ou seja, de subúmido seco a subúmido, variando de grande deficiência hídrica no verão a deficiência hídrica moderada no verão. No entanto, todos os três anos analisados apresentaram grande deficiência hídrica e solos subúmido. Silva et al. (2011) afirmam que esta variação climática pode ser devido a redução das áreas de clima úmido, pelas grandes taxas evapotranspirométricas encontradas em regiões onde, possivelmente, tenham passado por um baixo período de chuvas e pelo aumento das temperaturas, ocasionando assim grande déficit hídrico.

De acordo com a normal climatológica, o clima do município de Formosa é classificado como B_{2s}, ou seja, úmido com deficiência hídrica moderada no verão, no decorrer dos anos analisados entre 2012 a 2014, foi classificado como C_{1s} a C_{2s}, subúmido seco a subúmido, com deficiência/excedente hídrica moderada no verão, esta oscilação durante os anos pode ser devido à grande variação da precipitação anual no município, ocorrida provavelmente pela distribuição irregular de chuva na região. Andrade Júnior et al. (2005) propõe que a classificação climática de uma região pode ser melhorada e ajustada adequadamente com a incorporação dos dados de parâmetros físico-químicos do solo e da vegetação, o que poderia viabilizar um estudo mais detalhado de zoneamento agrícola, pois a precipitação é um parâmetro que por natureza tem um alto índice de variabilidade.

O clima de Pirenópolis é classificado, segundo a classificação climática de Thornthwaite, como B_{3r}, úmido, sem ou com pequena deficiência hídrica. Ao longo

dos três anos analisados, a classificação obtida foi uma variação de climas B_{1s} a B_{2s}, úmido com deficiência hídrica moderada no verão. Muitos trabalhos mostram evidências quanto aos efeitos das mudanças climáticas regionais, particularmente nas variações da temperatura do ar, vegetação local e precipitação regional (Dantas et al., 2007; Blain et al., 2009; Blain, 2010). Esse fato poderia alterar a classificação climática de uma região, entretanto, para ter essa afirmação são necessários estudos de vários anos para determinar essa mudança, o que não se pode concluir com esse estudo para o município de Pirenópolis.

Na região sudeste de Goiás, onde se localizam os municípios de Ipameri e Catalão, o clima é classificado como B_{2r}, úmido sem ou com pequena deficiência hídrica. Nos anos de 2012 a 2014 a região teve um clima que variou de C_{2s2} a B_{2s}, ou seja, variou de subúmido, com grande deficiência hídrica no verão a úmido com deficiência hídrica moderada no verão. Uma região classificada como C₂, pode ser considerada como região transitória entre os climas mais secos para aqueles caracterizados como úmidos. Assim, Silva (2013) informa que nessas regiões são necessárias atenções especiais pelos usuários e gestores públicos de recursos naturais, principalmente quando se trata da atividade agropecuária, pois devido a esse fato os insucessos nas atividades podem ser elevados.

A cidade de Goiás, segundo a normal climatológica é classificada como B_{1s}, úmido com deficiência hídrica moderada no verão. Nos anos analisados a variação climática foi de C_{2s2} a B_{1s2}, subúmido a úmido, respectivamente, com grande deficiência hídrica no verão. De acordo com Moreno et al. (2005), esta variação entre os anos podem ser justificadas pelo fator climático topográfico, como a altitude, que altera os níveis de precipitação, permitindo assim as diferenças nas condições térmicas e pluviais com aumento da velocidade do vento e das precipitações e diminuição da evapotranspiração. Por último, a região sudoeste representada pelos municípios de Rio Verde e Jataí, tem um clima classificado como B_{2r}, úmido sem ou com pequena deficiência hídrica. No período estudado, o clima variou de B_{1r} a A_s, sendo de úmido sem ou com pequena deficiência hídrica a superúmido com deficiência hídrica moderada no verão. Essa região é a que mais recebe precipitação em Goiás devido à entrada de sistemas frontais.

Tabela 4 – Classificação climática pelo método de Thornthwaite (1948) para os anos de 2012 a 2014 e comparação com o normal climatológico do estado de Goiás.

Município	2012				2013				2014				Normal Climatológico			
	I _h	I _a	I _u	Fórm.	I _h	I _a	I _u	Fórm.	I _h	I _a	I _u	Fórm.	I _h	I _a	I _u	Fórm.
Aragarças	20,8	42,2	-4,5	C _{1s2}	29,3	28,7	12,1	C _{2s}	26,3	40,2	2,2	C _{2s2}	32,5	23,0	18,7	C _{2s}
Goiânia	55,7	11,9	48,6	B _{2r}	68,0	21,1	55,4	B _{2s}	49,2	31,8	30,1	B _{1s}	38,9	20,7	26,5	B _{1s}
Itumbiara	10,1	32,6	-9,4	C _{1s}	36,7	23,2	22,7	B _{1s}	1,9	28,4	-15,2	C _{1d}	-	-	-	-
Posse	28,2	52,6	-3,3	C _{1s2}	40,8	44,5	14,1	C _{2s2}	28,9	27,1	12,6	C _{2s}	48,8	23,9	34,5	B _{1s}
Formosa	20,2	35,1	-0,9	C _{1s}	54,9	19,9	43,0	B _{2s}	33,5	32,0	14,3	C _{2s}	59,7	17,2	49,4	B _{2s}
Pirenópolis	42,3	29,6	24,5	B _{1s}	72,5	24,5	57,8	B _{2s}	59,9	31,2	41,2	B _{2s}	71,7	15,2	62,5	B _{3r}
Ipameri	24,2	13,0	16,5	C _{2r}	60,8	16,7	50,8	B _{2s}	29,2	34,7	8,4	C _{2s2}	47,9	12,3	40,5	B _{2r}
Catalão	37,1	30,1	19,0	C _{2s}	53,0	19,8	41,1	B _{2s}	43,1	26,5	27,2	B _{1s}	56,2	16,1	46,5	B _{2r}
Goiás	57,8	41,8	32,8	B _{1s2}	46,6	28,1	29,7	B _{1s}	34,6	39,2	11,1	C _{2s2}	51,5	24,9	36,5	B _{1s}
Rio Verde	100,5	10,9	93,9	B _{4r}	124,9	30,1	106,8	As	48,4	14,9	39,5	B _{1r}	65,2	13,1	57,3	B _{2r}
Jataí	66,8	11,6	59,9	B _{2r}	72,4	18,2	61,6	B _{3s}	70,9	10,0	64,9	B _{3r}	-	-	-	-

Considerações Finais

Durante os três anos analisados com relação à precipitação o município de Rio verde, foi o que apresentou os maiores excessos hídricos em 2012 e 2013. Já o município de Posse, apresentou grande déficit hídrico em todos os anos ao comparar com a normal climatológica. Em 2012 apresentou um déficit de 566,3 mm. Pela classificação climática os resultados obtidos durante os anos de 2012 a 2014, boa parte dos municípios analisados obteve classificação entre subúmido a úmido com pequena ou grande deficiência hídrica no verão. Sendo assim, há necessidade de irrigação para tentar diminuir esta deficiência de água no solo e atender as necessidades fisiológicas das culturas. A análise entre os diferentes anos permitiu separar eficientemente os climas da área de estudo com variações entre úmido e subúmido, indicação que possibilita para cada região uma determinada atividade agropecuária a ser empregada.

Agradecimentos

Primeiramente a Deus pela vida e as oportunidades durante esta caminhada, em seguida ao docente M.Sc. Diego Simões Fernandes que possibilitou a disponibilização dos dados necessários para que o trabalho fosse desenvolvido.

Referências

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; BASTOS, E. A.; BARROS, A. H. C.; SILVA, C. O.; GOMES, A. A. N. Classificação climática e regionalização do semi-árido do Estado do Piauí sob cenários pluviométricos distintos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n.2, p.143-151, 2005.

BLAIN, G. C. et al. **Análises estatísticas das tendências de elevação nas séries anuais de temperatura mínima do ar no estado de São Paulo**. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.3, p.807-815, jul./set. 2009.

BLAIN, G.C. Séries anuais de temperatura máxima média do ar no estado de São Paulo: variações e tendências climáticas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v.25, n.1, p.114-124, mar. 2010.

DANTAS, A. A. A. et al. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.6, p. 1862-1866, nov./dez. 2007.

HEINEMANN, A.B.; SILVA, S.C. da; LOPES JUNIOR, S.; AMORIM, A. de O.; ANDRADE, C. de L.T. de; BASTOS, E.A.; PAZ, R.L. da. **Características climáticas dos municípios de Santo Antônio de Goiás (GO), Porangatu (GO), Janaúba (MG), Sete Lagoas (MG), Parnaíba (PI) e Teresina (PI), Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2007. 36p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 214).

MORENO, G. et al. **Geografia de Mato Grosso: território, sociedade, ambiente**. Cuiabá: Entrelinhas, 2005. 296p.

SILVA, A. O.; QUELUZ, J. T. G.; KLAR, A. E. Spatial distribution of climatic water balance in different rainfall regimes in the State of Pernambuco. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v.6, n.1, p.7-19, 2013.

SOUZA, A.P. de; MOTA, L.L. da; ZAMADEI, T.; MARTIM, C.C.; ALMEIDA, F.T. de; PAULINO, J. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. **Nativa**, v.1, p.34-43, 2013.

THORNTHWAITE, C. W. 1948. **An approach toward a rational classification of climate**. Geography Review, New York, v.38, n.1, p.55-94, jan. 1948.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance: publications in climatology**. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p.