

BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO MENSAL E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN E THORNTHWAITE PARA O MUNICÍPIO DE RIO VERDE, GOIÁS

LOPES SOBRINHO, Oswaldo Palma – oswaldo-palma@hotmail.com
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano / IFGoiano

SANTOS, Leonardo Nazário Silva dos – leonardo.santos@ifgoiano.edu.br
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano / IFGoiano

SANTOS, Gilmar Oliveira – gilmar@unirv.edu.br
Universidade de Rio Verde / UniRV

CUNHA, Fernando Nobre – fernandonobrecunha@hotmail.com
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano / IFGoiano

SOARES, Frederico Antonio Loureiro – frederico.soares@ifgoiano.edu.br
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano / IFGoiano

TEIXEIRA, Marconi Batista – marconi.teixeira@ifgoiano.edu.br
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano / IFGoiano

Submetido em: 22/08/2019

Aceito para publicação em: 02/07/2020

Publicado em: 10/07/2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v27i0.68692>

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho calcular o balanço hídrico climatológico (BHC) mensal bem como aplicar os sistemas de classificação climática (SCC) de Köppen e de Thornthwaite para o município de Rio Verde, Goiás. Para elaboração do BHC utilizou-se dados de precipitação e temperatura média mensal referente ao período de 2004 a 2018. Adotou-se a capacidade de água disponível no solo de 100 mm. Realizou-se a classificação climática utilizando a metodologia de Köppen e a partir de valores obtidos dos índices: hídrico (Ih), de aridez (Ia) e de umidade (Iu) proposto pelo método de Thornthwaite. O município de Rio Verde, GO apresenta período de estiagem entre os meses de maio e setembro, onde foi observada deficiência hídrica (DEF) total anual de 217,2. O excedente hídrico (EXC) foi de 607,2 mm/ano e os meses de outubro e novembro foram marcados como período de reposição de água no solo. O EXC ocorreu, historicamente, a partir do dia 20/11. O município de Rio Verde, GO se caracterizou como clima Aw Tropical com estação seca no inverno pela classificação de Köppen e B₁ w A', subtipo climático a' de clima megatérmico úmido com DEF moderada no inverno pela classificação de Thornthwaite.

PALAVRAS-CHAVE: Agrometeorologia, clima, disponibilidade hídrica, excedente hídrico.

MONTHLY CLIMATOLOGICAL WATER BALANCE AND CLIMATE CLASSIFICATION OF KÖPPEN AND THORNTHWAITE FOR THE MUNICIPALITY OF RIO VERDE, GOIÁS

ABSTRACT: The objective of this work was to calculate the monthly climatological water balance (BHC) as well as to apply the Köppen and Thornthwaite climate classification systems (SCC) for the municipality of Rio Verde, Goiás. For the elaboration of the BHC it was used precipitation data and monthly average temperature for the period from 2004 to 2018. The available soil water capacity of 100 mm was adopted. Climate classification was performed using the Köppen methodology and from values obtained from the

índices: água (Ih), aridez (Ia) e umidade (Iu) propostos pelo método de Thornthwaite. O município de Rio Verde, GO possui um período seco entre os meses de maio e setembro, onde há uma deficiência anual total de água (DEF) de 217,2 mm. O excesso de água (EXC) foi de 607,2 mm/ano e os meses de outubro e novembro foram marcados por um período de reposição de água no solo. O EXC ocorreu, historicamente, em 20/11. O município de Rio Verde, GO foi caracterizado como clima tropical Aw com estação seca no inverno pela classificação de Köppen e B₁ w A', subtipo climático 'a' de clima megatérmico com DEF moderada no inverno pela classificação de Thornthwaite..

KEYWORDS: agrometeorologia, clima, disponibilidade de água, excesso de água.

INTRODUÇÃO

O crescimento demográfico mundial associado ao aumento da demanda de água tem impulsionado grande pressão nos setores que envolvem a produção de alimentos, onde a otimização de recursos naturais, principalmente da água aponta para a criação e desenvolvimento de sistemas integrados de produção. Assim, o aumento anual da população mundial é maior que 80 milhões e espera-se que até 2050 haja uma variação de 7,5 bilhões de pessoas para aproximadamente 9,5 bilhões (PINSTRUP-ANDERSEN, 2017).

Segundo o relatório World Water Assessment Programme (WWAP), o setor agrícola é o que mais consome água no mundo, com aproximadamente 970 m³ s⁻¹, enquanto que o abastecimento humano requer de 488 m³ s⁻¹ e a indústria de 192 m³ s⁻¹ (WWAP, 2017). Conforme a Agência Nacional de Águas (ANA), o consumo hídrico no setor agrícola requer maior atenção dos órgãos públicos gestores com vistas ao planejamento, implementação de práticas agrícolas e gerenciamento sustentável dos recursos hídricos. Dessa forma, a agricultura irrigada impulsiona o aumento da produtividade e o valor da produção, diminuindo a necessidade de novas áreas para cultivos (ANA, 2017).

O Brasil em 2017 possui 4,5 milhões de *hectares* de área com prioridade para receber a agricultura irrigada, podendo crescer até 65% nos próximos cinco anos. Dessa forma, se o potencial for alcançado até 2024, o país terá 11,5 milhões de *hectares* irrigados (BORGHETTI *et al.*, 2017), por esses motivos fazem-se necessários estudos que possibilitem a economia da água em todo o mundo.

A quantificação de água no solo conhecido como balanço hídrico climatológico (BHC) torna-se importante para o monitoramento da variação do armazenamento de água no solo podendo ser utilizado como ferramenta no auxílio ao zoneamento agroclimático (Santos *et al.*, 2000; Jesus, 2015) e como indicador climatológico da disponibilidade hídrica de uma região. O BHC pode ser obtido por meio do cálculo de estimativas dos principais componentes relativos à entrada e saída de água nos agrossistemas: evapotranspiração real (ETR), armazenamento de água do solo (ARM), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC) (REICHARDT, 1990; PEREIRA; SEDIYAMA; VILLA NOVA, 2013). Os resultados obtidos no cálculo do BHC permitem elaborar uma classificação climática, uma vez que, os dados necessários são os determinados na resolução do balanço hídrico (DANTAS; CARVALHO; FERREIRA, 2007).

O BHC e a classificação climática são ferramentas importantes para determinação da aptidão de áreas para as culturas agrícolas, no planejamento e

manejo de sistemas de irrigação (PASSOS; ZAMBRZYCKI; PEREIRA, 2016), e na identificação de zonas com características climáticas relativamente homogêneas, contribuindo para o fornecimento de dados sobre as condições de temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento, precipitação, índice de aridez, potencialidades agrícolas e meio ambiente (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2005; TERASSI; TOMMASELLI, 2016).

Existem diferentes SCC, os mais difundidos são o de Köppen (1931) utilizado tanto em estudos climatológicos quanto geográficos e o Thornthwaite e Mather (1955) baseado em índices climáticos desenvolvidos para o cálculo do BHC. Assim, objetivou-se com este trabalho calcular o balanço hídrico climatológico (BHC) mensal bem como aplicar os sistemas de classificação climática (SCC) de Köppen e de Thornthwaite para o município de Rio Verde, Goiás.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Rio Verde encontra-se na região do sudoeste do Estado de Goiás (coordenadas geográficas de 17°71'82" de latitude sul e 48°14'35" de longitude oeste) (Fig. 1). A temperatura média anual da região pode variar entre 20 a 35°C e a média pluviométrica entre 1.500 a 1.800 mm/ano com o período chuvoso predominante entre os meses de novembro a abril e menores precipitações ocorrendo em junho, julho e agosto.

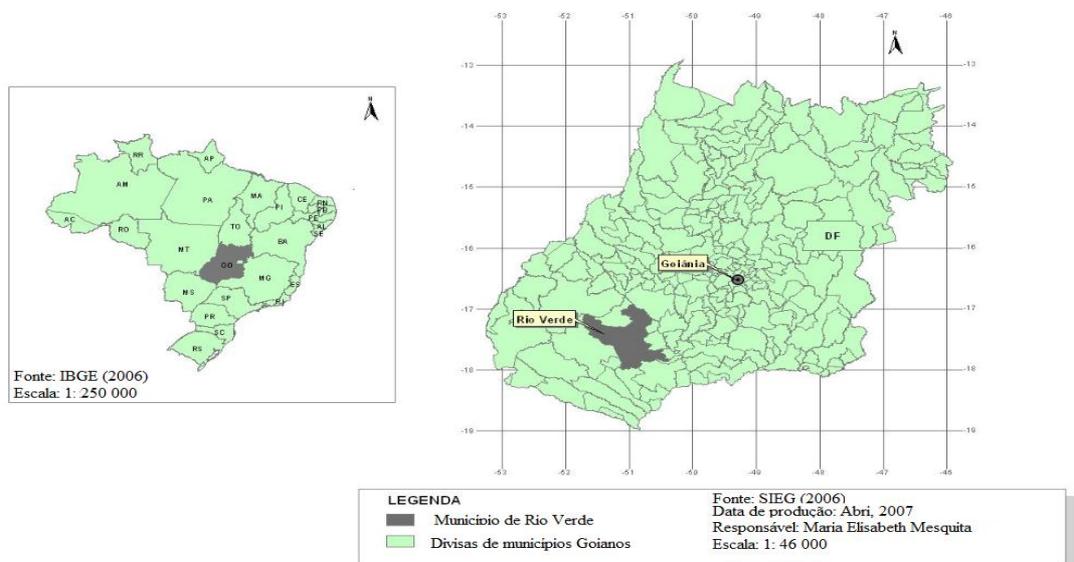


Figura 1 – Mapa de localização do município de Rio Verde, Goiás. Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2006).

Utilizou-se para elaboração do BHC dados de precipitação e temperatura média mensal referente ao período de 2004 a 2018 obtidos da Estação Meteorológica Convencional principal de Rio Verde (83470) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), operada pela Universidade de Rio Verde (UniRV).

Para o cálculo do BHC utilizou-se planilhas do Microsoft Excel (Rolim; Sentelhas; Barbieri, 1998), além do método descrito por Thornthwaite e Mather (1955), que considera as médias mensais de temperatura do ar e a precipitação

pluviométrica, adotando o valor de 100 mm (mm de água por cm de solo) para capacidade de água disponível no solo (CAD), normalmente empregado para a classificação climática (VIANELLO; ALVES, 2012).

Estimou-se a evapotranspiração potencial (ETP) pelo método de Thornthwaite (1948). A partir do BH foram calculados a evapotranspiração real (ETR), o armazenamento de água do solo (ARM), a deficiência hídrica (DEF) e o excedente hídrico (EXC) (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002), conforme o fluxograma (Fig. 2).

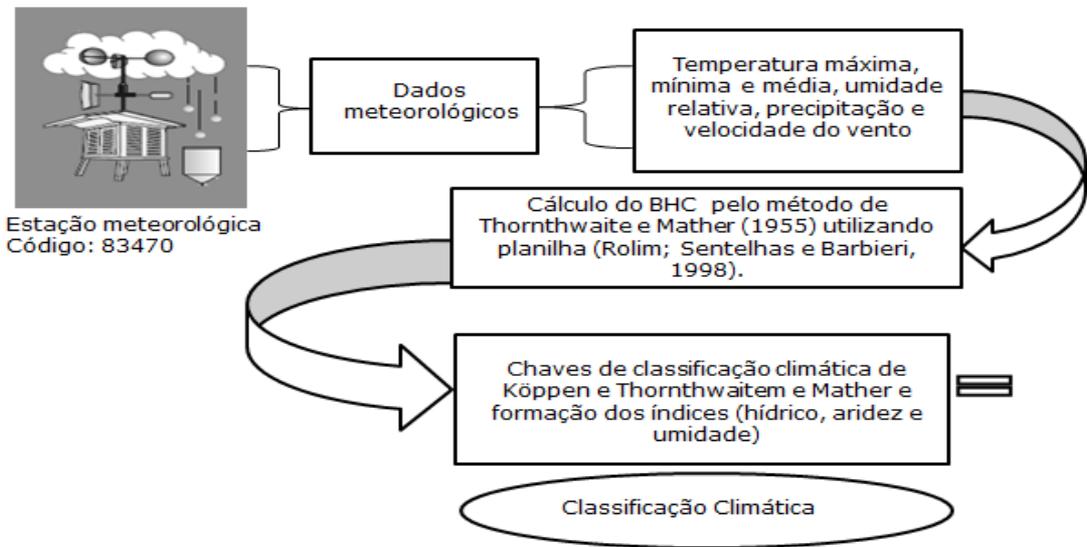


Figura 2 – Fluxograma para o cálculo de BHC e classificação climática para o município de Rio Verde, Goiás. Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Os dados meteorológicos de temperaturas, máximas, mínimas e médias, precipitação, umidade relativa, ponto de orvalho, velocidade e direção do vento, insolação, pressão atmosférica e brilho solar (MEDEIROS *et al.*, 2013), bem como os cálculos de BH foram utilizados para classificação climática e análises de indícios de mudanças climáticas para Rio Verde, GO.

Realizou-se a classificação climática utilizando a metodologia de Köppen simplificada por Setzer (1966) e a partir de valores obtidos dos índices: hídrico (Ih), aridez (Ia) e umidade (Iu) propostos pelo método de Thornthwaite (1948) conforme as Equações 1, 2 e 3.

O Ih está relacionado com as condições prevalentes no decorrer do ano que envolve períodos secos e chuvosos. Dessa forma, não haverá ocorrência de seca se as DEF não ultrapassarem 60% dos EXC na estação úmida (Ih = 0) (THORNTHWAITE, 1948).

$$Ih = \frac{EXC}{ETP} 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

Ih – Índice hídrico;

EXC – Excedente hídrico (mm); e

ETP – Evapotranspiração potencial anual (mm).

O Ia que vem a ser a DEF expressa em porcentagem da ETP (MIRANDA; SANTOS, 2008).

$$Ia = \frac{DEF}{ETP} 100 \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

Ia - Índice aridez;

DEF - Deficiência hídrica (mm); e

ETP - Evapotranspiração potencial anual (mm).

Por fim calculou-se o Iu que é a relação em porcentagem entre os índices citados acima e responsável por auxiliar na determinação do tipo climático local (CUNHA; MARTINS, 2009).

$$Iu = Ih - Ia \quad (\text{Equação 3})$$

Em que:

Iu - Índice de umidade;

Ih - Índice hídrico; e

Ia - Índice aridez.

Para obtenção dos tipos climáticos adotou-se chaves visando à classificação climática de Köppen simplificada por Setzer (1966) (Tabela 1) e Thornthwaite e Mather (1955) (Tabela 2, 3, 4 e 5) (OMETTO, 1981).

Tabela 1 – Chave para a classificação climática de Köppen.

Temperatura média normal		Total de chuva do mês mais seco (Pms)	Total de chuva anual (P)	Descrição do Tipo Clima segundo Köppen		Símbolo
do mês mais frio	do mês mais quente					
≥18°	≥22°C	≥60 mm		Tropical	Sem estação seca	Af
		< 60 mm	<2500 - 27,27 Pms		Inverno Seco	Aw
			≥ 2500 - 27,27 Pms	Tropical com chuvas excessivas		Am
<18°	<22° C	<30 mm	Subtropical	Quente		Cwa
	≥22°C			Temperado	Cwb	
	<22° C	≥ 30 mm		Quente	Sem estação seca	Cfa
				Temperado		Cfb

Adotou-se a chave inicial da classificação climática baseados no índice de umidade (Tabela 2).

Tabela 2 – Chave inicial para classificação climática baseados no índice de umidade.

Tipos Climáticos	Índice de Umidade (Iu)
A – Super-úmido	$100 \leq Iu$
B ₄ – Úmido	$80 \leq Iu < 100$
B ₃ – Úmido	$60 \leq Iu < 80$
B ₂ – Úmido	$40 \leq Iu < 60$
B ₁ – Úmido	$20 \leq Iu < 40$
C ₂ – Sub-úmido	$00 \leq Iu < 20$
C ₁ – Sub-úmido seco	$-33,3 \leq Iu < 00$
D – Semiárido	$-66,7 \leq Iu < -33,3$
E – Árido	$-100 \leq Iu < -66,7$

Os tipos de climas caracterizados por $Iu > 0$ são nomeados como climas úmidos de tipos A, B₄, B₃, B₂, B₁ e C₂, subdivisão essa realizada de acordo com o Ia; para os demais tipos climáticos, com $Iu < 0$, isto é, tipos C₁, D, e E, genericamente designados como climas secos são enquadrados de acordo com o Iu (Tabela 3).

Tabela 3 – Segunda chave da classificação climática baseados nos índices de aridez e umidade.

Climas úmidos (A, B₄, B₃, B₂, B₁ e C₂)	Índice de aridez (Ia)	Climas secos (C₁, D e E)	Índice de umidade (Iu)
r – pequena ou nenhuma deficiência hídrica	0 – 16,7	d – pequeno ou nenhum excesso de água	0 – 10
s – moderada deficiência no verão	16,7 – 33,3	s – moderado excesso de inverno	10 – 20
w – moderada deficiência no inverno	16,7 – 33,3	w – moderado excesso de verão	10 – 20
s ₂ – grande deficiência no verão	> 33,3	s ₂ – largo excesso de inverno	20
w ₂ – grande deficiência no inverno	> 33,3	w ₂ – largo excesso de verão	20

De posse de dados da ETP anual em função da temperatura e comprimento do dia determinou-se a classificação térmica para o município de Rio Verde, Goiás (Tabela 4).

Tabela 4 – Terceira chave da classificação climática baseados no índice térmico.

Tipos Climáticos	Índice térmico (It) (ETP_{anual})
A' – megatérmico	≥ 1.140
B' ₄ – mesotérmico	997 – 1.140
B' ₃ – mesotérmico	855 – 997
B' ₂ – mesotérmico	712 – 855
B' ₁ – mesotérmico	570 – 712
C' ₂ – microtérmico	427 – 570
C' ₁ – microtérmico	285 – 427
D' – tundra	142 – 285
E' gelo perpétuo	< 142

A quarta chave da classificação climática leva-se em consideração a porcentagem da ETP que ocorre nos meses do verão fornecendo o subtipo climático, sendo indicada por uma letra minúscula e apóstrofo com ou sem o algarismo subscrito (Tabela 5).

Tabela 5 – Quarta chave da classificação climática baseados na relação entre a ETP de verão e anual.

Concentração da ETP no verão (%)	Subtipo climático
< 48%	a'
48 – 51,9	b' ₄
51,9 – 56,3	b' ₃
56,3 – 61,6	b' ₂
61,6 – 68,0	b' ₁
68,0 – 76,3	c' ₂
76,3 – 88,0	c' ₁
> 88,0	d'

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O BHC mostra variações dos valores médios mensais de entrada, como: temperatura precipitação, evapotranspiração potencial, negativo acumulado, armazenamento de água no solo, alteração do armazenamento de água no solo, evapotranspiração real, deficiência hídrica e excedente hídrico (Tabela 6).

Tabela 6 – Cálculo do balanço hídrico climatológico para o município de Rio Verde, Goiás, no período de 2004 a 2018.

Mês	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	NEG. AC (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	24,1	225,1	119	106,8	0,0	100	0,0	119,0	0,0	106,8
Fev	24,5	251,7	109,8	141,9	0,0	100	0,0	109,8	0,0	141,9
Mar	24,6	302,6	118	184,7	0,0	100	0,0	118,0	0,0	184,7
Abr	23,9	111,2	99,2	12,0	0,0	100	0,0	99,2	0,0	12,0
Mai	21,9	29,4	75,2	-45,8	-45,8	63,3	-36,7	66,1	9,0	0,0
Jun	21,4	14,9	65,3	-50,4	-96,1	38,2	-25,0	40,0	25,3	0,0
Jul	21,7	9,3	69,8	-60,5	-	20,9	-17,3	26,7	43,1	0,0
					156,6					
Ago	23,3	9,9	88,6	-78,7	-	9,5	-11,4	21,3	67,3	0,0
					235,3					
Set	25,4	38,8	116,4	-77,7	-	4,8	-5,1	43,9	72,5	0,0
					313,0					
Out	25,6	138,1	130,2	8,0	-	12,3	7,9	130,2	0,0	0,0
					209,1					
Nov	24,6	250,8	117,9	132,9	0,0	100	87,6	117,9	0,0	45,2
Dez	24,4	239,4	122,8	116,6	0,0	100	0,0	122,8	0,0	116,6
Totais	285,4	1.621,2	1.232,2	-	-	748,6	-	1.014,9	217,2	607,2
Média	23,8	135,1	102,7	-	-	62,4	-	84,6	18,1	50,6

Legenda: T - Temperatura do ar; P - Precipitação; ETP - Evapotranspiração Potencial; P-ETP - Quantidade de água que permanece no solo; NEG.AC - Negativo Acumulado; ARM - Armazenamento de Água no Solo; ALT - Alteração do Armazenamento de Água no Solo; ETR - Evapotranspiração Real; DEF - Deficiência Hídrica e EXC - Excedente Hídrico. Fonte: Os autores, 2019.

Os meses que apresentaram temperatura média mensal mais elevada foram setembro e outubro com 25,4 e 25,6 °C e os meses com menor foram junho e julho com 21,4 e 21,7 °C. No município de Rio Verde, GO, a temperatura média anual foi de 23,8 °C para o período estudado demonstrando pequenas oscilações. Resultados similares ao deste trabalho foram reportados por Casaroli *et al.* (2018) com objetivo de caracterizar os padrões de chuva e de ETP para o município de Goiânia, GO registraram uma temperatura média de 24,76 °C para o ano de 2015 e a menor com 22,29 °C para o ano de 1996.

O valor médio de precipitação anual é de 1.621,2 mm ao ano. Os meses com maior ocorrência de chuvas foram fevereiro e março com valores médios mensais de 251,7 e 302,6 mm e os meses menos chuvosos (críticos) foram julho e agosto com 9,3 e 9,9 mm, respectivamente (Fig. 3). Na região centro-oeste e metropolitana de Goiânia foram encontradas médias anuais de precipitações entre 1400 e 1600 mm ano⁻¹, sendo as maiores analisadas no município de Piracanjuba e as menores em Inhumas e Palmeiras de Goiás (ASSAD; CASTRO, 1991; CARDOSO; MARCUZZO; BARROS, 2014).

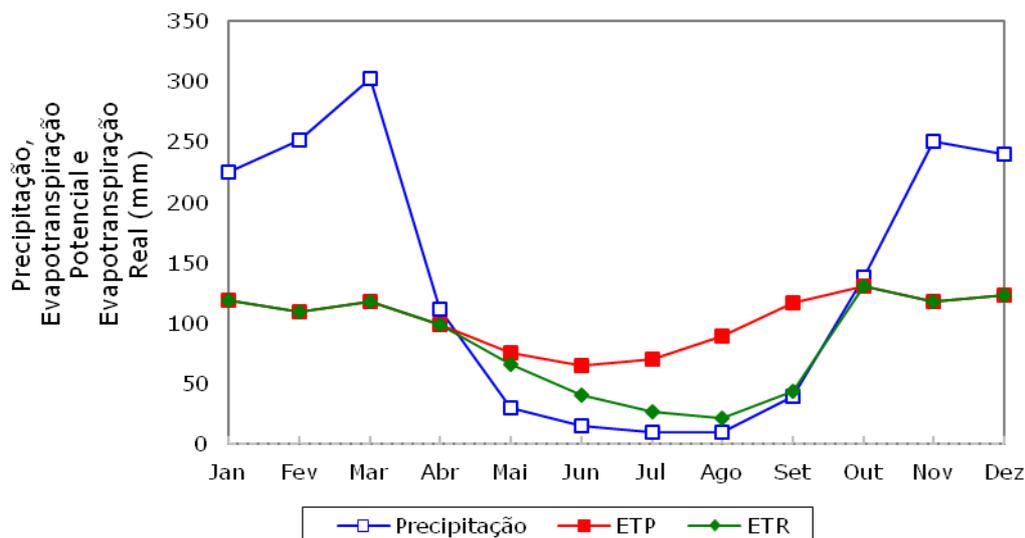


Figura 3 – Balanço hídrico normal mensal para o município de Rio Verde, Goiás, no período de 2004 a 2018. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) – Estação: Rio Verde - A025. Organizado pelos autores, 2019.

A ETP média mensal foi de 102,7 mm com total de 1.232,2 mm com valores entre 65,3 para o mês de junho e 130,2 mm para outubro (Fig. 3). Já para ETR foi constatado uma média anual mensal de 84,6 mm com total de 1.014,9 mm com valores entre 21,3 para o mês de agosto e 130,2 mm para outubro (Fig. 3). Oliveira (2019) estudando o BHC e a classificação climática de Thornthwaite e Mather para o município de Conceição do Mato Dentro, MG constatou para a ETR variação mínima de 21,5 mm no mês de agosto e máxima no mês de janeiro com 111,9 mm com uma taxa anual de 877,3 mm.

Para o extrato do BH observou-se uma DEF total anual de 217,2 mm distribuídas por um período de cinco meses de maio a setembro, correspondendo aos períodos de estiagens e/ou veranicos na região sudoeste de Goiás, sendo que a sua ocorrência apresenta impactos negativos em relação as culturas de sequeiro por fazer com que os dias de precipitação sejam intercalados por alguns e/ou vários dias sem a ocorrência de precipitação. Para tanto, os meses em que ocorreram a DEF com menor e maior registro foram setembro e junho com 9,0 e 72,5 mm, respectivamente. (Fig. 4). Os meses de maio a setembro sofreram retiradas hídricas (Fig. 5). Objetivando realizar o balanço hídrico mensal da região de Jataí, GO, Cruz; Hernandez; Vanzela (2006) obtiveram DEF total de 108 mm com maior intensidade nos meses de agosto e setembro. Já o EXC foi 905 mm concentrado no mês de dezembro.

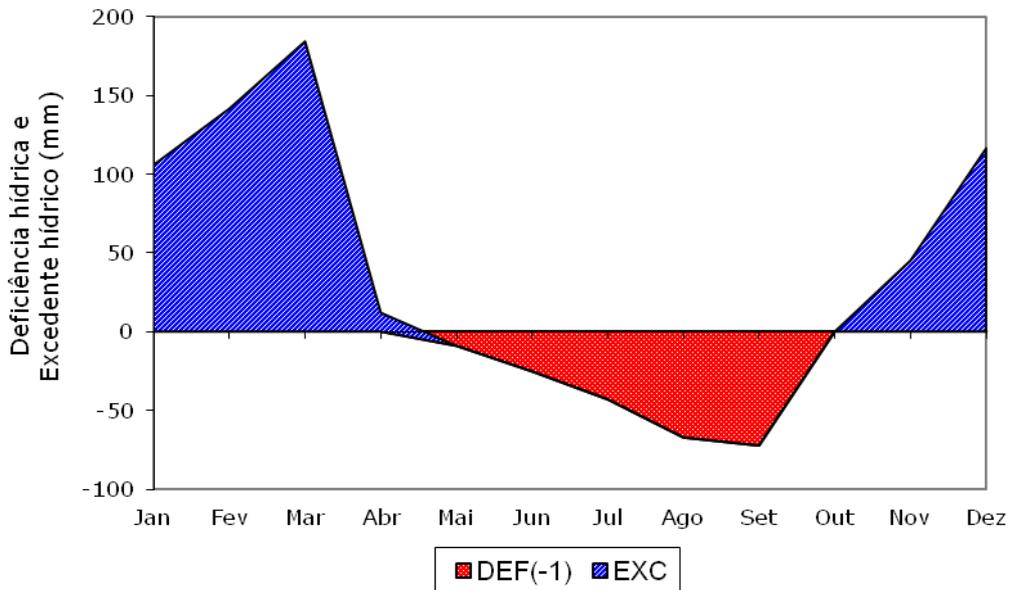


Figura 4 – Extrato do balanço hídrico mensal para o município de Rio Verde, Goiás, no período de 2004 a 2018. Fonte: Os autores, 2019.

O manejo sustentável da irrigação seria uma alternativa para ocorrência de estiagens e/ou veranicos em Rio Verde, GO devido a disponibilidade de água para atender à necessidade hídrica das culturas com a preocupação em como, quando e quanto irrigar. Para o EXC verificou-se um total anual de 607,2 mm e os meses de outubro e novembro foram marcados como período de reposição de água no solo (Fig. 5). Visando realizar o BHC de acordo com a metodologia descrita por Thornthwaite e Mather (1955) e a classificação climática de Thornthwaite (1948) para o município de Arinos, MG, Oliveira; Oliveira (2018) constataram que os meses de novembro e dezembro (estação chuvosa) compreenderam a reposição de água no solo.

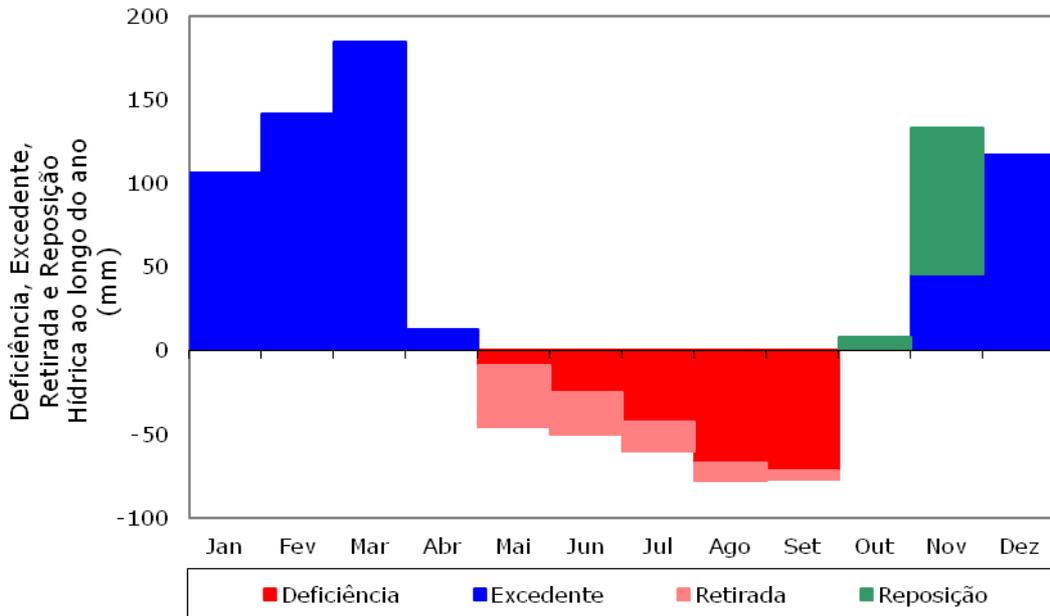


Figura 5 – Deficiência, excedente, retirada e reposição hídrica para o município de Rio Verde, Goiás, no período de 2004 a 2018. Fonte: Os autores, 2019.

Os maiores índices de ARM foram encontrados para os meses de janeiro a maio com variação de 100 a 63,27 mm e também para os meses de novembro e dezembro ambos com 100 mm, alcançando a capacidade máxima de armazenamento de água no solo favorecendo a formação do EXC (Fig. 6) que ocorre, historicamente, após o dia 20/11. Nos meses de junho a outubro foram observados os menores valores na taxa de ARM entre 4,8 a 38,2 mm (Fig. 5). Em condições similares ao deste estudo, Jerszurki; Souza; Adamuchio (2018) com objetivo de avaliar o desempenho de diferentes funções visando estimar o ARM para Goiânia consideraram a CAD variando de 20 mm a 320 mm em intervalos de 30 mm. Resultados condizentes aos deste trabalho foram encontrados por Sans *et al.* (2001) na região de Jataí e Rio Verde, GO, os quais constataram valores de ARM entre 90 a 100 mm para a maioria dos meses.

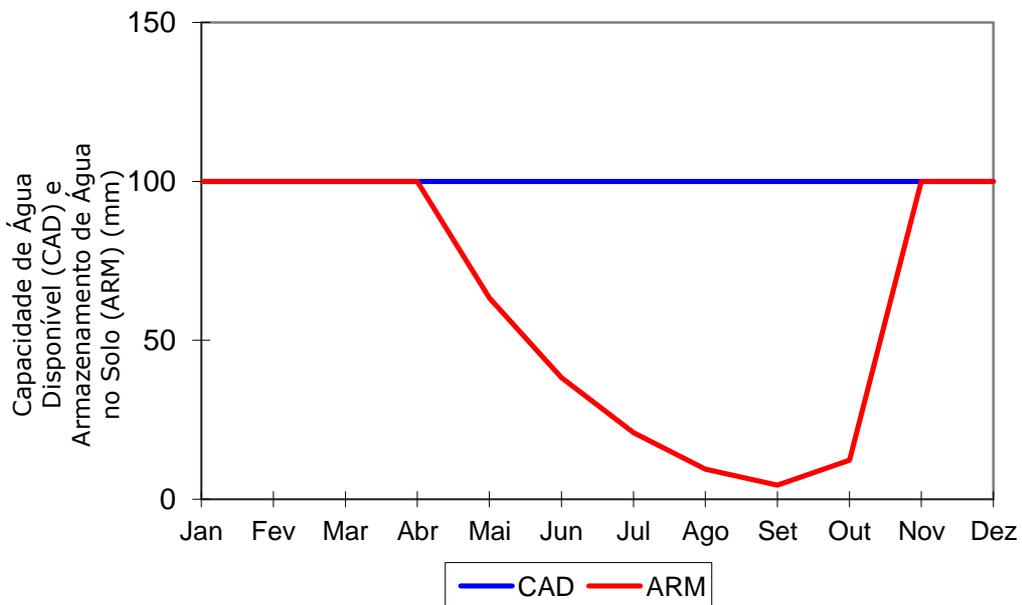


Figura 6 – Capacidade de água disponível no solo e armazenamento de água do solo para o município de Rio Verde, Goiás, no período de 2004 a 2018. Fonte: Os autores, 2019.

Para classificação climática de Köppen observou-se o clima Aw caracterizando o município de Rio Verde, GO como Tropical com estação seca no inverno, com temperatura média anual no mês mais frio de 21,4 °C (junho) e o mais quente 24,5 °C (fevereiro). Resultados similares aos deste estudo foram encontrados por Francisco *et al.* (2015) visando realizar as classificações climáticas por meio de metodologias propostas por Köppen e Thornthwaite (1948) e Thornthwaite e Mather (1955) para o Estado da Paraíba averiguaram clima Aw e ainda o aparecimento do clima Am (relacionado a regiões de alto volume anual de precipitação).

Para o Iu considerado como a “chave inicial” para a classificação obteve-se um valor de 31,65%, sendo encontrada a tipologia B₁ caracterizando o clima como úmido. Com base no Ia e por meio da segunda chave o valor foi 17,62% e 49,27% para o Ih, obteve-se a letra w, caracterizando moderada deficiência no inverno. Com auxílio da terceira chave e em função evapotranspiração anual (ETP_{anual}) de 1.232,2 mm, obteve-se a letra A’, que indica clima megatérmico. Por meio da quarta chave e em função da relação entre a evapotranspiração de verão (ETP_v) igual a 587,6 mm obtida pelo somatório da ETP dos meses de (novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março) pela ETP_{anual} igual a 1.232,2 mm determinou-se o subtipo climático a’.

A classificação climática proposta por Thornthwaite e Mather para o município de Rio Verde, GO foi B₁ w A’ subtipo climático a’, ou seja, caracterizado como megatérmico úmido com deficiência hídrica moderada no inverno. Resultados condizentes aos deste estudo foram reportados por Cardoso; Marcuzzo; Barros (2014) estudando a classificação climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal e identificaram quatro tipos de clima: Am, Aw, Cwa e Cwb.

CONCLUSÕES

A precipitação total anual alcançou valor médio de 1.621,2 apresentando quatro meses de DEF totalizando 217,2 mm ao ano, sobretudo, nos meses de maio a setembro correspondendo aos períodos de estiagens e/ou veranicos com a necessidade de adotar o manejo sustentável da irrigação visando disponibilizar água para as culturas de sequeiro. O excedente hídrico (EXC) foi de 607,2 mm/ano e os meses de outubro e novembro foram marcados como período de reposição de água no solo.

A classificação climática para o município de Rio Verde, GO é Aw Tropical com estação seca no inverno pela classificação de Köppen e B₁ w A', subtipo climático a' de clima megatérmico úmido com DEF moderada no inverno pela classificação de Thornthwaite.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017*: relatório pleno: ANA, Brasília, 2017.

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*, v. 36, n. 2, p. 143-151, 2005.

ASSAD, E. D.; CASTRO, L. H. R. Análise frequencial da pluviometria para a estação de Sete Lagoas, MG. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 26, n. 3, p. 397-402, 1991.

BORGHETTI, J. R.; SILVA, W. L. C.; NOCKO, H. R.; LOYOLA, L. N.; CHIANCA, G. K. *Agricultura Irrigada Sustentável no Brasil: Identificação de Áreas Prioritárias*. Brasília: Organização das Nações Unidas Para a Alimentação e a Agricultura, p. 243, 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i7251o.pdf>> Acesso em: 02 de jan. 2020.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J.R. Classificação climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. *Acta Geográfica*, v. 8, n. 16, p. 40-55, 2014.

CASAROLI, D.; RODRIGUES, T. R.; MARTINS, A. P. B.; EVANGELISTA, A. W. P.; JUNIOR, J. A. Padrões de chuva e de evapotranspiração em Goiânia, GO. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 33, n. 2, 247-256, 2018. DOI: 10.1590/0102-7786332004

CRUZ, S. P., HERNANDEZ, F. B. T.; VANZELA, L. S. Balanço hídrico da região de Jataí, GO. XVI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem (CONIRD). *Anais...* Goiânia – 2006.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. *Revista Irriga*, v.14, n.1, p.1-11, 2009. DOI: 10.15809/irriga.2009,v014,n1,p1-11.

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 31 n. 6, 2007.

FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. M.; SANTOS, D.; MATOS, R. M. M. Classificação Climática de Köppen e Thornthwaite para o Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 8, n. 4, p. 1006-1016, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Principais vias de acesso: Rio Verde, Goiás*. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/215/o/principais_vias_rio_verde.pdf> Acesso em: 30 de mar. de 2020.

JERSZURKI, D.; SOUZA, J. L. M.; ADAMUCHIO, J. G. Funções de estimativa do armazenamento de água no solo sob diferentes níveis de capacidade de água disponível. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 13, n. 3, p. 1-9, 2018. DOI:10.5039/agraria.v13i3a5552

JESUS, J. B. Estimativa do balanço hídrico climatológico e classificação climática pelo método de Thornthwaite e Mather para o município de Aracaju-SE. *Scientia Plena*, v.11, n. 5. 2015.

KÖPPEN, W. *Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science*. Berlin: Walter de Gruyter, 1931. 388p.

MEDEIROS, R. M. *Estudo agrometeorológico para o Estado da Paraíba*. Edição Avulsa. 2013, 138 p.

MIRANDA, R. A. C.; SANTOS, A. S. Balanço Hídrico e classificação climática de Thornthwaite em Duas Barras (RJ). *GeoUERJ*, n. 18, v.1, p. 171-181, 2008.

OLIVEIRA, J. A. M. Balanço hídrico climatológico e classificação climática de Thornthwaite e Mather para o município de Conceição do Mato Dentro – MG. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 13, n.1, p. 3203-3211, 2019.

OLIVEIRA, J. A. M.; OLIVEIRA, C. M. M. Balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Arinos – MG. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 12, n. 6, p. 3021-3027, 2018. DOI: 10.7127/rbai.v12n600901

OMETTO, J. C. *Bioclimatologia vegetal*. São Paulo: Agronômica Ceres, 436 p. 1981.

PASSOS, M.; ZAMBRZYCKI, G. C.; PEREIRA, R. C. Balanço hídrico e classificação climática para uma determinada região de Chapadinha-MA. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 10, n. 4, p. 758-766, 2016.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. *Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas*. Guaíba: Agropecuária, 478p. 2002.

PEREIRA, A. R.; SEDIYAMA, G. C.; VILLA NOVA, N. A. *Evapotranspiração*. Piracicaba: FUNDAG, p. 323. 2013.

PINSTRUP-ANDERSEN, P. Is it time to take vertical indoor farming seriously? *Global Food Security*, v.17, n.1, p.233-235, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gfs.2017.09.002>.

REICHARDT, K. *A água em sistemas agrícolas*. Barueri (SP): Manole, 1990.

SANS, L. M. A.; ASSAD, E. D.; GUIMARÃES, D. P.; AVELLAR, G. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de milho na Região Centro-Oeste do Brasil e para o Estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 9, n. 3, p.527-535, 2001.

SANTOS, A. R.; SEDIYAMA, G. C.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, A.; COSTA, J. M. N.; PEZZOPANE, J. E. M. Zoneamento Agroclimático para a cultura do café conilon (*Coffea canephora*) e arábica (*Coffea arabica*) na Bacia do Itapemirim, ES. *Engenharia na Agricultura* (Impresso), Viçosa, v. 8, p. 19-37, 2000.

SETZER, J. Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo. Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguaí, 1966, 61p.

TERASSI, P. M. DE. B.; TOMMASELLI, J. T. G. Avaliação de sistemas de classificação climática para a vertente paranaense da bacia hidrográfica do rio Itararé. *Caderno de Geografia*, v. 26, n. 47, 2016. DOI 10.5752/p.2318-2962.2016v26n47p877

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

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

UNITED NATIONS WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME. WWAP. *The United Nations World Water Development Report 2017*. Wastewater: The Untapped Resource. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002471/247153e.pdf>. Acesso em: 10 de jan. de 2020.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. *Meteorologia básica e aplicações*. 2ª Edição. Viçosa: UFV, 2012. 460p.