

**BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO E CLASSIFICAÇÃO
CLIMÁTICA PARA O MUNICÍPIO DE LUPÉRCIO – SP**

**CLIMATOLOGICAL WATER BALANCE AND CLIMATE
CLASSIFICATION FOR THE MUNICIPALITY OF LUPÉRCIO – SP**

IVANILDA ALVES FERREIRA

Eng. Agrônoma, Faculdade de Tecnologia Paulista, Lupércio, SP.
fia28ferreira@gmail.com

RAIMUNDO NONATO FARIAS MONTEIRO

Prof. Doutor, Faculdade de Tecnologia Paulista, Lupércio, SP.
raimundomonteiro@live.com

ÉRIKA CRISTINA SOUZA DA SILVA CORREIA

Profa. Doutora, Faculdade de Tecnologia Paulista, Lupércio, SP.
erikacristina_correia@hotmail.com

LAIS FERNANDA FONTANA

Profa. Doutora, Faculdade de Tecnologia Paulista, Lupércio, SP.
laisffontana@hotmail.com

KELLY NASCIMENTO LEITE

Profa. Doutora, Universidade Federal do Acre, Cruzeiro do Sul, AC.
kellyleite14@hotmail.com

1

Resumo: A disponibilidade hídrica de uma região pode ser quantificada pelo balanço hídrico climatológico (BHC), que evidencia as variações sazonais dos excedentes e deficiências hídricas através de relações entre as entradas e saídas de água de uma condição de controle, principalmente precipitação pluvial (P) e evapotranspiração potencial (ETP). O objetivo deste trabalho foi calcular o balanço hídrico climatológico para o município de Lupércio – SP, utilizando cenários com diferentes disponibilidades de água no solo e realizar sua classificação climática segundo a metodologia proposta por Thornthwaite; Mather (1955). Foram utilizadas médias históricas mensais de chuva e temperatura do ar (1993-2012) para o cálculo do BHC, os cenários com variação da disponibilidade de água no solo foram com as CADs 100, 75 e 50 mm. As deficiências hídricas anuais acumuladas foram em 19 mm, distribuídas majoritariamente entre julho e setembro; para o excedente hídrico anual, o município apresenta valores de 431 mm concentrados entre os meses de dezembro a março. Verifica-se que à medida que a CAD do solo vai diminuindo, aumenta a deficiência hídrica nos meses mais secos, isso porque o solo passa a ter uma menor capacidade de armazenamento de água. Através da fórmula climática, o município foi considerado úmido, megatérmico, sem ou com pequena deficiência hídrica e com uma concentração de 32% da ETP no trimestre entre dezembro e fevereiro. Em função da variação da CAD, a fórmula climática não variou, permanecendo a mesma para as três condições simuladas.

Palavra-chave: Agrometeorologia. Planejamento agrícola. Balanço hídrico climatológico.

Abstract: The water availability of a region can be quantified by the climatological water balance (CWB), which shows the seasonal variations of surpluses and water deficiencies through the relationships between the inputs and outputs of a control condition, mainly rainfall (P) and potential evapotranspiration (ETP). The objective of this work was to calculate the climatological water balance for the city of Lupércio - SP, using scenarios with different water availabilities in the soil and to perform its climatic classification according to the methodology proposed by Thornthwaite; Mather (1955). Monthly average rainfall and air temperature (1993-2012) were used for the calculation of the CWB, the scenarios with variation of soil water availability were with WSCs 100, 75 and 50 mm. The cumulative annual water deficits were 19 mm, distributed mainly between July

and September; for the annual water surplus, the municipality presents values of 431 mm concentrated between the months of December and March. It is verified that as the WSC of the soil decreases, the water deficit increases in the drier months, because the soil has a lower water storage capacity. Through the climatic formula, the municipality was considered humid, megathermal, without or with small water deficiency and with a concentration of 32% of ETP in the quarter between December and February. Due to the variation of the WSC, the climatic formula did not change, remaining the same for the three simulated conditions.

Keyword: Agrometeorology. Agricultural planning. Climatological water balance.

INTRODUÇÃO

A demanda crescente por água, em associação com a escassez dos recursos hídricos, têm causado conflitos entre usos múltiplos deste recurso, o que requer um planejamento muito bem elaborado que proporcione o uso racional, que melhore a eficiência do uso da água. Portanto é primordial o conhecimento da distribuição espacial e temporal da disponibilidade hídrica de uma região, pois a partir dessa informação é possível se estabelecer diretrizes para a implementação de políticas de gestão deste recurso natural (HORIKOSHI; FISCH, 2007; SANTOS et al., 2010).

De acordo com Sales (2014), a entrada de água no ciclo hidrológico, do ponto de vista agrícola, é a precipitação pluvial (P) e a saída a evapotranspiração potencial (ETP), que é a água que retorna à atmosfera tanto pela evaporação do solo, planta, águas superficiais, bem como pela transpiração das plantas. A evapotranspiração potencial representa a demanda hídrica da região, e é um fator dependente da cultura, do clima e do solo. Há vários métodos para sua estimativa e a escolha do método utilizado vai depender dos dados disponíveis e do grau de precisão necessário.

Pereira et al. (2002) informa que a oferta hídrica de uma região pode ser quantificada pelo balanço hídrico climatológico (BHC), no qual evidencia as variações sazonais dos excedentes hídricos e das deficiências através da relação entre as entradas e saídas de água de um seção de controle.

O planejamento e gerenciamento do uso da água é a base inicial para se dimensionar qualquer forma de manejo integrado dos recursos hídricos, e o balanço hídrico permite o conhecimento das necessidades e disponibilidades no solo ao longo do período de tempo estabelecido (LIMA; SANTOS, 2009).

Segundo Aguilar et al. (1986) os resultados provenientes de um balanço hídrico são de fundamental importância na confecção de um zoneamento agroclimático, para cálculo da lâmina de água requeridas pelas culturas irrigadas, para a definição de prioridades no planejamento de pesquisas e para o conhecimento do regime hídrico ou, ainda, para

determinação da classificação climática daquela região. De acordo com Galvão (1996) as classificações climáticas pelas metodologias de Köppen e Thornthwaite já foram aplicadas para todo o território brasileiro, porém, em função da grande extensão territorial, algumas diferenças espaciais são omitidas. Por isso a importância da aplicabilidade dessas classificações em regiões geográficas com menores extensões, como estados, municípios e bacias hidrográficas.

A classificação de Thornthwaite leva em consideração o índice de umidade, os traços dominantes da variação sazonal dos valores de umidade efetiva, a eficiência térmica e a concentração da eficiência térmica no verão em função da evapotranspiração potencial (THORNTHWAITE, 1948 *apud* CUNHA; MARTINS 2009).

Com base no exposto acima, o presente estudo tem como objetivo calcular o balanço hídrico climatológico para o município de Lupércio – SP, utilizando cenários com diferentes disponibilidades de água no solo e realizar a classificação climática segundo metodologia proposta por Thornthwaite (1948).

MATERIAL E MÉTODOS

O balanço hídrico climatológico e a classificação climática segundo a metodologia de Thornthwaite foram desenvolvidos para o município de Lupércio, estado de São Paulo, localizado na latitude 22°24'54" sul e longitude 49°49'02" oeste, a 661 m de altitude. O município possui uma área de 155,025 km² e está situado na mesorregião de Marília, possuindo como municípios limítrofes Ocaçu, Alvinlândia, São Pedro do Turvo e Garça. Sua população estimada em 2010 era de 4.549 habitantes. Ressalta-se a importância de se verificar em escala local essas informações fornecidas pelo BHC, visto que quando realizadas para regiões maiores, acabam desprezando peculiaridades locais.

Para a elaboração do balanço hídrico climatológico foram utilizadas as médias históricas mensais de chuva e temperatura do ar (1993 a 2012), obtidas de estação particular inserida em propriedade da região. Foram estabelecidos três cenários para o cálculo do BHC, variando entre eles apenas a capacidade de armazenamento de água no solo (CAD), que foram 100, 75 e 50 mm. A escolha dos valores de CAD se deu com o intuito de abranger todas as culturas ali estabelecidas, como culturas agrícolas e florestais.

Foram considerados os dados médios mensais de precipitação pluvial (extraídos dos totais mensais de cada ano) e a temperatura média mensal (extraída das médias mensais dos valores diários de cada ano). Os valores de evapotranspiração potencial (ETP) foram obtidos

pelo método de Thornthwaite (1948), apresentado na equação 1. Essa metodologia foi escolhida em função dos dados climáticos disponíveis.

$$ETp = 16 * (10 * Tm / I)^a \quad (1)$$

em que: *ETP* é a evapotranspiração potencial ou de referência (mm mês⁻¹); *Tm* a temperatura média mensal (°C); *I* e *a* são índices térmicos, que podem ser calculados pelas equações 2 e 3 respectivamente.

$$I = \sum_{n=1}^{12} (0,2 * Tm)^{1,514} \quad (2)$$

$$a = 6,75 * 10^{-7} I^3 - 7,71 * 10^{-5} I^2 + 1,7912 * 10^{-2} I + 0,49239 \quad (3)$$

Os valores de ETP estimados pelo método de Thornthwaite são representativos para um mês com 30 dias, em que cada dia teria 12 horas de fotoperíodo, necessitando assim de uma correção em função do fotoperíodo e da latitude do local. Esta correção pode ser feita utilizando as equações 4 e 5.

$$ETo = ETp * Cor \quad (4)$$

$$Cor = (ND / 30) * (N / 12) \quad (5)$$

em que: *ND* é o número de dias do mês e *N* o fotoperíodo do dia que pode ser calculado ou tabelado. Nesta pesquisa, foram utilizados valores de *N* tabelados em função da latitude e do mês, mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Duração máxima da insolação diária (FOTOPERÍODO – N), em horas, no 15º dia de cada mês, em latitudes compreendidas na área do trabalho.

Lat	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
22	13,4	12,8	12,2	11,6	11,1	10,8	10,9	11,3	12,0	12,6	13,2	13,5

Fonte: Pereira et al. (2007).

Em seguida foi dada continuidade ao cálculo do BHC com as colunas de evapotranspiração real (ETR), armazenamento de água no solo (ARM), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC), para a escala mensal (PEREIRA et al., 2007), em conjunto com a representação gráfica completa.

A classificação climática foi realizada a partir do método proposto por Thornthwaite, citado em Vianello e Alves (2000). Foram determinados os índices de aridez (Ia), hídrico (Ih) e de umidade (Iu), segundo as equações 6, 7 e 8, respectivamente.

$$Ia = \frac{DEF}{ETP} 100 \quad (6)$$

$$Ih = \frac{EXC}{ETP} 100 \quad (7)$$

$$Iu = Ih - 0,6Ia \quad (8)$$

Em seguida determinou-se um índice adicional, que visa refletir a componente temperatura do ar na classificação climática, dada a estreita relação existente entre temperatura e ETP. Utiliza-se a ETP anual e a relação entre a ETP de verão, que é referente a somatória da ETP no trimestre mais quente do ano.

As chaves para a classificação climática de Thornthwaite; Mather (1955) são baseadas nas variações nos índices de umidade (Tabela 2), nos índices de aridez e umidade em conjunto (Tabela 3), nas variações do índice térmico (Tabela 4) e das ETP de verão e anual (Tabela 5), como afirma Ometto (1981) *apud* (SOUZA et al., 2013).

Tabela 2. Chave inicial da classificação climática segundo Thornthwaite, baseados no índice de umidade (OMETTO, 1981).

Tipos Climáticos	Índice de Umidade (Iu)
	Thornthwaite & Mather (1955)
A – Super-úmido	$100 \leq \mathbf{Iu}$
B ₄ – Úmido	$80 \leq \mathbf{Iu} < 100$
B ₃ – Úmido	$60 \leq \mathbf{Iu} < 80$
B ₂ – Úmido	$40 \leq \mathbf{Iu} < 60$
B ₁ – Úmido	$20 \leq \mathbf{Iu} < 40$
C ₂ – Sub-úmido	$00 \leq \mathbf{Iu} < 20$
C ₁ – Sub-úmido seco	$-33,3 \leq \mathbf{Iu} < 00$
D – Semiárido	$-66,7 \leq \mathbf{Iu} < -33,3$
E – Árido	$-100 \leq \mathbf{Iu} < -66,7$

Tabela 3. Segunda chave da classificação climática segundo Thornthwaite, baseados no índice de aridez e umidade (OMETTO, 1981).

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 de água	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
s₂ – grande deficiência no verão	> 33,3	s₂ – largo excesso de inverno	20
w₂ – grande deficiência no inverno	> 33,3	w₂ – largo excesso de verão	20

Organização: Autores, 2017.

Tabela 4. Terceira chave da classificação climática segundo Thornthwaite, baseada no índice térmico (OMETTO, 1981).

Tipo Climático	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

Organização: Autores, 2017.

Tabela 5. Quarta chave da classificação climática segundo Thornthwaite, baseada na relação entre a ETP de verão e anual (OMETTO, 1981).

Concentração da ETP no verão (%)	Subtipo Climático
< 48,0%	a'
48,0 – 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'

Organização: Autores, 2017.

Uma vez calculados os índices acima descritos e utilizando as tabelas auxiliares, pode-se obter a fórmula climática para o município. A partir do índice de umidade identifica-se o tipo climático e, na sequência, os diversos subtipos climáticos, com base no índice de aridez e/ou hídrico, no índice térmico (ETP) e no percentual da ETP durante o verão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de Lupércio caracterizou-se com precipitação média mensal de 133 mm, totalizando 1.602 mm ao ano. As médias mensais de temperatura do ar para o município variaram entre 20,3 °C para o mês de junho e 25,3 °C para o mês de fevereiro. Dentre os meses, observa-se a tendência de temperaturas mais elevadas entre dezembro a março (período chuvoso) e menores de maio a junho.

A tabela 6 mostra o resultado do balanço hídrico climatológico considerando a capacidade de armazenamento de água (CAD) de 100 mm.

Tabela 6. Extrato das variáveis do balanço hídrico climatológico (em mm) segundo Thornthwaite; Mather (1955), para o município de Lupércio - SP, no período de 1993-2012, considerando a CAD do solo de 100 mm.

Mês	T (°C)	ETP (mm)	P (mm)	P - ETP (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	24,70	129	328	199	0	129	0	199

Fev	25,30	119	223	104	0	119	0	104
Mar	25,00	121	150	29	0	121	0	29
Abr	23,90	98	85	-13	-12	97	1	0
Mai	20,80	66	82	16	12	66	0	4
Jun	20,30	58	65	7	0	58	0	7
Jul	20,60	63	43	-20	-18	61	2	0
Ago	22,10	79	39	-40	-27	66	13	0
Set	23,00	91	86	-5	-3	89	2	0
Out	24,10	113	155	42	42	113	0	0
Nov	24,30	117	121	4	4	117	0	0
Dez	25,10	135	225	90	2	135	0	87
Ano	23,27	1189	1602	413	0	1170	19	431

T: temperatura do ar; P: precipitação; ETP: evapotranspiração potencial ou de referência; ALT: alteração do armazenamento de água no solo (+ indica recarga; - indica retirada); ETR: evapotranspiração real; DEF: deficiência hídrica; EXC: excesso hídrico.

Organização: Autores, 2017.

Os valores de ETP anual foram de 1.189 mm, apresentando média mensal de 99 mm. Os meses com maiores e menores valores médios foram dezembro, com 139 mm, e julho, com 63 mm, respectivamente. As altas temperaturas provocaram um aumento nas taxas de evapotranspiração, fazendo com que o consumo de água pelas plantas fosse maior que o disponível no solo na maior parte do ano (RIBEIRO, et al., 2015).

Observa-se na tabela 6 as deficiências hídricas anuais acumuladas de 19 mm, distribuídas majoritariamente entre julho e setembro; para o excedente hídrico anual, o município de Lupércio apresenta valores de 431 mm concentrados majoritariamente entre os meses de dezembro a março.

Santos e Carlesso (1998) informam que as plantas podem responder à deficiência hídrica no solo de diversas formas, decrescendo a produtividade e produção, distribuindo de forma aleatória seu sistema radicular, afetando seu desenvolvimento, decrescendo a produção da área foliar e fechamento dos estômatos, reduzindo a florada e óleo da casca e reduzindo o tempo de retenção dos frutos.

A figura 1 apresenta a representação gráfica do BHC considerando a CAD 100 mm. Observa-se que os meses de maiores precipitações são os meses de maior excedente hídrico, não sendo a ETP suficiente para causar danos à disponibilidade hídrica do solo nesse período.

O inverso ocorre nos meses mais secos, onde a deficiência hídrica no solo é evidenciada pelos baixos valores de precipitação.

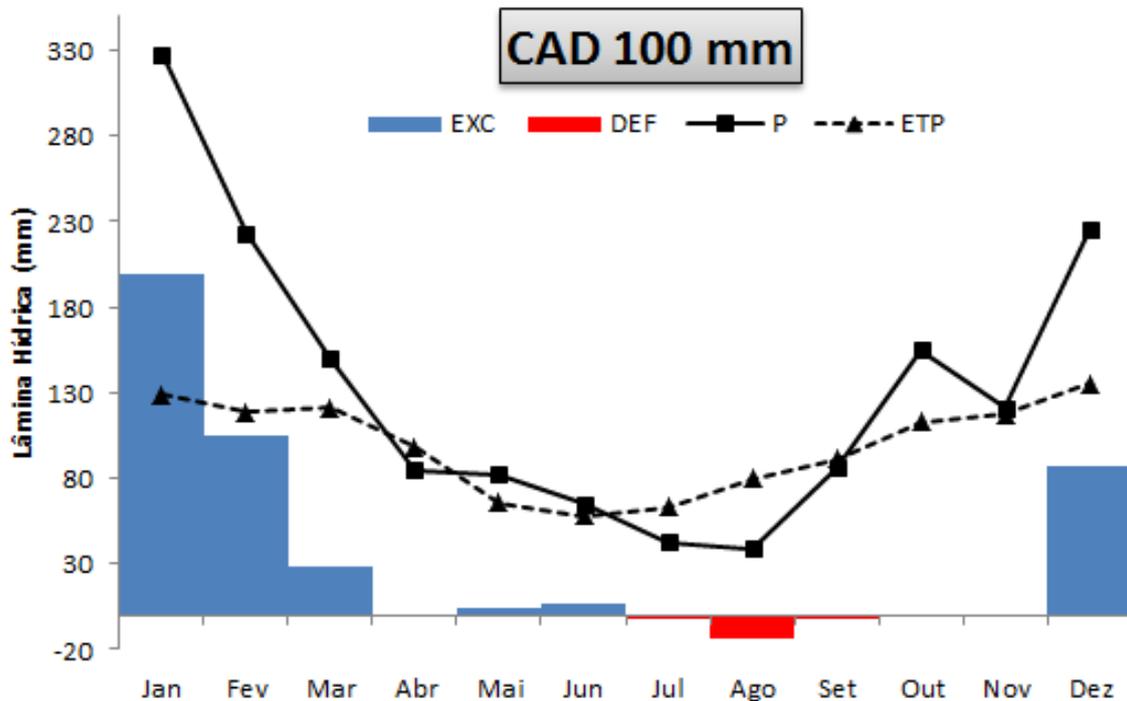


Figura 1. Representação gráfica do BHC para o município de Lupércio – SP, considerando a CAD do solo de 100 mm. **Fonte:** Autores, 2017.

Segundo Pereira (2005), o solo é um reservatório que dificulta a saída de água à medida que vai secando, nos períodos em que o total de chuvas (P) é menor que a ETP, a água retida torna-se uma função dessa demanda potencial ($P - ETP < 0$) e da CAD adotada.

O BHC proposto por Thornthwaite; Mather (1955) é também utilizado para o acompanhamento do armazenamento de água no solo em tempo real, ou em um determinado tempo já ocorrido, deixando então de ser cíclico e passando a representar sequencialmente os valores de entradas e saídas no sistema solo-planta-atmosfera (SOUZA et al., 2013). Para fins agrometeorológicos, os balanços hídricos sequenciais são importantes para definições de varias práticas culturais, como períodos para plantio, mecanização, colheita, pulverizações, manejo da irrigação, dentre outros (SANTOS et al., 2013).

As tabelas 7 e 8 apresentam o extrato das variáveis do BHC para as CADs 75 e 50 mm. Verifica-se que à medida que a CAD do solo vai diminuindo, aumenta a deficiência hídrica nos meses mais secos, isso porque o solo passa a ter uma menor capacidade de armazenamento de água.

Tabela 7. Extrato das variáveis do balanço hídrico climatológico (em mm) segundo Thornthwaite; Mather (1955), para o município de Lupércio - SP, no período de 1993-2012, considerando a CAD do solo de 75 mm.

Mês	T (°C)	ETP (mm)	P (mm)	P - ETP (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	24,70	129	328	199	0	129	0	199
Fev	25,30	119	223	104	0	119	0	104
Mar	25,00	121	150	29	0	121	0	29
Abr	23,90	98	85	-13	-12	97	1	0
Mai	20,80	66	82	16	12	66	0	4
Jun	20,30	58	65	7	0	58	0	7
Jul	20,60	63	43	-20	-18	61	2	0
Ago	22,10	79	39	-40	-24	63	16	0
Set	23,00	91	86	-5	-2	88	3	0
Out	24,10	113	155	42	42	113	0	0
Nov	24,30	117	121	4	2	117	0	2
Dez	25,10	135	225	90	0	135	0	90
Ano	23,27	1189	1602	413	0	1166	23	436

T: Temperatura; P: precipitação; ETP: evapotranspiração potencial ou de referência; ALT: alteração do armazenamento de água no solo (+ indica recarga; - indica retirada); ETR: evapotranspiração real; DEF: deficiência hídrica; EXC: excesso hídrico.

Organização: Autores, 2017.

Tabela 8. Extrato das variáveis do balanço hídrico climatológico (em mm) segundo Thornthwaite; Mather (1955), para o município de Lupércio - SP, no período de 1993-2012, considerando a CAD do solo de 50 mm.

Mês	T (°C)	ETP (mm)	P (mm)	P - ETP (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	24,70	129	328	199	0	129	0	199
Fev	25,30	119	223	104	0	119	0	104
Mar	25,00	121	150	29	0	121	0	29
Abr	23,90	98	85	-13	-12	97	1	0
Mai	20,80	66	82	16	12	66	0	5
Jun	20,30	58	65	7	0	58	0	7

Jul	20,60	63	43	-20	-16	59	4	0
Ago	22,10	79	39	-40	-19	58	21	0
Set	23,00	91	86	-5	-1	87	4	0
Out	24,10	113	155	42	37	113	0	6
Nov	24,30	117	121	4	0	117	0	4
Dez	25,10	135	225	90	0	135	0	90
Ano	23,27	1189	1602	413	0	1158	31	443

T: Temperatura; P: precipitação; ETP: evapotranspiração potencial ou de referência; ALT: alteração do armazenamento de água no solo (+ indica recarga; - indica retirada); ETR: evapotranspiração real; DEF: deficiência hídrica; EXC: excesso hídrico.

Organização: Autores, 2017.

Santos et. al. (2010), afirmam que através da aplicação da metodologia do balanço hídrico mensal é possível determinar um planejamento integrado satisfatório dos recursos hídricos para a região de aplicação dessa metodologia, onde se pode decidir pela aquisição de sistemas de irrigação e cálculo do dimensionamento da lâmina de irrigação, facilitando o manejo da irrigação (quanto e quando irrigar) com base na evapotranspiração local.

As figuras 2 e 3 apresentam a representação gráfica do BHC considerando a CAD 75 e 50 mm, respectivamente.

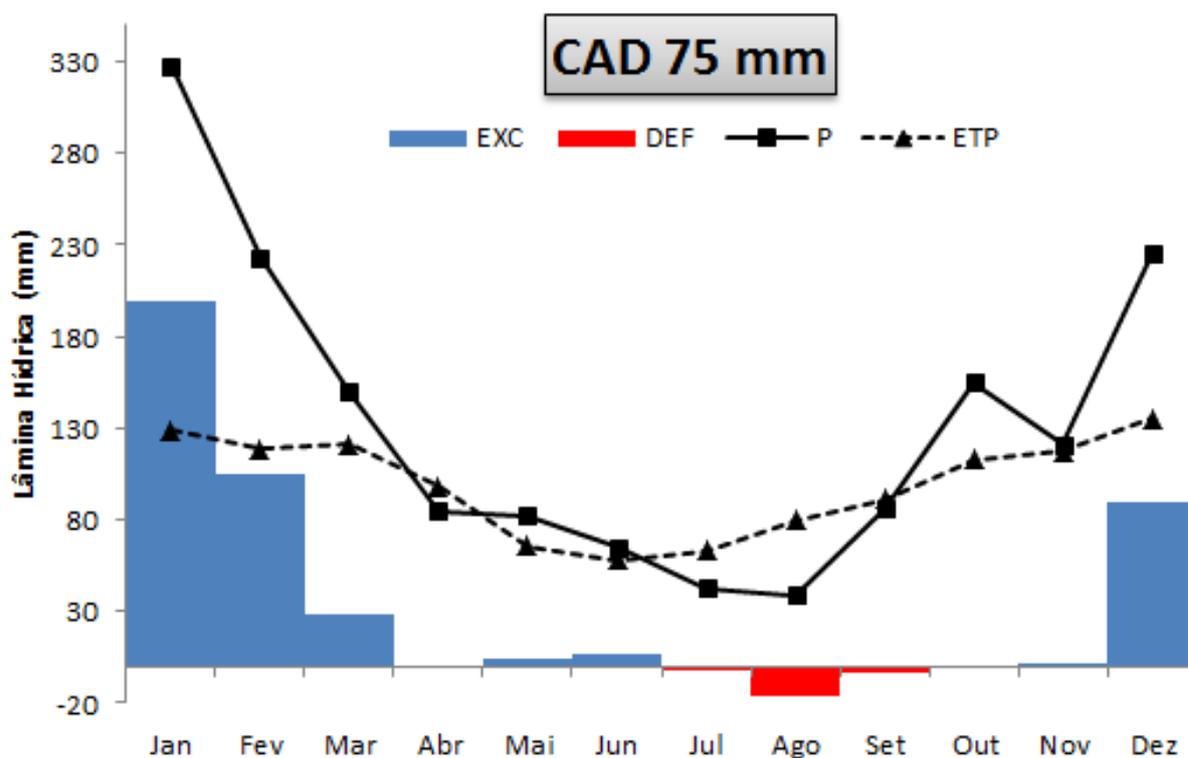


Figura 2. Representação gráfica completa do BHC para o município de Lupércio – SP, considerando a CAD do solo de 75 mm. **Fonte:** Autores, 2017.

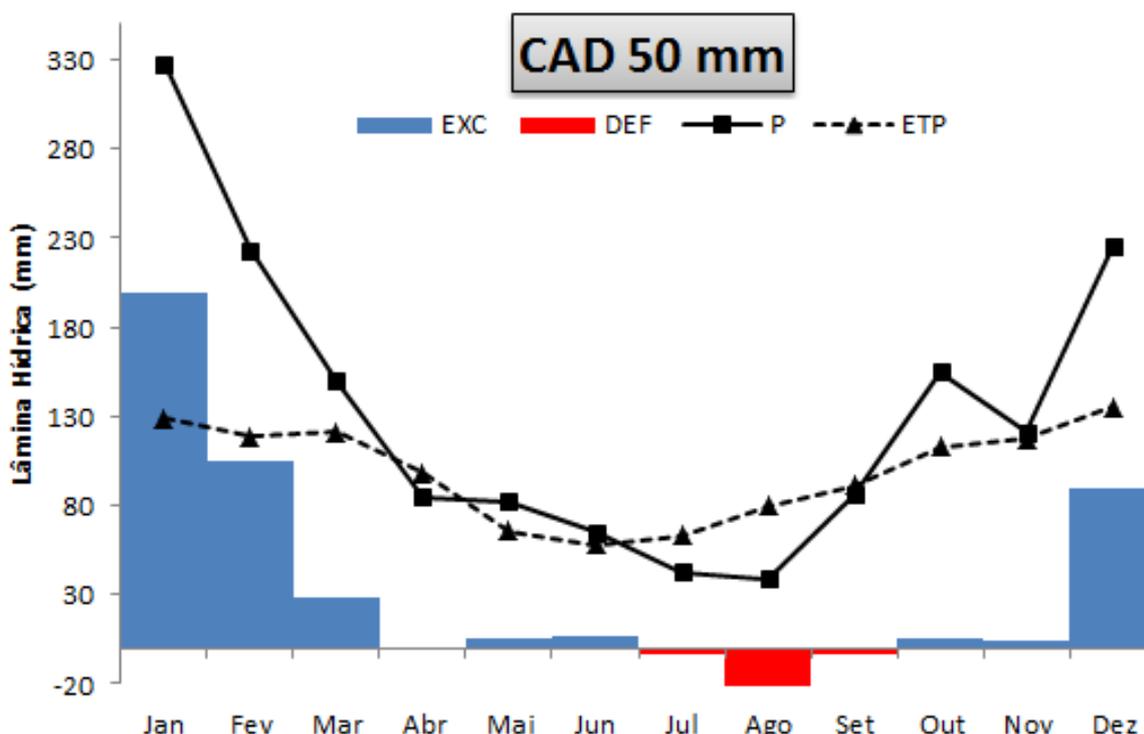


Figura 3. Representação gráfica completa do BHC para o município de Lupércio – SP, considerando a CAD do solo de 50 mm. **Fonte:** Autores, 2017.

A fórmula climática para o município de Lupércio - SP, segundo a classificação climática proposta por Thornthwaite, é mostrada na tabela 9, bem como os valores individuais dos índices de aridez (Ia), hídrico (Ih) e de umidade (Iu).

Tabela 9. Valores dos índices hídrico (Ih), de aridez (Ia), de umidade (Iu) e fórmula climática segundo Thornthwaite; Mather (1955).

Município	Ih	Ia	Iu	Fórmula climática
Lupércio – SP	36,24	1,59	35,28	B ₁ rA'a'

Organização: Autores, 2017.

A definição da fórmula climática B₁rA'a' indica um clima considerado úmido, megatérmico, sem ou com pequena deficiência hídrica e concentração de 32% da ETP no trimestre entre dezembro e fevereiro.

Em função da variação da capacidade de armazenamento de água no solo (CAD 100, 75 e 50 mm) a fórmula climática não variou, permanecendo a mesma para as três condições calculadas.

CONCLUSÃO

Para o município de Lupércio – SP, os meses de inverno (julho, agosto e setembro) são os que apresentam deficiência hídrica no solo, com valores de 19, 23 e 31 mm para as CADs 100, 75 e 50 mm, respectivamente. O excedente hídrico totalizou 431, 436 e 443 mm para as CADs 100, 75 e 50 mm, respectivamente.

O município apresenta a fórmula climática $B_{1r}A'a'$, considerado úmido, megatérmico, sem ou com pequena deficiência hídrica e com uma concentração de 32% da ETP no trimestre dez – jan – fev. A fórmula climática não variou em função das CADs do solo.

REFERÊNCIAS

AGUILAR, D. J.; KRUKER, J. M.; CALHEIROS, R. de O.; SILVA, C. A. S. da. **Determinação da evapotranspiração potencial e balanço hídrico da região da grande Dourados, MS.** Dourados: EMBRAPA-UEPAE, 1986. 150 p.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel – SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, janeiro-março, 2009.

GALVÃO, M. V. **Atlas Nacional do Brasil.** Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Geografia, n/p. 1996.

HORIKOSHI, A. S.; FISCH, G. Balanço hídrico atual e simulações para cenários climáticos futuros no município de Taubaté, SP, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 2, n. 2, p. 32-46, jul./dez. 2007.

LIMA, F. B.; SANTOS, G. O. **Balanço hídrico-espacial da cultura para o uso e ocupação atual da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, Noroeste do Estado de São Paulo.** 2009. 89 f. Monografia. Fundação Educacional de Fernandópolis, Fernandópolis - SP, 2009.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 440 p.

PEREIRA, A. R. Simplificando o balanço hídrico de Thornthwaite-Mather. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.2, p.311-313, 2005.

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

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Meteorologia Agrícola.** Edição revisada e ampliada, Piracicaba: USP, p. 191, 2007.

RIBEIRO, A. A.; SIMEÃO, M.; SANTOS, A. R. B. Balanço hídrico climatológico para os municípios de Piripiri e São João do Piauí, Piauí, Brasil. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 9 (3): 228-235, 2015.

SALES, M. A. L. **Balanço hídrico na sub-bacia hidrográfica do Boi Branco – SP para gestão sustentável da agricultura irrigada**. 2014. 137 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2014.

SANTOS, G. O.; HERNANDEZ, F. B.T.; ROSSETTI, J. C. Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.4(3): 142-149, 2010.

SANTOS, R. B.; SOUZA, A. P. de; SILVA, A. C.; ALMEIDA, F. T. de; ARANTES, K. R.; SIQUEIRA, J. L. de. Planejamento da pulverização de fungicidas em função das variáveis meteorológicas na região de Sinop – MT. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v.6, n.1, p.72-88, jan./abr. 2013.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2(3):287-294, 1998.

SOUZA, A. P.; MOTA, L. L.; ZAMADEI, T.; MARTIN, C. C.; ALMEIDA, F. T.; PAULINO, J. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. **Nativa**, Sinop, v. 01, n. 01, p.34-43, out./dez., 2013.

THORNTHWAITE, C. W. 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.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, UFV: Imprensa Universitária, 2000. 449 p.