

**Balanço hídrico da microbacia do Córrego Seco em Caratinga,
Minas Gerais, sudeste do Brasil**

Dry stream microbacy Water Balance in Caratinga, Minas Gerais, southeastern Brazil

**Balance hídrico de la microcuenca del Arroyo Seco en Caratinga, Minas Generales,
Sudeste de Brasil**

Recebido: 20/10/2019 | Revisado: 25/10/2019 | Aceito: 05/11/2019 | Publicado: 07/11/2019

José Geraldo da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9284-6374>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: geraldoesa@hotmail.com

Vitor Soares Feitoza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1365-687X>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: vitorfeitoza.eng@gmail.com

José Augusto Costa Gonçalves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9880-1962>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: jaucosta@unifei.edu.br

Resumo

Com o objetivo de avaliar o balanço hídrico da microbacia do Córrego Seco no município de Caratinga, MG, foram realizados os cálculos hidrológicos usando o método de Thornthwaite - Mather. Esta pesquisa tem uma natureza quantitativa se tratando especificamente de um estudo de caso. O resultado do balanço hídrico demonstrou que os meses de maior evapotranspiração, ou seja, acima de 100 mm, foram os meses de janeiro, agosto, setembro, outubro e dezembro. Entre os meses de março a novembro ocorreram os maiores déficits hídricos caracterizando a estação seca, contudo as maiores precipitações ocorreram entre os meses de dezembro a fevereiro, caracterizando uma estação chuvosa, mais úmida, demonstrando que a área estudada apresenta duas estações bem distintas e definidas.

Palavras-chave: Microbacia; Balanço hídrico; Caratinga.

Abstract

With the purpose of evaluating the water balance of the dryland microculture in the municipality of Caratinga, MG, hydrological calculations are performed using the Thornthwaite - Mather method. This research is quantitative in nature and is specifically a case study. The result of the water balance has shown that the greatest months of evapotranspiration, decay, over 100 mm, took place in the months of January, August, September, October and December. Between the months of March and November occurred the largest water deficit characterizing the dry season, however the highest rainfall occurred between the months of December and February, featuring a rainy season, but humid, demonstrating that the studied area presents the well-differentiated parks and defined.

Keywords: Watershed basin; Water balance; Caratinga.

Resumen

Con el fin de evaluar el balance hídrico de la microcuenca del arroyo Seco en el municipio de Caratinga, MG, se realizaron los cálculos hidrológicos utilizando el método de Thornthwaite - Mather. Esta investigación es de naturaleza cuantitativa y es específicamente un estudio de caso. El resultado del balance hídrico demostró que los meses de mayor evapotranspiración, es decir, por encima de 100 mm, fueron los meses de enero, agosto, septiembre, octubre y diciembre. Entre los meses de marzo a noviembre ocurrieron los mayores déficit hídricos caracterizando la estación seca, sin embargo las mayores precipitaciones ocurrieron entre los meses de diciembre a febrero, caracterizando una estación lluviosa, más húmedo, demostrando que el área estudiada presenta dos estaciones bien diferenciadas y definidas.

Palabras clave: Microcuenca; Balance hidrico; Caratinga.

1. INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos natural mais importante e essencial para a vida no planeta, desta forma a mesma se torna indispensável para todo o desenvolvimento das espécies. Com o grande crescimento populacional, processo de urbanização sem planejamento e avanço do setor industrial, tem sobrecarregado os recursos hídricos, e em algumas regiões a disponibilidade vem a cada dia tornando-se mais escassa. Várias cidades do Brasil, principalmente no estado de Minas Gerais, Leste de Minas já sofreram problemas no abastecimento de água, devido à falta de planejamento e proteção dos recursos hídricos.

A cidade de Caratinga localizado no Leste de Minas em 2007 esteve bem próxima de ter um colapso no abastecimento de água, o principal manancial que fornece água bruta para a

concessionária alcançou o nível abaixo de sua capacidade de exploração dos últimos trinta anos.

Segundo (UNESCO, 1982) para uma correta avaliação da disponibilidade dos recursos hídricos de uma região e a sua variabilidade espacial e temporal, os balanços hídricos da bacia como nível regional constituem-se em valiosos instrumentos tanto do ponto de vista teórico como prático. Desta forma o balanço hídrico é um instrumento que permite avaliar o armazenamento de água superficial e subterrâneo bem como realizar um estudo do regime hidrológico, fazendo com que melhore a exploração e proteção dos recursos hídricos de forma adequada sem sobrecarregar o sistema.

O cálculo do balanço hídrico é fundamental para conhecer a evapotranspiração potencial, real, alteração no armazenamento, deficiência, excesso, escoamento e negativo acumulado, desta forma saberemos qual é a realidade em termos de armazenamento de água no solo. Conhecendo o balanço hídrico teremos um norteador para um bom planejamento agrícola e abastecimento de água sem comprometer o recurso hídrico.

A microbacia hidrográfica do Córrego Seco possui características rurais, onde as atividades de agropecuária são intensas ocasionando sérios problemas nos recursos hídricos, daí a importância do balanço hídrico para propor um melhor gerenciamento das atividades.

A bacia hidrográfica é uma unidade geomorfológica fundamental da superfície terrestre, considerada como principal unidade fisiográfica do terreno, porque suas características governam, no seu interior, todo o fluxo superficial da água. Constitui, portanto, uma área ideal para o planejamento integrado do manejo dos recursos naturais no meio ambiente por ela definido. A noção de bacia obriga, naturalmente, a existência de divisores d'água, cabeceiras ou nascentes, cursos d'água principais, afluentes, subafluentes, bem como, uma hierarquização dos canais escoadouros e uma distribuição dos solos predominantes (Tucci, 2004).

A bacia hidrográfica tem sido adotada como unidade básica para estudos ambientais e trabalhos de planejamento, pois suas características biogeográficas apresentam sistemas ecológicos e hidrológicos relativamente coesos, os quais interagem entre si, formando unidades funcionais (Pires & Santos, 1995).

Considerando os dados disponíveis de mapeamentos geológicos, sendo esta a base para a tomada de informações sobre parâmetros hidrogeológicos de relevância, esta metodologia assume que nos períodos de recessão hídrica, associados à sazonalidade das precipitações pluviométricas, os sistemas ou unidades hidrogeológicas sejam o grande

responsável pela manutenção das descargas de base dos cursos d'água de uma região, Gonçalves et al (2005).

As bacias hidrográficas são de fundamental importância para os estudos, análises e avaliações do ciclo hidrológico, haja vista a mesma ser considerada como unidade territorial, para estes procedimentos são necessários modelos matemáticos para efetuar os cálculos. Os modelos têm como objetivos entender e avaliar o sistema hidrológico.

O balanço hídrico pode ser entendido como o processo do ciclo hidrológico. O processo pode ocorrer no sentido superfície - atmosfera, sob a forma de vapor, sendo este considerado o principal elemento responsável pela contínua circulação de água no globo; ou no sentido atmosfera-superfície, com a água regressando a superfície nas fases líquida e sólida, por meio de precipitações (Tucci, 1993).

Através dos resultados dos cálculos do balanço hídrico é possível determinar uma política mais concreta no gerenciamento dos recursos hídricos. Existem vários métodos para se calcular o balanço hídrico, porém com especificidades diferenciadas. Dentre os vários métodos para se calcular a estimativa do balanço hídrico foram utilizados os métodos de Thorntwaite – Mather, (1955).

A estação meteorológica de Caratinga está situada no bairro Nossa Senhora das Graças nas coordenadas geográficas: 19° 42' 00" de latitude Sul e 42° 04' 00" de longitude Oeste, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Inventário da estação climatológica, fluviométrica e pluviométricas.

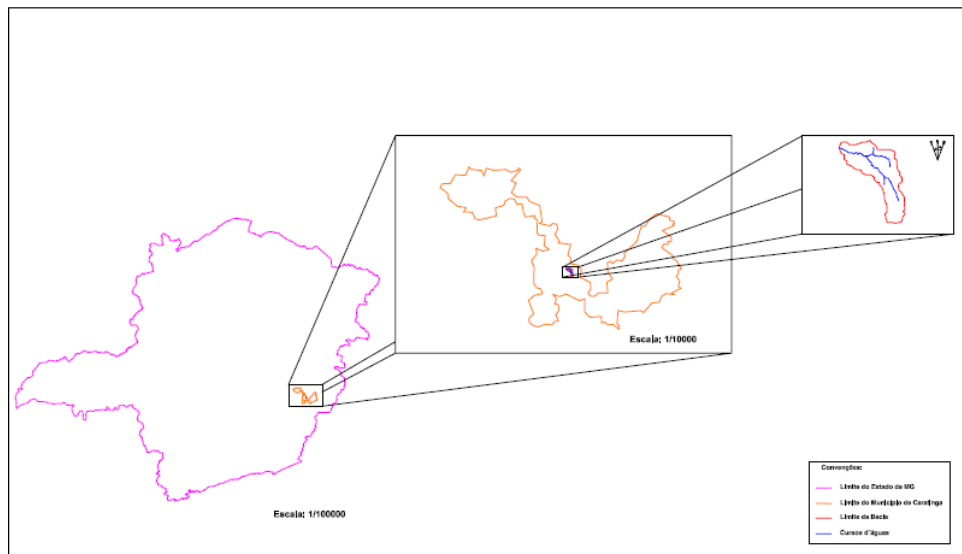
Código	Estação	Município	Altitude (m)	Latitude	Longitude
OMM83592	Caratinga	Caratinga	609.65	19° 42' 00"	42° 04' 00"

Fonte: BDMEP – INMET

2. METODOLOGIA

A microbacia hidrográfica do Córrego Seco-Caratinga, MG, está localizada a leste do estado de Minas Gerais e a oeste do Município de Caratinga, cujas coordenadas geográficas são 19° 45' 14.04" de latitude S e 42° 07' 32.57" de longitude W, como demonstra a Figura 1.

Figura 1 – Localização da microbacia hidrográfica do Córrego Seco – Caratinga, MG



Fonte: Modificado de Miranda, 2005. Carta SE 23 – Z – D – VI. Escala: 1: 250.000.

No Município de Caratinga ocupa precisamente a porção nordeste do município, tendo como altitude 564 metros a parte mais baixa e a mais elevada 916 metros, sua menor altitude está localizada próximo ao trevo que leva ao Município de Piedade de Caratinga às margens da BR – 116 e a maior no divisor de água da bacia hidrográfica do Ribeirão da Laje com cerca de 912 metros.

De acordo com a classificação de Köppen (1948) o clima da área de estudo é Cwa tropical de altitude com inverno seco e verão úmido com temperatura dos meses mais quentes acima de 22° C. A precipitação anual é de 1196 mm com temperatura média anual de 22 ° C.

Devido à microbacia estar inserida na bacia hidrográfica do Rio Caratinga foi utilizado os dados de clima, precipitação anual e temperatura aplicada à mesma.

As margens dos cursos d'água não existem mais a vegetação ciliar e estão ocupadas por residências, olarias e pocilgas, além de pequenas plantações de culturas perenes, ficando apenas uma pequena faixa com menos de 25 metros das margens para serem protegidas e recuperadas.

Em toda a microbacia a presença de vegetação nativa é quase insignificante, predominando as plantações de bananeiras, eucaliptos, hortaliças e áreas de pastagens que há muito tempo não são utilizadas.

As nascentes e áreas de recarga estão desprovidas de proteção e cobertura vegetal e ao logo dos cursos d'água barramentos para atividade de piscicultura, irrigação, fabricação de tijolos vem comprometendo dia após dia os recursos hídricos da microbacia hidrográfica, ressaltando

ainda a falta de licenciamento ambiental e regularização das atividades da microbacia do Córrego Seco, Caratinga, MG.

Para a confecção do trabalho foi de fundamental importância à criação de um banco de dados e ferramentas computacionais. Os dados de precipitação e evapotranspiração foram coletados na Estação Meteorológica de Caratinga do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento que foram utilizados no cálculo do balanço hídrico. Utilizou-se o software SPRING e o ArcGis para confecção do mapa de localização da bacia hidrográfica do Córrego Seco.

2.1. Cálculo para armazenamento

Para o cálculo do balanço hídrico da microbacia hidrográfica do Córrego Seco foi utilizada a metodologia de Thornthwaite-Mather, (1955).

No caso da microbacia foram definidos 130 mm de armazenamento para o mês de janeiro para início de cálculo. Onde foi calculado o valor do armazenamento para os demais meses do ano de 2018 com a equação (1);

$$\text{ARM (ABR)}: \text{ARM (MAR)} + (\text{P-ETP}) (\text{ABR}) \quad (1)$$

Onde:

ARM: Armazenamento

P: Precipitação

ETP: Evapotranspiração potencial

ABR e MAR: Abreviaturas do mês de abril e março.

2.2. Cálculo para a evapotranspiração real

O cálculo da evapotranspiração real foi utilizado à equação (2):

$$\text{ETR (ABR)} = \text{P (ABR)} + | \text{ALT (ABR)} | \quad (2)$$

Onde:

ETR: Evapotranspiração real

P: Precipitação

ALT: Alteração do armazenamento, sendo sempre em módulo, pois sempre será positivo.

ABR: Abreviatura do mês de abril

2.3. Cálculo para alteração do armazenamento

Para o cálculo da alteração do armazenamento utilizou-se da equação (3):

$$\text{ALT (ABR)} = \text{ARM (ABR)} - \text{ARM (MAR)} \quad (3)$$

Onde:

ALT: alteração de armazenamento

ARM: valor do armazenamento

ABR e MAR: abreviaturas do mês de abril e março.

2.4. Cálculo para a deficiência hídrica

Equação (4) foi utilizada para os cálculos da deficiência:

$$DEF (ABR) = ETP (ABR) - ETR (ABR) \quad (4)$$

Onde:

DEF: Deficiência

ETP: Evapotranspiração potencial

ETR: Evapotranspiração real

ABR: Abreviatura de abril

2.5. Cálculo para o excesso hídrico

Para o cálculo do excesso foi utilizada a equação (5):

$$EXC (ABR) = (P - ETP) (ABR) - ALT (ABR) \quad (5)$$

Equação utilizada para armazenamento igual a 130 mm, onde:

EXC: Excesso

P: Precipitação

ETP: Evapotranspiração potencial

ALT: Alteração do armazenamento

ABR: Abreviatura de abril

2.6. Cálculo do valor do armazenamento

O cálculo do valor do armazenamento foi realizado pela equação (6).

$$ARM (OUT) = ARM (SET) + (P-ETP) (OUT) \quad (6)$$

2.7. Cálculo para o negativo acumulado

Para o negativo acumulado foi utilizado à equação (7):

$$NEG.AC (ABR) = NEG.AC (MARÇ) + (P + ETP) (MAR) \quad (7)$$

Onde:

NEG.AC: Negativo acumulado

P: Precipitação

3. RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta todos os dados do balanço hídrico da microbacia do Córrego Seco a partir dos dados de precipitação e evapotranspiração disponibilizados pela Estação Meteorológica de Caratinga – MG, correspondente ao monitoramento do mês de Janeiro de 2018 a Dezembro de 2018.

Observa-se na que de janeiro a abril precipitações bem elevadas e de maio a novembro uma redução drástica e somente no mês de dezembro um volume significativo, ainda que os meses de maiores precipitações correspondem ao verão e os meses de menor precipitação ao inverno o que caracteriza um verão úmido e inverno seco.

O volume anual da precipitação foi de 1.209,8 mm, os meses de maior índice pluviométrico ocorreram em janeiro, fevereiro, março, abril e dezembro num total de 974,8 mm, e os menores índices nos meses de maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro um total de 235 mm. Todos os cálculos foram realizados utilizando o método de Thornthwaite-Mather, para 130 mm de capacidade de armazenamento.

Tabela 2 – Resultado dos cálculos do balanço hídrico método de Thornthwaite-Mather, 1955, para 100 mm de capacidade de armazenamento.

Col 1	Col 2	Col 3	Col 4	Col 5	Col 6	Col 7	Col 8	Col 9	Col 10	Col 11
Mês	P	ETP	ETP	P – Pos Acum	NEG.AC	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
JAN	142,9	131,7	11,2	11,2	0	130,0	130,0	131,7	0	0
FEV	239,8	75,5	164,3	164,3	0	130,0	0	75,5	0	164,3
MAR	223,4	80,8	142,6	142,6	0	130,0	0	80,8	0	142,6
ABR	135,1	73,6	61,5	61,5	0	130,0	0	73,6	0	61,5
MAI	35,2	72,4	-37,2	0	-37,2	97,6	-32,4	-69,6	142,0	0
JUN	1,1	62,1	-61,0	0	-61,0	61,0	-36,6	-97,6	159,7	0
JUL	1,1	95,8	-94,7	0	-94,7	4,5	-56,5	-151,2	247,7	0
AGO	8,3	104,0	-95,7	0	-95,7	2,1	-2,4	-98,1	202,1	0
SET	35,3	125,4	-90,1	0	-90,1	1,0	-1,1	-91,2	216,6	0
OUT	68,6	135,7	-67,1	0	-67,1	0,6	-0,4	-67,5	203,2	0
NOV	85,4	117,3	-31,9	0	-31,9	0,5	-0,1	-32,0	149,3	0
DEZ	233,6	103,1	130,5	130,5	0	130	129,5	103,1	0	1,0
	$\Sigma 1.209,8$	$\Sigma 1.177,3$	$\Sigma 32,4$	$\Sigma 510,1$	$\Sigma -477,7$	$\Sigma 817,3$	$\Sigma 129,0$	$\Sigma -142,5$	$\Sigma 1.320,6$	$\Sigma 369,4$

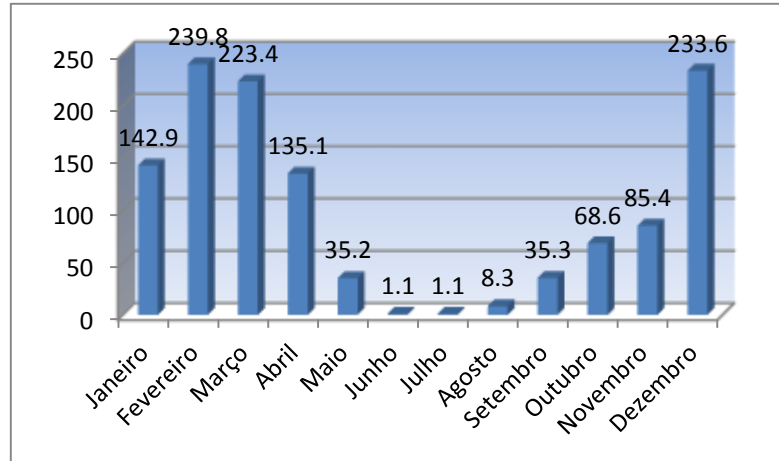
Fonte: Autores (2019).

3.1. Precipitação

Com relação à precipitação o mês de maior índice pluviômetro ocorreu em fevereiro 239,8 mm maior que todos os meses juntos de menor precipitações na bacia hidrográfica como pode-se observar no Gráfico 1. A partir dos dados de precipitações representados no Gráfico 1

é possível planejar as atividades agrossilvipastoris na microbacia sem incorrer em prejuízos financeiros, ambientais ou desabastecimento de água.

Gráfico 1 – Precipitação em (mm) da microbacia hidrográfica do Córrego Seco no ano de 2018.



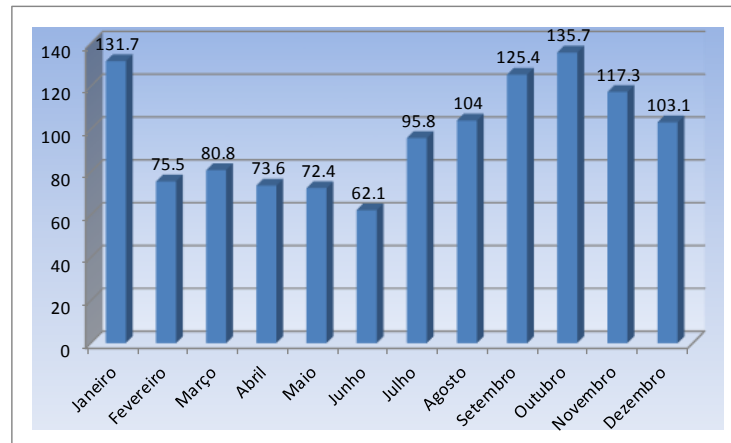
Fonte: Autores (2019).

3.2. Evapotranspiração potencial

A evapotranspiração potencial representada no Gráfico 2, os dados foram adquiridos da Estação Metrológica de Caratinga onde pode-se observar que a maior discrepância ocorreu no mês de junho, julho e agosto onde a evapotranspiração foram de 62,1; 95,8 e 104,0 mm e as precipitações de 1,1; 1,1 e 8,3 mm com déficit negativos de 159,7; 247,7 e 202,1 mm, nesta situação indica que as precipitações não foram suficientes para suprirem a evapotranspiração potencial, desta forma a água armazenada no solo será utilizada pelos vegetais e a partir do momento que este armazenamento chegar a zero a deficiência hídrica será eminente.

Com relação à evapotranspiração potencial verifica-se que nos meses de maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro e novembro a evapotranspiração foi superior à precipitação ocorrendo assim uma deficiência hídrica considerável, esses dados poderão ser usados na microbacia antes de cultivar determinados tipos de culturas.

Gráfico 2 – Evapotranspiração potencial em (mm) da microbacia hidrográfica do Córrego Seco no ano de 2018.



Fonte: Autores (2019).

3.3. Diferença entre precipitação e evapotranspiração

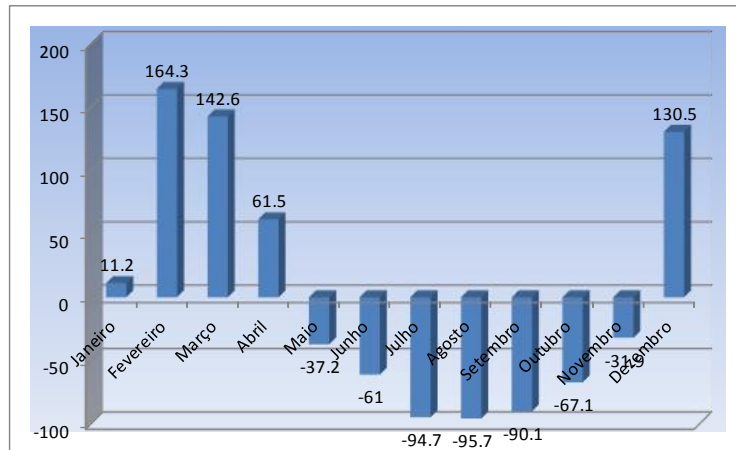
Os cálculos realizados a partir da diferença entre a precipitação e a evapotranspiração potencial como pode ser visualizado no Gráfico 3, demonstra que os valores positivos ocorreram quando a precipitação foi superior a evapotranspiração potencial, e este superávit irá abastecer o solo até a sua saturação, constituído assim um excedente que por sua vez percolará ou escoará para os cursos d'água.

O superávit positivo da precipitação sobre a evapotranspiração ocorreu nos meses de janeiro com 11,2 mm, fevereiro 164,3 mm, março 142,6 mm, abril 61,5 mm, e dezembro 130,5 mm.

O déficit da precipitação sobre a evapotranspiração ocorreu nos meses de março -37,2 mm, junho -61,0 mm, julho -94,7 mm, agosto -95,7 mm; setembro -90,1mm, outubro -67,1 e novembro -31,9 mm, sendo que os valores mais baixos ocorreram em julho -94,7 mm e agosto -95,7 mm.

Os valores negativos indicam que a precipitação não superou a evapotranspiração potencial, neste caso o armazenamento de água no solo será reduzido e quando atingir zero a deficiência de água será inevitável.

Gráfico 3 – Diferença entre precipitação e evapotranspiração em (mm) da microbacia hidrográfica do Córrego Seco no ano de 2018.

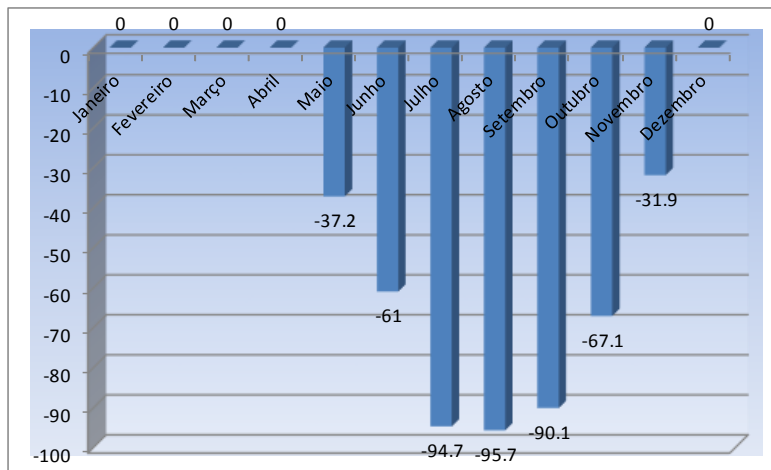


Fonte: Autores (2019).

3.4. Negativo acumulado

O negativo acumulado é o resultado do armazenamento residual dos valores dos negativos acumulados de $(P - ETP)$ para capacidade de armazenamento de água no solo, para a microbacia adotou-se 130 mm de capacidade de armazenamento. O negativo acumulado foi zero nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril e dezembro, pois o valor do armazenamento atingiu o seu ápice, os demais meses o acumulado negativo ficou entre -31,9 mm no mês de novembro a -95,7 mm no mês de agosto como demonstra o Gráfico 4.

Gráfico 4 – Negativo acumulado para capacidade de armazenamento de água no solo de 130 mm para microbacia hidrográfica do Córrego Seco.

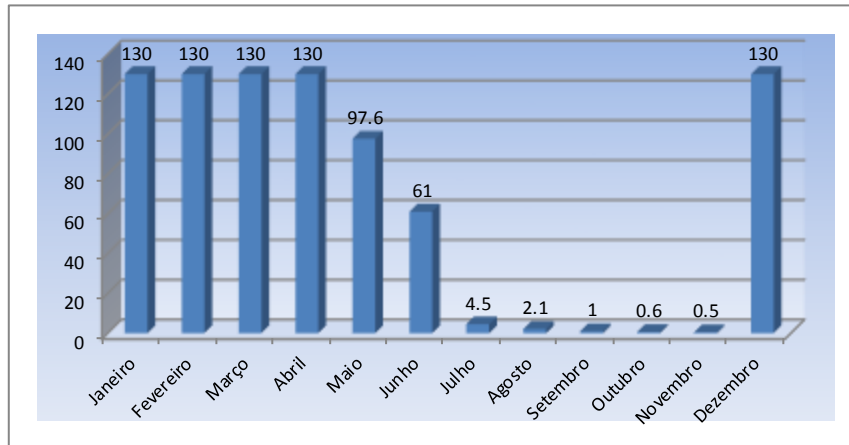


Fonte: Autores (2019).

3.5. Armazenamento de água no solo - ARM

O armazenamento de água no solo da microbacia hidrográfica do Córrego Seco pode ser observado no Gráfico 5, onde ocorreram armazenamento em todos os meses do ano de 2018, variando do menor índice nos mês de novembro com 0,5 mm, outubro 0,6 mm, setembro 1,0 mm, agosto 2,1 mm e julho 4,5 mm e os maiores índices com cerca de 130 mm nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril e dezembro.

Gráfico 5 – Armazenamento de água no solo da microbacia Hidrográfica do Córrego Seco.

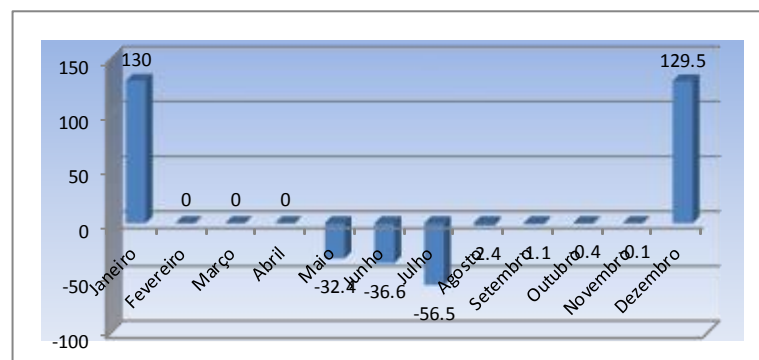


Fonte: Autores (2019).

3.6. Alteração do armazenamento de água no solo - ALT

Apenas os meses de janeiro e dezembro obtiveram armazenamento de água no solo sendo 130,0 mm e 129,5 mm respectivamente e os demais meses de março a novembro ocorreram diminuição de água armazenada no solo como demonstra a Gráfico 6.

Gráfico 6 – Alteração do Armazenamento de água no solo da microbacia hidrográfica do Córrego Seco.



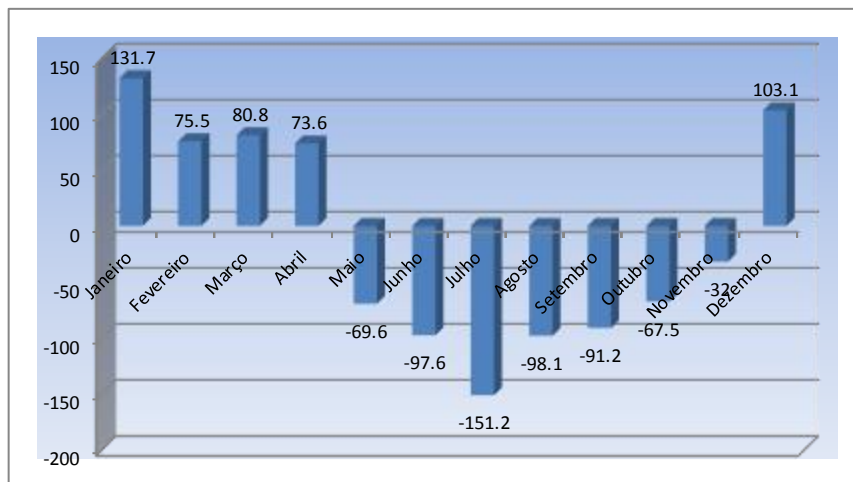
Fonte: Autores (2019).

3.7. Evapotranspiração real

A evapotranspiração real é igual a potencial enquanto o valor do armazenamento não for zero, quando o valor do armazenamento for zero a evapotranspiração real será calculada somando a precipitação com o valor da alteração do armazenamento.

Como se pode observar no Gráfico 7, a evapotranspiração real foi igual à evapotranspiração potencial nos meses de janeiro a abril e no mês de dezembro. Nos meses de maio a novembro a evapotranspiração real ficou abaixo da evapotranspiração potencial.

Gráfico 7 – Evapotranspiração real da microbacia hidrográfica do Córrego Seco



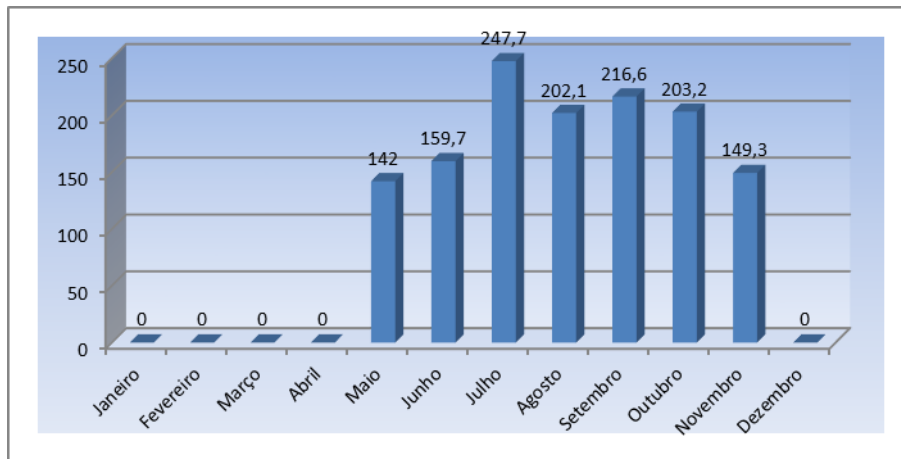
Fonte: Autores (2019).

3.8. Deficiência de água no solo - DEF

O Gráfico 8, indica os totais mensais da deficiência de água no solo, é sabido que isso ocorre quando o valor do armazenamento for nulo. A deficiência de água no solo é igual à diferença entre a evapotranspiração potencial e a evapotranspiração real.

A deficiência de água no solo ocorreu nos meses de janeiro a abril e dezembro quando o valor do armazenamento foi nulo, sendo que o mês de julho a deficiência chegou a 247,7 mm como demonstra o Gráfico 8.

Gráfico 8: Deficiência de água no solo da microbacia hidrográfica do Córrego Seco.

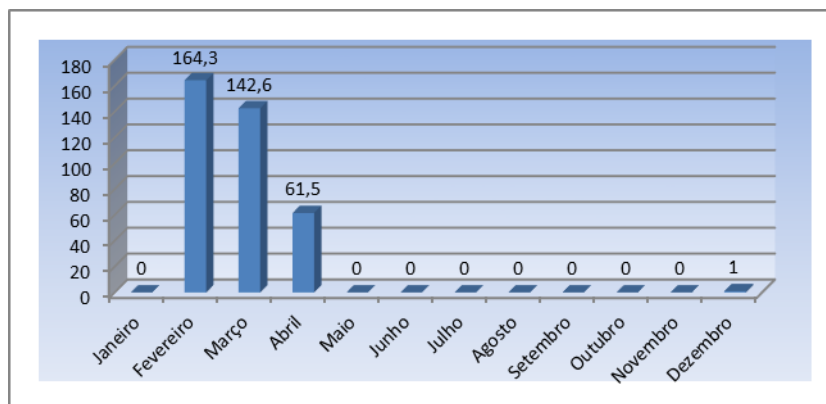


Fonte: Autores (2019).

3.9. Excesso de água no solo

O valor de excedente de água no solo ocorre quando é atingido o valor máximo de armazenamento. O excedente de água no solo na microbacia do Córrego Seco ocorreu apenas nos meses de fevereiro, março, abril e dezembro como demonstra o Gráfico 9.

Gráfico 9. Excedente de água no solo da microbacia hidrográfica do Córrego Seco.



Fonte: Autores (2019).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo do balanço hídrico da microbacia hidrográfica do Córrego Seco realizado através do método de Thornthwaite-Mather, 1955 teve uma boa eficiência nos resultados os quais permitirá um gerenciamento mais cauteloso sobre os recursos hídricos.

Os cálculos do balanço hídrico permitiram avaliar que os meses que ocorreu o déficit concentraram-se de maio a novembro e as maiores precipitações ocorreram nos meses de

julho a abril e dezembro tendo o pico máximo da precipitação no mês de fevereiro no ano de 2018, demonstrando que a área estuda possuem duas estações bem definidas.

Os cálculos de balanço hídrico de uma microbacia hidrológica são ferramentas de fundamental importância, podendo as mesmas ser aplicadas no uso e ocupação do solo de forma segura e ordenada e na gestão sustentável dos recursos hídricos de uma bacia ou microbacia.

Com os dados obtidos nos cálculos de balanço hídrico pode-se orientar os habitantes da bacia na questão da melhor forma de realizar as suas atividades agrossilvipastoris e industriais, sem perdas, provendo a sustentabilidade e evitando possíveis conflitos relacionados aos recursos hídricos.

Sugere-se a utilização da metodologia aplicada nesta pesquisa para outras microbacias, pois é simples, de fácil aquisição de dados e execução, obtendo dados expressivos e confiáveis de balanço hídrico.

Referências

Gonçalves, J., Scudino, P. C. B., Sobreira, F. G. (2005). “Reservas renováveis e caracterização dos aquíferos fissurais do Leste da Zona da Mata de Minas Gerais e adjacências.” *Geologia USP. Série Científica*, 5(1), 19-27.

Koppen, W. (1948). *Climatologia*. Fundo de Cultura Econômica, México–Buenos Aires.

Pires, J.S.R. e Santos, J.E. (1995). *Bacias Hidrográficas - Integração entre meio ambiente e desenvolvimento*. CIÊNCIA HOJE, Rio de Janeiro, v. 19, n. 110, p. 40 -45.

Thornthwaite, C.W.; Mather, J.R. (1957). *Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance*. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology. 311p. (Publications in Climatology, vol.X, n.3)

Thornthwaite, C.W.; Mather, J.R. *The water balance*. (1955). Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology. 104p. (Publications in Climatology, vol. VIII, n.1)

Tucci, C.E.M., org. (1993). Hidrologia. Ciência e Aplicação. Ed. da Universidade - UFRGS / Ed. da Universidade de São Paulo – EDUSP / Associação Brasileira de Recursos Hídricos.

Tucci, C.E.M.; Silveira, A.L.L. (2004). Hidrologia: Ciência e aplicação. 3ª ed. 1ª reimpressão, Porto Alegre: Ed. da UFRGS/ABRH. 943p.

Unesco. (1982). Guia Metodológica para La Elaboración del Balance Hídrico de América Del Sur. Montevideú, Uruguai. 130p.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

José Geraldo da Silva – 70%

Vitor Soares Feitoza – 15%

José Augusto Costa Gonçalves – 15%