



Universidade Federal de Itajubá
Instituto de Ciências Puras e Aplicadas

Programa de Pós – Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos
PROFÁGUA

JOSÉ GERALDO DA SILVA

**Análise hidrológica para gestão de conflitos em bacias hidrográficas:
Estudo de casos do córrego Entre Folhas – Minas Gerais**

Itabira – Minas Gerais

2021



José Geraldo da Silva

Análise hidrológica para gestão de conflitos em bacias hidrográficas: Estudo de caso do córrego Entre Folhas – Minas Gerais

Dissertação apresentada, como requisito parcial para Obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Curso de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROFÁGUA), na Universidade Federal de Itajubá. Área de concentração: Regulação e Governança de Recursos Hídricos.

Aprovada emdede

Orientador: Prof. Dr. Roberto César de Almeida Monte-Mor

Instituto de Ciências Puras e Aplicadas – UNIFEI

Coorientador: Prof. Dr. Gláucio Marcelino Marques

Instituto de Ciências Puras e Aplicadas – UNIFEI

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Roberto César de Almeida Monte-Mor

Instituto de Ciências Puras e Aplicadas – UNIFEI

Prof. Dr. Fernando Neves Lima

Instituto de Ciências Puras e Aplicadas – UNIFEI

Prof. Dr. Kleber Ramon Rodrigues

Membro de Instituição Externa – Analista Ambiental

Itabira – Minas Gerais

2021

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos os meus familiares, especialmente à minha esposa, pais, filhos e netos pela compreensão, apoio e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor meu DEUS por permitir ter chegado até aqui.

Ao meu pai “*In memoriam*”, meu grande apoiador.

A minha família pela força e apoio.

Ao meu orientador Prof. Dr. Roberto César de Almeida Monte-Mor pela orientação e incentivo.

Ao meu Coorientador Prof. Dr. Gláucio Marcelino Marques pela orientação e incentivo.

Ao Prof. José Augusto Costa Gonçalves pelos conhecimentos transmitidos, apoio e incentivo.

A todos os professores que contribuíram para aumentar o meu nível de conhecimento e aprendizado.

A todos os funcionários da UNIFEI.

A todos os meus colegas de mestrado pela convivência harmoniosa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – PROFÁGUA, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

EPÍGRAFE

Mas, buscai primeiro o reino de Deus, e a sua justiça, e todas estas coisas vos serão acrescentadas

Mateus 6: 33

RESUMO

Silva, José Geraldo da. **Análise hidrológica para gestão de conflitos em bacias hidrográficas: Estudo de caso do córrego Entre Folhas – Minas Gerais**. 2021.115 f. Dissertação (Mestrado profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – PROFÁGUA), Instituto de Ciências Puras e Aplicadas, Universidade Federal de Itajubá, Campus de Itabira, Minas Gerais, 2021.

Os problemas de desabastecimento, conflitos e estresse hídrico, ano após ano vêm assolando as bacias hidrográficas e se tornando cada vez mais frequentes. A avaliação da quantidade e qualidade das águas é fator essencial para uma boa gestão dos recursos hídricos. Os motivos que levaram à escolha desta bacia hidrográfica foram: a) o aumento na demanda de água na região; b) disponibilidade de água, reduzindo a cada ano, comprometendo as atividades agrossilvopastoris e abastecimento público; c) escassez hídrica dos últimos 30 anos; d) riscos eminentes de conflitos na bacia. A análise hidrológica para gestão de conflitos em bacias hidrográficas: Estudo de caso do córrego Entre Folhas – Minas Gerais tem como objetivo principal auxiliar na gestão e gerenciamento na distribuição dos recursos hídricos, garantindo uma distribuição justa, sem gerar conflitos e sem sobrecarregar o sistema hídrico a ponto de provocar o estresse hídrico na bacia. Realizando o cruzamento de dados obtidos a partir do procedimento metodológico, ficou evidente que a extração irracional do volume de água na bacia hidrográfica em qualquer período climático é o principal causador do estresse hídrico e conflitos na região. Com essa metodologia atingimos os seguintes resultados a análise morfométrica da bacia quanto a Densidade de drenagem (Dd) de 1,4 km/km² indica que a bacia possui impermeabilidade mediana, com uma boa capacidade de armazenamento de água subterrânea. Possui Coeficiente de compactidade (Kc) de 1,6 implicando em bacia não sujeita a enchentes, sendo confirmado pelo Fator forma (Kf) de 0,32, onde, $Kf \leq 0,50$ bacia não sujeita a enchentes. O Índice de circularidade (ICC) de 0,32 sendo esse valor menor que 0,51 trata-se de uma bacia de forma alongada favorecendo assim o escoamento. Quanto ao comportamento hidrológico foram considerados os seguintes parâmetros morfométricos da bacia. Área de drenagem (Ad) de 89,29 km² com perímetro de 54 km. Quanto a declividade a bacia possui percentuais de 0 a 14% nas planícies de inundação e acima de 55% necessitando de reflorestamento. Intervalos hipsométrico de 272 m na foz e > 877 m o ponto mais elevado da bacia. O balanço hídrico por meio da metodologia de Thornthwaite e Mather (1955) com a classificação de Thornthwaite (1948) utilizando-se dos dados da precipitação e evapotranspiração do ano de 2020, para os cálculos do balanço com a Capacidade de Água Disponível – CAD de 100 mm, verificou-se que em 2020 que a Evapotranspiração Potencial – ETP superou a Precipitação – P em 64 mm, com déficit hídrico de 576 mm anual, distribuído nos meses de fevereiro e entre maio a novembro, o que indica que é necessário irrigação para esse período nas atividades agrícolas e revisão nos processos de emissão de outorga. Situação semelhante com o balanço hídrico de 1961 a 2019, evapotranspiração com 51 mm e déficit hídrico de 288 mm distribuído de maio a outubro. Sendo assim, a análise hidrológica vem ao encontro da necessidade de Regulação dos Recursos Hídricos, como proposta de instrumentalização legal de forma flexível e integrada, sendo adaptável à realidade e permitindo uma regulação efetiva não só do Estado, mas também dos comitês de bacia hidrográfica e órgãos gestores envolvidos na gestão e gerenciamento dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Estresse hídrico; Captação; Desabastecimento.

ABSTRACT

Silva, José Geraldo da. **Hydrological analysis for conflict management in hydrographic basins: a case study of the Entre Folhas stream – Minas Gerais**. 2021.115 f. Dissertação (Mestrado profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – PROFÁGUA), Instituto de Ciências Puras e Aplicadas, Universidade Federal de Itajubá, Campus de Itabira, Minas Gerais, 2021.

The problems of shortages, conflicts and water stress, year after year, have been plaguing watersheds and becoming increasingly frequent. The assessment of water quantity and quality is an essential factor for good management of water resources. The reasons that led to the choice of this hydrographic basin were: a) the increase in water demand in the region; b) availability of water, decreasing every year, compromising agrosilvopastory activities and public supply; c) water scarcity of the last 30 years; d) imminent risks of conflicts in the basin. The hydrological analysis for conflict management in hydrographic basins: A case study of the Entre Folhas stream – Minas Gerais has as main objective to assist in the management and management of the distribution of water resources, ensuring a fair distribution, without generating conflicts and without overloading the water system to the point of causing water stress in the basin. Carrying out the crossing of data obtained from the methodological procedure, it became evident that the irrational extraction of the volume of water in the watershed in any climatic period is the main cause of water stress and conflicts in the region. With this methodology we reached the following results: the morphometric analysis of the basin regarding the drainage density (Dd) of 1.4 km/km² indicates that the basin has medium impermeability, with a good capacity for underground water storage. It has a Compactness coefficient (Kc) of 1.6, implying a basin not subject to flooding, being confirmed by the form factor (Kf) of 0.32, where, $Kf \leq 0.50$ basin not subject to flooding. The Circularity Index (ICC) of 0.32, this value being less than 0.51, it is an elongated basin, thus favoring the flow. Regarding the hydrological behavior, the following morphometric parameters of the basin were considered. Drainage area (Ad) of 89.29 km² with a perimeter of 54 km. As for the slope, the basin has percentages from 0 to 14% in the floodplains and above 55% in need of reforestation. Hypsometric intervals of 272 m at the mouth and > 877 m at the highest point of the basin. The water balance through the methodology of Thornthwaite and Mather (1955) with the classification of Thornthwaite (1948) using the data of precipitation and evapotranspiration of the year 2020, for the calculations of the balance with the Available Water Capacity – CAD of 100 mm, it was found that in 2020 that Potential Evapotranspiration – ETP exceeded Precipitation – P by 64 mm, with an annual water deficit of 576 mm, distributed in the months of February and between May to November, which indicates that irrigation is necessary for this period in agricultural activities and review of grant issuance processes. Similar situation with the water balance from 1961 to 2019, evapotranspiration with 51 mm and water deficit of 288 mm distributed from May to October. Thus, the hydrological analysis meets the need for Regulation of Water Resources, as a proposal of legal instrumentation in a flexible and integrated way, being adaptable to reality and allowing an effective regulation not only of the State, but also of the river basin committees and management bodies involved in the management and management of water resources.

Keywords: Water stress; Capture; Shortage.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Fluxograma das etapas das metodologias aplicadas.....	29
Figura 2 –	Mapa de localização da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais.....	31
Figura 3 –	Localização das estações climatológicas, fluviométricas e pluviométricas de Caratinga – MG.....	33
Figura 4 –	Estação climatológica, fluviométrica e pluviométrica de Caratinga – MG...	33
Figura 5 –	Estação climatológica, fluviométrica e pluviométrica de Caratinga – MG...	33
Figura 6 –	Vertedor retangular de contração lateral, instalado no córrego Entre Folhas – Minas Gerais.....	39
Figura 7 –	Classificação e hierarquização dos cursos d’água da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais.....	45
Figura 8 –	Declividade da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – MG.....	47
Figura 9 –	Córrego Entre Folhas – Minas Gerais desprovido de vegetação ciliar, presença de animais e atividades agrícolas nas APPs.....	48
Figura 10 –	Nascente do córrego Entre Folhas – Minas Gerais às margens da Rodovia MG – 425.....	49
Figura 11 –	Nascente principal do córrego Entre Folhas – Minas Gerais retida juntamente com a drenagem pluvial da Rodovia MG – 425.....	49
Figura 12 –	Barramento próximo a nascente principal do córrego Entre Folhas – Minas Gerais atividades piscicultura, paisagismo e irrigação.....	50
Figura 13 –	Classificação hipsométrica da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais.....	52
Figura 14 –	Uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas - Minas Gerais.....	54
Figura 15 –	Uso e ocupação do solo e recursos hídricos, raio de 50 metro.....	77

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 –	Relações entre Precipitação – P e Evapotranspiração Potencial – ETP da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais - 2020.....	57
Gráfico 2 –	Negativo Acumulado – Neg. Acum para Capacidade de Água Disponível – CAD de 100 mm para bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais.....	58
Gráfico 3 –	Capacidade de Água Disponível – CAD da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais.....	59
Gráfico 4 –	Relação entre Evapotranspiração Potencial – ETP, Evapotranspiração Real – ETR e Deficiência hídrica – DEF da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais.....	59
Gráfico 5 –	Relação Excesso hídrico – EXC e Deficiência hídrica – DEF da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais.....	60
Gráfico 6 –	Relação entre Precipitação – P, Evapotranspiração Potencial – ETP da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais – 1961 a 2019.....	62
Gráfico 7 –	Negativo Acumulado – Neg. Acum para Capacidade de Água Disponível - CAD de 100 mm para bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais – 1961 a 2019.....	63
Gráfico 8 –	Capacidade de Água Disponível – CAD no solo da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais medias de 1961 a 2019.....	64
Gráfico 9 –	Relação entre Evapotranspiração Potencial – ETP, Evapotranspiração Real – ETR e Deficiência de hídrica – DEF da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais medias de 1961 A 2019.....	65
Gráfico 10 –	Relação entre Deficiência hídrica – DEF e Excesso hídrico – EXC da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais – 1961 a 2019.....	65
Gráfico 11 –	Outorgas deferidas por finalidades.....	68
Gráfico 12 –	Cadastros de Usuários de Usos Insignificantes a jusante da captação.....	69

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 – Sistema de bandas utilizadas para confecção de mapas.....	30
Quadro 2 – Memorial dos cálculos morfométricos.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Inventário das estações climatológicas, fluviométricas e pluviométricas.....	33
Tabela 2 –	Capacidade de armazenamento de água no solo para algumas espécies de vegetais.....	34
Tabela 3 –	Valores encontrados na caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais.....	43
Tabela 4 –	Classificação e hierarquização dos cursos d’água da bacia hidrográfica dos cursos d’água da bacia hidrográfica do córrego Folhas – Minas Gerais.....	46
Tabela 5 –	Declividades em percentuais encontradas na bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais.....	48
Tabela 6 –	Intervalos hipsométricos da área de estudo.....	53
Tabela 7 –	Áreas e percentuais de uso e ocupação do solo.....	53
Tabela 8 –	Resultado dos cálculos do balanço hídrico método de Thornthwaite-Mather, 1955, para 100 mm de Capacidade de Água Disponível (CAD). (2020)	55
Tabela 9 –	Balanço hídrico do ano 1961.....	61
Tabela 10 –	Resultados das médias do balanço hídrico de 1961 a 2019 do córrego Entre Folhas – Minas Gerais.....	62
Tabela 11 –	Levantamento das outorgas concedidas pelo IGAM a montante da captação para abastecimento do município de Entre Folhas – Minas Gerais.....	67
Tabela 12 –	Relação precipitação e vazões do córrego Entre Folhas – Minas Gerais ano hidrológico.....	70
Tabela 13 –	Vazões do ano hidrológico 2019/2020 a jusante do ponto de captação.....	71
Tabela 14 –	Balanço hídrico do córrego Entre Folhas – Minas Gerais – 1961 – 2020.....	73
Tabela 15 –	Balanço hídrico ano hidrológico 2019 a 2020 do córrego Entre Folhas – Minas Gerais. CAD 100 mm.....	76
Tabela 16 –	Balanço hídrico da bacia Hidrográfica da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais, ano civil (2020).....	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Acum	Acumulado
ALT	Alteração do armazenamento
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
APP	Área de Preservação Permanente
ARM	Armazenamento
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
CAD	Capacidade de Água Disponível
CBH	Comitês de Bacia Hidrográfica
CERH	Conselho Estadual de Recurso Hídrico
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
DEF	Deficiência
ESA	Agência Espacial Europeia
ESC	Escoamento
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETp	Evapotranspiração potencial
ETr	Evapotranspiração real
EXC	Excesso
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia

Neg. Ac	Negativo acumulado
ONU	Organizações das Nações unidas
PERH	Política Estadual de Recursos Hídricos
PNMH	Programa Nacional de Microbacia Hidrográfica
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PRH	Planos de Recursos Hídricos
SINGREH	Sistema Nacional de Gestão de Recursos hídricos
SIRH	Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos
SNGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SRQA	Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental
UE	União Europeia
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UNEC	Centro Universitário de Caratinga
USGS	Serviço Geológico dos Estados Unidos
UTM	Universal Transversal de Mercator

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	ii
AGRADECIMENTOS	iii
EPIÍGRAFE	iv
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE GRÁFICOS	viii
LISTA DE QUADRO	ix
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xi
SUMÁRIO	xiii
1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	16
2.1 Geral	16
2.2 Específicos	16
3 REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 Bacias hidrográficas como instrumentos de gestão	17
3.2 Gestão de bacias hidrográficas	18
3.3 Outorga	19
3.4 Conflitos	22
3.5 Balanço hídrico	24
3.6 Morfometria	26
3.7 Desafios da gestão dos recursos hídricos nas áreas de conflito pelo uso da água ...	27
4 MATERIAIS E MÉTODOS	29
4.1 Localização da área de estudo	31
4.2 Banco de dados	32
4.3 Localização das estações climatológicas, fluviométricas e pluviométricas de Caratinga	32
4.4 Balanço hídrico	34
4.5 Levantamento de outorgas concedidas	37
4.6 Vazões do córrego Entre Folhas – Minas Gerais	38
4.7 Outorga sazonal	39
5 RESULTADO E DISCUSSÕES	40

5.1 Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais.....	40
5.2 Classificação e hierarquização dos cursos d’água da bacia do córrego Entre Folhas – Minas Gerais.....	44
5.3 Declividade da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais	46
5.4 Classificação hipsométrica da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais	50
5.5 Uso e ocupação do solo	53
5.6 Balanço hídrico da bacia para o ano de 2020	55
5.7 Balanço hídrico com as médias de precipitação e evapotranspiração de 1961 a 2019 em comparação com o ano de 2020	60
5.8 Outorgas expedidas para bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais	66
5.9 Relação precipitações e vazões do córrego Entre Folhas – Minas Gerais no ano hidrológico de 2019 e 2020	69
5.10 – Oferta e demanda.....	70
5.11 Outorga sazonal para gestão de conflitos na bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais	72
5.12 Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais	77
6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS	80
REFERÊNCIAS.....	83
APÊNDICE – Tabelas do balanço hídrico do córrego Entre Folhas – Minas Gerais de 1961 a 2020.....	91
ANEXO – Declaração de situação de emergência no município de Entre Folhas – MG, em razão da seca, estiagem prolongada e falta de abastecimento de água potável	115

1 INTRODUÇÃO

O século XXI pode ser considerado o século dos avanços tecnológicos. Contudo, tal período reflete também grande vulnerabilidade em conseguir tratar boa parte da água disponível no planeta. O Brasil é um dos poucos países do mundo que possui uma grande reserva natural de água. Todavia, é válido mencionar que esse precioso bem não está distribuído de forma equânime pelo território nacional, uma vez que 80% do volume total encontra-se distribuído no norte do país, local onde se concentram apenas 5% dos brasileiros (ANA, 2010).

O estresse hídrico ocorre sempre que a demanda por água de uma população supera a capacidade do corpo hídrico de supri-la. Neste aspecto, conforme relato da Organização das Nações Unidas, o estresse hídrico poderá abranger cerca de 18 milhões de habitantes no planeta, porém, existem outras instituições que falam que esses números são muito maiores (ONU, 2020).

A Região Sudeste há vários anos vem enfrentando problemas com a crise hídrica, a mais severa ocorreu nos anos de 2014 e 2015, nos últimos anos algumas cidades, mesmo tendo água em abundância, têm enfrentado problemas em prover água de qualidade para seus cidadãos. Dentre os aspectos intrínsecos a tal problemática, tem-se: o gerenciamento das bacias, o tratamento, a estiagem e o uso irracional de água, sendo os mais relevantes, levando cidades à privação desse precioso recurso.

Seguindo essa abordagem, conflitos gerados pelos usuários da água se tornam cada vez mais evidentes, sendo que desses os mais comuns são desentendimentos entre vizinhos. Em suma, é notório que os conflitos em uma bacia nem sempre ocorrem devido à falta de água, mas sim devido a uma gestão e gerenciamento ineficaz, concomitantemente à ausência de fiscalização efetiva dos órgãos gestores (PETERSEN-PERLMAN; JENNIFER e AARON, 2017).

Com o intuito de mitigar as relações entre conflito e disponibilidade de água, o presente estudo tem como objetivo analisar, estudar e caracterizar uma bacia hidrográfica que é responsável por alimentar uma cidade de 5.377 habitantes, podendo tal estudo ser replicado para qualquer bacia hidrográfica com características fisiográficas e de uso e ocupação do solo similares e para qualquer número de habitantes. Além disso, o presente trabalho, busca propor a análise hidrológica para gestão de conflitos na bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais.

A análise hidrológica como instrumento para gestão de conflitos na bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas emerge para auxiliar na melhor distribuição dos recursos hídricos, de forma que nos períodos chuvosos a captação ocorra com um volume maior e nos períodos de

seca uma captação mais regulada, com isso garantindo uma distribuição justa, sem gerar conflitos e sem sobrecarregar o sistema hídrico a ponto de evitar o estresse hídrico na bacia

A cidade de Entre Folhas, localizada no Leste de Minas, no ano de 2015 esteve bem próxima de ter um colapso no abastecimento de água. O principal manancial que fornece água bruta para a concessionária alcançou o mais baixo nível de sua capacidade de exploração observado nos últimos trinta anos, a ponto de a municipalidade declarar, por meio do Decreto Municipal nº 036/2015, situação de emergência no município, em razão da estiagem prolongada e falta de abastecimento de água potável.

A busca de solução dos problemas de desabastecimento, conflitos e estresse hídrico que, ano após ano, vêm assolando as bacias hidrográficas e se tornando cada vez mais frequentes. A avaliação da quantidade e qualidade das águas é fator essencial para uma boa gestão dos recursos hídricos.

A caracterização morfométrica, o balanço hídrico, a mensuração dos recursos hídricos a avaliação da disponibilidade de água e a análise hidrológica da bacia hidrográfica pode auxiliar na gestão, planejamento e manejo de forma sustentável do recurso hídrico

Sendo assim, a análise hidrológica vem ao encontro da Regulação dos Recursos Hídricos, como proposta de instrumentalização legal de forma flexível e integrada sendo adaptável à realidade, permitindo uma regulação efetiva não só do Estado, mas também dos comitês de bacia hidrográfica e órgãos gestores envolvidos na gestão e gerenciamento dos recursos hídricos (Prof.Água 2021).

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Realizar a análise hidrológica como instrumento de gestão da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais.

2.2 Específicos

Analisar as características morfométricas da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais.

Realizar o levantamento das outorgas concedidas para a bacia hidrográfica.

Realizar os cálculos de balanço hídrico para a bacia hidrográfica.

Verificar a necessidade de adotar a outorga sazonal para gestão de conflitos na bacia hidrográfica.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Bacias hidrográficas como instrumentos de gestão

As bacias hidrográficas têm sido o pilar que fomenta os estudos e planejamentos ambientais (PIRES e SANTOS, 1995). Geralmente, uma bacia hidrográfica abarca um ecossistema bem definido que, juntamente com um ciclo hidrológico estável, forma uma unidade funcional relativamente coesa.

É importante entender a bacia hidrográfica como unidade de planejamento de ações, tanto para o uso e ocupação do solo quanto para a gestão de recursos hídricos, pois a mesma nos dará subsídios para utilização, de forma sustentável e ambientalmente equilibrada, sem sobrecarregar os recursos naturais.

A Lei nº 9.433/97 preconiza que a bacia hidrográfica deve ser tratada de forma integrada, sendo que os recursos hídricos devem estar relacionados e avaliados, sempre correlacionados com os meios físicos, biológicos e socioambientais.

Segundo Tucci (2004), uma bacia hidrográfica é formada por um conjunto hídrico que pode abranger nascentes, afluentes, divisores d'água, escoadouros e canais, que, independentemente de seu volume, acabam alimentando um curso principal de escoamento (rio). Com os ensinamentos do mesmo autor, podemos definir de forma simplificada e de fácil entendimento que uma bacia hidrográfica é composta por uma porção de terras drenadas pelo curso d'água principal, por seus afluentes e subafluentes.

Borsato (2004) defende a necessidade do uso racional dos recursos hídricos, bem como a criação de processos que permitam a recuperação e conservação de mananciais como forma de garantir a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos disponíveis. Para isso, evidencia a necessidade de se conhecer a real conjuntura das microbacias, observando suas particularidades.

Rodrigues e Admi (2005) propõem que a bacia hidrográfica é uma das referências espaciais mais usadas em estudos do meio físico, subsidiando grande parte da legislação e do planejamento territorial. Para Calijuri e Bubel (2006), a dinâmica dos processos hidrológicos, geomorfológicos e biológicos, é um dos fatores de maior peso para definir a magnitude de uma microbacia.

A bacia hidrográfica é uma área que recebe água proveniente da atmosfera em forma de precipitação, realiza a drenagem do escoamento superficial desde o limite geográfico, conduzindo-o para as áreas de controle (MELLO e SILVA, 2013).

Carvalho (2014) define as bacias hidrográficas como sendo unidades espaciais com diversas formas e proporções, estando os recursos hídricos superficiais inseridos e

correlacionados com as condições geológicas, geomorfológicas e climáticas. Sendo assim, os solos, vegetação, clima, relevo entre outros componentes de formação ambiental têm que ser entendidos de maneira conjunta e não separadamente.

As bacias hidrográficas são compreendidas desde a nascente de um rio até o exutório, com toda drenagem direcionada para o rio principal, tornando-se assim unidades geográficas importantes para a gestão de recursos hídricos (SONI, 2016).

Para De Lima *et al.* (2016), a bacia hidrográfica, além de ser definida como uma unidade de planejamento, é um instrumento de gerenciamento, estando contidos os planos de políticas públicas de forma geral, tendo como finalidade resolver os problemas dos recursos hídricos, de forma a ser assegurada a utilização dos usos múltiplos da água, com o envolvimento de todos os atores inseridos neste contexto. Diz ainda que a bacia hidrográfica é um ótimo instrumento para a gestão e planejamento, pois permite a inclusão socioambiental.

3.2 Gestão de bacias hidrográficas

No Brasil a gestão e gerenciamento de bacias hidrográficas, ainda recente, por meio das políticas e legislações vem ganhando destaque importante nas últimas décadas. A Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, preconiza em seu artigo 1º e seus incisos de I a VI as bases fundamentais a serem tratadas para a gestão dos recursos hídricos em todos os estados da Federação (BRASIL, 1997).

De acordo com a Lei nº 9.433/97, a gestão dos recursos hídricos será eficaz com o envolvimento de toda a sociedade, gestores e usuários, tratando a bacia hidrográfica como sendo unidade de planejamento, pois ela se torna eficiente na conservação dos recursos hídricos e racionalização dos mesmos (BRASIL, 1997).

As argumentações de Rodrigues, Silva e Leal (2011) corroboram com a Lei nº 9.433/97 onde: o planejamento da gestão de bacias hidrográficas vem passando por alterações significativas, tendo uma visão especial para o manejo de águas, seguida das condições ambientais, tendo em vista um planejamento ambiental integral.

A água a cada dia vem ficando cada vez mais escassa em todo o planeta. Ela é essencial para vida de todos os seres vivos e também para as atividades humanas: sem água, sem vida. De acordo com Da Silva, Silva e Pires (2014) o grande vilão do consumo de água em todo o planeta é o setor da agricultura, sendo responsável por quase 70% no consumo das águas provenientes dos aquíferos, rios e lagos, restando aproximadamente 30% utilizados pela indústria e consumo doméstico.

O gerenciamento consciente de uma bacia hidrográfica deve conter estratégias que permitam a integração entre solo, vegetação e relevo, bem como criar protocolos que coíbam ações que afetam direta ou indiretamente a qualidade e quantidade dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica (CARVALHO, 2014).

Sreedevi *et al.* (2013) e Singh *et al.* (2014) corroboram e afirmam que para fazer a implementação de um plano de gestão apropriada para bacia hidrográfica, o qual implica na conservação de água, se faz necessário ter a caracterização física da bacia por meio da análise morfométrica, estando seus sistemas físicos, biológicos e socioambientais interligados. Com isso é possível uma avaliação de gestão e gerenciamento efetiva e consolidada.

Para Almeida e Curi (2016), a alocação de água tem sido um problema para o gerenciamento dos recursos hídricos, de forma a conciliar e assegurar recursos hídricos na bacia para todos os usuários.

O sistema de gestão das águas no Brasil é constituído pela descentralização, de forma participativa, democrática, planejada e também integrada com todas as políticas públicas (STRAUCH e BERWIG 2017).

O gerenciamento de uma bacia hidrográfica, quando analisado cada sistema e promovendo a sua integração, conhecendo suas potencialidades e fragilidades, pode proporcionar um planejamento de forma sustentável e ambientalmente equilibrado de todas as atividades econômicas, sem prejuízos aos recursos naturais.

Para Guppy e Anderson (2017), para uma gestão de recursos hídricos eficiente, é preciso enfrentar demandas deixadas de lado pelos gestores, como desperdício de água, problemas normalizadores frequentes, condutas contrárias, insuficiência de competência e depauperamento.

3.3 Outorga

A outorga pode ser definida como o direito do uso da água como um instrumento de gestão de recursos hídricos, tendo como finalidade garantir controle qualiquantitativo tanto para as águas superficiais quanto para as subterrâneas, com garantia de acesso (COSTA *et al.* 2019). Moreira *et al.* (2020), observam que as outorgas são fornecidas com base em vazões mínimas, ficando prejudicados os usuários e as atividades econômicas no período de maior vazão, devido a essa limitação.

Berbel *et al.* (2018) observam que na União Europeia – UE, países com considerável disponibilidade de recursos hídricos são tarifados pelo uso apenas as indústrias e a população urbana; os usuários que utilizam sistema de irrigação não são tarifados, sendo a água, para eles,

gratuita. O mesmo autor apresenta, ainda, que nos países com deficiência hídrica e/ou com escassez de água, a exemplo de Portugal, Espanha, França e Itália, todos os setores são tributados, sejam eles usuários e setores de irrigação, sendo que as cobranças pelo uso da água são revertidas para recuperação de todos os demais.

Segundo Berbel e Expósito (2018), países como Portugal, França e Itália instituíram sistemas de taxas para captação de água, tendo como finalidade a mudança de comportamento da população e também para custear a recuperação ambiental e abastecimento.

A UE tem adotado o sistema de alocação de água baseado no usuário, em todos os setores. As associações de usuários de água e/ou associações de agricultores, municípios e indústrias ficam responsáveis pela gestão e pelas ações, de forma cooperada (BERBEL *et al.* 2018).

A Lei nº 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, preconiza que o regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água (BRASIL, 1997).

O Brasil vem adotando o sistema de gerenciamento de suas águas por meio de uma política descentralizada, com o intuito de aproveitar melhor as águas, prerrogativa que está preconizada na Lei 9.433/97, a qual instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, criando assim os instrumentos para resolver e/ou solucionar os problemas de uso intensivo dos recursos hídrico, com vistas à proteção da biossistema (BRASIL, 1997).

A Lei 9.433/97 em seu inciso III, artigo 5º do capítulo IV, o qual estabelece a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos, estabelecendo o racionamento e a disciplina quanto à utilização dos recursos hídricos (BRASIL, 1997).

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2019), não existe posse privada de água, uma vez que a mesma é um bem público. Com isso, somente o poder público possui o direito da administração e locação da mesma. Desta forma, a outorga no Brasil passa a ser um instrumento de garantia de direito ao acesso à água, tendo o controle quantitativo e qualitativo sobre os usos múltiplos da água. Com isso, o poder público garante tanto o volume quanto a vazão a serem outorgados para o usuário e/ou requerente, de maneira que não poderá passar a locação do recurso ora outorgado para terceiros, tornando-se assim uso exclusivamente do outorgado.

No Estado de Minas Gerais, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM é o órgão responsável pelo planejamento e administração de todas as ações direcionadas à preservação da

quantidade e da qualidade das águas, sendo também responsável pela gestão dos recursos hídricos do Estado (IGAM, 2020).

No estado de Minas Gerais segundo IGAM, 2020 a outorga de direito de recursos hídricos é assegurada ao usuário, porém, não garante a sua propriedade. Sendo assim, em caso de descumprimento dos procedimentos firmados pelo outorgado junto ao órgão emissor e, em caso de extremidade de escassez hídrica, para usos prioritários e de interesse coletivo poderá ser cassada a autorização emitida ao outorgado, ressaltando que essas prerrogativas estão preconizadas em legislações.

A Portaria IGAM nº 048 de 04 de outubro de 2019 regulamenta os procedimentos a serem tomados para todos os processos de outorga. As concessões são feitas por meio de critérios, tendo como base “as vazões de referência”, pois, elas são utilizadas para verificação da disponibilidade hídrica nas seções em que se pretende fazer outorga, sendo utilizados para os cálculos a disponibilidade hídrica superficial e a vazão mínima determinada pela $Q_{7,10}$ (MINAS GERAIS, 2019).

Está preconizado na Portaria 048/19 que em condições naturais o limite máximo de captações é de 50% (cinquenta por cento) da $Q_{7,10}$ garantindo assim fluxos residuais mínimos a jusante de cada intervenção de 50% (cinquenta por cento) da $Q_{7,10}$. Em relação à Portaria nº 010, de 30 de dezembro de 1998, “revogada”, a que a substituiu ficou menos restritiva. Ela, em seu artigo 7º, parágrafo 2º, fixava em 30% (trinta por cento) da $Q_{7,10}$ o limite máximo de derivações consultivas a serem outorgadas na porção da bacia hidrográfica, limitada por cada seção e considerada em condições naturais, ficando garantidos, a jusante de cada derivação, fluxos residuais mínimos equivalentes a 70% (setenta por cento) da $Q_{7,10}$ (MINAS GERAIS, 2019).

Finkler *et al.* (2015) citam que ao instituir as vazões de referência em bacias hidrográficas pequenas, elas propiciam as ações para o planejamento de recursos hídricos, evitando conflitos pelo uso da água, tanto de forma quantitativa quanto qualitativa.

Para Silva *et al.* (2015), o sistema de outorga baseado em vazões mínimas de referência dos recursos hídricos adotados pelos órgãos gestores age diretamente no montante de outorga disponível e diferentes vazões mínimas de referência ainda são adotadas como critérios nas solicitações de pedidos de outorga, juntamente com percentuais outorgáveis.

Da Silva *et al.* (2017) afirmam que para se obter vazões de referência mais significativas, deve-se analisar as vazões e/ou rendimentos, especialmente os que constituem os fluxos escoados por unidade de área.

Para Moreira *et al.* (2020) é necessária uma revisão no critério de fornecimento de outorgas, devendo-se ater às questões sazonais para emissão, de forma a garantir disponibilidade suficiente para os usuários e atividades econômicas satisfatórias.

Ramos *et al.* (2017) consideram que adotar o sistema de emissão de outorga de uso dos recursos hídricos mensalmente é melhor que de forma anual, pois, será possível adotar planos de distribuição de água em períodos de excedente hídrico com valor maior e, nos períodos de escassez, um valor menor.

3.4 Conflitos

Para Bicudo *et al.* (2010), o Brasil é um país que enfrenta sérios problemas na gestão de seus recursos hídricos, mesmo possuindo aproximadamente 14% de toda água doce do planeta. Problemas de diagnóstico, avaliação estratégica e gestão de recursos são apontados como os principais desafios a serem superados.

Oliveira e Fioreze (2011) afirmam que os conflitos têm aumentado em todos os setores dos usuários no Brasil, apesar de todos os instrumentos de gestão dos recursos hídricos, isso se deve ao crescimento da população, das atividades econômicas, tais como indústria, agricultura e urbanização.

Uma ferramenta importante para gestão de recursos hídricos é a análise de conflitos, que por meio dela o gestor é capaz de verificar a situação do curso d'água quanto à qualidade e quantidade disponível para tomar decisões equilibradas em relação à concessão, renovação e até mesmo nas retificações de outorga (PEREIRA, 2012).

Conforme a Agência Nacional de Águas (ANA, 2015), o Brasil é o país que possui a maior disponibilidade de água doce do mundo. Passam pelo território aproximadamente 260.000 m³/s, sendo que 78,85%, ou seja, 205.000 m³/s estão na bacia do rio Amazonas e 21,15%, cerca de 55.000 m³/s, para as demais bacias do território nacional, sendo que 45,5% da população do país têm disponível apenas 2,7% dos recursos hídricos brasileiros.

Ainda segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2015), a estimativa, com uma garantia de cerca de 95% de disponibilidade de água no Brasil, é de aproximadamente 12.000 m³/s da vazão média, exceto a bacia do rio Amazonas. A água em muitas regiões do planeta e também no Brasil está distribuída desproporcionalmente, ocorrendo até escassez em várias regiões.

Segundo Amorim, Ribeiro e Braga (2016), os conflitos provenientes de recursos hídricos estão ligados pela escassez e também pela falta de uma gestão eficiente dos recursos. Corroboram ainda que o conflito pela utilização dos recursos hídricos está relacionado com a

função de sua dinâmica espacial e temporal: a demanda pela água de um usuário afeta a de outro.

Para Petersen-Perlman, Jennifer e Aaron (2017), os conflitos são gerados pela forma de gerenciamento das águas e não pela falta delas. Neste sentido é necessário formas de gestão com políticas vigorosas que garantam a regulação do uso da água de maneira que possibilite a sua sustentabilidade igualitária. Para tal se faz necessário capacitar as instituições as quais por meio de estratégias poder-se-á resolver e precaver os conflitos pela água. Ressaltando-se que somente a capacitação não será suficiente para solucionar os problemas de conflitos com eficácia, mas com uma estrutura melhor de gerenciamento voltada para resolução de conflitos.

Conforme Pedrosa (2017), a solução do conflito deve ser entendida como uma ação crescente, que aumenta ao longo do tempo, não possuindo ponto específico de chegada, sendo necessário acompanhar, fiscalizar, realizar correções e cooperação entre as partes envolvidas no conflito.

Para Tratar Brasil (2018), existem dois problemas que envolvem diretamente a distribuição dos recursos hídricos no planeta. O primeiro: algumas regiões com mais quantidade de água que em outras, ocorrendo até mesmo a escassez em algumas delas. O segundo: população distribuída inversamente, com quantidade de água, não tendo a demanda hídrica necessária.

De forma bem clara Tratar Brasil (2018) informa essa situação, relatando que:

O Brasil, que em termos globais abriga 12% de toda a água doce do mundo, é um dos países com maior disponibilidade hídrica. No entanto, a distribuição desse recurso não é homogênea, pelo território, bem como sua população/demanda hídrica requerida. Na região Norte, que concentra aproximadamente 78,5% dos recursos hídricos do país, abriga apenas 8,3% da população. Em contrapartida, a região Sudeste, que tem 6,0% do total de água do país, abriga 42,1% da população. A Situação mais crítica é a da região Nordeste com 27,8% da população brasileira, mas apenas 3,3% do volume de água do País.

Para Rossi e Santos (2018), os conflitos pela água são puramente técnicos, mantendo a disposição da demanda e a oferta de água, sendo sua regulação nitidamente política, desta forma privilegiando grandes usuários. Ribeiro *et al.* (2018) entendem que os conflitos pelo uso da água são ocasionados pela extensão política no sistema de gestão dos recursos hídricos, levando em consideração a aptidão imediata e difusos dos conflitos, podendo ocasionar a perda da qualidade de vida, perda do coletivo humano e ambientes aquáticos.

Para Ana (2019), nos últimos anos o Brasil vem passando por períodos de escassez hídrica e, com o aumento da utilização dos recursos hídricos nas atividades produtivas e o consumo humano, ocasionaram conflitos em várias regiões.

Costa *et al.* (2019) afirmam que o conflito pelo uso da água é devido aos processos antrópicos e do desenvolvimento econômico, com grande procura para as atividades agroindustriais e abastecimento urbano, tendo como consequências uma maior disponibilidade de recursos hídricos para o desenvolvimento industrial, agrícola e atividades urbanas.

Segundo Costa *et al.* (2020), os conflitos são mais frequentes nas regiões de baixa renda, com índices de pobreza considerável e têm prejudicado o desenvolvimento e incentivos econômicos, afetando diretamente na qualidade de vida, ocasionando a necessidade de debates em planejamento e gestão do uso da água, garantindo a oferta para a atual e futuras gerações.

Para Silva, Feitosa e Gonçalves (2019), os estudos hidrológicos na bacia hidrográfica são necessários para as análises e avaliações do ciclo hidrológico lançando mão de modelos matemáticos para aferir e/ou construir cenários, os quais têm o objetivo de entender e avaliar o sistema hidrológico.

3.5 Balanço hídrico

O balanço hídrico de uma bacia hidrográfica é uma ferramenta que pode ser aplicada na gestão dos recursos hídricos, no uso e ocupação do solo, garantindo a sustentabilidade de maneira segura e ordenada (SILVA; FEITOSA e GONÇALVES, 2019).

Tucci (1993) entende que o balanço hídrico é o processo que envolve o ciclo hidrológico, o qual ocorre da superfície para a atmosfera, em forma de vapor, da atmosfera para a superfície na forma líquida e sólida precipitações, sendo esses processos responsáveis por toda a circulação de massas de água no planeta.

Thornthwaite (1946), Thornthwaite (1948) e Camargo e Camargo (2000) corroboram que o balanço hídrico é uma forma de monitoramento que, a partir da observação do armazenamento, da deficiência e dos excedentes hídricos, é monitorar toda a atividade da água no solo.

Para Monteiro *et al.* (2011), o estudo do balanço hídrico tem sua importância para verificar em que período a deficiência ocorre. Com isso, pode-se minimizar o impacto na agricultura. O estudo do balanço hídrico é importante, pois, por meio dos resultados obtidos, pode-se propor um gerenciamento adequado para os recursos hídricos nos períodos de deficiência hídrica, tanto para as atividades agrossilvopastoris quanto para o abastecimento público, minimizando os impactos negativos.

Silva, Feitosa e Gonçalves (2019) afirmam ainda que:

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.

Conforme Silva, Feitosa e Gonçalves (2019), de posse dos cálculos é possível instruir os usuários da bacia sobre a forma correta de exercer atividades agrossilvopastoris e industriais, garantindo a sustentabilidade na utilização dos recursos hídricos, sem causar problemas de conflitos.

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2018), a sensibilidade das variáveis do balanço hídrico, sistema de gestão dos recursos hídricos, a falta de suporte na infraestrutura hídrica em produção de água, juntamente com precipitações baixas, conduz à crise hídrica por causa da escassez de água em várias regiões nos últimos anos.

É muito comum relacionar precipitação apenas sob forma de chuva, uma vez que a mesma é mais fácil de medir, sentir, observar e também por contribuir mais para a vazão dos rios do que as outras formas de precipitações, Bertoni e Tucci (2009) afirmam que a precipitação é o vapor d'água contido na atmosfera sob diversas formas que atingem a superfície da terra.

Segundo Medeiros *et al.* (2013), a precipitação pluviométrica tem sua relevância para dimensionar projetos e estudos climatológicos em diversas áreas da engenharia.

Santos *et al.* (2017 b), afirmam que a precipitação é elemento fundamental para o funcionamento do ciclo hidrológico, tendo em vista ser ela a entrada de água em uma bacia hidrográfica. Entre as variáveis que compõem o ciclo hidrológico, a precipitação é a mais importante para os estudos ambientais, porém são necessárias outras metodologias para estimar a precipitação quando se tratar de áreas maiores e com deficiência de estações meteorológicas (PEREIRA, SILVA, MORAES e CARDOSO, 2013).

Para um melhor entendimento do balanço hídrico bem como a realização dos cálculos se faz necessário conhecer as variáveis que compõem o ciclo hidrológico, além da precipitação, tais como: escoamento superficial, evaporação, transpiração, evapotranspiração e medidas de vazão (SILVA, FEITOSA e GONÇALVES, 2019).

3.6 Morfometria

Conhecer as variáveis morfométricas é fundamental para realização de planejamento e gestão ambiental em uma bacia hidrográfica, Souza (2016) afirma que:

As características físicas de uma bacia hidrográfica como área, perímetro, forma, declividade, comprimento do rio principal e densidade da drenagem exercem importante papel nos processos hidrológicos, atuando sobre o deflúvio, a infiltração, a evapotranspiração e o escoamento superficial e subsuperficial, sendo o conhecimento destas características, essencial para o planejamento ambiental e gestão integrada dos recursos hídricos.

A caracterização morfométrica, de acordo com Teodoro *et al.* (2007) deve ser o primeiro passo a ser realizado para avaliar os estudos referentes aos aspectos hidrológicos, bem como os aspectos ambientais, com a finalidade de esclarecer as questões da dinâmica ambiental inseridas dentro da própria bacia hidrográfica.

Villela e Mattos (1975); Cardoso *et al.* (2006), corroboram que “a caracterização morfométrica da microbacia implica em indicadores para previsão do grau de vulnerabilidade da microbacia para enchentes, inundações ou erodibilidade”.

Segundo Santos *et al.* (2018), de posse da caracterização morfométrica da bacia hidrográfica, é possível realizar uma estimativa dos mananciais, sua disponibilidade para usos múltiplos e avaliar a capacidade de degradação no meio ambiente e, conforme Silva *et al.* (2018) a caracterização morfométrica é fundamental para planejar e avaliar a atuação hidrológica, sendo ainda utilizada como instrumento na gestão e segurança para conservação, utilização, do uso e ocupação do solo.

Para Lima *et al.* (2011), as características morfométricas de uma bacia hidrográfica controlam todo o escoamento superficial e, mediante essa condição, ela é considerada uma unidade territorial ideal.

Referindo-se à caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica, Silva *et al.* (2014); Fraga *et al.* (2014), afirmam que ela deve ser empregada para correlações de valores da dinâmica hidrológica e ambiental, de forma a proporcionar um gerenciamento e utilização dos recursos naturais, de forma moderada e dentro dos limites dos usos.

Para Gutema, Kassa, Sifan e Koriche (2017), o estudo da morfometria da bacia hidrográfica está relacionado com os cálculos e as questões relacionadas à drenagem de toda a bacia. Para Asfaw e Workineh (2019), o estudo da morfometria de uma bacia hidrográfica está relacionado diretamente com as medidas quantitativas e análises precisas das diversas superfícies terrestres.

Segundo Silva *et al.* (2020), a caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é um método de fundamental importância para estudar e solucionar problemas quanto à dinâmica hidrológica dentro de uma bacia.

Reis, Dias e Vieira (2020) usam da argumentação de que a análise integrada, juntamente com a avaliação dos parâmetros morfométricos e avaliação do uso e ocupação do solo, exercem um papel indispensável no método de caracterização da ação hidrológica dentro da bacia hidrográfica, proporcionando uma gestão ambiental mais eficaz.

3.7 Desafios da gestão dos recursos hídricos nas áreas de conflito pelo uso da água

A sabedoria popular sempre disse que viver em tempos de bonança, abundância, fartura é fácil, mas nos momentos de dificuldades, escassez, necessidades, se torna um grande desafio.

O mesmo também se dá na gestão dos recursos hídricos, pois até bem pouco tempo acreditava-se, erroneamente, que a água não acabaria, não importando as ações antrópicas que se fizessem com o ambiente, pois em todos os anos, seguindo o seu ciclo, as chuvas caem alimentando os cursos d'água novamente (SOUZA, 2021)

Nos últimos 20 anos, tem-se observado que está ocorrendo uma mudança drástica no ciclo hidrológico, situação impensada em outros tempos. De acordo com o IPCC (2014), Instituição das Nações Unidas que cuida de estudar e emitir os relatórios referentes às mudanças climáticas no planeta, parte dessas mudanças são provocadas pelas mudanças climáticas e parte pela ocupação do solo sem critérios técnicos, assim como das áreas de recarga dos aquíferos, das APP's, entre outros.

Observa-se que o Estado de Minas Gerais, chamado por vários anos como a “Caixa D'água do Brasil”, tem sofrido ao longo do tempo por essas condições apresentadas nos relatórios do IPCC e percebe-se que a caixa está secando conforme notícias apresentadas de desabastecimento de água em vários municípios e níveis de água baixos em vários reservatórios no Estado, com o risco de racionamento de energia elétrica (AGÊNCIA BRASIL, 2021).

De maneira especial, essa condição fez eclodir algo que até então só era mencionado nas leis que estabeleceram as Políticas Nacional e Estadual de Recursos Hídricos (PNRH e PERH), por meio das leis N° 9.433/97 e 13.199/99, que estabelecem, entre outras coisas, o que se deve fazer em situação de escassez hídrica. (BRASIL, 1997, BRASIL, 1999).

Segundo Pena, (2021) para entender a escassez hídrica no Brasil, deve-se considerar os fatores geográficos, políticos e climáticos, pois, os mesmos estão associados a essa problemática. A partir de 2014 o Brasil começou a sentir os efeitos do que pode ser a maior crise hídrica já vivenciada, problemas com a gestão dos recursos naturais, secas prolongadas,

reservatórios com baixo nível até em períodos em que sempre estiveram cheios, contradizendo a conceitualização que antes o Brasil possuía, como sendo a maior potência em recursos hídricos de todo o planeta.

Pena (2021), relata ainda que para se ter entendimento das questões de escassez hídrica no Brasil é preciso entender também as questões geográficas do território brasileiro, questões demográficas e questões de utilização e gestão dos recursos hídricos, ressaltando ainda que a falta de água no Brasil não afeta somente residências, mas também as atividades de agricultura e indústrias, sobretudo as que mais utilizam os recursos hídricos, podendo ocasionar problemas e impactos significativos para a economia. Sendo assim, o principal polo industrial do Brasil, que encontra-se na região sudeste, acaba sendo o mais prejudicado nos períodos de escassez hídrica.

É bem verdade que essa realidade teve seu agravamento com o advento das crises hídricas de 2014 e 2015, onde a oferta de água não foi o suficiente para atender todas as demandas, resultando assim na maior crise hídrica da região Sudeste do Brasil, com drástica redução na disponibilidade de água no sistema afetando as atividades sociais e econômicas, principalmente os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte (2014 e 2015).

Conviveram com essa situação centros comerciais e financeiros do país, pois outras regiões, como o semiárido nordestino e o extremo sul, já sofriam com a escassez e pouca oferta de água (MELO *et al.* 2020). Contudo, não tinham a devida atenção, em virtude de se tratar de regiões historicamente mais pobres e menos habitadas no país.

Todo esse preâmbulo nos remete ao que as leis mencionadas estabeleceram no final da década de 90, ou seja, a atribuição de dirimir conflitos pelo uso dos recursos hídricos, de maneira especial nas áreas afetadas pela escassez de água. Onde há conflitos pelo uso desse recurso de forma reconhecida pelos órgãos de estado. Tal atribuição foi dada aos Comitês de Bacias Hidrográficas, criados a partir da Lei Federal nº 9.433/97.

O grande desafio dessas entidades ora estabelecidas, a partir dos eventos de escassez, sejam eles recentes ou não, é exatamente garantir que todos os usuários e potenciais usuários possam utilizar dos recursos hídricos disponíveis de forma racional, universal e paritária, obviamente respeitadas a peculiaridade de cada usuário e o balanço hídrico de cada região.

Portanto, os desafios da gestão dos recursos hídricos em áreas de conflito requerem uma atuação firme, coerente e democrática por parte dos comitês de bacias hidrográficas. Firme, para que não parem dúvidas quanto à importância dessas instâncias para o Sistema Nacional de Gestão de Recursos hídricos (SINGREH); coerente com a legislação vigente e democrática

que garanta a participação de todos os interessados com a mesma força, independentemente da condição e do setor a que o usuário esteja inserido.

É evidente que tudo isso deve ser acompanhado e avaliado por técnicos dos órgãos que compõem o SINGREH, pois não pode um usuário ter mais peso do que outros no momento da participação e da avaliação, do ponto de vista democrático. Porém, há de se levar em conta o balanço hídrico da região e a peculiaridade de cada usuário. Um exemplo: os usuários responsáveis pelo abastecimento público nos núcleos populacionais urbanos têm o mesmo peso de voz e voto na decisão, mas por se tratar de serviço essencial, no momento da distribuição, segundo o balanço hídrico, terão prioridade, observado o dispositivo legal.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo é apresentada a sequência de coleta de dados utilizada para a confecção deste trabalho. Para facilitar e otimizar o processo de pesquisa, a coleta de dados foi dividida em cinco etapas:

Primeira etapa: caracterização da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas, município de Entre Folhas – MG, pertencente à bacia hidrográfica do Rio Caratinga, na região Leste do estado de Minas Gerais, abrangendo uma área de cerca de 89, 29 km².

Segunda etapa: visitas técnicas às estações pluviométricas utilizadas para monitorar o fluxo de chuvas e de água de recarga da bacia.

Terceira etapa: realização dos cálculos do balanço hídrico utilizando-se do método de Thornthwaite-Mather (1955);

Etapa quatro: levantamento do número de outorgas concedidas pelas autoridades ambientais, referentes ao uso das águas da bacia;

Etapa cinco: visitas ao vertedouro a jusante do ponto de captação de água para abastecimento público para mensurar a vazão do principal manancial d'água da bacia Figura 1 fluxograma das etapas executadas.



Figura 1 – Fluxograma das etapas da metodologia aplicada

Fonte: Autor (2019)

Para a confecção dos mapas da classificação da hidrografia, conforme Strahler, declividade, hipsométrico e uso e ocupação do solo, foram utilizadas imagens de satélite (Sentinel-2) pertencentes à Agência Espacial Europeia (ESA). A bordo deste satélite está o sensor MSI, com resolução espacial de 10 metros, nas bandas 4, 3 e 2, com as características representadas no Quadro 1:

Quadro 1 – Sistema de bandas utilizadas para confecção de mapas

Resolução	Banda		Comprimento de onda Central (nanômetro)	Combinações de Bandas
	Nr	Nome		
10 m	B02	Blue (Azul)	490	Cor Verdadeira
	B03	Green (Verde)	560	RGB 04/03/02
	B04	Red (Vermelho)	665	Falsa Cor 1 e 2
	B08	NIR (Infravermelho Próximo)	842	RGB 08/04/03
20 m	B05	Red Edge 1	705	SWIR 1 RGB 12/11/8A
	B05	Red Edge 2	740	
	B07	Red Edge 3	783	
	B08A	Red Edge 4	865	
	B11	SWIR 1	1610	
	B12	SWIR 2	2190	
	B01	Aerossol	443	*****
	B09	Water Vapor	940	
	B10	Cirrus	1375	

Fonte: ESA (2020)

Para a classificação do uso do solo foi utilizado o software Qgis 3.16 (2020), por meio do plugin Semi Classification Plugin (SCP). Inicialmente, utilizou-se a composição RGB (Red-Green-Blue) com a imagem do satélite SENTINEL 2, datada de 13 de julho de 2020 (USGS, 2019). A partir da composição feita no software, foram coletadas 20 amostras para cada classe, previamente identificadas com auxílio do software Google Earth Pro.

Nesse sentido, foram confirmados os usos do solo por meio de conhecimento em campo. Por meio dessa classificação, foram criadas as classes de uso e ocupação do solo na bacia do córrego Entre Folhas. De acordo com o conhecimento de campo e observação da imagem, apontou-se para as seguintes classes amostrais: formações florestais (vegetação nativa), Pastagem (áreas de pastos) e Área Urbanizadas (áreas com pequenos centros populacionais). As simbologias (cores) dos tipos de ocupação foram realizadas seguindo o Manual Técnico de Uso da Terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013).

Os resultados obtidos com a aplicação deste protocolo de pesquisa são apresentados e discutidos no capítulo cinco Resultado e Discussões.

4.1 Localização da área de estudo

A bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais, está localizada a leste do estado de Minas Gerais, cujas coordenadas geográficas são 19° 37' 32" de latitude S e 42° 13' 54" de longitude W, como consta na Figura 2.

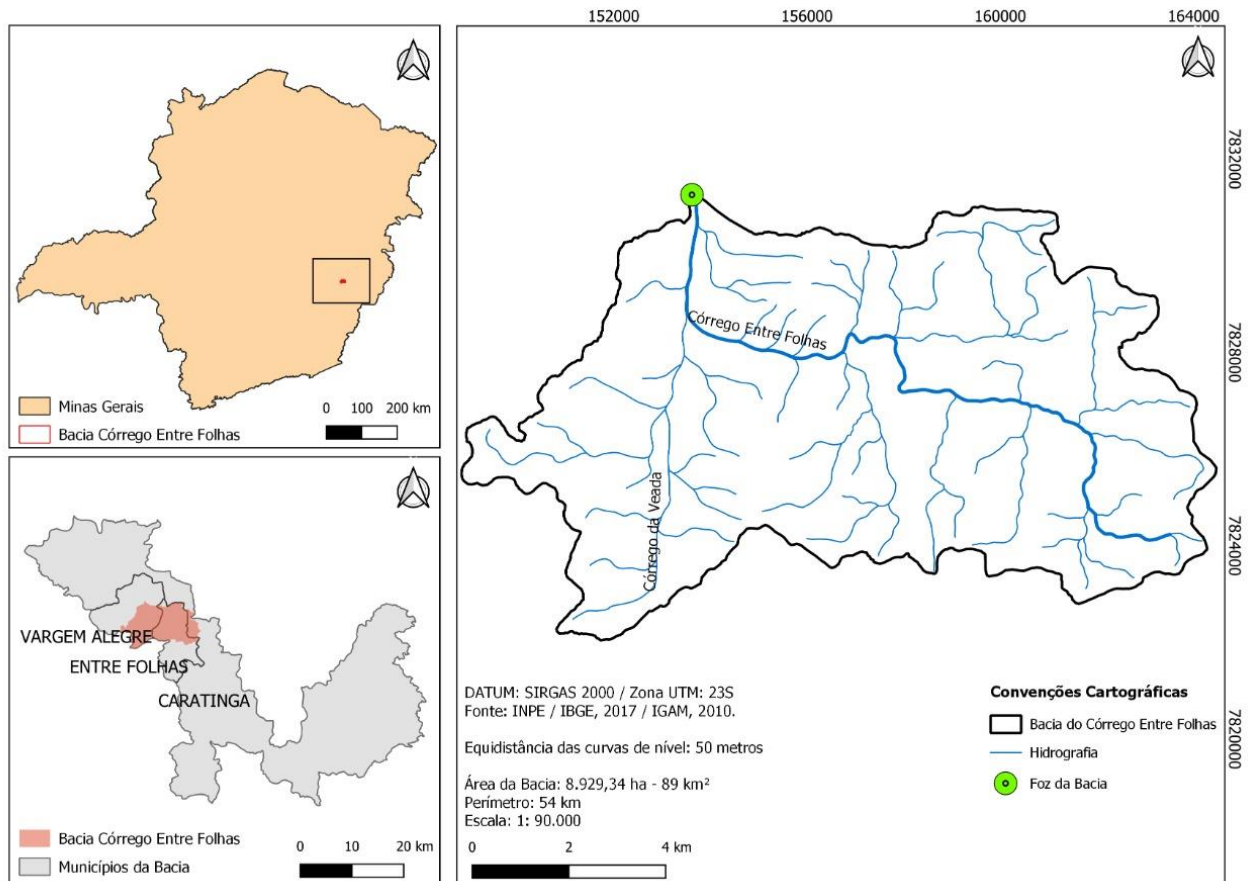


Figura 2 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais
 Fonte: Autor (2019)

A sede do município de Entre Folhas tem como altitude 495 metros, a parte mais baixa da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas está localizada na foz a 272 metros no município de Vargem Alegre – MG e a mais elevada a 877 metros no divisor a montante da nascente do córrego Entre Folhas, porção sudeste do município. A bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas está inserida entre os municípios de Vargem Alegre, Caratinga e Entre Folhas, e possui uma área de aproximadamente 89,29 km², com uma rede de drenagem de 124.720 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 29° C, a precipitação anual é de 1.257 mm, com temperatura média anual de 26° C (IBGE, 2018).

4.2 Banco de dados

Para a confecção do trabalho foi de fundamental importância a criação de um banco de dados e ferramentas computacionais. O mapa de localização da área, gradiente topográfico, altimetria e mapa para classificação de Strahler foram criados com o software Qgis 3.16 (2020).

A partir da imagem SRTM da área, foram extraídas as curvas de níveis de 50 em 50 metros, e classificadas entre mestras e intermediárias, utilizando o software Qgis 3.16 (2020), as imagens do satélite Sentinel-2, pertencente à Agência Espacial Europeia (ESA), definiram 8 intermitências hipsométricas.

Para a confecção do mapa da rede hidrográfica da microbacia utilizou-se dos dados da base cartográfica digital do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), na escala de 1: 100.000, para facilitar a identificação dos interflúvios da microbacia e da rede de drenagem. Os cálculos morfométricos da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais, foram utilizadas as fórmulas de autores nacionais e estrangeiros.

Com os dados da base cartográfica digital do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), na escala de 1: 100.000, confeccionou-se o mapa da rede hidrográfica da bacia para facilitar a identificação dos interflúvios da micro bacia e da rede de drenagem.

A partir desse shape, criou-se uma coluna de atributos para a classificação dos cursos d'água, segundo Strahler (1952). A manipulação deste arquivo vetorial realizada manualmente no Qgis 3.16 (2020) e, posteriormente, esse dado serviu como rotulação para os níveis da metodologia supracitada.

Para a confecção da hipsometria, inicialmente utilizou-se o raster SRTM recortado para área de interesse através da ferramenta “recortar”. Esse processo possibilitou realizar a classificação da altimetria específica para o córrego Entre Folhas, com a utilização de 8 classes de intervalos, variando entre a altitude mínima de 272 m e máxima de 877 m. Essas classes foram estilizadas no Qgis 3.16 (2020) por meio do comando da “Banda simples falsa-cor”, para que cada pixel dentro do mesmo intervalo apresentasse a mesma coloração.

4.3 Localização das estações climatológicas, fluviométricas e pluviométricas de Caratinga

A estação climatológica, fluviométrica e pluviométrica do INMET está situada no município de Caratinga, no bairro Nossa Senhora das Graças, na unidade III da UNEC, nas seguintes coordenadas geográficas: 19° 44' 08” de latitude Sul e 42° 08' 15” de longitude Oeste, (Figura 3: localização das estações). Para locação das estações utilizaram-se as das coordenadas geográficas do inventário das estações climatológicas, fluviométricas e pluviométricas da ANA, as quais foram lançadas no navegador do Google Earth Pro por meio

do adicionar marcador. Posteriormente, um *print* da tela é anexado no Paint para anexar os títulos das estações. Figura 4 e 5: estação de Caratinga; e Tabela 1: inventários das estações.



Figura 3 – Localização das estações climatológicas, fluviométricas e pluviométricas de Caratinga – MG
Fonte: Autor (2020)



Figura 4 e 5 – Estação climatológica, fluviométrica e pluviométrica de Caratinga – MG
Fonte: Autor (2020)

Tabela 1 – Inventário das estações climatológicas, fluviométricas e pluviométricas

Inventário das estações climatológicas, fluviométricas e pluviométricas							
Código	Município	Tipo	Código do município	Latitude	Longitude	Entidade	Altitude
1277003	Caratinga	P	17134000	19°42'00"	42°04'00"	DAEE	832
1338006	Caratinga	PREC	17134000	19°44'08"	42°08'15"	INMET	610
1339011	Vargem Alegre	PRCT	17134000	19°40'00"	42°30'00"	CEMIG	238
1339017	Caratinga	P	17134000	19°46'49"	42°08'05"	COPASA	272,3
1275005	Sto. Anto. do Manhuaçu	P	17134000	19°40'42"	41°50'10"	ANA	290

Fonte: Agência Nacional de Águas – ANA

- * P – Estação com pluviômetro;
- * R – Estação com registrador (pluviógrafo);
- * E – Estação com tanque evaporimétrico “A”;
- * C – Estação climatológica;
- * T – Estação com telemétrica.

4.4 Balanço hídrico

No que tange ao levantamento de dados de precipitação, vazão e de variáveis climáticas para o cálculo da evapotranspiração potencial e real, é válido mencionar que este permitirá que seja realizado o cálculo do balanço hídrico na bacia. Dessa forma, será possível avaliar a alteração no armazenamento, deficiência, excesso, escoamento e negativo acumulado, facultando o reconhecimento da realidade hídrica no território. Salienta-se ainda que, conhecendo o balanço hídrico, será possível dimensionar um melhor e mais adequado planejamento agrícola e abastecimento de água sem comprometer o recurso hídrico na bacia do córrego Entre Folhas

Para o cálculo do balanço hídrico da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais, utilizou-se o método de Thornthwaite-Mather (1955), por ser o mais eficiente e de fácil entendimento. Os dados de precipitação e evapotranspiração foram obtidos na Estação Climatológica principal de Caratinga – MG, 5º Distrito de Meteorologia do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

Com os dados históricos disponíveis de precipitação e evapotranspiração de 1961 a 2020, foram realizados os cálculos do balanço hídrico de todos os anos, obtendo-se uma tabela para cada ano, gerando-se 47 tabelas e utilizando-se apenas os dados completos de precipitação e evapotranspiração confeccionando-se, ainda, o balanço hídrico das médias de todos os dados válidos de cada ano.

Por meio dos valores da precipitação e evapotranspiração, pode-se calcular o balanço hídrico com a utilização da metodologia proposta por Thornthwaite-Mather de 1955. Nesse cálculo adotou-se o valor de 100 mm para Capacidade de Água Disponível – CAD, haja vista, o solo ser um reservatório de água para todas as plantas e a capacidade de armazenamento depender das propriedades físico-hídricas. Desta forma o estudo climático sem associar a qualquer tipo de cultura agrícola especificamente adota-se CAD de 100 mm para o solo com alta capacidade de armazenamento, atendendo assim um grande número de culturas perenes (MEDEIROS e HOLANDA, 2020). Tabela 2 CAD para algumas espécies vegetais.

Tabela 2 – Capacidade de armazenamento de água no solo para algumas espécies de vegetais

Vegetação	Método	mm
• Milho, algodão, café, laranja, cana de açúcar, mamona, mandioca	Thornthwaite	100
• Cana de açúcar, amendoim, girassol, soja, algodão, abacaxi, banana, citrus, cacaos, café	Thornthwaite-Mather	125
• Eucaliptos, coníferas, latifoliadas nativas, salicáceas, seringueira	Thornthwaite-Mather	300

Fonte: TUBELIS e NASCIMENTO (p. 302)

O processo de cálculo inicia-se com a confecção de uma tabela para inserir os dados, e, posteriormente, realizam-se os cálculos conforme a metodologia de Thornthwaite-Mather de 1955. Por meio das variáveis obtidas da estação meteorológica (precipitação e evapotranspiração de água no solo, do ano de 1961 a 2020), calculou-se o balanço hídrico da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais. Foram calculados o balanço hídrico de 1961 a 2020 e o balanço hídrico com as médias de precipitação e evapotranspiração de todos os anos, por meio da metodologia de (THORNTHWAITE-MATHER, 1955).

Para realização dos cálculos do Negativo Acumulado – NEG. Acum, verificou-se na P-ETP o último valor positivo, iniciando-se apenas o somatório dos valores negativos sequenciais. Para o Negativo Acumulado, foi utilizada a equação (1):

$$\text{NEG.Acum (ABR)} = \text{NEG.Acum (MAR)} + (\text{P} + \text{ETP}) (\text{MAR}) \quad (1)$$

Onde:

NEG.Acum: Negativo acumulado

P: Precipitação

ETP: Evapotranspiração potencial

O Armazenamento – ARM máximo de água no solo (coluna 7), com o valor do CAD, utiliza-se do primeiro valor do NEG. Acum, utilizando a fórmula $\text{Arm} = \text{CAD} \times e^{|\text{NA} / \text{CAD}|}$ e calculando-se o primeiro armazenamento referente ao mês, continuando o cálculo mês a mês, até o último valor negativo de NEG. Acum.

Deve-se observar o último valor de P-ETP: ele não pode ser inferior ao último valor do ARM, pois dá uma falsa impressão de armazenamento de água no solo. Sendo assim, soma-se o valor de P-ETP ao valor do ARM, não ultrapassando a 100 mm, haja vista esse valor ser o armazenamento máximo. Porém, há necessidade de realizar o cálculo para completar a NEG. Acum, utilizando-se, para isso, da equação $\text{NEG. Acum} = \text{CAD} * \ln (\text{ARM}/\text{CAD})$.

Para o cálculo do balanço hídrico da microbacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais por meio da metodologia de Thornthwaite 1948 e de Thornthwaite-Mather, desenvolvida em 1955, foram definidos 100 mm de armazenamento para o mês de janeiro, para início de cálculo. Calculou-se o valor do Armazenamento para os demais meses do ano de 2020 com a equação (2);

$$\text{ARM (ABR)}: \text{ARM (MAR)} + (\text{P-ETP}) (\text{ABR}) \quad (2)$$

Onde:

ARM: Armazenamento

P: Precipitação

ETP: Evapotranspiração potencial

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

Armazenamento – ALT, utilizando-se da equação $ALT = ARM_i - ARM_{i-1}$, ou seja, armazenamento do mês menos armazenamento anterior. Valores negativos: retirada de água do solo; valores positivos: reposição, ressaltando-se que o valor tem que ser 0 (zero).

Para o cálculo da Alteração do armazenamento, utilizou-se a equação (3):

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

Onde:

ALT: alteração de armazenamento

ARM: valor do armazenamento

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

Segundo Tucci (1993) obter bases seguras de informações sobre evapotranspiração real requer vários anos de observações com medições, mão de obra e suporte em laboratório.

A evapotranspiração potencial ocorre por meio do processo de perda de água para atmosfera, nas superfícies naturais atendendo assim a evaporação do solo e a transpiração das plantas (CAMARGO E CAMARGO, 2000).

Segundo Denski e Back (2015) a evapotranspiração potencial (ETP) é a água utilizada em grandes áreas cobertas por vegetação abastecido por umidade.

A evapotranspiração real (ETR) é a quantidade de água transferida para a atmosfera por evaporação e transpiração, nas condições reais (existentes) de fatores atmosféricos e umidade do solo. Por meio de sensoriamento remoto pode-se obter a evapotranspiração real (ETR) independentemente da quantidade de nuvens na região (GUSMÃO, 2017).

Conforme Agência Nacional de Águas (ANA, 2020) ao estimar a evapotranspiração real entre suas aplicações estão a contribuição para cultivo local e para os cálculos do balanço hídrico de uma bacia hidrográfica, podendo ainda dentro de suas aplicações ser utilizada para realizar o monitoramento de estiagens, manejo agrícola, modelagem hidrológica superficial e subterrânea.

Os cálculos para Evapotranspiração Real – ETR são iguais a Evapotranspiração Potencial – ETP quando $P > ETP$, e, se $P < ETP$. A ETR foi calculada com o somatório de $P + ALT$ |, ALT em módulo, pois, não pode ser valor negativo.

Para o cálculo da evapotranspiração real, utilizou a equação (4):

$$ETR (ABR) = P (ABR) + | ALT (ABR) | \quad (4)$$

Onde:

ETR: Evapotranspiração real

P: Precipitação

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

ABR: Abreviatura do mês de abril

A Deficiência hídrica – DEF calculou-se da seguinte forma: a diferença de ETP - ETR.

É a quantidade de água que falta para que a Evapotranspiração Real – ETR ficar igual à Evapotranspiração Potencial – ETP. Equação 5, utilizada para os cálculos da deficiência:

$$DEF (ABR) = ETP (ABR) - ETR (ABR) \quad (5)$$

Onde:

DEF: Deficiência

ETP: Evapotranspiração potencial

ETR: Evapotranspiração real

ABR: Abreviatura de abril

Para os cálculos do Excesso hídrico – EXC foram adquiridas da seguinte forma: P - ETP, se for negativo, o EXC será sempre 0 (zero); e para os valores positivos, utiliza-se a equação 6.

$$EXC (ABR) = (P - ETP) (ABR) - ALT (ABR) \quad (6)$$

Equação utilizada para armazenamento igual a 100 mm

Onde:

EXC: Excesso

P: Precipitação

ETP: Evapotranspiração potencial

ALT: Alteração do armazenamento

ABR: Abreviatura de abril

4.5 Levantamento de outorgas concedidas

As outorgas, uso insignificante e cadastros de utilização de recursos hídricos vigentes disponibilizadas pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, foram peças fundamentais para verificação de cumprimento dos valores autorizados. Para verificação dos valores concedidos, foram realizados cerca de 12 trabalhos em campo, visitando as propriedades desde a nascente do córrego Entre Folhas – Minas Gerais até a foz localizada no município de Vargem Alegre – MG.

Os dados referentes à utilização dos recursos hídricos foram tabulados para comparação com os dados fornecidos pelo IGAM, adquiridos por solicitação via e-mail, sendo disponibilizados em tabelas Excel.

Realizou-se ainda o levantamento da demanda de água do córrego Entre Folhas – Minas Gerais, por meio de visita em campo, verificando-se os usos múltiplos da água. Foram utilizados GPS Garmim 76 e materiais para anotações e ferramentas do Excel 2016, para elaboração dos quadros comparativos.

4.6 Vazões do córrego Entre Folhas – Minas Gerais

Para mensurar as vazões do córrego Entre Folhas – Minas Gerais, adotou-se um ponto de coleta de dados próximo ao ponto de captação de água bruta que abastece o município, no vertedor instalado no canal. As medidas de vazão ocorreram de outubro de 2019 a setembro de 2020, sendo feita uma medição a cada mês, totalizando 12 medições no vertedor da Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA.

As medições foram realizadas durante o ano hidrológico que se iniciou em 01 de outubro de 2019, terminando em 30 de setembro de 2020, aproveitando a estação chuvosa e seca. Adotou-se como data para as medições o dia 30 de cada mês, no horário das 08 h 00 min às 10 h 00 min.

Para os cálculos da vazão, utilizou-se a Equação 7, que é a equação formulada por Francis.

$$Q = 1,838 * (L - 0,2 * H) * H^{3/2} \quad (7)$$

Onde:

Q: Vazão

L: Largura da soleira do vertedouro

H: Altura da carga

Figura 6 – Vertedor instalado no canal: medidas da altura da carga (H) foram retiradas, utilizando-se a equação de Francis $Q = 1,838 * (L - 0,2 * H) * H^{3/2}$



Figura 6 – Vertedor retangular de contração lateral, instalado no córrego Entre Folhas – Minas Gerais
Fonte: Autor (2020)

4.7 Outorga sazonal

Para realização dos estudos hidrológicos, foram selecionadas 05 estações fluviométricas próximo da área de estudo, sendo que a que apresentou registros válidos e proximidade com a área de estudo foi utilizada para os cálculos do balanço hídrico climatológico. Mediante a consulta ao Inventário das Estações Climatológicas, Fluviométricas e Pluviométricas da ANA, selecionou-se a estação de código 1338006, localizada em Caratinga, tipo PREC, código do município 17134000, coordenadas geográficas 19° 44' 08" S e 42° 08' 15" W, entidade INMET, elevação 610 m de altitude, por estar próxima da área de estudo.

Os cálculos do balanço hídrico foram realizados levando-se em consideração o ano civil, haja vista não existir metodologia para calcular pelo ano hidrológico.

Análises do balanço hídrico: Pode-se dividir o ano em 2 períodos, sendo um chuvoso e um de estiagem; chuvoso de outubro a março, com estiagem de abril a setembro. As definições desses períodos foram baseadas nos estudos do balanço hídrico climatológico e analisando-se os resultados do ano civil. Para isso, levou-se com consideração também o ano hidrológico nas vazões a jusante da captação de abastecimento de água potável da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais.

5 RESULTADO E DISCUSSÕES

A bacia do córrego Entre Folhas – Minas Gerais é transfronteiriça, haja vista ultrapassar a divisão geopolítica, tendo sua nascente principal localizada no divisor de água do município de Caratinga/MG e sua foz no córrego do Boi, a jusante do município de Vargem Alegre – MG.

A caracterização morfométrica da bacia do córrego Entre Folhas norteará ações a serem aplicadas na mesma, por meio dos indicadores físicos associados ao conhecimento do balanço hídrico, permitindo propor um conjunto de ações integradas para a sustentabilidade e gestão dos recursos hídricos e proteção ao meio ambiente.

Com os resultados dos cálculos morfométricos obtidos a bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais, em condições normais da média das precipitações anuais não apresenta problemas de inundações.

5.1 Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais

A bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais possui uma área de drenagem de 89,29 km², perímetro de 54,00 km, comprimento de 12,86 km, 16,69 km de curso d'água principal e comprimento total dos cursos d'água de 124,72 km, aproximadamente.

A cota topográfica de menor altitude está localizada na foz com o córrego do Boi, com 272 m. A cota topográfica de maior altitude para calcular o Gradiente topográfico (Gt) do curso d'água principal está a 653 m de altitude no divisor de água da bacia do rio Caratinga, próximo ao povoado de São Pedro, pertencente ao distrito de Santa Efigênia. A cota de maior altitude está a 877 m entre as bacias do córrego Entre Folhas e a microbacia do córrego da Veada, que tem sido utilizada para a confecção dos mapas de altimetria e hipsometria.

A distância entre as cotas da foz à nascente principal do córrego Entre Folhas é de 3.450 m, possibilitando assim o cálculo do Gradiente topográfico (Gt) de 2,94%, o que implica no escoamento das precipitações com uma velocidade menor. Desta forma, com o resultado do Gradiente topográfico da bacia do córrego Entre Folhas de 2,94 %, associado ao tipo de solo, dificilmente ocorrerão grandes deslocamentos de materiais particulados ou até mesmo ocorrência de fluxos gravitacionais.

Porém, nas áreas mais elevadas, o processo de intemperismo, tanto do solo quanto das rochas, poderá ocorrer com maior intensidade, podendo provocar deslocamentos de materiais particulados e ocasionar alterações significativas na calha do córrego, assoreamento no talvegue, alterações na qualidade da água, prejuízos para a agricultura e até soterramento de residências que porventura estiverem situadas nessas áreas fragilizadas.

O Fator forma (Kf) 0,32, que conforme Silva e Mello (2008) e França Junior *et al* (2007) com $Kf \leq 0,50$ a bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais não está sujeita a enchentes. A Densidade de drenagem (Dd) da bacia de $1,4 \text{ km/km}^2$ é considerada mediana conforme Beltrame (1994) e Christofolletti (1969), estando classificada entre 0,50 - 2,00. A Densidade de drenagem (Dd) varia inversamente com a extensão média do escoamento superficial e, portanto, fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia hidrográfica. Assim, a densidade de drenagem da bacia do córrego Entre Folhas $1,4 \text{ km/km}^2$, pode-se constatar que é uma bacia com densidade de drenagem mediana, favorecendo a infiltração

O Coeficiente de compacidade (Kc) da bacia de 1,6, portanto, conforme Cardoso (2006) valores superiores a 1 significa que se trata de uma bacia alongada, desta forma, bacias terá tendências a enchentes se o Kc estiver próximo da unidade. Ainda segundo Silva e Mello (2006) bacias com Kc superior a 1,5 não estão sujeitas a enchentes, estando enquadrado a bacia do córrego Entre Folhas – Minas Gerais.

O Índice de circularidade (ICC) encontrado da bacia de 0,32 conforme a classificação de Borsato (2005) o qual estipulou que bacia com valor menor que 0,51, alongada tende a facilitar o escoamento, sendo assim a bacia do córrego Entre Folhas – Minas Gerais possui forma alongada e com boas condições de escoamento.

A bacia do córrego Entre Folhas – Minas Gerais possui forma alongada, como consta nos dados do Fator forma (Kf) de 0,32, índice baixo, o que pode ser confirmado com os valores encontrados pelo Índice de circularidade (ICC) de 0,38, Índice de conformidade (IC) de 0,5 e o Coeficiente de compacidade de (Kc) de 1,6. Portanto, uma bacia com o Fator forma (Kf), Índice de circularidade (Icc) e Coeficiente de compacidade (Kc) baixos, determina que a bacia não está sujeita a inundações, isso em condições normais de precipitações, conforme as médias anuais dos últimos trinta anos da bacia, além de que a contribuição dos tributários atinge o curso d'água principal em vários pontos ao longo de seu percurso.

O Tempo de concentração (Tc) de 204 min tempo do escoamento superficial da bacia desde o ponto mais distante da mesma até o exultório pode ser utilizado pela municipalidade, Comitê de Bacia, Defesa Civil entre outros órgãos do estado, pois, sabendo-se do Tc é possível realizar projetos de segurança e melhorias no sistema de armazenamento de água.

Mediante aos dados morfométricos da bacia por eles se pode constatar que em condições normais de precipitações a bacia tende para uma boa infiltração, possibilitando assim o abastecimento de água nas áreas de recarga, implicando diretamente na recarga das nascentes, melhoria na depuração da água favorecendo os sistemas de irrigação e abastecimentos para as atividades agrossilvopastoris.

Os dados da morfometria encontrados na bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais estão representados na Tabela 3 e cálculos morfométricos no memorial Quadro 2.

Tabela 3 – Valores encontrados na caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais.

Características físicas	Unidade	Resultados	Classificação	Referência
Área de drenagem (Ad)	km ²	89,29	***	Vieira (2006)
Perímetro da bacia (P)	km	54	***	Pinto (2003)
Comprimento da Bacia (L)	km	12,86	***	França Junior et al (2007)
Menor cota do curso d'água principal	m	272	***	***
Maior cota do curso d'água principal	m	653	***	***
Distância das cotas do curso d'água principal	m	12.961	***	***
Comprimento do curso d'água principal (L)	m	16.690	***	Galvêncio e Sousa (2004) França Junior et al (2007)
Comprimento total dos cursos d'água (Lt)	m	124.720	***	***
Coeficiente de compactidade (Kc)	***	1,6	1,00 Kc < 1,25 Bacia propensa a grandes enchentes	Cardoso et al (2006) Silva e Mello (2008)
			1,25 kc < 1,50 Bacia com tendência média a grandes enchentes	
			kc 1,50 Bacia não sujeita a enchente	
			kc ≥ 0,75 Bacia sujeita a enchentes	
Fator forma (Kf)	***	0,32	0,50 < kf < 0,75 Bacia com tendência média a enchentes	Silva e Mello (2008) França Junior et al (2007)
			kf ≤ 0,50 Bacia não sujeitas a enchentes	
Grau de ramificação	***	4ª ordem	***	Strahler (1957)
Gradiente topográfico (Gt)	m/m	2,94%	***	***
Índice de conformação (IC)	***	0,5	***	Carvalho et al (2009)
Densidade de drenagem (Dd)	lcm/km ²	1,4	< 0,50	Christofolletti (1969) Beltrame (1994)
			0,50 - 2,00	
			2,01 - 3,50	
			> 3,50	
Densidade de rede de drenagem (Dr)	Canais ⁻²	0,7	***	Horton (1945) Christofolletti (1974)
Declividade do curso d'água principal (S)	m/m	0,02	***	Christofolletti (1974)
Densidade de seguimentos (Fs)	***	0,985	***	Christofolletti (1974) Strahler (1957)
Índice de circularidade (ICC)	***	0,32	Valor menor que 0,51 Alongada favorece o escoamento Valor próximo de 1 forma circular	Borsato (2005)
Tempo de concentração (Tc)	min	204	***	Chow et al (1998) Paiva e Paiva (2001)

Fonte: Autor (2020)

Quadro 2 - Memorial dos cálculos morfométricos

FÓRMULAS UTILIZADAS NOS CÁLCULOS MORFOMÉTRICOS			
DESCRIÇÃO	EQUAÇÃO	ITENS	UNIDADES
Área de drenagem	A_d	Ad: Área de drenagem	km ²
Perímetro da bacia	P	P: Perímetro da bacia	km ²
Comprimento da bacia	L	L: Comprimento da bacia	m ou km
Coefficiente de compacidade	$K_c = 0,28 \cdot P/\sqrt{A}$	Kc: Coeficiente P: Perímetro A: Área	----- km km ²
Fator forma	$K_f = L_m/L$ $L_m = A/L$ $K_f = A/L^2$	Kf: Fator forma Lm: Comprimento A: Área L ² : Comprimento ao ²	----- m m ² m ²
Gradiente topográfico Declividade média	$GT = (CM - cm/D) \times 100$	GT: Gradiente Topográfico CM: Cota maior altitude Cm: Cota menor altitude D: Distância entre as cotas	mm m m m
Índice de conformação	$I_c = A / Lax^2$	Ic: índice de conformação A: Área de drenagem Lax: Comprimento axial da bacia (m)	----- km ²
Densidade de drenagem	$D_d = L / A$	Dd: Densidade de drenagem L: Comprimento total dos cursos d'água A: Área de drenagem	km/km ² km km ²
Densidade de rede de drenagem	$D_r = N/A$	Dr: Densidade de rede de drenagem N: Número total de canais A: Área de drenagem	Canais km ⁻² Número km ²
Declividade de curso d'água	$S = H/L \times 100$	S: Declividade do curso de água H: Diferença de altitude L: Comprimento do leito principal	% m m
Densidade de segmentos da bacia	$F_s = \sum n_i / A$	$\sum n_i$: Somatório dos segmentos A: Área da bacia	m ²
Índice de circularidade	$I_{cc} = 12,57 \times A/P^2$	Icc: índice de circularidade A: Área de drenagem P: Perímetro	----- km ² km
Tempo de concentração	$T_c = 0,191 \times S^{0,76} \times L^{-0,19}$	Tc: Tempo de concentração L: Comprimento do leito principal S: Declividade do leito	min e/ou hs m m/m

Fonte: Autor (2020)

5.2 Classificação e hierarquização dos cursos d'água da bacia do córrego Entre Folhas – Minas Gerais

De acordo com a classificação de Strahler (1958), a hierarquização dos cursos d'água da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais tem seus cursos d'água classificados com ramificações de primeira à quarta ordem. A bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas Figura 7 possui 93 canais no total, sendo 55 de 1ª ordem, 24 de 2ª ordem, 9 de 3ª ordem e 5 de 4ª ordem, de acordo com a hierarquização de Strahler (1958), Tabela 4.

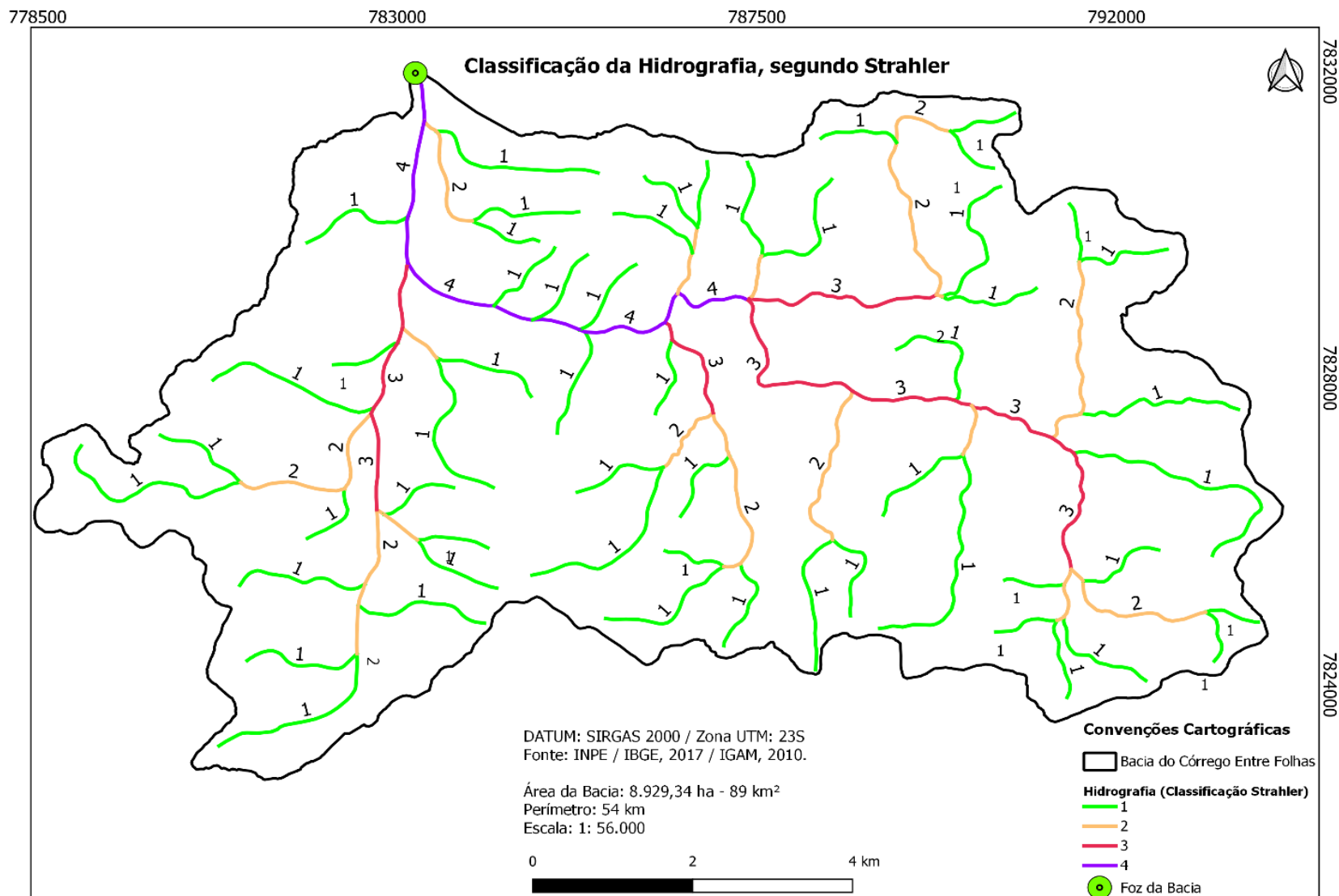


Figura 7 – Classificação e hierarquização dos cursos d’água da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais, segundo Strahler
Fonte: Autor (2020)

Tabela 4 – Classificação e hierarquização dos cursos d’água da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais

Número de canais	Número de ordem
55	1
24	2
9	3
5	4

Fonte: Autor (2020)

A rede de drenagem da bacia do córrego Entre Folhas – Minas Gerais possui 124.720 m de extensão, e é composta pelo curso principal com 16.690 m de extensão. Os principais cursos d’água tributários do córrego Entre Folhas na margem esquerda: córrego Cajuru, Passa Dez, Veada, Oriente, Penha, Vitor, Bentes e Vista Alegre (na margem direita córrego Paraopeba), Limoeiro, Monjolo, Correia, Esmeralda, todos com regime intermitente e com padrão de drenagem endorreica. A classificação da hierarquização dos cursos d’água da bacia do córrego Entre Folhas – Minas Gerais servirá de instrumento na elaboração do plano de recurso hídrico para a bacia.

5.3 Declividade da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais

A bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais bacia transfronteiriça, está na interseção de áreas dos municípios de Entre Folhas, Caratinga e Vargem Alegre, tendo sua maior proporção no município de Entre Folhas – MG.

As declividades de 0% a 14% estão situadas nas planícies de inundação, desde a confluência dos córregos Cajuru e Veada até o exutório do córrego do Boi, no município de Vargem Alegre; de 15% a 24% estão próximas aos cursos d’água, ou seja, Áreas de Preservação Permanente – APP. As áreas propícias a atividades agrossilvopastoris estão entre 25% a 34 %. Entre 35% e 45% estão as áreas consideradas de meia encosta, com restrições para atividades agrícolas.

Áreas consideradas de recargas hídricas não devem ser ocupadas por nenhuma atividade a não ser revegetação. Elas estão situadas da porção média para superior entre 45% a 54%. Acima de 54% estão situadas as áreas mais elevadas, os topos de morro, fundamentais para os planos e projetos de reflorestamento, protegendo as áreas de recargas hídricas e abastecendo as nascentes, o nível freático, evitando o carreamento de material particulado para o leito dos cursos d’água, Figura 8 Tabela 5 declividade da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais.

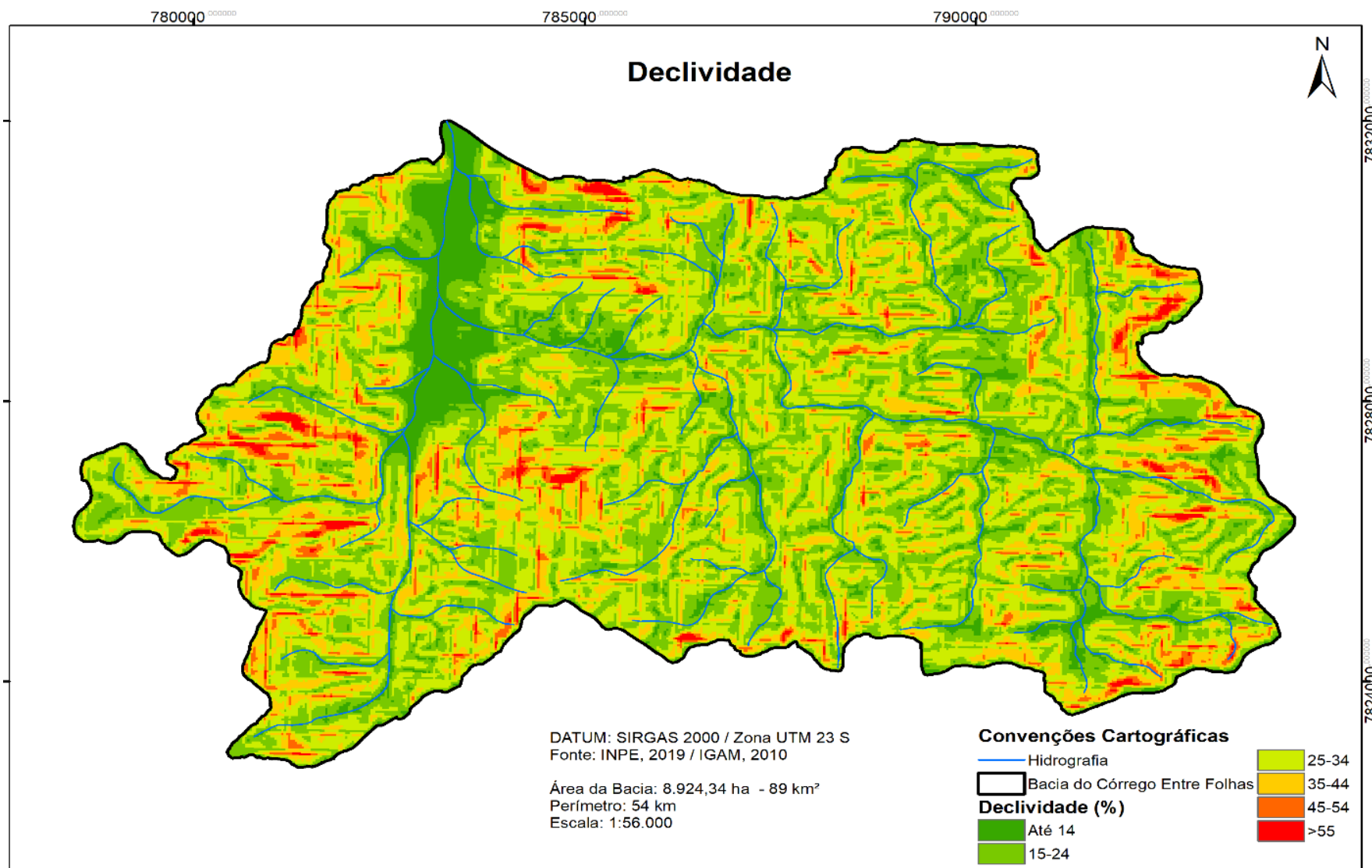








Figura 8 – Declividade da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais
Fonte: Autor (2020)

Tabela 5 – Declividades em percentuais encontradas na bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais

DECLIVIDADE		
Simbologia	Percentual	Principais Usos
	Até 14%	Planícies de inundação
	15% a 24%	Área de Preservação Permanente
	25% a 34%	Atividade agrossilvopastoris
	35% a 44%	Agricultura de subsistência
	45% a 54%	Área de recarga hídrica
	> 55%	Reflorestamento

Fonte: Autor (2020)

A vegetação ciliar encontra-se bastante comprometida em toda a bacia: cerca de 58,9% das nascentes estão protegidas, isto por estarem em áreas de difícil acesso. O restante, 41,1%, estão sem as devidas proteções, sem vegetação, cercamento, servindo diretamente para dessedentação de animais, provocando pisoteio e contaminação difusa. As áreas de APPs vêm sendo utilizadas para culturas perenes e acesso à dessedentação do gado (Figura 9).



Figura 9 – Córrego Entre Folhas – Minas Gerais desprovido de vegetação ciliar, presença de animais e atividades agrícolas nas APPs

Fonte: Autor (2020)

Por meio de visitas técnicas observou-se que a bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais contam com aproximadamente 308 nascentes, boa parte delas em estado

semelhante à da nascente principal, salvo exceções: as que estão localizadas em locais de difícil acesso, onde está preservada a vegetação natural.

A nascente principal do córrego Entre Folhas está situada entre as declividades de 45% a 54% e encontra-se totalmente desprotegida e retida em uma caixa de rede pluvial da Rodovia MG – 425, acesso ao Município de Entre Folhas (Figuras 10 e 11).



Figura 10 – Nascente do córrego Entre Folhas – Minas Gerais às margens da Rodovia MG – 425

Fonte: Autor (2020)



Figura 11 – Nascente principal do córrego Entre Folhas – Minas Gerais retida juntamente com a drenagem pluvial da Rodovia MG – 425

Fonte: Autor (2020)

A menos de 50 metros da nascente principal do córrego Entre Folhas – Minas Gerais, observa-se a existência de um grande barramento, contrariando o que preconiza a legislação ambiental vigente. Barramentos semelhantes estão por toda a bacia, e em cursos d’água, são comuns. Praticamente todos estão sem as devidas autorizações e “outorgas”. Ao longo dos cursos d’água, pode-se observar barramentos para as mais diversas atividades, as mais comuns sendo a irrigação, o paisagismo, a dessedentação de animais e a piscicultura, como podemos observar na Figura 12.



Figura 12 – Barramento próximo a nascente principal do córrego Entre Folhas – Minas Gerais atividades piscicultura, paisagismo e irrigação
Fonte: Autor (2020)

5.4 Classificação hipsométrica da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais

As porções mais elevadas se concentram no Norte, Sul, Leste e Oeste, bordeando os divisores de água da bacia. Já os relevos de menor altitude se concentram mais ao Noroeste da bacia, desde a foz localizada no município de Vargem Alegre no córrego do Boi, até a calha do córrego da Veada e a bifurcação dos córregos Paraopeba e Oriente.

Nas áreas situadas nas cotas de 272 m a 367 m, a declividade é bem suave, tal como as Áreas de Preservação Permanente – APPs. Nas cotas topográficas, ou 368 m a 443 m, ocorre uma declividade suave, ocupada com residências, podendo ser utilizada também para atividades agrossilvopastoris.

As de 444 m a 488 m são áreas que, apesar de estarem sendo utilizadas para atividades agrossilvopastoris, necessitam de uma atenção para recuperação das áreas degradadas pelo pisoteio do gado, com vegetação nativa, para conter os processos erosivos, além da proteção das nascentes, como determina a legislação vigente. As cotas topográficas de 489 m a 522 m são áreas que podem ser utilizadas para atividades de agricultura, as de 523 m a 565 m podem ser utilizadas para as atividades agropecuárias, tomando-se as devidas precauções quanto ao manejo e proteção do solo e nascentes.

Já as áreas de declividades entre 566 a 629 são extremamente restritas às ocupações de qualquer natureza. As declividades acentuadas entre 630 m a 876 m precisam de uma recomposição vegetal, haja vista serem áreas de recarga das nascentes e abastecimento do nível freático, bem como as áreas de topo de morro com cotas acima de 877 m, estas sim, somente, com cobertura vegetal, Figura 13 e Tabela 6, estão representadas nos intervalos hipsométricos, obtidos da bacia.

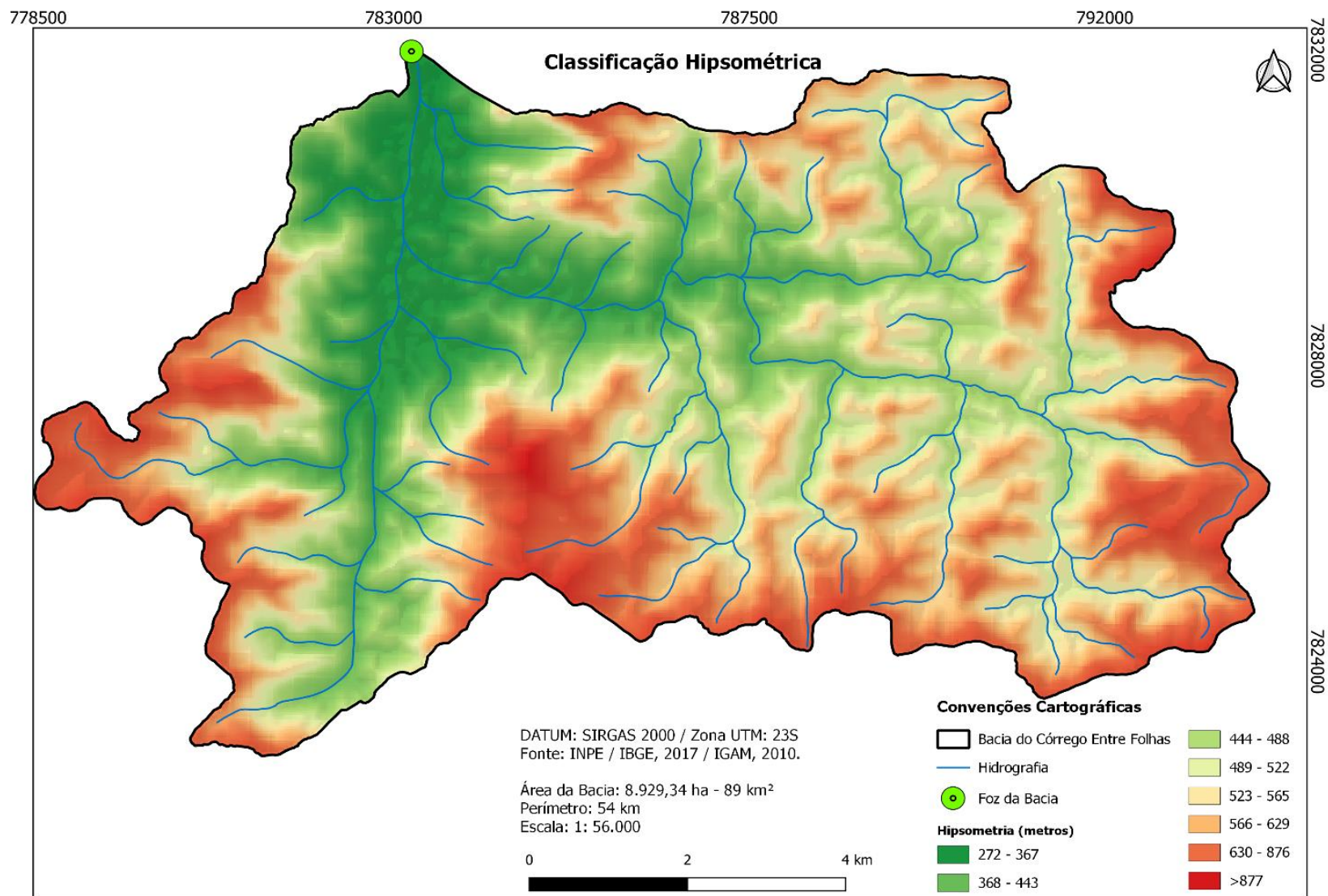




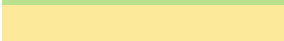





Figura 13 – Classificação hipsométrica da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais

Fonte: Autor (2020)

Tabela 6 – Intervalos hipsométricos da área de estudo




Simbologia	Intervalos	Utilização
	272 – 367	Respeitando as APPs
	368 – 443	Ocupação com residências
	444 – 488	Atividade de agrossilvopastoris
	489 – 522	Atividades agrícolas
	523 – 565	Agropecuária
	566 – 629	Áreas restritas para utilização
	630 – 876	Áreas de recarga
	> 877	Somente para cobertura vegetal

Fonte: Autor (2020)

5.5 Uso e ocupação do solo

Quanto ao uso e ocupação do solo da bacia do córrego Entre Folhas – Minas Gerais, a bacia abrange dois municípios em sua totalidade da área urbana: o município de Entre Folhas e Vargem Alegre. As classes mais significativas Tabela 7 percentuais de ocupações do solo e Figura 14 uso e ocupação foram: as áreas de pastagem para pecuária extensiva, agricultura de subsistência e pequenas porções de vegetação nativa. formações florestais (vegetação nativa) 3050,531546 ha, 34,16431 %; Pastagem (áreas de pastos) 5640,628222, 63,172 % e Área Urbanizadas (áreas com pequenos centros populacionais) 239,3678673, 2,680791 %.

Tabela 7 – Áreas e percentuais de uso e ocupação do solo

ID	Uso e Ocupação	Área (Ha)	Área (Km²)	%
1	 Áreas Urbanas	239,3678673	2,393678673	2,680791
2	 Pastagem	5640,628222	56,40628222	63,172
3	 Vegetação Nativa	3050,531546	30,50531546	34,16431

Fonte: Autor (2020)

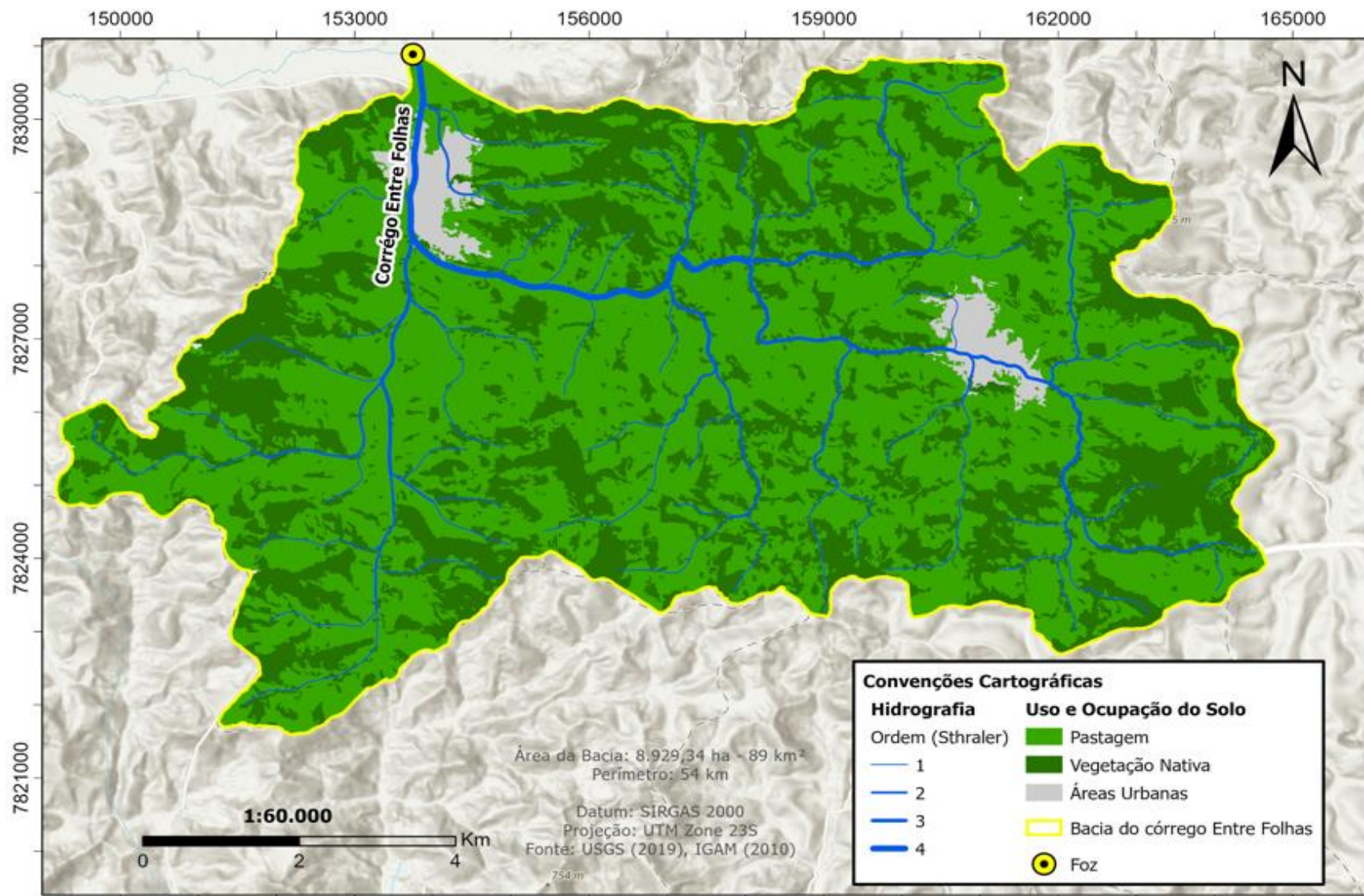


Figura 14 – Uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais
Fonte: Autor (2020)

5.6 Balanço hídrico da bacia para o ano de 2020

Na Tabela 8, constam todos os cálculos para o balanço hídrico do ano de 2020, tendo-se o somatório das Precipitações (P) de 1.587,00 mm e Evapotranspiração Potencial (ETP) de 1651 mm, realizando-se a operação de subtração. Encontra-se ali uma diferença de precipitação para evapotranspiração negativa de -64,00 mm. Verifica-se que o déficit hídrico ocorreu nos meses de fevereiro, 14,00 mm; maio, 17,00 mm; junho, 118,00 mm; julho, 115,00 mm; agosto, 86,00 mm; setembro, 152,00 mm; outubro, com 68,00 mm, e novembro, com 6,00 mm, totalizando 576,00 mm de deficiência hídrica, resultado extraído da diferença da Evapotranspiração Potencial (ETP) e Evapotranspiração Real (ETR). A deficiência hídrica de 576 mm representa a diferença de evapotranspiração, ou seja, é a quantidade de água que faltou para igualar a ETP com a ETR. Com base nos valores da deficiência hídrica pode-se orientar principalmente o setor agrícola, ou seja, direcionar quais os tipos de cultura que devem ser introduzidas ou não nesse período. Para as culturas que necessitem de pelo menos 100 mm de armazenamento não seria sugestivo o seu cultivo, pois não haveria água suficiente para o seu desenvolvimento.

Tabela 8 – Resultado dos cálculos do balanço hídrico método de Thornthwaite-Mather, 1955, para 100 mm de Capacidade de Água Disponível (CAD). (2020)

Col -1	Col -2	Col -3	Col -4	Col -5	Col -6	Col -7	Col -8	Col -9	Col -10	Col -11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos.	NEG.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
				Acum	Acum					
Janeiro	375	88	287	287	0	100	0	88	0	287
Fevereiro	172	186	-14	0	0	100	0	172	14	0
Março	204	60	144	144	0	100	0	60	0	144
Abril	108	90	18	18	0	100	0	90	0	18
Mai	45	109	-64	0	-64	53	-47	92	17	0
Junho	7	167	-160	0	-224	11	-42	49	118	0
Julho	14	137	-123	0	-347	3	-8	22	115	0
Agosto	18	106	-88	0	-435	1	-2	20	86	0
Setembro	3	156	-153	0	-588	0	-1	4	152	0
Outubro	253	321	-68	0	-656	0	0	253	68	0
Novembro	87	93	-6	0	-662	0	0	87	6	0
Dezembro	301	138	163	163	0	100	100	138	0	63
Σ	1.587	1.651	-64	612	-2976	568	0	1.075	576	512
Média	132	138	-5	51	-248	47	0	90	48	43

Fonte: Autor (2020)

Verifica-se que de janeiro a março ocorreu variação de volume, sendo janeiro em 375,00 mm, fevereiro em 172,00 mm, março em 204,00 mm, caracterizando assim o primeiro período chuvoso da região. De abril a final de setembro, o que corresponde ao período das estiagens na região, as precipitações caíram consideravelmente: abril, 108,00 mm; maio, 45,00 mm; junho,

7,00 mm; julho, 14,00 mm; agosto, 18,00 mm; setembro, 3,00 mm, totalizando 195,00 mm, o que ainda estaria abaixo da média do primeiro e segundo trimestre, relativo ao período chuvoso.

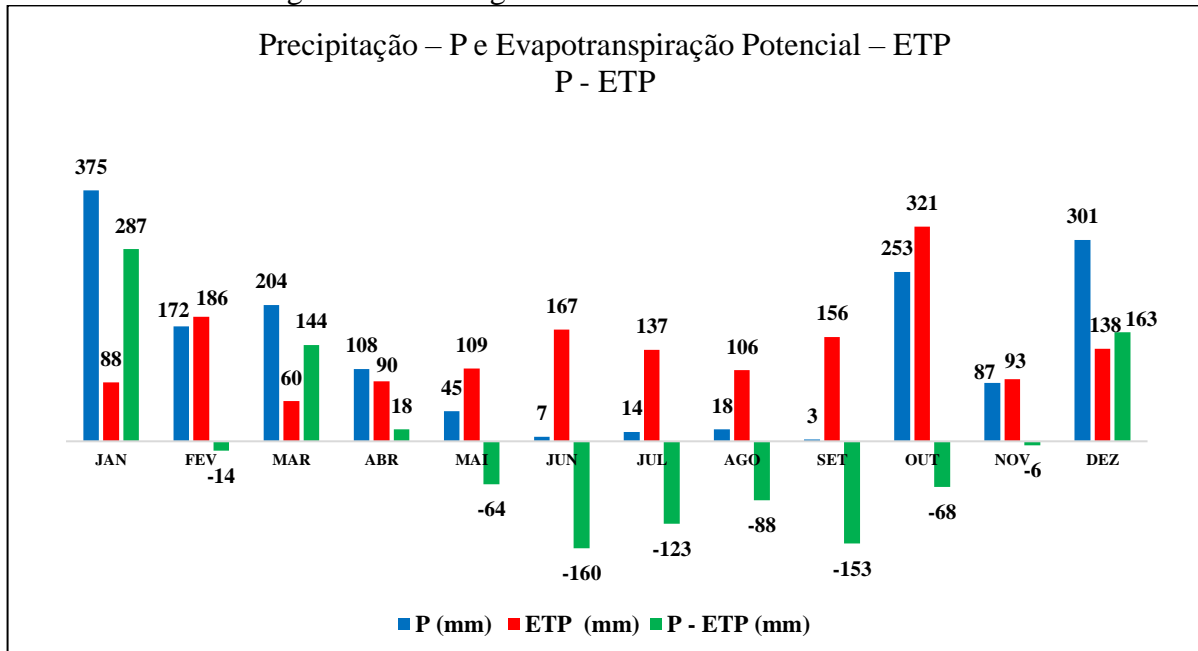
As menores precipitações ocorreram nos meses de junho e setembro, sendo: junho, 7,00 mm e setembro, 3,00 mm, com evapotranspiração 24 vezes a mais para o mês de junho e cerca de 52 vezes para o mês de setembro. Poderia ainda dividir o período das estiagens em dois trimestres, sendo um iniciando em abril e encerrando em junho e outro de julho a setembro.

Iniciando-se assim o segundo trimestre do período chuvoso da região, com acréscimo das precipitações a partir do mês de outubro, com 253,00 mm, redução em novembro, com 87,00 mm, e dezembro, com 301,00 mm, bem característico para a região, de certa forma caracterizando um inverno com poucas chuvas e verão com volume considerado.

O volume anual da precipitação foi de 1.587,00 mm, com uma média mensal de 132,00 mm. Os maiores índices pluviométricos ocorreram no primeiro e quarto trimestre de 2020 e as menores precipitações no segundo e terceiro trimestre com evapotranspiração elevada em todo o ano, tendo um saldo de -64,00 mm, o equivalente a -5,00 mm de média mensal sobre a precipitação. Por meio de análise do Gráfico 1 é possível rever procedimentos de liberação de outorgas, planejamento de atividades agrícolas e abastecimento público com responsabilidade.

Nos meses de maio a outubro representados no Gráfico 1 em que a Precipitação – P não superou a evapotranspiração Potencial – ETP é possível auxiliar os órgãos gestores de recurso hídrico, principalmente em Minas Gerais, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM a rever os procedimentos de emissão de outorgas, pois as mesmas não podem ser fornecidas com os mesmos percentuais durante todos os meses do ano. Pode-se verificar que nestes meses ocorrem uma redução significativa na disponibilidade de água no solo, que levando ao conhecimento dos agricultores da região norteará as suas atividades. Neste mesmo período o Capacidade de Água Disponível – CAD no solo é perceptível. Portanto, a análise deste gráfico permitirá aos órgãos uma revisão nos critérios de emissão de outorga.

Gráfico 1 – Relações entre Precipitação – P e Evapotranspiração Potencial – ETP da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais – 2020

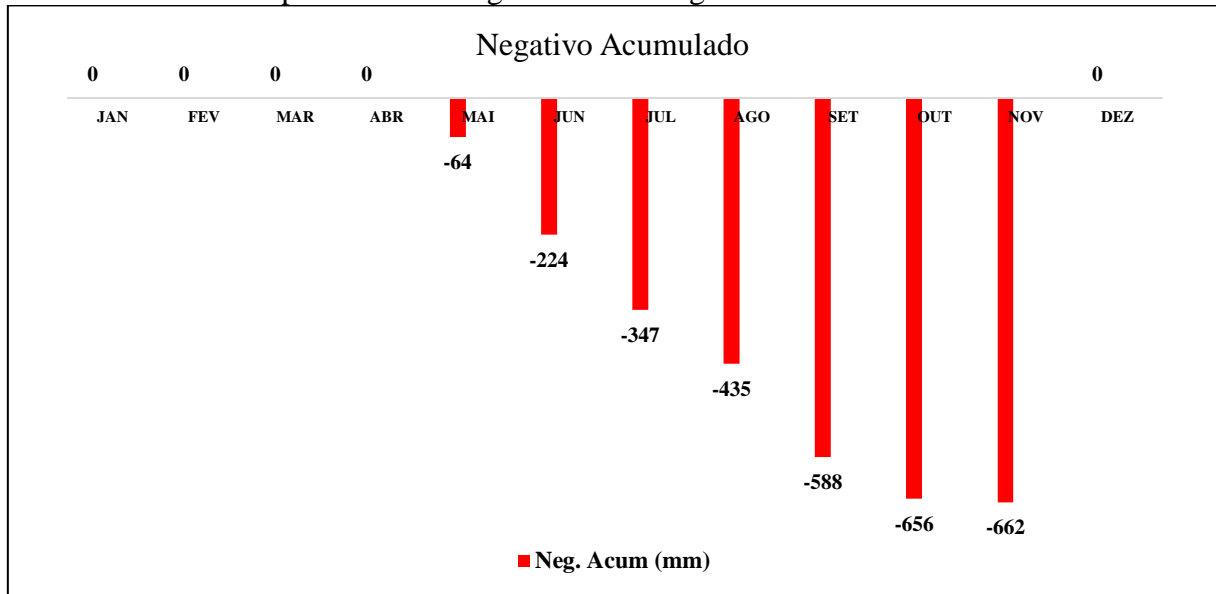


Fonte: Autor (2020)

Os menores valores de P-ETP ocorreram nos meses de fevereiro, -14,00 mm; maio, -64,00 mm; junho, -160,00 mm; julho, -123,00 mm; agosto, -88,00 mm; setembro, -153,00 mm; outubro, -68,00 mm; e novembro, -6,00 mm. Esta situação indica que a precipitação foi inferior à evapotranspiração potencial. Sendo assim, quando o armazenamento de água no solo chegar a zero, ocorrerá a deficiência hídrica.

Os valores do Negativo Acumulado – Neg. Acum foram extraídos do somatório dos valores negativos sequenciais de P-ETP, que começaram no mês de maio, com -64,00 mm, até o mês de novembro, com -6,00 mm. A parte de dezembro não possui mais negativa para ser acumulada, atingindo o valor total de -2.976,00 mm, para uma Capacidade de Água Disponível – CAD de 100,00 mm para a bacia, conforme o Gráfico 2. Por meio dos resultados do Negativo Acumulado, o mesmo pode orientar-se para as atividades agrossilvopastoris, pois as negativas de maio a novembro apontam que não ocorreu armazenamento de água no solo suficiente para as culturas que necessitam de pelo menos 100,00 mm para se desenvolverem. E isso servirá de norteador para que não haja perdas.

Gráfico 2 – Negativo Acumulado – Neg. Acum para Capacidade de Água Disponível – CAD de 100 mm para bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais

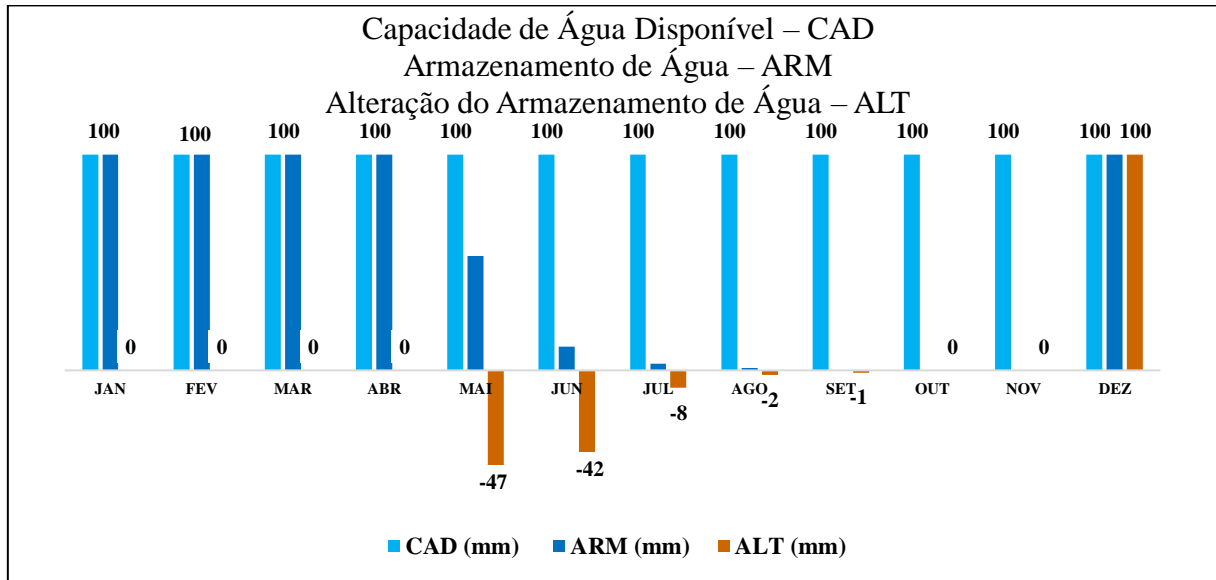


Fonte: Autor (2020)

No Gráfico 3 estão representados os valores da Capacidade de Água Disponível – CAD no solo de 100 mm, Armazenamento e Alteração do Armazenamento para a bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas, para o ano de 2020. O armazenamento para os meses de janeiro, fevereiro, março, abril e dezembro ficaram em 100,00 mm; o mês de maio, com 53,00 mm; junho, 11,00 mm; julho, 3,00 mm; agosto, com 1,00 mm; os meses de setembro, outubro e novembro com 0,00 mm, atingindo um acumulado de 568,00 mm, com média mensal de 47,00 mm.

Para a Capacidade de Água Disponível – CAD de 100,00 mm, os valores dos déficits encontrados na bacia foram nos meses de maio, com -47,00 mm; junho, -42,00 mm; julho, -8,00 mm; agosto, -2,00 mm; e setembro -1,00 mm, ficando o menor valor no mês de maio. Já o mês de dezembro apresentou armazenamento positivo de água no solo, com 100,00 mm, conforme representado no Gráfico 3.

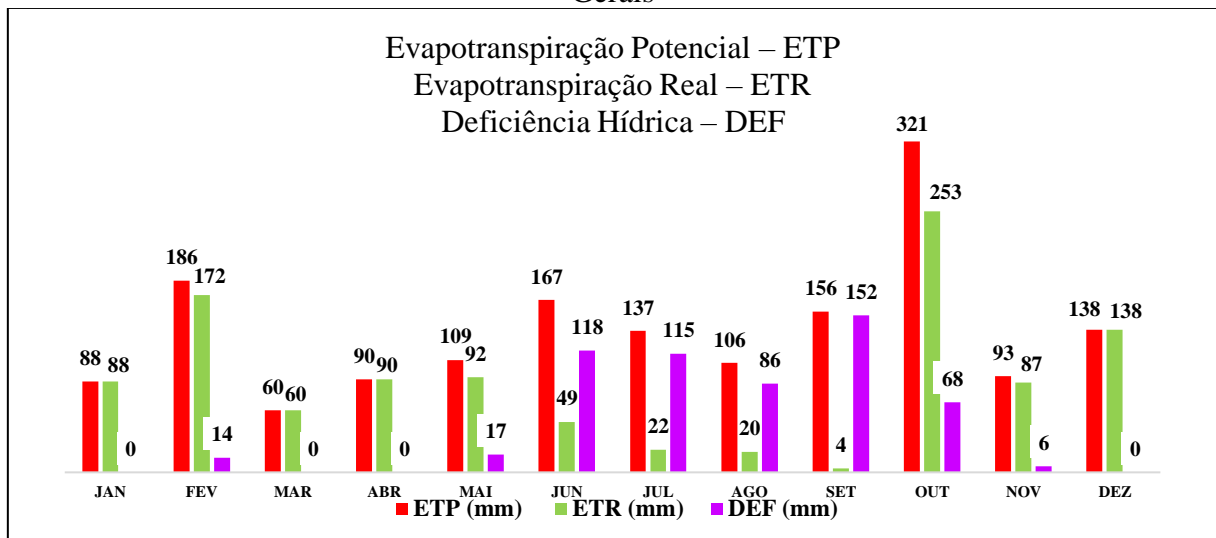
Gráfico 3 – Capacidade de Água Disponível – CAD da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais



Fonte: Autor (2020)

Comparando os resultados da Evapotranspiração Potencial (ETP) com a Evapotranspiração Real (ETR), ou seja, subtraindo ETP-ETR, os valores para os meses de janeiro, fevereiro, março, abril e dezembro foram iguais a 0,00 (zero). Sendo assim, não houve deficiência hídrica. Para os demais meses, a ETP-ETR foi obtido em valores abaixo de 0,00 (zero); portanto, ocorrência de deficiência hídrica da bacia, conforme apresentado no Gráfico 4.

Gráfico 4 – Relação entre Evapotranspiração Potencial – ETP, Evapotranspiração Real – ETR e Deficiência hídrica – DEF da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais

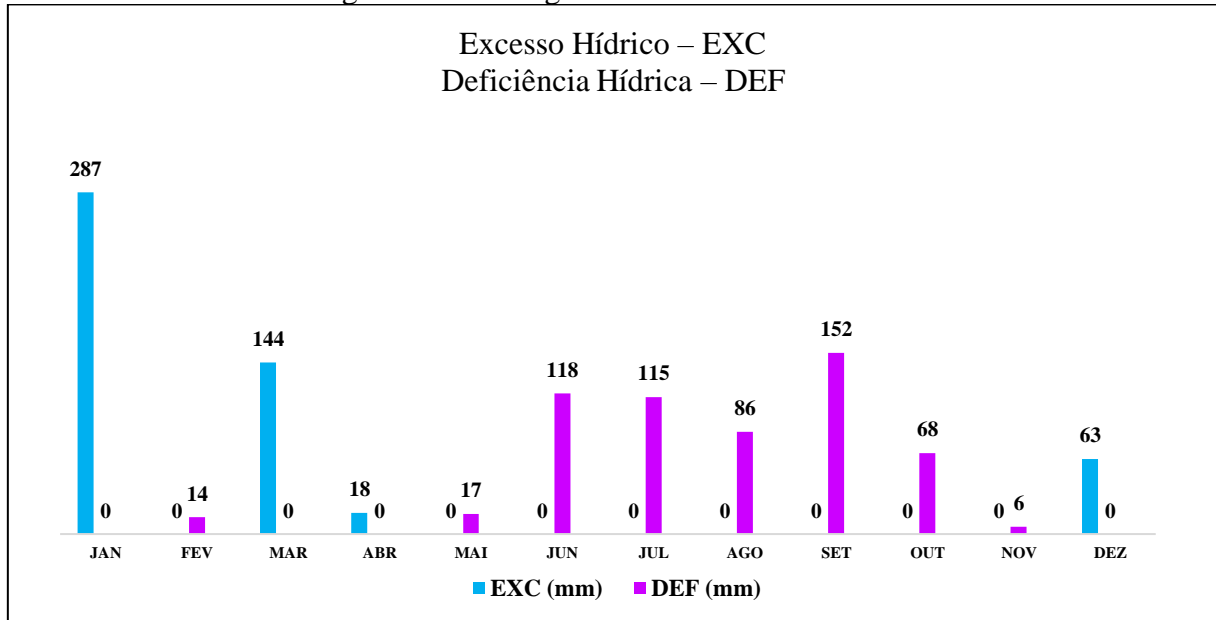


Fonte: Autor (2020)

Como se pode observar no Gráfico 9, para o ano de 2020 ocorreu excesso hídrico nos meses de janeiro, março, abril e dezembro. O menor valor ficou no mês de abril, com 18,00 mm, e o maior em janeiro, com 287,00 mm.

A maior deficiência hídrica foi no mês de setembro, com 152,00 mm, e o menor no mês de novembro, com 6,00 mm, conforme apresentado no Gráfico 5.

Gráfico 5 – Relação Excesso hídrico – EXC e Deficiência hídrica – DEF da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais



Fonte: Autor (2020)

5.7 Balanço hídrico com as médias de precipitação e evapotranspiração de 1961 a 2019 em comparação com o ano de 2020

O balanço hídrico elaborado com os dados das médias das precipitações e evapotranspiração dos anos de 1961 a 2020, o que respectivamente daria cerca de 60 anos de dados; porém, devido a problemas técnicos, funcionários em férias e equipamentos defeituosos, cerca de 13 anos de dados ficaram comprometidos. Desta forma, foi possível realizar o balanço hídrico de 47 anos, totalizando 47 tabelas, para não tornar a leitura cansativa apresenta-se a Tabela 9 – Tabela 1 de 47 do balanço hídrico do ano de 1961 as demais encontra-se no Apêndice A.

Tabela 9 – Balanço hídrico do ano de 1961

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	408	47	361	0	0	100	0	47	0	361
Fevereiro	87	67	20	20	0	100	0	67	0	20
Março	50	88	-38	0	-38	68	-32	82	6	0
Abril	56	73	-17	0	-55	58	-10	66	7	0
Mai	10	64	-54	0	-109	34	-24	34	30	0
Junho	2	72	-70	0	-179	17	-17	19	53	0
Julho	0	85	-85	0	-264	7	-10	10	75	0
Agosto	0	122	-122	0	-386	2	-5	5	117	0
Setembro	0	164	-164	0	-550	0	-2	2	162	0
Outubro	25	156	-131	0	-681	0	0	25	131	0
Novembro	65	130	-65	0	0	100	100	-35	165	0
Dezembro	134	116	18	18	0	100	0	116	0	18
Σ	837	1184	-347	38	-2262	586	0	438	746	399
Média	70	99	-29	3	-189	49	0	37	62	33

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 1961

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P - ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

As precipitações médias de 1961 a 2019, pelo somatório de 47 anos de dados válidos, chegaram a 1.123,00 mm. Em relação ao ano de 2020, foi de 1.587,00 mm. Houve, portanto, cerca de 70,13% a mais de precipitação. Nos meses de janeiro, fevereiro e março, as precipitações ficaram acima dos 135,00 mm, caracterizando assim o primeiro trimestre do ano, com verão chuvoso.

No segundo trimestre, as precipitações dos meses de abril, maio e junho caíram consideravelmente, chegando ao valor de 9,00 mm no mês de junho, praticamente o mesmo valor do mês de junho do ano de 2020, caracterizando assim o período de inverno da região. Já as precipitações do terceiro trimestre, bem características de inverno, mas com tendências para o verão, começaram a aumentar nos meses de julho, agosto e setembro.

No quarto trimestre, as precipitações voltaram a subir a partir do mês de outubro, chegando a dezembro com cerca de 240,00 mm, determinando desta forma o período chuvoso, semelhante ao ano de 2020.

Os somatórios da evapotranspiração do período de 1961 a 2019 ficaram em 1.123,00 mm. Relacionando a precipitação com a evapotranspiração, verifica-se que a precipitação foi positiva, ou seja, superou a evapotranspiração, enquanto que em 2020 o saldo da evapotranspiração foi superior à precipitação, com resultado negativo de -64,00 mm, conforme

dados apresentados na Tabela 8 página 56. Tabela 10 resultado das médias do balanço hídrico 1961 a 2019 do córrego Entre Folhas – Minas Gerais.

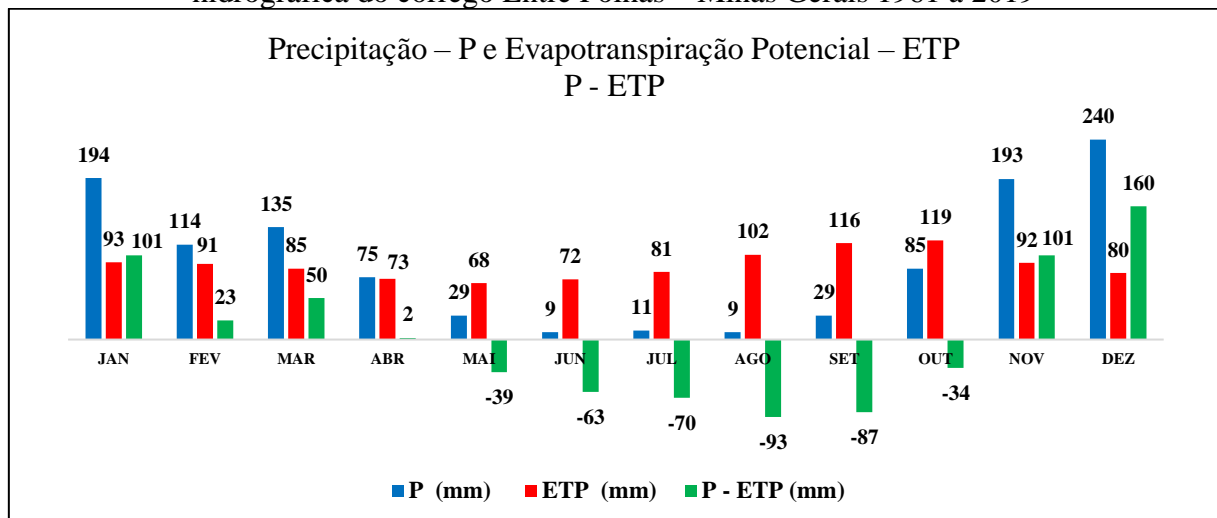
Tabela 10 – Resultados das médias do balanço hídrico de 1961 a 2019 do córrego Entre Folhas – Minas Gerais

Col -1	Col -2	Col -3	Col -4	Col -5	Col -6	Col -7	Col -8	Col -9	Col -10	Col -11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos.	NEG.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
				Acum	Acum					
Janeiro	194	93	101	101	0	100	0	93	0	101
Fevereiro	114	91	23	23	0	100	0	91	0	23
Março	135	85	50	50	0	100	0	85	0	50
Abril	75	73	2	2	0	100	0	73	0	2
Mai	29	68	-39	0	-39	68	-32	61	7	0
Junho	9	72	-63	0	-102	36	-32	41	31	0
Julho	11	81	-70	0	-172	18	-18	29	52	0
Agosto	9	102	-93	0	-265	7	-11	20	82	0
Setembro	29	116	-87	0	-352	3	-4	33	83	0
Outubro	85	119	-34	0	-386	2	-1	86	33	0
Novembro	193	92	101	101	0	100	98	92	0	3
Dezembro	240	80	160	160	0	100	0	80	0	160
Σ	1123	1072	51	437	-1316	734	0	784	288	339
Média	94	89	4	36	-110	61	0	65	24	28

Fonte: Autor (2020)

Na Tabela 10 as precipitações foram superiores à evapotranspiração, superando-as, em torno de 51,00 mm na média do somatório, com os maiores valores no período chuvoso, ou seja, no verão propriamente dito, comparando com o ano de 2020, ocorreu o inverso da evapotranspiração, com cerca de -64,00 mm. As maiores evapotranspirações ocorreram nos meses de inverno de maio a outubro, justamente quando as precipitações foram baixas na região, conforme apresentado no Gráfico 6.

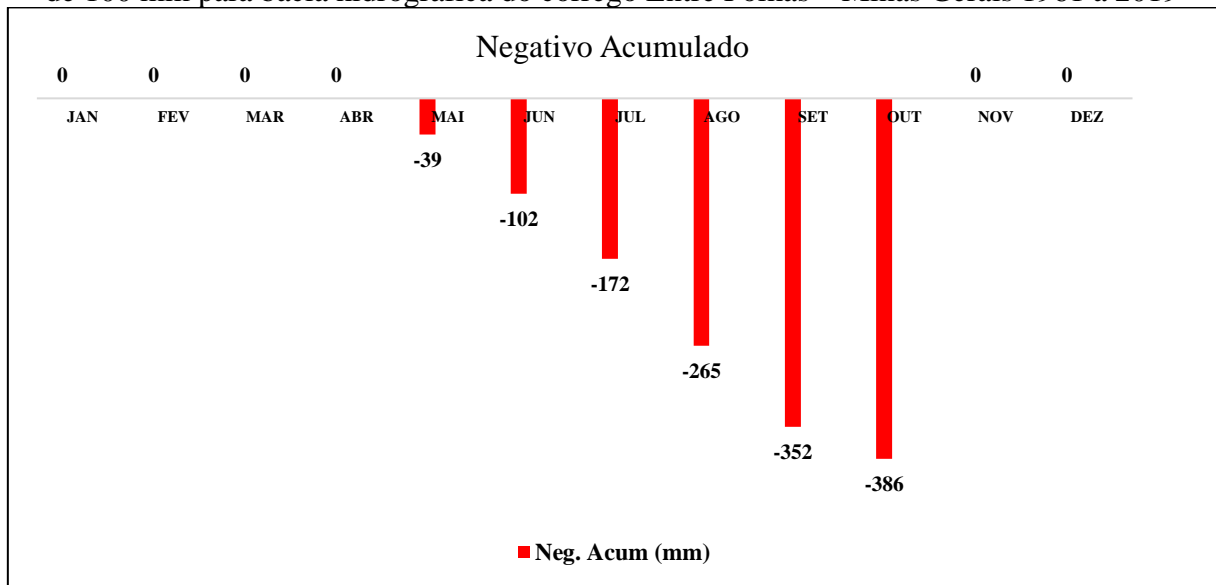
Gráfico 6 – Relação entre Precipitação – P, Evapotranspiração Potencial – ETP da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais 1961 a 2019



Fonte: Autor (2020)

O Negativo Acumulado relativo ao período de 1961 a 2019 se deu de maio a outubro, chegando a -386,00 mm, valor extraído do somatório dos negativos sequenciais de P-ETP, sendo o menor valor no mês de maio, com -39,00 mm, e outubro, com -386,00 mm, assim apresentados no Gráfico 7. Comparando com o ano de 2020, representa praticamente a metade dos valores encontrados.

Gráfico 7 – Negativo Acumulado – Neg. Acum para Capacidade de Água Disponível – CAD de 100 mm para bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais 1961 a 2019



Fonte: Autor (2020)

No tocante à Capacidade de Água Disponível – CAD de 100 mm, o armazenamento de água ficou em 100,00 mm para os meses de janeiro, fevereiro, março, abril, novembro e dezembro, ficando com o menor valor de armazenamento nos meses de maio: 68,00 mm; junho, 36,00 mm; julho, 18,00 mm; agosto, 7,00 mm; setembro, 3,00 mm; e outubro, 2,00 mm, bem próximo do déficit hídrico que começa quando se atinge 0,00 (zero).

A alteração do armazenamento de água iniciou-se no mês de maio, com -32,00 mm; junho, -32,00 mm; julho, -18,00 mm; agosto, -11,00 mm; setembro, -4,00 mm; e outubro, com -1,00 mm, ficando apenas o mês de novembro com alteração positiva no armazenamento, com 98,00 mm.

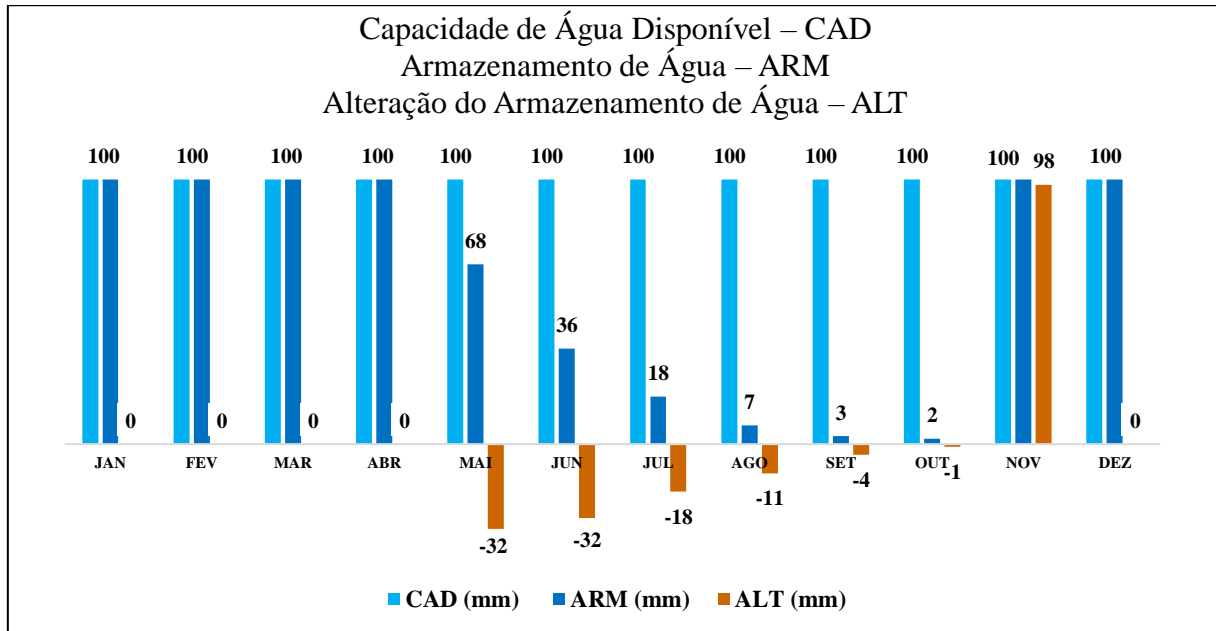
Analisando os dados do CAD 100,00 mm para o ARM, ALT de 1961 a 2019 com os dados do CAD 100,00 mm para ARM, ALT de 2020, verifica-se que o ARM de janeiro, fevereiro, março, abril, maio e dezembro são praticamente iguais, com a diferença de que no mês de novembro da tabela, de 1961 a 2019, ocorreu ARM de 100,00 mm.

No gráfico do ano de 2020 a ARM foi de 0,00 (zero), ocorrendo ainda pequenas variações de volume nos meses de maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro em relação

aos valores do gráfico de 2020. Outro diferencial significativo: ocorreu ALT positivo em novembro dos anos de 1961 a 2019, assim como ALT positivo no mês de dezembro de 2020.

O Gráfico 8 representa os dados obtidos do balanço hídrico das médias de 1961 a 2019 do CAD, ARM e ALT.

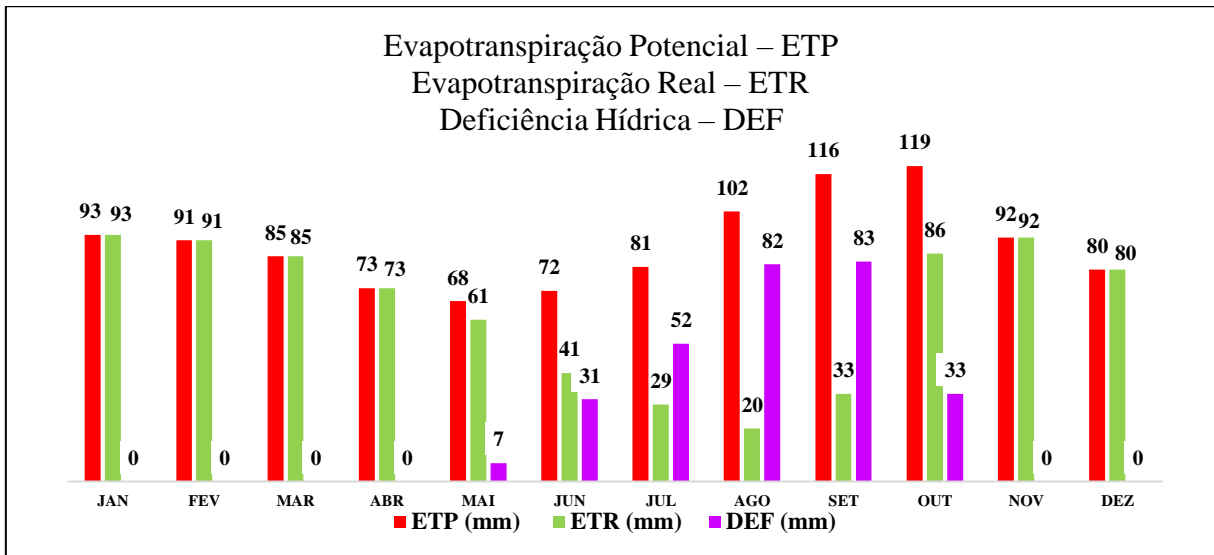
Gráfico 8 – Capacidade de Água Disponível – CAD no solo da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais medias de 1961 a 2019



Fonte: Autor (2020)

Os valores da Evapotranspiração Potencial – ETP e os valores de Evapotranspiração Real – ETR de janeiro, fevereiro, março, abril, novembro e dezembro foram iguais. Desta forma, como a Deficiência hídrica – DEF é o resultado de ETP-ETR, o resultado obtido foi igual a 0,00 (zero) mm para os meses mencionados. De maio a outubro ocorreram DEF, sendo o menor valor no mês de maio, com 7 mm, e o maior em setembro, com 83 mm, com o somatório dos demais meses acumulando 288 mm, com média de 24 mm mensais. Comparando com o DEF do ano de 2020, o déficit ficou cerca de 50% menor. Dados representados no Gráfico 9.

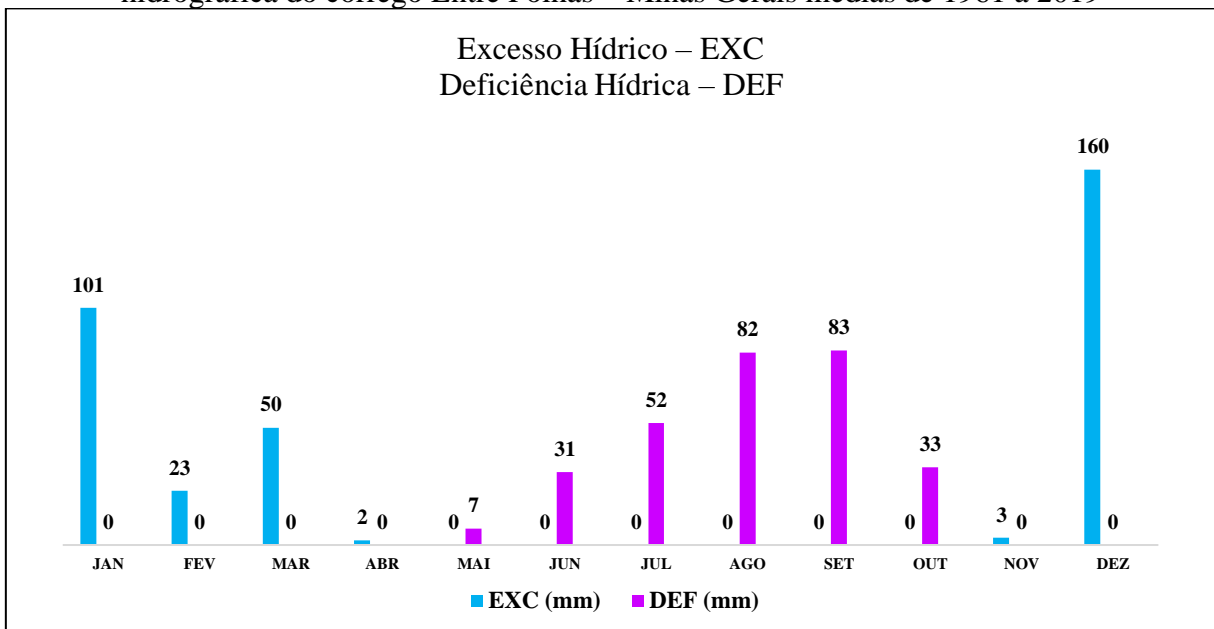
Gráfico 9 – Relação entre Evapotranspiração Potencial – ETP, Evapotranspiração Real – ETR e Deficiência hídrica – DEF da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais medias de 1961 a 2019



Fonte: Autor (2020)

De acordo com o balanço hídrico de 1961 a 2019, o resultado da Deficiência hídrica - DEF ocorreu nos meses de maio a outubro, e o Excesso hídrico – EXC nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril, novembro e dezembro, sendo 2,00 mm para o mês de abril e 3,00 mm para o mês de novembro e 160,00 mm para o mês de dezembro com o maior valor. Tanto o DEF quanto o EXC, relativamente ao ano de 2020, ficaram muito abaixo, com cerca de 50% para o DEF e 65,12% para o EXC.

Gráfico 10 – Relação entre Deficiência hídrica – DEF e Excesso hídrico – EXC da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais medias de 1961 a 2019



Fonte: Autor (2020)

5.8 Outorgas expedidas para bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais

Com base nos dados de expedição de outorgas do IGAM de água superficial, somente a montante do ponto de captação da COPASA, na bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais, conforme Tabela 8, constatou-se que dos 15 pontos registrados por coordenadas geográficas, 6 não estão cumprindo o volume outorgado concedido, como consta na tabela destacada na cor vermelha, agindo, portanto, fora da legalidade.

Somente a montante do ponto da Estação de Tratamento de Água (ETA), são 158 residências. Foram 113 propriedades visitadas, e, por motivos de força maior, a pandemia por Covid-19, não foi possível chegar à totalidade.

Entre as propriedades, 9 possuem regularização para utilização dos recursos hídricos, em sua maioria enquadradas na categoria de uso insignificante; 6 propriedades, apesar de não possuírem autorização, estão captando acima da capacidade autorizada.

Cerca de 17 barramentos em curso d'água retêm um grande volume de água, também sem regularização, utilizados para paisagismo, piscicultura, dessedentação de animais e irrigação de pequenas culturas de subsistência.

Das propriedades que solicitaram utilização de recursos hídricos, como volume considerado e enquadrado como de uso insignificante, realizam captação acima do autorizado, fatos esses confirmados por medida na captação no período da visitação.

Os procedimentos de emissão de outorga por meio da Q_{7,10} devem ser revistas pelo órgão gestor, está revisão será fundamental, pois ela, vem sendo adotada como se todos os meses do ano as vazões fossem sempre constantes, não levando em consideração a sazonalidade. Para liberação de captações superficiais, tem que ser levado em conta a sazonalidade os critérios adotados para os períodos chuvosos não podem ser adotados para os períodos de estiagem. É necessário também fiscalização para as captações superficiais ditas como as de Usos Insignificantes, aquelas abaixo de 1 litro por segundo, uma vez que os estudos apontam que está ocorrendo o descumprimento quanto a legislação vigente.

Na Tabela 11, apresenta-se o levantamento da autorização do órgão IGAM, apenas a montante da captação da concessionária local de abastecimento de água, constando pontos com captação além da autorizada, demonstradas na coluna captação real, destacada em vermelho.

Os valores da captação real foram mensurados com a autorização do proprietário no momento em que o mesmo realizava a captação. Os valores foram confirmados por meio de medições “*In Loco*”, utilizando um cronômetro do celular e um recipiente de 100 litros, foram realizados 5 procedimentos e, retirando-se a média, obteve-se os valores constantes na Tabela 10.

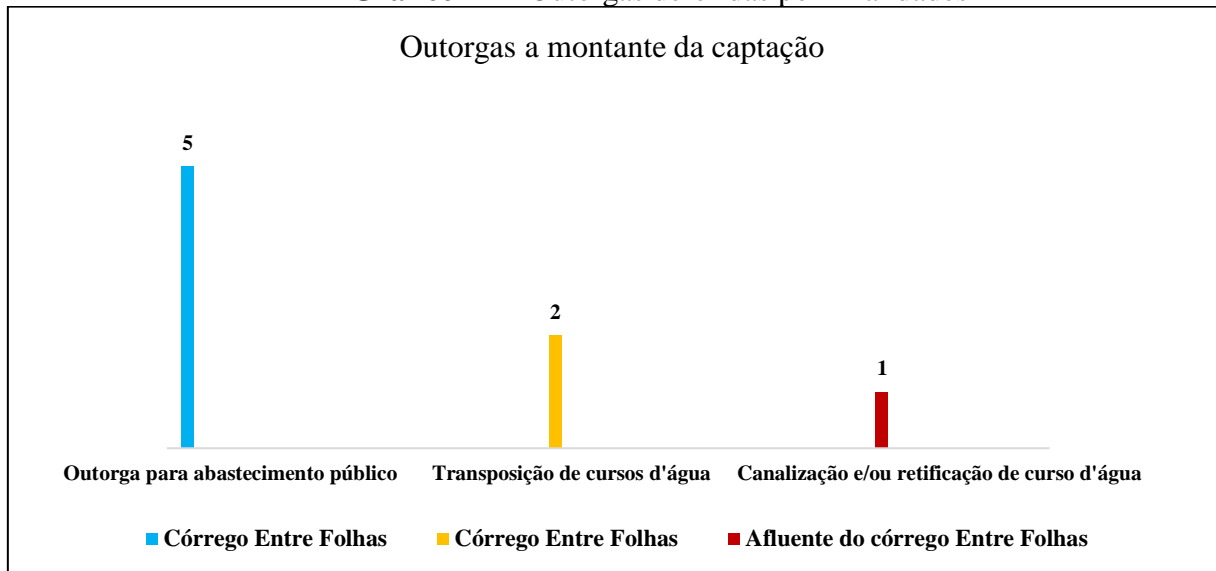
Tabela 11 – Levantamento das Outorgas concedidas pelo IGAM a montante da captação para abastecimento do município de Entre Folhas – Minas Gerais

Usuários	Captação concedida (L/s)	Captação real (L/s)
Copasa	16,000	16,000
Copasa	0,015	0,015
Copasa	0,015	0,015
Usuário	1,000	1,300
Usuário	1,000	1,500
Usuário	0,670	0,900
Usuário	1,000	1,000
Usuário	1,000	1,000
Usuário	0,800	1,000
Usuário	1,000	1,000
Usuário	0,970	1,000
Usuário	0,000	1,000
Usuário	0,800	1,000
Usuário	1,000	1,000
Usuário	1,000	1,000
Total	25,270	

Fonte: Autor (2020)

As captações acima de 1,000 L/s estão enquadradas como outorgáveis. O levantamento realizado por meio de solicitação junto ao órgão IGAM, forneceu as planilhas relativas às outorgas e cadastros de utilização de recursos hídricos na modalidade de uso insignificante da bacia hidrográfica, sendo que a planilha fornece dados tanto de outorga quanto de uso insignificante com mais de uma finalidade. Portanto, há a necessidade de separá-las por finalidade de uso.

No Gráfico 11 estão representadas as outorgas deferidas na bacia, sendo 05 para abastecimento público, 03 no município de Entre Folhas, 01 em Vargem Alegre e 01 no município de Caratinga. Transposição de corpos d'água, 02 em Vargem Alegre e 01 canalização e/ou retificação de curso d'água, totalizando 08 outorgas deferidas.

Gráfico 11 – Outorgas deferidas por finalidades

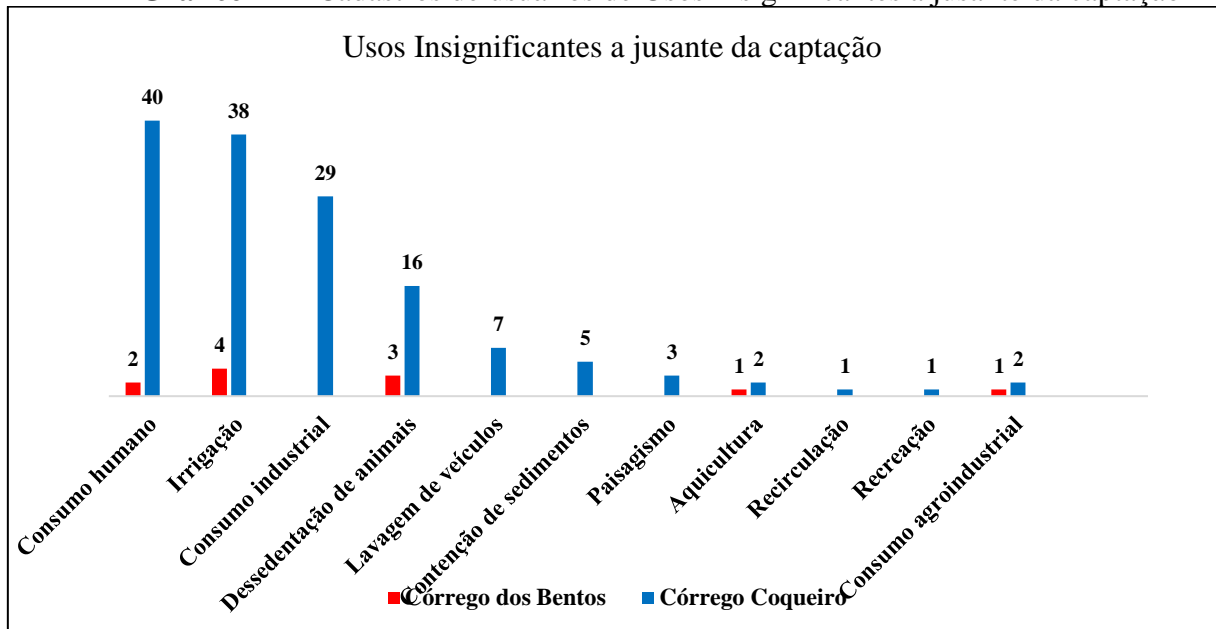
Fonte: Autor (2020)

As captações abaixo de 1,000 L/s são cadastradas como de uso insignificante. Na bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais constam como de Uso Insignificante 109 usuários cadastrados. Em vários deles, consta mais de um uso, separando-os por finalidade, chegando-se ao montante de 155 atividades, ou seja, 46 usos inseridos no cadastro inicial que era de 109, com os mais diversos usos e finalidades.

De acordo com os dados extraídos da planilha e contabilizados no Gráfico 12 registram-se cadastros de Uso Insignificante a jusante da captação. Observa-se que a irrigação e consumo humano estão no topo dos cadastros de uso insignificante, com 38 cadastros para irrigação e 40 para consumo humano, perfazendo um total de 78 cadastros.

Consumo industrial: 29 cadastros, sendo utilizados na indústria de produtos cerâmicos e usina de beneficiamento de leite, dessedentação de animais: com 19 cadastros, e as demais atividades, como lavagem de veículos, consumo agroindustrial, aquicultura, paisagismo, recirculação, condição de sedimentos e recreação, não chegando a 8 cadastros.

O córrego Entre Folhas concentra a maior quantidade de utilização de recursos hídricos, tanto de outorga quanto de cadastro de uso insignificante, seguido de seu afluente, o córrego do Coqueiro. Ressalta-se que a montante do ponto de captação, dezenas de propriedades utilizam-se dos recursos hídricos sem as devidas autorizações.

Gráfico 12 – Cadastros de usuários de Usos Insignificantes a jusante da captação

Fonte: Autor (2020)

As consequências da utilização dos recursos hídricos sem os devidos critérios comprometem o abastecimento de água do município, que, dependendo da regularidade das precipitações, pode vir a ter conflitos dentro da bacia.

Os meses de abril a setembro de 2020 representam um período em que as precipitações são baixas, caracterizando bem o período de estiagem na região, o que deixa o sistema de abastecimento de água de sobre alerta, o que pode ser solucionado com uma gestão elaborada, com revisão nas outorgas e fiscalização mais efetiva.

5.9 Relação precipitações e vazões do córrego Entre Folhas – Minas Gerais no ano hidrológico de 2019 e 2020

O volume total das precipitações referentes ao ano hidrológico, ou seja, de outubro de 2019 a setembro de 2020, foi de 1.396,20 mm, bem superior à média das precipitações do período de 1961 a 2020, que foi de 1.123,60 mm.

De outubro a março as precipitações representam o período chuvoso da região, estando bem caracterizado com chuvas começando na segunda quinzena de outubro e aumento considerável até o mês de março. A partir de abril, as precipitações vão reduzindo-se até meados de setembro, encerrando o período das estiagens no final do mês.

Relação das precipitações com as vazões do ano hidrológico: em outubro de 2019 a precipitação acumulada para o mês foi de 66,00 mm, com uma vazão de 13,87 L/s, novembro de 2019 a precipitação acumulada foi de 185,00 mm com uma vazão de 22,24 L/s. A precipitação de dezembro 2019 chegou a 196,00 mm. Janeiro de 2020, precipitação de 375,00

mm, com vazões semelhantes de 36,32 L/s. Fevereiro de 2020, com precipitação de 172,00 mm, com vazão de 15,00 L/s. Março, precipitação de 204,00 mm, com vazão de 33,03 mm. Abril, 108,00 mm, com vazão de 17,87 mm. Maio, 45,00 mm, com vazão de 15,15 mm. Junho, 7,00 mm, com vazão de 0,00. Julho, 14,00 mm, com vazão de 10,07 mm. Agosto, 18,00 mm, com precipitação e vazão de 10,07 mm. Setembro, 7,00 mm, com vazão de 0,00 mm.

As precipitações e vazões se tornam preocupantes a partir do mês de abril, indo até o mês de setembro, sendo necessário garantir a vazão ecológica. A vazão outorgável é de 50%, estabelecida pela $Q_{7,10}$, restando então 50% para a vazão ecológica, o que não foi possível, conforme dados obtidos e apresentados na Tabela 12 para o ano hidrológico de 2019 a 2020, a jusante do ponto de captação, até um curso d'água sem nome localizado no início do perímetro urbano, a aproximadamente 218 metros.

Tabela 12 – Relação precipitação e vazões do córrego Entre Folhas – Minas Gerais ano hidrológico

Vazões anos hidrológico 2019 a 2020		
Meses	Precipitações (mm)	Vazão (Q) L/s
Outubro/2019	66,00	13,87
Novembro/2019	185,00	22,24
Dezembro/2019	196,00	33,03
Janeiro/2020	375,00	36,32
Fevereiro/2020	172,00	15,15
Março/2020	204,00	33,03
Abril/2020	108,00	17,89
Maio/2020	45,00	15,15
Junho/2020	7,00	0,00
Julho/2020	14,00	10,07
Agosto/2020	18,00	10,07
Setembro/2020	3,00	0,00
Total	1.396,00	*****

Fonte: Autor (2020)

5.10 – Oferta e demanda

O município de Entre Folhas – MG necessita de cerca de 600 m³ de água potável por dia para manter o abastecimento público de sábado a quinta feira e 650 m³ para às sextas feiras (dados COPASA). Esse aumento de 50 m³ nas sextas feiras é justificável, pois, são os dias da semana que são destinados a limpeza das residências e comércios, em que o consumo de água é maior.

A COPASA possui o deferimento para vazão outorgada de água superficial com volume de 16,00 L/s, tempo de captação de janeiro a dezembro e tempo de captação outorgado de 18 a 24 horas/dia dados IGAM 2020. A concessionária com a outorga de 16,00 L/s o equivalente a

57,60 m³/h necessitaria de cerca de 10.40 h e 11.28 h para garantir o abastecimento com água potável para toda a sede do município localizado a jusante do ponto de captação.

Portanto, uma demanda de 16,00 L/s para abastecimento tem comprometido a vazão ecológica a jusante do ponto de captação de água bruta no córrego Entre Folhas, Entre Folhas/MG, voltando a se instabilizar após 318 m, quando o curso d'água passa a receber contribuição de pequenas propriedades e do afluyente da margem direita córrego.

Conhecendo a vazão ecológica, pode-se determinar a disponibilidade hídrica para a bacia no trecho estudado, promovendo, desta forma, um gerenciamento adequado para os recursos hídricos. A Tabela 13 contém os dados referentes ao ano hidrológico das vazões totais do córrego Entre Folhas – Minas Gerais, de 2019 a 2020, vazão após a captação, vazão ecológica ideal conforme vazão referencial por meio da $Q_{7,10}$, ou seja, vazão ecológica indiretamente estabelecida de 50% da $Q_{7,10}$ e vazão ecológica real.

Tabela 13: Vazões do ano hidrológico 2019/2020 a jusante do ponto de captação

ANO	Vazão total (l/s)	Vazão após captação (l/s)	Vazão ecológica ideal (l/s)	Vazão ecológica real (l/s)
2019/2020	Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4
OUT	29,87	13,87	14,93	1,06
NOV	38,24	22,24	19,12	-3,12
DEZ	49,03	33,03	24,51	-8,52
JAN	52,32	36,32	26,16	-10,16
FEV	31,15	15,15	15,57	0,42
MAR	49,03	33,03	24,51	-8,52
ABR	33,89	17,89	16,94	-0,95
MAI	31,15	15,15	15,57	0,42
JUN	16,00	0,00	8,00	0,00
JUL	26,07	10,07	13,03	2,96
AGO	26,07	10,07	13,03	2,96
SET	16,00	0,00	8,00	0,00

Fonte: Autor (2020)

Na coluna 1 estão tabulados os resultados da média do volume mensal da vazão do córrego Entre Folhas – Minas Gerais, medidos no ponto de captação de água bruta no vertedor da concessionária COPASA. Observa-se que de outubro a maio os volumes ficam entre 29,87 L/s a 52,32 L/s, sendo o menor valor em outubro e o maior no mês de janeiro. De junho a setembro, o volume sofre uma queda considerável, junho e setembro com 16,00 L/s e julho e agosto com 26,07 L/s, caracterizando bem o período, com boas vazões de outubro a março e abril a setembro, com vazões bem reduzidas na região, vindo ao encontro das precipitações, definindo bem o período chuvoso e estiagem.

Na coluna 2, estão representados os valores das médias das vazões após a captação em L/s. Com os meses de junho e setembro, a captação foi total do volume disponível do curso d'água. Ressaltando que a concessionária possui outorga para captação de 16,00 L/s, nesta coluna estão representados os valores após a captação desse volume.

Na coluna 3 estão representados todos os valores do que seria a vazão ecológica ideal, vazão ecológica indiretamente estabelecida de 50% da $Q_{7,10}$, ou seja, 50% dos valores da coluna 1, o que não está sendo cumprido conforme preconizado nas legislações.

Confrontando a coluna 4 com a 3, verifica-se que a vazão ecológica real está muito distante de ser cumprida conforme a outorga expedida para captação, a qual deveria manter 50% para vazão ecológica a jusante da captação, exceto para os períodos de escassez hídrica, quando a captação poderá ser realizada até 70 % da vazão, como preconizado na legislação na Portaria IGAM nº 048. Observa-se, na coluna 4, que durante todo o período de estudo de outubro de 2019 a setembro de 2020 não foi detectado o cumprimento da legislação por parte da concessionária de abastecimento de água quanto à obrigatoriedade de manter o mínimo da vazão ecológica para manutenção das espécies.

Os resultados obtidos pontam que somente os métodos de concessão de outorgas não estão sendo eficientes, pois não garante a vazão ecológica, ou seja, não garante o volume novas técnicas de monitoramento e fiscalização.

5.11 Outorga sazonal para gestão de conflitos na bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais

A bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais apresentou dois anos consecutivos de baixas precipitações: O ano de 2014, com 753,00 mm, e 2015, com 778,00 mm, e evapotranspiração de 1.378,00 mm e 1.284,00 mm, conforme consta no resultado do balanço hídrico de 1961 a 2020 Tabela 14 resumo dos resultados do balanço hídrico de 1961 a 2020.

Tabela 14 – Balanço hídrico do córrego Entre Folhas – Minas Gerais – 1961 a 2020

ANO				Pos	Neg	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
	P	ETP	P-ETP	Acum	Acum					
1961	837	1184	-347	38	-2262	586	0	438	746	399
1962	1082	529	553	758	-1011	690	0	411	118	671
1963	519	1269	-750	139	-2182	659	0	480	789	39
1964	1857	565	1092	1440	-289	1007	0	488	77	1369
1965	1445	539	906	1016	-257	1020	0	496	43	949
1966	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1967	912	940	-28	546	-1999	637	0	466	474	446
1968/69/70/71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1972	927	950	-23	350	-855	779	0	670	280	257
1973	1386	867	519	793	-511	932	0	681	186	705
1974	934	990	-56	424	-944	841	0	608	382	326
1975	1001	961	40	413	-1028	766	0	685	276	316
1976	1103	1090	13	561	-1266	749	0	641	449	462
1977	1048	1309	-261	385	-1747	674	0	763	546	285
1978	997	1074	-77	333	-1321	722	0	761	313	236
1979	1041	874	167	553	-1329	691	0	586	288	455
1980	974	1108	-134	497	-2246	645	0	577	531	397
1981	1187	917	270	620	-1135	701	0	589	328	598
1982	900	1219	-319	483	-2269	610	0	517	702	383
1983/84/85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1986	759	1330	-571	143	-3974	315	0	716	614	43
1987	1087	1132	-45	439	-1557	606	0	746	386	341
1988/89/90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	1285	1016	269	697	-1526	683	0	687	329	598
1992/93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1994	1737	1059	678	1099	-978	838	0	736	323	1001
1995	1367	1139	228	700	-1169	807	0	766	373	601
1996	1264	1210	54	640	-2070	598	0	723	487	541
1997	1524	1110	414	876	-1584	727	0	746	364	778
1998	1002	1166	-164	401	-2403	488	0	364	465	301
1999	1083	1272	-189	506	-2284	634	0	677	595	406
2000	1081	1050	31	559	-1654	622	0	621	429	460
2001	1100	924	176	446	-992	706	0	741	183	359
2002	1507	665	842	1035	-794	798	0	558	107	949
2003	913	1140	-227	487	-3707	325	0	526	614	387
2004	1423	888	535	876	-1220	731	0	644	244	779
2005	1566	732	834	1081	-1013	737	0	577	155	989
2006	1172	871	301	708	-792	826	0	555	316	617
2007	984	1247	-263	405	-2075	662	0	675	572	309
2008	1212	1235	-23	595	-1912	686	0	717	518	495
2009	901	1383	-482	278	-1620	719	0	723	660	178
2010	1262	1133	129	680	-1454	725	0	681	452	581
2011	1232	1064	168	695	-1117	720	0	636	428	596
2012	943	1260	-317	443	-1355	795	0	600	660	343
2013	1527	1040	487	792	-952	804	0	830	210	697
2014	753	1378	-625	83	-1611	722	0	770	608	-17
2015	778	1284	-506	239	-1875	683	0	638	646	140
2016	1020	1299	-279	447	-2287	599	0	673	626	347
2017	942	1289	-347	308	-1824	694	0	734	555	208
2018	1209	1177	32	510	-1920	629	0	798	379	411
2019	902	1383	-481	278	-1618	757	0	724	659	178
2020	1587	1651	-64	612	-2976	568	0	1075	576	212

Fonte: Autor (2020)

Foi verificado que a ocorrência de dois anos consecutivos com precipitações abaixo de 780,00 mm e evapotranspiração acima de 1.284,00 mm pode ser responsável por ocasionar problemas no abastecimento de água na região.

Esse fato, uma vez comprovado, fez com que a Prefeitura Municipal de Entre Folhas, por meio do Decreto Municipal nº 036/2015, (Anexo), declarasse situação de emergência no município de Entre Folhas, tendo como alegação a seca e a estiagem prolongadas.

O resultado e análise dos cálculos do balanço hídrico de 2020 permite avaliar a necessidade de adotar a outorga sazonal na bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas e na região.

Verificando as vazões obtidas, é possível estabelecer os períodos chuvosos e de estiagem, estabelecendo também novos critérios para emissão de outorga, sendo uma delas o respeito pela sazonalidade.

Observando a relação precipitação e vazões do curso d'água, verifica-se a sua importância para a elaboração de um planejamento dos recursos hídricos, deferimento de outorgas, avaliação da disponibilidade de água por períodos de estiagem e período chuvoso, redefinição da distribuição de água conforme processo da $Q_{7,10}$, auxiliando em processos para se evitar possíveis conflitos, servindo como instrumento para proposta de outorga sazonal.

Os critérios da $Q_{7,10}$ para emissão de outorga constituem uma questão muito profunda, dividindo opiniões entre os profissionais e pesquisadores envolvidos com a questão. A própria ANA (Agência Nacional de Águas), por meio do relatório “Conjuntura dos Recursos Hídricos Brasil – 2017”, ressalta a importância da padronização e integração dos instrumentos de gestão.

Embora a Agência procure estabelecer critérios nacionais, os estados da Federação, por meio de resoluções e portarias próprias, procuram adaptar esta questão da $Q_{7,10}$ para as realidades regionais. Em Minas Gerais, no passado, utilizava-se para outorga 30% da $Q_{7,10}$. Isto era muito limitante, obrigando, por meio da Portaria IGAM Nº 48, de 04 de outubro de 2019, a mudar a metodologia para 50% da $Q_{7,10}$.

Os critérios para obtenção de outorga por meio da $Q_{7,10}$ devem ser revistos pelo órgão gestor, uma vez que não condiz com a disponibilidade de água registrada nas vazões medidas durante os meses do ano. A revisão da $Q_{7,10}$ é fundamental, pois ela, até a presente data, é utilizada nos processos de outorga como se todos os meses do ano as vazões fossem sempre constantes. Ocorre que durante o ano a sazonalidade está presente, e deve ser vista como fator limitante para evitar conflitos e desproporção no emprego irregular do recurso hídrico.

Esta questão da $Q_{7,10}$ tem gerado muitos conflitos pelo Brasil afora. Basta dizer que em Minas Gerais a questão de outorgas levou o IGAM a realizar uma parceria com a UFMG para avaliar e definir as vazões de referência para todo o Estado.

Os critérios da $Q_{7,10}$ facilitam a realização dos cálculos, mas apresentam aspectos negativos. O principal destes é ser um critério de cálculo meramente estatístico, sem levar em consideração aspectos ambientais do local. Salieta-se que existem outras formas de cálculo de vazões ecológicas que levam em consideração uma série de variáveis socioambientais que sejam justas e criteriosas, embora muito mais trabalhosas. As vazões ecológicas não devem ser definidas apenas com bases e parâmetros estatísticos, assim em um contexto mais amplo além do hidrológico tem-se que levar em consideração aspectos culturais, sociais, ecológicos e econômicos.

Apenas a $Q_{7,10}$, não atende no que tange aos procedimentos de emissão de outorga devido a mesma adotar critérios estatísticos, acaba deixando de fora as questões sociais e a sazonalidade, não observa-se também as variações das vazões ao longo do ano.

Portanto, as informações geradas neste estudo nos direcionam à necessidade da análise hidrológica como instrumento de gestão para minimizar e evitar conflitos na bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais, tendo sua aplicabilidade na subdivisão dos períodos de estiagem e chuvoso.

Com isso, minimiza-se e evita possíveis conflitos na bacia, mesmo com a derivação do limite máximo de 50% adotado pela $Q_{7,10}$. (Portaria Igam nº 048/19). Analisando a Tabela 15 – Balanço hídrico calculado pelo ano hidrológico 2019 a 2020 a Tabela 16 – Balanço hídrico ano civil 2020, observa-se que:

Tabela 15 – Balanço hídrico ano hidrológico 2019 a 2020 do córrego Entre Folhas – Minas Gerais. CAD 100 mm

Col -1	Col -2	Col -3	Col -4	Col -5	Col -6	Col -7	Col -8	Col -9	Col -10	Col -11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos.	NEG.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
				Acum	Acum					
Outubro/19	66	186	-120	0	0	100	0	66	120	0
Novembro/19	185	123	62	62	0	100	0	123	0	62
Dezembro/19	196	100	96	96	0	100	0	100	0	96
Janeiro/20	375	88	287	287	0	100	0	88	0	287
Fevereiro/20	172	186	-14	0	0	100	0	172	14	0
Março/20	204	60	144	144	0	100	0	60	0	144
Abril/20	108	90	18	18	0	100	0	90	0	18
Mai/20	45	109	-64	0	-64	53	-47	92	17	0
Junho/20	7	167	-160	0	-224	11	-42	49	118	0
Julho/20	14	137	-123	0	-347	3	-8	22	115	0
Agosto/20	18	106	-88	0	-435	1	-2	20	86	0
Setembro/20	3	156	-153	0	-588	100	99	102	54	0
Σ	1.393	1.508	-115	607	-1.658	867	0	984	524	607
Média	116	126	-10	51	-138	72	0	82	44	50

Fonte: Autor (2020)

Tabela 16 – Balanço hídrico da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais, ano civil (2020)

Col -1	Col -2	Col -3	Col -4	Col -5	Col -6	Col -7	Col -8	Col -9	Col -10	Col -11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos.	NEG.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
				Acum	Acum					
Janeiro	375	88	287	287	0	100	0	88	0	287
Fevereiro	172	186	-14	0	0	100	0	172	14	0
Março	204	60	144	144	0	100	0	60	0	144
Abril	108	90	18	18	0	100	0	90	0	18
Mai	45	109	-64	0	-64	53	-47	92	17	0
Junho	7	167	-160	0	-224	11	-42	49	118	0
Julho	14	137	-123	0	-347	3	-8	22	115	0
Agosto	18	106	-88	0	-435	1	-2	20	86	0
Setembro	3	156	-153	0	-588	0	-1	4	152	0
Outubro	253	321	-68	0	-656	0	0	253	68	0
Novembro	87	93	-6	0	-662	0	0	87	6	0
Dezembro	301	138	163	163	0	100	100	138	0	63
Σ	1587	1651	-64	612	-2976	568	0	1075	576	512
Média	132	138	-5	51	-248	47	0	90	48	43

Fonte: Autor (2020)

Os estudos apontam para a necessidade da realização da análise hidrológica, podendo a mesma ser utilizada como instrumento para gestão de conflitos na bacia hidrográfica, podendo aplicar a sazonalidade, conforme os resultados obtidos pelo balanço hídrico tanto pelo ano civil quanto pelo ano hidrológico. Sendo que de outubro a março pode-se outorgar 50% da vazão

medida no trecho e, de abril a setembro, redução de 50% do volume da outorga concedida, ou seja, outubro a março com $\frac{1}{2}$ da vazão real medida no trecho e, de abril a setembro, $\frac{1}{4}$ da mesma.

As definições desses períodos foram baseadas nos estudos do balanço hídrico climatológico, analisando os resultados do ano civil com o ano hidrológico, nas vazões (Quadro 3, pág. 66) a jusante da captação de abastecimento de água potável da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais.

5.12 Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais

Para termos segurança hídrica, temos que entender quais são as atividades exercidas na bacia hidrográfica e como essas atividades interagem entre si, analisando o uso e ocupação do solo e a utilização dos recursos. A nascente principal do córrego Entre Folhas – Minas Gerais está localizada próxima do divisor de água da bacia hidrográfica do córrego São Pedro, no município de Caratinga – MG, nas coordenadas geográficas 19° 38' 59.1" S e 42° 11' 48.5" O.

Observam-se nos metros iniciais da bacia os problemas de ocupação do solo e da má utilização dos recursos hídricos. Também percebe-se que a rodovia de acesso MG – 425 foi construída dentro da área que deveria ser protegida, ou seja, como preconiza a legislação vigente. Um raio de 50 m de distância a nascente deveria estar protegido sem nenhum tipo de utilização e/ou ocupação Figura 15 intervenções no entorno da nascente raio de 400 metros.

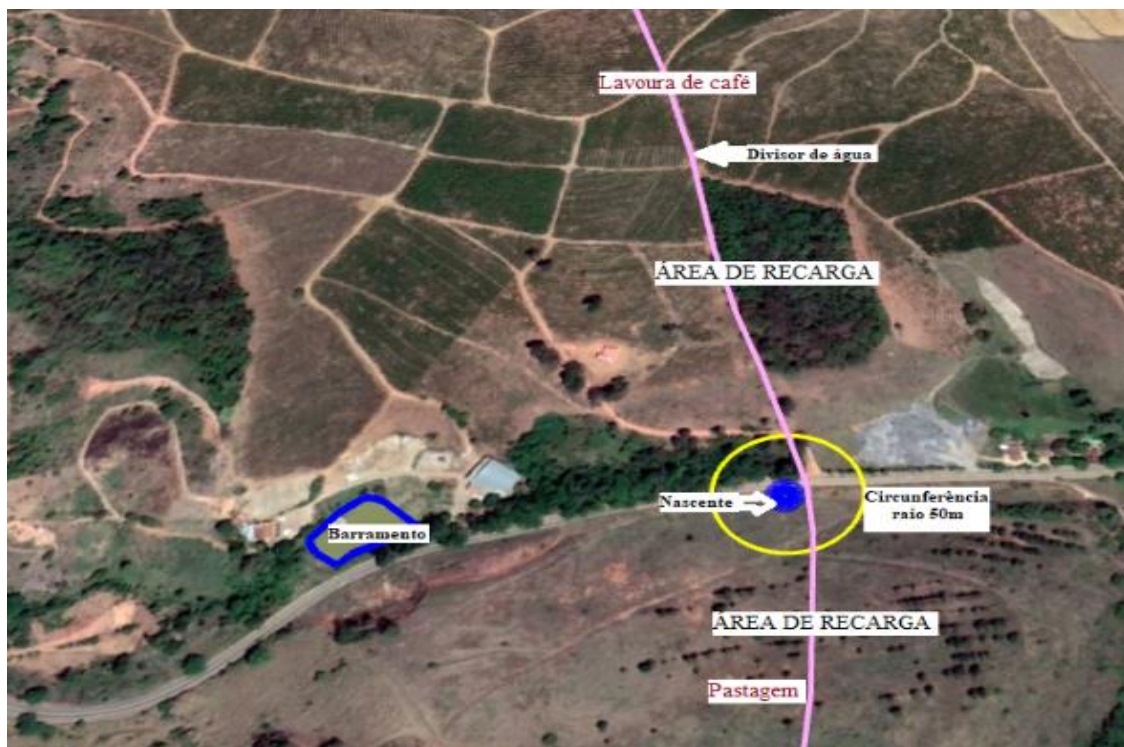


Figura 15 – Uso e ocupação do solo e recursos hídricos raio de 50 metros
Fonte: Autor (2020)

A nascente está inserida bem no centro de duas áreas de recarga que deveriam estar providas de vegetação nativa, principalmente nos topos de morros. Nota-se, na área, a utilização de forma inadequada do solo, provocando processos erosivos, desde a erosão laminar até a erosão em sulcos. Logo nos primeiros 313 m a jusante da nascente, pode-se observar nitidamente que o curso d'água vem sendo assoreado devido ao carreamento de material particulado. Essa situação vem agravando os problemas ambientais na bacia, tanto para o solo quanto para o principal manancial de abastecimento de água potável para o município de Entre Folhas – MG.

Na margem direita, observam-se imensas lavouras de café cobrindo o terço inferior, o médio e o superior da encosta. Este tipo de monocultura vem causando problemas de recarga para a nascente e o nível freático, com assoreamento do curso d'água.

Ainda nesta imagem, percebe-se que as residências foram construídas dentro da Área de Preservação Permanente – APP, em desacordo com o Código Florestal Estadual (Mineiro), o qual preconiza a proteção das APPs por parte do proprietário, bem como a autorização para sua utilização. Qualquer utilização sem o aval dos órgãos competentes acarretará em penalidades previstas na própria legislação.

Na margem esquerda, observa-se que a área de recarga da nascente encontra-se totalmente sendo utilizada para pastagem e cafeicultura. Esta área deveria estar com a cobertura vegetal formada, preferencialmente composta por vegetação nativa endêmica.

Verifica-se que logo abaixo da nascente existem vários pontos de captação e utilização do recurso hídrico sem as devidas autorizações, fato este confirmado por meio das planilhas de outorgas da bacia, fornecidas pelo órgão responsável pela deliberação, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, não constando os pontos de coordenadas outorgadas.

Nos últimos anos, o município tem passado por constantes problemas de abastecimento de água. Percebe-se que um dos fatores, além dos naturais, como a falta de chuva na região, são os barramentos em curso d'água.

Destaca-se que a 240,00 m da nascente aproximadamente há a existência de um grande barramento com uma lâmina d'água de 2.027,00 m², com uma profundidade média de 1,60 m, perfazendo um volume de 3.315,20 m³ de água armazenada. Somente esse reservatório, em momentos críticos de abastecimento, poderia fornecer água por cinco dias ao município, uma vez que em média são gastos cerca de 600 m³/dia.

Por meio de dados fornecidos pelo setor de tratamento de água da Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA, o consumo de água de sábado a quinta é de aproximadamente 600 m³/dia, e nas sextas-feiras passa para 650 m³/dia. Esta diferença deve

ocorrer provavelmente devido ao fato de a população estar fazendo a limpeza da casa no final de semana.

No diagnóstico realizado, percebe-se que esta situação de barramento nos cursos d'água da bacia é muito comum, sendo observada a sua existência não só no curso d'água principal, como em todos os tributários, sendo mais graves os situados a montante da captação da Estação de Tratamento de Água – ETA da COPASA, pois prejudicam diretamente o abastecimento. Essa situação se repete ao longo de toda a bacia, sendo que a partir das porções média e inferior a situação se agrava cada vez mais.

As atividades agropecuárias são mais intensas a cada ano: mais áreas são desmatadas para agricultura de subsistência, principalmente para o plantio do milho, feijão, hortaliças e capineiras. Culturas plantadas diretamente no solo, sem acompanhamento de engenheiros agrícolas, para correção do solo, ou práticas agrícolas mais sustentáveis. Observa-se esse tipo de ocorrência desde as margens dos cursos d'água, na porção média da encosta, até os limites da porção superior, sem nenhum tipo de planejamento e/ou gestão.

Nas áreas de várzeas, nota-se, são cultivadas hortaliças e leguminosas na meia encosta, com grande diversificação de lavouras: de café, milho, frutíferas e capineiras, tudo à base de irrigação, com captação direta nos cursos d'água, em sua grande maioria sem autorização.

Nas áreas mais elevadas, a prática da pecuária extensiva, com grandes áreas de pastagem, ocupa a maior parte da bacia. Observa-se que as propriedades que praticam apenas a pecuária têm causado um grande problema para os recursos hídricos, tais como: pisoteio do gado nas nascentes, dessedentação dos animais diretamente nos cursos d'água, dejetos dos animais em contato direto com a água,

O mais agravante é o lançamento dos efluentes domésticos diretamente nos cursos d'água, sem nenhum tipo de tratamento por parte das propriedades localizadas a montante da captação da COPASA.

As situações abordadas no parágrafo anterior podem ser observadas em toda a bacia hidrográfica, desde a nascente até a foz, localizada no município de Vargem Alegre – MG, onde o córrego Entre Folhas deságua no córrego do Boi.

No levantamento realizado, observou-se que somente a montante da captação existem 158 residências unifamiliares. Dessas, apenas 07 possuem fossa séptica. Conforme o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2018 – SNIS, o consumo médio de água por habitante é de 154,9 hab/dia.

Esses dados permitem ter uma ideia do volume de esgoto lançado todos os dias no curso d'água, sem contar a poluição e contaminação oriundas dos currais que estão instalados dentro

das APPs, assim como a utilização de agrotóxicos nas lavouras e culturas de subsistência. Estes são lançados e carregados para o leito dos cursos d'água.

A bacia possui cerca de 308 nascentes e grande parte delas estão sem as devidas proteções e cuidados, como preconizam as legislações. Ao mesmo tempo fazem captações de forma irregular. Em muitos casos, as nascentes ficam confinadas dentro da propriedade.

Poucas ações foram adotadas pela municipalidade, COPASA, IGAM e Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Caratinga – CBH – Caratinga, no qual uma parte da bacia está inserida. A ação mais recente realizada pela Secretaria de Meio Ambiente e Agricultura do município de Entre Folhas, com projeto de recuperação de nascente, consiste em cercamento e plantio de vegetação frutífera na área. A prática de cercamento e plantio nas nascentes é apenas uma das etapas para melhorar a qualidade da água, e nada mais é que apenas uma proteção. A recuperação e aumento na produção de água ocorrerá nas áreas de recargas, nos topos de morro, com plantio de vegetação nativa, preferencialmente por vegetação endêmica. Desta forma, estará produzindo água em quantidade, que chegará até a nascente, com o aumento considerável do volume.

Os resultados obtidos na análise hidrológica e cálculos do balanço hídrico permitem ainda a implantação da outorga sazonal na bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas e na região, servindo como instrumento de gestão de conflitos e uma melhor distribuição de recursos hídricos, de forma sustentável durante todo o ano.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

A principal nascente da bacia hidrográfica do córrego Entre Folhas – Minas Gerais no passado não muito distante não tiveram a preocupação de seguir o que está preconizada na legislação ambiental no que diz respeito a proteção da nascente, haja vista, a mesma está com sua área de recarga desprovida de vegetação, proteção, a legislação é bem clara quanto a proteção, ou seja, um raio de 50 metros em seu entorno deveria estar sem nenhum tipo construções, ocupação e/ou intervenção. Está falta de comprometimento em proteger as nascentes ocorre não só na nascente principal, mas sim em praticamente quase 60% das nascentes da bacia.

Os resultados obtidos pela caracterização física da bacia, levantamento de outorgas da bacia e balanço hídrico se mostraram consistentes, permitindo concluir que os objetivos propostos para o presente estudo foram alcançados de forma adequada. Assim, frente à metodologia aplicada e aos dados analisados, foi possível, primeiramente, concluir que a utilização do uso do solo é um fator preocupante na bacia do córrego Entre Folhas. Tal

afirmação se baseia na utilização dos recursos hídricos de forma irregular, principalmente quando comparamos tal utilização com a declividade do terreno e a classificação hipsométrica, verificando-se e necessitando de um planejamento e gestão voltada para o uso e ocupação do solo.

Os critérios utilizados pelas legislações quanto às vazões ambientais não têm levado em consideração as características físicas da região, a disponibilidade hídrica e o balanço hídrico para emissão das outorgas, o que vem agravando a escassez hídrica e riscos iminentes de conflitos.

Pelos resultados obtidos na análise hidrológica, no levantamento das outorgas concedidas, as demandas pelo recurso hídrico e os cálculos do balanço hídrico indicam que é possível aumentos significativos e regulados, se for adotado o critério da sazonalidade, passando a utilizar critérios mensais.

As outorgas devem ser emitidas após a análise das questões sazonais, mensurando-se a vazão real, para posteriormente se aplicar os critérios (de outorga).

Conclui-se pela implantação da análise hidrológica para gestão de conflitos na bacia hidrográfica, que é possível aumentar a disponibilidade hídrica para os períodos de maior vazão e controlar, nos períodos de menor vazão, evitando ainda a geração de conflitos relativos à utilização dos recursos hídricos.

Tudo isso faz da gestão um grande desafio. Porém, a questão do desafio é necessária para que sejam colocadas à prova as instituições de um estado democrático de direitos. Se assim não fosse, como poderia? Pela força? Poder econômico? Ser amigo do rei? Não. A sociedade atual quer e deve primar pela igualdade de direitos. O primeiro deles é o direito à vida. Ter direito à vida significa também ter direito à água.

Diante das variações das vazões outorgáveis anuais e as variações sazonais, não justifica que as outorgas continuem a ser emitidas como se não ocorressem essas variáveis.

Pela análise hidrológica, juntamente com o balanço hídrico proposto por meio do método de Thornthwaite-Mather de 1955, pode-se propor planos de gerenciamento dos recursos hídricos para a bacia, de forma sustentável, sem sobrecarregar os recursos e evitando-se, ainda, possíveis conflitos. Ainda por meio dos cálculos do balanço hídrico da bacia hidrográfica, é possível avaliar os meses de deficiência e de excesso hídrico no solo.

O balanço hídrico, uma ferramenta de grande importância para a gestão de recursos hídricos, permitiu avaliar todas as variáveis desde o volume de precipitação, o excesso de água no solo e o armazenamento. Somente a $Q_{7,10}$ não garante que a outorga concedida esteja sendo utilizada de forma correta. Desta forma, necessita-se de outros meios mais rigorosos de controle

que garantam o cumprimento da legislação e estabeleçam mecanismos que permitam a disponibilidade de recursos hídricos de forma justa, evitando problemas ou até solucionando possíveis conflitos na bacia.

O presente trabalho recomenda a aplicação de todos os estudos da bacia para posterior aplicação de metodologia, tanto para as regiões que não tenham conflitos como para aquelas que estejam passando por conflitos relacionados à utilização do uso da água, sejam eles provocados pelas estiagens ou pela escassez.

Antes de ser aplicada a liberação de outorgas por meio da Q_{7, 10}, tem que ser realizado todo um diagnóstico da bacia, envolvendo a análise hidrológica, a morfometria, disponibilidade hídrica, balanço hídrico e medições das vazões nos locais circunscritos às áreas de abrangência desta pesquisa.

Para os pedidos de utilização de uso insignificante dos recursos hídricos, deve-se cobrar do requerente relatório semestral da captação, com ART de um técnico responsável, ressaltando-se que essas informações serão analisadas a qualquer tempo. Caso haja inconformidade, aplicar-se-ão as penalidades previstas em lei.

Para as solicitações de outorga, além dos equipamentos de medições já previstas nas portarias do IGAM, uma ART de um engenheiro responsável pelas informações contidas no processo seria de grande valia, haja vista penalizar e/ou cancelar as outorgas que porventura tenham sido emitidas com informações imprecisas.

Fica aqui a proposição de que a captação de água bruta para tratamento e abastecimento de água potável para os municípios seja feita a jusante das cidades, para que, desta forma, se obrigue as empresas responsáveis pelo sistema de abastecimento adotarem mais cuidado com os mananciais, promovendo o tratamento dos resíduos líquidos domiciliares com mais seriedade, melhorando a qualidade de vida de toda a população e garantindo a quantidade, qualidade e disponibilidade de água, sem geração de conflitos.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. **Home page**. <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-10/agua-no-brasil-da-abundancia-escassez> - Acessado em 17 de outubro de 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil informe 2010**. Brasília, 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Plano Nacional de Segurança Hídrica / Agência Nacional de Águas**. – Brasília: ANA, 2019.
<https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/1118/1/Tcc%20Jefferson%20Brito.pdf>

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, informe 2015**. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.ana.gov.br>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS-ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil. informe 2018**. Ed. Especial. Brasília: ANA, 2018. Disponível em: <http://www.ana.gov.br>. Acesso em: 02 de novembro de 2020.

ALMEIDA, M. A.; CURTI, W.F “Gestão do uso de água na bacia do Rio Paraíba, PB, Brasil com base em modelos de outorga e cobrança,” **Ambient. e Água**, vol. 11, no. 4, p. 989, Oct. 2016.

AMORIM, A. L.; RIBEIRO, M.M.R.; BRAGA, C.F.C. 2016. Conflitos em bacias hidrográficas compartilhadas: o caso da bacia do rio Piranhas-Açu/PB-RN. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 21, n. 1, p. 36-45, 2016.

ASFAW, D.; WORKINEH, G. (2019). Quantitative analysis of morphometry on Ribb and Gumara watersheds: Implications for soil and water conservation. **International soil and water conservation research**, 7 (2), 150-157. Doi: 10.1016/j.iswcr. 2019.02.003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: Informação e documentação – Citações em documentos – Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: Informação e documentação – Referências – Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

BARROS, F. M.; MARTINS, I. S. B. Caracterização morfométrica da bacia

BERBEL, SCHELLEKENS, EXPÓSITO, BORREGO, MONTILLA-LOPEZ AND (2018) **Review of alternative water allocation options** – Annex Report. Deliverable to Task A4B of the BLUE2 project “Study on EU integrated policy assessment for the freshwater and marine environment, on the economic benefits of EU water policy and on the costs of its non-implementation”. Report to Directorate General for the Environment of the European Commission.

BERTONI, J.C.; TUCCI, C.E.M. Precipitação. In: TUCCI, C.E.M.; SILVEIRA, A. L. L. (EDS.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: ABRH, 2009.

BICUDO, C.E.de M.; TUNDISI, J.G.; SCHEUENSTUHL, M.C.B., orgs. **Águas do Brasil: análises estratégicas**. São Paulo, Instituto de Botânica, 2010. 224 p.

BORSATO, F. H. **Caracterização física das bacias de drenagem do município de Maringá e os postos de combustíveis como potenciais poluidores**. 2005. 257p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Maringá. Maringá.

BORSATO, F. H.; MARTONI, A. M. Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no Município de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences Maringá**, v. 26, n. 2, p. 273-285, 2004.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm Acesso em: 05 de jul. 2019.

CALIJURI, M.C.; BUBEL, A.P.M. Conceituação de Microbacias. *In*: LIMA, W de P.; ZAKIA, M.J.B. (Orgs.) **As florestas plantadas e a água. Implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento**. São Carlos: Ed. **RIMA**, 2006. 226p.

CAMARGO, A. P.; CAMARGO, M. B. P. **Uma revisão analítica da evapotranspiração potencial**. *Bragantia*, v. 59, n. 2, p. 125-137, 2000

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, v.30, n.2, p.241-248, 2006. Disponível em: <http://ww.scielo.br/pdf/rarv/v30n2/a11v30n2.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2019.

CARVALHO, R. G. de. As bacias hidrográficas enquanto unidades de planejamento e zoneamento ambiental no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n.36, Volume Especial, p. 26-43, 2014. Disponível em: <https://goo.gl/mPik8a>. Acesso em 20 jun.2020.

CARVALHO, W. M.; VIEIRA, E. O.; ROCHA, J. M. J.; PEREIRA, A. K. S.; CARMO, T. V. B. Caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica do córrego do Malheiro, no município de Sabará – MG. **Revista Irriga**, v.14, n.3, p.398-412, 2009.

CHOW, V.T.; MAIDMENT, D. R.; MAYS, L. W. (1998). *Applied Hydrology*. **McGraw – Hill**. 572 p.

CHOW, Ven Te (Ed.). **Handbook of applied Hidrology**. New York: McGraw-Hill, p.439-476, 1964.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. **Revista Geomorfologia**, v.18, n.9, p.35-64, 1969.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: **Edgard Blucher**, 1974.
 COSTA, E. S.; SALLA, M. R.; PEREIRA, C. E.; LIMA, G. DE. Otimização do aproveitamento hídrico superficial no alto curso do rio Uberaba, Triângulo Mineiro. **Sociedade & Natureza**, v. 31, p. 1-21, 2019. <https://doi.org/10.14393/SN-v31-2019-41033>. Acessado em 28 Dez. 2019.

COSTA, M. M. L.; CAVALCANTE, A. S.; VILARINHO, C. M. R.; MÜLLER, M. G.; MONTE-MOR, R. C. A. Conflitos pelo uso da água na bacia do Rio Paracatu. *In: III Simpósio da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Anais*. Belo Horizonte (MG) Online, 2020. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/IIISBHSF/266423-CONFLITOS-PELO-USO-DA-AGUA-NA-BACIA-DO-RIO-PARACATU>. Acesso em: 10/01/2021

DA SILVA, L.A.; DA SILVA, A. M.; COELHO, G.; PINTO, L. C.; EDURADO, E.N. Vazões mínimas e de referências e rendimento específico para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias [on line]**, v. 12, n. 4, p. 543-549, 2017. Recife, PE. Acessado 30 de jan 2021. ISSN: 1981-1160. Disponível em: <https://www.agraria.ufrpe.br> DOI:10.5039/agraria.v12i4a5467

DA SILVA, W. R.; SILVA, M. R.; PIRES, T. B. Artigo 266 o uso sustentável e a qualidade da água na produção animal. Mato Grosso, MT, Brasil. **Revista Eletrônica Nutritime**. V.11, n. 05, p. 3617-3636, 2014. ISSN 1983-9006. Disponível em: www.nutritime.com.br.

DE LIMA, G.A.; GENEROSO, C.M.; DOS SANTOS, C.M.; SILVA, L.A.; SOUSA, R.G. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão: estudo de caso Ribeirão Isidoro. **VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campina Grande**, Paraíba. 21 a 24/11/2016.

Disponível in: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/4691>. Date accessed: 17 out. 2021.

Disponível em: <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/1785/> Doi: 10.14583/2318-7670.v02n04a05. Acessado em 02 mar. 2019.

DENSKI, A. P. N.; BACK, A. J. Tendência climatológico nos elementos meteorológicos e na evapotranspiração de referência de Urussanga-SC (Climatological trends in weather elements and in evapotranspiration series of Urussanga, Santa Catarina state). **Revista Brasileira de Climatologia**. [S. 1], v. 17, dec. 2015. ISS 2237-8642. Disponível em:

<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/38400>. Acesso em: 27 Nov 2020. Doi: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v17i0.38400>.

Disponível em: <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/1785/> Doi: 10.14583/2318-7670.v02n04a05. Acessado em 02 mar. 2019.

ENTRE FOLHAS - MG. Decreto nº 036, de 19 de outubro de 2015. Declara situação de emergência no município de Entre Folhas, em razão da seca, estiagem prolongada e falta de abastecimento de água potável e dá outras providências. **Decreto**, Entre Folhas, ano 2015, n. 036, 2015.

FINKLER, N.; LUDMILSON, M.; TAISON, B.; VANIA, S (2015). Estudo de regionalização de vazões de referências em uma pequena bacia hidrográfica. *In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. nº 28., 2015, Rio de Janeiro – RJ.

FRAGA, M. S.; FERREIRA, R. G.; SILVA, F. B.; VIEIRA, N. P. A.; SILVA, D. P.; FRANÇA JUNIOR, P. *et al.* **Caracterização hidromorfológica da bacia do córrego Pinhalzinho Segundo** – Umuarana-PR. Universidade Federal de Viçosa – UFV, 2007.

GALVÍNIO, J. D.; SOUSA, F. de A. S. de. Uso do modelo TOPAZ para a caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica do açude Epitácio Pessoa. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.9, n.3, p.69-75, 2004. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=1&ID=30&SUMARIO=1513>. Acesso: 02 mar. 2019.

GUPPY, L.; ANDERSON, K (2017). **Water Crisis Report**. United Nations University Institute for Water, Environment and Health, Hamilton, Canada. Disponível em: <http://inweh.unu.edu>. Acesso 24 de nov 2020.

GUSMÃO, A. C. V. L. **Mapeamento da evapotranspiração real por imagens orbitais em bacia representativa no estado de Pernambuco**. Recife, 2017, 101p. Tese (Doutorado), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola.

GUTEMA, D.; KASSA, T.; SIFAN, A.; KORICHE (2017). Morphometric analysis to identify erosion prone areas in the upper blue Nile using GIS: case study of Didessa and Jema sub-basin, Ethiopia. **International Research Journal of Engineering and Technology**, 04(08). hidrográfica do Rio Catolé Grande, Bahia, Brasil. *Nativa*, v. 2, n. 4, p. 214-218, 2014. Horizonte: Editora UFMG, v. 7, 588p <http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/Percurso/article/view/24262> Doi: <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/handle/ana/82>

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology, **Geol. Soc. America Bulletin** (1945), 56 (3), pp. 275-370.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manuais Técnicos em geociências: Manual Técnico de uso da Terra**. 3ª ed. Rio de Janeiro. 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manuais Técnicos em geociências: Manual Técnico de uso da Terra**. 3ª ed. Rio de Janeiro. 2018.

IGAM: INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Legislação Estadual**. Disponível em: http://www.igam.mg.gov.br/leg_est.php. Acesso em: 11 de novembro de 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Populacional, 2018**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 23 de dezembro de 2020.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Mitigation of climate change. Working group III contribution to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. United States of America, 2014. Disponível em: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_full.pdf. Acesso: 13 de setembro de 2021.

LIMA, C.D.S.; CORREA, A.C.D.B.; NASCIMENTO, N.R.D (2011) Analysis of the morphometric parameters of the Rio Preto Basin, Serra do Espinhaço (Minas Gerais, Brazil, São Paulo, UNESP). **Geociências** 30(1):105–112.

MEDEIROS, R. M.; HOLANDA, R.M. Sequential water balance for Lagoa Seca, Paraíba, southeastern Brasil. **Research, Society and Development**, [S.l], v. 9, n. 7, p. e643974691, 2020. doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4691>.

MEDEIROS, R. M.; SANTOS, D. C.; CORREIA, D. S.; OLIVEIRA, V.G.; RAFAEL, A. R. (2013). “**Estudo da precipitação pluviométrica no município de Campinas do Piauí**” in Anais do I Congresso internacional de Ciências Biológicas / II Congresso nacional de Ciências Biológicas / VI Simpósio de Ciências Biológicas, Recife-PE, Nov, 2013. Disponível em: <http://www.unicap.br/simcbio/wp-content/uploads/2014/09/ESTUDO-DAPRECIPITA%C3%87%C3%83O-PLUVIOM%C3%89TRICA-NO-MUNIC%C3%8DPIO-DECAMPINAS-DO-PIAU%C3%8D.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2021.
MELLO, C. R.; SILVA, A. M. Hidrologia: princípios e aplicações em sistemas agrícolas. Lavras, MG: Ed. UFLA, 2013. 455 p.

MELO, C. R. et al. Avaliação da segurança hídrica para abastecimento público na região metropolitana de Belo Horizonte: Estudo da crise hídrica 2014 – 2015. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S. 1], v. 27, out, 2020. ISSN 2237 – 8642. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistsabclima/article/view/62462>. Acesso em: 23 set. 2021. Doi: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v27i0.62462>.

MINAS GERAIS. **Instituto Mineiro de Gestão das Águas**. Portaria n° 48, de 04 de outubro de 2019: Estabelece normas suplementares para a regularização dos recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Disponível em: <http://siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=4971>. Acesso em: 13 de outubro de 2020.

MONTEIRO, R.N.F.; JUNIOR, A.S. de ANDRADE.; LEITE, K.N.; SILVA, A.O.; BRITO, R.R. **Balanco hídrico climatológico e classificação climática de Thornthwaite para o município de Groaíras-CE**. Embrapa Meio-Norte, Teresina-PI, 2011.

MOREIRA, H. S. et al. Cenários de disponibilidade hídrica para concessão de outorga: estudo de caso da Bacia Vertentes do Rio Grande, Estados de Minas Gerais e São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, [S. l.], v. 7, n. 15, p. 341-350, 2020.

OLIVEIRA, L. F. C.; FIOREZE, A. P. Estimativas de vazões mínimas mediante dados pluviométricos na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara, Goiás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.15, n.1, p.9–15, 2011.Campina Grande. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000100002>. Acesso: 23 de Dez de 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Declaração Universal dos Direitos Humanos**, 2020. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/declaracao-universal-dos-direitos-humanos>. Acesso em: 15 dez. 2020.

PAIVA, J.B.D.de.; PAIVA, E.M.C.D. **Hidrologia aplicada á gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, 2001. 625 pp.

PEDROSA, V. A. **Solução de conflitos pelo uso da água**. Serra, ES: 2017.

PENA, R. F. A. Escassez de água no Brasil; **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/escassez-agua-no-brasil.htm>. Acesso em 17 de outubro de 2021.

PEREIRA, E. M. **Análise de conflitos pelo uso da água relacionados à oferta e à demanda: Bacia do Rio Piracicaba – MG**. Belo Horizonte: UFMG, 2012.

PEREIRA, G.; SILVA, M. E. S.; MORAES, E. C.; CARDOZO, F. S. Avaliação dos dados de precipitação estimados pelo satélite TRMM para o Brasil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 18, n. 3, p. 139-148, 2013. doi: 10.21168/rbrh.v18n3.p139-148

PETERSEN-PERLMAN, Jacob D., Jennifer C. Veilleux & Aaron T. Wolf (2017): **International water conflict and cooperation: challenges and opportunities**. Water International, 2017. DOI : 10.1080 / 02508060.2017.1276041

PINTO, L. V. A. **Caracterização física da sub-bacia do ribeirão Santa Cruz, Lavras-MG e propostas de recuperação de suas nascentes**. 2003. 165p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

RAMOS, D. D. *et al.* Sazonalidade hídrica na concessão de outorga e impacto da irrigação na Bacia do Rio Dourados, MS, Brasil. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.** [online]. 2017, vol.21, n.7, pp.499-504. ISSN 1807-1929. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n7p499-504>.

REIS, B. C.; DIAS, D. A. F.; VIEIRA, E. M. (2020). Analysis integrated morphometric and occupation in small drainage basin: Case study of the Santa Maria stream, Conceição de Ipanema-MG. **Research, Society and Development**, 9(10), e3359108464. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8464>

RIBEIRO. J.; LEMOS. R.; COTA. G.; MAGALHÃES JUNIOR. A.; PERON. G. A abordagem de conflitos pelo uso da água na gestão de recursos hídricos – reflexões a partir do contexto da bacia do alto Rio das Velhas/MG. **Revista Caminhos de Geografia**, v.19, n. 68, p. 343-360, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/RCG196823> rnos%20de%20Recursos%20H%C3%ADricos%204.pdf. Acesso em: 28 de outubro de 2020.

RODRIGUES, C.; ADAMI, S. **Técnicas fundamentais para o estudo de bacias hidrográficas**. In: VENTURI, L. A. B. (Org). *Praticando geografia: técnicas de campo e laboratório*. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. Cap. 9, p. 147 – 166.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; LEAL, A. C. **Planejamento ambiental de bacias hidrográficas desde a visão da geoecologia da paisagem**. In. FIGUEIRÓ, A. S.; FOLETO, E (org.). *Diálogos em geografia física*. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2011.

ROSSI, R. A.; SANTOS, E. **Conflito e regulação das águas no Brasil – a experiência do Salitre**. *Cad. CRH* [online]. 2018, vol.31, n.82, pp.151-167. ISSN 1983-8239. <https://doi.org/10.1590/s0103-49792018000100010>. Acesso 10 de dez 2020.

SANTOS, I.; FILL, H. D.; SUGAI, M. R. V. B.; BUBA, H.; KISHI, R. T. SANTOS, C. A. G.; SILVA, R. M.; SILVA, A. M.; BRASIL NETO, R. M. Estimation of evapotranspiration for different land covers in a Brazilian semi-arid region: A case study of the Brígida River basin, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 74, p. 54-66, 2017b. doi: 10.1016/j.jsames.2017.01.002

SANTOS, G.; SILVA, A.; BRAZ, A.; CARNEIRO, F. (2018). Caracterização morfométrica das bacias hidrográficas inseridas no município de Rio Verde, Goiás, como ferramenta ao planejamento urbano e agrícola. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 22, p.01-13. Doi:<https://doi.org/10.5902/2236499426572>

SILVA, A. O.; MOURA, G. B. A.; KLAR, A. E. Classificação climática de Thornthwaite e sua aplicabilidade agroclimatológica nos diferentes regimes de precipitação em Pernambuco. **Brazilian Journal of Irrigation and Drainage - Irriga**, v. 19, n. 1, p. 46, 2014.

SILVA, B. M.B.; SILVA, D.D.; MOREIRA, M. C. Influência da sazonalidade das vazões nos critérios de outorga de uso da água: estudo de caso da bacia do Rio Paraopeba. **Revista Ambiente & Água**, v. 10, n. 3, p.623-634, 2015. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1587>. Acessado em 23 nov 2020.

SILVA, G.C.*et al.* Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Riacho Rangel - Piauí, Brasil. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer** - Goiânia, v. 15 n. 28; p. 2018. https://doi.org/10.18677/EnciBio_2018B22. Acessado em nov 2020.

SILVA, J. G.; FEITOZA, V. S.; GONÇALVES, J. A. C. Dry stream microbacy Water Balance in Caratinga, Minas Gerais, southeastern Brazil. **Research, Society and Development**, Itabira, v. 8, n. 12, p. e518121898, nov. 2019. ISSN 2525-3409. Available at: <https://rsd.unifei.edu.br/index.php/rsd/article/view/1898>. Date accessed: 28 nov. 2019. doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v8i12.1898>.

SILVA, J. G.; FERREIRA, A.G.; RODRIGUES, K.R.; CORDEIRO, E. W.F. Morfometria da bacia hidrográfica do ribeirão do Lage, Caratinga – MG. *In*: SILVA, H. C. **Engenharia sanitária e ambiental [recurso eletrônico]: tecnologias para a sustentabilidade 5** – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020, p.143 – 153. <https://doi.org/10.22533/at.ed.572200107>

SINGH.P.; GUPTA A.; SINGH. M (2014) Hydrological Inferences from Watershed analysis for water resource management using remote sensing and GIS techniques. **Egypt J Remote Sens Space Sci** 17:111–121.

SONI, S. (2016) **Assessment of morphometric characteristics of Chakrar watershed in Madhya Pradesh India using geospatial technique**. Applied Water Science (2017) 7: 2089-2102. DOI 10.1007 / s13201-016-0395-2

SOUSA, F. R. C. DE. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Tapuio (Ceará–Brasil). **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 2, p. 555-564, 27 out. 2016.

SOUZA, R. Ações antrópicas no meio ambiente; **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/acoes-antropicas-no-meio-ambiente.htm>. Acesso em 17 de outubro de 2021.

SREEDEVI. P.D.; SREEKANTH. P.D.; KHAN. H.H.; AHMED.S (2013) **Drainage morphometry and its influence on hydrology in an semi arid region: using SRTM data and GIS**. *Environ Earth Sci* 70(2):839–848

STRAHLER, A.N. 1952. **Hypsometric analysis of erosional topography**. *Geol. Soc. America Bulletin*, 63, p. 1117-1142.

STRAHLER, A. N. **Dimensional analysis applied to fluvial eroded landforms**. *Geol. Soc. America Bulletin* (1958), 69, pp. 279-300.

STRAHLER, A. N. Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. *In*: STRAUCH, M. O sistema de proteção dos recursos hídricos no Brasil. *In*: STRAUCH, M.; BERWIG, J. A (Org). *Gestão de bacias hidrográficas: Bases legais*. 1ª ed. São Paulo: **Editora Perse**, 2017. P. 8-18.

TEODORO, V. L. I. *et al*. Conceito de Bacia Hidrográfica e a Importância da Caracterização Morfométrica para o Entendimento da Dinâmica Ambiental Local. **REVISTA UNIARA**, n.20, 2007.

THORNTON, C. W. **The Moisture Factor in Climate**. *Am Geophys Union Trans.*, v. 27, p. 41 – 48, 1946.

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

THORNTON, C.W. 1948. Problems in the classification of climates, **Geogr. Rev.**, 33, 233-255.

TRATA BRASIL. (2018). **Acesso à água nas regiões Norte e Nordeste do Brasil: desafios e perspectivas**. Disponível em http://tratabrasil.org.br/images/estudos/acessoagua/tratabrasil_relatorio_v3_A.pdf. Acesso em 31 jan de 2021.

TUCCI, C. E. M. Regionalização das Vazões. Agência Nacional de Energia Elétrica – 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. *et al*. **Hidrologia: Ciência e aplicação**. 3ª ed. 1ª reimpressão, Porto Alegre: Ed. da UFRGS/ABRH, 2004. 943p.

USGS. **United States Geological Survey**. 2019. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 20 de novembro de 2019.

VIEIRA, E. O. **Águas superficiais e subterrâneas**. Montes Claros: UFMG/NCA, 2006.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. (1975). **Hidrologia Aplicada**. Ed. McGraw-Hill do Brasil, 245 p., 1975.

APÊNDICE – Tabelas do balanço hídrico do córrego Entre Folhas – Minas Gerais de 1961 a 2020

Tabela 1 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 1961

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	408	47	361	0	0	100	0	47	0	361
Fevereiro	87	67	20	20	0	100	0	67	0	20
Março	50	88	-38	0	-38	68	-32	82	6	0
Abril	56	73	-17	0	-55	58	-10	66	7	0
Mai	10	64	-54	0	-109	34	-24	34	30	0
Junho	2	72	-70	0	-179	17	-17	19	53	0
Julho	0	85	-85	0	-264	7	-10	10	75	0
Agosto	0	122	-122	0	-386	2	-5	5	117	0
Setembro	0	164	-164	0	-550	0	-2	2	162	0
Outubro	25	156	-131	0	-681	0	0	25	131	0
Novembro	65	130	-65	0	0	100	100	-35	165	0
Dezembro	134	116	18	18	0	100	0	116	0	18
Σ	837	1184	-347	38	-2262	586	0	438	746	399
Média	70	99	-29	3	-189	49	0	37	62	33

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 1961

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 2 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 1962

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	496	52	444	444	0	100	0	52	0	444
Fevereiro	211	51	160	160	0	100	0	51	0	160
Março	42	76	-34	0	-34	71	-29	71	5	0
Abril	44	73	-29	0	-63	53	-18	62	11	0
Mai	3	63	-60	0	-123	29	-24	27	36	0
Junho	27	59	-32	0	-155	21	-8	35	24	0
Julho	27	73	-46	0	-201	13	-8	35	38	0
Agosto	0	3	-3	0	-204	13	0	0	3	0
Setembro	20	21	-1	0	-205	13	0	20	1	0
Outubro	87	23	64	64	-26	77	64	23	0	0
Novembro	77	20	57	57	0	100	23	20	0	34
Dezembro	48	15	33	33	0	100	0	15	0	33
Σ	1082	529	553	758	-1011	690	0	411	118	671
Média	90	44	46	63	-84	58	0	34	10	56

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 1962

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 3 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 1963

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	30	117	-87	0	0	100	0	30	87	0
Fevereiro	94	94	0	0	0	100	0	94	0	0
Março	0	138	-138	0	0	100	0	0	138	0
Abril	59	58	1	1	0	100	0	58	0	1
Mai	0	78	-78	0	-78	46	-54	54	24	0
Junho	0	95	-95	0	-173	18	-28	28	67	0
Julho	0	109	-109	0	-282	6	-12	12	97	0
Agosto	0	142	-142	0	-424	1	-5	5	137	0
Setembro	0	125	-125	0	-549	0	-1	1	124	0
Outubro	10	125	-115	0	-664	0	0	10	115	0
Novembro	137	49	88	88	-12	88	88	49	0	0
Dezembro	189	139	50	50	0	100	12	139	0	38
Σ	519	1269	-750	139	-2182	659	0	480	789	39
Média	43	106	-63	12	-182	55	0	40	66	3

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 1963

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 4 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 1964

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	493	58	435	435	0	100	0	58	0	435
Fevereiro	225	64	161	161	0	100	0	64	0	161
Março	233	73	160	160	0	100	0	73	0	160
Abril	43	68	-25	0	0	100	0	43	25	0
Mai	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0
Junho	12	41	-29	0	-29	75	-25	37	4	0
Julho	68	85	-17	0	-46	63	-12	80	5	0
Agosto	3	48	-45	0	-91	40	-23	26	22	0
Setembro	16	48	-32	0	-123	29	-11	27	21	0
Outubro	140	26	114	114	0	100	71	26	0	43
Novembro	235	37	198	198	0	100	0	37	0	198
Dezembro	389	17	372	372	0	100	0	17	0	372
Σ	1857	565	1292	1440	-289	1007	0	488	77	1369
Média	155	47	108	120	-24	84	0	41	6	114

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 1964

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 5 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 1965

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	195	44	151	151	0	100	0	44	0	151
Fevereiro	191	48	143	143	0	100	0	48	0	143
Março	112	47	65	65	0	100	0	47	0	65
Abril	95	35	60	60	0	100	0	35	0	60
Mai	38	41	-3	0	-3	97	-3	41	0	0
Junho	12	41	-29	0	-32	73	-24	36	5	0
Julho	47	48	-1	0	-33	72	-1	48	0	0
Agosto	0	46	-46	0	-79	45	-27	27	19	0
Setembro	16	47	-31	0	-110	33	-12	28	19	0
Outubro	209	38	171	171	0	100	67	38	0	104
Novembro	392	41	351	351	0	100	0	41	0	351
Dezembro	138	63	75	75	0	100	0	63	0	75
Σ	1445	539	906	1016	-257	1020	0	496	43	949
Média	120	45	76	85	-21	85	0	41	4	79

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 1965

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 6 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 1967

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	233	66	167	167	0	100	0	66	0	167
Fevereiro	162	57	105	105	0	100	0	57	0	105
Março	128	68	60	60	0	100	0	68	0	60
Abril	86	40	46	46	0	100	0	40	0	46
Mai	9	40	-31	0	-31	73	-27	36	4	0
Junho	0	67	-67	0	-98	37	-36	36	31	0
Julho	2	76	-74	0	-172	18	-19	21	55	0
Agosto	0	102	-102	0	-274	6	-12	12	90	0
Setembro	1	103	-102	0	-376	2	-4	5	98	0
Outubro	25	123	-98	0	-474	1	-1	26	97	0
Novembro	36	136	-100	0	-574	0	-1	37	99	0
Dezembro	230	62	168	168	0	100	100	62	0	68
Σ	912	940	-28	546	-1999	637	0	466	474	446
Média	76	78	-2	46	-167	53	0	39	40	37

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 1967

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 7 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 1972

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	44	116	-72	0	0	100	0	44	72	0
Fevereiro	62	98	-36	0	0	100	0	62	36	0
Março	109	73	36	36	0	100	0	73	0	36
Abril	72	57	15	15	0	100	0	57	0	15
Mai	21	69	-48	0	-48	62	-38	59	10	0
Junho	0	71	-71	0	-119	30	-32	32	39	0
Julho	44	71	-27	0	-146	23	-7	51	20	0
Agosto	21	68	-47	0	-193	14	-9	30	38	0
Setembro	27	99	-72	0	-265	7	-7	34	65	0
Outubro	116	80	36	36	-84	43	36	80	0	0
Novembro	212	72	140	140	0	100	57	72	0	83
Dezembro	199	76	123	123	0	100	0	76	0	123
Σ	927	950	-23	350	-855	779	0	670	280	257
Média	77	79	-2	29	-71	65	0	56	23	21

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 1972

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 8 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 1973

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	148	105	43	43	0	100	0	105	0	43
Fevereiro	37	80	-43	0	0	100	0	37	43	0
Março	349	65	284	284	0	100	0	65	0	284
Abril	47	65	-18	0	0	100	0	47	18	0
Mai	79	60	19	19	0	100	0	60	0	19
Junho	5	61	-56	0	-56	57	-43	48	13	0
Julho	25	58	-33	0	-89	41	-16	41	17	0
Agosto	23	87	-64	0	-153	22	-19	42	45	0
Setembro	39	99	-60	0	-213	12	-10	49	50	0
Outubro	236	55	181	181	0	100	88	55	0	93
Novembro	164	59	105	105	0	100	0	59	0	105
Dezembro	234	73	161	161	0	100	0	73	0	161
Σ	1386	867	519	793	-511	932	0	681	186	705
Média	116	72	43	66	-43	78	0	57	16	59

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 1973

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 9 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 1974

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	129	78	51	51	0	100	0	78	0	51
Fevereiro	17	80	-63	0	0	100	0	17	63	0
Março	148	75	73	73	0	100	0	75	0	73
Abril	89	56	33	33	0	100	0	56	0	33
Mai	27	59	-32	0	-32	73	-27	54	5	0
Junho	13	69	-56	0	-88	41	-32	45	24	0
Julho	0	83	-83	0	-171	18	-23	23	60	0
Agosto	2	92	-90	0	-261	7	-11	13	79	0
Setembro	0	131	-131	0	-392	2	-5	5	126	0
Outubro	226	98	128	128	0	100	98	98	0	30
Novembro	67	92	-25	0	0	100	0	67	25	0
Dezembro	216	77	139	139	0	100	0	77	0	139
Σ	934	990	-56	424	-944	841	0	608	382	326
Média	78	83	-5	35	-79	70	0	51	32	27

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 1974

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 10 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 1975

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	184	76	108	108	0	100	0	76	0	108
Fevereiro	101	73	28	28	0	100	0	73	0	28
Março	61	87	-26	0	0	100	0	61	26	0
Abril	73	62	11	11	0	100	0	62	0	11
Mai	26	76	-50	0	-50	61	-39	65	11	0
Junho	13	72	-59	0	-109	34	-27	40	32	0
Julho	17	73	-56	0	-165	19	-15	32	41	0
Agosto	0	104	-104	0	-269	7	-12	12	92	0
Setembro	31	109	-78	0	-348	3	-4	35	74	0
Outubro	122	83	39	39	-87	42	39	83	0	0
Novembro	270	63	207	207	0	100	58	63	0	149
Dezembro	103	83	20	20	0	100	0	83	0	20
Σ	1001	961	40	413	-1028	766	0	685	276	316
Média	83	80	3	34	-86	64	0	57	23	26

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 1975

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 11 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 1976

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	17	116	-99	0	0	100	0	17	99	0
Fevereiro	118	89	29	29	0	100	0	89	0	29
Março	152	87	65	65	0	100	0	87	0	65
Abril	3	84	-81	0	-81	44	-56	59	25	0
Mai	13	70	-57	0	-138	25	-19	32	38	0
Junho	0	97	-97	0	-235	9	-16	16	81	0
Julho	15	102	-87	0	-322	4	-5	20	82	0
Agosto	3	130	-127	0	-449	1	-3	6	124	0
Setembro	152	87	65	65	-41	66	65	87	0	0
Outubro	120	84	36	36	0	100	34	84	0	2
Novembro	211	73	138	138	0	100	0	73	0	138
Dezembro	299	71	228	228	0	100	0	71	0	228
Σ	1103	1090	13	561	-1266	749	0	641	449	462
Média	92	91	1	47	-106	62	0	53	37	39

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 1976

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P - ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 12 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 1977

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	194	90	104	104	0	100	0	90	0	104
Fevereiro	13	118	-105	0	0	100	0	13	105	0
Março	112	126	-14	0	0	100	0	112	14	0
Abril	158	81	77	77	0	100	0	81	0	77
Mai	28	75	-47	0	-47	62	-38	66	9	0
Junho	8	83	-75	0	-122	29	-33	41	42	0
Julho	24	110	-86	0	-208	12	-17	41	69	0
Agosto	0	147	-147	0	-355	3	-9	9	138	0
Setembro	16	122	-106	0	-461	1	-2	18	104	0
Outubro	69	135	-66	0	-527	0	-1	70	65	0
Novembro	183	116	67	67	-27	67	67	116	0	0
Dezembro	243	106	137	137	0	100	33	106	0	104
Σ	1048	1309	-261	385	-1747	674	0	763	546	285
Média	87	109	-22	32	-146	56	0	64	46	24

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 1977

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P - ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 13 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 1978

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	148	79	69	69	0	100	0	79	0	69
Fevereiro	217	97	120	120	0	100	0	97	0	120
Março	57	100	-43	0	0	100	0	57	43	0
Abril	60	66	-6	0	0	100	0	60	6	0
Mai	67	60	7	7	0	100	0	60	0	7
Junho	6	70	-64	0	-64	53	-47	53	17	0
Julho	45	67	-22	0	-86	42	-11	56	11	0
Agosto	2	108	-106	0	-192	15	-27	29	79	0
Setembro	19	116	-97	0	-289	5	-10	29	87	0
Outubro	73	113	-40	0	-329	4	-1	74	39	0
Novembro	79	111	-32	0	-361	3	-1	80	31	0
Dezembro	224	87	137	137	0	100	97	87	0	40
Σ	997	1074	-77	333	-1321	722	0	761	313	236
Média	83	90	-6	28	-110	60	0	63	26	20

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 1978

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P - ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 14 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 1979

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	276	72	204	204	0	100	100	72	0	204
Fevereiro	248	86	162	162	0	100	100	86	0	162
Março	140	62	78	78	0	100	100	62	0	78
Abril	56	58	-2	0	-2	98	98	58	0	0
Mai	1	42	-41	0	-43	65	65	34	8	0
Junho	0	79	-79	0	-122	29	29	36	43	0
Julho	13	70	-57	0	-179	17	17	25	45	0
Agosto	14	71	-57	0	-236	9	9	22	49	0
Setembro	0	85	-85	0	-321	4	4	5	80	0
Outubro	32	97	-65	0	-386	2	2	34	63	0
Novembro	140	75	65	65	-40	67	67	75	0	0
Dezembro	121	77	44	44	0	100	100	77	0	11
Σ	1041	874	167	553	-1329	691	0	586	288	455
Média	87	73	14	46	-111	58	0	49	24	38

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 1979

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P - ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 15 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 1980

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	208	71	137	137	0	100	0	71	0	137
Fevereiro	144	85	59	59	0	100	0	85	0	59
Março	29	118	-89	0	0	100	0	29	89	0
Abril	216	62	154	154	0	100	0	62	0	154
Mai	9	40	-31	0	-312	73	-27	36	4	0
Junho	19	67	-48	0	-79	45	-28	47	20	0
Julho	1	91	-90	0	-169	18	-27	28	63	0
Agosto	0	111	-111	0	-280	6	-12	12	99	0
Setembro	12	101	-89	0	-369	2	-4	16	85	0
Outubro	34	160	-126	0	-495	1	-1	35	125	0
Novembro	76	123	-47	0	-542	0	-1	77	46	0
Dezembro	226	79	147	147	0	100	100	79	0	47
Σ	974	1108	-134	497	-2246	645	0	577	531	397
Média	81	92	-11	41	-187	54	0	48	44	33

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 1980

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P - ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 16 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 1981

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	151	65	86	86	0	100	0	65	0	86
Fevereiro	33	104	-71	0	0	100	0	33	71	0
Março	169	94	75	0	0	100	0	94	0	75
Abril	33	79	-46	0	-46	63	-37	70	9	0
Mai	2	77	-75	0	-121	30	-33	35	42	0
Junho	30	69	-39	0	-160	20	-10	40	29	0
Julho	0	1	-1	0	-161	20	0	0	1	0
Agosto	34	108	-74	0	-235	9	-11	45	63	0
Setembro	1	120	-119	0	-354	3	-6	7	113	0
Outubro	115	62	53	53	-58	56	53	62	0	0
Novembro	424	58	366	366	0	100	44	58	0	322
Dezembro	195	80	115	115	0	100	0	80	0	115
Σ	1187	917	270	620	-1135	701	0	589	328	598
Média	99	76	23	52	-95	58	0	49	27	50

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 1981

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P - ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 17 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 1982

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	204	79	125	125	0	100	0	79	0	125
Fevereiro	12	108	-96	0	0	100	0	12	96	0
Março	248	65	183	183	0	100	0	65	0	183
Abril	141	77	64	64	0	100	0	77	0	64
Mai	19	72	-53	0	-53	59	-41	60	12	0
Junho	1	67	-66	0	-119	30	-29	30	37	0
Julho	6	88	-82	0	-201	13	-17	23	65	0
Agosto	6	87	-81	0	-282	6	-7	13	74	0
Setembro	10	123	-113	0	-395	2	-4	14	109	0
Outubro	25	143	-118	0	-513	0	-2	27	116	0
Novembro	3	196	-193	0	-706	0	0	3	193	0
Dezembro	225	114	111	111	0	100	100	114	0	11
Σ	900	1219	-319	483	-2269	610	0	517	702	383
Média	75	102	-27	40	-189	51	0	43	59	32

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 1982

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 18 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 1986

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	145	103	42	42	0	100	0	103	0	42
Fevereiro	58	90	-32	0	-32	72	-28	86	4	0
Março	12	127	-115	0	-147	23	-49	61	66	0
Abril	28	102	-74	0	-221	11	-12	40	62	0
Mai	22	97	-75	0	-296	5	-6	28	69	0
Junho	11	93	-82	0	-378	2	-3	14	79	0
Julho	19	98	-79	0	-457	1	-1	20	78	0
Agosto	111	112	-1	0	-458	1	0	111	1	0
Setembro	3	123	-120	0	-578	0	-1	4	119	0
Outubro	23	138	-115	0	-693	0	0	23	115	0
Novembro	118	139	-21	0	-714	0	0	118	21	0
Dezembro	209	108	101	101	0	100	100	108	0	1
Σ	759	1330	-571	143	-3974	315	0	716	614	43
Média	63	111	-48	12	-331	26	0	60	51	4

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 1986

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 19 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 1987

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	142	96	46	46	0	100	0	96	0	46
Fevereiro	24	116	-92	0	0	100	0	24	92	0
Março	218	89	129	129	0	100	0	89	0	129
Abril	55	84	-29	0	-29	75	-25	80	4	0
Mai	30	86	-56	0	-85	43	-32	62	24	0
Junho	21	63	-42	0	-127	28	-15	36	27	0
Julho	11	89	-78	0	-205	13	-15	26	63	0
Agosto	4	107	-103	0	-308	4	-9	13	94	0
Setembro	108	112	-4	0	-312	4	0	108	4	0
Outubro	59	139	-80	0	-392	2	-2	61	78	0
Novembro	122	87	35	35	-99	37	35	87	0	0
Dezembro	293	64	229	229	0	100	63	64	0	166
Σ	1087	1132	-45	439	-1557	606	0	746	386	341
Média	91	94	-4	37	-130	51	0	62	32	28

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 1987

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 20 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 1991

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	303	70	233	233	0	100	0	70	0	233
Fevereiro	201	64	137	137	0	100	0	64	0	137
Março	244	76	168	168	0	100	0	76	0	168
Abril	50	65	-15	0	-15	86	-14	64	1	0
Mai	20	70	-50	0	-65	52	-34	54	16	0
Junho	1	69	-68	0	-133	26	-26	27	42	0
Julho	4	88	-84	0	-217	11	-15	19	69	0
Agosto	1	111	-110	0	-327	4	-7	8	103	0
Setembro	94	108	-14	0	-341	3	-1	95	13	0
Outubro	34	121	-87	0	-428	1	-2	36	85	0
Novembro	196	83	113	113	0	100	99	83	0	14
Dezembro	137	91	46	46	0	100	0	91	0	46
Σ	1285	1016	269	697	-1526	683	0	687	329	598
Média	107	85	22	58	-127	57	0	57	27	50

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 1991

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 21 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 1994

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	335	101	234	234	0	100	0	101	0	234
Fevereiro	15	35	-20	0	0	100	0	15	20	0
Março	329	131	198	198	0	100	0	131	0	198
Abril	162	75	87	87	0	100	0	75	0	87
Mai	38	68	-30	0	-30	74	-26	64	4	0
Junho	12	75	-63	0	-93	39	-35	47	28	0
Julho	15	98	-83	0	-176	17	-22	37	61	0
Agosto	0	102	-102	0	-278	6	-11	11	91	0
Setembro	0	123	-123	0	-401	2	-4	4	119	0
Outubro	215	114	101	101	0	100	98	114	0	3
Novembro	229	81	148	148	0	100	0	81	0	148
Dezembro	387	56	331	331	0	100	0	56	0	331
Σ	1737	1059	678	1099	-978	838	0	736	323	1001
Média	145	88	57	92	-82	70	0	61	27	83

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 1994

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 22 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 1995

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	126	105	21	21	0	100	0	105	0	21
Fevereiro	115	100	15	15	0	100	0	100	0	15
Março	77	28	49	49	0	100	0	28	0	49
Abril	154	125	29	29	0	100	0	125	0	29
Mai	33	71	-38	0	-38	68	-32	65	6	0
Junho	0	77	-77	0	-115	32	-36	36	41	0
Julho	4	91	-87	0	-202	13	-19	23	68	0
Agosto	1	129	-128	0	-330	4	-9	10	119	0
Setembro	1	143	-142	0	-472	1	-3	4	139	0
Outubro	218	130	88	88	-12	89	88	130	0	0
Novembro	232	85	147	147	0	100	11	85	0	136
Dezembro	406	55	351	351	0	100	0	55	0	351
Σ	1367	1139	228	700	-1169	807	0	766	373	601
Média	114	95	19	58	-97	67	0	64	31	50

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 1995

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 23 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 1996

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	124	101	23	23	0	100	0	101	0	23
Fevereiro	15	131	-116	0	0	100	0	15	116	0
Março	121	120	1	1	0	100	0	120	0	1
Abril	26	94	-68	0	-68	51	-49	75	19	0
Mai	23	83	-60	0	-128	28	-23	46	37	0
Junho	11	103	-92	0	-220	11	-17	28	75	0
Julho	7	103	-96	0	-316	4	-7	14	89	0
Agosto	12	105	-93	0	-409	2	-2	14	91	0
Setembro	54	104	-50	0	-459	1	-1	55	49	0
Outubro	97	108	-11	0	-470	1	0	97	11	0
Novembro	367	81	286	286	0	100	99	81	0	187
Dezembro	407	77	330	330	0	100	0	77	0	330
Σ	1264	1210	54	640	-2070	598	0	723	487	541
Média	105	101	5	53	-173	50	0	60	41	45

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 1996

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 24 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 1997

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	427	78	349	349	0	100	0	78	0	349
Fevereiro	24	101	-77	0	0	100	0	24	77	0
Março	252	74	178	178	0	100	0	74	0	178
Abril	82	70	12	12	0	100	0	70	0	12
Mai	27	91	-64	0	-64	53	-47	74	17	0
Junho	19	68	-49	0	-113	32	-21	40	28	0
Julho	4	102	-98	0	-211	12	-20	24	78	0
Agosto	15	115	-100	0	-311	4	-8	23	92	0
Setembro	42	116	-74	0	-385	2	-2	44	72	0
Outubro	147	109	38	38	-391	40	38	109	0	0
Novembro	152	108	44	44	-92	84	44	108	0	0
Dezembro	333	78	255	255	-17	100	16	78	0	239
Σ	1524	1110	414	876	-1584	727	0	746	364	778
Média	127	93	35	73	-132	61	0	62	30	65

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 1997

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 25 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 1998

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	202	87	115	115	0	100	0	87	0	115
Fevereiro	193	94	99	99	0	100	0	94	0	99
Março	30	97	-67	0	-67	51	-49	79	18	0
Abril	44	80	-36	0	-103	36	-15	59	21	0
Maiο	32	84	-52	0	-155	21	-15	47	37	0
Junho	10	82	-72	0	-227	10	-11	21	61	0
Julho	4	89	-85	0	-312	4	-6	10	79	0
Agosto	31	110	-79	0	-391	2	-2	33	77	0
Setembro	0	148	-148	0	-539	0	-2	2	146	0
Outubro	94	120	-26	0	-565	0	0	94	26	0
Novembro	141	77	64	64	-44	64	64	77	0	0
Dezembro	221	98	123	123	0	100	36	98	0	87
Σ	1002	1166	-164	401	-2403	488	0	701	465	301
Média	84	97	-14	33	-200	41	0	58	39	25

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 1998

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 26 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 1999

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	176	109	67	67	0	100	0	109	0	67
Fevereiro	76	130	-54	0	0	100	0	76	54	0
Março	98	89	9	9	0	100	0	89	0	9
Abril	72	92	-20	0	-20	82	-18	90	2	0
Maiο	7	101	-94	0	-114	32	-50	57	44	0
Junho	0	85	-85	0	-199	14	-18	18	67	0
Julho	0	105	-105	0	-304	5	-9	9	96	0
Agosto	4	131	-127	0	-431	1	-4	8	123	0
Setembro	4	148	-144	0	-575	0	-1	5	143	0
Outubro	61	127	-66	0	-641	0	0	61	66	0
Novembro	368	68	300	300	0	100	100	68	0	200
Dezembro	217	87	130	130	0	100	0	87	0	130
Σ	1083	1272	-189	506	-2284	634	0	677	595	406
Média	90	106	-16	42	-190	53	0	56	50	34

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 1999

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 27 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 2000

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	193	79	114	114	0	100	0	79	0	114
Fevereiro	124	80	44	44	0	100	0	80	0	44
Março	196	70	126	126	0	100	0	70	0	126
Abril	15	74	-59	0	-59	55	-45	60	14	0
Mai	14	75	-61	0	-120	30	-25	39	36	0
Junho	1	76	-75	0	-195	14	-16	17	59	0
Julho	1	83	-82	0	-203	13	-1	2	81	0
Agosto	32	105	-73	0	-276	6	-7	39	66	0
Setembro	33	104	-71	0	-347	3	-3	36	68	0
Outubro	34	141	-107	0	-454	1	-2	36	105	0
Novembro	201	78	123	123	0	100	99	78	0	24
Dezembro	237	85	152	152	0	100	0	85	0	152
Σ	1081	1050	31	559	-1654	622	0	621	429	460
Média	90	88	3	47	-138	52	0	52	36	38

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 2000

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P - ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 28 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 2001

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	104	99	5	5	0	100	0	99	0	5
Fevereiro	56	119	-63	0	0	100	0	56	63	0
Março	126	99	27	27	0	100	0	99	0	27
Abril	72	98	-26	0	-26	77	-23	95	3	0
Mai	26	87	-61	0	-87	42	-35	61	26	0
Junho	13	84	-71	0	-158	20	-22	35	49	0
Julho	5	12	-7	0	-165	19	-1	6	6	0
Agosto	13	21	-8	0	-173	18	-1	14	7	0
Setembro	38	41	-3	0	-176	17	-1	39	2	0
Outubro	78	109	-31	0	-207	13	-4	82	27	0
Novembro	371	72	299	299	0	100	87	72	0	212
Dezembro	198	83	115	115	0	100	0	83	0	115
Σ	1100	924	176	446	-992	706	0	741	183	359
Média	92	77	15	37	-83	59	0	62	15	30

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 2001

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P - ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 29 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 2002

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	346	77	269	269	0	100	0	77	0	269
Fevereiro	208	61	147	147	0	100	0	61	0	147
Março	51	84	-33	0	-33	71	-29	80	4	0
Abril	41	78	-37	0	-70	50	-21	62	16	0
Mai	40	85	-45	0	-115	32	-18	58	27	0
Junho	4	80	-76	0	-191	15	-17	21	59	0
Julho	0	1	-1	0	-192	15	0	0	1	0
Agosto	1	2	-1	0	-194	14	-1	2	0	0
Setembro	131	2	129	129	0	100	86	2	0	43
Outubro	72	23	49	49	0	100	0	23	0	49
Novembro	300	80	220	220	0	100	0	80	0	220
Dezembro	313	92	221	221	0	100	0	92	0	221
Σ	1507	665	842	1035	-795	797	0	558	107	949
Média	126	55	70	86	-66	66	0	47	9	79

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 2002

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 30 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 2003

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	412	54	358	358	0	100	0	54	0	358
Fevereiro	15	102	-87	0	-87	42	-58	73	29	0
Março	90	97	-7	0	-94	39	-3	93	4	0
Abril	37	81	-44	0	-138	25	-14	51	30	0
Mai	4	89	-85	0	-223	11	-14	18	71	0
Junho	0	83	-83	0	-306	5	-6	6	77	0
Julho	1	93	-92	0	-398	2	-3	4	89	0
Agosto	20	98	-78	0	-476	1	-1	21	77	0
Setembro	8	119	-111	0	-587	0	-1	9	110	0
Outubro	46	143	-97	0	-684	0	0	46	97	0
Novembro	69	99	-30	0	-714	0	0	69	30	0
Dezembro	211	82	129	129	0	100	100	82	0	29
Σ	913	1140	-227	487	-3707	325	0	526	614	387
Média	76	95	-19	41	-309	27	0	44	51	32

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 2003

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 31 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 2004

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	336	66	270	270	0	100	0	66	0	270
Fevereiro	188	53	135	135	0	100	0	53	0	135
Março	117	63	54	54	0	100	0	63	0	54
Abril	111	54	57	57	0	100	0	54	0	57
Mai	27	51	-24	0	-24	79	-21	48	3	0
Junho	32	50	-18	0	-42	66	-13	45	5	0
Julho	36	63	-27	0	-69	50	-16	52	11	0
Agosto	0	83	-83	0	-152	22	-28	28	55	0
Setembro	2	118	-116	0	-268	7	-15	17	101	0
Outubro	58	114	-56	0	-324	4	-3	61	53	0
Novembro	94	111	-17	0	-341	3	-1	95	16	0
Dezembro	422	62	360	360	0	100	97	62	0	263
Σ	1423	888	535	876	-1220	731	0	644	244	779
Média	119	74	45	73	-102	61	0	54	20	65

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 2004

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 32 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 2005

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	235	68	167	167	0	100	0	68	0	167
Fevereiro	366	57	309	309	0	100	0	57	0	309
Março	200	9	191	191	0	100	0	9	0	191
Abril	61	67	-6	0	-6	94	-6	67	0	0
Mai	53	59	-6	0	-12	89	-5	58	1	0
Junho	20	50	-30	0	-42	66	-23	43	7	0
Julho	14	63	-49	0	-91	40	-26	40	23	0
Agosto	1	91	-90	0	-181	16	-24	25	66	0
Setembro	79	80	-1	0	-182	16	0	79	1	0
Outubro	63	128	-65	0	-247	8	-8	71	57	0
Novembro	251	57	194	194	-252	8	0	57	0	194
Dezembro	223	3	220	220	0	100	92	3	0	128
Σ	1566	732	834	1081	-1013	737	0	577	155	989
Média	131	61	70	90	-84	61	0	48	13	82

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 2005

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 33 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 2006

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	2	108	-106	0	0	100	0	2	106	0
Fevereiro	46	105	-59	0	0	100	0	46	59	0
Março	129	61	68	68	0	100	0	61	0	68
Abril	126	49	77	77	0	100	0	49	0	77
Mai	75	48	27	27	0	100	0	48	0	27
Junho	4	62	-58	0	-58	56	-44	48	14	0
Julho	1	80	-79	0	-137	25	-31	32	48	0
Agosto	3	82	-79	0	-216	11	-14	17	65	0
Setembro	57	83	-26	0	-242	9	-2	59	24	0
Outubro	92	76	16	16	-139	25	16	76	0	0
Novembro	274	57	217	217	0	100	75	57	0	142
Dezembro	363	60	303	303	0	100	0	60	0	303
Σ	1172	871	301	708	-792	826	0	555	316	617
Média	98	73	25	59	-66	69	0	46	26	51

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 2006

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 34 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 2007

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	264	60	204	201	0	100	0	60	0	204
Fevereiro	133	61	72	72	0	100	0	61	0	72
Março	72	84	-12	0	0	100	0	72	12	0
Abril	60	59	1	1	0	100	0	59	0	1
Mai	2	66	-64	0	-64	53	-47	49	17	0
Junho	1	85	-84	0	-148	23	-30	31	54	0
Julho	1	101	-100	0	-248	8	-15	16	85	0
Agosto	3	154	-151	0	-399	2	-6	9	145	0
Setembro	26	154	-128	0	-527	1	-1	27	127	0
Outubro	50	182	-132	0	-659	1	0	50	132	0
Novembro	204	131	73	73	-30	74	73	131	0	0
Dezembro	168	110	58	58	0	100	26	110	0	32
Σ	984	1247	-263	405	-2075	662	0	675	572	309
Média	82	104	-22	34	-173	55	0	56	48	26

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 2007

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 35 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 2008

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	168	104	64	64	0	100	0	104	0	64
Fevereiro	152	79	73	73	0	100	0	79	0	73
Março	173	89	84	84	0	100	0	89	0	84
Abril	92	64	28	28	0	100	0	64	0	28
Maiο	7	81	-74	0	-74	48	-52	59	22	0
Junho	19	79	-60	0	-134	26	-22	41	38	0
Julho	2	103	-101	0	-235	9	-17	19	84	0
Agosto	21	155	-134	0	-369	2	-7	28	127	0
Setembro	31	144	-113	0	-482	1	-1	32	112	0
Outubro	33	169	-136	0	-618	0	-1	34	135	0
Novembro	253	92	161	161	0	100	100	92	0	61
Dezembro	261	76	185	185	0	100	0	76	0	185
Σ	1212	1235	-23	595	-1912	686	0	717	518	495
Média	101	103	-2	50	-159	57	0	60	43	41

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 2008

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 36 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 2009

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	39	156	-117	0	0	100	0	39	117	0
Fevereiro	196	98	98	98	0	100	0	98	0	98
Março	34	105	-71	0	0	100	0	34	71	0
Abril	102	80	22	22	0	100	0	80	0	22
Maiο	60	64	-4	0	-4	96	-4	64	0	0
Junho	0	83	-83	0	-87	42	-54	54	29	0
Julho	0	108	-108	0	-195	14	-28	28	80	0
Agosto	2	117	-115	0	-310	4	-10	12	105	0
Setembro	21	163	-142	0	-452	1	-3	24	139	0
Outubro	66	186	-120	0	-572	0	-1	67	119	0
Novembro	185	123	62	62	0	62	62	123	0	0
Dezembro	196	100	96	96	0	100	38	100	0	58
Σ	901	1383	-482	278	-1620	719	0	723	660	178
Média	75	115	-40	23	-135	60	0	60	55	15

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 2009

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 37 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 2010

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	85	129	-44	0	0	100	0	85	44	0
Fevereiro	50	135	-85	0	0	100	0	50	85	0
Março	249	75	174	174	0	100	0	75	0	174
Abril	63	71	-8	0	-8	92	-8	71	0	0
Mai	32	56	-24	0	-32	73	-19	51	5	0
Junho	2	69	-67	0	-99	37	-36	38	31	0
Julho	2	84	-82	0	-181	16	-21	23	61	0
Agosto	5	116	-111	0	-292	5	-11	16	100	0
Setembro	7	135	-128	0	-420	1	-4	11	124	0
Outubro	99	101	-2	0	-422	1	0	99	2	0
Novembro	184	74	110	110	0	100	99	74	0	11
Dezembro	484	88	396	396	0	100	0	88	0	396
Σ	1262	1133	129	680	-1454	725	0	681	452	581
Média	105	94	11	57	-121	60	0	57	38	48

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 2010

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 38 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 2011

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	149	97	52	52	0	100	0	97	0	52
Fevereiro	28	112	-84	0	0	100	0	28	84	0
Março	260	60	200	200	0	100	0	60	0	200
Abril	64	65	-1	0	-1	99	-1	65	0	0
Mai	7	66	-59	0	-60	55	-44	51	15	0
Junho	10	60	-50	0	-110	32	-23	33	27	0
Julho	1	72	-71	0	-181	16	-16	17	55	0
Agosto	0	116	-116	0	-297	5	-11	11	105	0
Setembro	9	155	-146	0	-443	1	-4	13	142	0
Outubro	114	103	11	11	-25	12	11	103	0	0
Novembro	257	87	170	170	0	100	88	87	0	82
Dezembro	333	71	262	262	0	100	0	71	0	262
Σ	1232	1064	168	695	-1117	720	0	636	428	596
Média	103	89	14	58	-93	60	0	53	36	50

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 2011

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 39 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 2012

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	208	82	126	126	0	100	0	82	0	126
Fevereiro	16	125	-109	0	0	100	0	16	109	0
Março	113	103	10	10	0	100	0	103	0	10
Abril	45	71	-26	0	0	100	0	45	26	0
Mai	75	63	12	12	0	100	0	63	0	12
Junho	5	58	-53	0	-53	59	-41	46	12	0
Julho	1	86	-85	0	-139	25	-34	35	51	0
Agosto	12	110	-98	0	-236	9	-16	28	82	0
Setembro	14	153	-139	0	-375	2	-7	21	132	0
Outubro	22	199	-177	0	-552	0	-2	24	175	0
Novembro	387	92	295	295	0	100	100	92	0	195
Dezembro	45	118	-73	0	0	100	0	45	73	0
Σ	943	1260	-317	443	-1355	795	0	600	660	343
Média	79	105	-26	37	-113	66	0	50	55	29

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 2012

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 40 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 2013

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	246	114	132	132	0	100	0	114	0	132
Fevereiro	173	85	88	88	0	100	0	85	0	88
Março	175	76	99	99	0	100	0	76	0	99
Abril	53	57	-4	0	0	100	0	53	4	0
Mai	71	63	8	8	0	100	0	63	0	8
Junho	22	51	-29	0	-29	75	-25	47	4	0
Julho	19	84	-65	0	-94	39	-36	55	29	0
Agosto	5	116	-111	0	-205	13	-26	31	85	0
Setembro	46	123	-77	0	-282	6	-7	53	70	0
Outubro	80	99	-19	0	-301	5	-1	81	18	0
Novembro	167	106	61	61	-41	66	61	106	0	0
Dezembro	470	66	404	404	0	100	34	66	0	370
Σ	1527	1040	487	792	-952	804	0	830	210	697
Média	127	87	41	66	-79	67	0	69	18	58

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 2013

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 41 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 2014

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	45	126	-81	0	0	100	0	45	81	0
Fevereiro	39	144	-105	0	0	100	0	39	105	0
Março	132	94	38	38	0	100	0	94	0	38
Abril	88	68	20	20	0	100	0	68	0	20
Maiο	52	95	-43	0	-43	65	-35	87	8	0
Junho	0	69	-69	0	-112	33	-32	32	37	0
Julho	19	79	-60	0	-172	18	-15	34	45	0
Agosto	2	129	-127	0	-299	5	-13	15	114	0
Setembro	6	170	-164	0	-463	1	-4	10	160	0
Outubro	118	177	-59	0	-522	0	-1	119	58	0
Novembro	127	116	11	11	0	100	100	116	0	-89
Dezembro	125	111	14	14	0	100	0	111	0	14
Σ	753	1378	-625	83	-1611	722	0	770	608	-17
Média	63	115	-52	7	-134	60	0	64	51	-1

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 2014

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 42 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 2015

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	3	180	-177	0	0	100	0	3	177	0
Fevereiro	206	128	78	78	0	100	0	128	0	78
Março	61	102	-41	0	0	100	0	61	41	0
Abril	57	74	-17	0	0	100	0	57	17	0
Maiο	88	57	31	31	0	100	0	57	0	31
Junho	2	72	-70	0	-70	50	-50	52	20	0
Julho	0	81	-81	0	-151	22	-28	28	53	0
Agosto	1	110	-109	0	-260	7	-15	16	94	0
Setembro	25	148	-123	0	-383	2	-5	30	118	0
Outubro	68	186	-118	0	-501	1	-1	69	117	0
Novembro	126	135	-9	0	-510	1	0	126	9	0
Dezembro	141	11	130	130	0	100	99	11	0	31
Σ	778	1284	-506	239	-1875	683	0	638	646	140
Média	65	107	-42	20	-156	57	0	53	54	12

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 2015

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 43 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 2016

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	260	83	177	177	0	100	0	83	0	177
Fevereiro	10	107	-97	0	0	100	0	10	97	0
Março	149	98	51	51	0	100	0	98	0	51
Abril	49	112	-63	0	-63	53	-47	96	16	0
Mai	8	79	-71	0	-134	26	-27	35	44	0
Junho	18	78	-60	0	-194	14	-12	30	48	0
Julho	0	106	-106	0	-300	5	-9	9	97	0
Agosto	0	145	-145	0	-445	1	-4	4	141	0
Setembro	70	147	-77	0	-522	0	-1	71	76	0
Outubro	33	140	-107	0	-629	0	0	33	107	0
Novembro	257	110	147	147	0	100	100	110	0	47
Dezembro	166	94	72	72	0	100	0	94	0	72
Σ	1020	1299	-279	447	-2287	599	0	673	626	347
Média	85	108	-23	37	-191	50	0	56	52	29

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 2016

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 44 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 2017

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	96	128	-32	0	0	100	0	96	32	0
Fevereiro	123	93	30	30	0	100	0	93	0	30
Março	94	95	-1	0	-1	99	-1	95	0	0
Abril	67	79	-12	0	-13	88	-11	78	1	0
Mai	21	68	-47	0	-60	55	-33	54	14	0
Junho	18	70	-52	0	-112	33	-22	40	30	0
Julho	5	92	-87	0	-199	14	-19	24	68	0
Agosto	1	120	-119	0	-318	4	-10	11	109	0
Setembro	1	181	-180	0	-498	1	-3	4	177	0
Outubro	52	177	-125	0	-623	0	-1	53	124	0
Novembro	212	91	121	121	0	100	100	91	0	21
Dezembro	252	95	157	157	0	100	0	95	0	157
Σ	942	1289	-347	308	-1824	694	0	734	555	208
Média	79	107	-29	26	-152	58	0	61	46	17

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 2017

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 45 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 2018

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	143	132	11	11	0	100	0	132	0	11
Fevereiro	240	75	165	165	0	100	0	75	0	165
Março	223	81	142	142	0	100	0	81	0	142
Abril	135	74	61	61	0	100	0	74	0	61
Mai	35	72	-37	0	-37	69	-31	66	6	0
Junho	1	62	-61	0	-98	37	-32	33	29	0
Julho	1	96	-95	0	-193	14	-23	24	72	0
Agosto	8	104	-96	0	-289	5	-9	17	87	0
Setembro	35	125	-90	0	-379	2	-3	38	87	0
Outubro	69	136	-67	0	-446	1	-1	70	66	0
Novembro	85	117	-32	0	-478	1	0	85	32	0
Dezembro	234	103	131	131	0	100	99	103	0	32
Σ	1209	1177	32	510	-1920	629	0	798	379	411
Média	101	98	3	43	-160	52	0	67	32	34

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 2018

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 46 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 2019

Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	39	156	-117	0	0	100	0	39	117	0
Fevereiro	196	98	98	98	0	100	0	98	0	98
Março	34	105	-71	0	0	100	0	34	71	0
Abril	102	80	22	22	0	100	0	80	0	22
Mai	60	64	-4	0	-4	96	-4	64	0	0
Junho	0	83	-83	0	-87	42	-54	54	29	0
Julho	0	108	-108	0	-195	14	-28	28	80	0
Agosto	2	117	-115	0	-310	4	-10	12	105	0
Setembro	22	163	-141	0	-451	1	-3	25	138	0
Outubro	66	186	-120	0	-571	0	-1	67	119	0
Novembro	185	123	62	62	0	100	100	123	0	-38
Dezembro	196	100	96	96	0	100	0	100	0	96
Σ	902	1383	-481	278	-1618	757	0	724	659	178
Média	75	115	-40	23	-135	63	0	60	55	15

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 2019

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$	$\Sigma ALT = 0$
VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO	VERDADEIRO

Fonte: Autor (2020)

Tabela 47 - Balanço hídrico do córrego Entre Folhas - MG - 2020


Col-1	Col-2	Col-3	Col-4	Col-5	Col-6	Col-7	Col-8	Col-9	Col-10	Col-11
Meses	P	ETP	P-ETP	Pos. Acum.	NEG. Acum.	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
Janeiro	375	88	287	287	0	100	0	88	0	287
Fevereiro	172	186	-14	0	0	100	0	172	14	0
Março	204	60	144	144	0	100	0	60	0	144
Abril	108	90	18	18	0	100	0	90	0	18
Maió	45	109	-64	0	-64	53	-47	92	17	0
Junho	7	167	-160	0	-224	11	-42	49	118	0
Julho	14	137	-123	0	-347	3	-8	22	115	0
Agosto	18	106	-88	0	-435	1	-2	20	86	0
Setembro	3	156	-153	0	-588	0	-1	4	152	0
Outubro	253	321	-68	0	-656	0	0	253	68	0
Novembro	87	93	-6	0	-662	0	0	87	6	0
Dezembro	301	138	163	163	0	100	100	138	0	63
Σ	1587	1651	-64	612	-2976	568	0	1075	576	512
Média	132	138	-5	51	-248	47	0	90	48	43

AFERIÇÃO BALANÇO HÍDRICO - 2020

$\Sigma P = \Sigma ETP + \Sigma (P-ETP)$ VERDADEIRO	$\Sigma P = \Sigma ETR + \Sigma EXC$ VERDADEIRO	$\Sigma ETP = \Sigma ETR + \Sigma DEF$ VERDADEIRO	$\Sigma ALT = 0$ VERDADEIRO
--	--	--	--------------------------------

Fonte: Autor (2020)

ANEXO – Declaração de situação de emergência no município de Entre Folhas – MG, em razão da seca, estiagem prolongada e falta de abastecimento de água potável

 **PREFEITURA MUNICIPAL DE ENTRE FOLHAS**
ESTADO DE MINAS GERAIS
 CNPJ: 66.229.626/0001 - 82
 Praça Pe. José Lanzilott, nº 69 – Centro – Entre Folhas/MG. – CEP 35324-000
 Tel. (33) 3324-6162 – Administração 2013/2016

DECRETO MUNICIPAL Nº 036/2015

DECLARA SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA NO MUNICÍPIO DE ENTRE FOLHAS, EM RAZÃO DA SECA, ESTIAGEM PROLONGADA E FALTA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.

O Prefeito Municipal de Entre Folhas/MG., EDSON ROGÉRIO DA SILVA, no uso de suas atribuições legais, especialmente daquelas previstas nos artigos 44, inciso IV c/c 62, § 4º c/c 89, § 3º e 95, § 1º, todos da Lei Orgânica Municipal; art. 8º, inciso VI, da Lei Federal nº 12.608/2012 e pela Instrução Normativa nº 01, de 24 de agosto de 2012, do Ministério da Integração Nacional; e,

CONSIDERANDO o agravamento da situação da seca, decorrência da estiagem, podendo ser considerado desastre para fins legais, dado o desabastecimento de água potável para parcela significativa da população de Entre Folhas, causando perdas e danos humanos, materiais, econômicos e ambientais que excedem a capacidade do Município em lidar com este problema usando apenas dos meios próprios;

CONSIDERANDO, ainda, a irregularidade e baixíssima precipitação pluviométrica, aliadas e elevadas temperaturas que vem comprometendo o abastecimento de água à população, bem como as atividades agrícolas e pecuárias do Município;

CONSIDERANDO, também, a diminuição da vazão do manancial, em decorrência da estiagem prolongada, que tem reduzido gradativamente a vazão de captação de água bruta direcionada à Estação de Tratamento de Água da Copasa, com risco de comprometimento do abastecimento público da cidade de Entre Folhas.

DECRETA:

Artigo 1º – Fica declarado, SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA, no Município de Entre Folhas, conforme informações contidas no Formulário de Informações de Desastre – FIDE – anexo a este Decreto, em virtude do desastre classificado e codificado como Estiagem.

Artigo 2º – Autoriza-se a mobilização de todos os órgãos municipais, especialmente a Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente, para atuarem, sob a coordenação da Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC), nas ações de resposta ao desastre e reabilitação do cenário de normalidade de abastecimento de água potável.

Art. 3º – De acordo com o estabelecido no inciso XXV do artigo 5º da Constituição Federal, ficam desde já autorizadas as autoridades administrativas e os agentes da defesa civil, diretamente responsáveis pelas ações de resposta aos desastres, em caso de iminente perigo de calamidade pública, a se utilizar e usar de bens ou propriedades particulares, notadamente de lagos, lagoas ou poços artesianos, assegurando-se aos proprietários o direito de indenização ulterior, acaso ocorra danos.

Art. 4º – De acordo com o estabelecido no inciso XXV do artigo 5º da Constituição Federal, ficam desde já autorizadas as autoridades administrativas e os agentes da defesa civil, diretamente responsáveis pelas ações de resposta aos desastres, em caso de iminente perigo de calamidade pública, a se utilizar e usar de bens ou propriedades particulares, notadamente de lagos, lagoas ou poços artesianos, assegurando-se aos proprietários o direito de indenização ulterior, acaso ocorra danos.

PUBLICADO EM 30/10/2015

João Evangelista de Moraes
 Portaria 027/2014