



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Curso de graduação em Engenharia Ambiental
Av. Antônio Carlos 6627 – Escola de Engenharia, Bloco 3 sala 3029
31270-901 Belo Horizonte – BRASIL
Tel: (31) 3409-3552 ambiental@eng.ufmg.br

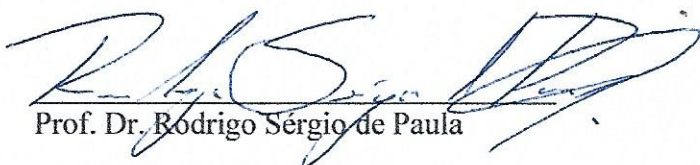
Colegiado Didático do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental

FOLHA DE APROVAÇÃO

“Avaliação da disponibilidade hídrica e possíveis impactos associados na sub-bacia hidrográfica do rio Araçuaí, Minas Gerais”

ANA CLARA VIEIRA MOTA

Monografia de Graduação defendida e aprovada pela banca examinadora constituída por:


Prof. Dr. Rodrigo Sérgio de Paula

Prof.ª Dra. Talita Fernanda das Graças Silva

gov.br

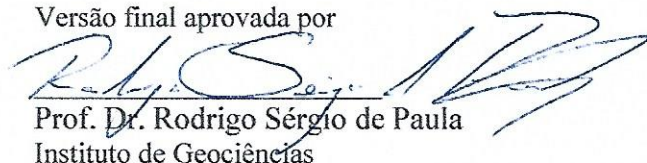
Documento assinado digitalmente
TALITA FERNANDA DAS GRACAS SILVA
Data: 07/12/2023 16:14:50-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Me. Alan de Gois Barbosa

gov.br

Documento assinado digitalmente
ALAN DE GOIS BARBOSA
Data: 07/12/2023 23:37:38-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Versão final aprovada por


Prof. Dr. Rodrigo Sérgio de Paula
Instituto de Geociências

Belo Horizonte, 07 de dezembro de 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

**AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE
HÍDRICA E POSSÍVEIS IMPACTOS
ASSOCIADOS NA SUB-BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO ARAÇUAÍ, MINAS
GERAIS**

Ana Clara Vieira Mota

Belo Horizonte

2023

Ana Clara Vieira Mota

**AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA E
POSSÍVEIS IMPACTOS ASSOCIADOS NA SUB-BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO ARAÇUAÍ, MINAS GERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado como requisito necessário para
obtenção do título de Engenheira Ambiental da
Universidade Federal de Minas Gerais.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Sérgio de Paula

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2023

AGRADECIMENTOS

À Deus, que se fez presente em todos os momentos, colocando em meu caminho pessoas e oportunidades maravilhosas.

À minha mãe Carmem e ao meu pai Jesse, pelo apoio incondicional e pelo empenho para que eu pudesse realizar esse sonho. Aos meus irmãos Neto, Gabriel e Felipe, pela amizade e incentivo. À Andre, por sempre acreditar em mim. A todos os outros familiares por cada palavra e conselho oferecido nestes anos de estudos.

Ao orientador e professor Dr. Rodrigo Sérgio por todas as oportunidades que me proporcionou durante a graduação, pelo incentivo na iniciação científica, pela disponibilidade, paciência e contribuição técnica, cruciais para o desenvolvimento deste trabalho.

Às minhas colegas de curso Duda, Nayara, Millena, Júlia, Hosana, Amanda e Camila, pela amizade, companheirismo e por fazerem esses cinco anos mais leves.

Agradeço a todos aqueles que de alguma forma contribuíram na realização deste sonho.

Muito obrigada!

RESUMO

A disponibilidade hídrica refere-se ao quantitativo de água disponível para uso em determinada região, sendo o seu conhecimento fundamental para garantir segurança, sustentabilidade e equidade no uso das águas superficiais e subterrâneas, principalmente no cenário atual onde são cada vez mais perceptíveis os efeitos dos impactos antrópicos nos recursos hídricos. Este trabalho teve como objetivo avaliar a disponibilidade hídrica na sub-bacia hidrográfica do rio Araçuaí, em Minas Gerais. Foram utilizados dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento – ANA e do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET de seis estações pluviométricas, duas estações fluviométricas e uma estação meteorológica localizadas na área e em seu entorno. De forma a realizar a caracterização da pluviometria média mensais e anual durante os anos hidrológicos de 1992/1993 a 2021/2022, realizou-se a consistência dos dados utilizando-se do método de dupla massa e da regressão linear múltipla. Em seguida, foram aplicados os métodos da média aritmética, método de Thiessen e isoietas para definir a estação mais representativa para a sub-bacia. Seguiu-se então à aplicação do balanço hídrico climatológico utilizando a metodologia de Thornthwaite para determinar o excedente e o déficit hídrico na região. Posteriormente, fez-se o levantamento de dados outorgas de uso de recursos hídricos na sub-bacia através do IDE-Sisema, para calcular a demanda de água e os principais usos na área. Por fim, calculou-se o índice de aridez e de umidade definidos por Thornthwaite. Os resultados indicaram que a área possui distribuição irregular das chuvas ao longo do ano, e que esta apresentou singela diminuição no período de 30 anos observados. O balanço hídrico indicou que a sub-bacia do rio Araçuaí apresenta uma disponibilidade hídrica relativamente baixa, especialmente durante os meses mais secos do ano, com déficit hídrico de 529,9 mm, e excedente de 62,6 mm entre os meses de novembro e dezembro. A análise de outorgas indicou que o volume superficial outorgado é superior ao subterrâneo e que a destinação para a irrigação e o consumo humano destacam-se como usos principais. A caracterização climática de Thornthwaite classificou o clima como C1w2: Subúmido Seco, com grande deficiência no inverno.

Palavras-chave: Balanço Hídrico Climatológico; Thornthwaite; Polígonos de Thiessen; Outorgas; Índice de aridez.

SUMÁRIO

1.	LISTA DE FIGURAS	5
2.	LISTA DE TABELAS	7
3.	LISTA DE QUADROS	8
4.	LISTA DE SIGLAS	9
1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	12
2.1	OBJETIVO GERAL	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3	REVISÃO DA LITERATURA	13
3.1	CICLO HIDROLÓGICO	13
3.1.1	<i>Fatores que podem afetar o ciclo hidrológico</i>	16
3.2	DIREITO DE USOS DE RECURSOS HÍDRICOS	18
4	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	20
4.1	LOCALIZAÇÃO	20
4.2	CLIMA	21
4.3	HIDROGRAFIA	25
4.4	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	26
5	MATERIAIS E MÉTODOS	29
5.1	BASE DE DADOS	29
5.2	TRATAMENTO DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS	30
5.2.1	<i>Consistência dos dados</i>	31
5.2.2	<i>Determinação da precipitação média</i>	32
5.2.2.1.	Método da Média Aritmética	32
5.2.2.2.	Método dos Polígonos de Thiessen	33
5.2.2.3.	Método das Isoietas	33
5.3	BALANÇO HÍDRICO	34
5.4	OUTORGAS DE DIREITO DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS	38
5.4.1	<i>Vazão superficial</i>	39
5.4.1.1.	Determinação da Q _{7,10}	41
5.5	DISPONIBILIDADE HÍDRICA	41
5.6	ÍNDICE DE ARIDEZ E ÍNDICE DE UMIDADE	42
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
6.1	ANÁLISE DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS	45
6.2	ANÁLISE DO BALANÇO HÍDRICO	54
6.2.1	<i>Análise da temperatura</i>	58
6.3	OUTORGAS DE DIREITO DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS	59
6.3.1	<i>Finalidade dos usos da água</i>	60
6.3.2	<i>Influência das captações na vazão superficial</i>	62
6.4	DISPONIBILIDADE HÍDRICA	66
6.5	ÍNDICE DE ARIDEZ E ÍNDICE DE UMIDADE	66
7	CONCLUSÃO	68
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
9	APÊNDICE A – VOLUME ANUAL ACUMULADO DE ÁGUA OUTORGADO	78
10	ANEXO A – OUTORGAS DE CAPTAÇÃO RECURSOS HÍDRICOS SUPEFICIAIS	79

11 ANEXO B – OUTORGAS DE CAPTAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS
93

1. LISTA DE FIGURAS

Figura 3-1– Ciclo hidrológico simplificado.	15
Figura 4-1 - Mapa de localização da área de estudo, com destaque para a localização do estado de MG, da bacia estadual e interestadual nos mapas suportes, e das drenagens no mapa principal.	20
Figura 4-2 – Mapa de localização da área de estudo, com destaque para localização do estado de MG no mapa suporte, além dos municípios, drenagens e manchas urbanas no mapa principal.	21
Figura 4-3 – Mapa de localização da estação meteorológica Araçuaí (83442) na sub-bacia do rio Araçuaí.....	22
Figura 4-4 – Mapa de uso e cobertura do solo com as principais categorias observadas para a sub-bacia do rio Araçuaí.	26
Figura 5-1 – Localização das estações pluviométricas em relação à sub-bacia do rio Araçuaí.....	31
Figura 5-2 – <i>Layout</i> da planilha “Bhnorm.xls”, desenvolvida por Rolim, Sentelhas & Barbieri (1998) para o cálculo do balanço hídrico.	36
Figura 5-3 – Localização das outorgas de direito de uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos na sub-bacia do rio Araçuaí.	39
Figura 5-4 – Mapa de localização das estações fluviométrica selecionadas para análise da vazão na sub-bacia hidrográfica do rio Araçuaí.	40
Figura 6-1 – Resultado da consistência de dados pelo método da Dupla Massa	45
Figura 6-2 – Média aritmética da pluviometria das estações selecionadas para o período hidrológico de 1992/1993 a 2021/2022.....	46
Figura 6-3 – Gráfico <i>boxplot</i> da distribuição da precipitação anual média considerando as seis estações.	47
Figura 6-4 – Diferenças dos valores da estação Carbonita (1742008) em relação à média histórica das estações ao longo dos anos hidrológicos.....	48
Figura 6-5 – Mapa dos polígonos de Thiessen, evidenciando a precipitação média calculada para a sub-bacia do rio Araçuaí e a influência da estação Carbonita (1742008) sobre a área.	49
Figura 6-6 – Mapa de isoietas para a região da sub-bacia, considerando a pluviometria dos anos hidrológicos de 1992/1993 a 2021/2022.	50

Figura 6-7 – Períodos pluviométricos observados no período hidrológico de 1992/1993 a 2021/2022 para a estação representativa.	51
Figura 6-8 – Períodos em relação aos dias de chuva observados no período hidrológico de 1992/1993 a 2021/2022 para a estação representativa.....	52
Figura 6-9 – Comportamento da pluviometria mensal no período hidrológico de 1992/1993 a 2021/2022.	53
Figura 6-10 – Relação entre pluviometria, ETP, ETR e temperatura obtida através do balanço hídrico.	56
Figura 6-11 – Extrato do balanço hídrico anual observado no período hidrológico de 1992/1993 a 2021/2022.	57
Figura 6-12 – Comportamento da temperatura média anual na região da sub-bacia rio Araçuaí.....	58
Figura 6-13 – Volume anual acumulado de água superficial, subterrânea e total outorgada.	60
Figura 6-14 – Finalidade de uso da água superficial outorgada, em porcentagem, em função do volume acumulado em 2022.....	61
Figura 6-15 - Finalidade de uso da água subterrânea outorgada, em porcentagem, em função do volume acumulado em 2022.....	62
Figura 6-16 – Relação entre vazão média no rio Araçuaí e vazão outorgada.	63

2. LISTA DE TABELAS

Tabela 4-1 – Caracterização dos parâmetros meteorológicos da estação meteorológica Araçuaí (83442), segundo dados das Normais Climatológicas 1991-2020.....	23
Tabela 5-2 - Tipos climáticos, segundo Thornthwaite, com base no índice de umidade.	43
Tabela 5-3 – Segunda chave da classificação climático segundo Thornthwaite, baseados nos índices de aridez e umidade.	44
Tabela 6-1 – Resultados obtidos no balanço hídrico para a sub-bacia do rio Araçuaí segundo método de Thornthwaite (1948) e Thornthwaite & Mattter (1955).....	55
Tabela 6-3 – Vazões outorgadas na sub-bacia do rio Araçuaí durante 1992 a 2022.....	65

3. LISTA DE QUADROS

Quadro 5-1 – Estações pluviométricas selecionadas para análise das chuvas na sub-bacia hidrográfica do rio Araçuaí.	30
Quadro 5-2 - Estações fluviométricas selecionadas para análise da vazão na sub-bacia hidrográfica do rio Araçuaí.....	40
Quadro 5-3 - Classificação de índices de retirada de água.....	42

4. LISTA DE SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

ETP – Evapotranspiração Potencial

ETR – Evapotranspiração Real

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDE-SISEMA – Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Igam – Instituto Mineiro de Gestão das Águas

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

PANM – Projeto Águas do Norte de Minas

PERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos

PNRH – Plano Nacional de Recursos Hídricos

SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

1 INTRODUÇÃO

Em termos de disponibilidade hídrica, o Brasil é um dos países que se destaca quanto à disponibilidade hídrica total, porém, no que diz respeito à ocorrência e ao acesso à água, o território brasileiro torna-se totalmente diverso ao longo de um ano. A disponibilidade hídrica consiste no total da vazão de saída, que varia ao longo do tempo e espaço, à medida que parte é utilizada pela sociedade, para o seu desenvolvimento, e parte é mantida na bacia, para conservação da integridade de seu sistema ambiental. (CRUZ, 2001; MENEGHINI, 2022; TUCCI, 1993).

A variabilidade climática constitui em um dos principais fatores que influenciam diretamente nos processos de entrada de água no sistema, gerando impactos na disponibilidade hídrica. Todavia, na atualidade, essa mesma oferta de água tem sido alterada em maiores proporções, pelas diversas atividades antrópicas que têm utilizado este recurso de forma intensa e desenfreada (MACIEL, 2021).

A disponibilidade quantitativa outorgável pode ser definida como a quantidade de água cujo uso pode ser garantido associado a um determinado risco de falha, dado que na natureza, a oferta hídrica é significativamente variável e aleatória ao longo do tempo (LEÃO, FERNANDES & ALVES, 2016). No cenário atual, essa disponibilidade vem sendo mais discutida, principalmente em relação ao consumo de água, fato que subsidia um importante debate para a gestão adequada dos recursos hídricos e para o planejamento de políticas públicas que visam o seu uso racional, sustentável e democrático.

Nesse sentido, este trabalho visa analisar a disponibilidade hídrica na sub-bacia hidrográfica do rio Araçuaí, no Vale do Jequitinhonha, com boa parte dos municípios integrantes classificados como semiárido pelo SUDENE. Regiões onde observa-se elevado grau de aridez tendem a sofrer com falta de água, o que causa problemas socioeconômicos diversos, uma vez que todas as atividades necessitam dela.

Para a análise, foram utilizados dados de precipitação, submetidos a tratamento pelo método da dupla massa, de Thiessen e das isoietas, além do balanço hídrico e equação de Thornthwaite para determinar o excedente e o déficit hídrico na região, além de dados de

outorgas de uso de recursos hídricos para calcular a demanda de água e os principais usos na sub-bacia, e por fim, foi calculado o índice de aridez e umidade.

Assim, serão conhecidos os comportamentos climatológicos na região, como eles contribuem para a disponibilidade hídrica, e o cenário de demanda *versus* disponibilidade hídrica quantitativa, tendo em vista os usos da água. Uma vez que a água desempenha diversas funções a depender do seu uso, serão estabelecidos possíveis impactos na disponibilidade associados a ele. Ademais, será traçado um cenário um perfil das outorgas da sub-bacia, tendo em vista as demandas da região.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho objetiva realizar uma caracterização do regime de chuvas e disponibilidade hídrica da sub-bacia hidrográfica do rio Araçuaí, com o propósito de compreender a dinâmica presente e perspectivas futuras para os recursos hídricos nessa área, de forma a subsidiar uma melhor gestão dos recursos hídricos em diferentes cenários de demanda.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Realizar uma análise das características hidrográficas da sub-bacia do rio Araçuaí, de forma a desenvolver o cálculo do balanço hídrico, da disponibilidade hídrica e situação de aridez;
- Analisar pluviometria, temperatura, vazão, além de volume retirado pelas outorgas subterrâneas e superficiais;
- Avaliar se há alteração no regime de chuvas da região, observando séries históricas dos anos hidrológicos de 1992/1993 a 2021/2022, e se tais alterações podem estar ligadas a anomalias;
- Identificar se há desequilíbrio entre disponibilidade hídrica *versus* demanda na sub-bacia nos últimos 30 anos.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo serão apresentados conhecimentos teóricos e conceituais relevantes a este trabalho. Para tanto, são abordados aqui o ciclo hidrológico, fatores que podem afetá-lo, bem com suas principais componentes, com destaque principal para aquelas utilizadas no cálculo do balanço hídrico climatológico, como elas influenciam na dinâmica hidrológica das bacias hidrográficas

Ademais, é apresentado o conceito de direito de uso de recursos hídricos e seus usos múltiplos, de forma a permitir o entendimento acerca dos usos dos recursos na sub-bacia hidrográfica do rio Araçuaí.

3.1 CICLO HIDROLÓGICO

O ciclo hidrológico é um fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície e a atmosfera, impulsionado fundamentalmente pela energia solar associada à gravidade e à rotação terrestre (SILVEIRA, 2001). Conforme descrito por Collischonn e Dornelles (2015), Machado e Pacheco (2010), a energia solar causa o aquecimento do ar, solo e da água superficial (principalmente dos oceanos), resultando na evaporação da água em tais meios, e também na evapotranspiração da água no solo, através das plantas.

Uma vez transportado pelo ar, o vapor de água sobe, onde temperaturas mais baixas podem fazer com que ele se condense em nuvens; as correntes de ar movem as nuvens ao redor do globo, e as partículas de água colidem e caem do céu como precipitação ou chuva (USGS, 2019), retornando para a superfície terrestre. A precipitação que atinge a superfície pode infiltrar no solo ou escoar sobre o solo até alcançar um curso d'água; a água que infiltra umedece o solo, alimenta os aquíferos e cria o fluxo de água subterrânea (COLLISSCHONN e DORNELLES, 2015).

Os fatores que impulsionam o ciclo hidrológico são a energia térmica solar, a força dos ventos, que transportam vapor d'água para os continentes, a força da gravidade responsável pelos fenômenos da precipitação, da infiltração e deslocamento das massas de água (TUNDISI, 2003). Grosso modo, o ciclo hidrológico pode ser descrito pelas seguintes componentes:

- Evaporação: conjunto de fenômenos físicos que condicionam a transformação da água na forma líquida ou sólida, de uma superfície úmida ou de água livre, em vapor, devido à radiação solar e aos processos de difusão molecular e turbulenta (MIRANDA, OLIVEIRA e SILVA, 2010);
- Evapotranspiração: conjunto de processos físicos (evaporação) e fisiológicos (transpiração) responsáveis pela transformação água precipitada na superfície terrestre em vapor atmosférico (TUCCI e BELTRAME, 2000; MIRANDA, OLIVEIRA e SILVA, 2010);
- Precipitação: ocorre comumente como chuva, que se dá por fenômenos de aglutinação e crescimento das microgotículas em nuvens com a presença significativa de umidade; uma vez formadas as gotas, estas adquirem peso suficiente para ascender na atmosférica. Pode ocorrer ainda na forma de neve ou granizo, quando o vapor d'água é diretamente transformado em cristais (SILVEIRA, 2001);
- Infiltração/Percolação: após atingir o solo, a água pode seguir por diversos caminhos. Um deles é a infiltração, devido à porosidade do solo, acontece até que este se sature;
- escoamento superficial: a medida que o solo se aproxima do estado saturado, a taxa de infiltração irá diminuir, e o excesso de água não infiltrada irá compor o escoamento superficial;
- escoamento subterrâneo: a água infiltrada percola no solo até atingir o lençol freático, compondo o escoamento de base dos rios, voltando eventualmente para a superfície.

A Figura 3-1 apresenta o ciclo hidrológico de forma simplificada, bem como seus principais componentes.

Figura 3-1– Ciclo hidrológico simplificado.



Fonte: Collisschonn e Dornelles (2015)

O intercâmbio entre as circulações da superfície terrestre e da atmosfera, de acordo com Silveira (2001), ocorre tanto no sentido subsuperfície-superfície-atmosfera, onde o fluxo de água ocorre fundamentalmente na forma de vapor em decorrência dos processos de evaporação e evapotranspiração anteriormente citados, quanto no sentido atmosfera-superfície-subsuperfície, havendo transferência de água nos estados líquidos, sólidos ou gasosos.

Dentre as ferramentas que auxiliam no entendimento do ciclo hidrológico, tem-se o balanço hídrico, que é definido como uma contabilidade de entrada e saída de água do solo. O balanço hídrico é um dos estudos que podem ser realizados sobre as temáticas ambiental e hídrica, cujos resultados mostram a quantidade de água que o sistema possui apresentando um ciclo fechado (FILL *et al.*, 2005; MARTINHAGO *et al.*, 2021). A entrada da água é representada pela precipitação (natural) ou irrigação (artificial) e a saída pela evapotranspiração potencial (NETO, 1989).

O balanço hídrico total para uma determinada região pode ser determinado por:

$$P - E_{sup} - E_{sub} - ETP = \Delta S_{sup} + \Delta S_{sub} + \Delta S_{solo} \quad \text{Equação 1}$$

Onde,

P = precipitação; E_{sup} = escoamento superficial; E_{sub} = escoamento subterrâneo; ETP = evapotranspiração; ΔS_{sup}, ΔS_{sub} e ΔS_{solo}, são as variações de água, respetivamente, na superfície, no subsolo e no solo.

Guimarães (2017) aponta que considerando uma bacia hidrográfica e intervalos de tempo superiores a um (01) ano, desde que este se inicie em 1 de outubro, data que marca o início do ano hidrológico em algumas regiões, a equação do balanço hídrico pode ser simplificada da seguinte forma:

$$P - E = ETP \quad \text{Equação 2}$$

Onde,

P = precipitação; E= escoamento superficial e subterrâneo; ETP = evapotranspiração.

3.1.1 Fatores que podem afetar o ciclo hidrológico

Conforme descrito por Joly (2007), no passado geológico o aquecimento e o resfriamento da Terra se davam de forma gradativa, em ciclo que levavam milhares de anos, permitindo a atuação de mecanismos de evolução nas gerações de plantas e animais. Esse cenário foi modificado pelo homem e por suas atividades, principalmente pelas atividades industriais ao longo dos anos, fato que acelerou o aquecimento e sua intensificação em global no planeta, em razão das emissões atmosféricas de dióxido de carbono (CO₂) (JOLY, 2007; SILVA e TOMMASELLI, 2007; DOS SANTOS, DOMICIANO e MOURA, 2010, IPCC, 2023).

Atualmente, modelos matemáticos são cada vez mais utilizados com o objetivo de prever como será o clima no futuro, porém, dada a complexidade e contraditoriedade dos cenários ao redor do mundo, muitas projeções são incertas. Há, entretanto, concordância entre os modelos de que o ciclo hidrológico global será intensificado, com mais precipitação e mais evapotranspiração, em termos médios em toda a Terra, entretanto, algumas regiões podem sofrer aumento e outras podem sofrer redução da precipitação média anual (COLLISCHONN e DORNELLES, 2015).

O Relatório AR6 de 2023 elaborado pela Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) aponta que as alterações climáticas de influência antrópica estão

afetando extremos meteorológicos e climáticos em todas as regiões do mundo, com evidências de ondas de calor, fortes precipitações, secas e ciclones tropicais. O relatório aponta ainda que as alterações climáticas contribuirão para o aumento das secas agrícolas e ecológicas em algumas regiões devido ao aumento da evapotranspiração. Ademais, o aquecimento global nos níveis atuais e previstos para o futuro estão associados ao aumento da escassez hídrica, diminuindo a segurança hídrica principalmente em regiões áridas, bem como trazendo riscos à saúde em regiões urbanas.

O aumento da temperatura média do planeta, ou aquecimento global, como apontado Collischonn e Dornelles (2015), causa impacto no comportamento das bacias hidrográficas, uma vez que o resulta no aumento da evapotranspiração, que caso aconteça de forma isolada, pode ocasionar na redução de vazão de saída das bacias. É discutido na literatura por autores como Nunes (2018), Ruiz *et al.* (2018) e Cardoso (2021), que esse aquecimento tem o potencial de causar taxas mais elevadas de evaporação, transportando grandes quantidades de vapor de água para a atmosfera e acelerando o ciclo hidrológico global.

Uma das consequências mais significativas do aquecimento global é o aumento na magnitude e frequência de eventos extremos de precipitação, provocado pelo aumento dos níveis de umidade da atmosfera e/ou atividades convectivas de grande escala (SHOURASENI e ROBERT, 2004). Tal fato contribui para o aumento da umidade do ar em nível global, como corroborado por Frich *et al.* (2002), que verificou que o número máximo de dias secos indica uma redução geral a nível global.

A variabilidade climática no tempo e no espaço é um fenômeno que acontece naturalmente, entretanto, as atividades antrópicas contribuem para a aceleração dessas alterações. No Brasil, está cada vez mais sendo observada a ocorrência de eventos extremos. Como exemplo, reservatórios que fornecem água às megacidades de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte estiveram em níveis perigosamente baixos no início da temporada de verão 2013/2014 e permaneceram muito baixos durante 2014/2015, devido a estações chuvosas deficientes acompanhadas por recordes de temperaturas e um subsequente aumento na demanda por água (CAVALCANTE *et al.*, 2016). Por outro lado, conforme Santos *et al.* (2023), secas extremas são cada vez mais recorrentes atingem

o Amazonas, como nos anos de 2005, 2010 e 2015, eliminando árvores, peixes e dificultando o acesso às comunidades, que é realizado pelos rios.

3.2 DIREITO DE USOS DE RECURSOS HÍDRICOS

A Lei Federal nº. 9.433, de 08 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), determina em seu Art. 1º que a gestão de recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo dos recursos hídricos, assegurando, entretanto, que em situações de escassez, deve ser priorizado o uso para consumo humano e dessedentação animal.

A referida lei traz em seu escopo a definição dos instrumentos da PNRH, estando entre elas, a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos, que tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água. Ademias, em seu Art. 13º:

Toda outorga estará condicionada às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos e deverá respeitar a classe em que o corpo de água estiver enquadrado e a manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário, quando for o caso.

Em Minas Gérias, a Lei nº13.199, de 29 de janeiro de 1999 instituiu o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH), cujo objetivo é estabelecer princípios básicos e diretrizes para o planejamento e o controle adequado do uso da água no estado.

Previstas tanto na PNRH quanto na PERH, as outorgas devem estabelecer a vazão de retirada pelos usuários da bacia, para que seja possível o atendimento dos múltiplos usos da água, sendo concedido com base na avaliação da disponibilidade hídrica do manancial, a partir da vazão de referência da bacia hidrográfica (MENEHINI, 2022).

Tundisi (2003) comenta que em razão dos usos múltiplos e da demanda cada vez maior de recursos hídricos superficiais e subterrâneos para suprir as atividades humanas, podem ser observadas alterações no ciclo hidrológico, que irá se superpor a um ciclo hidrosocial, que é moldado às necessidades antrópicas e possui grande dimensão e impacto ecológico e econômico.

Em cenário onde a regularidade das outorgas não é respeitada e onde há alto número de captações irregulares, como apontado por Pinhatti (2023), surgem diversos problemas:

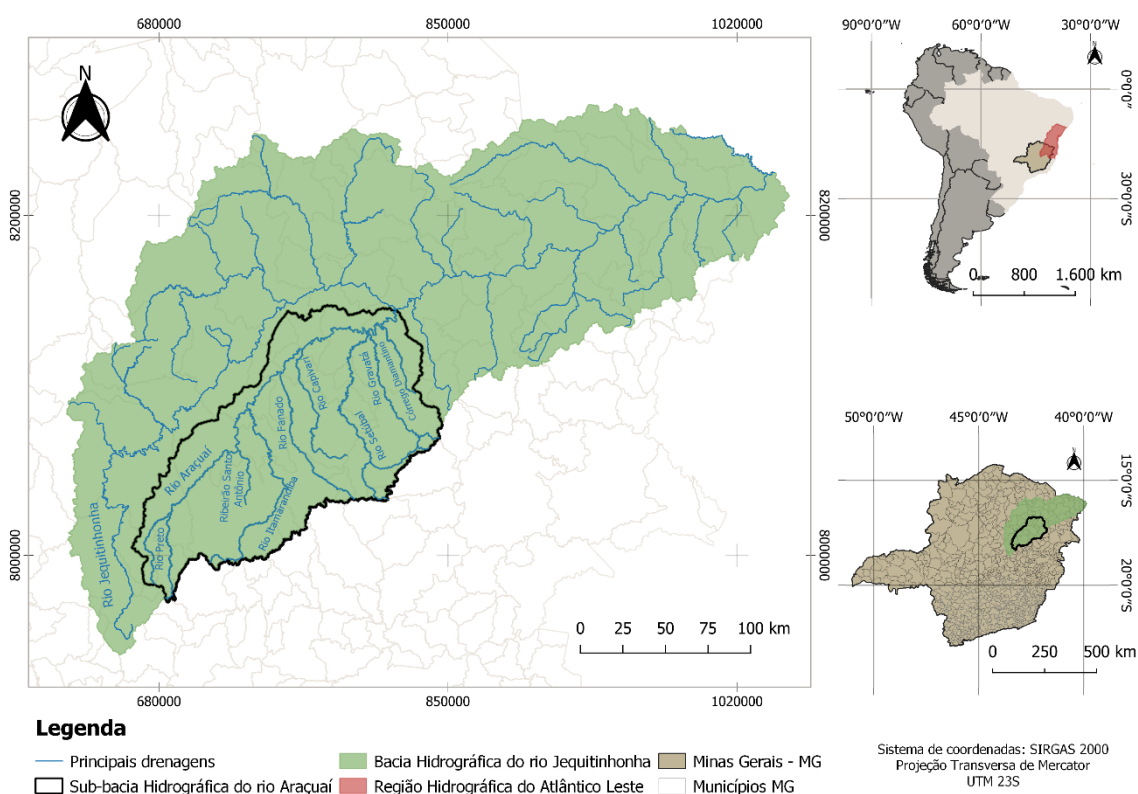
- a) Superexploração dos recursos hídricos;
- b) Conflitos entre os usuários da água;
- c) Impactos sociais devido aos conflitos entre usuários;
- d) Impactos ao meio ambiente devido a contaminação dos recursos hídricos e a falta de recursos mínimos para manter as condições adequadas à sobrevivência da biodiversidade; e
- e) Impactos sobre a gestão de recursos hídricos, impedindo a boa governança da água.

4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 LOCALIZAÇÃO

A sub-bacia hidrográfica do rio Araçuaí está localizada na região nordeste do estado de Minas Gerais. Juntamente com as sub-bacias do Alto rio Jequitinhonha, e Médio e Baixo rio Jequitinhonha, integram, a nível estadual, a bacia hidrográfica do rio Jequitinhonha, que por sua vez compõe a região hidrográfica Atlântico Leste, que se estende pelos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia e Sergipe (ANA, 2015).

Figura 4-1 - Mapa de localização da área de estudo, com destaque para a localização do estado de MG, da bacia estadual e interestadual nos mapas suportes, e das drenagens no mapa principal.



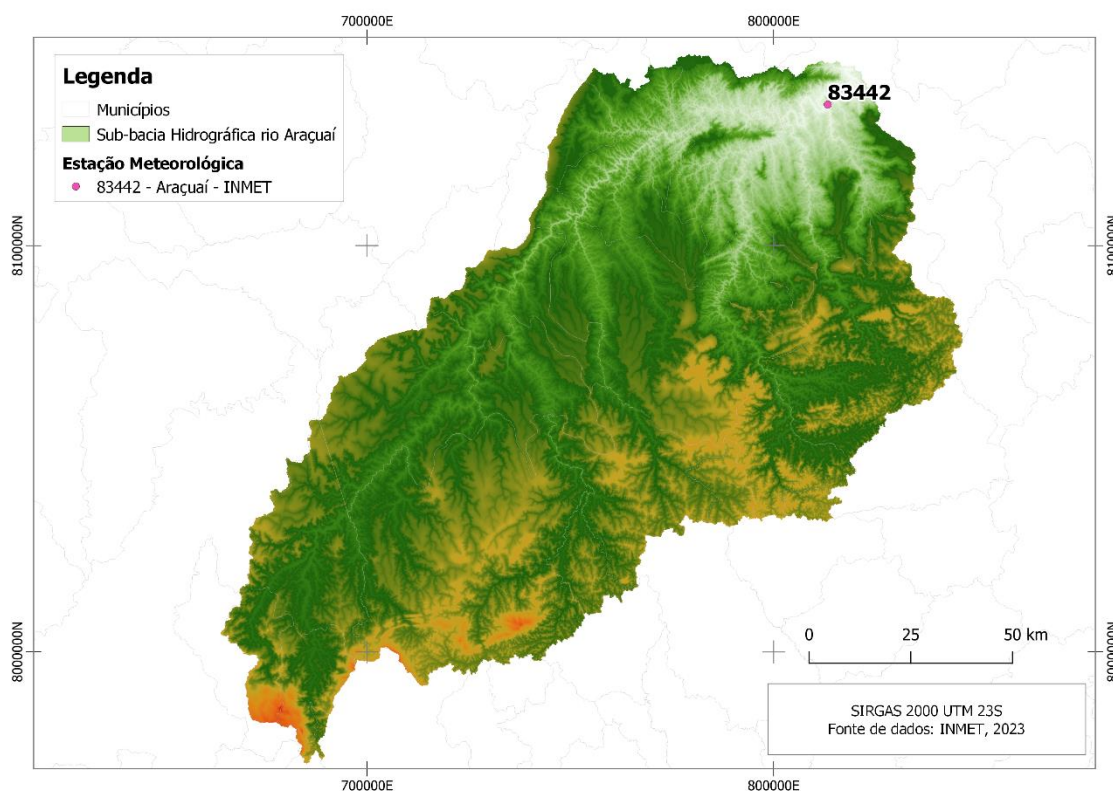
Fonte: Autora (2023)

Representando cerca de 24,76 % da bacia do rio Jequitinhonha (Igam, 2023), a sub-bacia hidrográfica do rio Araçuaí possui 16.288 km² de extensão, englobando os municípios (não necessariamente a sede) de Angelândia, Araçuaí, Aricanduva, Berilo, Capelinha, Carbonita, Chapada do Norte, Felício dos Santos, Francisco Badaró, Itamarandiba,

do clima semi-úmido, com 4 a 5 meses secos, ocorrendo também o clima semi-árido, com 6 meses secos.

Os estudos climáticos são baseados nas observações meteorológicas e, ao caracterizar o clima de uma determinada região, obtém-se um panorama sobre o regime de chuvas, temperaturas e uma série de elementos que marcam as suas condições naturais (INMET, 2022). Para tanto, as Normais Climatológicas do Brasil do período de 1991 a 2020 definem o seguinte panorama (Tabela 4-1) para a estação meteorológica Araçuaí (83442), localizada no município de Araçuaí, que está a jusante na sub-bacia (Figura 4-3).

Figura 4-3 – Mapa de localização da estação meteorológica Araçuaí (83442) na sub-bacia do rio Araçuaí.



Fonte: Autora (2023)

Apesar de a estação Araçuaí não ser, necessariamente, representativa para toda a sub-bacia, a mesma foi a única inserida na área ou nas proximidades com dados de normais climatológicas, o que justificou a sua seleção e o uso dos seus dados.

Tabela 4-1 – Caracterização dos parâmetros meteorológicos da estação meteorológica Araçuaí (83442), segundo dados das Normais Climatológicas 1991-2020.

Normal Climatológica do Brasil 1991-2020													
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Ano
Precipitação Acumulada Mensal e Anual (mm)	109,7	79,3	95,8	27,9	16,8	3,5	4,0	4,7	11,3	51,8	149,3	153,1	707,2
Número de dias no mês ou no ano sem precipitação (≤ 1 mm) (dias)	23	22	23	27	29	29	30	30	29	27	21	20	311
Temperatura Média Compensada Mensal e Anual (°C)	26,7	27,2	26,7	25,7	23,8	22,5	22,2	23,5	25,5	26,9	26,1	26,2	25,3
Evapotranspiração Potencial (mm)	210,3	189,3	188,7	158,0	134,5	102,5	104,0	139,6	181,1	239,1	207,2	197,8	2052,1

Fonte: INMET (2022)

Conforme dados da Tabela 4-1, no período de 1991 a 2020, na região da sub-bacia do rio Araçuaí a precipitação média acumulada foi de 707,2 mm, com maiores índices pluviométricos registrados entre os meses de novembro a janeiro, com 149,9 mm, 153,1 mm e 109,7 mm, respectivamente, e menores índices nos meses de junho, julho e agosto, com 3,5 mm, 4,0 mm e 4,7 mm, respectivamente.

Em relação ao número de dias no mês sem precipitação, ou com precipitação inferior a 1 mm, observa-se a maior ocorrência nos meses de julho e agosto, 30 dias cada, seguidos pelos meses de junho e setembro, 29 dias cada. Os meses de novembro e dezembro se destacam com as menores ocorrências de dias sem chuva, 21 e 20, respectivamente.

Ainda segundo dados das Normais Climatológicas 1991-2020, a temperatura média anual da região foi de 25,3°C. As maiores temperaturas médias foram verificadas no mês de fevereiro, com 27,2 °C, outubro, com 26,9 °C, e janeiro e março, com média de 26,7 °C. Os meses de junho, julho e agosto apresentaram menores temperaturas médias, com 22,5 °C, 22,2 °C e 23,5 °C, respectivamente.

A evapotranspiração potencial anual, segundo dados das Normais Climatológicas 1991-2020, foi de 2052,1 mm. Outros autores, entretanto, discordam sobre os valores de evapotranspiração. Silva e Ferreira (2011) calcularam para a localidade de Araçuaí, uma evapotranspiração anual igual a 1355,9 mm. Pereira *et al.* (2000) apontam valores elevados, entre 1200 mm e 1300 mm, para a bacia do rio Jequitinhonha, exceto nas porções mais elevadas das suas nascentes, onde os valores variam entre 900 mm e 1000 mm.

Apesar de divergências, que podem decorrer (entre outros fatores) em função dos métodos de cálculo da evapotranspiração, observa-se que em todos os casos são elevados os valores de evapotranspiração, principalmente quando comparados com a precipitação medida para o mesmo período, podendo ser indicativo de uma situação de deficiência hídrica na região.

Ademais, a Resolução nº 150/2021 do Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE, define seu Art. 1º os critérios técnicos e científicos adotados na delimitação do Semiárido, sendo eles (SUDENE, 2021):

- a) precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800mm;
- b) Índice de Aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50; e
- c) percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60% considerando todos os dias do ano.

A referida resolução apresenta a relação de municípios integrantes do semiárido inscritos na área de atuação da superintendência. Dentre os municípios mineiros, destacam-se Araçuaí, Berilo, Chapada do Norte, Francisco Badaró, Jenipapo de Minas, José Gonçalves de Minas, Leme do Prado, Malacacheta, Minas Novas, Novo Cruzeiro, Setubinha, Turmalina, e Virgem da Lapa, que estão inseridos na sub-bacia do rio Araçuaí.

4.3 HIDROGRAFIA

A bacia do rio Jequitinhonha, onde está localizada a sub-bacia do rio Araçuaí possui uma área 70.315 km², estando localizada entre os estados de Minas Gerais (66.000 km²) e Bahia (3.996 km²). A bacia está limitada a norte pela bacia do rio Pardo; a sul, limita-se com a bacia do rio Doce; a sudeste, situam-se divisores do Mucuri e pequenas bacias independentes; a oeste, a serra do Espinhaço é divisor com a bacia do rio São Francisco; e a leste, situa-se o Oceano Atlântico (IBGE, 1997; JÚNIOR, LOPES E MACEDO, 2019).

Ocupando cerca de 16.288 km² da área da bacia do rio Jequitinhonha, a sub-bacia do rio Araçuaí abriga o rio de mesmo nome, de aproximadamente 318 km de extensão, com nascente no município de Rio Vermelho, que segundo Lanna (2010), corre encaixado ao pé da serra da Tapera na direção nordeste e, por estar próximo da serra, apresenta afluentes de pequeno porte em sua margem esquerda. Segundo o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Araçuaí (2010), o rio Araçuaí é um rio perene, embora possua afluentes intermitentes.

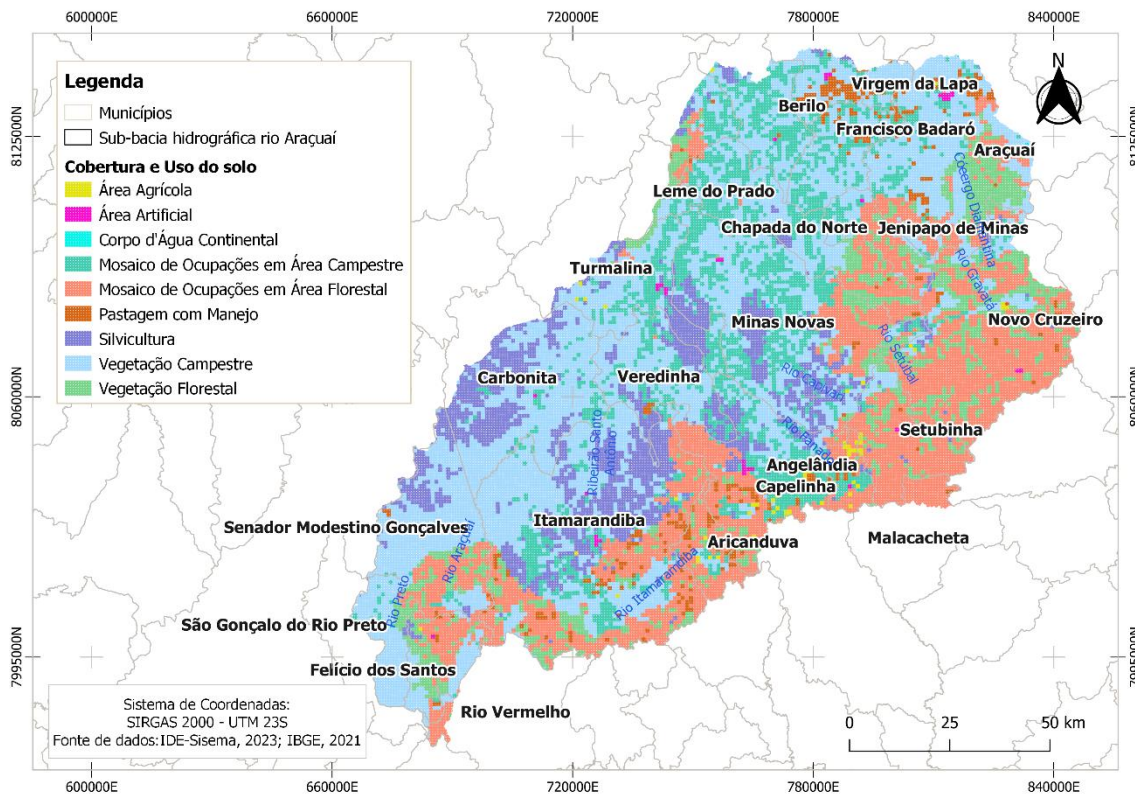
4.4 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

O Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Araçuaí (2010) aponta que as áreas urbanas que ocorrem na sub-bacia do rio Araçuaí correspondem a aproximadamente 0,23% do seu total, indicando a presença de aglomerações urbanas, com pouca expansão horizontal, e boa parte dos centros urbanos limitados pelas topografias acidentadas, uma vez que locais mais altos tendem a comportar ocupações mais restritas.

Aproximadamente 69,97% de sua área possui cobertura vegetal nativa, marcada por cerrado, campo cerrado, além de florestas decíduais e semidecíduais (LANNA, 2010). O autor supracitado discorre ainda em relação ao uso do solo para atividades desenvolvidas pelo homem, a sub-bacia possui cerca de 26,89% do seu território ocupado por pastagens ou florestas plantadas, e em menor proporção por áreas de cultivo.

A Figura 4-4 apresenta o mapa de uso e cobertura do solo, elaborado através de dados de 2021 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), indicando as principais categorias presentes na sub-bacia do rio Araçuaí.

Figura 4-4 – Mapa de uso e cobertura do solo com as principais categorias observadas para a sub-bacia do rio Araçuaí.



Fonte: Autora (2023)

A mancha urbana, ou área artificial, corresponde a menos de 0,3% da área total da sub-bacia, indicando seu caráter menos urbanizado. Em contrapartida, as florestas de Pinus e Eucalipto concentram-se na sua região central, representando 6,3% de sua área (LANNA, 2010). Na região da sub-bacia, o autor supracitado comenta que é pronunciada a atuação e influência da silvicultura, com destaque para o eucalipto, considerado a atividade econômica mais representativa da região, gerando empregos da fase de plantio à fase de corte. Segundo o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Araçuaí (2010), o eucalipto cultivado na região segue para carvoarias, e o carvão resultante do processo alimenta indústrias siderúrgicas em regiões externas à sub-bacia hidrográfica.

Segundo Diniz *et al.* (2001), as áreas anteriormente ocupadas pelas florestas hoje estão sendo reflorestadas por eucaliptos, de forma a suprir as necessidades das carvoarias instaladas na região. Tal fato vem gerando preocupação quanto aos recursos hídricos da sub-bacia e o uso das águas para a irrigação da cultura, uma vez que, conforme apontado por Andrade (2021), taxas de transpirações diárias para diferentes espécies de eucalipto

variam desde 0,2 a 7,7 mm/dia, o que corresponderia para plantios com área de 6 m²/planta, valores diários de consumo de água variando de 1,2 e 46,2 litros de água/árvore, da plantação ao momento de poda.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

De forma a possibilitar o cálculo do balanço hídrico, da disponibilidade hídrica e do índice de aridez foram necessárias análises e caracterizações de fatores como pluviometria, temperatura, evapotranspiração, fluviometria e volume de outorgas superficiais e subterrâneas cadastradas na sub-bacia.

Na caracterização da pluviometria, temperatura e fluviometria da região foi adotada uma análise de séries históricas de dados, considerando o período de 30 anos, dos anos hidrológicos de 1992/1993 a 2021/2022. No estado de Minas Gerais, o ano hidrológico, baseado no ciclo da água e nas estações de chuva, tem início em outubro (DINIZ *et al.*, 2001). A estação chuvosa vai de outubro a março, com grande possibilidade de ocorrência de eventos máximos em dezembro; neste caso, as vazões máximas anuais devem ser individualizadas por ano hidrológico, o qual corresponde a um período fixo de 12 meses, a começar no início do período chuvoso (outubro) e terminar no final da estação seca (setembro) (NAGHETTINI E PINTO, 2007).

5.1 BASE DE DADOS

Os dados de pluviometria e fluviometria foram obtidos através de séries históricas disponibilizadas pela Agência Nacional de Águas (ANA) no Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb), que realiza o monitoramento hidrológico fornecendo informações sobre níveis de água, vazão e chuva em diversas estações de medição distribuídas pelo país.

Para caracterizar o comportamento da temperatura média da região foram levantados dados do INMET, no período de 1992/1993 a 2021/2022, utilizando como base a estação Araçuaí (83442), localizada a jusante da bacia. A estação é a única na região que apresenta dados de séries históricas com medições periódicas no intervalo de tempo de interesse, o que justifica seu uso.

Ademais, foi feito o levantamento de dados de outorgas de direito de uso de recursos hídricos superficiais e subterrâneos do período de 1992 a 2022, a partir da base de dados do Igam incorporada ao IDE-Sisema, para dimensionar o volume de água retirado e os possíveis impactos associados à essa retirada nos recursos hídricos da sub-bacia. Foram

incorporados dados de outorgas subterrâneas obtidas a partir de dados do Projeto Águas do Norte de Minas – PANM, também inseridos no IDE-Sisema. Este projeto tem como objetivo realizar estudos hidrogeológicos para avaliação das disponibilidades hídricas subterrâneas das regiões norte, nordeste e noroeste do estado de Minas Gerais, ocupando uma área aproximada de 245.520 km² (CPRM, 2023).

5.2 TRATAMENTO DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS

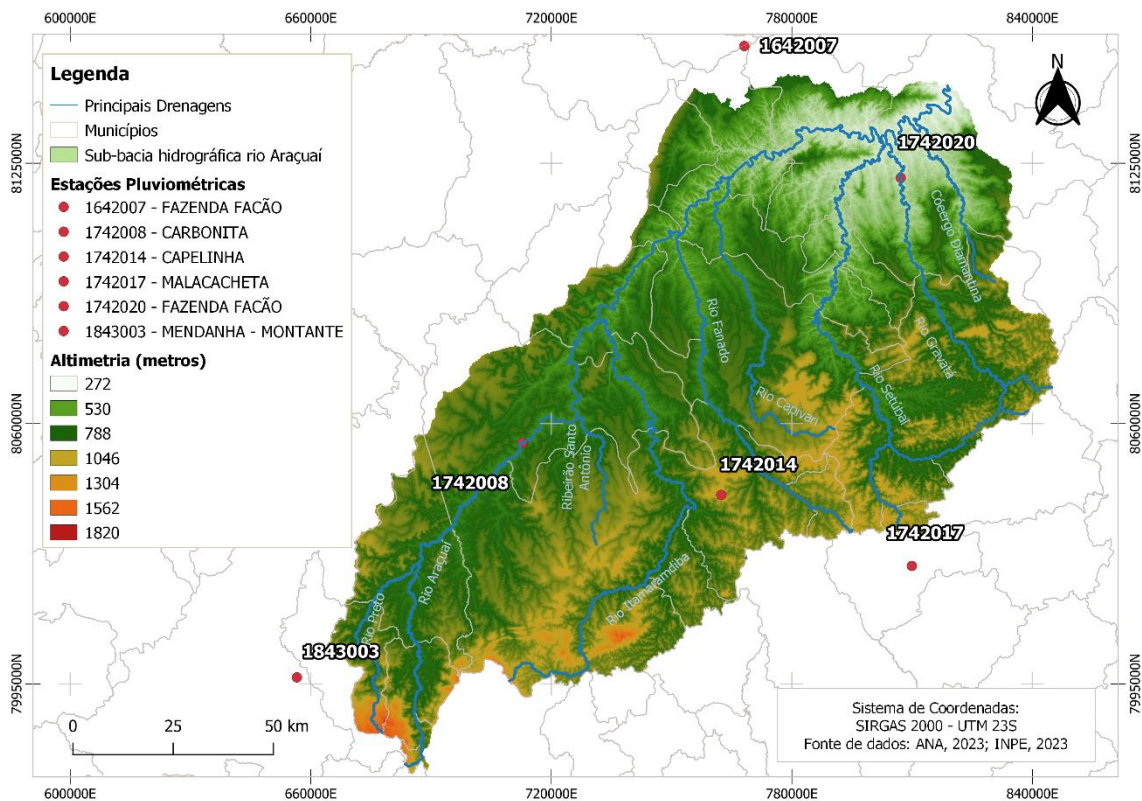
Para a análise da pluviometria da região, foram selecionadas seis estações pluviométricas distribuídas dentro e no entorno da sub-bacia. O Quadro 5-1 apresenta as seis estações selecionadas, com códigos e nomes, bem como suas coordenadas, município onde estão instaladas e período de monitoramento, enquanto a Figura 5-1 apresenta suas localizações em relação à sub-bacia. Ressalta-se que as análises ocorreram no período de 30 anos, entre os anos hidrológicos de 1992/1993 e 2021/2022.

Quadro 5-1 – Estações pluviométricas selecionadas para análise das chuvas na sub-bacia hidrográfica do rio Araçuaí.

Estação	Nome	Coordenadas SIRGAS 2000 UTM 23 S		Município	Período de monitoramento
		X	Y		
1642007	Porto Mandacaru	768164.83	8154276.51	Grão Mogol	1945-2023
1742008	Carbonita	712787.80	8055222.19	Carbonita	1947-2023
1742014	Capelinha	762411.79	8042200.65	Capelinha	1975-2023
1742017	Malacacheta	809963.01	8024470.89	Malacacheta	1976-2023
1742020	Fazenda Facão	807180.26	8121383.74	Araçuaí	1985-2023
1843003	Mendanha - Montante	656558.71	7996650.69	Diamantina	1947-2023

Fonte: Hidroweb (2023)

Figura 5-1 – Localização das estações pluviométricas em relação à sub-bacia do rio Araçaí.



Fonte: Autora (2023)

5.2.1 Consistência dos dados

Após a seleção das estações foram realizadas análises para identificar a presença de falhas e para realizar a consistência de dados, de forma a validá-los. De acordo com Tucci (1993), em uma série de dados as falhas podem ocorrer devido a problemas nos aparelhos de medição, ou problemas que envolvem o operador do posto pluviométrico. Inicialmente, esperava-se realizar o preenchimento de possíveis falhas, porém, verificou-se a ocorrência de falhas em menos de 10% dos dados e, por isso, neste trabalho adotou-se a não necessidade do preenchimento, devido ao número de estações e ao período de 30 anos avaliados.

Segundo Tucci (1993), no âmbito regional, é necessário analisar a consistência de dados de chuva, de forma a garantir o grau de homogeneidade dos dados disponíveis em um posto pluviométrico em relação aos dados dos postos vizinhos.

Para isso, o autor propôs a utilização do método da Dupla Massa (SEARCY E HARDISON, 1960), desenvolvido pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), que consiste na seleção de postos pluviométricos de uma região, que após terem seus valores anuais (ou mensais) acumulados, irão compor gráficos que apresentam nas ordenadas os valores acumulados anuais (ou mensais) correspondentes ao posto a consistir, e nas abscissas um posto confiável adotado com base para comparação. Se os valores do posto a consistir são proporcionais aos observados na base de comparação, os pontos devem estar alinhados em uma única reta, e então a declividade da reta determinará o fator de proporcionalidade entre ambas as séries (JÚNIOR E LANDIM, 2014).

De acordo com Silva e Jardim (2017), a dispersão é avaliada com base na definição da reta de tendência entre os pontos plotados, que mostra se os valores são proporcionais ao longo do tempo, juntamente com o coeficiente de determinação (R^2), que quanto mais próximo de 1, mais homogêneos são os volumes pluviométricos entre as estações. Para determinar o R^2 , utilizou-se o método da regressão linear múltipla (RLM):

$$P_y = \alpha + \beta * P(X_1) + \dots + \gamma * P(X_n) \quad \text{Equação 3}$$

Onde,

P_y = variável dependente, no caso o posto que se deseja consistir; α , β , ..., γ são os coeficientes a serem estimados; $P(X_1)$, ..., $P(X_n)$ são as observações correspondentes aos postos vizinhos.

5.2.2 Determinação da precipitação média

Uma vez que as chuvas ocorrem de forma temporal e espacialmente variável, e visando uma análise mais precisa do seu comportamento na região, adotou-se os métodos da média aritmética, dos polígonos de Thiessen e o método das Isoietas, descritos a seguir, para determinar a pluviometria média na sub-bacia do rio Araçuaí.

5.2.2.1 Método da Média Aritmética

De acordo com Tucci (1993), o método da média aritmética consiste na adoção do mesmo peso para todos os postos pluviométricos, ignorando as variações geográficas da precipitação. Nele, é adotado o simples cálculo da média aritmética dos valores medidos:

$$P_{méd.} = \frac{1}{n} * \sum P_i \quad \text{Equação 4}$$

Onde,

$P_{méd.}$ = precipitação média na área (mm); P_i = precipitação média no i-ésimo posto pluviométrico; n = total de postos pluviométricos.

5.2.2.2. Método dos Polígonos de Thiessen

Idealizado pelo meteorologista americano Alfred H. Thiessen em 1911, este método considera a não-uniformidade da distribuição espacial dos postos, mas não leva em conta o relevo da bacia (TUCCI, 1993). Ainda segundo Tucci (1993), a metodologia consiste em:

- a) Ligar os postos pluviométricos por trechos retilíneos;
- b) Traçar linhas perpendiculares aos trechos, passando pelo seu meio;
- c) Prolongar as linhas perpendiculares, até que se encontrem.

Dessa forma, as interseções das linhas formam polígonos, que delimitam a área de influência de cada posto pluviométrico. O cálculo da precipitação média é dado por:

$$P_{méd.} = \frac{1}{A} * \sum A_i * P_i \quad \text{Equação 5}$$

Onde,

A_i = área de influência de posto pluviométrico i ; P_i = precipitação medida no posto pluviométrico i ; A = área total da bacia de estudo.

Para o cálculo da pluviometria média pelo método dos polígonos de Thiessen foi utilizado o *software* de geoprocessamento QGIS. Com o auxílio da ferramenta “polígonos de Voronoi”, foram delimitadas as áreas de influência de cada uma das seis estações pluviométricas.

5.2.2.3. Método das Isoietas

Tucci (1993) define as isoietas como curvas de igual precipitação que podem ser traçadas para um evento ou duração específica. Para tanto, a metodologia consiste em:

- a) Localizar os postos pluviométricos no mapa da região da bacia e determinar o total precipitado para o período de análise para cada posto;
- b) Esboçar linhas de igual precipitação;
- c) Ajustar linhas por interpolação de pontos;
- d) Sobrepor o mapa de isoietas a um mapa de relevo, alinhando as linhas com o relevo;
- e) Calcular a precipitação, através da expressão:

$$P_{méd.} = \frac{1}{A} * \sum A_i, i + 1 * \frac{P_i + P_{i+1}}{2} \quad \text{Equação 6}$$

Para a determinação das isoietas para área da sub-bacia do rio Araçuaí, foi utilizado o *software* QGIS, com o auxílio da ferramenta de “interpolação de pontos (IDW)”, para obter os contornos e o *grid* dados pelo método.

5.3 BALANÇO HÍDRICO

Os resultados de um balanço hídrico podem ser utilizados para o zoneamento agroclimático da região, demanda potencial de água das culturas irrigadas, definição de prioridades no planejamento de pesquisas ou, ainda, no conhecimento do regime hídrico (AGUILAR *et al.*, 2021 *apud* ROLIM; SENTELHAS E BARBIERI, 1998). De forma a compreender de maneira mais robusta o regime hídrico da região da sub-bacia do rio Araçuaí foi calculado o seu balanço hídrico para o período de 30 anos analisados, dos anos hidrológicos 1992/1993 a 2021/2022.

Segundo a metodologia descrita por Neto (1989), a execução do balanço hídrico obedece às seguintes etapas:

- Precipitação total mensal (P): para a série de 30 anos (1992/1993 a 2021/2022), foi utilizada a precipitação média mensal calculada para este período, a partir da adoção de métodos específicos descritos no item anterior. A partir deste dado, foi possível determinar a disponibilidade hídrica mensal para a região;
- Evapotranspiração Potencial (ETP) mensal: esta componente foi estimada para a série de 30 anos de interesse, com o auxílio de fórmulas empíricas, conforme metodologia de Thornthwaite (1948) e Thornthwaite & Mather (1955);

- Diferença entre precipitação e evapotranspiração potencial ($P - ETP$): indica se há excedente ($P - ETP > 0$), ou deficiência de água no sistema ($P - ETP < 0$);
- Negativa acumulada (NEG. ACUM.): corresponde ao somatório dos valores de ($P - ETP < 0$);
- Armazenamento (ARM.): representa a quantidade de água comportada pelo solo na sua profundidade efetiva. O parâmetro pode ser chamado de Capacidade de Água Disponível (CAD), e é obtido em função das características do solo, através da expressão:

$$Arm = \frac{CC - PMP}{100} * da * h \quad \text{Equação 7}$$

Onde,

CC = capacidade de campo, ou quantidade máxima de água que o solo pode reter após a infiltração da água da chuva (%); PMP = ponto de murcha permanente, ou quantidade mínima de água que o solo precisa reter para que as plantas possam sobreviver (%); da = densidade aparente (g/cm^3); e h = profundidade efetiva do solo (cm).

- Alteração (ALT.): indica ganhos e perdas de água do solo em função das alterações do armazenamento;
- Evapotranspiração Real (ETR): podendo ser obtida tanto quando $P \geq ETP$, indicando que a evapotranspiração real é igual à potencial, quanto quando $P < ETP$, indicando que a evapotranspiração real é igual à soma da precipitação mais o valor absoluto da alteração negativa ($ETR = P + |ALT|$).
- Déficit Hídrico (DEF.): obtido pela diferença entre a evapotranspiração potencial e real, conforme relação:

$$DEF = ETP - ETR \quad \text{Equação 8}$$

- Excesso Hídrico (Exc.): obtido quando a precipitação é maior do que a evapotranspiração potencial, conforme relação:

$$EXC = (P - ETP > 0) - ALT \quad \text{Equação 9}$$

Em seguida, foram elaborados dos gráficos do balanço hídrico, sendo expressos os valores mensais da precipitação (P), evapotranspiração potencial (ETP) e

evapotranspiração real (ETR), além de déficit (DEF) e excedente hídrico (EXC). Por fim, foram realizadas análises interpretativas dos gráficos do balanço hídrico.

De forma a facilitar e garantir mais confiabilidade dos cálculos do balanço hídrico foi utilizada a planilha para cálculo de balanço hídrico normal “Bhnorm.xls”, idealizada por Rolim, Sentelhas e Barbieri (1998). Os autores fizeram uso da metodologia proposta por Thornthwaite (1948) e Thornthwaite e Mather (1955), considerando que a variação do ARM de água do solo é uma função exponencial que envolve a CAD (função da profundidade de exploração efetiva das raízes e características físicas do solo) e perda de água acumulada (NEG. ACUM.). Para estimar a ETP, foi necessário fornecer os dados de temperatura média do ar no período de análise, além da latitude local.

Conforme Figura 5-2, a planilha “Bhnorm.xls” solicita a inserção de dados como cidade, latitude (em graus), CAD (mm) e período em que se deseja estimar o balanço hídrico. Ademais, cabe ao usuário disponibilizar para o programa as informações de temperatura e precipitação mensais.

Figura 5-2 – Layout da planilha “Bhnorm.xls”, desenvolvida por Rolim, Sentelhas & Barbieri (1998) para o cálculo do balanço hídrico.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2	Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite & Mather (1955)										
3	Glauco de Souza Rolim										
4	Paulo Cesar Sentelhas										
5	Departamento de Física Meteorologia ESALQ-USP										
6	Bhnorm V4.0 1998										
7											
8		CIDADE →					LATITUDE				
9											
10		CAD (mm) →			A CAD deve ser um		ANO				
11		Comentários :									
12		#DIV/0!									
13											
14											
15	PLANILHA DE ENTRADA DOS DADOS										
16		Meses	Num de dias	T oC Atual	P mm	N horas	I	a			ETP Thornthwaite 1948
17											
18											
19		Jan	31,0			12,00	0,00	0,49			#DIV/0!
20		Fev	29,0			12,00	0,00	0,49			#DIV/0!
21		Mar	31,0			12,00	0,00	0,49			#DIV/0!
22		Abr	30,0			12,00	0,00	0,49			#DIV/0!
23		Mai	31,0			12,00	0,00	0,49			#DIV/0!
24		Jun	30,0			12,00	0,00	0,49			#DIV/0!
25		Jul	31,0			12,00	0,00	0,49			#DIV/0!
26		Ago	31,0			12,00	0,00	0,49			#DIV/0!
27		Set	30,0			12,00	0,00	0,49			#DIV/0!
28		Out	31,0			12,00	0,00	0,49			#DIV/0!
29		Nov	30,0			12,00	0,00	0,49			#DIV/0!
30		Dez	31,0			12,00	0,00	0,49			#DIV/0!

Fonte: ROLIM, SENTELHAS E BARBIERI (1998)

Segundo Klumb *et al.* (2016), o índice térmico regional “I” depende do ritmo anual da temperatura, integrando o efeito térmico de cada mês, enquanto o “a” é calculado em função de “I”. Ressalta-se que tais índices são determinados de forma automática pela planilha “Bhnorm.xls”, porém, cálculo é demonstrado abaixo, seguindo o método de Thornthwaite (1948) e Thornthwaite e Mather (1955).

$$I = \sum_{i=1}^{12} (0,2 \cdot T_{m\acute{e}dia}) \quad \text{Equação 10}$$

Onde,

I = índice de calor da região e que deve ser calculado com valores normais (média climatológica); T_{média} = temperatura média obtida para o período; i = mês do ano.

$$a = 6,75 \cdot 10^{-7} \cdot I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} \cdot I^2 + 1,7912 \cdot 10^{-2} \cdot I + 0,49239 \quad \text{Equação 11}$$

Em relação à ETP, esta é calculada de forma automática pela planilha, com base na metodologia de Thornthwaite (1948) e Thornthwaite e Mather (1955):

$$ETP_p = 16 \cdot \left(10 \cdot \frac{T_{m\acute{e}d}}{I} \right)^a \quad \text{Equação 12}$$

Onde,

ETP_p = evapotranspiração potencial mensal (mm); T_{méd} = temperatura média obtida para o período; I = índice térmico regional.

$$ETP = ETP_p \cdot \frac{N}{12} \cdot \frac{ND}{30} \quad \text{Equação 13}$$

Onde,

ETP = evapotranspiração potencial (mm); N = fotoperíodo (ou período de luminosidade) médio mensal; ND = número de dias.

Assim, de forma a inserir os valores requeridos na planilha para o cálculo do balanço hídrico foi calculada a pluviometria média e a temperatura média para o período hidrológico de 1992/1993 a 2021/2022, conforme descrito nos itens anteriores.

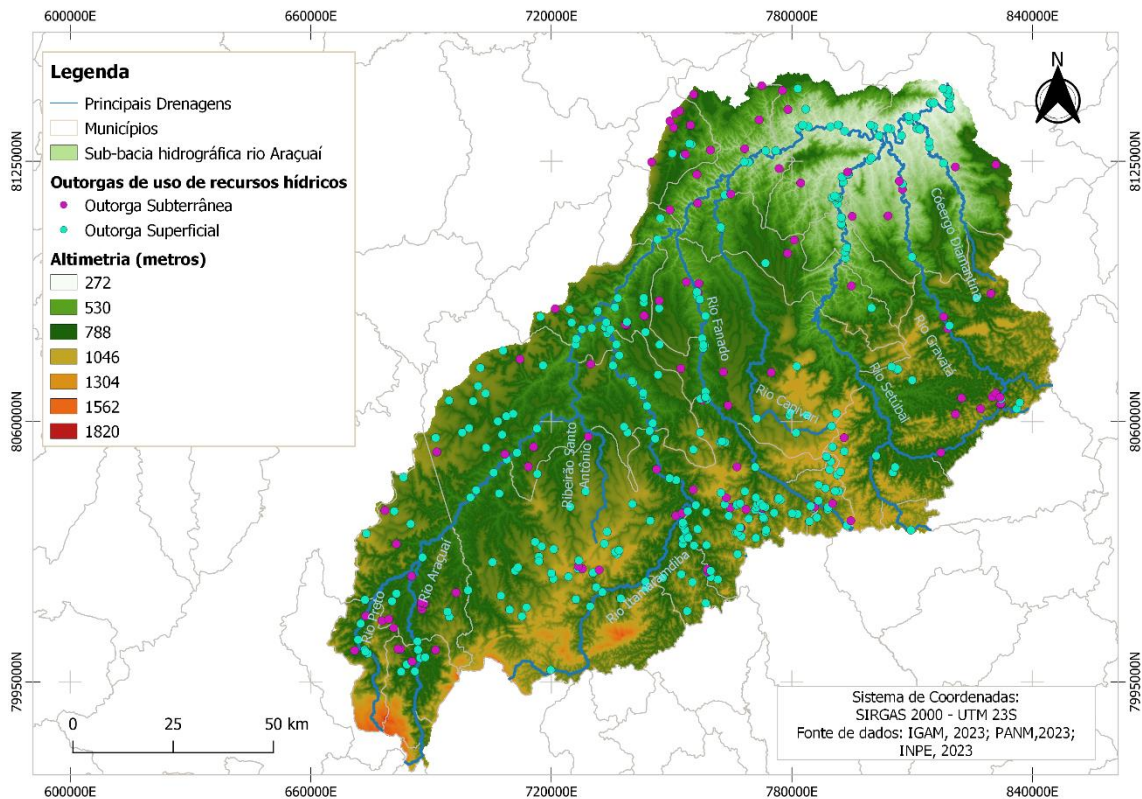
5.4 OUTORGAS DE DIREITO DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS

Após a aquisição dos dados junto ao Igam e ao PANM no período de 1992 a 2022, os mesmos passaram por tratamento que consistiu no agrupamento de outorgas de uso consuntivo, de acordo com o seu ano de vigência. Um uso é considerado consuntivo quando a água retirada é consumida, parcial ou totalmente, no processo a que se destina, não retornando diretamente ao corpo d'água (ANA, 2019).

Para determinar tanto o volume acumulado, como a vazão para cada um dos anos em que foram observadas outorgas em vigor, procedeu-se a soma dos quantitativos para o ano em questão, dentro do prazo de vigência, ou seja, desde primeiro ano em que as outorgas foram concedidas, até o ano do vencimento, possibilitando entender o quanto de água é retirada através das captações por ano. Ressalta-se que esta análise baseou-se em anos civis, e não em anos hidrológicos.

O procedimento descrito acima foi adotado tanto para quantificar as captações superficiais, quanto as subterrâneas, que estão distribuídas por toda a sub-bacia. A Figura 5-3 indica a localização das outorgas superficiais e subterrâneas, com recorte para aquelas que fazem uso consultivo da água na sub-bacia do rio Araçuaí.

Figura 5-3 – Localização das outorgas de direito de uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos na sub-bacia do rio Araçuaí.



Fonte: Autora (2023)

5.4.1 Vazão superficial

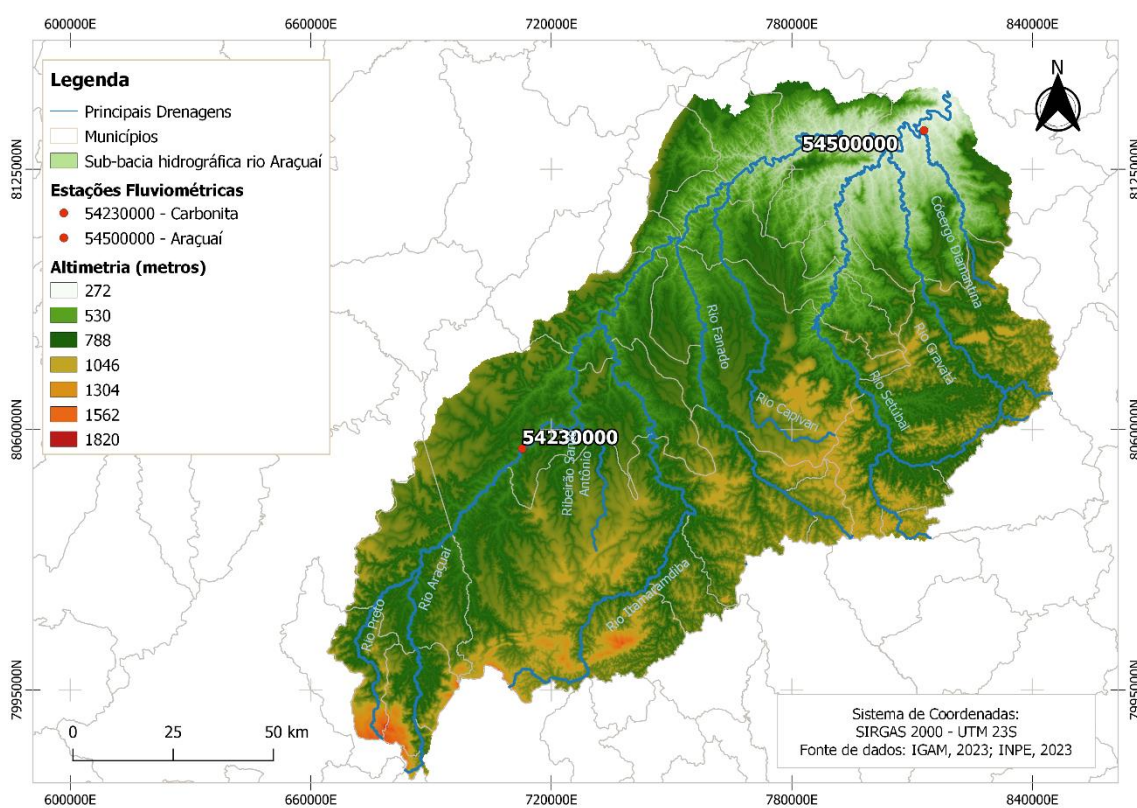
De forma a compreender o comportamento da vazão do rio Araçuaí, principal corpo d'água da sub-bacia de estudo, bem como a influência da precipitação e da retirada de volume de água através das outorgas superficiais, foram selecionadas duas estações fluviométricas, uma a montante e outra a jusante do rio, com dados de séries históricas no período hidrológico de 1992/1993 a 2021/2022. A Figura 5-4 apresenta a localização das estações na sub-bacia, e o Quadro 5-2, indica seus códigos e nomes, bem como suas coordenadas, município onde estão instaladas e área de drenagem. A área de drenagem é um dado constituinte do inventário da ANA, sendo delimitada pela área que compreende a rede de drenagens a montante da estação fluviométrica, assim, a área de drenagem da estação Carbonita está contida na área de drenagem da estação Araçuaí.

Quadro 5-2 - Estações fluviométricas selecionadas para análise da vazão na sub-bacia hidrográfica do rio Araçuaí.

Estação	Nome	Coordenadas SIRGAS 2000 UTM 23 S		Município	Área de drenagem (km ²)
		X	Y		
54230000	Carbonita	712756.18	8055244.66	Carbonita	2859
54500000	Araçuaí	812975.07	8134678.78	Araçuaí	16230

Fonte: Hidroweb (2023)

Figura 5-4 – Mapa de localização das estações fluviométrica selecionadas para análise da vazão na sub-bacia hidrográfica do rio Araçuaí.



Fonte: Autora (2023)

Conhecendo-se as vazões de montante e jusante do rio Araçuaí, procedeu-se o cálculo da vazão média do rio nos 30 anos analisados. Em seguida, em posse da vazão outorgada em cada ano, foram comparadas as duas séries de dados, de forma de verificar se as captações impactaram de alguma forma na vazão do rio durante o período.

5.4.1.1. Determinação da $Q_{7,10}$

A Portaria Igam nº 48, de 04 de outubro de 2019, que estabelece normas suplementares para a regularização dos recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais e dá outras providências, determina, em seu Art. 2º, que a vazão de referência a ser utilizada para o cálculo das disponibilidades hídricas superficiais no Estado de Minas Gerais é a vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de recorrência – $Q_{7,10}$. De acordo com o Art. 3º da referida portaria (IGAM, 2019):

O limite máximo de captações em recursos hídricos a serem outorgados nas bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais, para cada seção considerada em condições naturais, será de 50% (cinquenta por cento) da $Q_{7,10}$, ficando garantidos, a jusante de cada intervenção, fluxos residuais mínimos equivalentes a 50% (cinquenta por cento) da $Q_{7,10}$.

Para verificar se a vazão outorgada de água atendeu à porcentagem de vazão à jusante estabelecida pela legislação supracitada para a área de estudo, foi levantado o valor de $Q_{7,10}$. Para tanto, utilizou-se dados da estação Araçuaí (54500000), localizada a jusante do rio Araçuaí, e o *software* SisCAH 1.0. Foram excluídos os anos com falhas superiores a 10%, e adotado um período de 10 anos de retorno.

5.5 DISPONIBILIDADE HÍDRICA

O cálculo da disponibilidade hídrica consistiu em avaliar a relação entre a quantidade de água disponível na sub-bacia do rio Araçuaí, estimada pelo excedente hídrico obtido através do balanço hídrico.

Foi adotado ainda o Índice de Retirada de Água ou *Water Exploitation Index*, utilizado pela *European Environment Agency* e as Nações Unidas (ANA, 2005), que relaciona a vazão de retirada para os usos consuntivos e a vazão média. O índice corresponde ao quociente entre a retirada total anual e a vazão média de longo período (Q_{mlp}). A vazão média de longo período é definida como a média das vazões médias anuais para toda a série de dados (ALEXANDRE E MARTINS, 2005).

$$Ira = \frac{Q_{outorgada}}{Q_{mlp}} * 100 \qquad \text{Equação 14}$$

Em posse da vazão total anual outorgada, cuja maneira de obtenção foi apresentada no item anterior, e da vazão média de longo período, calculada através dos dados das séries históricas de dados fluviométricos, também apresentado no item anterior, obtém-se as classificações conforme Quadro 5-3.

Quadro 5-3 - Classificação de índices de retirada de água

Índice	Situação	Observação
< 5%	Excelente	Pouca ou nenhuma atividade de gerenciamento é necessária.
5 a 10%	Confortável	Pode correr necessidade de gerenciamento para solução de problemas locais de abastecimento;
10 a 20%	Preocupante	A atividade de gerenciamento é indispensável, exigindo a realização de investimentos médios;
20 a 40%	Crítica	Exige intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos;
> 40%	Muito crítica	-

Fonte: ANA (2005)

5.6 ÍNDICE DE ARIDEZ E ÍNDICE DE UMIDADE

O Índice de Aridez é determinante na identificação de áreas do globo suscetíveis à desertificação (AQUINO, 2010), além de ser um importante indicador da deficiência hídrica em uma região, uma vez que possui relação inversamente proporcional com a disponibilidade hídrica. Desenvolvido por Thornthwaite (1948), o índice de aridez indica o quociente entre o déficit hídrico em relação a evapotranspiração, em porcentagem. Segundo Santos, Martins e Santos (2018), se o índice de aridez for igual a 0, não haverá déficit hídrico, enquanto se o índice for igual a 100, implica no déficit igual a evapotranspiração potencial, caracterizando uma condição de extrema aridez.

$$Ia = \left(\frac{DEF}{ETP} \right) * 100 \quad \text{Equação 15}$$

Onde,

Ia = índice de aridez; DEF = déficit hídrico; ETP = evapotranspiração potencial

Segundo Aquino (2010), através do Índice de Aridez, é possível avaliar as limitações impostas pelo clima para a realização de atividades biológicas primárias e,

consequentemente para a produtividade agrícola, indispensável ao desenvolvimento antrópico.

Thornthwaite (1948) utiliza dados do excedente e déficit hídrico anual, derivada do balanço hídrico para complementar o cálculo do índice de umidade e fornecer a caracterização climática da região. Esse cálculo se dá pela relação entre índices e aridez e hídrico.

$$I_h = \left(\frac{EXC}{ETP} \right) * 100 \quad \text{Equação 16}$$

Onde,

I_h = índice hídrico; EXC = excedente hídrico; ETP = evapotranspiração potencial

Em seguida, realizou-se o cálculo do Índice de Umidade, de forma a indicar a umidade na região, e permitir sua a classificação climática, conforme proposto por Thornthwaite (1948).

$$I_u = I_h - 0,6 * I_a \quad \text{Equação 17}$$

Onde,

I_u = Índice de Umidade; I_h = Índice Hídrico; I_a = índice de Aridez.

As Tabela 5-1 e Tabela 5-2 apresentam os tipos de clima segundo a metodologia de Thornthwaite (1948), obtido através do cálculo do índice de umidade.

Tabela 5-1 - Tipos climáticos, segundo Thornthwaite, com base no índice de umidade.

Categorias	Tipo de Clima	Índice de Umidade
A	Super úmido	$I_u > 100$
B4	Úmido	$80 \leq I_u < 100$
B3	Úmido	$60 \leq I_u < 80$
B2	Úmido	$40 \leq I_u < 60$
B1	Úmido	$20 \leq I_u < 40$
C2	Subúmido	$0 \leq I_u < 20$
C1	Subúmido Seco	$-20 \leq I_u < 0$
D	Semiárido	$-40 \leq I_u < -20$
E	Árido	$-60 \leq I_u < -40$

Fonte: Santos, Martins e Santos (2018) Adaptado

Tabela 5-2 – Segunda chave da classificação climática segundo Thornthwaite, baseados nos índices de aridez e umidade.

Climas úmidos (A, B4, B3, B2, B1 e C2)	Índice de Aridez (Ia)	Climas secos (C1, D e E)	Índice de umidade (Iu)
r – pequena ou nenhuma deficiência de água	0 – 16,7	d – pequeno ou nenhum excesso de água	0 - 10
s – moderada deficiência no verão	16,7 – 33,33	s – moderado excesso de inverno	10 - 20
w – moderada deficiência no inverno	16,7 – 33,3	w – moderado excesso de verão	10 - 20
s2 – grande deficiência no verão	> 33,33	s2 – largo excesso de inverno	20
w2 – grande deficiência no inverno	> 33,33	w2 – largo excesso de verão	20

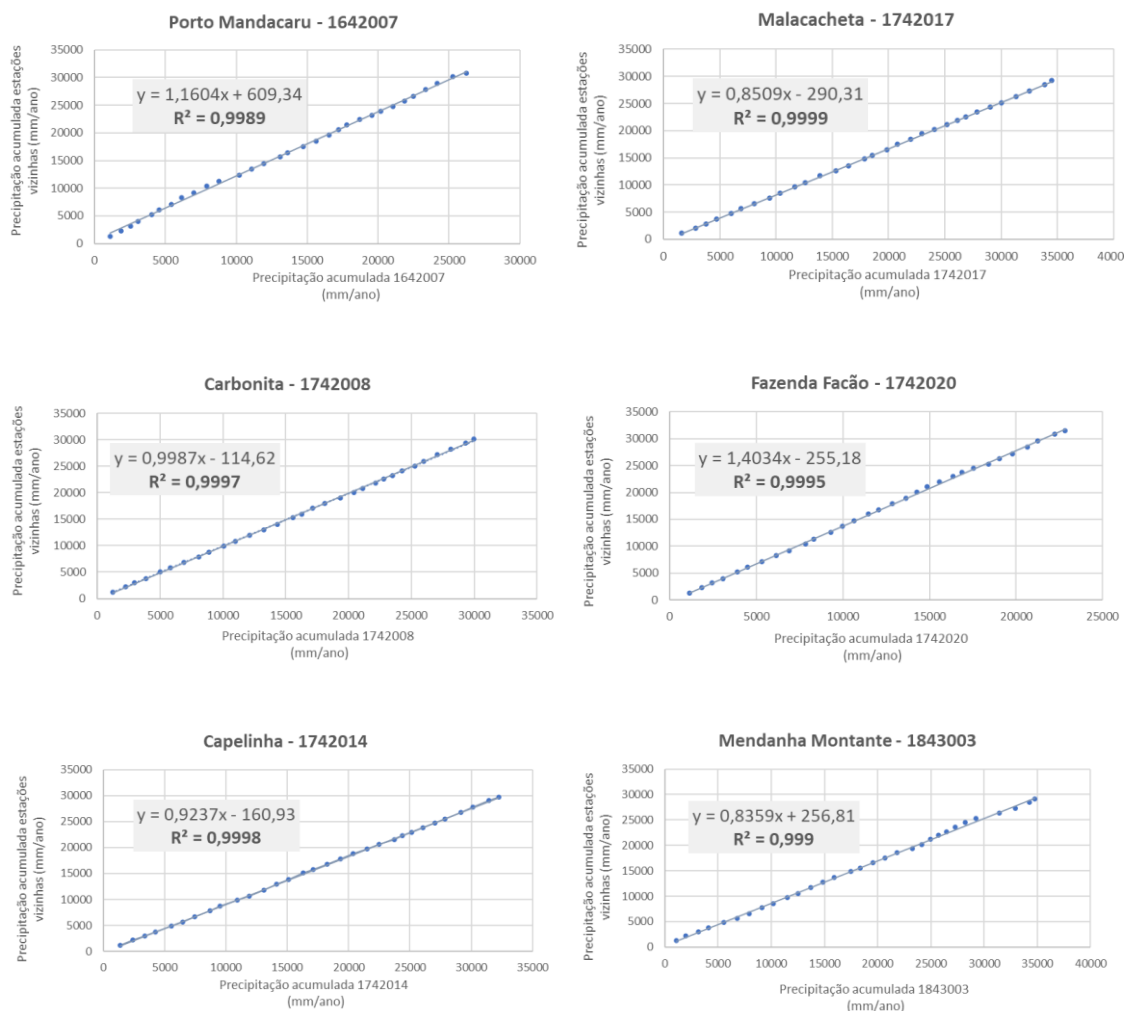
Fonte: Santos, Martins & Santos (2018)

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 ANÁLISE DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Os dados das seis estações pluviométricas foram submetidos à análise de consistência pelo método de Dupla Massa. A partir da regressão linear múltipla, verificou-se o coeficiente de determinação (R^2) para cada estação, que indicou o quão a chuva em uma, pode ser estimada pela outra. Para todas as análises, obteve-se R^2 superior a 0,99 (Figura 6-1), indicando que os dados apresentaram coerência entre si, bem como as curvas de duplas massas indicaram não haver distorções. Dessa forma, optou-se por manter os registros existentes para as seis estações selecionadas.

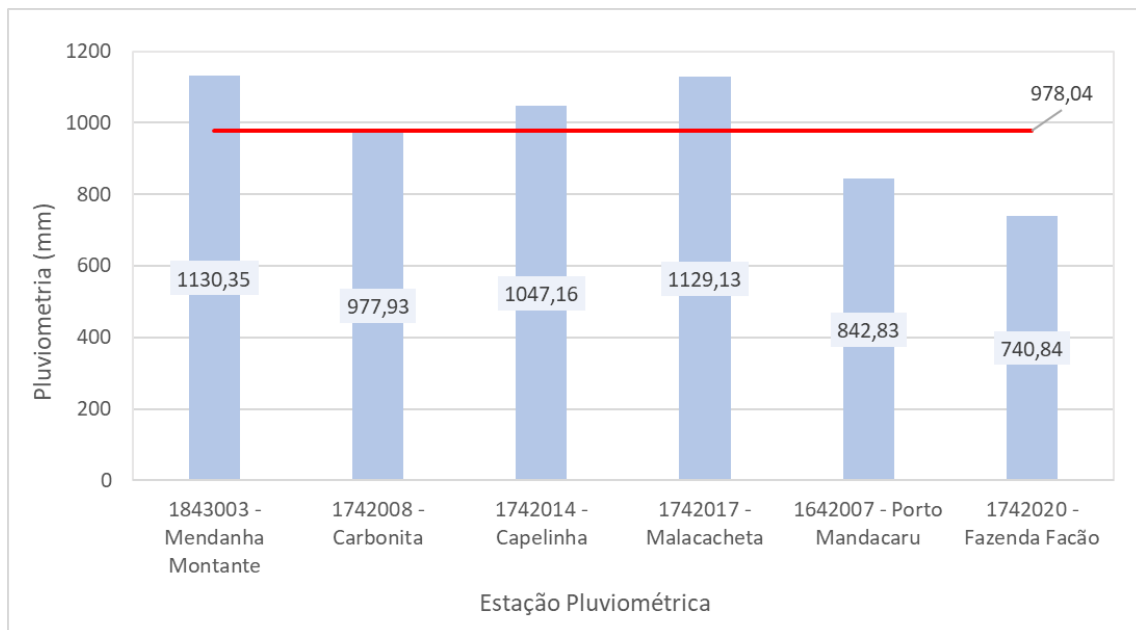
Figura 6-1 – Resultado da consistência de dados pelo método da Dupla Massa



Fonte: Autora (2023)

A partir do cálculo da pluviometria média, através do método da média aritmética, e considerando o período de 30 anos abrangendo os anos hidrológicos de 1992/1993 a 2021/2022, verificou-se as pluviometrias apresentadas na Figura 6-2, de montante para jusante. Foi calculada a média pluviométrica para a região da sub-bacia do rio Araçuaí, que foi de 978,04 mm no período observado.

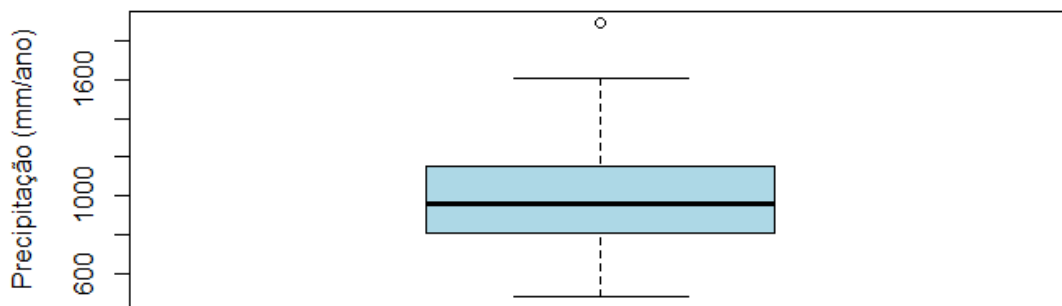
Figura 6-2 – Média aritmética da pluviometria das estações selecionadas para o período hidrológico de 1992/1993 a 2021/2022.



Fonte: Autora (2023)

Verificou-se que três das seis estações apresentaram pluviometria acima da média histórica da sub-bacia (média dos 30 anos), sendo elas Mendanha - Montante (1843003), Capelinha (1742014) e Malacacheta (1742017), variando 16% acima da média, 7% e 15%, respectivamente. As demais, Carbonita (1742008), Porto Mandacaru (1642007) e Fazenda Facão (1742020) apresentaram pluviometria 0,01%, 14% e 24% inferior à média histórica da sub-bacia, respectivamente. A Figura 6-3 apresenta a distribuição dos valores anuais médios da precipitação na sub-bacia.

Figura 6-3 – Gráfico *boxplot* da distribuição da precipitação anual média considerando as seis estações.



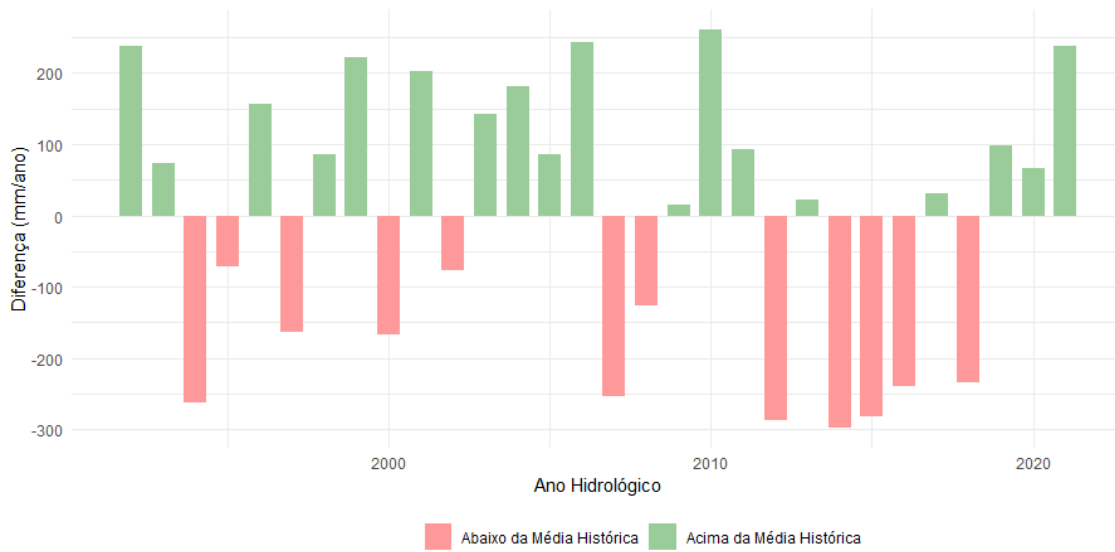
Fonte: Autora (2023)

Em termos de valores médios anuais considerando as seis estações, verificou-se a precipitação anual mínima de 480,2 mm/ano, sendo o menor valor observado entre todas as estações. O primeiro quartil (Q1) correspondeu a 808,8 mm/ano. A mediana (Q2) observada para os dados foi de 962,0 mm/ano. O terceiro quartil (Q3) foi correspondente a 1150,85 mm/ano. Na figura observa-se também a ocorrência de um *outlier*, com valor da precipitação ultrapassando os 1.800 mm/ano, o que representa um ano com um nível de precipitação muito diferente da maioria. O desvio padrão, que consiste na dispersão dos dados em torno da média foi de 250,14 mm/ano, indicando uma variabilidade considerável nos dados, que podem ter precipitações divergentes da média.

O comportamento espacial da pluviometria indicou que estações na região à montante, principalmente próximo à estação Mendanha - Montante (1843003) a precipitação é consideravelmente maior do que a jusante, na região onde está localizada a estação Fazenda Facão (1742020).

Dentre as seis estações avaliadas, a Carbonita (1742008) foi a que mais se aproximou da pluviometria média da sub-bacia por esse método, com precipitação igual a 977,93 mm. A Figura 6-4 apresenta o gráfico de barras com as variações dos valores da estação Carbonita (1742008) em relação à média geral das estações ao longo dos anos hidrológicos.

Figura 6-4 – Diferenças dos valores da estação Carbonita (1742008) em relação à média histórica das estações ao longo dos anos hidrológicos.

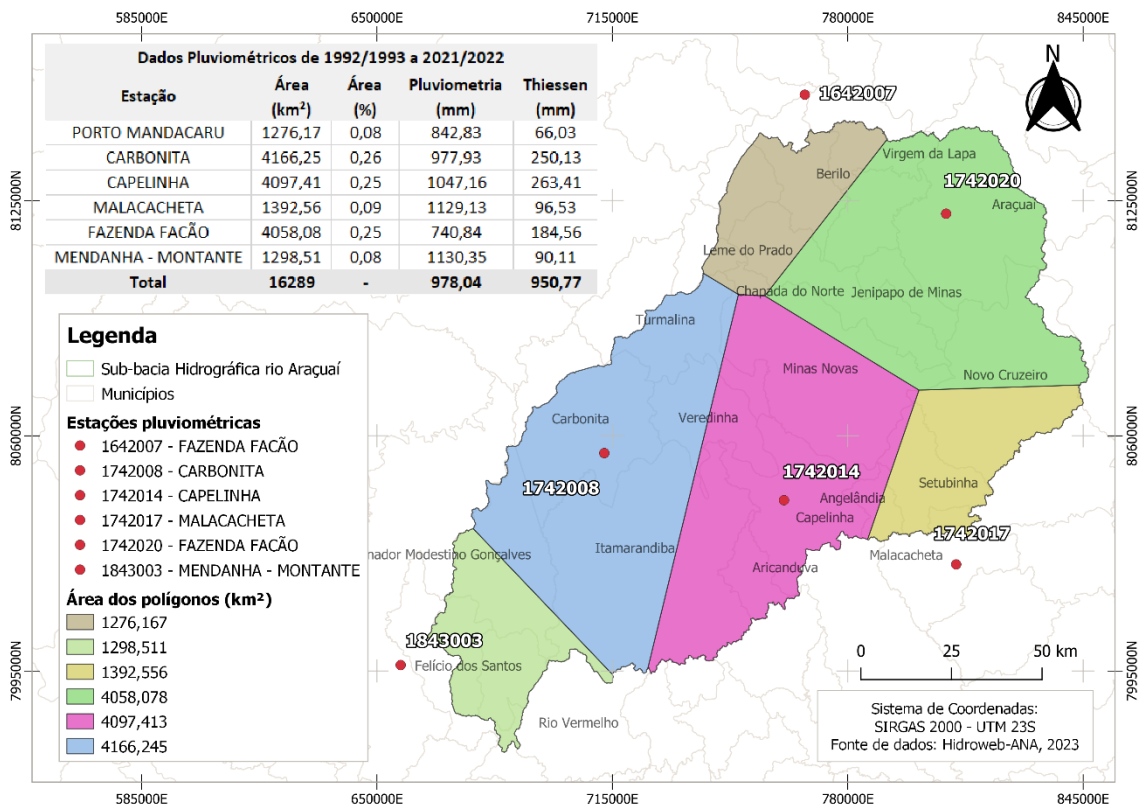


Fonte: Autora (2023)

Verifica-se que a estação apresentou precipitação superior à média histórica durante 18 anos (não necessariamente consecutivos), ficando por 12 anos (não necessariamente consecutivos) abaixo da média histórica. O desvio padrão em relação à média indicou uma variação de 188,17 mm/ano aproximadamente. O valor de desvio obtido pode estar relacionado com a variabilidade pluviométrica observada para a sub-bacia.

Em seguida, foram delimitados os polígonos de Thiessen (1911) pelo *software* QGIS, sendo obtidas as áreas de influência, ilustradas na Figura 6-5.

Figura 6-5 – Mapa dos polígonos de Thiessen, evidenciando a precipitação média calculada para a sub-bacia do rio Araçuaí e a influência da estação Carbonita (1742008) sobre a área.

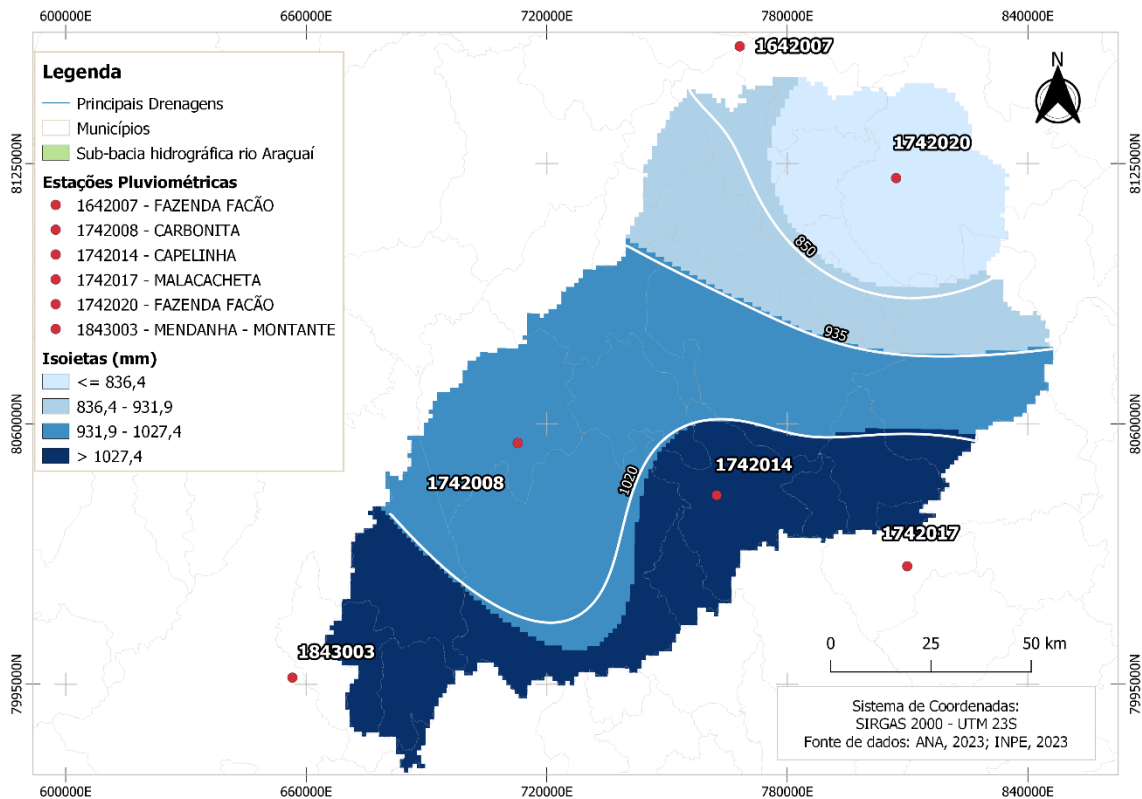


Fonte: Autora (2023)

Foi calculada a precipitação média de Thiessen para cada área, conforme mostra a Figura 6-5, obtendo-se o valor médio de 950,77 mm para a sub-bacia. Constatou-se que a pluviometria da sub-bacia é influenciada majoritariamente pelas áreas que abrangem as estações Carbonita, representando 26% da área total da sub-bacia, Capelinha e Fazenda Facão, cada uma com 25%. Dessa forma, a estação Carbonita foi adotada como a mais representativa para a área, corroborando o indicado pela média aritmética, e por isso, essa estação será utilizada para caracterizar o comportamento do regime de chuvas da sub-bacia nas etapas posteriores.

Utilizando-se da pluviometria média anual para o período de 30 anos estudado, obteve-se a variabilidade espacial da precipitação pelo método das isoietas, que indicou regiões com comportamentos semelhantes, conforme Figura 6-6.

Figura 6-6 – Mapa de isoietas para a região da sub-bacia, considerando a pluviometria dos anos hidrológicos de 1992/1993 a 2021/2022.



Fonte: Autora (2023)

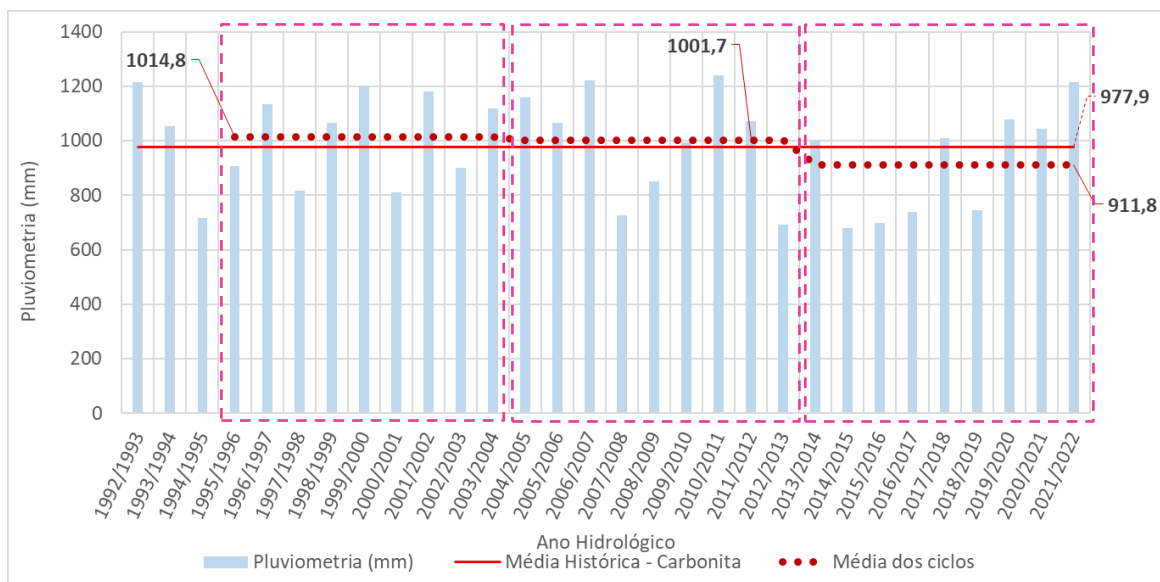
As isoietas demonstram maiores ocorrências de chuva em pequenas áreas na porção sudoeste-sul-sudeste, com precipitações anuais superiores à 1000 mm, e menores ocorrência em direção à norte-noroeste da sub-bacia, com precipitações anuais inferiores à 795,4 mm. Tal fato pode ser indicativo de uma possível tendência à aridez e a menores disponibilidades hídricas próximo ao exutório da sub-bacia. No interior da sub-bacia, verifica-se precipitações médias, variando de 900 a 960 mm, aproximadamente, em uma área significativa e que corresponde à estação Carbonita, corroborando novamente os dois métodos anteriormente citados.

Dessa forma, respaldado pelos três métodos descritos acima e visando descrever a pluviometria da região de forma mais precisa, foi selecionada a estação Carbonita (1742008) como a mais representativa para o regime de chuvas da região. As Figura 6-7 e Figura 6-8 apresentam o comportamento da pluviometria e dos dias de chuva, durante

os anos hidrológicos de 1992/1993 a 2021/2022 para estação definida como representativa.

Verificou-se a pluviometria da estação Carbonita com comportamento em períodos (Figura 6-7), com variações mais altas e mais baixas em relação à sua média histórica, que foi de 977,9 mm. Foram delineados 3 períodos pluviométricos, de nove anos cada (1995/1996-2003/2004, 2004/2005-2012/2013, 2013/2014-2021/2022). Os três primeiros anos hidrológicos do período de observação provavelmente integram um ciclo anterior ao início da análise, entretanto, optou-se por não excluir os dados das análises, com o objetivo de garantir um período não inferior a 30 anos de dados.

Figura 6-7 – Períodos pluviométricos observados no período hidrológico de 1992/1993 a 2021/2022 para a estação representativa.

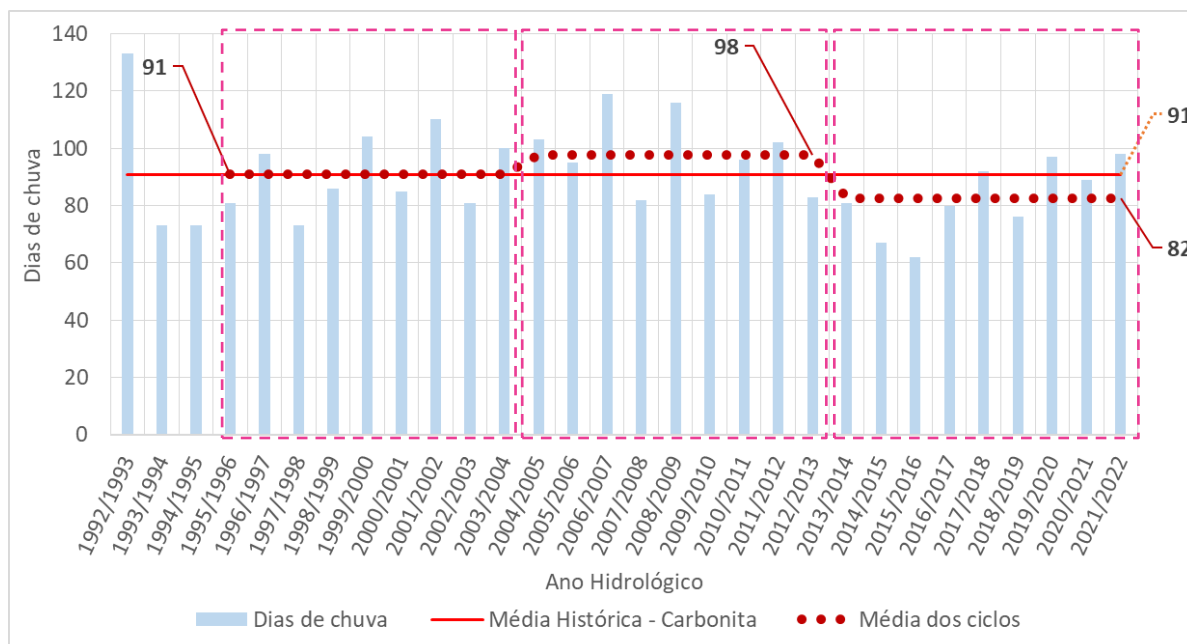


Fonte: Autora (2023)

Percebe-se que entre o primeiro (1995/1996-2003/2004) e o segundo período (2004/2005-2012/2013), há diminuição de 1,3% das médias pluviométricas, de 1014,8 para 1001,7 mm. Da mesma forma, observa-se a redução de cerca de 8,7% da média pluviométrica entre o segundo (2004/2005-2012/2013) e terceiro período (2013/2014-2021/2022), de 1001,7 para 911,8 mm. No geral, foi observada um decréscimo de 10,2%, ou cerca de 100 mm, da pluviometria média entre o primeiro e terceiro período.

Em relação aos dias de chuva, na estação Carbonita, foi registrada média de 91 dias com algum índice de pluviosidade (Figura 6-8).

Figura 6-8 – Períodos em relação aos dias de chuva observados no período hidrológico de 1992/1993 a 2021/2022 para a estação representativa.



Fonte: Autora (2023)

Em termos de média de dias de chuva por período, entre o primeiro (1995/1996-2003/2004) e o segundo período (2004/2005-2012/2013), houve um aumento de 7,6%, de 91 para 98 dias de chuva, enquanto do segundo (2004/2005-2012/2013) para o terceiro período (2013/2014-2021/2022) houve diminuição de cerca de 15,7%, de 98 para 82 dias de chuva. Entre primeiro e terceiro período a tendência foi de diminuição de 9,3%, ou aproximadamente 8 dias na média de dias de chuva.

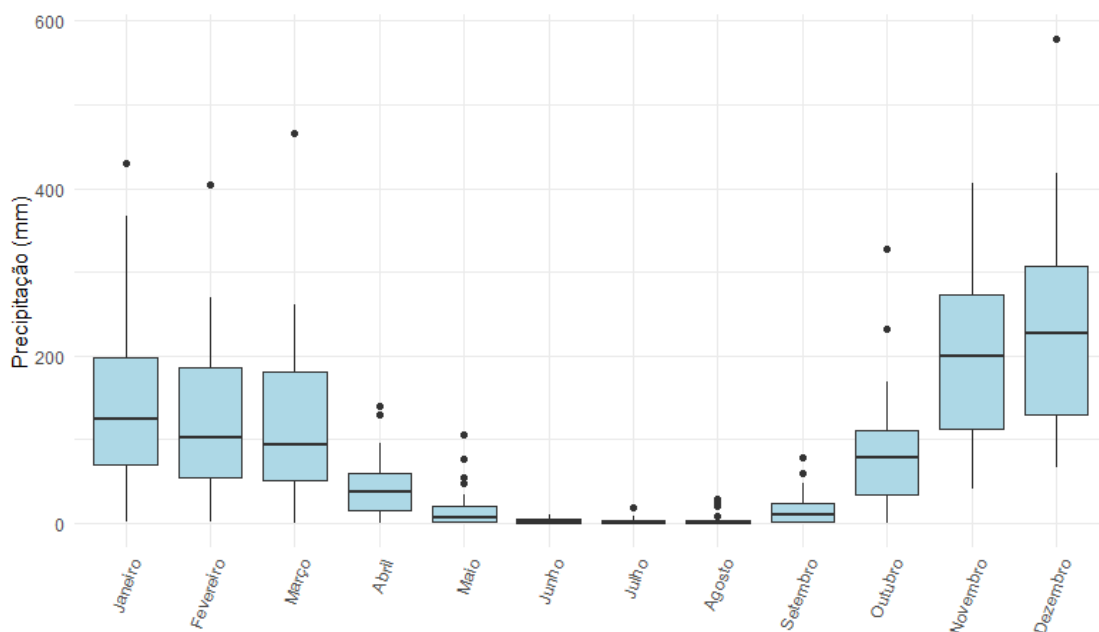
É possível verificar que a intensidade média para cada período, que é igual a quantidade de chuva média por ano sobre o número média de dias com chuva no ano. Assim, observou-se que para o primeiro período (1995/1996-2003/2004), a intensidade média foi de 11,95 mm/dia, 10,22 mm/dia para o segundo período (2004/2005-2012/2013) e 11,12 mm/dia para o terceiro período (2013/2014-2021/2022). A intensidade média de chuva para o primeiro período foi amais alta, sugerindo chuvas mais intensas por dia; a do segundo período foi ligeiramente menor quando comparada com os outros dois, indicando

uma menor quantidade média de chuva por dia durante o período; o terceiro período se assemelhou ao primeiro, porém com uma quantidade de chuva menor.

Diferentemente do comportamento do volume de chuvas por ano, que apresentou tendência regular de redução, o comportamento dos dias de chuva e consequentemente da intensidade média variou entre aumento e diminuição. Isto demonstra que são necessárias observações mais prolongadas para que se possa, de fato, entender como as chuvas na sub-bacia estão ocorrendo e identificar fatores externos que possam estar influenciando em sua frequência e intensidade.

Ao longo dos 12 meses do ano, verificou-se a tendência de um período seco entre os meses de abril a setembro, e um período chuvoso, de outubro a março, com apresenta a Figura 6-9.

Figura 6-9 – Comportamento da pluviometria mensal no período hidrológico de 1992/1993 a 2021/2022.



Fonte: Autora (2023)

A análise da pluviometria mensal indica expressiva variação dos dados e a ocorrência de *outliers* na maioria dos meses, indicando ocorrências atípicas ou extremas de precipitação. Nos meses em que foi identificada menor dispersão de dados, há um indicativo de consistência nos padrões de precipitação, com valores mais próximos da

média. A ocorrência de outliers em meses mais secos pode sinalizar a característica do período seco na sub-bacia.

6.2 ANÁLISE DO BALANÇO HÍDRICO

No preenchimento da planilha “Bhnorm.xls”, no campo “Latitude” inseriu-se a latitude - 17,58 (em graus decimais) para a cidade Carbonita, cuja estação pluviométrica possui maior área de influência na sub-bacia do rio Araçuaí, conforme descrito no capítulo anterior. Para a execução do balanço hídrico, adotou-se o valor de 100 mm para a capacidade de água disponível no solo (CAD).

Com base nos dados de balanço hídrico de Thornthwaite, obteve-se para o período histórico de 30 anos os resultados apresentados na Tabela 6-1. Considerando uma precipitação média anual de 990,1 mm para o período de análise, verificou-se a evapotranspiração potencial (ETP) igual a 1457,5 mm e a evapotranspiração real (ETR) igual a 927,5 mm. Conforme descrito por Collischonn e Tucci (2014) a precipitação e ETP possuem relação inversa, que se deve, principalmente, à variação na radiação solar incidente, na umidade relativa do ar, nos trópicos e na temperatura.

Tabela 6-1 – Resultados obtidos no balanço hídrico para a sub-bacia do rio Araçuaí segundo método de Thornthwaite (1948) e Thornthwaite & Mattter (1955).

Meses	T °C anual	P (mm)	ETP	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
			(Thornthwaite 1948)			
Janeiro	26,8	142,3	158,51	157,3	1,2	0,0
Fevereiro	27,2	119,7	152,25	143,3	8,9	0,0
Março	26,8	115,2	149,69	133,1	16,6	0,0
Abril	25,7	43,0	121,84	66,7	55,1	0,0
Mai	23,8	17,1	93,25	27,6	65,7	0,0
Junho	22,4	3,0	71,15	7,5	63,6	0,0
Julho	22,2	2,7	71,16	5,0	66,1	0,0
Agosto	23,5	4,1	88,27	5,5	82,8	0,0
Setembro	25,6	15,7	117,95	16,3	101,6	0,0
Outubro	27,0	83,9	152,30	84,1	68,2	0,0
Novembro	26,1	203,5	135,76	135,8	0,0	0,0
Dezembro	26,1	240,0	145,33	145,3	0,0	62,6
Totais	303,4	990,1	1457,45	927,5	529,9	62,6
Médias	25,3	82,5	121,45	77,3	44,2	5,2

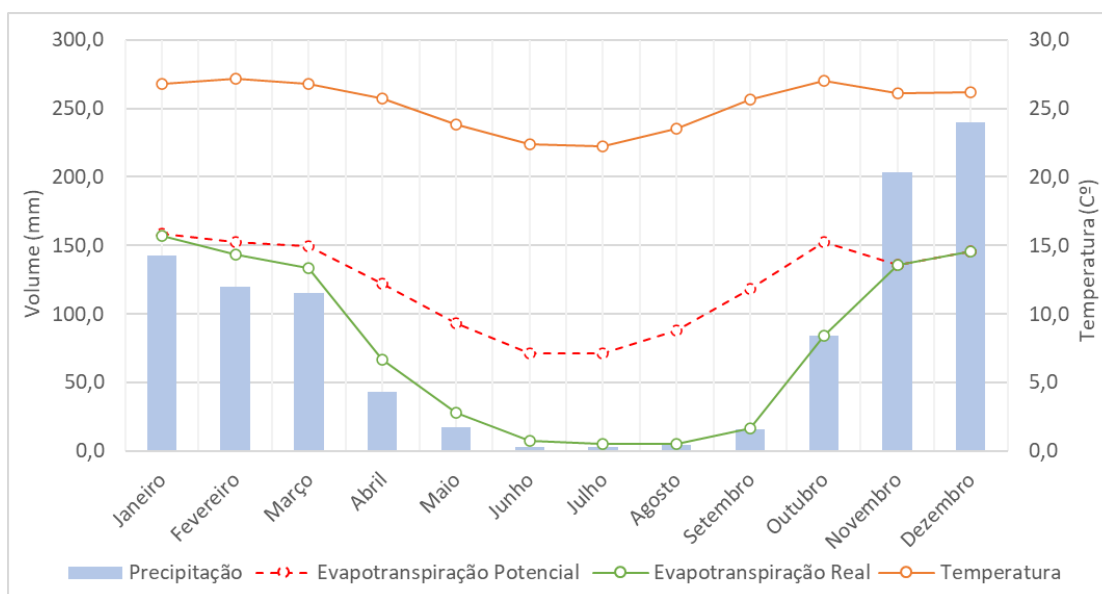
T - Temperatura média do ar; P - Precipitação; ETP - Evapotranspiração Potencial; ETR-Evapotranspiração Real; DEF-Deficiência Hídrica; ECX-Excedente Hídrico.

Fonte: Autora (2023)

Como descrito anteriormente, a média de dias de chuva para o período de análise foi de 91 dias, o que representa cerca de 25% do período total do ano, implicando em cerca de 75% dos dias sem ocorrência de chuvas. Dessa forma, assume-se que em um período aproximado de 75% do ano há maior incidência solar e, conseqüentemente, aumento da temperatura sobre a região, o que atua como um gatilho para desencadear os processos do ciclo hidrológico, já descritos no Capítulo 3.1.

Tal fato pode explicar a ocorrência de valores de evapotranspiração real tão próximos aos da precipitação no mesmo período (Figura 6-10), podendo ser um indicativo de possível deficiência hídrica na região.

Figura 6-10 – Relação entre pluviometria, ETP, ETR e temperatura obtida através do balanço hídrico.

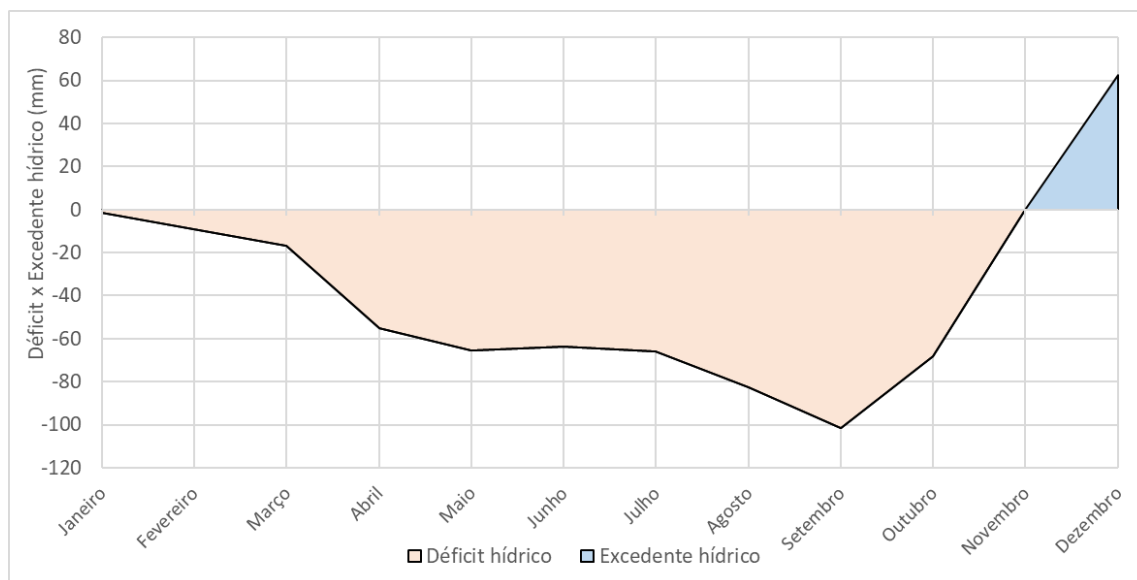


Fonte: Autora (2023)

Conforme Figura 6-11, o balanço hídrico indicou déficit hídrico de 529,9 mm, distribuído entre os meses de janeiro a outubro, indicando que nesses meses a ETR superou a precipitação, resultando em deficiência hídrica no solo. Apesar de que na região o período chuvoso ocorre entre os meses de outubro a março, os défices hídricos nesses períodos podem ocorrer em função de uma evapotranspiração superior à precipitação. Essa condição pode acontecer por uma série de fatores, como aumento das temperaturas, as

altas demandas de água pelas plantas, e a diminuição da capacidade de retenção de água do solo pode contribuir para esta condição.

Figura 6-11 – Extrato do balanço hídrico anual observado no período hidrológico de 1992/1993 a 2021/2022.



Fonte: Autora (2023)

Não coincidentemente, na região da sub-bacia o comportamento da temperatura acompanha as variações do ano hidrológico, com temperaturas bastante elevadas no verão, desencadeando a ETR. Nos meses de novembro e dezembro observou-se um excedente hídrico de 62,2 mm, indicando maior disponibilidade de água na região nesse período.

Esperava-se observar um excedente hídrico entre os meses de janeiro a março, quando finda o período chuvoso, porém, tal fato pode se justificar pelo aumento da temperatura e de evapotranspiração, conforme descrito anteriormente. Há de se considerar, entretanto, que um fator de aquecimento da temperatura média global, ou regional, possa estar contribuindo para uma maior evapotranspiração da água na superfície, o que pode gerar um desequilíbrio no ciclo.

Apesar de o balanço hídrico para o período de 30 anos ter indicado déficit hídrico para os meses de janeiro, fevereiro e março, pela Figura 6-9 verifica-se que há expressiva variabilidade nos dados destes, bem como nos meses de outubro, novembro e dezembro,

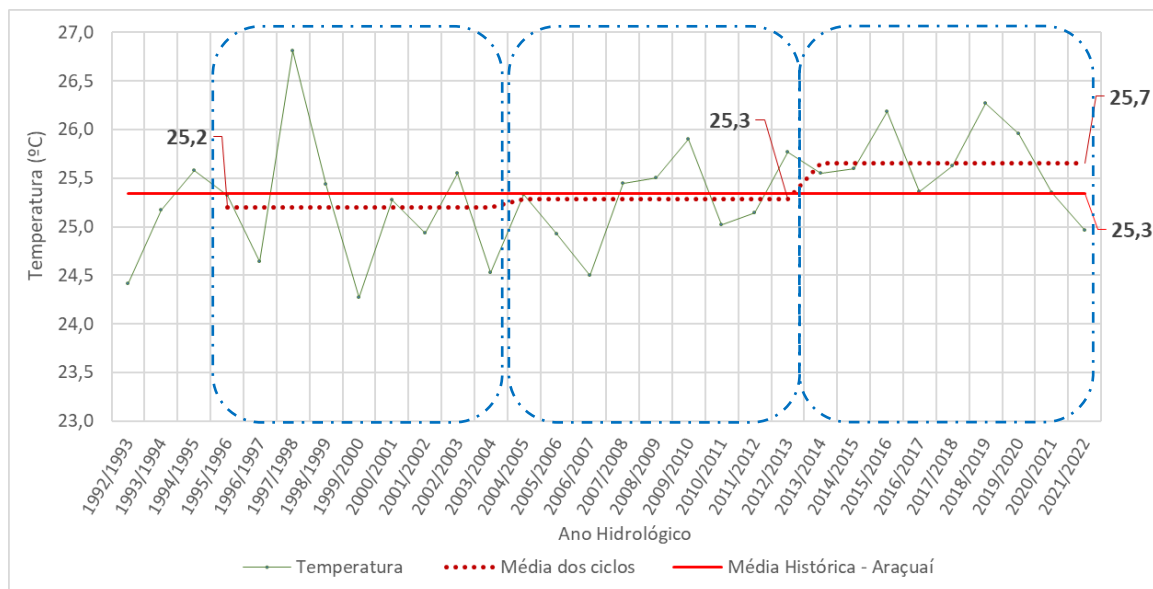
entendendo se tratar de uma característica atrelada ao período chuvoso. Essa dispersão nos dados mensais de chuva indica, como já relatado anteriormente, a ocorrência de eventos de chuva significativos. Logo, pode-se presumir que em anos com 2006/2007, 2010/2011, 2021/2022, entre outros, em que a precipitação apresentou os maiores registros, é provável que houve excedente hídrico.

6.2.1 Análise da temperatura

De modo a correlacionar o comportamento da precipitação com a temperatura da área, foi realizada a análise dos dados de temperatura média na estação Araçuaí (83442) em períodos idênticos aos observados para a pluviometria, três períodos de nove anos cada (1995/1996-2003/2004; 2004/2005-2012/2013; 2013/2014-2021/2022), conforme Figura 6-7.

A análise da temperatura para o período de 30 anos de interesse indicou o comportamento observado na Figura 6-12, em que a média anual das temperaturas diárias médias foi de 25,3°C.

Figura 6-12 – Comportamento da temperatura média anual na região da sub-bacia rio Araçuaí



Fonte: Autora (2023)

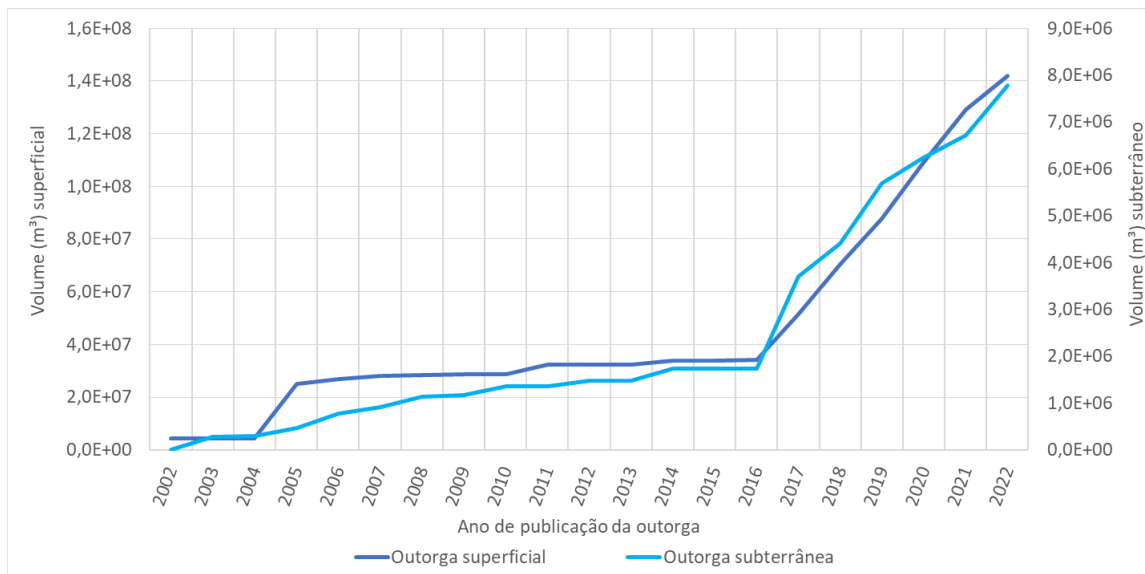
Percebe-se que entre o primeiro (1995/1996-2003/2004) e o segundo ciclo (2004/2005-2012/2013), enquanto houve diminuição de 1,3% das médias pluviométricas, houve aumento de 0,3% da média de temperatura, de 25,2 °C para 25,3 °C. Da mesma forma, enquanto observa-se a diminuição de cerca de 8,7% da média pluviométrica entre segundo (2004/2005-2012/2013) e terceiro ciclo (2013/2014-2021/2022), verifica-se o aumento de cerca de 1,5% da média da temperatura para o mesmo período, de 25,3 °C para 25,7°C. No geral, foi observada para a diminuição de cerca de 10,2% (aproximadamente 100 mm) da pluviometria média entre o primeiro e terceiro ciclo, enquanto o comportamento da temperatura indicou um aumento de 1,8%, ou 0,5 °C, da temperatura média entre o primeiro e terceiro ciclo.

É importante ressaltar que esta análise consistiu em avaliar o comportamento da temperatura média em relação à pluviometria e que o aumento de 0,5 °C na temperatura média observado pode ser ainda mais significativo se tratando de temperaturas máximas. Ademais, é importante salientar que em escala local, o aumento da temperatura na região pode influenciar na dinâmica e no equilíbrio do ciclo hidrológico, favorecendo a evapotranspiração, fato que acende um alerta se tratando de disponibilidade hídrica, uma vez que observa-se a diminuição de pluviometria.

6.3 OUTORGAS DE DIREITO DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS

O levantamento de outorgas considerou o período de 1992 a 2022, entretanto, o registro pelo Igam dos volumes outorgados tanto superficial, quanto subterrâneo, só aconteceu após os anos de 2002 e 2003, respectivamente. A Figura 6-13 e o APÊNCIDE A – VOLUME ANUAL ACUMULADO DE ÁGUA OUTORGADO apresentam os volumes totais outorgados, calculados para os anos de 2002 a 2022 que consistiu na soma do volume de outorgas com licenças válidas por ano.

Figura 6-13 – Volume anual acumulado de água superficial, subterrânea e total outorgada.



Fonte: Autora (2023)

Observa-se que desde que há registro do volume outorgado, houve um aumento significativo, principalmente em relação ao volume superficial outorgado, variando de 4.225.824 m³ a 141.983.348,1 m³, e também no volume subterrâneo, variando de 273.312 m³ a 7.777.460,88 m³ nos 20 anos de registro.

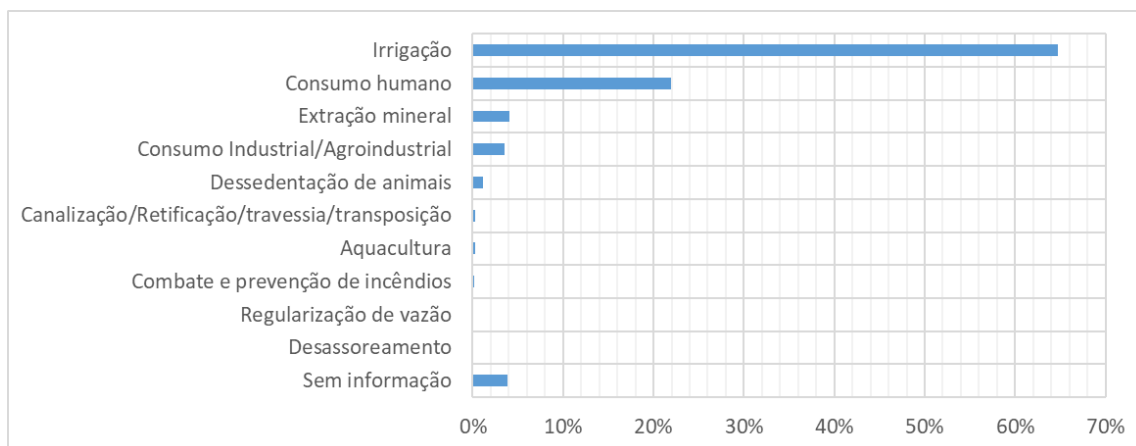
É preciso ressaltar, entretanto, que a análise de água retirada pelas outorgas feita neste trabalho pode estar subestimada, devido à ocorrência de captações irregulares. No estado de São Paulo, por exemplo, estima-se que mais de 70% dos poços tubulares são irregulares e foram perfurados sem autorização do órgão gestor (HIRATA, ZOBY E OLIVEIRA.,2010; HIRATA, FOSTER E OLIVEIRA, 2015), o que pode ser similar no estado de Minas Gerais.

6.3.1 Finalidade dos usos da água

Na sub-bacia do rio Araçuaí, o uso superficial se sobressai em relação ao subterrâneo. A Figura 6-14 apresenta em porcentagens as finalidades de usos da água superficial outorgada em relação ao volume total acumulado em 2022. Através da figura, verifica-se que o uso da água para irrigação correspondeu a aproximadamente 65% do volume total outorgado naquele ano, seguido pelo uso para consumo humano/abastecimento público,

que correspondeu a pouco mais de 22% do total outorgado. Há ainda o uso de cerca de 4% da água nas atividades extração mineral, além de 4% para consumo industrial/agroindustrial, e usos menos expressivos, como a dessedentação de animais e demais usos, que apesar de serem mensuráveis, não foram representados no gráfico devido a escala. Usos com a finalidade desconhecida somaram cerca de 4% do volume total outorgado.

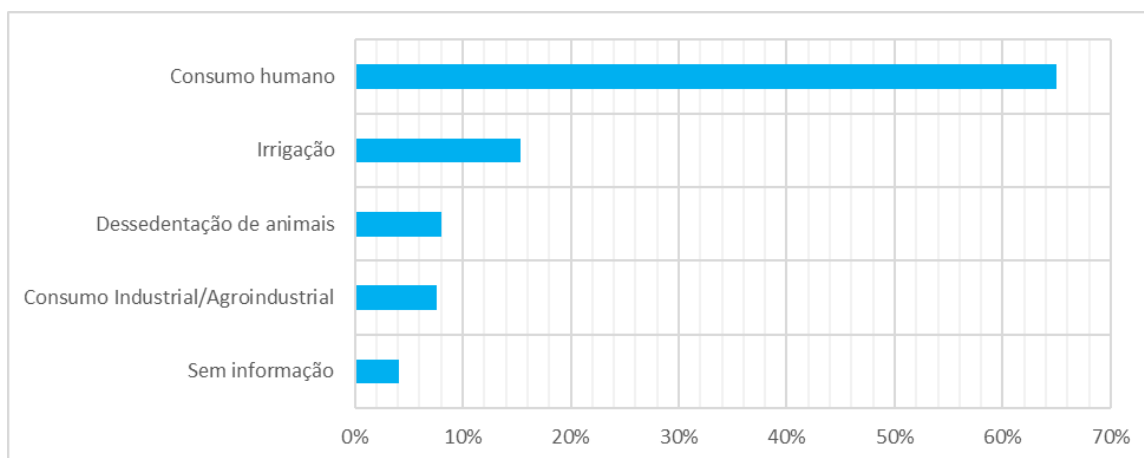
Figura 6-14 – Finalidade de uso da água superficial outorgada, em porcentagem, em função do volume acumulado em 2022.



Fonte: Autora (2023)

O fato de a irrigação representar mais do que o dobro do uso da água superficial outorgada para consumo humano é justificado pela grande presença da silvicultura na sub-bacia, com destaque para o eucalipto, que é transformado em carvão para atender a demanda das indústrias da região (vide Capítulo 4).

Figura 6-15 - Finalidade de uso da água subterrânea outorgada, em porcentagem, em função do volume acumulado em 2022.



Fonte: Autora (2023)

A Figura 6-15 apresenta em porcentagens a finalidade de usos da água subterrânea outorgada em relação ao volume total acumulado em 2022. Verifica-se, que ao contrário do que se observa-se para a finalidade de uso da água superficial, aproximadamente 65% da água subterrânea outorgada é destinada ao consumo humano, ficando cerca 17% destinada para a irrigação, 8% para a dessedentação animal, cerca de 8% para o consumo industrial/agroindustrial, e 4% sem informação. Considerando que algumas regiões da sub-bacia possuem deficiência de água superficial, é justificável o volume outorgado para consumo humano, principalmente.

O Plano Diretor de Bacia elaborado em 2010 para a região não apresenta os usos prioritários da água, entretanto entender essa dinâmica é fundamental para gestão sustentável do recurso, evitando conflitos e garantindo sua utilização de maneira justa e eficiente.

6.3.2 Influência das captações na vazão superficial

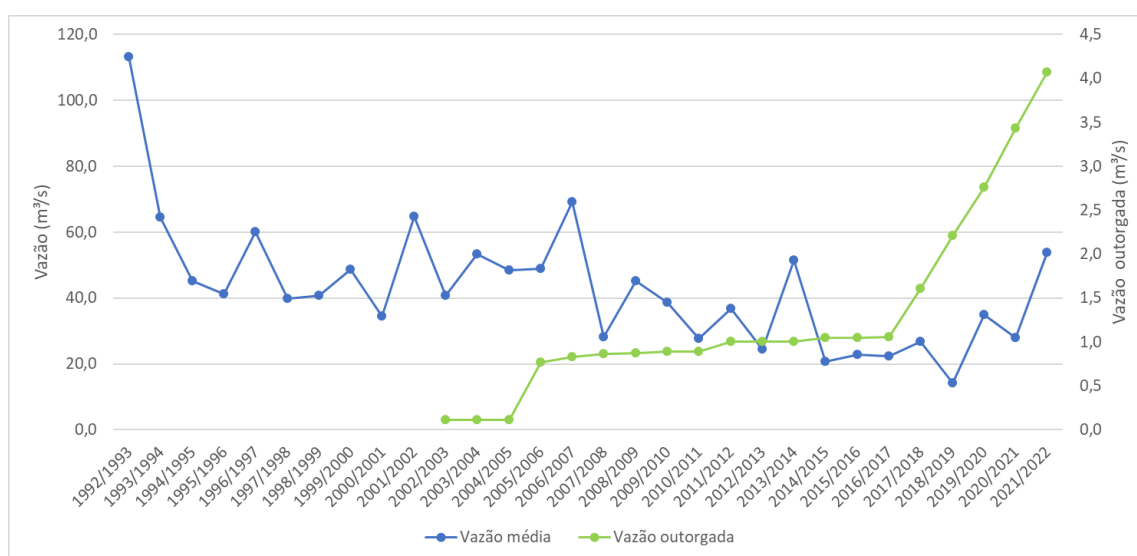
A partir da análise das estações fluviométricas Carbonita (54230000) e Araçuaí (54500000), verificou-se que ocorre um incremento da vazão de montante em relação a jusante do rio Araçuaí, como esperado, em função da contribuição de tributários ao

longo da sub-bacia. Verifica-se, entretanto, em termos de vazão média, que ocorre uma diminuição da vazão nos últimos anos hidrológicos.

Como se pode observar na Figura 6-16, a disponibilidade hídrica superficial vem diminuindo naturalmente durante o período de estudo, ou por interferências de alterações climáticas, por sua vez relacionada ao aumento da evapotranspiração - como mostrado pela elevação da temperatura, ou pelo aumento da demanda de água na sub-bacia.

A demanda pelos recursos hídricos vem em alta desde o ano hidrológico 2005/2006, com um crescimento exponencial a partir de 2016/2017. Apesar dos valores de captação serem pequenos quando comparados com a disponibilidade total de vazão do rio, no último ano hidrológico (2021/2022), o volume outorgado foi próximo a 10% da vazão do rio, o que preocupa quando se trata de cenários futuros, visto a tendência de crescimento das captações.

Figura 6-16 – Relação entre vazão média no rio Araçuaí e vazão outorgada.



Fonte: Autora (2023)

Conforme abordado nos capítulos anteriores, a $Q_{7,10}$ foi calculada com base nos dados da estação fluviométrica Araçuaí (54500000), localizada à jusante da sub-bacia do rio Araçuaí.

Através de análises estatísticas e da determinação da vazão mínima com período de retorno de 10 anos, obteve-se a vazão de 11,15 m³/s, estimada pela distribuição de Logpearson 3, que apresentou menores valores de erro padrão, variância e assimetria.

A Portaria Igam nº 48/2019 determina um limite de outorga de 50% da Q_{7,10} para a sub-bacia, logo, 5,57 m³/s. Comparando o limite definido pela referida portaria para vazão superficial outorgada, com os valores de outorgas regulares registrados pelo Igam (Tabela 6-2), tem-se vazões outorgadas na ordem de 3,5 m³/s, 4,1 m³ e 4,5m³/s, para os anos de 2020, 2021 e 2022, respectivamente.

Tabela 6-2 – Vazões outorgadas na sub-bacia do rio Araçuá durante 1992 a 2022

Ano Publicação	Vazão Superficial Outorgada (m ³ /s)
1992	-
1993	-
1994	-
1995	-
1996	-
1997	-
1998	-
1999	-
2000	-
2001	-
2002	0,134
2003	0,135
2004	0,135
2005	0,796
2006	0,853
2007	0,893
2008	0,897
2009	0,914
2010	0,914
2011	1,026
2012	1,026
2013	1,026
2014	1,076
2015	1,076
2016	1,081
2017	1,632
2018	2,236
2019	2,786
2020	3,459
2021	4,093
2022	4,502

Fonte: Autora (2023)

Esses dados indicam que tendência crescente de vazão outorgada, que deve ser monitorada de forma a garantir o atendimento à legislação. Recomenda-se ainda que sejam realizadas análises adicionais para acompanhamento desse crescimento.

6.4 DISPONIBILIDADE HÍDRICA

Para o período 30 anos de análise, considerando a média anual, o excedente hídrico para a sub-bacia foi de 62,6 mm, enquanto o déficit foi de 529,9 mm. Ressalta-se que o balanço hídrico realizado agrupou as saídas do sistema, logo, as parcelas de escoamento superficial e subterrâneo foram consideradas uma variável única, que corresponde ao escoamento total e aproximado do excedente hídrico calculado. Assume-se que o volume de água disponível na sub-bacia no período é dado por:

$$\text{Volume disponível esperado} = \text{EXC} * \text{Área}_{\text{sub-bacia}}$$

$$\text{Volume disponível esperado} = 62,6 \text{ mm} * 16.288 \text{ km}^2 = 1,02 * 10^9 \frac{\text{m}^3}{\text{ano}}$$

Para dimensionar o volume real disponível é preciso considerar o que é retirado pelas outorgas de captação (volume total retirado é apresentado no APÊNCIDE A – VOLUME ANUAL ACUMULADO DE ÁGUA OUTORGADO), logo:

$$\text{Volume disponível real} = 1,02 * 10^9 \frac{\text{m}^3}{\text{ano}} - 1,49 * 10^8 \frac{\text{m}^3}{\text{ano}} = 8,68 * 10^8 \frac{\text{m}^3}{\text{ano}}$$

O Índice de Retirada de Água, calculado abaixo, indicou um índice de 10%, que se traduz numa situação classificada como confortável, podendo ocorrer necessidade de gerenciamento dos recursos hídricos para solução de problemas locais de abastecimento.

$$\text{Ira} = \frac{4,48 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{42,98 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}} * 100 = 10,4\%$$

6.5 ÍNDICE DE ARIDEZ E ÍNDICE DE UMIDADE

O Índice de Aridez foi calculado a partir dos dados mensais, de janeiro a dezembro, da pluviometria média da estação Carbonita (1742008), considerando o período de 30 anos de estudo, além da evapotranspiração média, também para o mesmo período, obtida através do balanço hídrico.

Para o índice de aridez, tem-se:

$$Ia = \left(\frac{529,9 \text{ mm}}{1457,5 \text{ mm}} \right) * 100 = 36\%$$

Para o índice hídrico, tem-se:

$$Ih = \left(\frac{62,6 \text{ mm}}{1457,5 \text{ mm}} \right) * 100 = 4\%$$

Por fim, para índice de umidade, tem-se:

$$I_u = 4\% - 0,6 * 36\% = -18\%$$

A partir dos índices foi possível realizar a classificação climática da região. A primeira chave correspondeu a tipologia C1, em razão do valor do índice da umidade igual a -18, indicando clima subúmido seco. Em seguida, verificou-se a subdivisão do tipo climático, que para o índice de aridez igual a 36%, correspondeu a tipologia w2, que corresponde ao Subúmido Seco, com grande deficiência no inverno.

Apesar de não indicar clima árido para a sub-bacia, o comportamento pluviométrico e da temperatura apontam tendência inversa, respectivamente. Tal fato a médio e longo prazo, pode implicar em uma mudança no clima local.

7 CONCLUSÃO

O estudo realizado neste trabalho permitiu compreender o comportamento do regime de chuvas na bacia do rio Araçuaí no período hidrológico de 1992/1003 a 2021/2022, indicando que há certa distribuição espacialmente irregular da precipitação, se apresentando mais pronunciada nas regiões de montante da sub-bacia. A seleção da estação Carbonita para descrever de forma mais representativa a pluviometria regional permitiu corroborar autores diversos a respeito do período chuvoso de outubro a março, e seco, de abril a setembro. Além disso, a série histórica de dados indicou haver uma diminuição em 10% no volume de chuvas registrado no início ao final do período. Apesar de parecer pouco expressiva, a tendência de queda a médio e longo prazo pode significar perdas cada vez maiores de entrada de água na bacia.

A mesma preocupação se estende para o comportamento da temperatura, para a qual verificou-se um aumento de 0,5°C no período de 30 anos. Tendo em vista o estilo de vida da sociedade atual e as fontes de energia utilizadas pelos meios de produção, entende-se que há tendência dessa temperatura continuar em ascensão. Neste caso, surgem diversas problemáticas associadas a esse aumento, que vão desde desconforto do ponto de vista socioeconômico, até a impactos ambientais, como o aumento da evaporação da água da superfície, em escala macro, que gera um incremento na componente precipitação, causando eventos climáticos intensos e assim sucessivamente, desencadeando desequilíbrios no ciclo hidrológico. Ademais, vale destacar que, localmente, o aumento da temperatura está atrelado ao aumento da ETP, logo, poderá haver aumento de evaporação da água no solo, causando insegurança hídrica na região quanto maior seu caráter árido.

O balanço hídrico climatológico realizado na sub-bacia considerou os 30 anos de dados, de forma a indicar uma condição média observada. O balanço hídrico verificou que a ETP superou a precipitação entre os meses de janeiro a outubro, o que culminou em déficit hídrico 529,9 mm entre esses meses, sendo observado excedente apenas entre os meses de novembro a dezembro, de 62,6 mm. A ocorrência de déficit hídrico em meses do período chuvoso, como janeiro, fevereiro e março, pode ser consequência das dinâmicas de aumento de temperatura e ETP, porém, como trata-se de uma média 30 anos de dados,

não considerando anos atípicos com precipitações expressivas. A determinação do índice de aridez e índice de umidade a partir de dados do balanço subsidiou a caracterização do clima da região conforme metodologia de Thornthwaite, indicando tipologia C1w2: Subúmido Seco, com grande deficiência no inverno.

A avaliação das outorgas de uso de recursos hídricos revelou os principais usos da água na sub-bacia, que de forma indireta, permitiram compreender as dinâmicas sociais e econômicas associadas a ela. Como exemplo, tem-se muito pronunciado o uso de água superficial para irrigação e o uso de água subterrânea para abastecimento público ou consumo humano. Fazendo um recorte socioeconômico nessa região do Vale do Jequitinhonha, verifica-se a presença massiva da atividade de silvicultura de eucalipto, que possui alta demanda hídrica, o que justifica o volume expressivo de água empregado para este fim.

Por outro lado, o uso subterrâneo destinado ao consumo humano está intimamente ligado à distribuição e/ou disponibilidade da água superficial na região da sub-bacia, não havendo, parte-se para o meio subterrâneo. Tal fato é corroborado pela presença do Projeto Águas do Norte de Minas – PANM na sub-bacia, realizado pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM em parceria com a ANA, objetivando fornecer acesso às águas subterrâneas para a população. Há de se ressaltar que as captações subterrâneas, apesar pouco expressivas, as captações irregulares (não cadastradas) estão presentes em todo o território nacional (mais de 70%), impactando ainda mais a sub-bacia como um todo, pois a exploração da água subterrânea na sub-bacia retira parte da parcela do escoamento total.

Após verificar o volume de água demandada pelas outorgas de captação, procedeu-se o cálculo da disponibilidade hídrica, a partir do excedente hídrico verificado no balanço. Verificou-se a disponibilidade hídrica de $1,02 \cdot 10^9$ m³/ano considerando a parcela de escoamento superficial somada à subterrânea. Retiradas as outorgas, foi observada a disponibilidade de $8,68 \cdot 10^8$ m³/ano. Nesse cálculo não foram incluídos os volumes retirados por captações irregulares, o que pode ter superestimado a disponibilidade hídrica. Ademais, cabe destacar que mesmo que os dados não indiquem estresse hídrica na sub-bacia, a variabilidade das chuvas e a existência de zonas com tendência mais áridas

na região não implica que necessariamente o volume de água calculado estará disponível para todos da mesma forma e na mesma estação do ano.

Tais ponderações são de suma importância para identificar os principais fatores que afetam a disponibilidade hídrica na sub-bacia do rio Araçuaí e adotar medidas de gestão dos recursos hídricos adequadas e eficientes, visando garantir o uso racional da água disponível de forma prioritária e democrática.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Conjunta dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras**. Edição Especial. Brasília: ANA, 2015. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/regioeshidrograficas2014.pdf>. Acesso em 05 nov. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Manual de usos consuntivos da água no Brasil**. Brasília, DF, 2019. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/central-de-publicacoes/ana_manual_de_usos_consuntivos_da_agua_no_brasil.pdf/@@download/file/ANA_Manual_de_Usos_Consuntivos_da_Agua_no_Brasil.pdf. Acesso em: 10 nov. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Conjunta dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras**. Edição Especial. Brasília: ANA, 2015. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/regioeshidrograficas2014.pdf>. Acesso em 05 nov. 2023.

ANDRADE, G. C. **Eucalipto: água**. Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/eucalipto/pre-producao/aspectos-ambientais/agua>. Acesso em 05 nov. 2023.

ALEXANDRE, A. M. B; MARTINS, E. S. P. R. **Regionalização de Vazões Médias de Longo Período Para o Estado do Ceará**. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 10 n.3 Jul/Set 2005, 93-102. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/305306294_Regionalizacao_de_Vazoes_Medias_de_Longo_Periodo_Para_o_Estado_do_Ceara. Acesso em 03 nov. 2023.

AQUINO, C. M. S. **Estudo da degradação/desertificação no Núcleo de São Raimundo Nonato –Piauí**. Tese de Doutorado. Núcleo de Pós-Graduação em Geografia, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Federal de Sergipe, 2010. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/5430/1/CLAUDIA_MARIA_SABOIA_AQUINO.pdf. Acesso em: 12 out. 2023.

BRASIL. **Resolução nº 150, de 13 de dezembro de 2021**. Aprova a Proposição n. 151/2021, que trata do Relatório Técnico que apresenta os resultados da revisão da delimitação do Semiárido 2021, inclusive os critérios técnicos e científicos, a relação de municípios habilitados, e da regra de transição para municípios excluídos. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-condel/sudene-n-150-de-13-de-dezembro-de-2021-370970623>. Acesso em: 06 nov. 2023.

CARDOSO, J. C. **Estudo das chuvas intensas na região metropolitana de Belo Horizonte sob a ótica da equação intensidade-duração-frequência (IDF)**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2021. Disponível em: https://monografias.ufop.br/bitstream/35400000/3423/7/MONOGRRAFIA_EstudoChuvasIntensas.pdf. Acesso em: 10 nov. 2023.

CAVALCANTI, I. F. A.; MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; COSTA, D. F. **On the opposite relation between extreme precipitation over west Amazon and southeastern Brazil: observations and model simulations**. International Journal of Climatology, 37 (9), p. 3606-3618, 2017.

COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. **Hidrologia para Engenharia e Ciências Ambientais**. 2ª ed. Volume: 1. Editor: ABRH, 2015. Disponível em: https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=5&LIVRO=216&TITULO=hidrologia_para_engenharia_e_ciencias_ambientais. Acesso em: 09 out. 2023.

COLLISCHONN, B.; TUCCI, C. E. M. **Relações Regionais entre Precipitação e Evapotranspiração Mensais**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 19 n.3, 2014, p. 205-214. Disponível em: <https://biblat.unam.mx/hevila/RBRHRevistabrasileiraderecursoshidricos/2014/vol19/no3/16.pdf>. Acesso em: 20 out. 2023.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS – CERH. **Deliberação Normativa CERH nº 06, de 4 de outubro de 2002**. Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento de corpos de água superficiais, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.cbhdoce.org.br/wp-content/uploads/2016/01/deliberacao-cerh-06.pdf>. Acesso em: 24 out. 2023.

CRUZ, J. C. **Disponibilidade Hídrica para Outorga: Avaliação de aspectos técnicos e conceituais**. Tese de doutorado. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2001.

DINIZ, H. N.; PEREIRA, P. R. B.; GUTJAHR, M. R.; MENEGASSE, L. N.; OLIVEIRA, F. R.; DUARTE, U. Geologia, **Climatologia e Hidrologia da bacia do rio Araçuaí, Estado de Minas Gerais –Brasil**. In: Encontro de Geógrafos da América Latina (EGAL), 8., 2001, Santiago de Chile. Anais[...]. Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2001, p. 01-10. Disponível em: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal8/Procesosambientales/Hidrologia/03.pdf>. Acesso em: 10 out. 2023.

DOS SANTOS, A. M.; DOMICIANO, G. J.; MOURA, M. S. B. **Os recursos hídricos e as mudanças climáticas: discursos, impactos e conflitos**. Revista Geográfica Venezolana, vol. 51, núm. 1, enero-junio, 2010, pp. 59-68 Universidad de los Andes Mérida, Venezuela.

FILHO, J. M. Ocorrência das águas subterrâneas *In: Hidrogeologia conceitos e aplicações*. FEITOSA, F. A. C.; FILHO, J. M.; FEITOSA, E. C.; DEMETRIO, J. G. A. 3. ed. Rio de Janeiro: CPRM: LABHID, 812 p. 2008.

FRICH, P.; ALEXANDER, L. V.; DELLA-MARTA, P.; GLEASON, B.; HAYLOCK, M.; KLEIN TANK, A. M. G.; et al. **Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century**. Climate Research, v.19, p. 193-212, 2002.

GUIMARÃES, R. C. Ciclo Hidrológico. *In*: Guimarães, R. C., Shahidian, S. e Rodrigues, C. M. (Editores). **Hidrologia Agrícola**, 2ª edição. ISBN: 978-989-8550-40-8. ECT e ICAAM. Évora, 1-4. 2017.

HIRATA, R.; ZOBY, J. L. G.; OLIVEIRA, F. R. **Água Subterrânea: Reserva estratégica ou emergencial**. *In*: Bicudo, C. E. M.; Tundisi, J.G.; Scheuenstuhl, M.C.B. (Orgs.). **Águas no Brasil: Análises estratégicas**. Academia Brasileira de Ciência. São Paulo: Instituto de Botânica. Cap.9, 149-161.2010. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/downloads/%C3%A1gua%20subterr%C3%A2nea%20-%20reserva%20estrat%C3%A9gica%20ou%20emergencial.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2023.

HIRATA, R; FOSTER, S; OLIVEIRA, F. **Águas subterrâneas urbanas no Brasil: avaliação para uma gestão sustentável**. Instituto de Geociências e FAPESP, São Paulo. 111 p., 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. 2013. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>. Acesso em: 13 out. 2023.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DE ÁGUAS - Igam. **Portaria nº 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://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=49719>. Acesso em: 25 out. 2023.

IPCC, 2023: Seções. *In*: **Mudanças Climáticas 2023: Relatório Síntese**. Contribuição dos Grupos de Trabalho I, II e III para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas [Equipe Central de Redação, H. Lee e J. Romero (eds.)]. IPCC, Genebra, Suíça, p. 35-115, 2023. Doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647. Acesso em: 12 nov. 2023.

JOLY, C. A. **Biodiversidade e mudanças climáticas: contexto evolutivo, histórico e político**. VIII Congresso de Ecologia do Brasil. Caxambu-Brasil. 2007.

JÚNIOR, N. C; LANDIM, P. M. B. **Análise da chuva e vazão na bacia hidrográfica do rio Pardo**. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 33, n. 2, p.244-260, 2014. Disponível em: https://www.revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/33/volume33_2_files/33-2-artigo-06.pdf. Acesso em: 26 out. 2023.

JÚNIOR, H. M.; LOPES, F. A.; MACEDO, D. R. **Diagnóstico multitemporal do uso e cobertura da terra e qualidade das águas na bacia do rio Jequitinhonha em Minas Gerais como subsídio à gestão dos recursos hídricos superficiais**. Revista Espinhaço, 8(2), p. 47-57, 2019. Disponível em: <https://revistas.ufvjm.edu.br/revista-espinhaco/article/download/141/152>. Acesso em: 09 nov. 2023.

KLUMB, G. B.; VEBER, P. M.; MELLO, L. B.; DORNELES, V. R.; DAMÉ, R. C. F.; TEIXEIRA-GRANJA, C. F. A. **Balanco hídrico climatológico e classificação climática de Thornthwaite para o município de Pelotas/RS**. *In*: XV Congresso de

Iniciação Científica. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2016/CA_02737.pdf. Acesso em: 26 out. 2023.

LANNA, A. E. L. **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Araçuaí – Relatório síntese**. Belo Horizonte, Governo do Estado de Minas Gerais. Volume 1. Maceió, 2010. Disponível em: http://repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/bitstream/123456789/626/1/PDRH_Araçuaí_v1_2010.pdf. Acesso em: 22 out. 2023.

LEÃO, J. C.; FERNANDES, R. J. A. F.; ALVES, A. T. A. **Gestão de recursos hídricos – uma abordagem sobre a outorga do direito de uso dos recursos hídricos no Piauí**. In: XIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Aracaju, 2016. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=646>. Acesso em: 05 nov. 2023.

MACEDO, A. L. S.; PACHECO, J. B. **Serviços ecossistêmicos e o ciclo hidrológico da Bacia Hidrográfica Amazônica –the biotic pump**. Revista GEONORTE, Vol.01, N.01, Ano 01, p. 71-89, 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1117/1009>. Acesso em: 09 nov. 2023.

MARANHÃO, N. **Sistema de indicadores para planejamento e gestão dos recursos hídricos de bacias hidrográficas**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. 422 p. Disponível em: <http://www.coc.ufrj.br/pt/documents2/doutorado/2007-2/870-ney-maranhao-doutorado/file>. Acesso em: 21 out. 2023.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas, condições meteorológicas extremas e eventos climáticos no Brasil**. S/D Disponível em: https://www.editoraroncarati.com.br/v2/phocadownload/opiniao_seg/05/fbds_lloyds_11-11.pdf. Acesso em: 19 out. 2023.

MARTINHAGO, D.; MARCOLIN, J. F.; RAMALLO, P.; ARAÚJO, E. C.; SANDMANN, A.; TONIN, P. C.; SCHUTZ, F. C. A. **Balanço hídrico de uma bacia hidrográfica localizada no oeste do estado do Paraná**. Eng Sanit Ambient, v.26 n.5, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/5bpgq6CTmCYfwVgRKS75hPR/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 11 nov. 2023.

MENEGHINI, M. S. M. **Demanda, disponibilidade e gestão de conflito hídrico na bacia hidrográfica do Rio Escuro**. Monografia de Especialização. Universidade Federal de Minas Gerais. Montes Claros, 2022. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/50539/2/Monografia_DemandaDisponibilidadeConflito.pdf. Acesso em: 19 nov. 2023.

MINAS GERAIS. **Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999**. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. Diário do Executivo - "Minas Gerais", Belo Horizonte, 29 jan. 1999.

MIRANDA, R. A.C.; OLIVEIRA, M. V. S.; SILVA, D. F. **Ciclo hidrológico planetário: abordagens e Conceitos**. Geo UERJ - Ano 12, v.1, no .21, 2010. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/download/1461/1226>. Acesso em: 15 nov. 2023.

NAGHETTINI, M.; PINTO, É. J. A. **Hidrologia estatística**. Belo Horizonte: CPRM, 2007. 552 p. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/454/1/livro_hidrologia_estatistica.pdf. Acesso em: 25 out. 2023.

NETO, M. S. A. **Balanco hídrico segundo Thornthwaite & Mather (1955)**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 18 p. 1989. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/131449/balanco-hidrico-segundo-thornthwaite--mather-1955>. Acesso em: 30 out. 2023.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2ª Ed. Rio de Janeiro, 422 p. 1979. Disponível em: <https://www.rbg.ibge.gov.br/index.php/rbg/article/view/1450>. Acesso em: 13 out. 2023.

NUNES, A. A. **Tendências em eventos extremos de precipitação na região metropolitana de Belo Horizonte: detecção, impactos e adaptabilidade**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-B3VGXU/1/tese_alinenunes.pdf. Acesso em: 10 nov. 2023.

PEREIRA, P. R. B.; DINIZ, H. N.; GUTJAHR, M. R.; MENEGASSE, L. N.; OLIVEIRA, F. R.; DUARTE, U. **O zoneamento climático na bacia do rio Jequitinhonha, Estado de Minas Gerais, Brasil**. VIII Encuentro de Geógrafos de América Latina, Santiago, Chile. 2000. Disponível em: <http://www.observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal8/Procesosambientales/Climatologia/04.pdf>. Acesso em 05 nov. 2023.

PINHATTI, A. L. **Por que existem tantos poços irregulares no Brasil?** Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, 2023. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44138/tde-18082023-080953/publico/Tese_Doutorado_corrigida_Pinhatti_A_2023.pdf. Acesso em 21 nov. 2023.

ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. **Planilhas no ambiente Excel para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.6, p. 133 – 137, 1998. Disponível em: <https://www.sbagro.org/files/biblioteca/171.pdf>. Acesso em: 21 out. 2023.

RUIZ, S. S.; PALMEIRO, L. Z.; CAPEO, V. R.; MADALENA, L. A. G.; LAMÔNICA, V. C. Alterações climáticas: a influência sobre hábitos alimentares. In: **Programa Educativo e Social JC na Escola: Ciência Alimentando o Brasil**. p. 641-647, 2018. Disponível em:

<https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/Alimentando2ed/pdf/Alimentando2ed-14-SNCT2016.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2023.

SANTOS, D. I. P.; COSTA, F. S.; CALDAS, M. R. A.; SILVA, P. R. M.; CALDAS, I. S. A. **Mudanças climáticas e modo de vida ribeirinho: bases para a governança de risco no Amazonas**. Revista EDUCAmazônia, n. XVI, n. 2, p. 416-438, 2023.

Disponível em:

<https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/educamazonia/article/download/11862/8372/32703>. Acesso em: 19 nov. 2023.

SANTOS, R. A.; MARTINS, D. L.; SANTOS, R. L. **Balanço hídrico e classificação climática de Köppen e Thornthwaite no município de Feira de Santana (BA)**. Geo UERJ, Rio de Janeiro, n.33, 2018. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/geouerj/article/download/34159/27314/131840>. Acesso em: 08 nov. 2023.

SEARCY, J. K., HARDISON, C. H. **Double-mass curves. Manual of hydrology: Part 1. General surface-water techniques**. U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 1541-B. SERGIÇO GEOLÓGICO DOS ESTADOS UNIDOS. USGS. Washington, DC, 1960. 66 pp. Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/wsp/1541b/repor>. Acesso em: 07 out.2023.

SILVA, A. A. F.; JARDIM, C. H. **Aplicação de técnicas de preenchimento de falhas de dados de pluviosidade mensal e anual para o noroeste do estado de Minas Gerais -Brasil**. Revista Geografias Belo Horizonte, v. 13, n. 2. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/download/16058/30237/126156>. Acesso em 11 nov. 2023.

SILVA, T. C. & J. T. G. TOMMASELLI. **Estimativa do Armazenamento de carbono dos Ipês do Parque do povo em Presidente Prudente-SP**. XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, p. 356-369, 2007.

SILVA, M. M.; FERREIRA, V. O. **Análise comparativa do clima de Araçuaí, Pedra Azul e Itamarandiba, na porção mineira da bacia do rio Jequitinhonha**. Revista Caderno de Geografia, v.21, n.35, 2011. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/2101/2631>. Acesso em 05 nov. 2023.

SILVEIRA, A. L. L. Ciclo Hidrológico e bacia Hidrográfica. *In*: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 2001. p. 35-51.

SHOURASENI, S.R.; ROBERT, C.B.J.R. **Trends in extreme daily precipitation indices in India**. International Journal of Climatology, v.24, p.457-466, 2004.

SOUSA, L. B.; MONTENEGRO, A. A.; FARIAS, C. W. L. A.; SILVA, J. R. I. **Preenchimento de falhas de precipitação na baixo Pajeú, semiárido de Pernambuco**. *In*: XV Simpósio de recursos hídricos do nordeste. Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRhidro), novembro, 2020. Disponível em:

<https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/130/XV-SRHNE0273-1-20200921-170340.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2023.

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

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

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia ciência e aplicação**. 2ª Edição. Editora: Editora da UFRGS / ABRH, Porto Alegre, 2001. 938 p.

TUNDISI, J. G. **Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado**. Revista Cienc. Cult. vol.55 no.4 São Paulo, 2003. Disponível em:
http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252003000400018&script=sci_arttext&tlng=en. Acesso em 05 out. 2023.

9 APÊNCIDE A – VOLUME ANUAL ACUMULADO DE ÁGUA OUTORGADO

Ano Publicação	Volume Superficial (m ³)	Volume Subterrâneo (m ³)	Volume Total (m ³)
1992	-	-	-
1993	-	-	-
1994	-	-	-
1995	-	-	-
1996	-	-	-
1997	-	-	-
1998	-	-	-
1999	-	-	-
2000	-	-	-
2001	-	-	-
2002	4225824,00	-	4225824,00
2003	4251052,80	273312,00	4524364,80
2004	4251052,80	298716,00	4549768,80
2005	25108963,20	461126,40	25570089,60
2006	26906515,20	771230,40	27677745,60
2007	28171108,80	908412,00	29079520,80
2008	28300406,40	1135471,20	29435877,60
2009	28822590,00	1167007,20	29989597,20
2010	28822590,00	1359096,48	30181686,48
2011	32354622,00	1359096,48	33713718,48
2012	32354622,00	1469472,48	33824094,48
2013	32354622,00	1469472,48	33824094,48
2014	33931422,00	1737528,48	35668950,48
2015	33931422,00	1737528,48	35668950,48
2016	34093832,40	1737528,48	35831360,88
2017	51452061,48	3698454,48	55150515,96
2018	70507926,00	4409591,28	74917517,28
2019	87851228,04	5690303,28	93541531,32
2020	109079202,89	6243322,08	115322524,97
2021	129067035,05	6720829,68	135787864,73
2022	141983348,10	7777460,88	149760808,98

Fonte: Autora (2023)

10 ANEXO A – OUTORGAS DE CAPTAÇÃO RECURSOS HÍDRICOS SUPEFICIAIS

Número da portaria	Data da publicação	Ano de vencimento	Tipo de uso	Finalidade do uso	Tipo de consumo	Latitude	Longitude
1044/2002	09/11/02	2022	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-17,5239	-43,0328
1043/2002	09/11/02	2022	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-16,8647	-42,0717
637/2003	24/06/03	2023	Superficial	Dessedentação de animais	Consuntivo	-16,9317	-42,6242
1196/2003	25/10/03	2023	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-17,0197	-42,5267
1465/2003	02/12/03	2023	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-16,7778	-42,3592
1061/2005	04/08/05	2025	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,8867	-42,5314
1065/2005	04/08/05	2025	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,0742	-42,6769
1662/2005	22/11/05	2025	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,1583	-42,2422
987/2006	08/07/06	2026	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-16,9894	-42,1114
1261/2006	24/08/06	2026	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-17,2761	-42,7808
1424/2006	26/09/06	2026	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-16,9411	-42,0158
13/2007	06/01/07	2027	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-17,6033	-42,1636
702/2007	29/03/07	2027	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,9078	-42,7011
1456/2007	23/08/07	2027	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-18,0317	-43,3767
1496/2007	05/09/07	2027	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-17,0827	-42,2534
1859/2008	11/10/08	2028	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-17,2442	-41,9339
1763/2009	11/07/09	2029	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-16,8058	-42,0406
2243/2009	01/09/09	2029	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-17,7612	-42,2298
2961/2009	13/11/09	2029	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,27	-42,1794
2007/2011	07/07/11	2031	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-17,7356	-42,5611
2006/2011	07/07/11	2031	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-17,72	-42,5856

Número da portaria	Data da publicação	Ano de vencimento	Tipo de uso	Finalidade do uso	Tipo de consumo	Latitude	Longitude
638/2014	10/04/14	2049	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-17,5189	-43,0172
750/2014	23/04/14	2049	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-17,2817	-42,8872
1666/2016	25/08/16	2028	Superficial	Consumo Industrial/Agroindustrial	Consuntivo	-17,6069	-43,1956
00002/2017	04/01/17	2022	Superficial	Extração mineral	Consuntivo	-17,2931	-42,5686
328/2017	25/01/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,9325	-42,7594
331/2017	25/01/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7175	-42,5178
559/2017	10/02/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-16,8817	-42,1678
796/2017	04/03/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-18,0956	-42,9225
1367/2017	27/04/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-18,0547	-43,3614
1480/2017	11/05/17	2023	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,6475	-42,2536
1475/2017	11/05/17	2023	Superficial	Combate e prevenção de incêndios	Consuntivo	-17,64	-42,2467
1479/2017	11/05/17	2023	Superficial	Consumo Industrial/Agroindustrial	Consuntivo	-17,6361	-42,2722
1476/2017	11/05/17	2023	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,5942	-42,2386
1472/2017	11/05/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,3264	-42,8578
1473/2017	11/05/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-16,8058	-42,0406
1603/2017	25/05/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-16,8181	-42,0014
1769/2017	07/06/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,8753	-42,8253
1801/2017	09/06/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,4642	-42,5664
2227/2017	14/07/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-18,0586	-43,3592
2230/2017	14/07/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-18,0547	-43,3614
2228/2017	14/07/17	2022	Superficial	Dessedentação de animais	Consuntivo	-18,0533	-43,2356
2352/2017	22/07/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-18,0572	-43,3617
2351/2017	22/07/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,8817	-42,5486
2505/2017	03/08/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,3106	-42,8008

Número da portaria	Data da publicação	Ano de vencimento	Tipo de uso	Finalidade do uso	Tipo de consumo	Latitude	Longitude
2856/2017	30/08/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-18,1031	-43,2747
2866/2017	30/08/17	2022	Superficial	Consumo Industrial/Agroindustrial	Consuntivo	-17,9667	-43,1669
2862/2017	30/08/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,8111	-42,5886
2858/2017	30/08/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,723	-42,3092
2861/2017	30/08/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7206	-42,4269
2860/2017	30/08/17	2022	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,7083	-43,1158
2859/2017	30/08/17	2022	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,3261	-42,7914
2857/2017	30/08/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,2558	-42,5819
2863/2017	30/08/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-16,9683	-42,2392
2941/2017	02/09/17	2022	Superficial	Extração mineral	Consuntivo	-17,9781	-43,1625
2940/2017	02/09/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7939	-42,6019
2939/2017	02/09/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7339	-42,6042
2943/2017	02/09/17	2027	Superficial	Consumo Industrial/Agroindustrial	Consuntivo	-17,5558	-42,5775
3045/2017	14/09/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7564	-42,6922
3047/2017	14/09/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,36	-42,5692
3046/2017	14/09/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-16,9053	-42,0494
3188/2017	23/09/17	2022	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,5142	-42,3283
3187/2017	23/09/17	2022	Superficial	Extração mineral	Consuntivo	-17,1217	-42,6833
3207/2017	26/09/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7461	-42,4267
3967/2017	12/12/17	2022	Superficial	Consumo Industrial/Agroindustrial	Consuntivo	-16,7875	-42,0043
4192/2017	20/12/17	2022	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,4811	-42,5622
00002/20218	11/01/18	2028	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,5378	-42,2689
00003/2018	11/01/18	2028	Superficial	Combate e prevenção de incêndios	Consuntivo	-17,5086	-42,2583
339/2018	26/01/18	2023	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,3072	-41,9961

Número da portaria	Data da publicação	Ano de vencimento	Tipo de uso	Finalidade do uso	Tipo de consumo	Latitude	Longitude
542/2018	07/02/18	2023	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,3589	-42,6753
1109/2018	14/03/18	2023	Superficial	Extração mineral	Consuntivo	-17,2844	-42,8214
1395/2018	03/04/18	2023	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-16,8611	-42,1798
1503/2018	06/04/18	2023	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7531	-42,3181
1969/2018	09/05/18	2023	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7233	-42,4433
1968/2018	09/05/18	2028	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,5622	-43,1364
1967/2018	09/05/18	2028	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,5361	-43,0528
1970/2018	09/05/18	2028	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,4736	-43,0825
2342/2018	05/06/18	2023	Superficial	Combate e prevenção de incêndios	Consuntivo	-17,3844	-42,7694
2664/2018	19/06/18	2023	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,9753	-42,9917
2665/2018	19/06/18	2023	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-16,7733	-42,0194
2990/2018	05/07/18	2023	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7792	-42,6092
2991/2018	05/07/18	2023	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,0681	-42,2522
3170/2018	21/07/18	2023	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7358	-42,3589
3173/2018	21/07/18	2023	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-16,9872	-42,2497
3171/2018	21/07/18	2023	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-16,8633	-42,3339
3172/2018	21/07/18	2023	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-16,7756	-42,0078
3486/2018	28/08/18	2023	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7148	-42,4815
3704/2018	12/09/18	2023	Superficial	Extração mineral	Consuntivo	-16,8628	-42,2814
3837/2018	20/09/18	2028	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,7056	-42,3864
3836/2018	20/09/18	2028	Superficial	Consumo Industrial/Agroindustrial	Consuntivo	-17,7036	-42,3928
3835/2018	20/09/18	2028	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,7017	-42,3906
3961/2018	26/09/18	2023	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7164	-42,4406
3960/2018	26/09/18	2023	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,135	-42,2397

Número da portaria	Data da publicação	Ano de vencimento	Tipo de uso	Finalidade do uso	Tipo de consumo	Latitude	Longitude
3959/2018	26/09/18	2023	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-16,8072	-42,005
4078/2018	02/10/18	2028	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,3767	-43,0422
1400094/2018	11/10/18	2023	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7692	-42,4808
1400092/2018	11/10/18	2023	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,3297	-42,7939
1400111/2018	12/10/18	2023	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-18,07	-43,2192
1400122/2018	12/10/18	2023	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-18,07	-43,2186
1400107/2018	12/10/18	2023	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,8653	-43,0022
1400128/2018	12/10/18	2023	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,0278	-42,2678
1400187/2018	20/10/18	2023	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,8939	-42,7014
1400416/2018	20/10/18	2028	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,8725	-43,0086
1400436/2018	20/10/18	2023	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7897	-42,6036
1400381/2018	20/10/18	2023	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7758	-42,61
1400522/2018	25/10/18	2023	Superficial	Extração mineral	Consuntivo	-17,2866	-42,8211
400631/2018	30/10/18	2028	Superficial	Extração mineral	Consuntivo	-16,8636	-42,0728
1400621/2018	01/11/18	2023	Superficial	Extração mineral	Consuntivo	-17,4744	-42,7122
1400795/2018	20/11/18	2023	Superficial	Extração mineral	Consuntivo	-17,4414	-42,7394
1501238/2018	07/12/18	2038	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-17,4708	-41,8725
1400000/2019	18/01/19	2024	Superficial	Dessedentação de animais	Consuntivo	-17,5581	-42,7483
1401030/2019	26/01/19	2024	Superficial	Dessedentação de animais	Consuntivo	-17,9592	-42,6028
1400007/2019	26/01/19	2024	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7272	-42,8808
1401028/2019	26/01/19	2024	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,0186	-42,2692
1402053/2019	14/02/19	2024	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,8325	-42,7694
1402058/2019	14/02/19	2024	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,8275	-42,7736
1402044/2019	14/02/19	2024	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,8242	-42,7647

Número da portaria	Data da publicação	Ano de vencimento	Tipo de uso	Finalidade do uso	Tipo de consumo	Latitude	Longitude
1402288/2019	27/02/19	2024	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,8897	-42,9186
1402190/2019	27/02/19	2024	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,8081	-42,6153
1402185/2019	27/02/19	2024	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7964	-42,6142
1402182/2019	27/02/19	2024	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7597	-42,6156
1402291/2019	27/02/19	2024	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,0819	-42,2528
1402207/2019	27/02/19	2024	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,0225	-42,2597
0400428/2019	12/03/19	2029	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,9781	-43,1628
1402630/2019	19/03/19	2039	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-17,8664	-42,8606
1402626/2019	19/03/19	2024	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,6878	-42,4706
1402451/2019	19/03/19	2024	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-16,9694	-42,2378
1403008/2019	28/03/19	2024	Superficial	Extração mineral	Consuntivo	-17,6219	-43,0308
1402997/2019	28/03/19	2024	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,5539	-42,3522
403145/2019	04/04/19	2029	Superficial	Consumo Industrial/Agroindustrial	Consuntivo	-17,6781	-42,2814
0403149/2019	04/04/19	2029	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,6706	-42,2978
0403611/2019	18/04/19	2029	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,955	-42,9811
1403269/2019	26/04/19	2024	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,8772	-42,9233
1404056/2019	10/05/19	2024	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,735	-42,4011
1403964/2019	10/05/19	2024	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,7011	-42,4444
1404372/2019	16/05/19	2024	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,0219	-42,2622
0404575/2019	30/05/19	2029	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,1722	-42,4294
1404773/2019	04/06/19	2024	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7658	-42,6158
1404741/2019	04/06/19	2024	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7619	-42,6139
1404472/2019	04/06/19	2024	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,2644	-42,7133
1404848/2019	06/06/19	2024	Superficial	Extração mineral	Consuntivo	-17,4978	-42,7033

Número da portaria	Data da publicação	Ano de vencimento	Tipo de uso	Finalidade do uso	Tipo de consumo	Latitude	Longitude
1405406/2019	17/06/19	2024	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,5519	-43,1203
1405693/2019	25/06/19	2024	Superficial	Extração mineral	Consuntivo	-17,6067	-43,0072
1405707/2019	25/06/19	2024	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-16,8644	-42,1481
1405811/2019	27/06/19	2024	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,6989	-43,0481
1405874/2019	02/07/19	2024	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,5772	-42,5183
1405887/2019	02/07/19	2024	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,5756	-42,5247
1405846/2019	02/07/19	2024	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,5756	-42,5233
1405870/2019	02/07/19	2024	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,5753	-42,5261
1405851/2019	03/07/19	2024	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,49	-43,1681
1407625/2019	23/08/19	2024	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,6172	-42,2697
140835/2019	28/09/19	2054	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-16,9758	-42,2528
408408/2019	03/10/19	2029	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,8847	-42,8831
1408714/2019	01/11/19	2029	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-16,8936	-42,05
140859/2019	01/11/19	2029	Superficial	Dessedentação de animais	Consuntivo	-16,8372	-42,0989
1409439/2019	21/11/19	2029	Superficial	Extração mineral	Consuntivo	-16,8639	-42,0797
1409754/2019	30/11/19	2029	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-16,8581	-42,1878
1410039/2019	10/12/19	2029	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-18,1019	-43,2422
1410036/2019	10/12/19	2029	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7242	-42,4292
1409968/2019	10/12/19	2029	Superficial	Dessedentação de animais	Consuntivo	-17,0225	-42,2753
1410002/2019	10/12/19	2029	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,0206	-42,2661
1410012/2019	10/12/19	2029	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-16,8808	-42,115
1510243/2019	13/12/19	2029	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,4922	-41,835
1510237/2019	13/12/19	2029	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,4781	-41,8283
1410497/2019	28/12/19	2029	Superficial	Dessedentação de animais	Consuntivo	-17,9181	-43,1189

Número da portaria	Data da publicação	Ano de vencimento	Tipo de uso	Finalidade do uso	Tipo de consumo	Latitude	Longitude
1410484/2019	28/12/19	2029	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7481	-42,4264
1410490/2019	28/12/19	2029	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,5664	-43,0425
1410457/2019	28/12/19	2029	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,2556	-42,7744
1410498/2019	28/12/19	2029	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-16,7836	-42,0097
1400298/2020	23/01/20	2030	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7739	-42,4194
1400304/2020	23/01/20	2030	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7222	-42,4219
1400302/2020	23/01/20	2030	Superficial	Extração mineral	Consuntivo	-17,5367	-42,6892
1400553/2020	23/01/20	2030	Superficial	Extração mineral	Consuntivo	-17,3439	-42,5756
1400587/2020	23/01/20	2055	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-17,0925	-42,5353
1400582/2020	23/01/20	2030	Superficial	Extração mineral	Consuntivo	-16,8597	-42,3467
1400869/2020	04/02/20	2030	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-18,0536	-43,2772
1400963/2020	04/02/20	2055	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-17,9189	-42,8031
1400864/2020	04/02/20	2030	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7789	-42,4203
1400810/2020	04/02/20	2030	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7292	-42,4458
1400811/2020	04/02/20	2030	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,4089	-42,9483
1401032/2020	07/02/20	2055	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-17,5453	-42,7564
1401038/2020	07/02/20	2055	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-17,0811	-42,2531
1401247/2020	11/02/20	2055	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-17,2394	-42,5892
1401621/2020	21/02/20	2055	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-16,8603	-42,3478
1401626/2020	21/02/20	2030	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-16,7872	-42,0039
1401881/2020	03/03/20	2030	Superficial	Aquicultura	Consuntivo	-17,9356	-42,865
1401889/2020	03/03/20	2030	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,2992	-42,9558
1402264/2020	25/03/20	2030	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,2542	-42,7136
1402197/2020	25/03/20	2030	Superficial	Extração mineral	Consuntivo	-16,8584	-42,2638

Número da portaria	Data da publicação	Ano de vencimento	Tipo de uso	Finalidade do uso	Tipo de consumo	Latitude	Longitude
1404003/2020	12/05/20	2030	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,8097	-42,5592
1403830/2020	12/05/20	2030	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7922	-42,4433
1403834/2020	12/05/20	2030	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7489	-42,4242
1404009/2020	12/05/20	2030	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,1444	-42,2436
1404013/2020	12/05/20	2030	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,0669	-42,2536
1404010/2020	12/05/20	2030	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,0358	-42,2622
1404152/2020	16/05/20	2030	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,0239	-42,2669
104695/2020	09/07/20	2030	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,6078	-42,28
1404859/2020	14/07/20	2030	Superficial	Dessedentação de animais	Consuntivo	-17,7492	-42,4608
1404648/2020	14/07/20	2030	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,3481	-42,8711
1404660/2020	14/07/20	2030	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,3347	-42,7983
1404531/2020	14/07/20	2030	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,3311	-42,7089
1404779/2020	14/07/20	2030	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,3117	-42,8822
1404530/2020	14/07/20	2030	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,3089	-42,7525
1404676/2020	14/07/20	2030	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-16,9189	-42,4325
1405075/2020	17/07/20	2055	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-17,9078	-42,8175
1405696/2020	11/08/20	2030	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,0853	-42,2508
1406173/2020	11/08/20	2030	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-16,9317	-42,1847
1405695/2020	11/08/20	2030	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-16,9183	-42,4086
1407370/2020	29/09/20	2030	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7797	-42,4858
1408369/2020	06/11/20	2030	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,8094	-42,7994
1408448/2020	06/11/20	2030	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7697	-43,2556
1408445/2020	06/11/20	2030	Superficial	Consumo Industrial/Agroindustrial	Consuntivo	-17,7411	-43,2944
1408449/2020	06/11/20	2030	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,5961	-43,08

Número da portaria	Data da publicação	Ano de vencimento	Tipo de uso	Finalidade do uso	Tipo de consumo	Latitude	Longitude
1408367/2020	06/11/20	2030	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,4269	-42,6781
109263/2020	05/12/20	2030	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,8072	-42,9625
1409530/2020	18/12/20	2030	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-18,0717	-43,2297
1400081/2021	07/01/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,8231	-42,9183
1400076/2021	07/01/21	2031	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,7822	-42,7933
1400074/2021	07/01/21	2031	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,7192	-42,7347
1400064/2021	07/01/21	2031	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,6922	-42,845
1400067/2021	07/01/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,6539	-42,9589
1400066/2021	07/01/21	2031	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,6325	-42,4472
1400085/2021	07/01/21	2031	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,5231	-42,4453
1400069/2021	07/01/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,4039	-42,3528
1400303/2021	16/01/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,8539	-43,0619
1400275/2021	16/01/21	2056	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-16,905	-42,6111
1401483/2021	25/02/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-16,9447	-42,4822
1402230/2021	20/03/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,9442	-43,2978
1402389/2021	26/03/21	2056	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-17,1536	-42,0861
1403066/2021	17/04/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7189	-42,3156
1403805/2021	08/05/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-16,9369	-42,1889
1404129/2021	15/05/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,4781	-42,5656
1403968/2021	15/05/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,3214	-42,8033
1403964/2021	15/05/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,3214	-42,8031
1403958/2021	15/05/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,3211	-42,8033
1404224/2021	22/05/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7442	-42,3003
1404239/2021	22/05/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-16,8383	-42,0817

Número da portaria	Data da publicação	Ano de vencimento	Tipo de uso	Finalidade do uso	Tipo de consumo	Latitude	Longitude
1404505/2021	28/05/21	2031	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-16,9453	-42,4725
1404941/2021	19/06/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,4703	-42,7119
1404942/2021	19/06/21	2031	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,4683	-42,7125
0405659/2021	10/07/21	2028	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,5747	-43,1989
1406166/2021	30/07/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-16,7931	-42,0028
1407216/2021	04/09/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,9269	-43,2875
1406569/2021	11/09/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,64	-42,1233
1406565/2021	11/09/21	2031	Superficial	Dessedentação de animais	Consuntivo	-17,6281	-42,1186
1407521/2021	18/09/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,9294	-43,0417
1407442/2021	18/09/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,8175	-42,9467
1407661/2021	25/09/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,66	-42,6481
1407794/2021	30/09/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,6519	-43,0617
1407854/2021	30/09/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,2772	-42,6775
1408328/2021	23/10/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-16,8722	-42,2483
1408533/2021	29/10/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,8292	-42,4858
1408524/2021	29/10/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,5517	-42,9611
1408523/2021	29/10/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,4642	-42,5664
1409122/2021	26/11/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,6642	-42,6322
1409124/2021	26/11/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,3236	-42,835
1409121/2021	26/11/21	2031	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-16,9275	-42,6508
1909204/2021	30/11/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7431	-42,5078
1909050/2021	30/11/21	2031	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7369	-42,3464
1400321/2022	21/01/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,8936	-42,5911
1400326/2022	21/01/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,8764	-42,6175

Número da portaria	Data da publicação	Ano de vencimento	Tipo de uso	Finalidade do uso	Tipo de consumo	Latitude	Longitude
1400327/2022	21/01/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7892	-42,4769
0400336/2022	21/01/22	2028	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,4569	-43,1003
1400332/2022	21/01/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,3597	-42,7767
1401278/2022	26/02/22	2032	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,7303	-42,4314
1401275/2022	26/02/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7142	-42,4336
1406509/2022	09/03/22	2032	Superficial	Dessedentação de animais	Consuntivo	-17,8406	-42,9528
1406492/2022	09/03/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-18,0631	-43,3542
1406481/2022	09/03/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-18,0628	-43,3539
1406480/2022	09/03/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-18,0586	-43,3592
1406510/2022	09/03/22	2032	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,8506	-42,9528
1406499/2022	09/03/22	2032	Superficial	Sem informação	Consuntivo	-17,7206	-42,4269
1406479/2022	09/03/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,5536	-42,6964
1406504/2022	09/03/22	2032	Superficial	Extração mineral	Consuntivo	-17,4761	-42,5658
1406506/2022	09/03/22	2032	Superficial	Sem informação	Consuntivo	-17,2558	-42,5819
1401639/2022	11/03/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,9325	-42,7594
1402556/2022	20/04/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,78	-42,49
1402555/2022	20/04/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7742	-42,5808
1902609/2022	27/04/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,5847	-42,2658
1402779/2022	29/04/22	2032	Superficial	Sem informação	Consuntivo	-18,0956	-42,9225
1403105/2022	13/05/22	2032	Superficial	Sem informação	Consuntivo	-17,8481	-42,8592
1503295/2022	17/05/22	2057	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-17,4314	-42,0814
1403499/2022	27/05/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,9406	-42,5589
1403500/2022	27/05/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,5947	-42,5931
1403501/2022	27/05/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,5711	-42,6831

Número da portaria	Data da publicação	Ano de vencimento	Tipo de uso	Finalidade do uso	Tipo de consumo	Latitude	Longitude
1504700/2022	13/07/22	2057	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-17,7694	-42,0792
404519/2022	14/07/22	2032	Superficial	Sem informação	Consuntivo	-17,5144	-42,3686
404522/2022	14/07/22	2032	Superficial	Sem informação	Consuntivo	-17,5078	-42,3661
1405302/2022	30/07/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,4914	-43,1117
1404568/2022	07/08/22	2032	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-18,0867	-43,2614
1407520/2022	10/08/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,9514	-42,8311
1206107/2022	24/08/22	2032	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-17,0953	-42,5344
1407063/2022	23/09/22	2032	Superficial	Extração mineral	Consuntivo	-17,2475	-42,5883
1407345/2022	29/09/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-18,0547	-43,3614
1407341/2022	29/09/22	2032	Superficial	Sem informação	Consuntivo	-17,6844	-42,2528
1407342/2022	29/09/22	2032	Superficial	Sem informação	Consuntivo	-17,6842	-42,25
1407340/2022	29/09/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,6839	-42,2586
1407276/2022	29/09/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,9956	-43,3711
1407738/2022	14/10/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,9417	-43,3614
1407700/2022	14/10/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,7222	-42,3086
1407693/2022	14/10/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,3108	-42,8011
1407703/2022	14/10/22	2032	Superficial	Sem informação	Consuntivo	-17,7083	-43,1158
1407702/2022	14/10/22	2032	Superficial	Sem informação	Consuntivo	-17,3261	-42,7914
1408066/2022	25/10/22	2028	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,4158	-43,0953
1408523/2022	25/11/22	2032	Superficial	Sem informação	Consuntivo	-17,7461	-42,4267
1508576/2022	25/11/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,4089	-42,1167
1408520/2022	25/11/22	2032	Superficial	Extração mineral	Consuntivo	-17,4075	-42,7842
1408512/2022	25/11/22	2032	Superficial	Sem informação	Consuntivo	-17,7939	-42,6019
0408356/2022	25/11/22	2028	Superficial	Sem informação	Consuntivo	-17,6644	-43,2736

Número da portaria	Data da publicação	Ano de vencimento	Tipo de uso	Finalidade do uso	Tipo de consumo	Latitude	Longitude
1508574/2022	25/11/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,4067	-42,1156
1508676/2022	26/11/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,4017	-42,1306
1409448/2022	30/12/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,8678	-42,5486
1409446/2022	30/12/22	2032	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,6919	-43,1022
1409442/2022	30/12/22	2032	Superficial	Sem informação	Consuntivo	-17,3589	-42,5725
1400292/2023	17/01/23	2033	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-16,8181	-42,0014
1400295/2023	17/01/23	2033	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-16,8058	-42,0481
1400341/2023	20/01/23	2033	Superficial	Sem informação	Consuntivo	-17,8758	-42,8256
1400459/2023	27/01/23	2033	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,3264	-42,8578
1400457/2023	27/01/23	2058	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-17,5244	-43,0333
1400456/2023	27/01/23	2033	Superficial	Sem informação	Consuntivo	-17,5142	-42,3283
1400458/2023	27/01/23	2058	Superficial	Abastecimento público	Consuntivo	-16,8656	-42,0719
1401078/2023	17/02/23	2033	Superficial	Consumo humano	Consuntivo	-18,0342	-43,2369
1401133/2023	17/02/23	2033	Superficial	Extração mineral	Consuntivo	-17,3656	-42,5728
1401289/2023	28/02/23	2033	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-17,8844	-42,6608
1401295/2023	28/02/23	2033	Superficial	Irrigação	Consuntivo	-16,8461	-42,0969

Fonte: IDE-Sisema (2023)

11 ANEXO B – OUTORGAS DE CAPTAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

Número da portaria	Data da publicação	Ano de vencimento	Tipo de uso	Finalidade do uso	Tipo de consumo	Latitude	Longitude
599/2003	31/05/03	2023	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,4933	-41,9197
692/2003	01/07/03	2023	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-16,7725	-42,4436
994/2003	16/09/03	2023	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,1194	-42,3628
1273/2003	01/11/03	2023	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,0178	-42,5128
1308/2003	05/11/03	2023	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,0642	-42,2278
1306/2003	05/11/03	2023	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-16,9494	-41,9881
395/2004	17/02/04	2024	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,8875	-43,2522
509/2004	05/03/04	2024	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,0619	-42,1439
933/2005	12/07/05	2025	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,7119	-42,2639
1432/2005	20/10/05	2025	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,9883	-43,3208
1433/2005	20/10/05	2025	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,9847	-43,305
1430/2005	20/10/05	2025	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,2211	-42,2272
1438/2005	20/10/05	2025	Subterrâneo	Consumo humano	Consuntivo	-16,9586	-42,4006
1470/2005	25/10/05	2025	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,1494	-42,3781
145/2006	27/01/06	2026	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-16,9644	-42,24
704/2006	12/05/06	2026	Subterrâneo	Consumo humano	Consuntivo	-17,7444	-42,6322
710/2006	12/05/06	2026	Subterrâneo	Consumo humano	Consuntivo	-17,6853	-42,5917
709/2006	12/05/06	2026	Subterrâneo	Consumo humano	Consuntivo	-17,0547	-42,6547
706/2006	12/05/06	2026	Subterrâneo	Consumo humano	Consuntivo	-16,9475	-42,6989
725/2006	24/05/06	2026	Subterrâneo	Consumo humano	Consuntivo	-16,8633	-42,6092
724/2006	24/05/06	2026	Subterrâneo	Consumo humano	Consuntivo	-16,8375	-42,6456
727/2006	24/05/06	2026	Subterrâneo	Consumo humano	Consuntivo	-16,8317	-42,6347

Número da portaria	Data da publicação	Ano de vencimento	Tipo de uso	Finalidade do uso	Tipo de consumo	Latitude	Longitude
763/2006	30/05/06	2026	Subterrâneo	Consumo humano	Consuntivo	-16,8692	-42,6486
1516/2006	25/10/06	2026	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-16,9192	-42,5617
1608/ 2007	03/10/07	2027	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,5686	-42,8401
1607/ 2007	03/10/07	2027	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,2171	-42,6144
1714/2007	26/10/07	2027	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-18,0533	-43,194
1925/ 2007	05/12/07	2027	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,4183	-42,4125
1926/2007	05/12/07	2027	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-16,9746	-42,5927
1933/ 2007	05/12/07	2027	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-16,9292	-42,6204
60/2008	18/01/08	2028	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,9489	-43,2211
63/2008	18/01/08	2028	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,8703	-42,5558
62/2008	18/01/08	2028	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,8681	-42,5544
64/2008	18/01/08	2028	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,8667	-42,5497
3048/2009	24/11/09	2029	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-16,915	-42,4817
1315/2010	14/05/10	2030	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,4942	-42,5128
1639/2010	19/06/10	2030	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-18,0044	-43,2933
2121/2010	11/08/10	2030	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,61	-43,0356
2369/2010	14/09/10	2030	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-16,8494	-42,4486
2801/2010	04/11/10	2030	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,5931	-42,9683
3207/2010	10/12/10	2030	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-16,8253	-42,3817
3360/2010	22/12/10	2030	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-16,9428	-41,8933
3374/2012	21/11/12	2047	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,8664	-42,8503
241/2014	18/02/14	2049	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,8669	-42,5494
1274/2014	15/08/14	2049	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,2875	-42,01
1273/2014	15/08/14	2049	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,0392	-42,59

Número da portaria	Data da publicação	Ano de vencimento	Tipo de uso	Finalidade do uso	Tipo de consumo	Latitude	Longitude
438/2017	02/02/17	2022	Subterrâneo	Irrigação	Consuntivo	-16,7939	-42,6022
615/2017	16/02/17	2022	Subterrâneo	Irrigação	Consuntivo	-18,0522	-43,2769
616/2017	16/02/17	2022	Subterrâneo	Irrigação	Consuntivo	-18,0517	-43,2828
793/2017	04/03/17	2022	Subterrâneo	Consumo Industrial/Agroindustrial	Consuntivo	-17,2942	-42,7125
1602/2017	25/05/17	2022	Subterrâneo	Dessedentação de animais	Consuntivo	-17,6375	-42,9803
2342/2017	22/07/17	2022	Subterrâneo	Dessedentação de animais	Consuntivo	-17,9622	-43,2269
2347/2017	22/07/17	2022	Subterrâneo	Dessedentação de animais	Consuntivo	-17,955	-43,2286
2852/2017	30/08/17	2022	Subterrâneo	Irrigação	Consuntivo	-17,0017	-42,1111
2938/2017	02/09/17	2022	Subterrâneo	Irrigação	Consuntivo	-16,9833	-42,1186
3104/2017	20/09/17	2022	Subterrâneo	Consumo humano	Consuntivo	-17,9233	-43,1472
3605/2017	28/10/17	2023	Subterrâneo	Irrigação	Consuntivo	-17,7203	-42,3067
4190/2017	20/12/17	2052	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,4831	-42,5731
4186/2017	20/12/17	2022	Subterrâneo	Consumo humano	Consuntivo	-17,3136	-42
564/2018	08/02/18	2028	Subterrâneo	Consumo Industrial/Agroindustrial	Consuntivo	-17,7281	-42,4675
2226/2018	22/05/18	2028	Subterrâneo	Consumo Industrial/Agroindustrial	Consuntivo	-17,7247	-42,5042
3958/2018	26/09/18	2053	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,6403	-42,6789
1400005/2018	20/10/18	2023	Subterrâneo	Dessedentação de animais	Consuntivo	-17,26	-42,6775
1400519/2018	25/10/18	2053	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,8644	-42,5564
1400605/2018	01/11/18	2023	Subterrâneo	Irrigação	Consuntivo	-17,3164	-42,7533
1400609/2018	01/11/18	2023	Subterrâneo	Irrigação	Consuntivo	-17,3147	-42,7536
1400610/2018	01/11/18	2023	Subterrâneo	Irrigação	Consuntivo	-17,3144	-42,7561
1500127/2018	07/11/18	2023	Subterrâneo	Consumo humano	Consuntivo	-17,4578	-41,8844
1402284/2019	27/02/19	2039	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,9497	-43,2233
1402286/2019	27/02/19	2039	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,9467	-43,2289

Número da portaria	Data da publicação	Ano de vencimento	Tipo de uso	Finalidade do uso	Tipo de consumo	Latitude	Longitude
1402287/2019	27/02/19	2039	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,9458	-43,2283
1403005/2019	28/03/19	2024	Subterrâneo	Consumo humano	Consuntivo	-16,7825	-42,395
1504705/2019	29/05/19	2039	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,4669	-41,8756
1406001/2019	05/07/19	2054	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,2406	-42,5858
1506014/2019	06/07/19	2039	Subterrâneo	Consumo humano	Consuntivo	-17,5064	-41,9786
1406078/2019	10/07/19	2024	Subterrâneo	Consumo humano	Consuntivo	-17,4047	-42,8364
1506593/2019	25/07/19	2039	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,4806	-41,8725
1407322/2019	23/08/19	2054	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-18,0797	-43,2494
1408353/2019	28/09/19	2024	Subterrâneo	Consumo humano	Consuntivo	-17,9778	-43,3592
1408752/2019	01/11/19	2029	Subterrâneo	Irrigação	Consuntivo	-17,4122	-42,625
1409738/2019	30/11/19	2054	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,4189	-42,5247
1400999/2020	07/02/20	2030	Subterrâneo	Consumo Industrial/Agroindustrial	Consuntivo	-17,7025	-42,5142
1502928/2020	08/04/20	2055	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,4828	-41,8742
1503283/2020	18/04/20	2055	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,4822	-41,8717
1404154/2020	16/05/20	2055	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-16,9906	-42,3494
1404208/2020	14/07/20	2030	Subterrâneo	Dessedentação de animais	Consuntivo	-17,815	-43,2889
1406586/2020	28/08/20	2030	Subterrâneo	Consumo humano	Consuntivo	-17,77	-42,4786
1406640/2020	28/08/20	2030	Subterrâneo	Consumo humano	Consuntivo	-17,2808	-42,9211
1409083/2020	28/11/20	2030	Subterrâneo	Consumo humano	Consuntivo	-18,0564	-43,3847
1409304/2020	18/12/20	2030	Subterrâneo	Consumo Industrial/Agroindustrial	Consuntivo	-17,7256	-42,4283
1400309/2021	16/01/21	2031	Subterrâneo	Irrigação	Consuntivo	-16,8547	-42,6575
1400393/2021	23/01/21	2031	Subterrâneo	Consumo Industrial/Agroindustrial	Consuntivo	-17,8689	-42,8108
1401487/2021	25/02/21	2031	Subterrâneo	Consumo Industrial/Agroindustrial	Consuntivo	-17,7397	-43,3167
1503188/2021	17/04/21	2056	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,4664	-41,8931

Número da portaria	Data da publicação	Ano de vencimento	Tipo de uso	Finalidade do uso	Tipo de consumo	Latitude	Longitude
1603469/2021	29/04/21	2056	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,3956	-43,0025
1504141/2021	15/05/21	2056	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,47	-41,965
1404803/2021	19/06/21	2056	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,7383	-42,6172
1506696/2021	14/08/21	2031	Subterrâneo	Dessedentação de animais	Consuntivo	-17,5933	-42,0117
1407261/2021	11/09/21	2056	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,7503	-42,2206
1406572/2021	11/09/21	2031	Subterrâneo	Consumo Industrial/Agroindustrial	Consuntivo	-17,6325	-42,49
1407254/2021	11/09/21	2056	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,5633	-42,2392
1406666/2021	11/09/21	2031	Subterrâneo	Consumo humano	Consuntivo	-17,22	-42,585
1407494/2021	18/09/21	2031	Subterrâneo	Dessedentação de animais	Consuntivo	-17,7242	-42,4297
410207/2021	31/12/21	2028	Subterrâneo	Consumo humano	Consuntivo	-17,6064	-43,1958
1402480/ 2022	13/04/22	2032	Subterrâneo	Irrigação	Consuntivo	-17,4756	-42,5669
1403045/2022	13/05/22	2032	Subterrâneo	Consumo humano	Consuntivo	-16,7942	-42,6025
1504283/2022	28/06/22	2057	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,4672	-41,8744
1504701/2022	13/07/22	2057	Subterrâneo	Abastecimento público	Consuntivo	-17,2333	-41,9
1407825/ 2022	18/10/22	2032	Subterrâneo	Consumo Industrial/Agroindustrial	Consuntivo	-17,2953	-42,7106
1408494/ 2022	25/11/22	2032	Subterrâneo	Irrigação	Consuntivo	-17,8611	-42,86

Fonte: IDE-Sisema (202

