



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica & Escola de Química
Programa de Engenharia Ambiental

Ana Carolina Cabral Miranda

AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA BACIA DO RIO PIABANHA POR MEIO
DE MÉTODOS HIDROLÓGICOS UTILIZADOS NOS ESTADOS DO RIO DE JANEIRO, DE
MINAS GERAIS E DE SÃO PAULO

Rio de Janeiro
2024



UFRJ

Ana Carolina Cabral Miranda

AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA BACIA DO RIO
PIABANHA POR MEIO DE MÉTODOS HIDROLÓGICOS UTILIZADOS
NOS ESTADOS DO RIO DE JANEIRO, DE MINAS GERAIS E DE SÃO
PAULO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador(es): D.Sc. Monica Pertel

Coorientador(es): D.Sc. Moema Versiani Acselrad

Rio de Janeiro

2024

Miranda, Ana Carolina Cabral

Avaliação da disponibilidade hídrica na bacia do rio Piabanha por meio de métodos hidrológicos utilizados nos Estados do Rio de Janeiro, de Minas Gerais e de São Paulo / Ana Carolina Cabral Miranda. – Rio de Janeiro, 2024.

121 f.

Orientadora: Monica Pertel.

Coorientadora: Moema Versiani Ayselrad

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Escola de Química, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, 2024.

1. Disponibilidade Hídrica. 2. Vazão de referência. 3. Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos. 4. Bacia hidrográfica. I. Pertel, Monica, orient. II. Ayselrad, Moema Versiani, coorient. III. Título.



UFRJ

AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA BACIA DO RIO PIABANHA POR MEIO DE MÉTODOS HIDROLÓGICOS UTILIZADOS NOS ESTADOS DO RIO DE JANEIRO, DE MINAS GERAIS E DE SÃO PAULO

Ana Carolina Cabral Miranda

Orientador (es): D.Sc. Monica Pertel
Coorientador(es): D.Sc. Moema Versiani Acselrad

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Aprovada pela Banca:

	Documento assinado digitalmente gov.br MONICA PERTEL Data: 20/02/2024 15:36:22-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br	
P ₁	Documento assinado digitalmente gov.br MOEMA VERSIANI ACSELRAD Data: 20/02/2024 20:32:12-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br	c, UFRJ
	Documento assinado digitalmente gov.br CRISTINA APARECIDA GOMES NASSAR Data: 22/02/2024 08:28:13-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br	eira, DSc, UFRJ
	Documento assinado digitalmente gov.br FRANK PAVAN DE SOUZA Data: 21/02/2024 16:59:33-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br	sc, UFRJ
Prof	Documento assinado digitalmente gov.br FRANCIELE ZANANDREA Data: 21/02/2024 11:10:10-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br	GS

Rio de Janeiro
2024

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por estar sempre direcionando meu caminho.

Agradeço a meus pais e irmão que constantemente me perguntavam sobre a dissertação e não me deixavam desistir. Esta dissertação é a prova de que os esforços deles pela minha educação não foram em vão e valeram a pena.

Agradeço ao meu amado namorado Victor por ser meu maior incentivador e revisor da dissertação, me apoiando em todos os momentos desse percurso.

Agradeço à equipe da Gerência de Licenciamento de Recursos Hídricos do INEA que me ajudaram disponibilizando dados e conhecimento que foram essenciais para o desenvolvimento dessa dissertação.

Também agradeço aos estagiários do Serviço de Outorga do INEA e à Lika (UFRJ) que me ajudaram no desenvolvimento de mapas, tabelas e consistência de dados.

Agradeço ao INEA por ter proporcionado minha ida ao Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos 2023 onde pude apresentar o resumo deste trabalho.

Por último, mas não menos importante, à minha orientadora Monica e coorientadora Moema por toda dedicação e paciência dispensada e por me fazerem pensar e questionar sobre o tema do trabalho.

RESUMO

MIRANDA, Ana Carolina Cabral. **Avaliação da disponibilidade hídrica na bacia do rio Piabanha por meio de métodos hidrológicos utilizados nos estados do Rio de Janeiro, de Minas Gerais e de São Paulo.** Rio de Janeiro, 2023. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

A outorga de direito de uso de recursos hídricos é um instrumento de gestão das águas no Brasil e, para sua concessão, é necessário verificar se há disponibilidade hídrica na bacia de estudo. Para isso, o órgão responsável pela gestão dos recursos hídricos deve definir o método hidrológico utilizado para os cálculos da vazão de referência e o limite da vazão outorgável. Este trabalho teve como objetivo comparar as metodologias utilizadas pelos Estados do Rio de Janeiro - ERJ (40% Q_{95}), Minas Gerais – EMG e São Paulo – ESP (50% $Q_{7,10}$), a fim de avaliar eventuais diferenças, e se este fator pode causar impactos para o conjunto da bacia. Como área de estudo, foram escolhidos três pontos na bacia do Rio Piabanha (bacias A, B e C), localizada no ERJ. Foram utilizados os bancos de dados de usuários de recursos hídricos do Instituto Estadual do Ambiente - INEA e Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico - ANA, dados das séries históricas do HidroWeb e as vazões de referência foram determinadas por meio do Sistema Computacional para Análises Hidrológicas (SisCAH 1.0). Os resultados da análise dos diferentes métodos permitiram identificar que há variação nas vazões da disponibilidade hídrica. A vazão outorgável pelo ERJ, resultou em 1,49 m³/s; 1,94 m³/s e 2,36 m³/s. Por outro lado, a vazão outorgável pelo EMG e pelo ESP, resultou em 1,34 m³/s; 1,07 m³/s e 1,76 m³/s. Mesmo com a variação encontrada, pode-se afirmar que a situação atual da bacia do rio Piabanha se mostra favorável, permitindo que novos usuários se estabeleçam na bacia.

Palavras-chave: Disponibilidade Hídrica; Vazão de Referência; Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos, Bacia Hidrográfica.

ABSTRACT

MIRANDA, Ana Carolina Cabral. **Avaliação da disponibilidade hídrica na bacia do rio Piabanha por meio de métodos hidrológicos utilizados nos estados do Rio de Janeiro, de Minas Gerais e de São Paulo.** Rio de Janeiro, 2023. Dissertação (Mestrado) – Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

The granting of the right to use water resources is a water management instrument in Brazil and, for its concession, it is necessary to verify if there is water availability in the study basin. The institution responsible for the management of water resources must define the hydrological method used to calculate the reference flow and the limit of the grantable flow. Thus, this study aimed to compare the methodologies used by the states of Rio de Janeiro - ERJ (40% Q95), Minas Gerais -EMG and São Paulo - ESP (50% Q7,10), in order to assess any differences, and whether this factor can cause impacts for the basin as a whole. As a study area, three points were chosen in the Piabanha River basin (basins A, B and C), located in the ERJ. The INEA and ANA water resources user databases were used, as well as data from the HidroWeb historical series and the flows were determined through the Computer System for Hydrological Analysis – SisCAH 1.0. The results of the analysis of the different methods made it possible to identify that there is variation in the flow of water availability. The flow that can be granted by the ERJ resulted in 1.49 m³/s; 1.94 m³/s and 2.36 m³/s. On the other hand, the flow available by EMG and ESP, resulted in 1.34 m³/s; 1.07 m³/s and 1.76 m³/s. Even with the variation found, it can be said that the current situation of the Piabanha river basin is favorable, allowing new users to settle in the basin.

Keyword: Water Availability; Reference Flow; Grant of Right to Use Water Resources, Hydrographic Basin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SINGREH).....	17
Figura 2 – Divisão de Regiões Hidrográficas no Estado do Rio de Janeiro.	21
Figura 3 – Enquadramento de outorga e uso insignificante no ERJ.	34
Figura 4 - Distribuição de frequência.....	43
Figura 5 - Curva de permanência.	43
Figura 6 - Mapa da RH IV – Piabanha, com destaque, em amarelo, para a bacia do rio Piabanha.	45
Figura 7 - Bacia do rio Piabanha e seus principais rios.	46
Figura 8 – Unidades de conservação federal (amarelo) e estadual (azul) inseridas na bacia do rio Piabanha.	47
Figura 9 – Estações fluviométricas localizadas na bacia do Piabanha, com o rio Piabanha destacado em azul.	54
Figura 10- Tela inicial do Siscah com dados de série histórica de vazões importados do HidroWeb.	56
Figura 11 – Tela de pré-processamento dos dados, no SisCAH.	56
Figura 12 – Tela após processamento dos dados. Séries em vermelho foram excluídos pelo sistema por conter falhas.	57
Figura 13 – Tela para cálculo das vazões mínimas.	58
Figura 14 – Trecho da planilha dos pontos de captação.	59
Figura 15 – Trecho da planilha dos pontos de lançamento.	59
Figura 16 – Bacia do Piabanha.....	61
Figura 17 – Usuários de recursos hídricos existentes após consistência do banco de dados do INEA e ANA.	62
Figura 18- Pontos de análise A, B e C (em vermelho) com suas respectivas bacias de contribuição e as estações fluviométricas selecionadas (em preto).	63
Figura 19 - Quantidade de pontos de interferência por finalidade de uso, na bacia do ponto A.	64
Figura 20 - Quantidade de pontos de interferência por finalidade de uso, na bacia do ponto B.....	65
Figura 21 – Quantidade de pontos de interferência por finalidade de uso.	67
Figura 22 – Percentual de água por uso consuntivo, na bacia do Piabanha.	68
Figura 23 - Curva de permanência, referente à estação fluviométrica Pedro do Rio.....	70
Figura 24 – Vazões ajustadas a partir das funções de distribuição de probabilidade, na estação Pedro do Rio.	71
Figura 25 - Curva de permanência, referente à estação fluviométrica Moreli.	73
Figura 26 – Vazões ajustadas a partir das funções de distribuição de probabilidade, na estação Moreli.	74
Figura 27 - Curva de permanência, referentes à estação fluviométrica Moura Brasil.	76
Figura 28 – Vazões ajustadas a partir das funções de distribuição de probabilidade, na estação Moura Brasil.	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Prazos de validade de Outorgas por finalidades de uso, sob domínio da ANA.....	26
Quadro 2 – Normas operacionais do INEA relacionadas aos requerimentos de gestão de recursos hídricos.....	28
Quadro 3 – Principais normas de regularização de Outorga e órgãos gestores de recursos hídricos do Brasil.	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Vazões de referência e de dispensa de outorga para captações superficiais e suas respectivas legislações.....	33
Tabela 2 – Vazões outorgáveis por órgão gestor.	39
Tabela 3 – População rural e urbana, por município, residente no interior da RH-IV.	48
Tabela 4 – IDHM da RH-IV.	49
Tabela 5 – VABs e PIBs municipais da RH-IV (R\$x1.000).....	49
Tabela 6 – Dados de saneamento ambiental dos municípios da RH-IV, em 2021.	50
Tabela 7 – Demanda de água por finalidade de uso, na bacia do ponto A.	64
Tabela 8 – Demanda de água por finalidade de uso, na bacia do ponto B.....	65
Tabela 9 – Demanda de água por finalidade de uso, na bacia do Piabanha (ponto C).	67
Tabela 10- Balanço hídrico das bacias A, B e C.....	68
Tabela 11 - Vazões x Permanências referentes à estação fluviométrica Pedro do Rio.....	69
Tabela 12 – Dados da Q ₉₅ na estação Pedro do Rio.....	70
Tabela 13 – Disponibilidade hídrica no ponto A.	70
Tabela 14 - Dados da Q _{7,10} na estação Pedro do Rio.....	71
Tabela 15 - Disponibilidade hídrica no ponto A.	72
Tabela 16 - Vazões x Permanências referentes à estação fluviométrica Moreli.....	72
Tabela 17 – Dados da Q ₉₅ na estação Moreli.	73
Tabela 18 – Dados da Q ₉₅ no ponto B.....	74
Tabela 19 – Disponibilidade hídrica no ponto B.....	74
Tabela 20 - Dados da Q _{7,10} na estação Moreli.....	75
Tabela 21 - Dados da Q _{7,10} no ponto B.....	75
Tabela 22 - Disponibilidade hídrica no ponto B.	75
Tabela 23 - Vazões x Permanências referentes à estação fluviométrica Moura Brasil.....	76
Tabela 24 – Dados da Q ₉₅ na estação Moura Brasil.....	77
Tabela 25 – Dados da Q ₉₅ no ponto C.....	77
Tabela 26 – Disponibilidade hídrica no ponto C.....	77
Tabela 27 - Dados da Q _{7,10} na estação Moura Brasil.....	78
Tabela 28 - Dados da Q _{7,10} no ponto C.....	78
Tabela 29 - Disponibilidade hídrica no ponto C.	79
Tabela 30 – Vazões disponíveis nas bacias A, B e C, de acordo com vazão de referência adotada pelos estados.....	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGEVAP	Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
CEIVAP	Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CERHI/RJ	Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro
CGH	Centrais Geradoras Hidrelétricas
CNARH	Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
CRDH	Certificado de Reserva de Disponibilidade Hídrica
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
DAURH	Declaração Anual de Uso de Recursos Hídricos
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DIRBAPE	Diretoria de Biodiversidade, Áreas Protegidas e Ecossistemas
DIRLAM	Diretoria de Licenciamento Ambiental
DIRSEQ	Diretoria de Segurança Hídrica e Qualidade Ambiental
DRDH	Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica
DVI	Declaração sobre Viabilidade de Implantação de Empreendimento
EMG	Estado de Minas Gerais
ERJ	Estado do Rio de Janeiro
ESP	Estado de São Paulo
GERLIRH	Gerência de Licenciamento de Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IDHM	Índice de desenvolvimento humano municipal
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão da Águas
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
ISH	Índice de Segurança Hídrica
LAS	Licença Ambiental Simplificada
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
MDR	Ministério de Integração e do Desenvolvimento Regional
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NOP	Normas Operacionais
PARNASO	Parque Nacional da Serra dos Órgãos
PBH	Plano de Bacia Hidrográfica
PCH	Pequenas Centrais Hidrelétricas
PERH	Política Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro
PERHI	Plano Estadual de Recursos Hídricos
PI	Proteção Integral
PIB	Produto Interno Bruto
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNSH	Plano Nacional de Segurança Hídrica

PROHIDRO	Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos
PRO-PSA	Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais
PSA	Pagamento por Serviços Ambientais
RAH	Relatório de Avaliação Hidrogeológica
REGLA	Sistema Federal de Regulação de Usos
RH	Região Hidrográfica
RHN	Rede Hidrometeorológica Nacional
SCUP	Sistema de Consulta Unificada de Processos
SEAS	Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade
SEI	Sistema Eletrônico de Informação
SELCA	Sistema Estadual de Licenciamento e demais procedimentos de controle ambiental
SEMAD	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SERVORH	Serviço de Outorga de Recursos Hídricos
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos
SNIRH	Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SOE	Sistema de Outorga Eletrônica
SRHU	Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano
SSRH	Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos
UC	Unidades de Conservação
UHE	Usina Hidrelétrica
US	Uso Sustentável
VAB	Valor Agregado Bruto

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo Geral	11
2.2 Objetivos específicos	11
3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	12
4 REFERENCIAL TEÓRICO	13
4.1 ASPECTOS LEGAIS DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	13
4.1.1 Códigos de Águas - 1934	13
4.1.2 Constituição Federal - 1988	14
4.1.3 Política Nacional de Recursos Hídricos – 1997	15
4.1.4 Política Estadual de Recursos Hídricos (ERJ) – 1999	19
4.1.5 Plano Nacional de Segurança Hídrica - 2019	21
4.1.6 Plano Nacional de Recursos Hídricos – 2022	23
4.2 DIREITO DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS	23
4.2.1 Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	23
4.2.1.1 Direito de Uso de Recursos Hídricos no âmbito federal	25
4.2.1.2 Direito de Uso de Recursos Hídricos no ERJ	27
4.2.1.3 Direito de Uso de Recursos Hídricos no ESP	30
4.2.1.4 Direito de Uso de Recursos Hídricos no EMG	31
4.2.2 Usos Insignificantes	32
4.2.3 Outorga preventiva e reserva de disponibilidade hídrica	35
4.3 DISPONIBILIDADE HÍDRICA	36
4.3.1 Vazão de referência	37
4.3.2 Vazão outorgável, vazão remanescente e balanço hídrico	38
4.3.3 Métodos hidrológicos para determinação de vazões mínimas	40
4.3.3.1 Vazão $Q_{7,10}$	41
4.3.3.2 Curva de Permanência de Vazões (Q_{95})	42
5 ÁREA DE ESTUDO	44
5.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E AMBIENTAIS DA BACIA	44
5.2 CARACTERÍSTICAS ECONÔMICAS E SOCIAIS DA BACIA	48
6 METODOLOGIA	52
6.1 DELIMITAÇÃO DA BACIA	52
6.2 BANCO DE DADOS DOS USUÁRIOS DE RECURSOS HÍDRICOS	52
6.2.1 Banco de dados do ERJ	52
6.2.2 Banco de dados da ANA	53

6.3 DETERMINAÇÃO DOS PONTOS de análise	54
6.4 DEFINIÇÃO DA VAZÃO	55
6.5 BALANÇO HÍDRICO	58
6.6 CÁLCULO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA	60
7 RESULTADOS E DISCUSSÕES	61
7.1 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO PIABANHA	61
7.2 CÁLCULO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA	68
7.2.1 Cálculo para o ponto A	69
7.2.1.1 Cálculo para o ponto A utilizando a metodologia do ERJ – Q ₉₅	69
7.2.1.2 Cálculo para o ponto A utilizando metodologia do EMG e ESP – Q _{7,10}	71
7.2.2 Cálculo para o ponto B	72
7.2.2.1 Cálculo para o ponto B utilizando a metodologia do ERJ – Q ₉₅	72
7.2.2.2 Cálculo para o ponto B utilizando metodologia do EMG e ESP – Q _{7,10}	74
7.2.3 Cálculo para o ponto C	75
7.2.3.1 Cálculo para o ponto C utilizando metodologia do ERJ – Q ₉₅	76
7.2.3.2 Cálculo para o ponto C utilizando metodologia do EMG e ESP – Q _{7,10}	77
7.3 ANÁLISE DAS METODOLOGIAS	79
8 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
APÊNDICE	93

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da sociedade, aliado à busca pela água para realização de atividades tanto domésticas quanto produtivas, fez com que, culturalmente, as cidades se desenvolvessem próximas aos locais onde houvesse abundância de recursos hídricos e facilidade para sua captação. Isto porque os corpos hídricos funcionam como fonte de abastecimento público, suprimento industrial, vias de transporte, receptores de efluentes, locais de atividades de lazer e turismo, fonte geradora de energia elétrica, dentre outros usos.

O Brasil, apesar de possuir boa disponibilidade hídrica, quando comparado com outros países, possui uma distribuição desigual. Em média, 80% da água superficial, que escoar no território brasileiro, encontra-se na bacia Amazônica, na região Norte, que concentra, somente, 8,6% da população nacional. Por outro lado, a região Sudeste possui 42% dos habitantes e dispõe de, apenas, 1,7% da água (ANA, 2021; IBGE, 2022).

Além da problemática da má distribuição hídrica, a qualidade das águas também é um aspecto preocupante que afeta seus usos múltiplos. Muitos fatores alteram a qualidade das águas como o lançamento de efluentes, contaminação do solo, lençol freático e até mesmo eventos naturais. Diante do exposto, é preciso que haja uma adequada gestão dos recursos hídricos para evitar possíveis conflitos e garantir que a atual e as gerações futuras tenham água disponível com qualidade (AMÉRICO-PINHEIRO et al., 2019).

O Plano Nacional de Segurança Hídrica (2019) reforça a necessidade do poder público assegurar que a população tenha acesso à água, em quantidade e qualidade adequadas, para atendimento das necessidades humanas e econômicas. Ademais, é necessário assegurar a conservação dos ecossistemas aquáticos, acompanhada de um nível aceitável de risco relacionado às secas e cheias, garantindo uma segurança hídrica, a qual se relaciona com a gestão do uso dos recursos hídricos, tanto da demanda quanto da sua disponibilidade.

Com o intuito de controlar e gerir o uso do recurso hídrico, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, define que a outorga de direito de uso de recursos hídricos é um dos instrumentos de gestão das águas no Brasil. Este, autoriza que o usuário derive determinado volume de água para atendimento de suas necessidades. Cabe aos órgãos gestores, federal (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA) e estaduais, a regulamentação e implementação de tal instrumento.

Para o uso racional dos recursos hídricos, a outorga funciona como uma ferramenta de gestão e de controle que avalia as prioridades, de acordo com as finalidades de usos ao longo de uma bacia, garantindo que, em épocas de escassez, por exemplo, a preferência seja dada para o consumo humano e a dessedentação de animais, conforme estabelecido na PNRH (CASTRO, 2020).

É fundamental, para a concessão da outorga, verificar se há disponibilidade hídrica (oferta), considerando os usuários existentes (demanda), na bacia de estudo. Para essa verificação, é necessário, inicialmente, definir o método hidrológico utilizado para os cálculos da vazão de referência e determinar o limite da vazão outorgável e da vazão remanescente a serem utilizados. Após os cálculos, deve ser feita uma avaliação contínua do balanço entre demandas e disponibilidade hídrica na bacia analisada.

Os métodos hidrológicos são definidos por cada ente federativo responsável pelo domínio dos recursos hídricos, em decorrência do duplo domínio estabelecido pela Constituição Federal de 1988. Segundo seu regulamento, a PNRH (1997), estabelece que cabe aos Poderes Executivos da União e Estaduais, em suas respectivas esferas de atuação, outorgar, regulamentar e fiscalizar os usos de recursos hídricos.

No estado do Rio de Janeiro (ERJ), o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) é o responsável pela análise das outorgas. Já no estado de Minas Gerais (EMG), o Instituto Mineiro de Gestão da Águas (IGAM) tem essa atribuição. Em São Paulo (ESP) cabe ao Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) o poder outorgante. A ANA é a responsável por emitir outorgas para rios, reservatórios, lagos e lagoas sob o domínio da União, que são aqueles corpos de água que passam por mais de um estado brasileiro ou por território estrangeiro.

Observa-se que o duplo domínio das águas tem como decorrência a atuação de mais de um órgão outorgante em bacias hidrográficas interestaduais, tornando a concessão de outorgas uma atividade com elevado grau de complexidade. Considerando que os órgãos gestores têm autonomia para empregar métodos diferentes para os cálculos de disponibilidade hídrica, este trabalho visa investigar os potenciais impactos da aplicação de diferentes metodologias destes cálculos numa mesma bacia hidrográfica. Seu objetivo principal é fazer uma comparação das metodologias utilizadas pelo ERJ, EMG e ESP a fim de avaliar eventuais diferenças, e se este fator pode causar impactos ou algum tipo de interferência para o conjunto da bacia (como por exemplo superestimar ou subestimar a disponibilidade hídrica geral). Para isso, foi escolhida a

bacia do rio Piabanha, localizada no ERJ, como área de estudo, para aplicação e comparação de tais metodologias.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo geral fazer uma comparação das metodologias de cálculo da disponibilidade hídrica e vazão remanescente, utilizadas pelo estado do Rio de Janeiro (INEA), Minas Gerais (IGAM) e São Paulo (DAEE) na bacia do Piabanha; com isso, pretende-se avaliar se eventuais diferenças detectadas podem causar impactos mensuráveis para a bacia.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Buscando alcançar o objetivo geral supracitado, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Avaliar e consistir os bancos de dados disponíveis no INEA e ANA, dos usuários regularizados e em regularização da bacia do rio Piabanha;
- Delimitar a bacia do rio Piabanha, incluir os dados consistidos e realizar seu diagnóstico ambiental, verificando as áreas com maior número de usuários outorgados e seus principais usos;
- Aplicar as metodologias utilizadas pelo INEA, IGAM e DAEE em pontos da bacia do rio Piabanha, conforme conveniência identificada e fazer o cálculo do balanço hídrico;
- Levantar possíveis impactos que tais metodologias podem acarretar na disponibilidade hídrica da bacia selecionada;
- Identificar se os pontos selecionados da bacia se encontram com limitação de disponibilidade hídrica.

3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Após apresentada a introdução e os objetivos, nos Capítulos 1 e 2, respectivamente, este Capítulo 3 detalha a estrutura da dissertação, que está organizada em oito capítulos, conforme exposto abaixo.

O Capítulo 4 apresenta o referencial teórico, iniciando com uma breve revisão dos aspectos legais aplicados ao tema de recursos hídricos, abordando desde a publicação do Código de Águas de 1934 até o atual Plano Nacional de Recursos Hídricos publicado em 2022. Além disso, são apresentadas definições e as metodologias utilizadas para emissão do ato de Outorga nos estados do RJ, MG e SP, além da União.

O Capítulo 5 descreve a bacia do Piabanha a qual foi escolhida como objeto de estudo para o presente trabalho. Nesta parte, são apontadas as principais características da bacia, como uso e ocupação do solo, unidades de conservação existentes, principais núcleos populacionais e demais características relevantes.

A metodologia utilizada para desenvolvimento do estudo é apresentada no Capítulo 6, onde é detalhado o passo a passo para a delimitação da bacia, o recolhimento dos dados de usuários, a aplicação e comparação das metodologias utilizadas nos estados do RJ, MG e SP.

O Capítulo 7 mostra os resultados obtidos, e por fim, o Capítulo 8 traz as conclusões e apresenta algumas recomendações para aprofundamento do tema de pesquisa, com sugestões para estudos futuros.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 ASPECTOS LEGAIS DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Para Rosa e Guarda (2019), até o ano de 1930 não havia, no Brasil, uma legítima preocupação com o meio ambiente. A proteção dos recursos hídricos ainda não era pauta das legislações, pois as normas da época apenas asseguravam a preservação dos recursos naturais que possuíam algum interesse econômico. Com isso, quando surgiram as legislações relacionadas a recursos hídricos, acredita-se que foram motivadas pela crescente necessidade de demanda por energia elétrica.

Posteriormente, houve um avanço nas discussões sobre disponibilidade de água potável com realização de diversos eventos e conferências internacionais sobre o assunto que trataram da necessidade de preservar os recursos hídricos, evitando sua escassez e mau uso, bem como disponibilizá-lo para todos (NETTO, 2022). Nesse contexto, houve uma evolução das legislações e normas brasileiras que estabelecem uma gestão que se preocupa com qualidade e quantidade dos recursos hídricos e que serão abordadas neste capítulo.

4.1.1 Códigos de Águas - 1934

O Código de Águas é uma lei federal, criada pelo decreto nº 24.643 de 10 de julho de 1934, que ainda se encontra em vigor, e se divide em três livros: Águas em geral e sua propriedade; aproveitamento das águas e; forças hidráulicas – regulamentação da indústria hidrelétrica.

Trata-se da primeira legislação reguladora que aborda, especificamente, o tema de recursos hídricos, no Brasil, e que, mesmo com quase um século de existência, ainda é referência no assunto. O Código apresenta diversos conceitos, classificações dos tipos de água, suas formas de aproveitamento, critérios para utilização das águas pelas indústrias, aborda a salubridade das águas e as penalidades aplicadas àqueles que causarem danos aos cursos d'água, introduzindo o princípio do poluidor-pagador. Além disso, ele mostra uma interação entre o acesso e uso da água no âmbito público e privado (NETTO, 2022).

Esta legislação classificou as águas, como particulares e públicas de uso comum, conceito posteriormente modificado pela Constituição de 1988. As águas particulares eram permitidas, e consideradas como sendo aquelas que se encontrassem dentro de uma propriedade privada,

tanto nascentes quanto demais corpos hídricos; caso contrário eram classificadas como águas comuns e públicas. Já as águas públicas poderiam pertencer aos Municípios, aos Estados ou à União, dependendo da sua localização.

O controle e estímulo do aproveitamento industrial das águas é o objetivo fundamental do código. Para explorar o potencial de uso econômico da água, especialmente na geração de energia, a proteção da água está mais relacionada à quantidade do que é utilizada do que à qualidade, refletindo o interesse econômico que era priorizado à época de sua publicação (ROSA e GUARDA, 2019).

4.1.2 Constituição Federal - 1988

A Constituição Federal, promulgada no dia 5 de outubro de 1988, reconhece a água como um direito fundamental para o desempenho de suas funções sociais em prol da sociedade. Em seu texto, é conferido um caráter protetivo, diferente do exposto no Código de Águas (SANTOS et al. 2022).

No que diz respeito a recursos hídricos, a Constituição alterou algumas partes importantes do Código de Águas, extinguindo, por exemplo, o conceito de águas particulares e definiu as competências para legislação e gestão. Com isso, todas as águas tornaram-se bens de uso comum, cabendo à União a competência por sua gestão e legislação, e aos Estados cabendo apenas a sua gestão.

A água passa a ser um recurso sob domínio do poder público, que possui valor econômico, mas que pode se tornar escasso. Sobre este assunto, Santos et al. (2022, p. 2079) afirmam que:

Esse período é marcado então pelo rompimento com a proteção de recursos à caráter econômico, quando a Constituição prevê a água como bem ambiental, introduzindo a compreensão do seu valor econômico visando o uso consciente dos recursos hídricos, voltando a atenção para a preservação, recuperação e melhoria de vida, e desenvolvimento social e econômico através da preservação dos recursos naturais.

A Constituição, em seu artigo 20, estabelece que as águas superficiais: i) aquelas localizadas em terrenos de domínio Federal ou que banhem mais de um Estado; ii) as fronteiriças com outros países ou as que provenham de território estrangeiro são bens da União. No artigo 26, é estabelecido que as águas superficiais ou subterrâneas fluentes, emergentes e

em depósitos são bens dos Estados (BRASIL, 1988). De forma geral, os Estados passaram a ter o domínio sobre as águas subterrâneas e as que não são de competência da União; já os municípios não são mais possuidores do domínio hídrico.

Em seu artigo 21, fica estabelecido que cabe à União instituir sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direitos de seu uso (BRASIL, 1988). Portanto, a partir da Constituição de 1988, é atribuída importância à necessidade de proteção das águas dentro de uma estrutura ambiental.

4.1.3 Política Nacional de Recursos Hídricos – 1997

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), também conhecida como Lei das Águas, foi instituída pela Lei Federal nº 9.433, em 08 de janeiro de 1997, tendo como principal objetivo, o gerenciamento dos recursos hídricos. Este arcabouço legal é considerado como orientador para o gerenciamento hídrico no Brasil, prevendo uma gestão que se preocupa com qualidade e quantidade da água, considerando as características geográficas e socioeconômicas do país (ROSA e GUARDA, 2019).

Em seu artigo 1º, a política define que a água é um bem de domínio público o qual é limitado e que possui valor econômico. Além disso, estabelece os usos prioritários da água em casos de escassez e institui a bacia hidrográfica como unidade territorial de gestão que deve proporcionar o uso múltiplo das águas (BRASIL, 1997).

Verifica-se uma aparente dicotomia entre a Constituição Federal (1988) e a PNRH. A primeira estabelece a dominialidade sobre os cursos d'água (rios federais e estaduais), a segunda institui as bacias hidrográficas como unidade de gestão. Com isso, em uma mesma bacia hidrográfica pode existir múltiplos domínios das águas, com atuação de mais de um órgão gestor de recursos hídricos, administrando uma disponibilidade hídrica comum (ANA, 2019).

A PNRH em seu artigo 5º estabelece cinco instrumentos para a gestão dos recursos hídricos com o objetivo de auxiliar o gerenciamento das bacias hidrográficas, que são: i) Planos de Recursos Hídricos; ii) o enquadramento dos corpos d'água em classes; iii) a outorga de direito de uso; iv) a cobrança pelo uso da água e; v) o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

O primeiro instrumento, os Planos de Recursos Hídricos, tem como objetivo orientar a gestão pública na tomada de decisões, criar metas e propor medidas e programas que visem promover o equilíbrio entre as ofertas e demandas de água com o objetivo de proteger os recursos hídricos. Estes, são planos diretores “de longo prazo com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos...” (BRASIL, 1997). Nos Planos são juntadas informações de diagnóstico das bacias e de seus usuários, características das formas de uso da água e das atividades econômicas ali exercidas, para com isso identificar potenciais conflitos pelo uso da água, propor projetos de melhorias e criar critérios para o uso do recurso hídrico (SOUZA E PERTEL, 2020).

O enquadramento dos corpos d'água em classes, objetiva indicar as metas de qualidade da água de acordo com a classificação do tipo de uso. De acordo com a PNRH (1997), as classes são estabelecidas pela legislação ambiental, que atualmente são determinadas pelas Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 357/2005, nº 430/2011 (águas superficiais) e nº 396/2008 (águas subterrâneas). Cada classe possui diversos parâmetros de qualidade a serem atendidos, sendo classificados em cinco grupos, para as águas doces superficiais, que vão do uso mais exigente para o menos exigente: Classe Especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4. Há também classificações para águas superficiais salinas, salobras e subterrâneas.

O terceiro instrumento, a outorga de direito de uso de recursos hídricos, é um ato administrativo de concessão. O Poder Público faculta ao outorgado fazer uso da água por determinado tempo, conforme a finalidade e condição indicada no respectivo ato. Trata-se de um instrumento destinado a assegurar o controle quantitativo e qualitativo das águas. Considerando que o recurso hídrico é um bem de domínio público, caso uma pessoa física ou jurídica quiser fazer uso dele (seja água superficial de um rio, lago ou água subterrânea), terá que solicitar esta autorização (Outorga) ao Poder Público. Este instrumento será aprofundado na próxima seção desta dissertação.

A cobrança pelo uso da água objetiva reconhecer a água como um bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor (BRASIL, 1997). Os recursos arrecadados visam prioritariamente dar apoio financeiro às bacias hidrográficas em que foram gerados e promover a preservação ambiental da região. Salienta-se que a cobrança pelo uso de recursos hídricos é referente ao uso da água bruta captada e não deve ser confundida com as taxas de tratamento e distribuição de água pagas aos serviços de abastecimento público (VILARINHO et al, 2020).

O último instrumento citado na PNRH é o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) que se trata de um “sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão” (BRASIL, 1997). O SNIRH tem como objetivo armazenar e sistematizar dados sobre as águas (subterrâneas e superficiais), e normativas sobre recursos hídricos, permitindo o acesso às informações e dados confiáveis à sociedade, auxiliando em uma gestão integrada dos recursos hídricos (AMÉRICO-PINHEIRO et al., 2019).

Além dos instrumentos supracitados, a PNRH constituiu o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SINGREH), estabelecido na Constituição de 1988, com o objetivo de criar um sistema descentralizado de gestão democrática com integração e participação das três esferas do Poder Público, dos usuários de recursos hídricos e da sociedade, por meio dos comitês de bacias hidrográficas (MAIA, 2022). Trata-se do agrupamento de órgãos e de colegiados que contempla e implementa a PNRH e que se encontra esquematizado na Figura 1.

Figura 1- Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SINGREH).



Fonte: Site ANA (2023).

No âmbito nacional, o SINGREH, é composto pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), pelos comitês de bacia hidrográfica interestaduais, pela Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU) vinculada ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e pelas agências de água (vinculadas aos comitês). No âmbito estadual, o sistema é composto pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERHs), vinculados às Secretarias de Estado e entidades estaduais que fazem gestão de recursos hídricos, pelos comitês de bacia hidrográfica estaduais e respectivas agências de água.

Os Conselhos de Recursos Hídricos, são órgãos colegiados consultivos, normativos e deliberativos (instância superior) quanto à gestão dos recursos hídricos, a nível nacional ou estadual. São a última instância recursal na medição de conflitos pelo uso da água. Quanto aos órgãos vinculados aos Conselhos, o MMA coordena, elabora, atualiza o Plano Nacional de Recursos Hídricos e implementa a PNRH, já as Secretarias (SRHU e Estaduais) atuam como secretarias-executivas.

Como órgão gestor e executivo, a nível federal, a ANA elabora o diagnóstico do Plano Nacional de Recursos Hídricos e supervisiona a sua implementação. Já os órgãos gestores estaduais tem como competência implementar as Políticas Estaduais de Recursos Hídricos em suas áreas de atuação.

Os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) são órgãos colegiados normativos e deliberativos que discutem a gestão de recursos hídricos em uma determinada bacia hidrográfica, tendo como principal atribuição aprovar os Planos de Recursos Hídricos. Além disso, definem os critérios de cobrança pelo uso da água dentro de uma bacia, estimulam a participação da sociedade na gestão dos recursos hídricos e fazem a mediação de conflitos pelo uso da água, em primeira instância. Eles são compostos por representantes dos poderes públicos municipais, estaduais e federal, dos usuários da água, da sociedade civil e de entidades técnicas e científicas (BRASIL, 1997).

As Agências de Água exercem a função de secretaria executiva do respectivo ou respectivos comitês, pois podem possuir área de atuação de um ou mais CBHs, executando suas funções técnicas (BRASIL, 1997). Como competências principais, têm-se a elaboração do Plano de Recursos Hídricos, manutenção do cadastro de usuários de recursos hídricos, gestão do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos e proposição ao respectivo CBH do

enquadramento dos corpos d'água nas classes de uso e dos valores de cobrança pelo uso do recurso hídrico (LIMA, 2021).

A agência/entidade delegatária que atua na área de estudo do presente trabalho é a Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP). Atualmente, ela atende ao Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – CEIVAP, onde estão incluídos 4 CBHs fluminenses e 2 CBHs mineiras. Além disso, fora da Bacia do Paraíba do Sul, a AGEVAP atua em outras 3 CBHs no ERJ, 8 CBHs no EMG e na bacia do rio Doce (AGEVAP, 2023).

Percebe-se que a partir da implementação da PNRH houve a transformação de uma gestão com caráter econômico e centralizada onde a água era considerada um bem de domínio público e/ou particular, para uma gestão participativa e descentralizada, que estimula a integração dos entes federativos e da sociedade, sendo a água um bem de domínio público, acessível e limitado (SANTOS et al.,2022).

De forma geral, a Lei das Águas contém fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos. Segundo Souza e Pertel (2020, p. 76) ela visa delegar funções para o gerenciamento dos recursos hídricos das bacias, a partir de uma gestão conjunta, considerando fatores como a disponibilidade hídrica, finalidade de uso da água, outorgas, cobrança e armazenamento de dados em um sistema de informações de base federal.

4.1.4 Política Estadual de Recursos Hídricos (ERJ) – 1999

A Política Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro (PERH) foi instituída pela Lei Estadual nº 3.239, em 02 de agosto de 1999, e estabelece princípios básicos e diretrizes para o planejamento e o controle adequado do uso da água no Estado do Rio de Janeiro. A PERH possui fundamentos, diretrizes e instrumentos similares aos apresentados na PNRH, porém com mais detalhamento.

Dentre eles podemos destacar suas diretrizes que orientam quando uma ação do Estado deve ser descentralizada por regiões e bacias hidrográficas, e quando deve ser feito o controle de cheias, ações de prevenção de erosão das margens dos rios, de proteção das áreas de recarga, além de orientar a dar ampla publicidade às informações sobre recursos hídricos e promover ações de educação ambiental (RIO DE JANEIRO, 1999).

Em relação aos instrumentos da PERH, além dos citados pela PNRH, destacam-se o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI), o Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos (PROHIDRO) e os Planos de Bacia Hidrográfica (PBH'S) (RIO DE JANEIRO, 1999).

O PERHI é o principal instrumento fundamentador e orientador da gestão das águas em âmbito estadual e tem como objetivo nortear e auxiliar as ações necessárias para garantir água em quantidade e qualidade adequadas para as demandas atuais e futuras da sociedade e dos ecossistemas do ERJ (PERHI, 2014). O PERHI foi aprovado em 2014 e tem horizonte de planejamento até 2030, com um conjunto de 39 programas, projetos e ações.

O PROHIDRO é um instrumento de organização da ação governamental, visando à consolidação dos objetivos esperados pela PERH, mensurados por metas estabelecidas no PERHI e no Plano Plurianual (RIO DE JANEIRO, 1999). Ele foi regulamentado por meio do Decreto Estadual nº 42.029 de 15/06/2011, onde foi instituído o mecanismo de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) por meio do subprograma denominado PRO-PSA - Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais. Consideram-se serviços ambientais as práticas e iniciativas prestadas por donos de área rural situada no ERJ, que favoreçam a conservação, manutenção, ampliação ou a restauração de benefícios aos ecossistemas (RIO DE JANEIRO, 2011). Basicamente, o PSA é um instrumento econômico que recompensa e incentiva proprietários e donos de imóveis rurais.

De acordo com a PERH, para fins de gestão dos recursos hídricos, o ERJ fica dividido em Regiões Hidrográficas (RHs). Tal divisão foi aprovada pela Resolução CERHI-RJ N° 107 de 22 de maio de 2013, possuindo 9 RHs, conforme exposto na Figura 2.

Figura 2 – Divisão de Regiões Hidrográficas no Estado do Rio de Janeiro.



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

O Estado do Rio de Janeiro possui Planos de Bacia Hidrográfica de todas as suas 9 RHs. De acordo com o Relatório Síntese do PERHI-RJ (2014), todas as RHs, com exceção da RH-I (Baía de Ilha Grande), à época, possuíam planejamento, planos elaborados em diferentes períodos e de conteúdos variáveis, que em alguns casos precisavam ser complementados ou atualizados. Atualmente, conforme registrado por Acselrad et al. (2022, p. 9), todas as RHs dispõem deste instrumento. É muito importante determinar estratégias para elaboração dos PBHs de forma a estabelecer compromissos e metas que devem ser assumidos por todos os entes inseridos na RH.

4.1.5 Plano Nacional de Segurança Hídrica - 2019

O Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH), desenvolvido, em 2019, pela ANA, em parceria com o Ministério de Integração e do Desenvolvimento Regional (MDR), tem como objetivo planejar e promover ações para prevenir ou minimizar os efeitos de secas e cheias no país, até o horizonte de 2035, e ainda elaborar estudos que auxiliem o direcionamento de recursos financeiros federais para obras em infraestrutura hídrica (PNSH, 2019).

O PNSH, com base nos principais problemas de segurança hídrica do país, os quais foram identificados a partir de um estudo criterioso, garante um planejamento integrado entre todas as esferas envolvidas tornando-as parceiras nos esforços para que as metas estabelecidas sejam alcançadas (PNSH, 2019).

Para a definição dos graus de segurança hídrica do plano foi criado um Índice de Segurança Hídrica (ISH) que foi desenvolvido a partir de dados e estudos preexistentes da ANA e de órgãos afins. Para composição do ISH foram usadas e relacionados quatro dimensões do conceito de segurança hídrica: humana, econômica, ecossistêmica e de resiliência.

A dimensão humana avalia a disponibilidade hídrica para abastecimento de todas as cidades do país, de forma a estimar e identificar a população com maior risco de não atendimento e as regiões mais críticas. A dimensão econômica visa estimar os riscos que a produção dos setores agropecuário e industrial estão sujeitos com a variabilidade de oferta de água. Foram escolhidos esses dois setores econômicos por serem os que mais utilizam a água como insumo para sua produção. Estas duas dimensões quantificam os déficits de atendimento às demandas e seus riscos associados (FIGUEIREDO, 2020).

De acordo com o PNSH (2019), a dimensão ecossistêmica identifica áreas que possuem restrição na oferta de recursos hídricos e no atendimento de demandas devido à baixa qualidade da água e à demais questões ambientais. Para representação desta dimensão foram selecionados três indicadores de forma a sinalizar a vulnerabilidade de mananciais: quantidade adequada de água para usos ecossistêmicos, qualidade adequada da água para manutenção da vida aquática e segurança das barragens de rejeitos.

A dimensão de resiliência representa o potencial dos estoques de água no país para provisão de demandas a qualquer tipo de usuário em épocas de estiagem severa e seca, que podem ser agravados pelas mudanças climáticas. Com isso, é possível identificar os locais com menor grau de resiliência, onde um balanço hídrico negativo é mais crítico graças à alta instabilidade pluviométrica somada à falta de reservatórios ou baixa água subterrânea (PNSH, 2019).

Com isso, as condições de segurança ou insegurança hídrica são representados graficamente pelo ISH, com simplicidade e clareza, retratando as diferenças encontradas em um país com grande diversidade climática, de ecossistemas e de uso e ocupação do solo,

possibilitando o entendimento e aplicação pelo poder público de políticas ligadas à infraestrutura hídrica e gestão dos recursos hídricos.

4.1.6 Plano Nacional de Recursos Hídricos – 2022

O novo Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), desenvolvido desde 2019, foi aprovado em 2022, por meio da Resolução CNRH nº 232, com horizonte de planejamento até 2040. Tal documento, conforme citado na seção 4.1.3, é o principal orientador para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e da atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).

O PNRH tem como proposta promover a modernização do setor de recursos hídricos de forma sustentável e com a participação da sociedade, tendo como objetivo geral a determinação de diretrizes, programas e metas, combinados política e socialmente, a partir de uma base técnica coesa, considerando períodos de curto (2026), médio (2030) e longo (2040) prazos.

Este documento foi dividido em dois volumes e um anexo, sendo o primeiro volume composto pelo Relatório de Conjuntura 2021, o qual apresenta o diagnóstico e prognóstico dos recursos hídricos, relacionando estatísticas e indicadores de seus usos, além de quantidade e qualidade da água no Brasil.

O segundo volume é o plano de ação que conta com as estratégias utilizadas para o gerenciamento dos recursos hídricos. É formado por cinco programas os quais se subdividem em 23 subprogramas, que, para a melhor gestão dos recursos hídricos, objetivam responder aos desafios identificados no processo de elaboração do plano.

O terceiro e último volume é o Anexo normativo, onde consta uma agenda integrada entre os normativos e os programas que constam no plano de ação do PNRH, contendo, para cada subprograma, os objetivos, as justificativas e as metas com horizonte de planejamento e o respectivo executor de tal meta.

4.2 DIREITO DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS

4.2.1 Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos

A outorga de direito de uso de recursos hídricos é uma autorização, concedida pelo Poder Público, para uma pessoa física ou jurídica, pública ou privada, que deseja utilizar água diretamente dos corpos hídricos. Este instrumento é de grande importância para a administração pública uma vez que ele permite que haja conhecimento do perfil de usuários dentro de uma bacia hidrográfica tornando sua gestão mais eficiente. Além disso, ele objetiva garantir ao usuário que o volume de água outorgada não será alocado a terceiros. Isto confere segurança jurídica aos empreendimentos que precisam do recurso hídrico (ANA, 2019).

De acordo com o artigo 12º da Lei das Águas, os usos de recursos hídricos que estão sujeitos à outorga são:

- I - derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;
- II - extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;
- III - lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;
- IV - aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;
- V - outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

Os usos consuntivos são aqueles que retiram a água do manancial e a consomem no seu processo de destino, não retornando diretamente ao corpo hídrico, como por exemplo o uso para irrigação, para indústria ou para consumo humano. Os usos não consuntivos são aqueles em que toda água utilizada é devolvida ao manancial, por exemplo o uso para aproveitamento hidrelétrico, ou quando não envolvem o consumo direto do recurso hídrico, como por exemplo o uso para navegação, pesca (ANA, 2019). Com isso, todo uso que altere o corpo d'água, seja em quantidade, qualidade ou regime deve ser outorgado, com exceção do critério estabelecido no parágrafo 1º do artigo 12º da PNRH, que diz:

Independem de outorga pelo Poder Público, conforme definido em regulamento:

- I - o uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural;
- II - as derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes;
- III - as acumulações de volumes de água consideradas insignificantes.

O prazo máximo de validade de uma outorga, de acordo com a PNRH (1997), é de 35 anos, sendo um instrumento renovável. Além de ser temporária, o artigo 15 dita que a outorga pode ser suspensa parcial ou totalmente, permanentemente ou por prazo determinado, quando:

- i. não cumprir os termos estabelecidos no ato;
- ii. por falta de uso por três anos sucessivos;
- iii. houver necessidade de atender situações de calamidade ou prevenir e reverter grave degradação ambiental;
- iv. houver necessidade de atender usos prioritários, de interesse coletivo quando não houver opções de fontes alternativas;
- v. houver indeferimento ou cassação da licença ambiental;
- vi. houver necessidade de manutenção das características de navegabilidade de um curso d'água.

A outorga é um recurso de caráter público e dotado de valor econômico e, conforme afirmado por Linhares e Aguiar (2021, p. 35), apesar de ser um instrumento de concessão de uso, não representa que o mesmo pode ser vendido, de acordo com a PNRH, a outorga não implica a alienação parcial das águas, que são inalienáveis, mas o simples direito de seu uso. Além disso, como bem reforçado por Pes, Irigarau e Bernardes (2022, p. 4) apesar da água ser de dominialidade pública, os entes federativos não são seus proprietários, mas os seus gestores que devem prezar pelo interesse de toda a sociedade.

Para a gestão dos recursos hídricos cada ente federativo possui suas próprias normas que regulamentam a concessão da Outorga. De forma a sintetizar tais normativas, com base no anexo apresentado no Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos de 2019, formulado pela ANA, foi elaborado um quadro (Apêndice A) com as principais normas instituídas pela União, Estados e respectivos órgãos que concedem outorga no Brasil.

4.2.1.1 Direito de Uso de Recursos Hídricos no âmbito federal

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA, criada pela Lei n° 9.984 de 17 de julho de 2000, é o órgão responsável pela gestão de recursos hídricos no âmbito federal, sendo de sua competência a emissão e fiscalização das outorgas de direito de uso para rios, lagos, lagoas e reservatório, sob domínio da União, que são aqueles corpos de água que passam

por mais de um estado brasileiro ou por território estrangeiro. Além disso, a ANA também concede outorgas para as águas armazenadas em reservatórios administrados por entidades federais. Com isso, não são de competência da ANA as águas subterrâneas, as quais são outorgadas pelos Estados, além das águas superficiais de domínio estadual.

De acordo com a referida lei, nas outorgas de direito de uso de recursos hídricos, das águas de domínio federal, o outorgante terá prazo de até dois anos para início da implantação do empreendimento e até seis anos para conclusão de sua implantação, após a data de publicação do ato de outorga. Além disso, elas podem ter vigência de até trinta e cinco anos. A Resolução ANA nº 1.938, de 30 de outubro de 2017, que dispõe sobre procedimentos para solicitações e critérios de avaliação das outorgas preventivas e de direito de uso de recursos hídricos, define os prazos de validade de outorga de acordo com as finalidades de uso da água, a qual foram sintetizadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Prazos de validade de Outorgas por finalidades de uso, sob domínio da ANA.

Prazos de validade	Finalidades de uso
10 anos	I - Irrigação de lavouras de até 2.000 ha; II - Indústria com vazão de captação máxima instantânea de até 1,0 m ³ /s; III - Termelétrica; VI - Aquicultura em tanques escavado; VII - Consumo humano; VIII - Criação animal; IX - Mineração - Extração de areia/cascalho em leito de rio e outros processos extrativos; XI - Outras.
20 anos	I- Irrigação de lavouras superiores a 2.000 ha; e II- Indústria com vazão de captação máxima instantânea superiores 1,0 m ³ /s.
35 anos	I- Barramentos e seu uso associado ou aproveitamentos hidrelétricos sem concessão ou ato administrativo de autorização e outras obras hidráulicas que necessitem de outorga; II- Abastecimento público e esgotamento sanitário operados por prestadores de serviços que independem de concessão ou ato administrativo de autorização.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Para organizar e compilar os registros dos usuários de recursos hídricos, tanto superficiais quanto subterrâneos, no âmbito federal e estadual, a ANA criou o Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH), a partir da Resolução ANA nº 317, de 26 de agosto de 2003 atualizada pela Resolução ANA nº 1.935, de 30 de outubro de 2017.

O CNARH é realizado por meio do Sistema Federal de Regulação de Usos (REGLA) que se trata de um sistema de cadastramento, em tempo real, que objetiva formar um banco de dados

nacional dos usuários, além de disponibilizar ferramentas computacionais possibilitando a gestão dos dados de recursos hídricos por parte dos órgãos gestores. Além disso, o CNARH/REGLA une as informações do cadastro tanto de outorga quanto de cobrança, em uma única base de dados. Este sistema de cadastramento é obrigatório para todos os usuários de recursos hídricos e ele integra o SNIRH.

Para solicitação de outorga em um corpo hídrico de domínio da União, o usuário deve se cadastrar por meio do REGLA e a análise do requerimento, por parte da ANA, é realizada de forma online.

Outra ferramenta criada pela ANA, que deve ser preenchida pelos usuários com direito de uso de recurso hídrico, é a Declaração Anual de Uso de Recursos Hídricos (DAURH). Trata-se de um documento obrigatório que possibilita ao órgão gestor conhecer a real demanda dos usuários na bacia. A Resolução ANA nº 603, de 26 de maio de 2015, que define os critérios a serem considerados para obrigatoriedade de monitoramento e envio da DAURH em corpos de água de domínio da União, estabelece que devem ser enviados os dados dos volumes de água captados nos pontos de interferência outorgados, medidos a cada mês, durante o ano, considerando o período de exercício de 1º de janeiro a 31 de dezembro de cada ano.

Para os outorgados em cursos d'água de domínio da União, existem critérios de obrigatoriedade para o preenchimento da DAURH, considerando que o porte de usuários de água é diferente em cada bacia. Com isso, somente os que fazem captação de água e lançamento de efluentes em determinadas bacias e acima de limites estabelecidos, são obrigados a declarar seus usos. Tais critérios de obrigatoriedade são definidos por diversas resoluções da ANA e encontram-se disponíveis no seu sítio eletrônico.

4.2.1.2 Direito de Uso de Recursos Hídricos no ERJ

O órgão gestor de recursos hídricos no ERJ é o Instituto Estadual do Ambiente (INEA), vinculado à Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS), o qual foi criado pela Lei nº 5.101 de 4 de outubro de 2007 e tem a função de executar as políticas estaduais do meio ambiente, de recursos hídricos e de recursos florestais.

Ligado à Diretoria de Licenciamento Ambiental (DIRLAM) e à Gerência de Licenciamento de Recursos Hídricos (GERLIRH), o Serviço de Outorga de Recursos Hídricos

(SERVORH) é o setor responsável pela avaliação dos atos de direito de uso de água de domínio do ERJ.

O SERVORH analisa os seguintes requerimentos de regularização de uso de recursos hídricos: i) Autorização ambiental para perfuração de poços; ii) Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos; iii) Certificado de Uso Insignificante de Recursos Hídricos; iv) Certificado de Reserva de Disponibilidade Hídrica; v) Autorização ambiental para tamponamento de poços. De forma a orientar os usuários sobre cada um dos tipos de requerimentos e documentos necessários para suas análises, o INEA criou Normas Operacionais (NOP) que contém critérios, definições e condições para concessão dos documentos requeridos e que se encontram sintetizadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Normas operacionais do INEA relacionadas aos requerimentos de gestão de recursos hídricos.

Normas Operacionais do INEA	Finalidades
NOP 37	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos para captação em corpos hídricos superficiais
NOP 38	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos para extração em corpos hídricos subterrâneo
NOP 39	Relatório de Avaliação Hidrogeológica (RAH)
NOP 40	Uso insignificante de recursos hídricos
NOP 41	Outorga para aproveitamento hidrelétrico em corpos hídricos superficiais
NOP 42	Captação de águas superficiais destinadas à processos de mineração (extração de areia em leito de rio)
NOP 43	Autorização para perfuração de poços
NOP 44	Autorização para tamponamento de poços

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

A NOP INEA 37, aprovada por meio da Resolução INEA nº 171 de 27 de março de 2019, trata especificamente sobre Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos para corpos hídricos superficiais com vazão de captação superior a 0,4 litros por segundo (1,44 m³/h) e seus respectivos lançamentos. Abaixo deste valor, é considerado uso insignificante. De acordo com o item 2.3 desta NOP, qualquer tipo e quantidade de lançamento de efluentes em corpos hídricos está obrigado à obtenção de Outorga. Vale destacar o item 6.4 que informa que nos casos de outorga para a finalidade de uso industrial a captação deverá ser feita a jusante do ponto de lançamento da própria empresa, conforme estabelecido no parágrafo 2º da PERH (1999). Esta NOP também trata sobre o requerimento de Certificado de Reserva de Disponibilidade Hídrica (Outorga Preventiva), o qual será abordado, neste trabalho, na seção 4.2.3.

As NOPs INEA 38 e 39, aprovadas por meio das Resoluções INEA nº 172 e 173, respectivamente, tratam sobre outorga subterrânea. Enquanto a NOP 38 estabelece critérios e condições para fins de concessão, renovação, averbação, transferência, desistência e cancelamento de Outorga em corpos hídricos subterrâneo, a NOP 39 instrui e define os critérios técnicos para elaboração do Relatório de Avaliação Hidrogeológica (RAH), que se trata do principal documento que deve ser apresentado ao INEA, na fase inicial do requerimento de Outorga subterrânea.

As NOPs supracitadas não definem o prazo de validade das Outorgas; no entanto, usualmente, o ERJ adota o prazo de cinco anos de validade, podendo ser reduzido por algum critério técnico. E no caso de renovação de Outorga, desde que comprovado o cumprimento das condicionantes estabelecidas e adimplência quanto ao pagamento pelo uso do recurso hídrico, a outorga é renovada por 10 anos. Para os casos de concessionárias de abastecimento público, a Outorga terá prazo coincidente ao contrato de concessão, não ultrapassando trinta e cinco anos, estipulados na PNRH e PERH.

O uso insignificante de recursos hídricos, tanto superficiais quanto subterrâneos, é abordado na NOP INEA 40, a qual foi aprovada pela Resolução INEA nº 174. Geralmente, o Certificado de Uso Insignificante de Recursos Hídricos não possui validade; no entanto, de acordo com a NOP, o prazo pode ficar a critério do setor responsável. A análise deste tipo de requerimento é mais simplificada objetivando que o maior número de usuários de recursos hídricos se regularize.

A NOP INEA 41, aprovada na Resolução INEA nº 175, se aplica aos requerimentos de Outorga para aproveitamento hidrelétrico em corpos hídricos superficiais, com potência superior a 1 MW (megawatt). Já a NOP INEA 42, aprovada pela Resolução INEA nº 176, trata dos casos de captação de águas superficiais destinadas à processos de mineração (extração de areia em leito de rio).

A NOP INEA 43, aprovada pela Resolução INEA nº 177, estabelece os critérios para solicitação do requerimento de Autorização para perfuração de poços que é o primeiro passo para regularização de uso de água subterrânea. Ela permite conhecer a disponibilidade hídrica subterrânea, assim como a sua qualidade; além disso, esta autorização antecede a solicitação de Outorga ou de Uso Insignificante e possui prazo de validade de dois anos. Por fim, a NOP INEA

44, aprovada pela Resolução INEA nº 178, trata sobre o tamponamento de poços, visando à proteção dos aquíferos e a preservação dos recursos hídricos.

Todos os tipos de requerimentos supracitados estão contemplados no Decreto nº 46.890 de 23 de dezembro de 2019 que instituiu o Sistema Estadual de Licenciamento e demais procedimentos de controle ambiental (SELCA).

Vale ressaltar que no ERJ é obrigatório para os usuários de recursos hídricos, que se enquadrem tanto como outorga quanto como uso insignificante, que façam o cadastramento no sistema CNARH/REGLA da ANA como primeiro passo, para a obtenção do direito de uso. Posteriormente, dependendo do volume de água a ser utilizado, o usuário deve solicitar o documento por meio do Portal de Licenciamento do INEA, de forma totalmente digital.

Além disso, no ERJ é obrigatório, para os usuários de recursos hídricos, que seja realizado também o cadastramento da DAURH da ANA, a qual é utilizada pelo INEA para as atividades de fiscalização, pós-licença e renovação dos usuários regularizados.

4.2.1.3 Direito de Uso de Recursos Hídricos no ESP

De acordo com Soares et al. (2019, p. 221), São Paulo foi o primeiro Estado, que teve um órgão gestor dedicado a conceder outorgas, por meio do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), criado em 1951.

O DAEE está vinculado à Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos (SSRH) do ESP e, conforme estabelecido pelo Decreto Estadual nº 41.258, de 31 de outubro de 1996, o órgão emite Outorgas para: i) implantação de empreendimentos que demandem a utilização de águas superficiais ou subterrâneas; ii) a execução de obras ou serviços que alterem o regime, a quantidade e a qualidade do recurso hídrico, como por exemplo, barramentos, travessias, túneis e dutos; iii) a execução de obras para extração de águas subterrâneas; iv) derivação de água do seu curso ou depósito, superficial ou subterrâneo e; v) lançamento de efluentes em cursos d'água com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final.

De acordo com a Portaria DAEE nº 717 de 12 de dezembro de 1996, para a implantação de empreendimentos e para execução de obras e serviços que necessitem do uso de recursos hídricos, o DAEE concede uma autorização ao empreendimento; já para a execução de obras para extração de água subterrânea, é concedida uma licença de execução. Ambas não conferem aos usuários o direito de uso da água. Já as outorgas de direito de uso de recursos hídricos são

emitidas, para os casos de utilidade pública, por meio de concessões, e, para os demais casos, por meio de autorizações.

O artigo 10º da referida Portaria estabelece os seguintes prazos de validade de outorga: i) até término das obras nos casos de licença de execução; ii) máximo de cinco anos para as autorizações; iii) até dez anos para as concessões e; iv) trinta anos para as obras hidráulicas.

O ESP não obriga o usuário de recurso hídrico a se cadastrar no sistema REGLA da ANA. No entanto, o Estado deve compartilhar suas informações de cadastro e outorga com a ANA, conforme estabelecido no contrato do Progestão de SP (2020, fls. 34). Desde 2017, visando à simplificação dos procedimentos técnicos e administrativos para obtenção de Outorga e de interferência em recursos hídricos de domínio do ESP, o DAEE criou o Sistema de Outorga Eletrônica – SOE, plataforma utilizada para solicitação e acompanhamentos dos processos de outorga.

4.2.1.4 Direito de Uso de Recursos Hídricos no EMG

O órgão gestor responsável por outorgar o direito de uso de recursos hídricos no EMG é o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), conforme estabelecido na Lei nº 21.972, de 21 de janeiro de 2016 e regido pelo Decreto nº 47.866, de 19 de fevereiro de 2020. É de competência do IGAM as outorgas de empreendimentos ou atividades não passíveis de licenciamento e as vinculadas aos requerimentos de Licença Ambiental Simplificada (LAS). De acordo com o referido decreto, as regularizações de uso de água vinculadas ao licenciamento serão analisadas pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) por meio das Superintendências Regionais de Meio Ambiente e Superintendência de Projetos Prioritários, com o apoio técnico do IGAM.

As normas e procedimentos para regularização do uso de recursos hídricos em MG estão dispostos no Decreto nº 47.705, de 04 de setembro de 2019 que estabelece que estão sujeitos à outorga: i) captação ou derivação em um corpo de água; ii) exploração de água subterrânea; iii) construção de barramento ou açude; iv) construção de dique ou desvio em corpo de água; v) rebaixamento de nível de água; vi) construção de estrutura de transposição de nível; vii) construção de travessia rodoferroviária; viii) lançamento de efluentes em corpo de água; ix) retificação, canalização ou obras de drenagem; x) transposição de bacias; xi) aproveitamento de potencial hidroelétrico; xii) sistema de remediação para águas subterrâneas contaminadas;

xiii) dragagem em cava aluvionar; xiv) dragagem em corpo de água para fins de extração mineral e; xv) outras intervenções que alterem regime, quantidade ou qualidade dos corpos de água.

De acordo com a Portaria IGAM nº 48, de 04 de outubro de 2019, as Outorgas podem ter prazo de até trinta e cinco anos para os casos de uso não consuntivo e para os usos destinados a saneamento básico; e de até dez anos para os demais casos. Além disso, no EMG as outorgas são renováveis por até dez anos desde que apresentado requerimento e Declaração de Cumprimento de Condicionantes e de Monitoramento referente à Outorga anterior.

Atualmente, no EMG, somente os empreendimentos passíveis de licenciamento e que se encontram na área de drenagem da sub-bacia do Ribeirão da Mata necessitam de outorga de lançamento de efluentes, conforme previsto na Portaria IGAM nº 29 de 04 de agosto de 2009. Para todas os demais casos estarão temporariamente isentos da obrigação de outorgar o lançamento de efluentes, até a convocação do IGAM.

Não é necessário que os usuários de recursos hídricos do EMG façam cadastro no sistema CNARH/REGLA da ANA. No entanto, o Estado deve compartilhar suas informações de cadastro e outorga com a ANA, conforme estabelecido no contrato do Progestão de MG (2019, fls. 29). Desde 2018, o IGAM utiliza o Sistema Eletrônico de Informação – SEI MG para realizar todo o processo de análise dos requerimentos de forma eletrônica.

4.2.2 Usos Insignificantes

De acordo com a ANA (2019, p. 24) os usos insignificantes correspondem às captações ou lançamentos que não influenciam na disponibilidade hídrica para outros usuários. Para as formas de uso consideradas insignificantes é retirada a obrigatoriedade do usuário ser outorgado. No entanto, é importante registrar e quantificar tais usos nos cálculos de balanço hídrico, pois o somatório de diversos usos insignificantes pode se tornar significativo e ocasionar um impacto negativo sobre a disponibilidade hídrica em uma bacia hidrográfica, principalmente as que estão em estado de escassez hídrica.

Estes usos são determinados quando a vazão de água utilizada é menor que a definida em legislação como mínima para ser solicitada a outorga pelo usuário (ANA, 2019). A definição de quanto é considerado insignificante não é apontada na PNRH, tendo cada órgão gestor

estadual e federal autonomia para estabelecer os critérios e limites para a concessão de dispensa de outorga, em conformidade com o estabelecido nos Planos de Recursos Hídricos, quando houver, resumido na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Vazões de referência e de dispensa de outorga para captações superficiais e suas respectivas legislações.

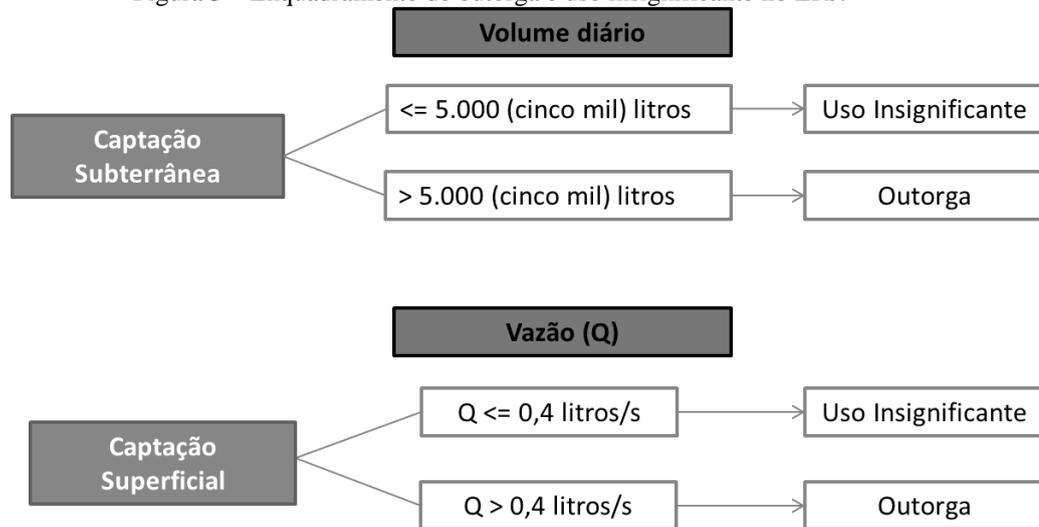
Órgão gestor	Vazão de Referência	Vazão limite para dispensa de outorga	Legislação que define os limites de dispensa de outorga
UNIÃO	Q ₉₅	3,6 m ³ /h	Resolução n° 1.940, de 30/10/17
RJ	Q ₉₅	1,44 m ³ /h	Lei Estadual n° 4.247, de 16/12/03
SP	Q _{7, 10}	1,04 m ³ /h	Portaria DAEE n° 1.631, de 30/05/17
MG	Q _{7, 10}	1,8 m ³ /h ou 3,6 m ³ /h	Deliberação Normativa CERH n° 09, de 16/06/04

Fonte: Elaborada pela autora (2023).

No âmbito federal, a Resolução n° 1.940 de 30 de outubro de 2017, dispõe sobre critérios para definição de derivações, captações e lançamentos de efluentes insignificantes, bem como serviços e outras interferências em corpos d'água de domínio da União não sujeitos a outorga. De acordo com a resolução, são considerados insignificantes: i) as captações iguais ou inferiores a 86,4 m³/dia (3,6 m³/h); ii) os lançamentos de efluentes com carga máxima de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) DBO_{5,20} igual ou inferior a 1,0 kg/dia e; iii) lançamento máximo de efluente com temperatura superior à do corpo hídrico (e inferior a 40° C) igual a 216,0 m³/dia (9,0 m³/h). Porém, a resolução aponta, no seu anexo I, alguns cursos d'água federais que apresentam critérios diferenciados que são isentos de outorga, como por exemplo o rio Amazonas, onde são isentas as captações de até 19.000 m³/dia.

No ERJ, o uso insignificante é definido pela Lei Estadual n° 4.247 de 16 de dezembro de 2003 conforme esquema da Figura 3. De acordo com a referida lei, são considerados insignificantes: i) as derivações e captações para usos com vazões de até 0,4 l/s (1,44 m³/h) e volume máximo diário de 34.560 litros; ii) as extrações de água subterrânea inferiores ao volume diário equivalente a 5.000 litros e; iii) os usos de água para geração de energia elétrica em pequenas centrais hidrelétricas, com potência instalada de até 1 MW. Além disso, toda captação em nascente deve ser enquadrada como uso insignificante.

Figura 3 – Enquadramento de outorga e uso insignificante no ERJ.



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Para o ESP, os usos e acumulações considerados insignificantes, são definidos pela Portaria DAEE nº 1.631, de 30 de maio de 2017. De acordo com ela, são isentos de outorga: as extrações subterrâneas menores ou iguais a $15 \text{ m}^3/\text{dia}$ ($0,63 \text{ m}^3/\text{h}$); captações superficiais e lançamentos com volumes inferiores ou iguais a $25 \text{ m}^3/\text{dia}$ ($1,04 \text{ m}^3/\text{h}$); derivações ou captações nas acumulações em tanque escavado em várzea com volumes iguais ou inferiores a $15 \text{ m}^3/\text{dia}$ ($0,63 \text{ m}^3/\text{h}$); acumulações formadas por barramentos, com volume total armazenado de até 30.000 m^3 , ou em tanques escavados em várzea, se nessas acumulações houver derivações ou captações. Além disso, também são dispensados de outorga alguns casos específicos, conforme estabelecido nas Portarias DAEE nº 1.630 e nº 1.632, ambos de 30 de maio de 2017. Apesar de isentos de outorga, para todos os casos supracitados, os usuários são obrigados a se cadastrarem no DAEE.

Em Minas Gerais, os critérios para enquadramento dos usos insignificantes estão dispostos na Deliberação Normativa CERH nº 09, de 16 de junho de 2004, para captações e acumulações superficiais e na Deliberação Normativa CERH nº 76, de 19 de abril de 2022, para captações de águas subterrâneas por meio de poços tubulares, cisternas, nascentes e surgências.

De acordo com as referidas deliberações, as captações superficiais menores ou iguais a $1,0 \text{ l/s}$ ou $0,5 \text{ l/s}$ ($3,6 \text{ m}^3/\text{h}$ ou $1,8 \text{ m}^3/\text{h}$), e acumulações com volume máximo de 40.000 m^3 ou 5.000 m^3 , dependendo da região do EMG, são consideradas como insignificantes. Estes valores foram definidos para diferentes regiões do EMG, considerando que há grande variação de disponibilidade hídrica superficial dentro do estado. Para as extrações de água subterrânea são

consideradas como insignificantes os poços escavados (poços manuais e cisternas) e nascentes, com volume menor ou igual a 10 m³/dia, além de captações realizadas por meio de poços tubulares com volumes menores ou iguais a 14 m³/ dia.

4.2.3 Outorga preventiva e reserva de disponibilidade hídrica

Além da outorga e do uso insignificante, para os rios de domínio federal, existem dois dispositivos de regularização de uso de recursos hídricos, que são: a Outorga preventiva e a Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica (DRDH).

A outorga preventiva não confere direito de uso da água, mas se destina a reservar a vazão passível de outorga, possibilitando o planejamento de atividades que necessitam desse recurso (ANA, 2019). De acordo com a Resolução ANA n° 1.941, de 30 de outubro de 2017 a qual estabelece obrigações e regras para as outorgas preventivas e de direito de uso de recursos hídricos, a outorga preventiva possui prazo máximo de três anos e não é passível de renovação.

De acordo com a ANA (2019, p. 13) a DRDH é análoga a uma outorga preventiva; no entanto, se destina às concessões ou autorizações de uso de potencial hidráulico de algum curso d'água para implantação de aproveitamento hidrelétrico. Esta declaração deve ser solicitada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e ela antecede a outorga de direito de uso de recursos hídricos. Com isso, a DRDH é convertida em outorga em nome da instituição que receber, da ANEEL, a concessão ou autorização para uso do potencial de energia hidráulica.

Nas legislações estaduais existem atos de autorização semelhantes aos emitidos pela ANA. Como é o caso do Rio de Janeiro, onde o INEA nomeia a outorga preventiva como Certificado de Reserva de Disponibilidade Hídrica (CRDH) que cabe tanto para geração de energia quanto para qualquer outro tipo de uso e possui prazo de validade máximo de três anos, conforme estabelecido no Decreto n° 46.890 de 23 de dezembro de 2019.

Em São Paulo, o DAEE emite a Declaração sobre Viabilidade de Implantação de Empreendimento – DVI, que possui prazo de dois anos, para os casos de implantação de qualquer empreendimento (obras, serviços ou conjunto de obras e serviços) em fase de planejamento ou projeto, que demande a utilização de recursos hídricos (superficiais ou subterrâneos), se assemelhando à Outorga preventiva da ANA, e CRDH do ERJ.

No caso do EMG, o IGAM, assim como a ANA, emite a DRDH com o fim de reservar o recurso hídrico para aproveitamento hidrelétrico, com potência instalada superior a 5 MW, conforme estabelecido no Decreto nº 47.705, de 4 de setembro de 2019. Também emite a outorga preventiva para qualquer tipo de empreendimento sendo convertida em outorga de direito de uso de recursos hídricos, quando o empreendimento estiver nas fases de Licença de Instalação (LI), Licença de Operação (LO) ou antes da formalização do processo de Licença Ambiental Simplificada (LAS).

4.3 DISPONIBILIDADE HÍDRICA

Para fundamentar a análise e decisão para concessão do direito de uso de um curso d'água é primordial o conhecimento da disponibilidade hídrica de uma bacia, que é o levantamento da quantidade de água disponível e como ela está distribuída. Em outras palavras, a disponibilidade hídrica objetiva verificar se o corpo hídrico, para o qual é solicitada a outorga, tem capacidade para atender à nova demanda, considerando os outros usuários outorgados existentes na mesma bacia, cuja demanda deve ser preservada (ANA, 2019). Dessa forma é possível realizar um diagnóstico apropriado e assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos do recurso hídrico e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água, conforme disposto na Lei das Águas.

A determinação da disponibilidade hídrica de uma bacia depende de fatores como geologia, topografia, clima e, por ser variável no tempo e espaço, depende também de aspectos sociais, políticos e econômicos, os quais estão associados a incertezas que são difíceis de quantificar (RIBEIRO et al., 2017).

De acordo com Moreira (2021, p. 24), a disponibilidade hídrica é o total da vazão que varia de forma temporal e espacial dentro de uma bacia, sendo que parte desta vazão pode ser utilizada pela sociedade e parte deve ser mantida na bacia para atendimento das demandas do ecossistema aquático, para preservação da flora e da fauna relacionada ao corpo hídrico (vazão ecológica).

Para realizar o cálculo da disponibilidade hídrica é necessário definir a vazão de referência e determinar o limite da vazão outorgável e da vazão remanescente a serem utilizados. Cada ente federativo, responsável pelo domínio dos recursos hídricos, define os métodos hidrológicos a serem adotados em suas áreas de atuação, os quais serão abordados nas próximas seções.

4.3.1 Vazão de referência

Visando o controle de possíveis conflitos e melhor gestão das demandas de uso de recursos hídricos, o Poder Público precisa estabelecer parâmetros hidrológicos para equacionar tais demandas. O parâmetro básico utilizado é a definição da vazão. De acordo com a dominialidade de um curso d'água, Estados ou União, adotam uma vazão de referência para avaliar o ato de outorga (ANA, 2019). Com isso, os critérios para análise dos pedidos de outorga, de cada ente federativo, se baseiam em diferentes vazões de referência e também em percentuais considerados outorgáveis (MOREIRA et al., 2020).

É importante, para a gestão de recursos hídricos e a concessão da outorga, o conhecimento das vazões mínimas dos rios, para que a administração pública e os usuários tenham segurança de que a vazão pleiteada estará disponível com a frequência apropriada (ANA, 2019).

De acordo com Ribeiro et al. (2017, p. 2) a vazão de referência é um valor de vazão que passa a representar o limite superior de utilização da água em um curso d'água. No Brasil, são utilizadas duas abordagens para definição das vazões mínimas de referência: i) as com determinado tempo de recorrência e; ii) as de curva de permanência.

Para as vazões com determinado tempo de recorrência, usualmente, é utilizada a $Q_{7,10}$, que define a menor vazão anual de dez anos de recorrência e sete dias de duração, onde a vazão de recorrência é obtida por meio do ajuste de uma distribuição estatística, como o método de Gumbel ou Weibull (ANA, 2019). De forma sucinta, Engelbrecht et al. (2019, p. 734) explica que a $Q_{7,10}$, se trata de um importante parâmetro hidrológico que mostra a estimativa estatística da disponibilidade hídrica e fornece um valor que, em média, a cada dez anos, é igual ou menor que a vazão média do rio, durante a estação de seca em sete dias consecutivos.

As vazões de curva de permanência consistem em classificar as vazões observadas, em um curso d'água, em ordem decrescente e identificar uma vazão que seja superada em uma porcentagem grande do tempo (ANA, 2019). Em outras palavras, são as vazões de referência disponíveis durante maior parte do ano, como por exemplo, a Q_{95} , onde o Estado assume que, em média, os usuários têm uma tolerância de 5% ao risco de desabastecimento de água.

Para Ribeiro et al., (2017, p. 2) a definição da metodologia de cálculo da vazão de referência depende da garantia de atendimento que se considera para os usos predominantes em

determinada bacia. Com isso, se os usos exigem maiores garantias de atendimento, deve-se optar por vazões mais conservadoras, que é o caso da $Q_{7,10}$.

Por outro lado, a ANA (2019, p. 10) afirma que o uso das vazões de curva de permanência enfatiza o poder de comando do Estado, considerando que o controle e a fiscalização, em um país com dimensões continentais como o Brasil, são de difícil operacionalização. Com isso, essa abordagem assume um risco baixo e uma garantia alta, diminuindo o risco de conflitos preventivamente, já no ato de outorga.

Cada ente federativo adota uma vazão de referência para concessão da outorga. A União definiu, por meio do artigo 10 da Resolução ANA nº 1.938, de 30 de outubro de 2017, que para os trechos de rios federais sem influência de reservatórios de regulação, é adotada para cálculo da disponibilidade hídrica a vazão natural com alta permanência no tempo ($Q_{95\%}$).

O ERJ também adota a Q_{95} como vazão de referência utilizada para cálculo de disponibilidade hídrica. Tal critério foi estabelecido na Norma Operacional INEA 37, aprovada por meio da Resolução INEA nº 171 de 27 de março de 2019.

A Lei nº 9.034, de 27 de dezembro de 1994, que deliberou sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos do ESP, estabeleceu a $Q_{7,10}$ como parâmetro máximo para estabelecimento das vazões de referência para concessão da outorga. Tal lei permaneceu em vigor por vinte e dois anos, até ser revogada pela Lei nº 16.337, de 14 de dezembro de 2016, que estabeleceu, em seu artigo 13, que o órgão gestor deve observar a vazão de referência proposta nos Planos de Bacias e aprovada pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos, podendo, com isso, serem adotados parâmetros menos restritivos que a $Q_{7,10}$ (FREITAS et al., 2021).

Assim como São Paulo, o EMG utiliza a $Q_{7,10}$ como vazão de referência para concessão do ato de outorga. Tal parâmetro foi estabelecido por meio da Portaria IGAM nº 48, de 04 de outubro de 2019.

Após definição dos parâmetros, o cálculo, tanto da $Q_{7,10}$ quanto da Q_{95} , é realizado por meio da análise estatística de séries históricas de vazão do curso d'água. Quando não há dados ou são insuficientes utiliza-se a metodologia da regionalização de vazões para o cálculo. Tais métodos hidrológicos serão explicitados nas próximas seções.

4.3.2 Vazão outorgável, vazão remanescente e balanço hídrico

Além da vazão de referência, os órgãos gestores de recursos hídricos podem definir a vazão outorgável – preferencialmente, se houver, com base nos Planos de Recursos Hídricos – que é a quantidade de água que será disponibilizada para concessão da outorga. Trata-se de um percentual da vazão de referência calculada, onde parte é destinada à sociedade para a divisão entre os diversos usos da água na bacia e o restante é considerado como vazão remanescente, também chamada de vazão ecológica, que deve ser mantida no curso d’água visando manter a integridade do sistema fluvial e a manutenção dos sistemas aquáticos (CRUZ e TUCCI, 2007).

A vazão outorgável pode ser menor ou igual à vazão de referência e de acordo com a ANA (2019, p. 21), o ideal é que ela seja inferior para garantir uma vazão mínima remanescente no manancial. Para maiores garantias de distribuição de água aos usuários outorgados, com o intuito de evitar falhas, o ideal é que sejam adotadas vazões de referência mais restritivas com menores percentuais destinados à outorga. No entanto, há críticas em relação a essa abordagem quando consideramos que grandes vazões podem estar indisponíveis para concessão de outorga, gerando possíveis prejuízos para novos usuários de recursos hídricos, e disponíveis para o curso d’água (CASTRO, et al., 2004).

Considerando que o Brasil é um país onde cada região possui características hidrológicas muito divergentes, cada ente federativo estabelece o percentual de vazão outorgável, de acordo com as realidades locais, conforme sintetizado na Tabela 2.

Tabela 2 – Vazões outorgáveis por órgão gestor.

Órgão gestor	Vazão outorgável
UNIÃO	Não fixada
RJ	40% Q_{95}
SP	50% $Q_{7,10}$
MG	50% $Q_{7,10}$

Fonte: Elaborada pela autora (2023).

A União não fixou um valor para a vazão outorgável e ecológica, pois ela justifica que estes parâmetros devem ser definidos pelo órgão ambiental ou no âmbito dos planos de recursos hídricos, que possuem mais competência e conhecimento para definição de tais variáveis (ANA, 2019).

No ERJ, o INEA definiu, por meio da NOP INEA 37, que a vazão máxima outorgável corresponde a 40% da Q_{95} , sendo possível a utilização de vazão superior, quando se tratar de abastecimento público e usos não consuntivos, como os casos de geração de energia.

Em São Paulo, foi estabelecido pela Lei nº 9.034/94 que, quando a soma das vazões captadas em uma bacia hidrográfica for superior a 50% da $Q_{7,10}$, a bacia será considerada crítica e haverá um regime de gerenciamento especial (SILVA e MANZIONE, 2020). Da mesma forma, o EMG definiu, por meio da Portaria IGAM Nº 48, que a vazão outorgável para cada seção natural de um curso d'água, será de 50% da $Q_{7,10}$, ficando garantidos, a jusante de cada intervenção, o restante (50% da $Q_{7,10}$), como vazão remanescente.

Após a definição da vazão de referência e outorgável, para verificar se há água disponível para um novo usuário, é preciso fazer o cálculo do balanço hídrico entre oferta e demanda da bacia de estudo. Este cálculo é feito a partir do levantamento das outorgas já emitidas considerando as vazões já comprometidas na bacia. Com isso, deve-se somar a vazão dos usuários a montante e a jusante, do ponto de captação do solicitante, a vazão pleiteada e, para concessão da outorga, este somatório deve ser menor que a vazão outorgável na bacia, conforme Equação 4.1 abaixo (MENECHINI, 2022).

$$\Sigma Q_{\text{montante}} + \Sigma Q_{\text{jusante}} + \Sigma Q_{\text{solicitada}} \leq Q_{\text{outorgável}} \quad (4.1)$$

4.3.3 Métodos hidrológicos para determinação de vazões mínimas

A análise de vazões mínimas objetiva verificar a probabilidade de ocorrência de vazões iguais ou menores do que determinado limite (COLLISCHONN e TASSI, 2008). Este tipo de análise de verificação de vazão para os períodos críticos de oferta de água são indicadores essenciais para abastecimento público, implantação de pequenas centrais hidroelétricas e apoio ao cálculo de disponibilidade hídrica para concessão de outorgas (TOMAZ, 2012).

De acordo com Collischonn et al. (2005, p. 5) existem alguns métodos hidrológicos para determinação da vazão mínima ecológica, como: i) Vazão $Q_{7,10}$; ii) Curva de Permanência de Vazões; iii) Vazão mínima anual de 7 dias; iv) Método Tennant/Montana; v) Método da Vazão Aquática de Base; vi) Método da Mediana das Vazões Mensais e; vii) Método da Área de Drenagem.

Conforme apresentado ao longo do trabalho, os métodos de análise com determinado tempo de recorrência ($Q_{7,10}$) e o de curva de permanência (Q_{95}) são os mais utilizados e serão objeto de análise para aplicação nesta dissertação.

Apesar de muito utilizados, a desvantagem destes métodos, segundo Collischonn et al. (2005, p. 6), é que eles não analisam o aspecto ambiental, mas assumem que a manutenção da

vazão ecológica, calculada por meio de dados de postos fluviométricos, possa beneficiar o ecossistema. E como vantagem, eles afirmam que para implementação desses métodos são necessárias poucas informações, em geral apenas dados de séries históricas de vazões.

As vazões mínimas de referência, para determinação da disponibilidade hídrica, são calculadas a partir da análise estatística de séries históricas de vazão de um curso d'água. Na ausência de séries históricas, ou de dados suficientes para análise, é realizado o estudo de regionalização de vazões (INEA, 2019).

A série histórica de vazões consiste em uma grande sequência de dados relativo ao volume de água que passa em uma determinada seção transversal de um curso d'água em certo período de tempo e, conforme destacado por Oliveira e Gonçalves (2022, p. 2), para a determinação da disponibilidade hídrica, é de extrema importância ter um histórico hidrológico de uma região que forme um banco de dados com quantidade e qualidade adequados.

Normalmente não há monitoramento ou não existem dados suficientes de vazão disponíveis na maior parte dos cursos d'água. Com isso, é preciso estimar valores a partir de informações de postos fluviométricos que estejam próximos ao ponto de análise (COLLISCHONN e TASSI, 2008). Este procedimento é chamado de regionalização de vazões, onde é realizada a transferência de informações hidrológicas de uma região, com séries de vazões representativas, para outra região com pouco ou nenhum dado hidrológico (VILLAS-BOAS et al., 2018).

4.3.3.1 Vazão $Q_{7,10}$

O método de vazão mínima de sete dias com período de recorrência de dez anos utiliza os dados de vazões mínimas, obtidos a partir de uma série histórica de um posto fluviométrico, para estabelecer a vazão máxima possível de ser utilizada pelos usuários de recursos hídricos (DE PAULO, 2007).

O método de vazão $Q_{7,10}$ segue duas etapas, de acordo com Tomaz (2012, p.13): i) calcular a vazão média de sete dias (Q_7) para toda série histórica, de preferência com no mínimo 30 anos e; ii) aplicar uma distribuição estatística de vazão mínima, sendo a distribuição de Gumbel ou Weibull as mais usuais, para cálculo da $Q_{7,10}$.

De forma mais detalhada, De Paulo (2007, p. 27) explica que:

A $Q_{7,10}$ é obtida computando-se as médias móveis das vazões médias diárias com janelas de 7 dias ao longo de um ano. A mínima dessas médias móveis é retida. O processo é repetido para cada ano da série histórica, obtendo-se uma série de valores mínimos de vazões médias de 7 dias consecutivos. Essas vazões são ordenadas em ordem crescente de magnitude, onde são estimadas suas Funções de Distribuição (sendo essa função empírica ou um modelo estatístico que melhor se ajuste aos dados de vazão mínima) e períodos de retorno. Desta Função de Distribuição pode-se estimar a vazão mínima de 7 dias de duração com período de retorno de 10 anos.

A probabilidade de ocorrência de vazões iguais ou menores pode ser calculada com base na metodologia de Weibull através da equação 4.2 (KOEENDER, 2015).

$$P = \frac{m}{N+1} \quad (4.2)$$

Onde P é a probabilidade empírica de ocorrência de vazões iguais ou menores, N é o número de anos da série histórica utilizados no cálculo e m é a posição da vazão no ordenamento crescente de vazões mínimas (para a menor vazão $m=1$ e para a maior vazão $m=N$).

De acordo com Koefender (2015, p. 42) para o cálculo da $Q_{7,10}$ utilizando a distribuição de Weibull, deve ser aplicada a Equação 4.3.

$$x = \bar{x} + KS \quad (4.3)$$

Sendo x a vazão mínima com o tempo de retorno desejado, \bar{x} é a média das vazões mínimas de todos os anos da série utilizada, S é o desvio padrão dos dados e K é calculado para cada valor de tempo de retorno.

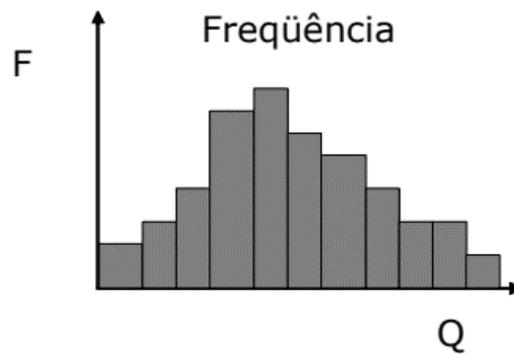
4.3.3.2 Curva de Permanência de Vazões (Q_{95})

A curva de permanência apresenta a relação entre vazão e frequência (estimada empiricamente) com que essa vazão é superada ou igualada, podendo ser elaborada a partir de dados diários ou mensais de vazão (COLLISCHONN e DORNELLES, 2015). De acordo com Pinto (2006, p. 21) esta relação é representada de modo gráfico, fornecendo uma simples e concisa “visão gráfica do comportamento hidrológico de uma bacia, quanto à variabilidade das vazões ao longo do tempo”.

Este método consiste em classificar as vazões observadas, em um curso d’água, em ordem decrescente e identificar uma vazão que seja superada em uma porcentagem grande do tempo (ANA, 2019). De acordo com De Paulo (2007, p. 30) para utilizar este método, deve-se, primeiramente, obter a distribuição de frequência, que consiste em: i) determinar o maior e

menor valor de vazão de uma série histórica; ii) determinar intervalos de classe entre o maior e menor valor de vazão; iii) determinar a quantidade de vazões contidas em cada intervalo. Com isso é possível gerar uma distribuição de frequência, como exemplificada na Figura 4.

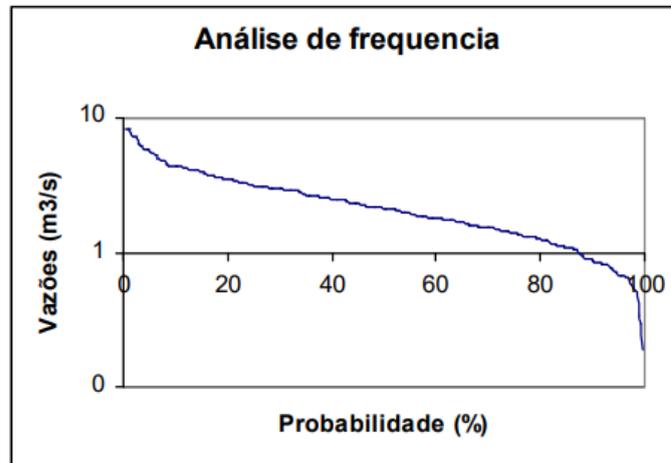
Figura 4 - Distribuição de frequência.



Fonte: Adaptada de De Paulo (2007).

Posteriormente, deve-se ordenar os valores de vazão de forma decrescente e plotá-los em um gráfico, conforme Figura 5.

Figura 5 - Curva de permanência.



Fonte: Tomaz (2012).

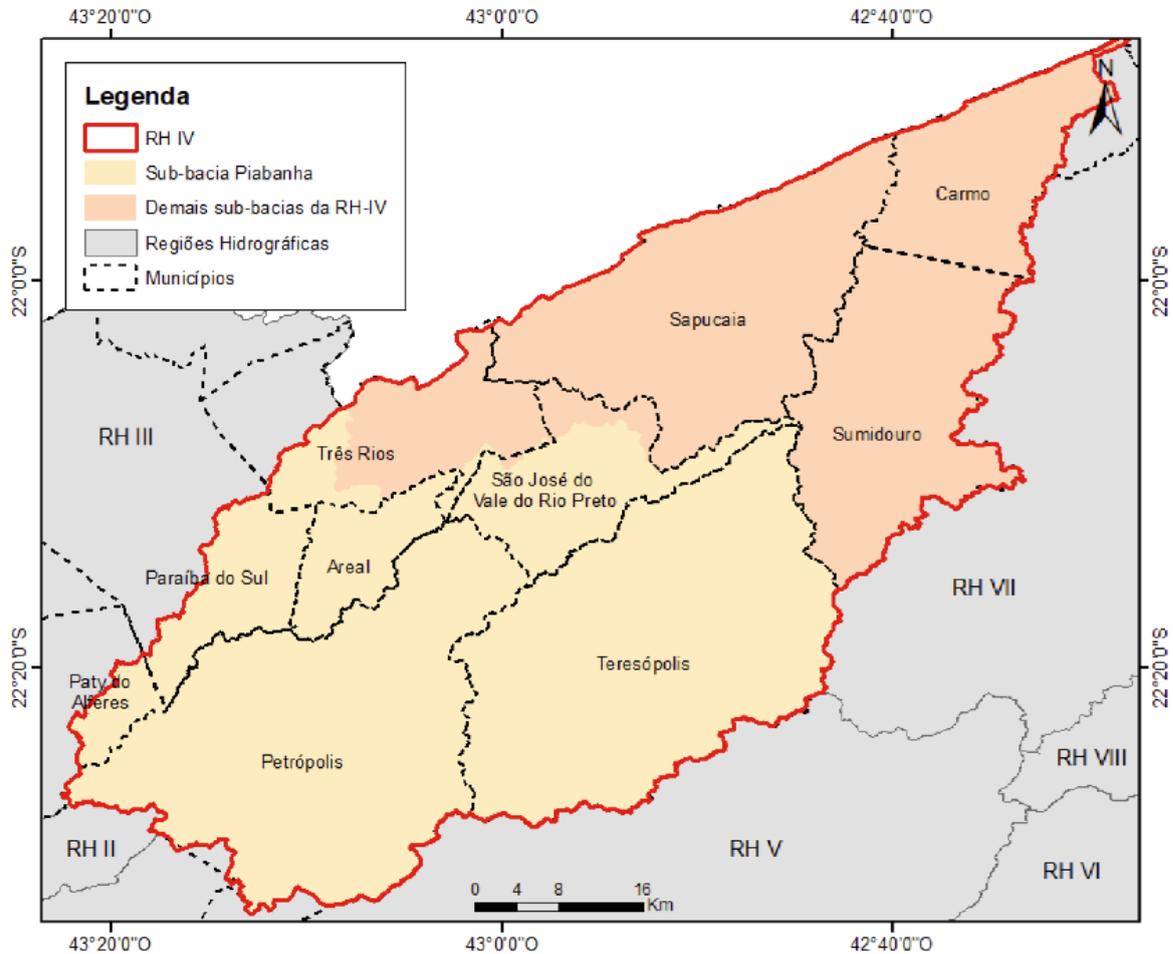
5 ÁREA DE ESTUDO

A bacia do rio Piabanha foi escolhida como área de estudo para desenvolvimento desta dissertação, pois o rio Piabanha se trata de um dos afluentes do rio Paraíba do Sul, que é um importante manancial do ERJ. De acordo com Junior et al. (2021, p. 150) dentre as sub bacias do Paraíba do Sul, a do Piabanha é a que possui maior número de indústrias, que usualmente utilizam grande volume de água de cursos d'água para captação e lançamento de efluentes. Além disso, por conta de sua geomorfologia a bacia é favorável à construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) e Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH), que, por suas características, podem alterar o regime de vazões de um curso d'água.

5.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E AMBIENTAIS DA BACIA

A bacia do rio Piabanha localiza-se dentro da Região Hidrográfica do rio Piabanha (RH-IV), definida pela Resolução N° 107/2013 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro – CERHI/RJ. A bacia está inserida, em sua totalidade, no ERJ, com uma área de extensão de, aproximadamente, 2.059 km², abrangendo, totalmente, o território dos municípios de Areal e Teresópolis; e, parcialmente, os municípios de Petrópolis, Paraíba do Sul, São José do Vale do Rio Preto, Paty de Alferes e Três Rios conforme exposto na Figura 6.

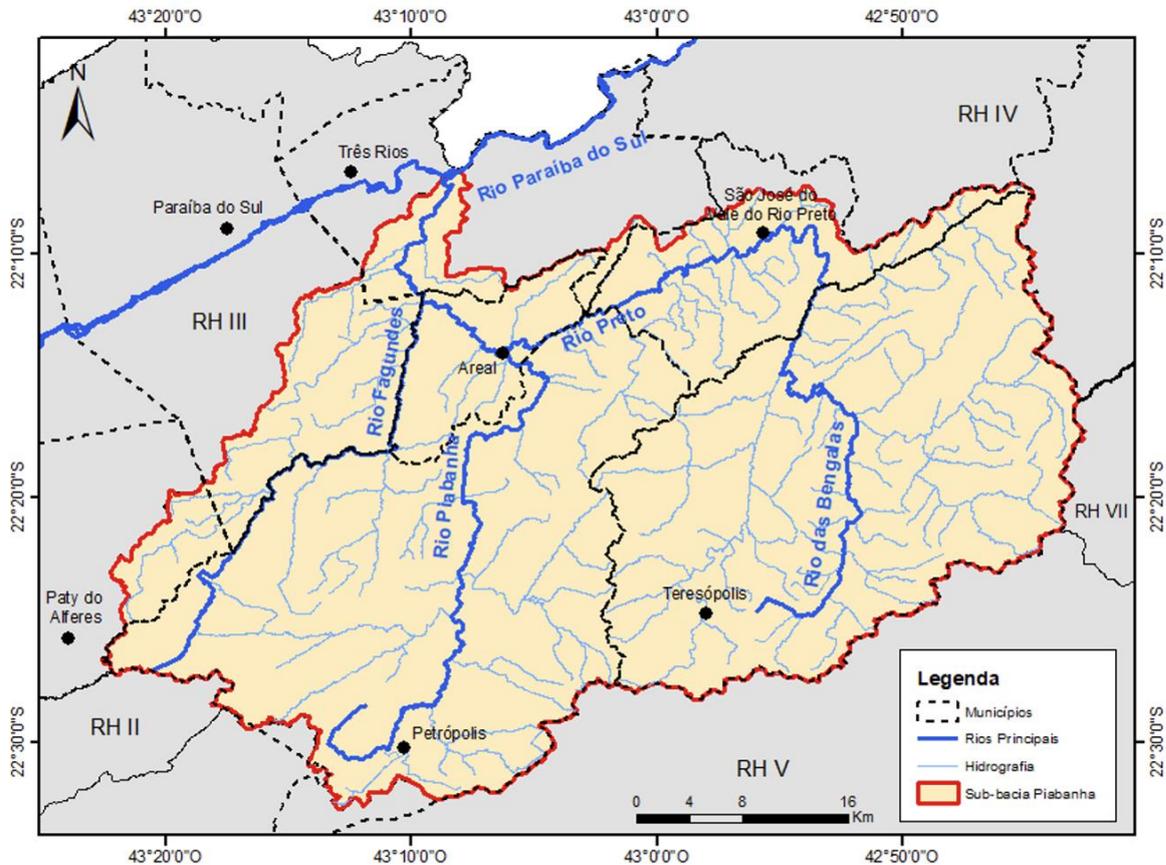
Figura 6 - Mapa da RH IV – Piabanha, com destaque, em amarelo, para a bacia do rio Piabanha.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

O rio Piabanha, corpo hídrico que dá nome à bacia, possui 80 km de extensão, nascendo na Serra do Mar a 1.546 metros de altitude em Petrópolis e percorrendo os municípios de Petrópolis, Areal e, chegando em Três Rios, desagua na margem direita do rio Paraíba do Sul (JUNIOR et al., 2021). Tem como principais contribuintes o rio Fagundes, rio Preto e rio das Bengalas, conforme Figura 7.

Figura 7 - Bacia do rio Piabanha e seus principais rios.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

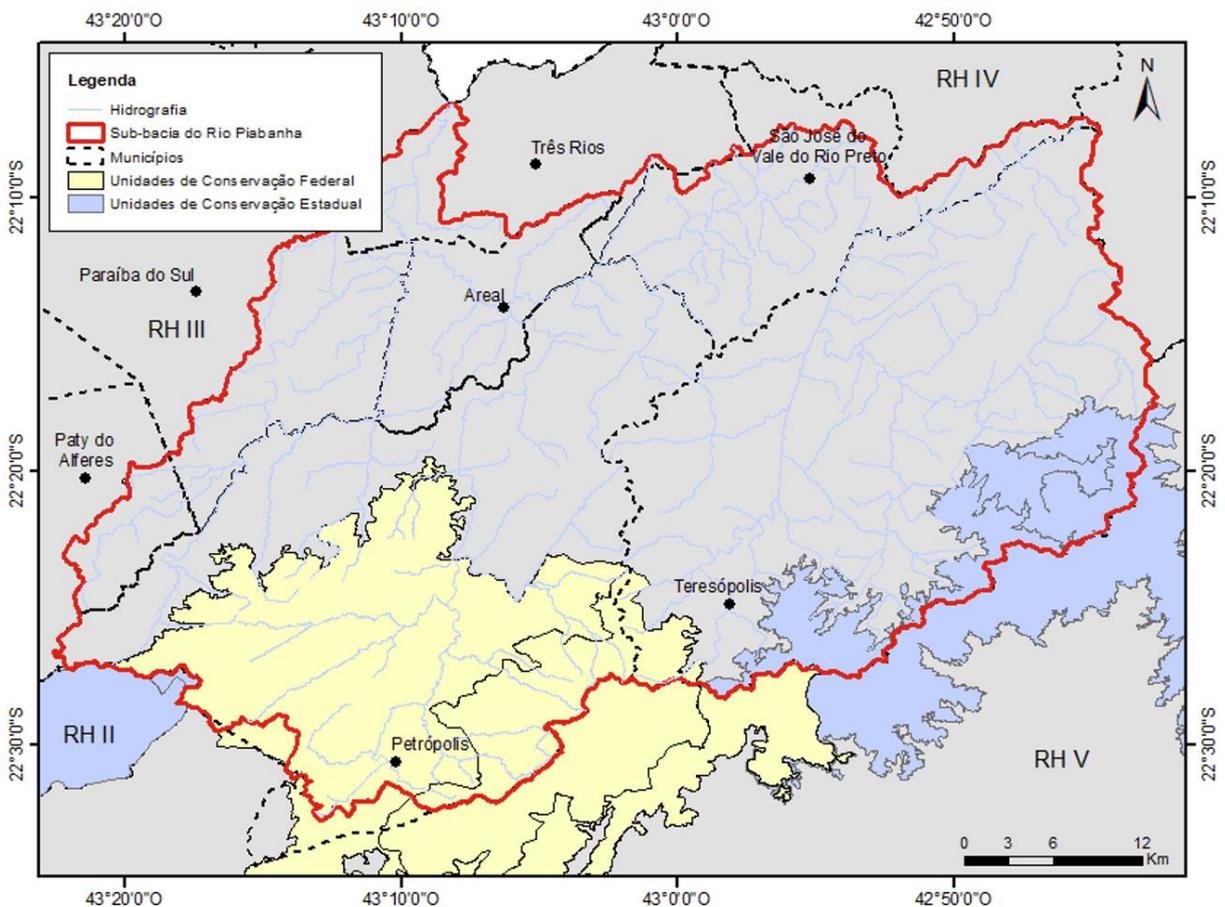
Quanto aos aspectos físicos, de acordo com o Plano de Bacia Hidrográfica (PBH) da RH-IV (2021, p 38), em relação à geomorfologia desta região destaca-se o predomínio de relevos de morros, serras e escarpas que gera elevada suscetibilidade aos fenômenos morfodinâmicos, como por exemplo os processos de escorregamentos e erosões. Nas áreas de relevo de planície, o nível freático fica próximo à superfície e por isso há maior possibilidade de ocorrência de processos de inundação, tendo em vista que são áreas com grande ocupação urbana. A região de estudo apresenta, majoritariamente, clima úmido sem seca com temperatura média entre 10 a 15°C, caracterizado como clima mesotérmico brando. Em relação ao uso e ocupação do solo, as áreas urbanizadas e agrícolas encontram-se próximas aos cursos d'água. Além disso, devido à geomorfologia da região e a definição de Unidades de Conservação (UC), as áreas florestadas da RH-IV se mantêm preservadas e são importantes para a conservação dos recursos hídricos (PBH da RH-IV, 2021).

Ainda de acordo com o Plano de Bacia Hidrográfica da RH-IV (2021, p 58), esta região contém cinquenta e sete UC's de domínio federal ou estadual, sendo trinta e quatro de Uso

Sustentável (US) e vinte e três de Proteção Integral (PI) (Figura 8). As unidades de PI objetivam a preservação da natureza, onde são admitidos somente o uso indireto dos seus recursos naturais. Já as de US objetivam combinar a conservação da natureza com o uso sustentável de parte dos seus recursos naturais.

Nas UCs de PI, de domínio federal, cabe à ANA a gestão das águas superficiais e ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) a gestão das UCs. Nas de domínio do ERJ, o INEA faz a gestão das águas por meio da Diretoria de Licenciamento Ambiental (DIRLAM) e Diretoria de Segurança Hídrica e Qualidade Ambiental (DIRSEQ) e a gestão das UCs por meio da Diretoria de Biodiversidade, Áreas Protegidas e Ecossistemas (DIRBAPE).

Figura 8 – Unidades de conservação federal (amarelo) e estadual (azul) inseridas na bacia do rio Piabanha.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

5.2 CARACTERÍSTICAS ECONÔMICAS E SOCIAIS DA BACIA

A população rural e urbana residente da RH-IV, de acordo com o Plano de Bacia Hidrográfica da RH-IV (2021, p 65), que se baseou nos dados do Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2010, era de 508.424 habitantes, conforme exposto na Tabela 3, a qual apresenta estes dados separados por município.

Tabela 3 – População rural e urbana, por município, residente no interior da RH-IV.

Municípios	População (hab.)		
	Rural	Urbana	Total
Areal	1.500	9.923	11.423
Carmo	3.513	13.110	16.623
Paraíba do Sul	1.510	511	2.021
Paty do Alferes	1.507	0	1.507
Petrópolis	14.629	239.709	254.338
São José do Vale do Rio Preto	11.244	9.007	20.251
Sapucaia	4.252	13.273	17.525
Sumidouro	9.460	5.440	14.900
Teresópolis	18.298	145.448	163.746
Três Rios	2.096	3.994	6.090
Total	68.009	440.415	508.424

Fonte: Plano de Bacia Hidrográfica (PBH) da RH-IV (2021) apud IBGE (2010).

A partir da Tabela 3, é possível observar que os municípios que possuem a maior quantidade de habitantes, dentro da RH-IV, são: Petrópolis, Teresópolis e São José do Vale do Rio Preto. Juntos, eles representam, aproximadamente, 85% da população residente no interior desta região hidrográfica. Vale destacar que tais municípios se encontram quase totalmente inseridos na bacia do Piabanha, sendo Petrópolis a área com a maior densidade demográfica de toda a RH-IV (PBH da RH-IV, 2021).

O índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) é uma medida composta por três dimensões – renda, longevidade e educação – que objetiva avaliar o desenvolvimento dos municípios brasileiros. Este índice varia de 0 a 1, quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano (Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2023). De acordo com o Plano de Bacia Hidrográfica (PBH) da RH-IV (2021, p. 68), que se baseou nos dados do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2019, o IDHM da RH-IV encontra-se representado na Tabela 4 abaixo.

Tabela 4 – IDHM da RH-IV.

Municípios	IDHM 2010	IDHM 2010		
		Renda	Longevidade	Educação
Areal	0,684	0,686	0,823	0,566
Carmo	0,696	0,683	0,813	0,608
Paraíba do Sul	0,702	0,697	0,812	0,610
Paty do Alferes	0,671	0,683	0,806	0,549
Petrópolis	0,745	0,763	0,847	0,639
São José do Vale do Rio Preto	0,660	0,670	0,806	0,533
Sapucaia	0,675	0,682	0,804	0,561
Sumidouro	0,611	0,658	0,796	0,436
Teresópolis	0,730	0,752	0,855	0,605
Três Rios	0,725	0,725	0,801	0,656

Fonte: Plano de Bacia Hidrográfica (PBH) da RH-IV (2021) apud Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (2019).

Considerando que entre 0,600 e 0,699 o índice é considerado médio e entre 0,700 e 0,799 é alto, é possível perceber que os municípios da RH-IV possuem IDHM na faixa de médio ou alto, com destaque para os municípios de Petrópolis e Teresópolis com os melhores IDHM.

Em relação ao Produto Interno Bruto (PIB), este é medido por meio do somatório dos indicadores de Valor Agregado Bruto (VAB) municipais dos setores produtivos de agropecuária (que avalia o valor da produção na agricultura, pecuária, pesca e extração vegetal), indústria (que avalia a indústria e extração mineral), serviços (hotéis, restaurantes, turismo, comércio, transportes, comunicação) e do setor público (impostos, taxas, subsídios, relativos a produção de bens e serviços). De acordo com o Plano de Bacia Hidrográfica (PBH) da RH-IV (2021, p 70), com base nos dados do IBGE de 2015, o VAB e PIB dos municípios é apresentado na Tabela 5, em reais (R\$x1.000) e de forma percentual.

Tabela 5 – VABs e PIBs municipais da RH-IV (R\$x1.000).

Municípios	VAB Agropecuário		VAB Industrial		VAB Serviços		VAB Setor público		PIB Municipal	
	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	%
Areal	2.329	0,01%	44.916	0,22%	109.837	0,54%	93.028	0,45%	250.110	1,22%
Carmo	14.634	0,07%	103.489	0,50%	107.310	0,52%	124.619	0,61%	350.052	1,71%
Paraíba do Sul	53.582	0,26%	102.767	0,50%	354.612	1,73%	274.916	1,34%	785.877	3,83%
Paty do Alferes	35.005	0,17%	60.153	0,29%	215.045	1,05%	181.384	0,88%	491.587	2,40%
Petrópolis	52.882	0,26%	2.672.219	13,03%	5.277.132	25,74%	1.959.368	9,56%	9.961.601	48,58%
São José do Vale do Rio Preto	84.337	0,41%	23.128	0,11%	103.215	0,50%	149.673	0,73%	360.353	1,76%
Sapucaia	36.354	0,18%	67.857	0,33%	384.230	1,87%	121.950	0,59%	610.391	2,98%
Sumidouro	125.815	0,61%	15.246	0,07%	54.401	0,27%	110.628	0,54%	306.090	1,49%

Teresópolis	291.343	1,42%	732.271	3,57%	2.403.354	11,72%	1.147.739	5,60%	4.574.707	22,31%
Três Rios	22.596	0,11%	895.440	4,37%	1.370.697	6,68%	524.659	2,56%	2.813.392	13,72%
Total	718.877	3,51%	4.717.486	23,01%	10.379.833	50,62%	4.687.964	22,86%	20.504.160	100%

Fonte: Adaptado do Plano de Bacia Hidrográfica (PBH) da RH-IV (2021) apud IBGE (2015).

Os municípios de Petrópolis e Teresópolis possuem os maiores PIBs da RH-IV, sendo o VAB Serviços o que mais contribuiu para seus PIBs. A partir da Tabela 5 é possível notar que o VAB Agropecuário é maior no município de Teresópolis seguido de Sumidouro. Em relação ao VAB Industrial destacam-se os municípios Petrópolis, seguido de Três Rios. Adicionalmente, verificou-se que o VAB Setor Público é maior nos municípios de Petrópolis e Teresópolis.

Em relação aos aspectos de saneamento ambiental, que envolvem o abastecimento público de água, esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos e drenagem pluvial, a Tabela 6 apresenta alguns indicadores com os dados de 2021 fornecidos pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), dos municípios que englobam a RH-IV.

Tabela 6 – Dados de saneamento ambiental dos municípios da RH-IV, em 2021.

Municípios	2021			
	Índice de atendimento (%)		Taxas de coberturas (%)	
	Água (IN055)	Esgoto (IN056)	Resíduos (IN015)	Drenagem (IN021)
Areal	-	-	-	13,2
Carmo	-	-	80,27	21,2
Paraíba do Sul	87,3	71,81	-	76,2
Paty do Alferes	70,51	60,4	-	40,9
Petrópolis	97,04	84,71	99,48	0,7
São José do Vale do Rio Preto	72,56	72,62	70,78	19,8
Sapucaia	75,74	64,52	-	45,3
Sumidouro	28,18	38,39	65,92	77,1
Teresópolis	89,29	-	100	0
Três Rios	98,85	98,47	99,43	-

Fonte: Adaptado do SNIS (2021).

O indicador de água IN055 e o de esgoto IN056 apresentam os índices de atendimento da população total com água e com coleta de esgoto. Em 2021, os municípios de Três Rios e Petrópolis mostraram os melhores percentuais desses dois indicadores. Já Areal e Carmo não apresentaram dados. Vale destacar o município de Teresópolis, que apesar de ter a segunda maior população da RH-IV não possui tratamento de esgoto, conforme indicado no Atlas Água

e Esgotos da ANA, e ao serem lançados nos corpos hídricos sem o devido tratamento, causam impactos negativos nos âmbitos econômicos, ambientais e sociais.

O indicador de resíduo IN015 trata da taxa de cobertura regular do serviço de coleta de em relação à população total do município. De acordo com a Tabela 6, o município de Teresópolis apresenta 100% de eficiência deste indicador e Petrópolis e Três Rios apresentam, em seguida, os melhores percentuais.

Em relação ao indicador de drenagem (IN021), este mostra a taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana. Em relação a este indicador percebe-se que, em geral, as taxas de cobertura são abaixo de 50%, com exceção de Sumidouro e Paraíba do Sul. Considerando que os sistemas de drenagem urbana são administrados pelas Prefeituras, estes baixos índices podem estar associados à falta de informações sobre o sistema.

6 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para desenvolvimento do trabalho foi dividida em seis etapas, onde foi feita a delimitação da bacia, a consistência do banco de dados, determinação dos pontos de análise, o cálculo das vazões por meio do SisCAH, o balanço hídrico e o cálculo da disponibilidade hídrica.

6.1 DELIMITAÇÃO DA BACIA

Para fazer o gerenciamento dos recursos hídricos é necessário, conhecer os limites da área de estudo. Com isso, a primeira etapa do trabalho foi definir e traçar a bacia hidrográfica. Para isso, foi utilizado o *software* ArcGis 10.4, desenvolvido pela empresa americana *Environmental Systems Research Institute* (ESRI), tendo como base o *shapefile* da curva de nível contínua do Brasil, na escala 1:25.000, disponibilizada pelo IBGE e da base hidrográfica SEA/IBGE 1:25.000 do ERJ.

A delimitação da bacia hidrográfica do Piabanha, realizada manualmente, foi iniciada por sua foz – onde o rio Piabanha desagua no Rio Paraíba do Sul, no município de Três Rios – conectando os pontos mais elevados usando as curvas de nível e hidrografia do IBGE como base. O limite da bacia circunda o curso d'água principal e as nascentes de seus afluentes.

6.2 BANCO DE DADOS DOS USUÁRIOS DE RECURSOS HÍDRICOS

Na segunda etapa, foi necessário organizar os dados de usuários de recursos hídricos na bacia do Piabanha. Para isso, foram consultados os bancos de dados do INEA e da ANA, considerando que nesta bacia existem usuários outorgados e em análise sob jurisdição estadual e federal.

Como delimitação temporal, foram considerados os processos que deram entrada no INEA até dezembro de 2022 e os usuários cadastrados pela ANA até dezembro de 2022. Além disso, as Outorgas com validade expirada a partir de julho de 2022, que não foram identificados processos de renovação, foram consideradas.

6.2.1 Banco de dados do ERJ

Foi solicitado ao INEA a relação de usuários de água superficial no ERJ, a qual foi disponibilizada em formato de planilha Excel, com as seguintes informações: número do processo; município; corpo hídrico; tipo de intervenção; coordenadas geográficas; documento emitido; situação do processo; número do documento; validade; vazão máxima e média de

captação/lançamento; volume diário e; finalidade de uso. Em posse dos dados de coordenadas geográficas, foi possível georreferenciar os pontos de interferência no *software* ArcGIS e, com os limites da bacia, foram excluídos os pontos fora da área de estudo.

Além do banco de dados do INEA foram coletados os dados dos usuários do ERJ cadastrados no CNARH/REGLA, com o objetivo de cruzar os dados para obter o maior número de pontos de interferência possíveis. Da mesma forma que os dados do INEA, os pontos foram plotados e, quando localizados fora da bacia do Piabanha, foram excluídos. Também foram excluídos os pontos de extração de água subterrânea, mantendo somente os usuários de águas superficiais da bacia.

Após a seleção dos dados, foi feita análise e consistência das informações cadastradas, onde foram excluídos os requerimentos duplicados, indeferidos, não outorgáveis e vencidos (até junho/2022). Após consulta ao Sistema de Consulta Unificada de Processos (SCUP), disponibilizado ao público pelo INEA, foram preenchidos os dados que estavam sem informações na planilha, os quais são essenciais para o desenvolvimento do trabalho, como por exemplo a vazão máxima e média de captação/lançamento e as coordenadas geográficas. Os processos em que não foi possível obter tais informações, por meio do SCUP, foram excluídos da planilha.

Foram selecionados os pontos de interferências com outorga válida, em renovação, em análise; os usos insignificantes emitidos e em análise e; as certidões de reserva de disponibilidade hídrica válidas e em análise. Cabe ressaltar que foram mantidos os dados dos requerimentos ainda em análise, considerando um cenário mais restritivo, onde há a possibilidade destes usuários estarem fazendo uso do recurso hídrico mesmo sem autorização do órgão ambiental ou considerando um cenário futuro da bacia.

6.2.2 Banco de dados da ANA

Os dados dos usuários outorgados ou em análise pela ANA foram obtidos por meio do CNARH/REGLA, onde foram coletadas as informações do ERJ e filtradas os de domínio federal. Da mesma forma que os dados do INEA, os pontos foram plotados e, quando localizados fora da bacia do Piabanha, foram excluídos.

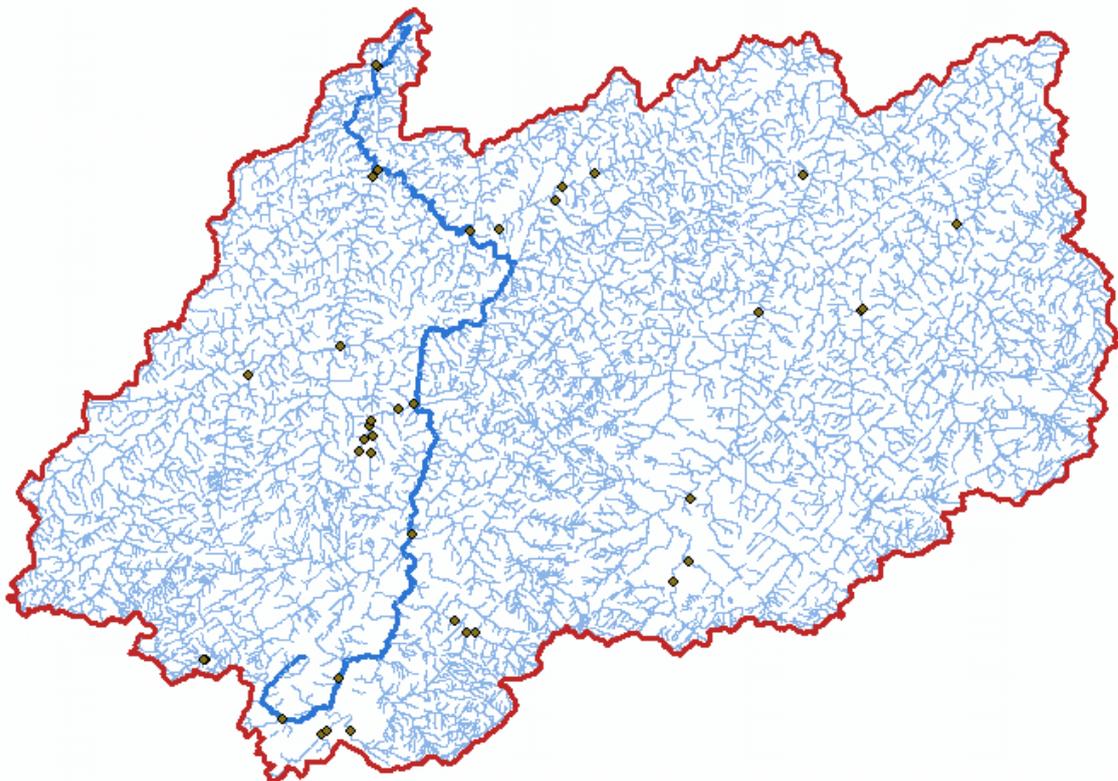
Como não existem, dentro da bacia do Piabanha, cursos d'água que cruzam mais de um estado, os usuários encontrados, sob domínio da UNIÃO, são os que se encontram dentro de

Unidades de Conservação de Proteção Integral. No caso em tela, foram os usuários dentro do Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO).

6.3 DETERMINAÇÃO DOS PONTOS DE ANÁLISE

A escolha dos pontos de análise para cálculo de disponibilidade hídrica no rio Piabanha foi feita a partir da avaliação de distribuição de usuários na bacia e da localização das estações fluviométricas existentes ao longo deste curso d'água. As estações fluviométricas são disponibilizadas pelo portal HidroWeb da ANA e, na bacia do Piabanha, estão distribuídas conforme mostra a Figura 9.

Figura 9 – Estações fluviométricas localizadas na bacia do Piabanha, com o rio Piabanha destacado em azul.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Além da localização das estações fluviométricas, foi preciso verificar quais possuíam dados suficientes (tempo de operação da estação) e consistentes para seleção dos melhores trechos. A partir disso, foram escolhidos 3 pontos para análise da disponibilidade hídrica, denominados A, B e C e foram traçadas suas respectivas bacias de contribuição.

O ponto A foi escolhido por estar situado em um trecho, no rio Piabanha, a jusante da maior concentração de usuários de recursos hídricos da bacia de estudo. Nesta área, ficam

localizadas parte das principais captações destinadas ao abastecimento público e grande parte das destinadas ao uso industrial, tanto no rio Piabanha como em seus contribuintes. Além disso, o ponto A fica localizado no bairro de Pedro do Rio, em Petrópolis, e coincide com a estação fluviométrica Pedro do Rio (código 58405000).

O ponto B foi escolhido na foz do rio Preto, quando desagua no rio Piabanha, no município de Areal. Além de ser um dos principais afluentes do Piabanha, a bacia do rio Preto contempla quase todos os usuários que utilizam água para extração de areia em leito de rio e para geração de energia (uso não consuntivo), além do restante das captações destinadas ao abastecimento público. A bacia do ponto B engloba toda a parte leste da bacia hidrográfica do rio Piabanha. Para este ponto foi escolhida a estação fluviométrica Moreli (código 58425000), localizada no município de São José do Vale do Rio Preto, no rio Preto.

O ponto C localiza-se na foz do rio Piabanha, quando desagua no Rio Paraíba do Sul, no município de Três Rios. Para o ponto C, foram utilizados os dados da estação fluviométrica UHE Simplício Moura Brasil (código 58440000).

6.4 DEFINIÇÃO DA VAZÃO

Para iniciar o cálculo de disponibilidade hídrica é preciso, a partir dos pontos de análise escolhidos, saber a vazão local. Para isso, é necessário verificar as séries históricas de estações, disponíveis no portal HidroWeb da ANA, que consiste em um banco de dados com informações como: níveis fluviais, vazões, chuvas, climatologia, qualidade da água e sedimentos, coletados pela Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN).

Para análise dos dados de séries históricas de vazões, foi utilizado o Sistema Computacional para Análises Hidrológicas (SisCAH 1.0), desenvolvido sob a coordenação da Universidade Federal de Viçosa, que permite importar dados do HidroWeb, obter vazões máximas, médias e mínimas, curvas de permanência e comparar métodos estatísticos para a estimativa do tempo de retorno do evento climático (BOF et al., 2009).

No SisCAH, após a importação dos dados de vazão das estações escolhidas (Figura 10), realizou-se um pré-processamento das séries históricas, onde foi possível selecionar e definir os dados utilizados na análise hidrológica, escolhendo o mês de início do ano hidrológico e descartando meses ou anos que possuam uma quantidade de falhas maior do que um percentual atribuído pelo usuário (Figura 11). Para o presente estudo, foi escolhido outubro como mês de

referência para início do ano hidrológico e foram descartados meses com mais de 6% de falhas, resultando nos dados mostrados na Figura 12.

Figura 10- Tela inicial do SisCAH com dados de série histórica de vazões importados do HidroWeb.

SisCAH 1.0-(58440000.sch)

Arquivo Exibir Série Vazões Ferramentas Ajuda

Importar Abrir Salvar Pré-processamento Máximas Médias Mínimas Regularização Permanência Hidrograma

Cód. da Estação: 58440000 Nome da estação: MOURA BRASIL Início do Ano Hidrológico: Janeiro

Mês	Situação	% Falhas	Dia 01	Dia 02	Dia 03	Dia 04	Dia 05	Dia 06	Dia 07	Dia 08	Dia 09	Dia 10	Dia 11	Dia 12	Dia 13	Dia 14	Dia 15	Dia 16	Dia 17	Dia 18
Jan/1933	Inexistente	100%																		
Fev/1933	Inexistente	100%																		
Mar/1933	Inexistente	100%																		
Abr/1933	Inexistente	100%																		
Mai/1933	Inexistente	100%																		
Jun/1933	Inexistente	100%																		
Jul/1933	Considerado	0%	19,30	20,40	27,50	30,90	24,90	21,00	18,30	20,40	17,00	17,30	19,30	19,30	16,80	16,30	19,30	20,40	24,3	
Agosto/1933	Considerado	0%	17,30	16,00	26,20	22,10	18,80	17,80	16,30	15,40	15,00	14,50	14,50	14,50	14,50	14,10	13,20	15,40	18,80	18,3
Setembro/1933	Considerado	0%	10,30	9,94	9,94	9,94	15,00	19,90	33,10	34,60	30,90	27,50	22,70	19,90	17,30	14,50	15,40	13,20	11,50	11,1
Outubro/1933	Considerado	0%	15,00	16,00	22,70	20,40	19,30	16,80	15,00	15,00	44,20	39,50	40,40	21,50	26,20	54,10	45,20	42,30	34,60	29,5
Novembro/1933	Considerado	0%	22,10	27,50	32,30	43,30	54,10	56,50	39,50	32,30	30,20	32,30	30,90	26,00	73,60	33,10	30,20	26,20	24,90	23,8
Dezembro/1933	Considerado	0%	30,90	31,60	30,20	31,60	33,10	37,00	34,60	36,70	54,10	42,30	35,30	33,80	69,40	61,50	46,30	34,60	30,90	34,6
Jan/1934	Considerado	0%	138,00	142,00	109,00	90,00	72,20	56,50	52,90	60,30	93,60	112,00	142,00	275,00	279,00	145,00	110,00	142,00	93,60	79,5
Fev/1934	Considerado	0%	40,40	38,70	37,00	37,80	39,50	38,70	37,80	37,00	30,90	30,50	29,80	28,40	28,80	29,80	26,80	28,10	72,90	50,0
Mar/1934	Considerado	0%	84,00	57,80	56,50	57,20	59,60	53,50	50,60	44,70	57,80	51,80	42,80	43,70	41,40	39,10	52,90	39,50	37,40	35,3
Abr/1934	Considerado	0%	29,10	28,40	27,80	28,80	29,80	28,10	27,50	27,50	26,80	26,20	50,00	42,30	31,20	32,70	40,00	32,30	31,60	28,1
Mai/1934	Considerado	0%	27,80	29,80	29,50	24,30	23,20	24,10	22,40	21,30	21,50	23,80	27,10	23,50	26,80	25,90	22,90	22,70	23,80	20,1
Jun/1934	Considerado	0%	12,30	11,90	12,50	11,90	11,90	11,90	11,90	23,80	15,90	13,00	12,30	11,90	11,90	15,20	14,30	13,60	13,00	14,7
Jul/1934	Considerado	0%	14,30	15,00	15,40	15,20	16,30	14,70	13,60	14,50	14,50	15,20	16,30	16,10	14,30	13,80	14,10	14,10	14,10	13,6
Agosto/1934	Considerado	0%	12,30	11,90	11,10	10,70	10,70	10,70	11,10	11,10	10,30	9,94	9,94	9,59	9,59	9,94	11,50	12,30	14,10	13,2
Setembro/1934	Considerado	0%	10,30	10,30	9,94	9,59	9,94	9,59	9,59	9,22	8,86	8,86	9,22	8,86	9,22	9,94	10,70	12,70	12,30	11,5
Outubro/1934	Considerado	0%	25,50	31,60	23,80	18,80	15,00	14,50	13,20	12,70	13,60	15,00	11,90	15,00	17,30	17,30	15,90	12,70	11,10	10,7
Novembro/1934	Considerado	0%	15,00	10,30	9,94	9,59	9,59	9,59	9,22	9,22	9,22	9,22	9,59	11,90	11,10	17,80	34,60	23,80	30,20	72,2
Dezembro/1934	Considerado	0%	46,30	30,20	30,20	37,00	41,40	25,50	19,90	26,10	25,20	25,50	21,00	55,30	134,00	81,00	61,50	43,70	40,40	48,4
Jan/1935	Considerado	0%	54,10	44,20	64,70	101,00	72,20	54,70	57,80	103,00	75,00	54,10	46,80	43,70	37,40	39,10	41,80	40,90	104,00	92,7
Fev/1935	Considerado	0%	205,00	228,00	197,00	176,00	152,00	106,00	106,00	102,00	84,00	110,00	99,00	87,70	81,00	68,00	80,20	105,00	91,70	83,2
Mar/1935	Considerado	0%	57,20	80,20	82,20	68,70	61,50	66,70	62,80	55,30	51,80	48,40	47,30	44,70	46,30	45,20	39,10	38,70	48,90	50,6
Abr/1935	Considerado	0%	36,60	39,50	85,50	78,00	55,30	43,30	40,00	29,10	44,70	42,80	42,30	34,60	33,40	32,00	34,90	31,60	35,70	39,5
Mai/1935	Considerado	0%	34,60	34,20	34,20	31,20	29,50	28,80	29,80	40,90	37,80	33,10	29,50	27,10	26,20	24,60	24,60	26,50	23,20	23,5

Arquivo :58440000.sch Última modificação: 21/05/2023 17:01:58

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Figura 11 – Tela de pré-processamento dos dados, no SisCAH.

Pré-processamento

Arquivo Critérios Exibir Ajuda

Mensal Anual

Ano	% Falhas	Descartar
1999/2000	00,0%	<input type="checkbox"/> Sim
2000/2001	00,0%	<input type="checkbox"/> Sim
2001/2002	00,0%	<input type="checkbox"/> Sim
2002/2003	00,0%	<input type="checkbox"/> Sim
2003/2004	00,0%	<input type="checkbox"/> Sim
2004/2005	00,0%	<input type="checkbox"/> Sim
2005/2006	00,0%	<input type="checkbox"/> Sim
2006/2007	00,0%	<input type="checkbox"/> Sim
2007/2008	00,0%	<input type="checkbox"/> Sim
2008/2009	00,0%	<input type="checkbox"/> Sim
2009/2010	00,0%	<input type="checkbox"/> Sim
2010/2011	03,8%	<input type="checkbox"/> Sim
2011/2012	00,0%	<input type="checkbox"/> Sim
2012/2013	41,9%	<input type="checkbox"/> Sim

Início do ano hidrológico
Outubro

Descarte
 Mensal Anual

Escolha a % de falhas: 6

OK

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Figura 12 – Tela após processamento dos dados. Séries em vermelho foram excluídos pelo sistema por conter falhas.

SisCAH 1.0-(58440000.sch)

Arquivo Exibir Série Vazões Ferramentas Ajuda

Importar Abrir Salvar Pré-processamento Máximas Médias Mínimas Regularização Permanência Hidrograma

Cód. da Estação: 58440000 Nome da estação: MOURA BRASIL Início do Ano Hidrológico: Outubro

Mês	Situação	% Falhas	Dia 01	Dia 02	Dia 03	Dia 04	Dia 05	Dia 06	Dia 07	Dia 08	Dia 09	Dia 10	Dia 11	Dia 12	Dia 13	Dia 14	Dia 15	Dia 16	Dia 17	Dia 18
Janeiro/1933	Descartado	100%																		
Fevereiro/1933	Descartado	100%																		
Março/1933	Descartado	100%																		
Abril/1933	Descartado	100%																		
Maior/1933	Descartado	100%																		
Junho/1933	Descartado	100%																		
Julho/1933	Descartado	0%	18,30	20,40	27,50	30,90	24,90	21,00	18,30	20,40	17,80	17,30	19,30	19,30	18,80	18,30	16,30	19,30	20,40	24,3
Agosto/1933	Descartado	0%	17,30	16,80	26,20	22,10	18,80	17,80	16,30	15,40	15,00	14,50	14,50	14,50	14,50	14,10	13,20	15,40	18,80	18,3
Setembro/1933	Descartado	0%	10,30	9,94	9,94	9,94	15,00	19,90	33,10	34,60	30,90	27,50	22,70	19,90	17,30	14,50	15,40	13,20	11,50	11,1
Outubro/1933	Considerado	0%	15,00	16,80	22,70	20,40	19,30	16,80	15,00	15,00	44,20	39,50	40,40	21,50	26,20	54,10	45,20	42,30	34,60	29,5
Novembro/1933	Considerado	0%	22,10	27,50	32,30	43,30	54,10	56,50	39,50	32,30	30,20	32,30	30,90	26,80	73,60	33,10	30,20	26,20	24,90	23,8
Dezembro/1933	Considerado	0%	30,90	31,60	30,20	31,60	33,10	37,00	34,60	38,70	54,10	42,30	35,30	33,80	69,40	61,50	46,30	34,60	30,90	34,6
Janeiro/1934	Considerado	0%	138,00	142,00	108,00	90,00	72,20	56,50	52,90	60,30	93,60	112,00	142,00	275,00	279,00	145,00	110,00	142,00	93,60	79,5
Fevereiro/1934	Considerado	0%	40,40	38,70	37,00	37,80	39,50	38,70	37,80	37,00	30,90	30,50	29,80	28,40	28,80	29,80	26,80	28,10	72,90	50,0
Março/1934	Considerado	0%	84,00	57,80	56,50	57,20	59,60	53,50	50,60	44,70	57,80	51,80	42,80	43,70	41,40	39,10	52,90	39,50	37,40	35,3
Abril/1934	Considerado	0%	29,10	28,40	27,80	28,80	29,80	28,10	27,50	26,80	26,20	50,00	42,30	31,20	32,70	40,00	32,30	31,60	28,1	20,1
Maior/1934	Considerado	0%	27,80	29,80	29,50	24,30	23,20	24,10	22,40	21,30	21,50	23,80	27,10	23,50	26,80	25,90	22,90	22,70	23,80	20,1
Junho/1934	Considerado	0%	12,30	11,90	12,50	11,90	11,90	11,90	11,90	23,80	15,90	13,00	12,30	11,90	11,90	15,20	14,30	13,60	13,00	14,7
Julho/1934	Considerado	0%	14,30	15,00	15,40	15,20	16,30	14,70	13,60	14,50	14,50	15,20	16,30	16,10	14,30	13,80	14,10	14,10	14,10	13,6
Agosto/1934	Considerado	0%	12,30	11,90	11,10	10,70	10,70	10,70	11,10	11,10	10,30	9,94	9,94	9,58	9,58	9,94	11,50	12,30	14,10	13,2
Setembro/1934	Considerado	0%	10,30	10,30	9,94	9,58	9,94	9,58	9,58	9,22	8,86	8,86	9,22	8,86	9,22	9,94	10,70	12,70	12,30	11,5
Outubro/1934	Considerado	0%	25,50	31,60	23,80	18,80	15,00	14,50	13,20	12,70	13,60	15,00	11,90	15,00	17,30	17,30	15,90	12,70	11,10	10,7
Novembro/1934	Considerado	0%	15,00	10,30	9,94	9,58	9,58	9,58	9,22	9,22	9,22	9,22	9,58	11,90	11,10	17,80	34,60	23,80	30,20	72,2
Dezembro/1934	Considerado	0%	46,30	30,20	30,20	37,00	41,40	25,50	19,90	28,10	25,20	25,50	21,00	55,30	134,00	81,00	61,50	43,70	40,40	48,4
Janeiro/1935	Considerado	0%	54,10	44,20	64,70	101,00	72,20	54,70	57,80	103,00	75,00	54,10	46,80	43,70	37,40	39,10	41,80	40,90	104,00	92,7
Fevereiro/1935	Considerado	0%	205,00	228,00	197,00	176,00	152,00	106,00	102,00	84,00	110,00	99,00	87,70	81,00	68,00	80,20	105,00	81,70	83,2	83,2
Março/1935	Considerado	0%	57,20	80,20	83,20	68,70	61,50	66,70	62,80	55,30	51,80	48,40	47,30	44,70	46,30	45,20	39,10	38,70	48,90	50,6
Abril/1935	Considerado	0%	36,60	39,50	85,50	78,00	55,30	43,30	40,00	39,10	44,70	42,80	42,30	34,60	33,40	32,00	34,90	31,60	35,70	39,5
Maior/1935	Considerado	0%	34,60	34,20	34,20	31,20	29,50	28,80	29,80	40,90	37,80	33,10	29,50	27,10	26,20	24,60	24,60	26,50	23,20	23,5

Arquivo: 58440000.sch Última modificação: 21/05/2023 18:24:32

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Após processar os dados, o SisCAH permite estimar as vazões mínimas, médias, máximas, assim como a curva de permanência. Para calcular as vazões mínimas, o usuário deve especificar a duração desejada, a partir da qual é obtida a média dos menores valores consecutivos anuais associados a essa duração (Figura 13). Estes valores mínimos são ajustados por meio de distribuições estatísticas as quais são aplicadas pelo programa. Também deve ser definido o período de retorno. Para o presente estudo, foi selecionada a duração de 7 dias, a distribuição de *Weibull* e o período de retorno de 10 anos, resultando na $Q_{7,10}$.

Figura 13 – Tela para cálculo das vazões mínimas.

Ano	Data de início	Vazão Mínima (m³/s)	Dias válidos
1933/1934	07/09/1934	9,12	365
1934/1935	04/11/1934	9,37	365
1935/1936	03/09/1936	12,61	366
1936/1937	24/09/1937	10,75	365
1937/1938	01/10/1937	12,37	365
1938/1939	09/09/1939	14,27	365
1939/1940	01/11/1939	11,63	366
1940/1941	05/10/1940	12,34	365
1941/1942	31/08/1942	16,59	365
1942/1943	05/09/1943	17,29	365
1943/1944	24/09/1944	14,71	366
1944/1945	08/10/1944	13,69	365
1945/1946	11/09/1946	12,10	365
1946/1947	03/10/1946	16,80	365
1947/1948	24/09/1948	16,81	366
1948/1949	24/09/1949	17,19	365
1949/1950	03/09/1950	13,10	365
1950/1951	16/09/1951	12,35	365
1951/1952	14/11/1951	10,95	366
1952/1953	25/07/1953	14,74	365
1953/1954	07/09/1954	6,34	365
1954/1955	21/09/1955	4,73	365
1955/1956	27/10/1955	9,27	366
1956/1957	02/10/1956	9,35	365
1957/1958	22/08/1958	8,82	365
1958/1959	24/09/1959	6,92	365
1959/1960	07/10/1959	9,43	366
1960/1961	04/09/1961	10,11	365
1961/1962	09/08/1962	8,40	365

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Para cálculo da curva de permanência, pelo SisCAH, foi utilizada a análise de frequência associada a cada dado de vazão, onde as mesmas são ordenadas de forma decrescente e com isso são determinadas a frequência associada a cada valor de vazão. A partir disso o programa gera a curva de permanência plotando os valores de vazão e suas respectivas frequências de ocorrência. Com isso, é possível obter a vazão associada à permanência de 95% do tempo, a Q_{95} .

6.5 BALANÇO HÍDRICO

A etapa de cálculo do balanço hídrico consiste em verificar, a partir dos usuários existentes na bacia em análise (aqueles que estão regularizados ou em regularização) se há água disponível para futuros requerimentos ou se a bacia se encontra sem disponibilidade hídrica. Com isso, somam-se as vazões máximas de captação e somam-se os lançamentos médios dos usuários existentes na bacia para verificar a vazão comprometida no trecho em análise.

A partir do banco de dados consistido de usuários de recursos hídricos, criado na segunda etapa, foram geradas duas planilhas, para cada bacia dos pontos de análise definidos (A, B e C): i) pontos de captação e ii) pontos de lançamento, conforme Figura 14 e Figura 15. Vale ressaltar que, considerando que as captações com finalidade de uso de água para geração de

energia são consideradas usos não consuntivos, onde toda água utilizada é devolvida ao manancial, estas foram excluídas do balanço hídrico.

Figura 14 – Trecho da planilha dos pontos de captação.

CAPTAÇÃO					
Jurisdicção	Município	Latitude	Longitude	Vazão Máxima (m³/h)	Finalidade de Uso
Estadual	Petrópolis	-22,4072	-43,1897	1,00	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Teresópolis	-22,1827	-42,852	0,50	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Petrópolis	-22,4656	-43,1504	1,00	Lavagem de veículos
Estadual	Petrópolis	-22,3087	-43,2095	0,94	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Petrópolis	-22,3075	-43,2103	0,19	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Teresópolis	-22,2618	-42,8374	5,00	Mineração
Estadual	Teresópolis	-22,2551	-42,9248	0,50	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Petrópolis	-22,5075	-43,2131	0,20	Limpeza de dependências
Estadual	Areal	-22,2086	-43,0505	15,63	Extração de areia
Estadual	Areal	-22,2074	-43,0504	15,63	Extração de areia
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	-22,1631	-42,8926	23,44	Extração de areia
Estadual	Paty do Alferes	-22,3824	-43,35	0,30	Uso Industrial
Estadual	Petrópolis	-22,4159	-43,1642	25,00	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Petrópolis	-22,3766	-43,1866	0,54	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Petrópolis	-22,3854	-43,1658	2,12	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Petrópolis	-22,3863	-43,1645	1,89	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Petrópolis	-22,3907	-43,1686	6,48	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Teresópolis	-22,2874	-42,8399	55,00	Extração de areia
Estadual	Petrópolis	-22,5072	-43,2317	0,60	Limpeza de dependências
Estadual	Teresópolis	-22,2421	-42,9071	16,00	Criação de Animais
Estadual	Petrópolis	-22,4656	-43,1504	1,00	Limpeza de dependências
Estadual	Teresópolis	-22,3906	-42,9587	2,60	Limpeza de dependências
Estadual	Petrópolis	-22,3874	-43,1858	1,00	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Teresópolis	-22,1897	-42,892	0,38	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Teresópolis	-22,3852	-42,8557	1,40	Rega de Jardim

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Figura 15 – Trecho da planilha dos pontos de lançamento.

LANÇAMENTO					
Jurisdicção	Município	Latitude	Longitude	Vazão Média (m³/h)	Finalidade de Uso
Estadual	Petrópolis	-22,3636	-43,1244	0,17	
Estadual	Petrópolis	-22,4769	-43,1711	0,01	Outras
Estadual	Petrópolis	-22,4104	-43,1371	0,00	Lavagem de veículos
Estadual	Petrópolis	-22,5146	-43,2245	0,08	
Estadual	Petrópolis	-22,4796	-43,173	0,17	
Estadual	Areal	-22,2074	-43,0504	17,82	Extração de areia
Estadual	Petrópolis	-22,4728	-43,1828	0,66	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Petrópolis	-22,3589	-43,1033	0,10	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Petrópolis	-22,4547	-43,1423	1,50	Consumo e Higiene Humana
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	-22,1631	-42,8926	13,36	Extração de areia
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	-22,1602	-42,8931	0,02	Extração de areia
Estadual	Teresópolis	-22,1983	-42,7583	0,14	Uso Industrial
Estadual	Petrópolis	-22,3838	-43,1348	0,03	Outras
Estadual	Teresópolis	-22,2874	-42,8399	31,35	Extração de areia
Estadual	Teresópolis	-22,3929	-42,9587	5,00	Limpeza de dependências
Estadual	Petrópolis	-22,5069	-43,1931	90,00	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	-22,2514	-43,0744	360,00	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	-22,5148	-43,2274	36,00	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	-22,5111	-43,2097	9,00	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	-22,4448	-43,1701	3,00	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	-22,4902	-43,1827	3,60	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	-22,5336	-43,2258	9,00	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	-22,546	-43,2204	1,80	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	-22,5461	-43,1982	1,80	Abastecimento Público

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

6.6 CÁLCULO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA

Para cálculo da disponibilidade hídrica é preciso saber a vazão que passa no trecho do curso d'água em análise (Q), definir a vazão de referência (Q_{95} ou $Q_{7,10}$), definir a vazão outorgável ($40\%Q_{95}$ ou $50\%Q_{7,10}$) e calcular o balanço hídrico na bacia. Em posse desses valores, a disponibilidade hídrica ($Q_{\text{disponível}}$) é o resultado da vazão outorgável subtraída da vazão máxima de captações, somada da vazão média de lançamentos - calculada a partir do balanço hídrico da bacia de análise - conforme mostrado na Equação 6.1.

$$Q_{\text{disponível}} = Q_{\text{outorgável}} - Q_{\text{max captação}} + Q_{\text{med lançamento}} \quad (6.1)$$

Cabe ressaltar que são adotadas as vazões máximas de captações e as vazões médias de lançamento para que seja verificado o cenário mais restritivo no balanço hídrico. Ou seja, ao considerar que os usuários outorgados utilizam a vazão máxima de direito de uso e lançam a vazão média outorgada, adota-se o pior cenário da bacia.

A vazão em análise é obtida por meio de informações das estações fluviométricas. No entanto, quando o ponto de análise não coincide com uma estação, deve-se fazer uma correlação de áreas, conforme Equação 6.2 abaixo.

$$Q_{\text{bacia}} = Q_{\text{estação}} \frac{A_{\text{bacia}}}{A_{\text{estação}}} \quad (6.2)$$

Onde:

Q_{bacia} = vazão disponível no trecho em análise da bacia (m^3/s);

$Q_{\text{estação}}$ = vazão no ponto da estação fluviométrica (m^3/s);

A_{bacia} = área da bacia de contribuição do ponto de análise (km^2);

$A_{\text{estação}}$ = área da bacia de contribuição da estação fluviométrica (km^2)

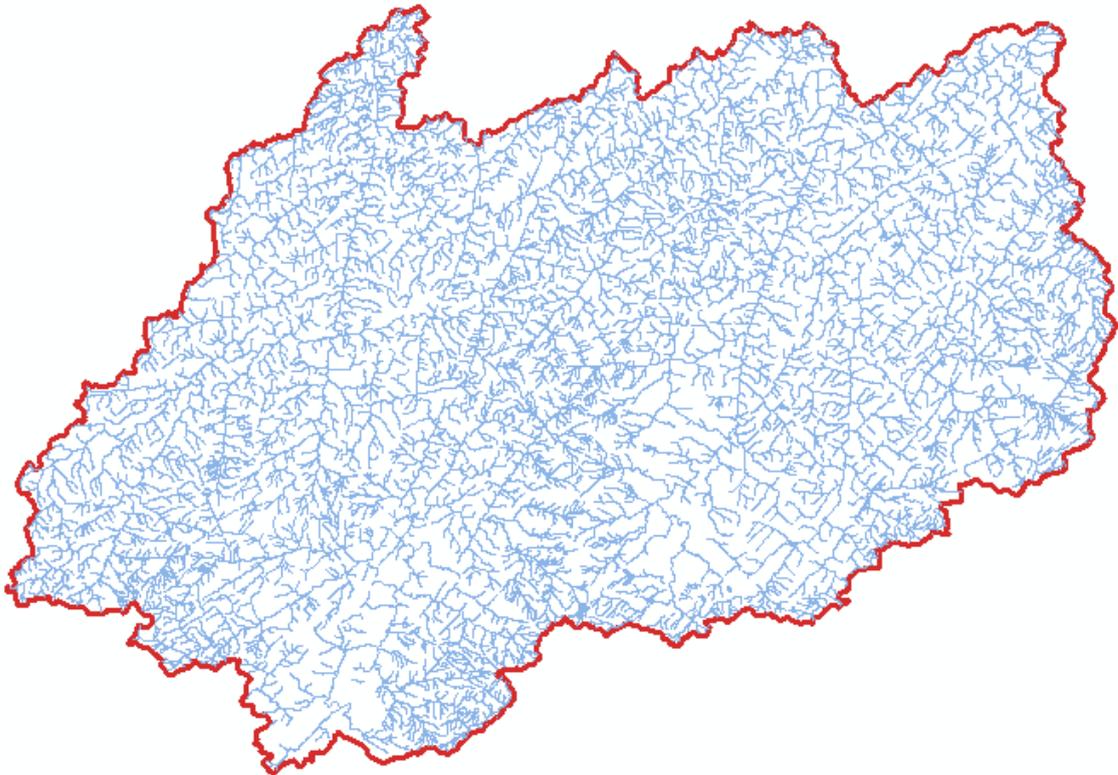
Para os pontos B e C, definidos na terceira etapa do trabalho, foi utilizada a correlação de áreas para o cálculo das vazões.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO PIABANHA

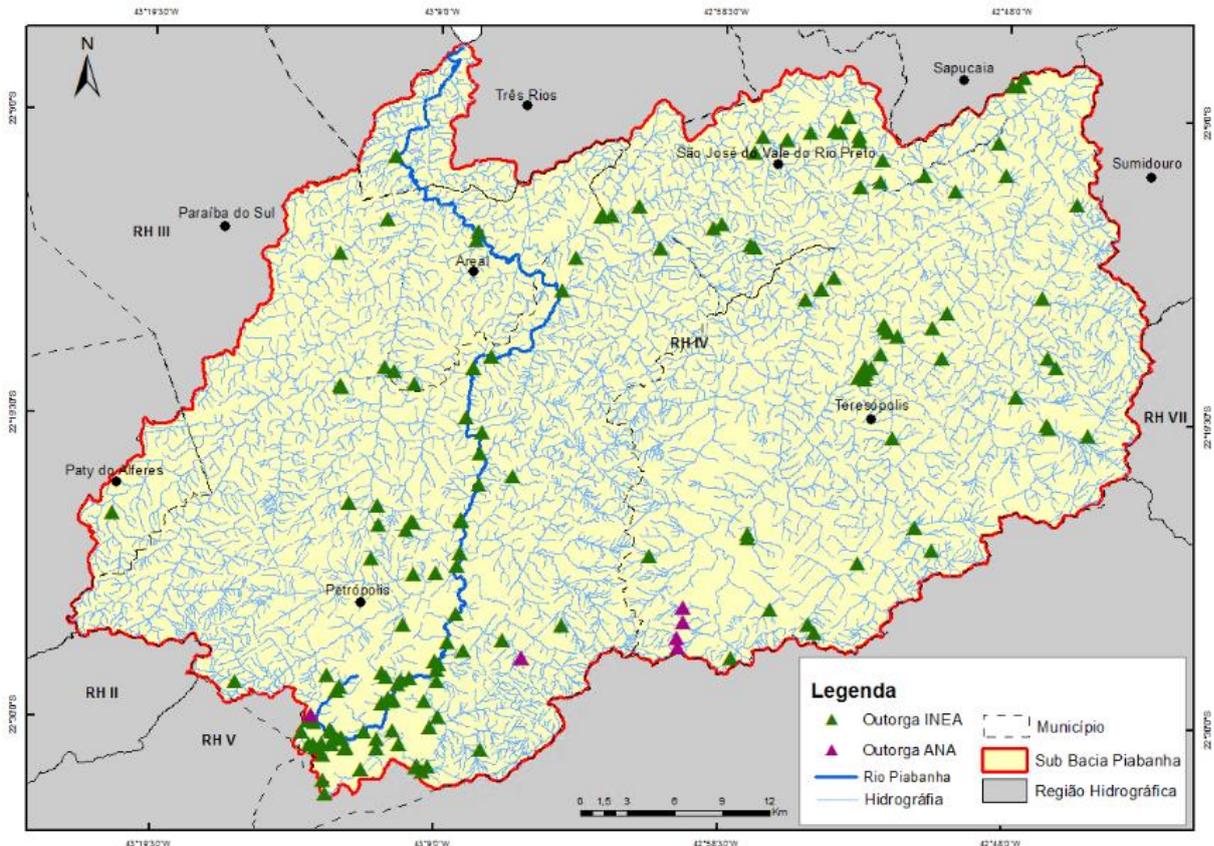
Após delimitação da bacia do Piabanha (Figura 16) e realização da consistência do banco de dados do INEA e ANA foi possível fazer uma avaliação da distribuição dos usuários na bacia observando os locais de maior concentração e os tipos de usos requeridos (Figura 17). A planilha final de usuários de recursos hídricos superficial da bacia do Piabanha encontra-se disponibilizada no Apêndice B.

Figura 16 – Bacia do Piabanha.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

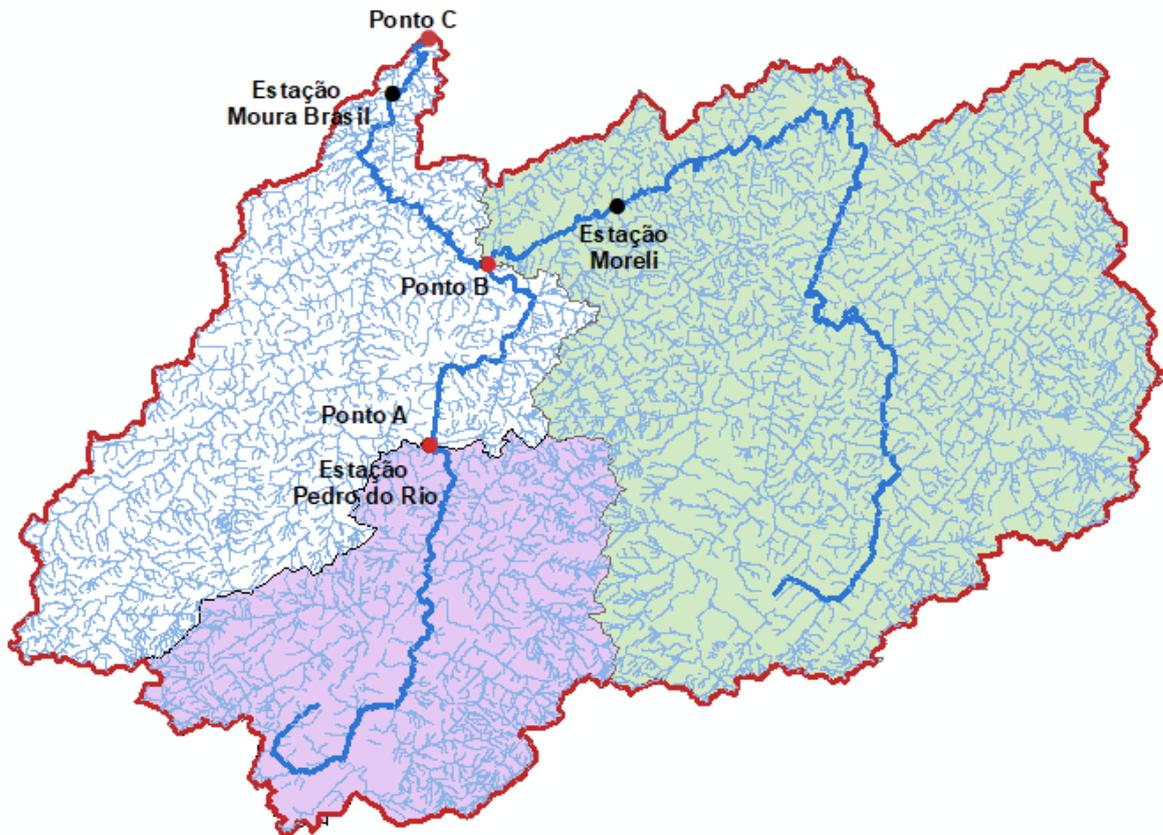
Figura 17 – Usuários de recursos hídricos existentes após consistência do banco de dados do INEA e ANA.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

A partir da avaliação da distribuição dos usuários de recursos hídricos e das estações fluviométricas existentes na bacia do Piabanha foram definidos os pontos de análise A, B e C. Posteriormente, foram traçadas as suas respectivas bacias de contribuição e selecionadas as estações fluviométricas mais próximas dos pontos e com os melhores dados disponíveis conforme exposto na Figura 18.

Figura 18- Pontos de análise A, B e C (em vermelho) com suas respectivas bacias de contribuição e as estações fluviométricas selecionadas (em preto).



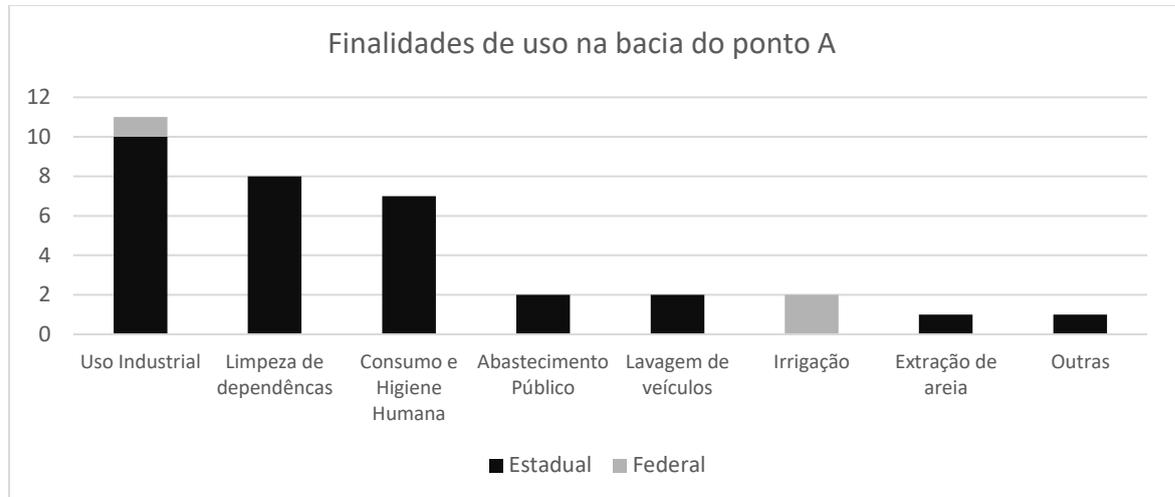
Fonte: Elaborado pela autora (2023).

O primeiro local de análise, o ponto A, foi escolhido por estar situado em um trecho, no rio Piabanha, a jusante da maior concentração de usuários de recursos hídricos da bacia de estudo. O ponto A fica localizado no bairro de Pedro do Rio, em Petrópolis, e coincide com a estação fluviométrica Pedro do Rio (código 58405000). Tal estação era operada pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), no período de 1936 até 2014.

Na bacia do ponto A (em rosa), existem 41 usuários cadastrados, com 77 pontos de interferência, sendo 34 pontos de captação superficial e 43 pontos de lançamento de efluentes. Dos 41 usuários, 2 são outorgados pela ANA, possuindo 3 pontos de captação superficial.

Em relação às finalidades de uso de água na bacia do ponto A o uso industrial é o que possui maior número de pontos de interferência, totalizando 11 pontos (32%), seguido do uso para limpeza de dependências com 8 pontos (24%) e consumo e higiene humana com 7 pontos (21%), conforme demonstrado na Figura 19.

Figura 19 - Quantidade de pontos de interferência por finalidade de uso, na bacia do ponto A.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

No entanto, ao avaliar a quantidade de água utilizada por cada finalidade de uso, observa-se que a maior demanda de água na bacia do ponto A é para abastecimento público, com vazão demandada de 859,60 m³/h, seguido do uso industrial com 206,00 m³/h, conforme representado na Tabela 7.

Tabela 7 – Demanda de água por finalidade de uso, na bacia do ponto A.

Finalidades de uso	ΣQMáx (m ³ /h)	Percentual
Abastecimento Público	859,60	75,36%
Uso Industrial	206,00	18,06%
Consumo e Higiene Humana	37,54	3,29%
Irrigação	15,00	1,32%
Limpeza de dependências	14,78	1,30%
Extração de areia	5,63	0,49%
Lavagem de veículos	1,60	0,14%
Outras	0,50	0,04%
Total	1140,65	100%

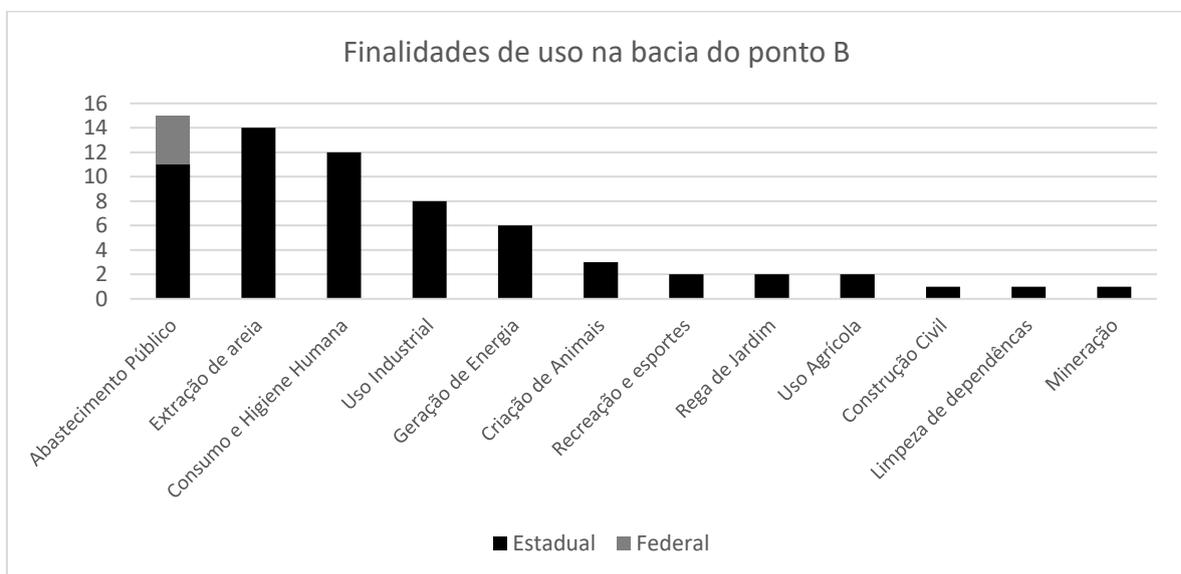
Fonte: Elaborado pela autora (2023).

O ponto B foi escolhido por estar localizado na foz do rio Preto, quando desagua no rio Piabanha, no município de Areal. A bacia do ponto B, possui área de drenagem de 1072 km² e engloba toda a parte leste da bacia hidrográfica do rio Piabanha. Para este ponto foi escolhida a estação fluviométrica Moreli (código 58425000), localizada no município de São José do Vale do Rio Preto, no rio Preto, que se encontra a, aproximadamente, 10 km de sua foz. Tal estação era operada pelo CPRM, no período de 1962 até 2014.

Na bacia do ponto B (em verde, na Figura 18), existem 41 usuários cadastrados, com 86 pontos de interferência, sendo 67 pontos de captação superficial e 19 pontos de lançamento de efluentes. Dos 41 usuários, 1 é outorgado pela ANA, possuindo 4 pontos de captação superficial.

Sobre as finalidades de uso de água na bacia do ponto B o abastecimento público é o que possui maior número de pontos de interferência, totalizando 15 pontos (23%), seguido do uso para extração de areia com 14 pontos (21%) e consumo e higiene humana com 12 pontos (18%), conforme demonstrado na Figura 20.

Figura 20 - Quantidade de pontos de interferência por finalidade de uso, na bacia do ponto B.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Ao avaliar a quantidade de água utilizada por cada finalidade de uso, observa-se que a maior demanda de água na bacia do ponto B, assim como na do ponto A, é para abastecimento público, com vazão demandada de 3052,20 m³/h - equivalente a mais de 60% do total de água desta bacia - seguido do uso para recreação e esportes com 561,00 m³/h e do uso industrial com 524,40 m³/h, conforme representado na Tabela 8.

Tabela 8 – Demanda de água por finalidade de uso, na bacia do ponto B.

Finalidades de uso	ΣQMáx (m ³ /h)	Percentual
Abastecimento Público	3052,20	60,36%
Recreação e esportes	561,00	11,10%
Uso Industrial	524,40	10,37%
Geração de Energia	424,75	8,40%
Extração de areia	337,63	6,68%

Consumo e Higiene Humana	128,09	2,53%
Criação de Animais	16,65	0,33%
Mineração	5,00	0,10%
Limpeza de dependências	2,60	0,05%
Rega de Jardim	2,19	0,04%
Construção Civil	1,44	0,03%
Uso Agrícola	0,32	0,01%
Total	5056,27	100,00%

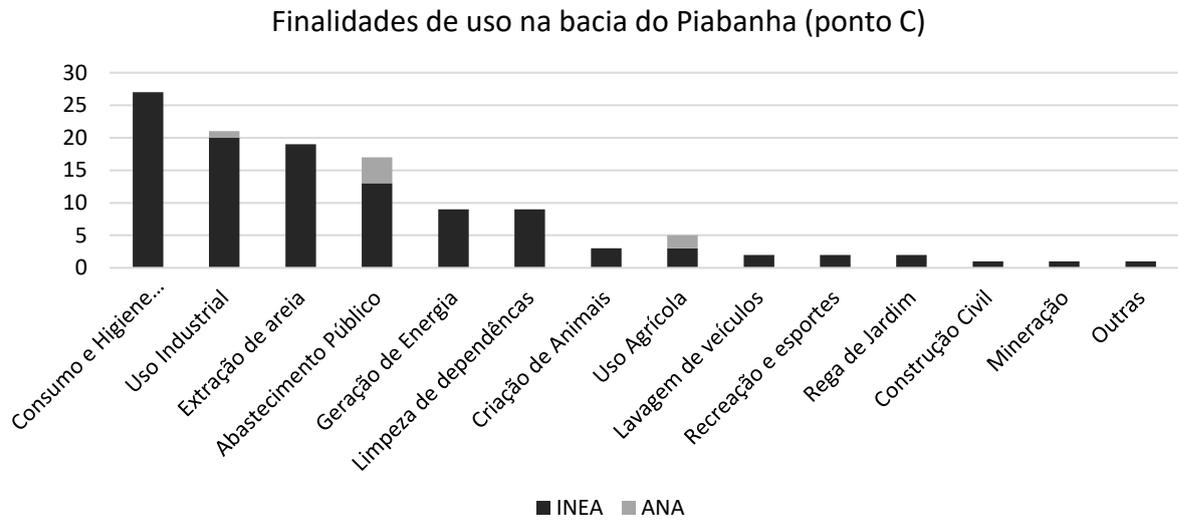
Fonte: Elaborado pela autora (2023).

O ponto C localiza-se na foz do rio Piabanha, quando desagua no Rio Paraíba do Sul, no município de Três Rios. Neste ponto será possível avaliar a disponibilidade hídrica de toda a bacia, considerando todos os usuários nela existentes. Para o ponto C, foram utilizados os dados da estação fluviométrica UHE Simplício Moura Brasil (código 58440000), que se encontra no rio Piabanha, a, aproximadamente, 5,5 km da sua foz (ponto C). Tal estação era operada por Furnas, no período de 1930 até 2016.

Para esta bacia, em relação ao banco de dados do INEA, existem 96 usuários cadastrados, com 183 pontos de interferência, sendo 112 pontos de captação superficial e 71 pontos de lançamento de efluentes. Já o banco de dados da ANA conta com 4 usuários, com 7 pontos de interferência de captação superficial. Cabe ressaltar que a bacia do rio Piabanha, ou seja, do ponto C engloba as bacias A e B e, portanto, seus respectivos usuários.

Sobre as finalidades de uso de água na bacia do rio Piabanha, o uso para consumo e higiene humana é o que possui maior número de pontos de interferência, totalizando 27 pontos (23%), seguido do uso industrial com 21 pontos (18%), extração de areia com 19 pontos (16%) e abastecimento público com 17 pontos (14%), conforme demonstrado na Figura 21.

Figura 21 – Quantidade de pontos de interferência por finalidade de uso.



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

No entanto, ao avaliar a quantidade de água utilizada por cada finalidade de uso, observa-se que a maior demanda de água na bacia é para geração de energia, com vazão demandada de 43.360,55 m³/h (12,05 m³/s). Mas vale lembrar que este se trata de um uso não consuntivo. Em relação aos usos consuntivos, o que mais demanda água é o abastecimento público com 3.911,80 m³/h (1,08 m³/s), seguido do uso industrial com 731,95 m³/h (0,20 m³/s), conforme representado na Tabela 9.

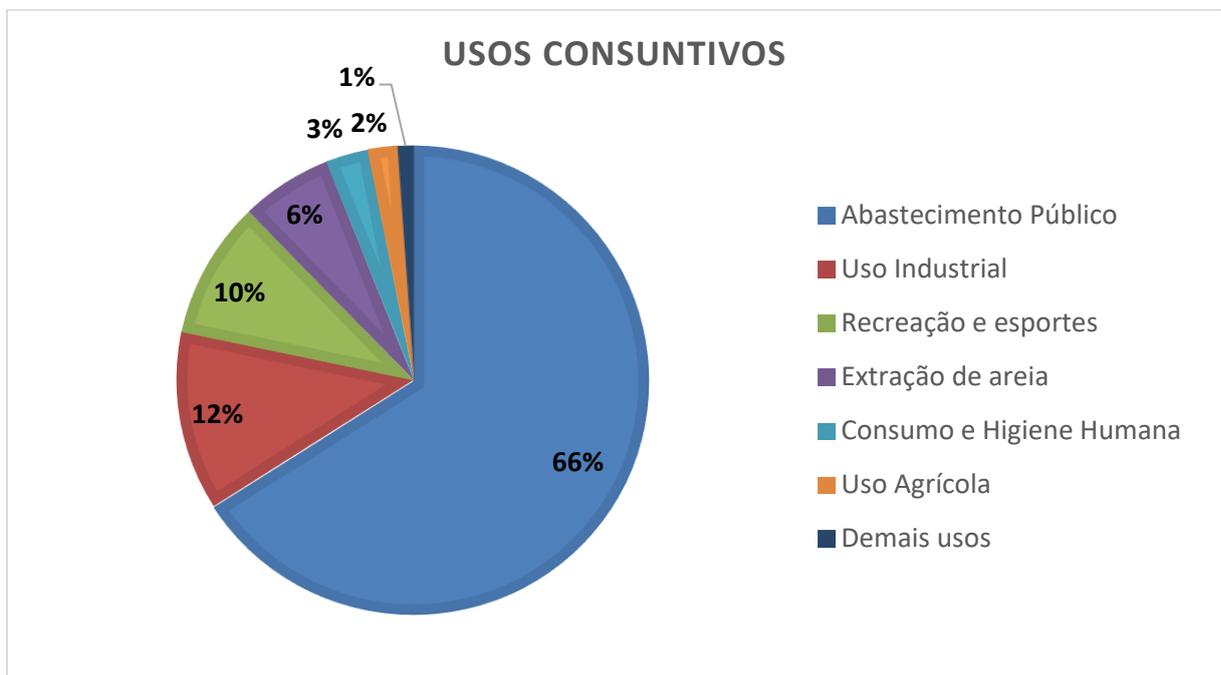
Tabela 9 – Demanda de água por finalidade de uso, na bacia do Piabanha (ponto C).

Finalidades de uso	ΣQMáx (m³/h)	ΣQMáx (m³/s)	Percentual
Geração de Energia	43.360,55	12,05	87,969%
Abastecimento Público	3.911,80	1,08	7,936%
Uso Industrial	731,95	0,20	1,485%
Recreação e esportes	561,00	0,15	1,138%
Extração de areia	371,72	0,10	0,754%
Consumo e Higiene Humana	173,75	0,04	0,353%
Uso Agrícola	120,32	0,03	0,244%
Limpeza de dependências	17,38	0,004	0,035%
Criação de Animais	16,65	0,004	0,034%
Irrigação	15,00	0,004	0,030%
Mineração	5,00	0,001	0,010%
Rega de Jardim	2,19	0,0006	0,004%
Lavagem de veículos	1,60	0,0004	0,003%
Construção Civil	1,44	0,0004	0,003%
Outras	0,50	0,0001	0,001%
Total	49.290,85	13,69	100%

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Ao avaliar a finalidade de uso destinada à geração de energia, verificou-se que ela demanda quase 88% do total de água utilizada na bacia. No entanto, ao desconsiderar esta finalidade, para avaliação dos usos consuntivos, pode-se observar que o abastecimento público faz uso de 66% do total de água demandada na bacia do rio Piabanha, seguido do uso industrial com 12%, recreação e esportes com 10% e extração de areia com 6%, conforme mostra a *Figura 22* abaixo.

Figura 22 – Percentual de água por uso consuntivo, na bacia do Piabanha.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

7.2 CÁLCULO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA

Para iniciar o cálculo da disponibilidade hídrica foi realizado o balanço hídrico para cada bacia de análise (A, B e C). Como resultado do balanço hídrico, tem-se o total do somatório de vazões máximas de captação, dentro de cada bacia e o somatório de vazões médias de lançamento, onde foram encontrados os valores disponíveis na Tabela 10 abaixo.

Tabela 10- Balanço hídrico das bacias A, B e C.

Balanço Hídrico						
	Bacia A		Bacia B		Bacia C	
	(m ³ /h)	(m ³ /s)	(m ³ /h)	(m ³ /s)	(m ³ /h)	(m ³ /s)
ΣQ captação máxima	1140,65	0,32	4631,52	1,29	5930,30	1,65
ΣQ lançamento médio	1869,22	0,52	241,86	0,07	2571,05	0,71

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

A partir dos resultados obtidos no cálculo do balanço hídrico, é possível notar que a bacia A retrata a realidade de uma bacia onde existe mais volume de efluentes sendo lançados do que água sendo captada, indicando uma favorabilidade para novos usuários se instalarem na bacia.

Este cenário também foi observado por Lima (2021, p. 63), a qual verificou que a parte mais central de Petrópolis, especificamente na Bacia do Quitandinha – inserida na bacia A – apresenta o maior volume de lançamentos de efluentes quando comparado com toda a RH-IV.

7.2.1 Cálculo para o ponto A

Para o cálculo da vazão no ponto A, foi realizada a análise de séries históricas da estação fluviométrica Pedro do Rio (código 58405000), que coincide com este ponto, totalizando setenta e oito anos de dados de vazão, correspondentes ao período de 1936 até 2014. Destaca-se que um ano foi descartado por possuir falhas. A área de drenagem contribuinte ao ponto desta estação possui 435 km².

7.2.1.1 Cálculo para o ponto A utilizando a metodologia do ERJ – Q₉₅

O programa SisCAH disponibiliza, em intervalos de 5%, os valores de vazões associadas às permanências de 50% a 95%, que tiveram como resultado, para o ponto da estação Pedro do Rio, os valores mostrados na Tabela 11.

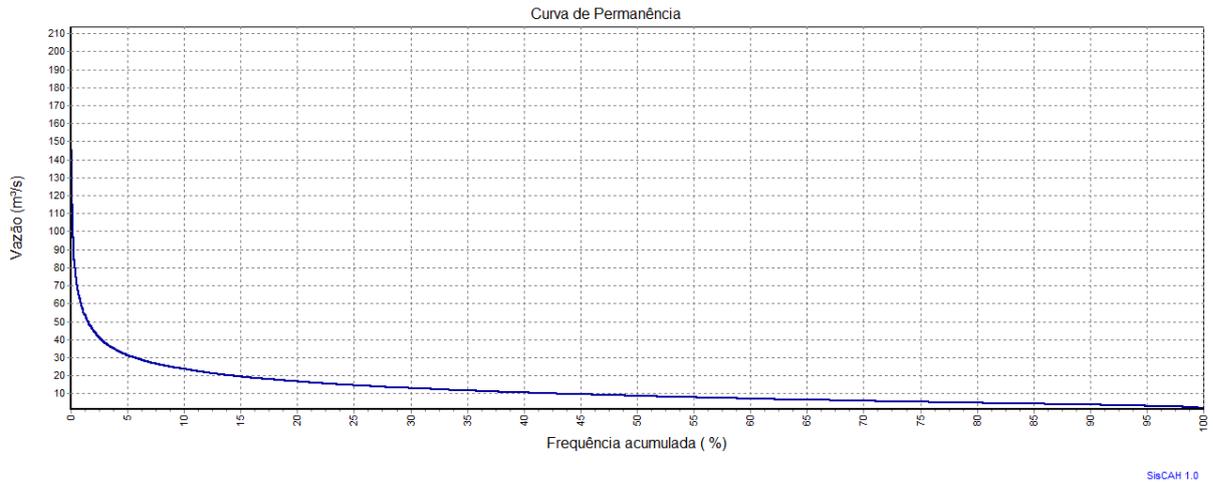
Tabela 11 - Vazões x Permanências referentes à estação fluviométrica Pedro do Rio.

Permanência (%)	Vazão (m ³ /s)
95	3,21
90	3,82
85	4,35
80	4,89
75	5,38
70	5,94
65	6,53
60	7,15
55	7,90
50	8,48

Fonte: Adaptado do programa SisCAH (2023).

Além disso, o SisCAH também fornece a curva de permanência, obtida a partir dos valores diários de vazão correspondentes à estação em análise, mostrados na Figura 23.

Figura 23 - Curva de permanência, referente à estação fluviométrica Pedro do Rio.



Fonte: Programa SisCAH (2023).

Com isso, a vazão associada à permanência de 95% do tempo (Q_{95}), na estação Pedro do Rio, resultou em $3,21 \text{ m}^3/\text{s}$. Como no ERJ, a vazão outorgável é de 40% da Q_{95} , verificou-se, para o trecho da estação em análise, o valor de $1,28 \text{ m}^3/\text{s}$, conforme dados expostos na Tabela 12.

Tabela 12 – Dados da Q_{95} na estação Pedro do Rio.

Estação Pedro do Rio	
Série histórica	1936 - 2014
Área	435 km^2
Q_{95}	$3,21 \text{ m}^3/\text{s}$ $11.556,00 \text{ m}^3/\text{h}$
40% Q_{95}	$1,28 \text{ m}^3/\text{s}$ $4.622,40 \text{ m}^3/\text{h}$

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Com isso, a vazão outorgável (40% Q_{95}) subtraída da vazão máxima de captações (ΣQ captação máxima) somada da vazão média de lançamentos (ΣQ lançamento médio), temos a disponibilidade hídrica ($Q_{\text{disponível}}$), no ponto A, que resultou em $5.350,97 \text{ m}^3/\text{h}$ ($1,49 \text{ m}^3/\text{s}$), conforme mostrado na Tabela 13.

Tabela 13 – Disponibilidade hídrica no ponto A.

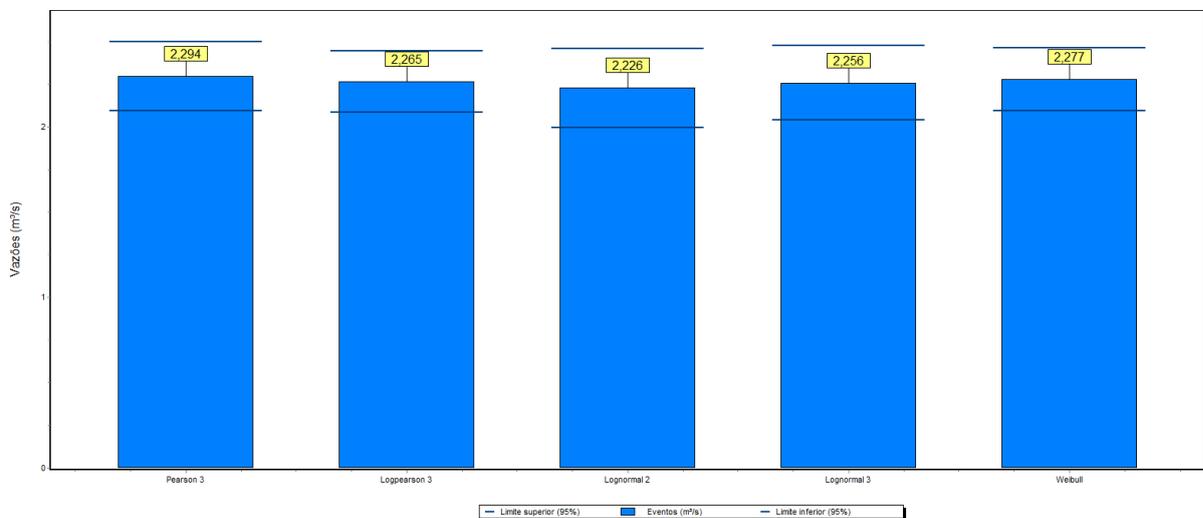
Disponibilidade hídrica				
Q_{95}	40% Q_{95}	ΣQ captação máxima	ΣQ lançamento médio	$Q_{\text{disponível}}$
$11.556,00 \text{ m}^3/\text{h}$	$4.622,40 \text{ m}^3/\text{h}$	$1140,65 \text{ m}^3/\text{h}$	$1869,22 \text{ m}^3/\text{h}$	$5.350,97 \text{ m}^3/\text{h}$
$3,21 \text{ m}^3/\text{s}$	$1,28 \text{ m}^3/\text{s}$	$0,32 \text{ m}^3/\text{s}$	$0,52 \text{ m}^3/\text{s}$	$1,49 \text{ m}^3/\text{s}$

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

7.2.1.2 Cálculo para o ponto A utilizando metodologia do EMG e ESP – $Q_{7,10}$

Considerando que o EMG e ESP utilizam a $Q_{7,10}$ como vazão de referência para o cálculo da disponibilidade hídrica, por meio do programa SisCAH foi possível obter a vazão mínima com 7 dias de duração e 10 anos de retorno, para o ponto da estação Pedro do Rio. Conforme exposto na Figura 24, o SisCAH disponibiliza um gráfico com as vazões ajustadas a partir das funções de distribuição de probabilidade de Pearson III, LogPearson III, Log-normal II, Log-normal III e Weibull.

Figura 24 – Vazões ajustadas a partir das funções de distribuição de probabilidade, na estação Pedro do Rio.



Fonte: Programa SisCAH (2023).

Como a distribuição escolhida para análise no presente trabalho foi a de *Weibull*, a $Q_{7,10}$, na estação Pedro do Rio, equivale a 2,28 m³/s. Considerando que, no ESP e EMG, a vazão outorgável é de 50% da $Q_{7,10}$, verificou-se, para o trecho da estação em análise, o valor de 1,14 m³/s, conforme dados expostos na Tabela 14.

Tabela 14 - Dados da $Q_{7,10}$ na estação Pedro do Rio.

Estação Pedro do Rio		
Série histórica	1936 - 2014	
Área	435 km²	
$Q_{7,10}$	2,28 m³/s	8.208,00 m³/h
50% $Q_{7,10}$	1,14 m³/s	4.104,00 m³/h

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Com isso, a vazão outorgável (50% $Q_{7,10}$), subtraída da vazão máxima de captações (ΣQ captação máxima) somada da vazão média de lançamentos (ΣQ lançamento médio), temos a disponibilidade

hídrica ($Q_{\text{disponível}}$), na estação Pedro do Rio (ponto A), que resultou em 4.832,57 m³/h (1,34 m³/s), conforme mostrado na Tabela 15.

Tabela 15 - Disponibilidade hídrica no ponto A.

Disponibilidade hídrica				
Q_{7,10}	50% Q_{7,10}	ΣQ captação máxima	ΣQ lançamento médio	Q disponível
8.208,00 m ³ /h	4.104,00 m ³ /h	1140,65 m ³ /h	1869,22 m ³ /h	4.832,57 m ³ /h
2,28 m ³ /s	1,14 m ³ /s	0,32 m ³ /s	0,52 m ³ /s	1,34 m ³ /s

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

7.2.2 Cálculo para o ponto B

A bacia do ponto B, possui área de drenagem de 1072 km² e engloba toda a parte leste da bacia hidrográfica do rio Piabanha. Para o cálculo da vazão no ponto B, foi realizada a análise de séries históricas da estação fluviométrica Moreli (código 58425000), que se encontra a, aproximadamente, 10 km da foz do rio Preto (quando desagua no rio Piabanha). Tal estação foi operada no período de 1962 até 2014, possuindo 52 anos completos de dados de vazão e área de drenagem de 930 km².

7.2.2.1 Cálculo para o ponto B utilizando a metodologia do ERJ – Q₉₅

De acordo com o programa SisCAH, os valores de vazões associadas às permanências de 50% a 95%, para o ponto da estação Moreli, encontram-se relacionados na Tabela 16.

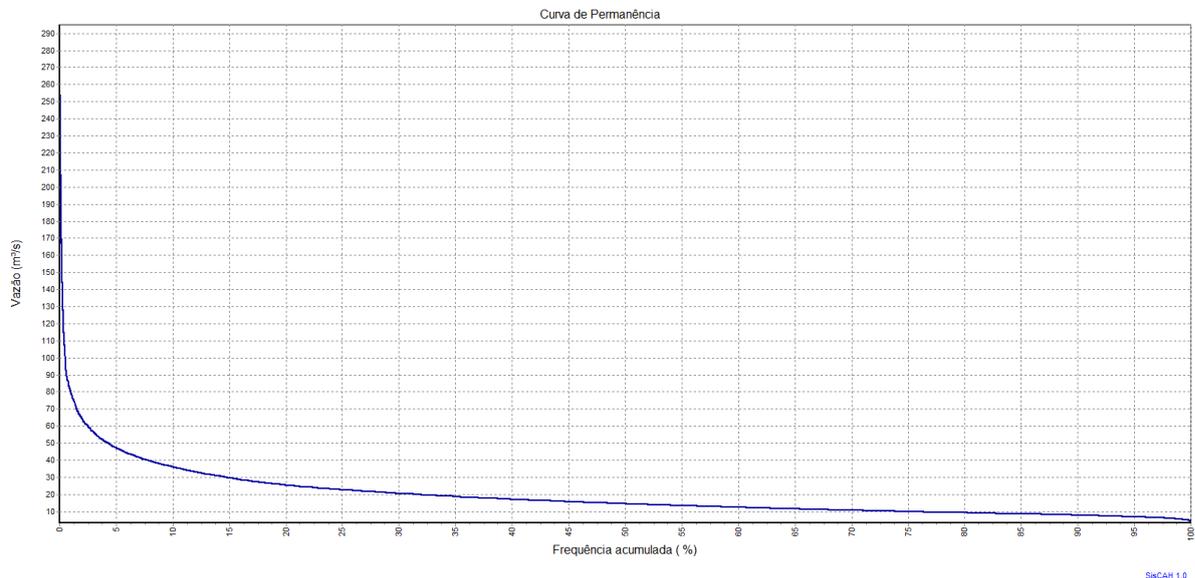
Tabela 16 - Vazões x Permanências referentes à estação fluviométrica Moreli.

Permanência (%)	Vazão (m³/s)
95	6,86
90	7,79
85	8,52
80	9,25
75	9,94
70	10,65
65	11,52
60	12,42
55	13,41
50	14,49

Fonte: Adaptado do programa SisCAH (2023).

E na Figura 25 é possível observar a curva de permanência, obtida a partir dos valores diários de vazão correspondentes à estação Moreli.

Figura 25 - Curva de permanência, referente à estação fluviométrica Moreli.



Fonte: Programa SisCAH (2023).

Com isso, a vazão associada à permanência de 95% do tempo (Q_{95}), na estação Moreli, resultou em $6,86 \text{ m}^3/\text{s}$. Considerando que a vazão outorgável, no ERJ, é de 40% da Q_{95} , verificou-se, para o trecho da estação em análise, o valor de $2,74 \text{ m}^3/\text{s}$, conforme dados expostos na Tabela 17.

Tabela 17 – Dados da Q_{95} na estação Moreli.

Estação Moreli	
Série histórica	1962 - 2014
Área	930 km^2
Q_{95}	$6,86 \text{ m}^3/\text{s}$ $24.678,00 \text{ m}^3/\text{h}$
40% Q_{95}	$2,74 \text{ m}^3/\text{s}$ $9.871,20 \text{ m}^3/\text{h}$

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Como o ponto B não coincide com a estação Moreli, foi feita a correlação de áreas, resultando nos dados expostos na Tabela 18. Observa-se que a Q_{95} no ponto B é de $28.446,04 \text{ m}^3/\text{h}$ ($7,95 \text{ m}^3/\text{s}$), para a área de drenagem correspondente a 1.072 km^2 .

Tabela 18 – Dados da Q₉₅ no ponto B.

Ponto B	
Área	1.072 km ²
Q ₉₅	7,95 m ³ /s 28.446,04 m ³ /h
40% Q ₉₅	3,18 m ³ /s 11.378,42 m ³ /h

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Com isso, a vazão outorgável (40% Q₉₅), subtraída da vazão máxima de captações (ΣQ captação máxima) somada da vazão média de lançamentos (ΣQ lançamento médio), temos a disponibilidade hídrica (Q_{disponível}), no ponto B, que resulta em 6.988,75 m³/h (1,94 m³/s), conforme mostrado na Tabela 19.

Tabela 19 – Disponibilidade hídrica no ponto B.

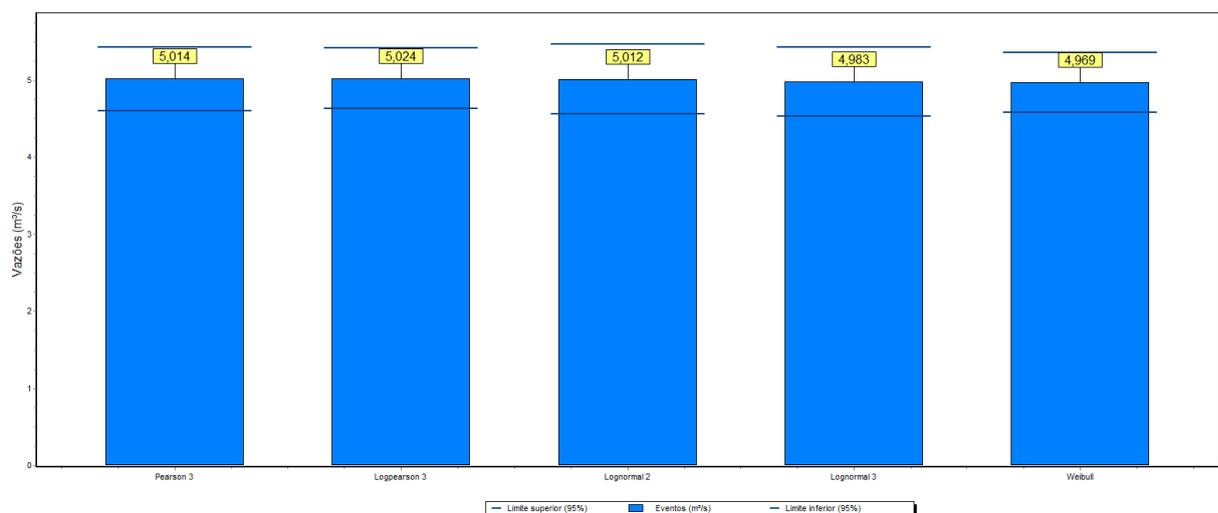
Disponibilidade hídrica				
Q ₉₅	40% Q ₉₅	ΣQ captação máxima	ΣQ lançamento médio	Q disponível
28.446,04 m ³ /h	11.378,42 m ³ /h	4631,52 m ³ /h	241,86 m ³ /h	6.988,75 m ³ /h
7,95 m ³ /s	3,18 m ³ /s	1,29 m ³ /s	0,07 m ³ /s	1,94 m ³ /s

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

7.2.2.2 Cálculo para o ponto B utilizando metodologia do EMG e ESP – Q_{7,10}

Para a estação Moreli, os gráficos com as vazões ajustadas, a partir das funções de distribuição de probabilidade, calculados no SisCAH encontram-se demonstrados na Figura 26.

Figura 26 – Vazões ajustadas a partir das funções de distribuição de probabilidade, na estação Moreli.



Fonte: Programa SisCAH (2023).

De acordo com a distribuição de *Weibull*, a Q_{7,10}, na estação Moreli, equivale a 4,97 m³/s. Considerando que, no ESP e EMG, a vazão outorgável é de 50% da Q_{7,10}, verificou-se, para o trecho da estação em análise, o valor de 2,48 m³/s, conforme dados expostos na Tabela 20.

Tabela 20 - Dados da $Q_{7,10}$ na estação Moreli.

Estação Moreli		
Série histórica	1962 - 2014	
Área	930 km ²	
$Q_{7,10}$	4,97 m ³ /s	17.888,40 m ³ /h
50% $Q_{7,10}$	2,48 m ³ /s	8.944,20 m ³ /h

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Após a correlação de áreas, para o ponto B, foram calculados os valores que se encontram relacionados na Tabela 21.

Tabela 21 - Dados da $Q_{7,10}$ no ponto B.

Ponto B		
Área	1.072 km ²	
$Q_{7,10}$	5,73 m ³ /s	20.619,75 m ³ /h
50% $Q_{7,10}$	2,29 m ³ /s	8.247,90 m ³ /h

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Com isso, a vazão outorgável (50% $Q_{7,10}$) subtraída da vazão máxima de captações (ΣQ captação máxima) somada da vazão média de lançamentos (ΣQ lançamento médio), temos a disponibilidade hídrica ($Q_{\text{disponível}}$), no ponto B, que resultou em 3.858,24 m³/h (1,07 m³/s), conforme mostrado na Tabela 22.

Tabela 22 - Disponibilidade hídrica no ponto B.

Disponibilidade hídrica				
$Q_{7,10}$	50% $Q_{7,10}$	ΣQ captação máxima	ΣQ lançamento médio	$Q_{\text{disponível}}$
20.619,75 m ³ /h	8.247,90 m ³ /h	4631,52 m ³ /h	241,86 m ³ /h	3.858,24 m ³ /h
5,73 m ³ /s	2,29 m ³ /s	1,29 m ³ /s	0,07 m ³ /s	1,07 m ³ /s

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

7.2.3 Cálculo para o ponto C

A bacia do ponto C, ou seja, a bacia do rio Piabanha, possui área de drenagem de 2.059 km². Para a definição da vazão no ponto C (fz do rio Piabanha), foi realizada a análise de séries históricas da estação fluviométrica mais próxima a este ponto, que é a UHE Simplício Moura Brasil (código 58440000), totalizando oitenta e seis anos de dados de vazão, correspondentes ao período de 1930 até 2016. Destaca-se que dois anos foram descartados por possuírem falhas. A área de drenagem contribuinte ao ponto desta estação possui 2040 km².

7.1.3.1 Cálculo para o ponto C utilizando metodologia do ERJ – Q_{95}

Os valores de vazões associadas às permanências de 50% a 95%, de acordo com o programa SisCAH, para o ponto da estação Moura Brasil, encontram-se relacionados na Tabela 23.

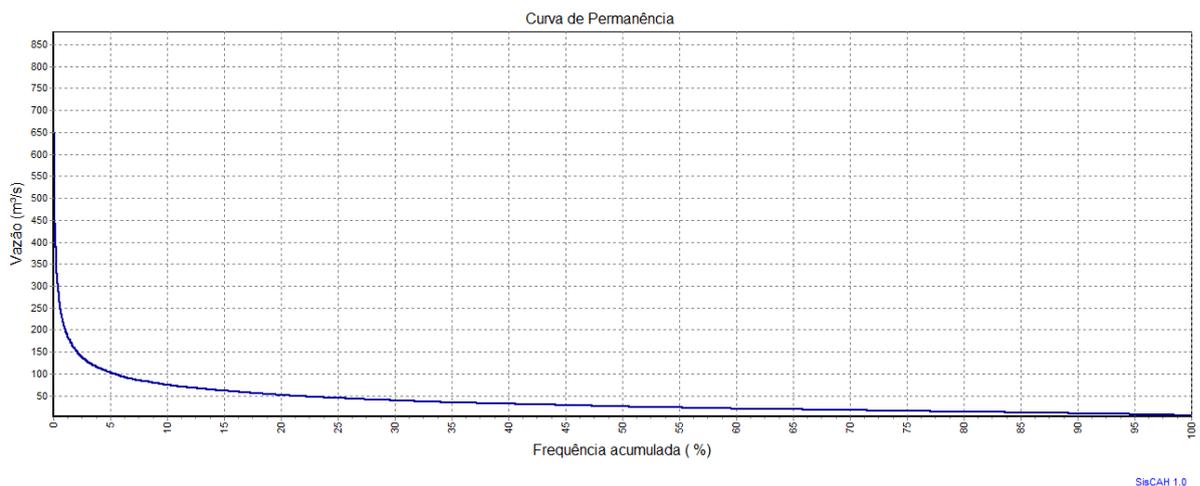
Tabela 23 - Vazões x Permanências referentes à estação fluviométrica Moura Brasil.

Permanência (%)	Vazão (m ³ /s)
95	8,16
90	10,26
85	12,30
80	13,74
75	15,70
70	17,36
65	19,30
60	21,00
55	23,22
50	25,79

Fonte: Adaptado do programa SisCAH (2023).

Na Figura 27 é possível observar a curva de permanência, fornecida pelo SisCAH, e obtida a partir dos valores diários de vazão correspondentes à estação Moura Brasil.

Figura 27 - Curva de permanência, referentes à estação fluviométrica Moura Brasil.



Fonte: Programa SisCAH (2023).

Com isso, a vazão associada à permanência de 95% do tempo (Q_{95}), na estação Moura Brasil, resultou em 8,16 m³/s. Como no ERJ, a vazão outorgável é de 40% da Q_{95} , verificou-se, para o trecho da estação em análise, o valor de 3,26 m³/s, conforme dados expostos na Tabela 24.

Tabela 24 – Dados da Q₉₅ na estação Moura Brasil.

Estação Moura Brasil	
Série histórica	1930 - 2016
Área	2.040 km ²
Q ₉₅	8,16 m ³ /s 29.376,00 m ³ /h
40% Q ₉₅	3,26 m ³ /s 11.750,40 m ³ /h

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Como o ponto C não coincide com a estação Moura Brasil, foi feita a correlação de áreas, resultando nos dados expostos na Tabela 25. Observa-se que a Q₉₅ no ponto C, a jusante de todas as captações na bacia, é de 29.649,60 m³/h (8,24 m³/s), para a área de drenagem correspondente a 2.059 km².

Tabela 25 – Dados da Q₉₅ no ponto C.

Ponto C	
Área	2.059 km ²
Q ₉₅	8,24 m ³ /s 29.649,60 m ³ /h
40% Q ₉₅	3,29 m ³ /s 11.859,84 m ³ /h

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Com isso, a vazão outorgável (40% Q₉₅) subtraída da vazão máxima de captações (ΣQ captação máxima) somada da vazão média de lançamentos (ΣQ lançamento médio), temos a disponibilidade hídrica (Q_{disponível}), no ponto C, que resulta em 8.500,59 m³/h (2,36 m³/s), conforme mostrado na Tabela 26.

Tabela 26 – Disponibilidade hídrica no ponto C.

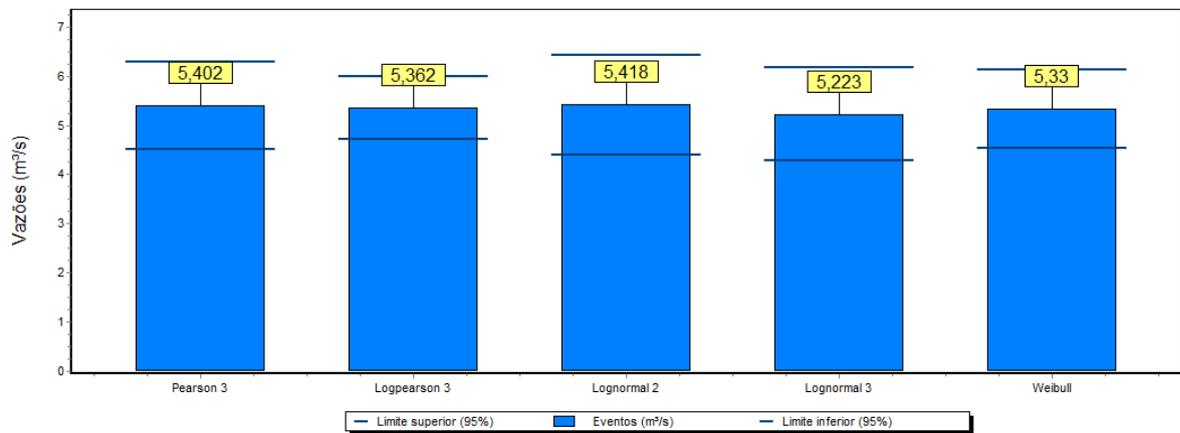
Disponibilidade hídrica				
Q ₉₅	40% Q ₉₅	ΣQ captação máxima	ΣQ lançamento médio	Q disponível
29.649,60 m ³ /h	11.859,84 m ³ /h	5.930,30 m ³ /h	2.571,05 m ³ /h	8.500,59 m ³ /h
8,24 m ³ /s	3,29 m ³ /s	1,65 m ³ /s	0,71 m ³ /s	2,36 m ³ /s

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

7.2.3.2 Cálculo para o ponto C utilizando metodologia do EMG e ESP – Q_{7,10}

De acordo com o SisCAH, para a estação Moura Brasil, os gráficos com as vazões ajustadas, a partir das funções de distribuição de probabilidade, encontram-se demonstrados na Figura 28.

Figura 28 – Vazões ajustadas a partir das funções de distribuição de probabilidade, na estação Moura Brasil.



Fonte: Programa SisCAH (2023).

De acordo com a distribuição de *Weibull*, a $Q_{7,10}$, na estação Moura Brasil, equivale a 5,33 m³/s. Considerando que, no ESP e EMG, a vazão outorgável é de 50% da $Q_{7,10}$, verificou-se, para o trecho da estação em análise, o valor de 2,67 m³/s, conforme dados expostos na Tabela 27.

Tabela 27 - Dados da $Q_{7,10}$ na estação Moura Brasil.

Estação Moura Brasil		
Série histórica	1930 - 2016	
Área	2.040 km²	
$Q_{7,10}$	5,33 m³/s	19.188,00 m³/h
50% $Q_{7,10}$	2,67 m³/s	9.594,00 m³/h

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Após a correlação de áreas, para o ponto C, foram calculados os valores que se encontram relacionados na Tabela 28.

Tabela 28 - Dados da $Q_{7,10}$ no ponto C.

Ponto C		
Área	2.059 km²	
$Q_{7,10}$	5,38 m³/s	19.366,71 m³/h
50% $Q_{7,10}$	2,69 m³/s	9.683,36 m³/h

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Com isso, a vazão outorgável (50% $Q_{7,10}$) subtraída da vazão máxima de captações (ΣQ captação máxima) somada da vazão média de lançamentos (ΣQ lançamento médio), temos a disponibilidade hídrica ($Q_{\text{disponível}}$), na foz do rio Piabanha (ponto C), que resultou em 6.324,10 m³/h (1,76 m³/s), conforme mostrado na Tabela 29.

Tabela 29 - Disponibilidade hídrica no ponto C.

Disponibilidade hídrica				
Q_{7,10}	50% Q_{7,10}	ΣQ captação máxima	ΣQ lançamento médio	Q disponível
19.366,71 m ³ /h	9.683,36 m ³ /h	5.930,30 m ³ /h	2.571,05 m ³ /h	6.324,10 m ³ /h
5,38 m ³ /s	2,69 m ³ /s	1,65 m ³ /s	0,71 m ³ /s	1,76 m ³ /s

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

7.3 ANÁLISE DAS METODOLOGIAS

Comparando os resultados obtidos das metodologias usadas pelo ERJ, EMG e ESP, percebe-se que a utilização da vazão de referência Q_{7,10} é mais restritiva que a da Q₉₅, conforme exposto na Tabela 30.

Tabela 30 – Vazões disponíveis nas bacias A, B e C, de acordo com vazão de referência adotada pelos estados.

Estados	Vazão de referência	Vazão disponível Bacia A	Vazão disponível Bacia B	Vazão disponível Bacia C
RJ	Q ₉₅	1,49 m ³ /s	1,94 m ³ /s	2,36 m ³ /s
MG e SP	Q _{7,10}	1,34 m ³ /s	1,07 m ³ /s	1,76 m ³ /s

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Diante disso, conforme afirmado por Ribeiro et al., (2017, p. 2) a escolha da vazão de referência é baseada na segurança de atendimento que se espera para os usos predominantes na bacia, onde para aqueles que exijam maiores garantias, deve-se optar por vazões mais conservadoras, como a Q_{7,10}.

Já ao utilizar a Q₉₅ o gestor assume que os usuários têm uma tolerância de 5% ao risco de desabastecimento de água, ou seja, assume-se um risco baixo e uma garantia alta, prevenindo possíveis riscos de conflito, no ato da outorga. Com isso, o foco fica na emissão dos documentos de outorga (comando) já que a fiscalização (controle) é de difícil execução em um país com dimensões continentais (ANA, 2019).

Apesar da diferença encontrada é possível notar que para os três pontos calculados a disponibilidade hídrica encontra-se positiva considerando os cálculos realizados e os usuários cadastrados nos bancos de dados. No entanto, conforme apontado por Moreira (2021, p. 63) é importante considerar que existem usuários que captam água de forma irregular, ou seja, sem a devida autorização para uso do recurso hídrico.

Por outro lado, ao fazer os cálculos da disponibilidade hídrica é considerado um cenário onde o usuário utiliza 100% do volume máximo de água autorizada nos documentos de Outorga

ou Uso Insignificante. No entanto, geralmente, as vazões médias efetivas, ou seja, as de fato utilizadas, tendem a ser inferiores às máximas autorizadas (ANA, 2019).

8 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

O cálculo da disponibilidade hídrica é uma importante ferramenta para gestão de recursos hídricos em uma bacia, a qual auxilia no suporte à decisão para concessão das outorgas de direito de uso de recursos hídricos, assegurando o controle quantitativo e o efetivo exercício de direito de acesso ao recurso natural, evitando possíveis conflitos pelo uso da água.

Este trabalho teve como objetivo geral fazer uma comparação das metodologias de cálculo da disponibilidade hídrica e vazão remanescente, utilizadas pelos estados do RJ, SP e MG na bacia hidrográfica do rio Piabanha/RJ.

Para isso, após consistência dos bancos de dados do INEA e da ANA e delimitação da bacia, foram selecionados três pontos (A, B e C) de análise onde foram aplicadas as metodologias adotadas pelo INEA, IGAM e DAEE, para verificação da disponibilidade hídrica superficial e comparação dos resultados.

Os diferentes métodos utilizados mostraram que há variação nos resultados da disponibilidade hídrica, nos três pontos de análise. A vazão outorgável pelo ERJ, equivalente a 40% Q_{95} , resultou em 1,49 m³/s; 1,94 m³/s e 2,36 m³/s. Por outro lado, a vazão outorgável pelo EMG e ESP, de 50% $Q_{7,10}$, resultou em 1,34 m³/s; 1,07 m³/s e 1,76 m³/s. Com isso, ao analisar os possíveis impactos dessas metodologias, verifica-se que a utilização da $Q_{7,10}$, apresenta menor disponibilidade hídrica, nos trechos em análise, em comparação com a Q_{95} . Isto se deve ao fato de a $Q_{7,10}$ ter caráter conservador, refletindo uma situação de severa escassez no curso d'água, considerando que seu cálculo é probabilístico, enquanto o cálculo da Q_{95} decorre de uma análise de frequências. Com isso, torna-se interessante, em situações de escassez hídrica, utilizar duas ou mais metodologias para comparação, auxiliando nas tomadas de decisões e buscando equilíbrio entre a oferta e demanda por recursos hídricos na bacia.

Mesmo com a variação encontrada, pode-se afirmar que a situação atual da bacia do rio Piabanha se mostra favorável, onde o balanço entre oferta e demanda é positivo, não apresentando limitação de disponibilidade hídrica em sua foz e nos outros pontos de análise, permitindo que novos usuários se estabeleçam na bacia.

No entanto, o fato da disponibilidade hídrica nos pontos de análise (A, B e C) estar positiva não significa que inexistam pontos críticos com escassez hídrica dentro na bacia do Piabanha. É necessário verificar a existência de sub-bacias, que possuam menos rios

contribuindo para sua drenagem e com alta demanda por água, com potencial situação de escassez hídrica.

Para a elaboração do presente estudo foram utilizados dados de três postos fluviométricos existentes na bacia do rio Piabanha. Dentre as limitações do estudo, seria necessário que existissem mais postos com dados de vazão para uma avaliação mais realista e completa de toda a bacia. Ademais, a distribuição espacial desigual e não homogênea destes postos faz com que sejam utilizados mecanismos para estimar as vazões em locais sem dados. Tais mecanismos, apesar de auxiliarem na análise, não refletem a realidade local pois apresentam estimativas aproximadas e divergentes de vazão real de um curso d'água. Além disso, os postos fluviométricos, utilizados no presente trabalho, apesar de possuírem mais de cinquenta anos de dados, não operam há mais de sete anos, podendo não considerar possíveis eventos críticos recentes que possam ter ocorrido na região.

Por fim, a análise de diferentes metodologias para gestão de recursos hídricos é de suma importância para que o gestor público possa compreender os possíveis impactos positivos e negativos de sua aplicação. E assim, contribuindo para a discussão e evolução dos modelos de concessão de outorga, buscando garantir maior abastecimento, menor risco de desatendimento e, ao mesmo tempo, equilíbrio entre oferta e demanda pelos recursos hídricos, respeitando as especificidades de cada região.

Recomenda-se que em pesquisas futuras seja feita a análise da disponibilidade hídrica, a partir de diferentes metodologias para cálculo de vazão de referência, em sub-bacias com possível limitação hídrica, onde possuam menos rios contribuindo para sua drenagem e possibilidade de crescimento populacional e de usuários de recursos hídricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSELRAD, M. V., JUNIOR, L. C. S., OKAMURA, G. H., FORMIGA-JOHNSSON, R. M. **Revisitando o planejamento das águas no Estado do Rio de Janeiro: operacionalidade e pragmatismo.** XXIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. (24.: 2021 nov. 21-26: Belo Horizonte, MG). Anais. [Belo Horizonte]: ABRH, 2021. Disponível em: < <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/142/XXIV-SBRH0438-2-0-20210810-161638.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2023.

AGEVAP - Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. **Plano de Bacia da Região Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto.** 2021. 502f. Profill Engenharia e Ambiente S.A. Disponível em: < http://18.229.168.129:8080/publicacoesArquivos/ceivap/arq_pubMidia_Processo_002-2018_PF05_PIAB.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2023.

AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P.; VANZELA, L. S.; CASTRO, C. V. de; MANSANO, C. F. M.; TAGLIAFERRO, E. R. A gestão das águas no Brasil: uma abordagem sobre os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, [S. l.], v. 7, n. 53, 2019. Disponível em: < https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/2169 >. Acesso em: 29 jan. 2023

ANA - Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil, 2021.** Disponível em: < <https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos> >. Acesso em: 10 jan. 2023.

_____. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil, 2019.** Disponível em: < snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_informe_anual_2019-versao_web-0212-1.pdf >. Acesso em: 10 mar. 2023.

_____. Contrato nº 030/2019/ANA – PROGESTÃO II. **Contrato que entre si celebram a Agência Nacional de Águas- ANA e o Estado de Minas Gerais, por intermédio do Instituto Mineiro de Gestão das águas – IGAM e o Conselho Estadual de Recursos hídricos – CERH, como interveniente, objetivando a concessão de estímulo financeiro pelo alcance de metas de gerenciamento de recursos hídricos no âmbito do programa de consolidação do pacto nacional pela gestão das águas - PROGESTÃO.** Disponível em: < https://progestao.ana.gov.br/progestao-1/acompanhamento-programa/status-da-adesao/documentos-das-ufs/contratos-progestao-1/contratos-progestao-2/contrato_030_2019_ana_progestao_ii_mg.pdf >. Acesso em: 10 mar. 2023.

_____. Contrato nº 007/2020/ANA – PROGESTÃO II. **Contrato que entre si celebram a Agência Nacional de Águas e Saneamento- ANA e o Estado de São Paulo, por intermédio da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente - SIMA e o Conselho Estadual de Recursos hídricos – CRH, como interveniente, objetivando a concessão de estímulo financeiro pelo alcance de metas de gerenciamento de recursos hídricos no âmbito do programa de consolidação do pacto nacional pela gestão das águas - PROGESTÃO.** Disponível em: < <https://progestao.ana.gov.br/progestao-1/acompanhamento-programa/status-da-adesao/documentos-das-ufs/contratos-progestao-1/contratos-progestao->

[2/sp_contrato_007_2021_ana_progestao_ii_ver-aditivo.pdf](#) >. Acesso em: 10 mar. 2023.

_____. **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: < <https://sinapse.gife.org.br/download/plano-nacional-de-seguranca-hidrica> >. Acesso em: 10 jan. 2023.

_____. Resolução ANA nº 317, de 26 de agosto de 2003. **Institui o Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos - CNARH**. Brasília: ANA, 2003. Disponível em: < <https://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2003/317-2003.pdf> >. Acesso em: 10 mar. 2023.

_____. Resolução ANA nº 1.940, de 30 de outubro de 2017. **Dispõe sobre procedimentos para solicitações e critérios de avaliação das outorgas preventivas e direito de uso de recursos hídricos**. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: < <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=138563> >. Acesso em: 21 mar. 2023.

_____. Resolução ANA nº 1.941, de 30 de outubro de 2017. **Estabelece obrigações e regras para as outorgas preventivas e de direito de uso de recursos hídricos**. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: < <https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-ANA/2017/Resolucao-ANA-1941.pdf> >. Acesso em: 21 mar. 2023.

_____. Resolução ANA nº 603, de 26 de maio de 2015. **Define os critérios a serem considerados para obrigatoriedade de monitoramento e envio da Declaração de Uso de Recursos Hídricos–DAURH em corpos de água de domínio da União**. Brasília: ANA, 2015. Disponível em: < <https://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2015/603-2015.pdf> >. Acesso em: 10 mar. 2023.

_____. Resolução ANA nº 1.935, de 30 de outubro de 2017. **Altera e acrescenta dispositivos da Resolução ANA nº 317, de 26 de agosto de 2003, que institui o Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos**. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: < <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=137554> >. Acesso em: 10 mar. 2023.

_____. Resolução ANA nº 1.938, de 30 de outubro de 2017. **Dispõe sobre procedimentos para solicitações e critérios de avaliação das outorgas preventivas e direito de uso de recursos hídricos**. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: < <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=137554> >. Acesso em: 10 mar. 2023.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos**, e dá outras providências. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm >. Acesso em: 12 jan. 2023.

_____. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. **Decreta o Código de Águas**. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D24643compilado.htm >. Acesso em: 13 jan. 2023.

_____. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em: <<https://www.presidencia.gov.br>>. Acesso em: 04

fev. 2023.

_____. Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. **Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh) e responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico.** Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9984.htm>. Acesso em: 14 mar. 2023.

_____. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. SNIS. Série Histórica 2021. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>. Acesso em: 10 mai. 2023.

BOF, L.H.N.; SOUSA, H.T.; PRUSKI, F. F. **Sistema Computacional para análise hidrológica.** In: XVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2009, Campo Grande, MS. Anais. nov. 22-26: ABRH, 2009. Disponível em: < https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/110/52eb9ae19cdc82b39f9757ed362e742c_aa712760652dd2be80a01075d85c30b5.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2023.

CASTRO, L. M. A.; DINIZ, M. G. M.; SILVA, A. G. **Aplicação do instrumento da outorga no gerenciamento dos recursos hídricos em Minas Gerais: A bacia do Ribeirão Entre Ribeiros.** In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 2004, São Luis. Anais. São Luis: ABRH, 2004. Disponível em: < https://www.academia.edu/6332613/APLICA%C3%87%C3%83O_DO_INSTRUMENTO_DA_OUTORGA_NO_GERENCIAMENTO_DOS_RECURSOS_H%C3%8DDRICOS_EM_MINAS_GERAIS_A_BACIA_DO_RIBEIR%C3%83O_ENTRE_RIBEIROS>. Acesso em: 29 mar. 2023.

CASTRO, M. M. **Estudo da disponibilidade hídrica superficial na bacia hidrográfica do rio Piracicaba – MG.** 2020. 72 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - PROFÁGUA) Instituto de Ciências Puras e Aplicadas, Universidade Federal de Itajubá, Campus de Itabira, Minas Gerais, 2020. Disponível em: < <https://repositorio.unifei.edu.br/jspui/handle/123456789/2393> >. Acesso em: 18. jan. 2023.

COLLISCHONN, W., AGRA, S. G., FREITAS, G. K., PRIANTE, G. R., TASSI, R. E C. F. SOUZA, 2005. **Em busca do hidrograma ecológico.** XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. (16.: 2005 nov. 20-24: João Pessoa, PB). Anais. [João Pessoa]: ABRH, 2005 Disponível em: < <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/17271>>. Acesso em: 31 mar. 2023.

COLLISCHONN, W.; TASSI, R. 2008. **Notas de aula de Hidrologia.** Disponível em: < https://www.academia.edu/31065559/Notas_de_Aula_de_Hidrologia>. Acesso em: 28 mar. 2023.

COLLISCHONN, W; DORNELLES, F. 2015. Livro: **Hidrologia para engenharia e ciências ambientais.** Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH) 2ª Impressão, 2015. 336 p Porto Alegre. Disponível em: <<https://livros.abrhidro.org.br/heca/?CHAVE=77BBCC9895#p=4>>. Acesso em: 31 mar. 2023.

CRUZ, J. C.; TUCCI, C. E. M. 2007. Estimativa da Disponibilidade Hídrica Através da Curva

de Permanência. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, 111-124, 2007. Disponível em: <

https://www.researchgate.net/publication/242696286_Estimativa_da_Disponibilidade_Hidrica_Atraves_da_Curva_de_Permanencia>. Acesso em: 31 mar. 2023.

CONAMA-Conselho Nacional de Meio Ambiente (BRASIL). Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 8 fev. 2023.

_____. Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008. **Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 3 abr. 2005. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>>. Acesso em: 8 fev. 2023.

_____. Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. **Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 13 de maio de 2011. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 8 fev. 2023.

DAEE- Departamento de Águas e Energia Elétrica. Portaria DAEE nº 717, de 12 de dezembro de 1996. **Aprova a Norma e os Anexos de I a XVIII que disciplinam o uso dos recursos hídricos**. São Paulo, 1996. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/wp-content/uploads/sites/13/2013/11/Portaria_DAEE-717_96.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2023.

_____. Portaria DAEE nº 1.630, de 30 de maio de 2017. **Dispõe sobre procedimentos de natureza técnica e administrativa para obtenção de manifestação e outorga de direito de uso e de interferência em recursos hídricos de domínio do Estado de São Paulo**. Disponível em: <<https://agencia.baciaspcj.org.br/docs/portarias/portaria-dae-1630-17.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

_____. Portaria DAEE nº 1.631, de 30 de maio de 2017. Disponível em: <<https://agencia.baciaspcj.org.br/docs/portarias/portaria-dae-1631-17.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

_____. Portaria DAEE nº 1.632, de 30 de maio de 2017. Disponível em: <<https://agencia.baciaspcj.org.br/docs/portarias/portaria-dae-1632-17.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

FREITAS, C. E.; SINISGALLI, P. A. A.; ALMEIDA, P. S. de.; LEÃO, R. de S.; IGARI, A. T. O INSTRUMENTO DE OUTORGA E OS LIMITES AMBIENTAIS: Uma investigação sob a perspectiva da Economia Ecológica. **REVIBEC - REVISTA IBEROAMERICANA DE ECONOMÍA ECOLÓGICA**, [S. l.], v. 34, n. 1, p. 155–178, 2021. Disponível em: <<https://redibec.org/ojs/index.php/revibec/article/view/vol34-1-8>>. Acesso em: 28 mar. 2023.

DE PAULO, R. G. F. **Ferramentas para a determinação de vazões ecológicas em trechos de vazão reduzida: Destaque para aplicação do método do Perímetro molhado no caso de capim Branco I.** 2007. 114 f. Dissertação para a obtenção do título de Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos - Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2007. Disponível em: <<https://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/288M.PDF>>. Acesso em: 31 mar. 2023.

FIGUEIREDO, L. M. M. **O papel do Plano Nacional De Segurança Hídrica: A universalização do acesso a água no país, principalmente no Nordeste e Ceará.** 2020. 32 f. Artigo para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Políticas Públicas - Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2020. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/10438/29991>>. Acesso em: 23 fev. 2023.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Brasil). **Censo demográfico 2022.** Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 10 jan. 2023.

IGAM- Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Portaria IGAM n° 48, de 04 de outubro de 2019. **Estabelece normas suplementares para a regularização dos recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais e dá outras providências.** Minas Gerais, 2019. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=49719>>. Acesso em: 10 mar. 2023.

_____. Portaria IGAM n° 29, de 04 de agosto de 2009. **Convoca os usuários de recursos hídricos da sub bacia que indica para a Outorga de Lançamento de Efluentes, e dá outras providências.** Minas Gerais, 2009. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=11451>>. Acesso em: 10 mar. 2023.

INEA- Instituto Estadual do Ambiente. Resolução INEA n° 171, de 27 de março de 2019. **Aprova a NOP-INEA-37. R-0: Critérios, definições e condições para outorga de direito de uso de recursos hídricos superficiais (OUT-SUP).** Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/04/NOP-INEA-37.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2023.

_____. Resolução INEA n° 172, de 27 de março de 2019. **Aprova a NOP-INEA-38. R-0: Critérios, definições e condições para outorga de direito de uso de recursos hídricos subterrâneos (OUT-SUB).** Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://www.cbhmedioparaiba.org.br/conteudo/172.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2023.

_____. Resolução INEA n° 173, de 27 de março de 2019. **Aprova a NOP-INEA-39. R-0: Critérios, orientações e procedimentos do relatório de avaliação hidrogeológica (RAH).** Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://www.cbhmedioparaiba.org.br/conteudo/173.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2023.

_____. Resolução INEA n° 174, de 27 de março de 2019. **Aprova a NOP-INEA-40. R-0: Critérios, definições e condições gerais para concessão de Certidão ambiental de uso insignificante de recursos hídricos (UI).** Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://www.cbhmedioparaiba.org.br/conteudo/174.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2023.

_____. Resolução INEA nº 175, de 27 de março de 2019. **Aprova a NOP-INEA-41. R-0: Norma Operacional de direito de uso de recursos hídricos para aproveitamentos hidrelétricos (Geração de energia)**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://www.cbhmedioparaiba.org.br/conteudo/175.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2023.

_____. Resolução INEA nº 176, de 27 de março de 2019. **Aprova a NOP-INEA-42. R-0: Critérios, definições e condições para outorga de direito de uso de recursos hídricos superficiais com finalidade de mineração – extração de areia em leito de rio (extração de areia)**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://www.cbhmedioparaiba.org.br/conteudo/176.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2023.

_____. Resolução INEA nº 177, de 27 de março de 2019. **Aprova a NOP-INEA-43. R-0: Critérios e procedimentos para perfuração de poços tubulares (perfuração)**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: < <http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/04/Resolu%C3%A7%C3%A3o-INEA-n%C2%BA-177-Aprova-a-NOP-INEA-43.R-0.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2023.

_____. Resolução INEA nº 178, de 27 de março de 2019. **Aprova a NOP-INEA-44. R-0: Critérios e procedimentos para autorização ambiental para tamponamento de poços tubulares e poços manuais (tamponamento)**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: < <http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/04/Resolu%C3%A7%C3%A3o-INEA-n%C2%BA-178-Aprova-a-NOP-INEA-44.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2023.

JUNIOR, L.C. S. S.; AZEVEDO, J.P.S.; SANTOS, A.S.P.; ANDRADE, V.S.; MELO, M.C. Análise do saneamento e da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Piabanha. In: SANT'ANA, Daniel. **Base de conhecimentos gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária**. Ed. Paraná: Atena editora, 2021. Cap. 13, p. 148-159. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/catalogo/post/analise-do-saneamento-e-da-qualidade-de-agua-na-bacia-hidrografica-do-rio-piabanha>. Acesso em: 15 mai. 2023.

KOEFENDER, A. **Regionalização de vazões Q7,10, Q90% E Q50% na bacia hidrográfica do rio Ibicuí (sub-bacia 76)**. 2015. 98 f. Trabalho de conclusão de curso. Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: < <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/170436/001052192.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 01 abr. 2023.

LIMA, Sheila Carolina de Miranda. **Avaliação histórica da qualidade da bacia representativa do rio Piabanha através de Índices de Qualidade da Água**. 2021. 127 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROF-ÁGUA)) – Centro de Tecnologia e Ciências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <<http://www.btd.uerj.br/handle/1/18831>>. Acesso em: 18 fev. 2023.

LINHARES, L. S.; AGUIAR, F. M. Outorga de uso de direito: uma revisão sobre o instrumento no Tocantins. **Natural Resources**, v.11, n.1, p.33-40, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2237-9290.2021.001.0005>. Disponível em: < <http://www.sustenere.co/index.php/naturalresources/article/view/CBPC2237-9290.2021.001.0005>>. Acesso em: 18 mar. 2023.

MAIA, L. C. **Tratamento de Conflitos no Sistema Nacional de Recursos Hídricos**. 2022. 263 f. Tese (doutorado). Área de concentração em Sociedade, Meio Ambiente, Migrações e Risco (SMA). Programa de Pós-graduação Interdisciplinar em Ciências Humanas. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: < <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/236912>>. Acesso em: 23 mar. 2023.

MENEGHINI, M.S.M. **Demanda, disponibilidade e gestão de conflito hídrico na bacia hidrográfica do rio Escuro**. 2022. 65 f. Monografia (especialização). Área de concentração em Recursos Hídricos e Ambientais. Universidade Federal de Minas Gerais/Instituto de Ciências Agrárias. Disponível em: < https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/50539/2/Monografia_DemandaDisponibilidadeConflito.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2023.

MINAS GERAIS, 2016. Lei n° 21.972, de 21 de janeiro de 2016. **Dispõe sobre o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Sisema – e dá outras providências**. Disponível em: < <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=40095>>. Acesso em: 18 mar. 2023.

_____. Decreto n° 47.866, de 19 de fevereiro de 2020. **Estabelece o Regulamento do Instituto Mineiro de Gestão das Águas e dá outras providências**. Disponível em: < <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=50864>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

_____. Decreto n° 47.705, de 4 de setembro de 2019. **Estabelece normas e procedimentos para a regularização de uso de recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais**. Disponível em: < <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=49498>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

_____. Deliberação Normativa CERH n° 09, de 16 de junho de 2004. **Define os usos insignificantes para as circunscrições hidrográficas no Estado de Minas Gerais**. Disponível em: < <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=209>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

_____. Deliberação Normativa CERH n° 76, de 19 de abril de 2022. **Define os critérios para a regularização do uso de água subterrânea nas Circunscrições Hidrográficas do Estado de Minas Gerais e dá outras providências**. Disponível em: < <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=56002>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

MOREIRA, G. de B. **Diagnóstico da disponibilidade hídrica superficial da bacia hidrográfica do rio Suaçuí-MG e os impactos dos usos insignificantes de água**. 2021. 96f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos-PROFÁGUA), Instituto de Ciências Puras e Aplicadas, Universidade Federal de Itajubá, Campus de Itabira, Minas Gerais, 2021. Disponível em: < <https://repositorio.unifei.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2980/1/Disserta%20c3%a7%20c3%a3%20Profagua%20Guilherme%20Final%20P%20c3%b3s%20Defesa%20-%20Guilherme%20Moreira.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2023.

MOREIRA, H. S.; MOREIRA, K. S.; SOUSA, P. E. de O.; OLIVEIRA, L. F. C. Cenários de disponibilidade hídrica para concessão de outorga: estudo de caso da Bacia Vertentes do Rio

Grande, Estados de Minas Gerais e São Paulo, Brasil. **Rev. Bras. Gest. Amb. Sustent.** [online]. 2020, vol. 7, n. 15, p. 341-350. ISSN 2359-1412. DOI: 10.21438/rbgas(2020)071524. Disponível em: <<http://revista.ecogestaobrasil.net/v7n15/v07n15a24.html>>. Acesso em: 25 mar. 2023.

NETTO, J.P.S. Panorama da Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 11 n. 2, p. 241-258, (2022). Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/8812/7816 Acesso em: 01 fev. 2023.

RIO DE JANEIRO, 1999. Lei n° 3.239, de 02 de agosto de 1999. **Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos; cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos; regulamenta a Constituição Estadual.** Disponível em: <<http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF/b24a2da5a077847c032564f4005d4bf2/43fd110fc03f0e6c032567c30072625b>>. Acesso em: 20 fev. 2023.

_____. Lei n° 4.247, de 16 de dezembro de 2003. **Dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do estado do rio de janeiro e dá outras providências.** Disponível em: <<http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF/e9589b9aab9cac8032564fe0065abb4/6716fa36f132abd183256dff006c88f4?OpenDocument>>. Acesso em: 21 mar. 2023

_____. Decreto n° 5.101, de 04 de outubro de 2007. **Dispõe sobre a criação do Instituto Estadual do Ambiente – INEA e sobre outras providências para maior eficiência na execução das políticas estaduais de meio ambiente, de recursos hídricos e florestais.** Disponível em: <<http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF/e9589b9aab9cac8032564fe0065abb4/674aaff783d4df6b8325736e005c4dab?OpenDocument>>. Acesso em: 19 mar. 2023.

_____. Decreto n° 42.029, de 15 de junho de 2011. **Regulamenta o Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos – PROHIDRO, previsto nos artigos 5° e 11° da Lei N° 3.239, de 02 de agosto de 1999, que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências.** Disponível em: <<https://agevap.org.br/legislacao/estadual/rj/decreto-42029.2011.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2023.

_____. Decreto n° 46.890, de 23 de dezembro de 2019. **Dispõe sobre o sistema estadual de licenciamento e demais procedimentos de controle ambiental – SELCA, e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2022/03/Decreto_46.890_2019.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2023.

_____. Resolução CERHI – RJ n° 107, de 22 de maio de 2013. **Aprova nova definição das regiões hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro e revoga a Resolução CERHI N° 18 de 08 de novembro de 2006.** Disponível em: <<https://www.cbhriodoisrios.org.br/resolucoes/Resolucao-CERHI-107.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2023.

_____. Resolução CERHI – RJ n° 117, de 19 de fevereiro de 2014. **Dispõe sobre a aprovação do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro (PERHI – RJ).**

Disponível em: < http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/02/Res_CERHI-RJ_117_2014.pdf >. Acesso em: 18 mar. 2023.

_____. **PERHI - Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro – Relatório gerencial e síntese.** Rio de Janeiro: Inea, Fundação Coppetec/UFRJ, 2014 Disponível em: <<https://www.agevap.org.br/downloads/Relatorio-Sintese.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2023.

OLIVEIRA, T. C. C.; GONÇALVES, F. A. **Tamanho ideal de séries históricas de vazões mínimas anuais e suas aplicações em estudos hidrológicos: estudo de caso nas regiões hidrográficas Paraná e São Francisco.** Artigo técnico. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 27, p. 805-816, 2022. <https://doi.org/10.1590/S1413-415220210232>. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/esa/a/GxZf9MKXxYmdpDx7tBZDjng/?format=pdf&lang=pt> >. Acesso em: 31 mar. 2023.

PES, J. H. F.; IRIGARAU, M. C.; BERNARDES, M. de S. **A gestão democrática e participativa dos recursos hídricos em tempos de pandemia.** Anais do 6º Congresso Internacional de direito e contemporaneidade: mídias e direitos da sociedade em rede (2022). Disponível em: < <https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/563/2022/11/4.1.pdf> >. Acesso em: 05 mar. 2023.

PINTO, J. A. de O. **Avaliação de métodos para a regionalização de curva de permanência de vazões para a bacia do rio das velhas.** 2006. 242f. Dissertação (Mestrado). Linha de pesquisa: Modelos de simulação e previsão hidrológica. Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUDB-8APMNM/1/avalia_o_de_m_todos.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2023.

ROSA, A.M.R.; GUARDA, V.L. de M. **Gestão de recursos hídricos no Brasil: um histórico.** **Revista Direito Ambiental e sociedade**, v. 9, n. 2, pp. 197-220, (2019). Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/15884/1/ARTIGO_Gest%c3%a3oRecursosH%c3%addricos.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2023.

RIBEIRO, T.B.; DE ALBUQUERQUE, C. C.; LISBOA, L; BATISTA, I. H.; ULIANA, E.M. **Estimativa das Vazões Mínimas de Referência (Q7,10, Q95 E Q90) anuais e semestrais para a Bacia do Rio Branco.** (2017). XXII SBRH - Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Código PAP023283. Disponível em: <<https://anais.abrhidro.org.br/works/2508>>. Acesso em: 25 mar. 2023.

SANTOS, D.; SOARES, J.; SANTOS, C.; COSTA, J. 2022 **Gestão de recursos hídricos no Brasil: da exploração da água na geração de riqueza à água como recurso natural limitado.** **Open Science Research VI** - ISBN 978-65-5360-212-0 - Volume 6 - Ano 2022 - Editora Científica Digital - www.editoracientifica.com.br Disponível em: <<https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/220909931.pdf>>. Acesso em: 03 fev. 2023.

SÃO PAULO, 1996. Decreto nº 41.258, de 31 de outubro de 1996. **Aprova o Regulamento da outorga de direitos de uso dos recursos hídricos, de que tratam os artigos 9º a 13 da Lei 7.663, de 30/12/1991.** Disponível em: < <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1996/decreto-41258->

[31.10.1996.html](#)>. Acesso em: 18 mar. 2023.

_____. Lei nº 9.034, de 27 de dezembro de 1994 (Revogada pela Lei nº 16.337, de 14 de dezembro de 2016). **Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH, a ser implantado no período 1994 e 1995, em conformidade com a Lei n. 7.663, de 30/12/91, que instituiu normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos.** Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1994/lei-9034-27.12.1994.html>>. Acesso em: 28 mar. 2023

_____. Lei nº 16.337, de 14 de dezembro de 2016. **Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH e dá providências correlatas.** Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2016/lei-16337-14.12.2016.html>>. Acesso em: 28 mar. 2023

SOARES, F.B.; LEAL, A.C.; PIROLI, E.L.2019. Política nacional de recursos hídricos e os sistemas de gerenciamento de recursos hídricos federal e paulista. **Revista Ciência Geográfica – Bauru – Ano XXIII – Vol. XXIII – (1) (2019).** Disponível em:<https://agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXIII_1/agb_xxiii_1_web/agb_xxiii_1-14.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2023.

SOUZA, F. P.; PERTEL, M. Complexidades para a aplicação dos aspectos normativos para a gestão de recursos hídricos no Brasil. **Perspectivas Online: Exatas & Engenharias**, v. 10, n. 27, p. 70-82, 2020. Disponível em: <https://ojs3.perspectivasonline.com.br/exatas_e_engenharia/article/view/1747>. Acesso em: 30 jan. 2023.

TOMAZ, P. 2012. Critério Unificado para manejo de águas pluviais em áreas urbanas. **Capítulo 15-Vazão base e vazão mínima ecológica.** Livro eletrônico. 323 p. Disponível em: <https://909d9be6-f6f1-4d9c-8ac9-115276d6aa55.filesusr.com/ugd/0573a5_769f9e3f9b60440295bd26e1a3e07c0b.pdf?index=tr ue>. Acesso em: 30 jan. 2023.

VILARINHO, C. M. R.; MULLER, M. G.; CAVALCANTE, A. S.; COSTA, M. M. L.; GONÇALVES, J. A. C. 2020. Eficácia da Cobrança Pelo Uso De Recursos Hídricos Condicionada Ao Índice De Qualidade Da Água: Estudo De Caso, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.01, n.01 (2021). Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Jose-Augusto-Goncalves/publication/349028786_Eficacia_da_Cobranca_pelo_Uso_de_Recursos_Hidricos_condicionada_ao_Indice_de_Qualidade_da_Agua_Estudo_de_Caso_Minhas_Gerais_Brasil/links/6020279d45851589398c0c07/Eficacia-da-Cobranca-pelo-Uso-de-Recursos-Hidricos-condicionada-ao-Indice-de-Qualidade-da-Agua-Estudo-de-Caso-Minas-Gerais-Brasil.pdf> Acesso em: 8 fev. 2023.

VILLAS-BOAS, M.D.; SACRAMENTO, C.E.S.; GOULART, D.R.; DA SILVA, J.G.P.; MELO, J.S.; DA SILVA, J.P.C.; DO NASCIMENTO, B.S.; PARENTE, M.H.; RIBEIRO, M.J.; NETO, A.M.; MEDEIROS, A.D. **Regionalização da vazão Q95% através de redes neurais artificiais para a bacia representativa do rio Piabanha.** XXIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/22539/1/XXIVSBRH_MDVB.pdf>. Acesso em: 31

mar. 2023.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Órgãos outorgantes no Brasil e suas respectivas normativas.

Quadro 3 – Principais normas de regularização de Outorga e órgãos gestores de recursos hídricos do Brasil.

PRINCIPAIS NORMAS INSTITUÍDAS PELA UNIÃO E PELAS UNIDADES DA FEDERAÇÃO RELATIVAS ÀS OUTORGAS DE DIREITO DE USO DOS RECURSOS HÍDRICOS			
Entidade Outorgante	Política de Recursos Hídricos	Normas que Regulamentam a Outorga	Órgão Gestor Responsável
UNIÃO	<p>Lei nº 9.433 de 08/01/1997 (Política Nacional de Recursos Hídricos)</p> <p>Resolução CNRH nº 181 de 07/12/2016 (aprova o Plano Nacional de Recursos Hídricos para 2016-2020)</p>	<p>Lei nº 9.984 de 17/07/2000 - cria a ANA e define critérios para outorga; Resolução ANA nº 1.938, de 30 de outubro de 2017: Dispõe sobre procedimentos para solicitações e critérios de avaliação das outorgas preventivas e de direito de uso de recursos hídricos; Resolução ANA nº 1.940, de 30 de outubro de 2017: Dispõe sobre critérios para definição de derivações, captações e lançamentos de efluentes insignificantes, bem como serviços e outras interferências em corpos d'água de domínio da União não sujeitos a outorga; Resolução ANA nº 1.941, de 30 de outubro de 2017: Estabelece obrigações e regras para as outorgas preventivas e de direito de uso de recursos hídricos; Resolução ANA nº 2.079, de 04 de dezembro de 2017: Estabelece procedimentos para análise e emissão de outorgas de uso de recursos hídricos para diluição de efluentes domésticos, com a finalidade de esgotamento sanitário, em corpos hídricos de domínio da União.</p>	<p>ANA – Agência Nacional de Águas</p> 

PRINCIPAIS NORMAS INSTITUÍDAS PELA UNIÃO E PELAS UNIDADES DA FEDERAÇÃO RELATIVAS ÀS OUTORGAS DE DIREITO DE USO DOS RECURSOS HÍDRICOS			
Entidade Outorgante	Política de Recursos Hídricos	Normas que Regulamentam a Outorga	Órgão Gestor Responsável
ACRE	Lei nº 1.500 De 15/07/2003	Resolução do Conselho Estadual de Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia - CEMACT, nº 004, de 17/08/2010	<p>IMAC - Instituto de Meio Ambiente do Acre</p> 
AMAPÁ	Lei nº 686 de 07/06/2002	Resoluções IMAP nº 008 e 009 de 16/10/2017	<p>SEMA - Secretaria de Estado e Meio Ambiente</p> 
AMAZONAS	Lei nº 2.712/2001 reformulada pela Lei nº 3.167/2007 e Decreto nº 28.678/2009	Resoluções CERH-AM nº 01 e 02, de 19/07/2016 e Portaria Normativa/SEMA/IPAAM nº 01/2016	<p>IPAAM - Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas</p> 
PARÁ	Lei nº 6.381 de 2001	Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos nº 3/2008 e Decreto Estadual nº 1.367/2008	<p>SEMAS - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade</p> 
RONDÔNIA	Lei Complementar nº 255 de 25/01/2002	Decreto nº 10.114 de 20/09/2002, Decreto Estadual nº 20.337 de 03/12/2015 e Portaria SEDAM Nº 081/GAB/SEDAM, de 23/03/2017	<p>SEDAM - Secretaria De Estado do Desenvolvimento Ambiental</p> 

PRINCIPAIS NORMAS INSTITUÍDAS PELA UNIÃO E PELAS UNIDADES DA FEDERAÇÃO RELATIVAS ÀS OUTORGAS DE DIREITO DE USO DOS RECURSOS HÍDRICOS			
Entidade Outorgante	Política de Recursos Hídricos	Normas que Regulamentam a Outorga	Órgão Gestor Responsável
RORAIMA	Lei nº 547 de 23/06/2006	Decreto nº 8.123-E de 12/07/2007	FEMARH - Fundação Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos 
TOCANTINS	Lei nº 1.307 de 22/03/2002	Lei nº 1.307 de 22/03/2002	NATURATINS - Instituto Natureza do Tocantins 
ALAGOAS	Lei nº 5.965 de 10/11/97, regulamentada pelo Decreto Estadual nº 6 de 23/01/2001	Decreto nº 6 de 23 de janeiro de 2001	SEMARH - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos 
BAHIA	Lei nº 6.855 de 1995, Lei nº 10.432 de 2006 e Lei nº 11.612 de 2009 (atual)	Resolução CONERH nº 96 de 25/02/2014	INEMA - Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos 
CEARÁ	Lei nº 11.996 de 1992, Lei 14.844 de 2010, regulamentada pelo Decreto nº 31.076 de 2012	Decreto nº 23.067 de 1994	SRH - Secretaria dos Recursos Hídricos 

PRINCIPAIS NORMAS INSTITUÍDAS PELA UNIÃO E PELAS UNIDADES DA FEDERAÇÃO RELATIVAS ÀS OUTORGAS DE DIREITO DE USO DOS RECURSOS HÍDRICOS			
Entidade Outorgante	Política de Recursos Hídricos	Normas que Regulamentam a Outorga	Órgão Gestor Responsável
MARANHÃO	Lei nº 8.149 de 15/06/2004 regulamentada pelo Decreto Estadual nº 34.847 de 14/05/2019	Portaria SEMA nº 069 de 15/06/2020, Resolução CONERH 103/2020 e Resolução Conerh 57/2019	SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais 
PARAÍBA	Lei nº 6.308 de 1996	Decreto nº 19.260 de 1997	AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba 
PERNAMBUCO	Lei nº 11.427 de 1997 e Lei nº 12.984 de 2005	Decreto nº 20.423 de 1998	APAC – Agência Pernambucana de Águas e Clima 
PIAUI	Lei nº 5.165 de 2000	Decreto nº 11.341 de 22/03/2004 e Resolução CERH nº 4 de 26/04/2005	SEMAR - Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos 
RIO GRANDE DO NORTE	Lei nº 6.908 de 01/07/1996	Decreto nº 13.283 de 22/03/1997	IGARN - Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte 

PRINCIPAIS NORMAS INSTITUÍDAS PELA UNIÃO E PELAS UNIDADES DA FEDERAÇÃO RELATIVAS ÀS OUTORGAS DE DIREITO DE USO DOS RECURSOS HÍDRICOS			
Entidade Outorgante	Política de Recursos Hídricos	Normas que Regulamentam a Outorga	Órgão Gestor Responsável
SERGIPE	Lei nº 3.870 de 25/09/1997	Decreto nº 18.456 de 03/12/1999	<p>SEMARH - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos</p>  <p>GOVERNO DE SERGIPE SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS</p>
DISTRITO FEDERAL	Lei nº 2.725 de 13/06/2001	Decreto nº 22.358 de 2001 (água subterrânea), Decreto nº 22.359 de 2001 (outorga de direito de uso) e Resolução ADASA nº 350 de 23/06/2006 (procedimentos para requerer outorga)	<p>ADASA – Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal</p>  <p>Adasa Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal</p>
GOIÁS	Lei nº 13.123 de 1997	Resolução CERH nº 22 de 2019 e Instrução Normativa nº 15 de 2012	<p>SECIMA - Secretaria do Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos</p>  <p>SECIMA SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE, RECURSOS HÍDRICOS, INFRAESTRUTURA, CIDADES E ASSUNTOS METROPOLITANOS ESTADO DE GOIÁS</p>
MATO GROSSO	Lei nº 6.954 de 05/11/1997	Decreto nº 336 de 06/06/2007	<p>SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente</p>  <p>SEMA SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE GOVERNO DE MATO GROSSO</p>

PRINCIPAIS NORMAS INSTITUÍDAS PELA UNIÃO E PELAS UNIDADES DA FEDERAÇÃO RELATIVAS ÀS OUTORGAS DE DIREITO DE USO DOS RECURSOS HÍDRICOS			
Entidade Outorgante	Política de Recursos Hídricos	Normas que Regulamentam a Outorga	Órgão Gestor Responsável
MATO GROSSO DO SUL	Lei nº 2.406 de 29/01/2002	Decreto Nº 13.990 de 02/07/2014 e Resolução SEMAGRO Nº 774, de 21/03/2022	<p>IMASUL - Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul</p> 
ESPÍRITO SANTO	Lei nº 5.818 de 1998, revogada pela Lei nº 10.179 de 17/03/2014	Resolução Normativa do CERH Nº 5 de 2005	<p>AGERH - Agência Estadual de Recursos Hídricos</p> 
MINAS GERAIS	Lei nº 13.199 de 1999	Decreto nº 41.578 de 08/03/2001 e Decreto Nº 47.705 de 04/09/2019	<p>IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas</p> 
RIO DE JANEIRO	Lei nº 3.239 de 02/08/1999	Portaria SERLA nº 567 de 07/05/2007 e Resolução CERHI-RJ Nº 221, DE 29/01/2020	<p>INEA - Instituto Estadual do Ambiente</p> 
SÃO PAULO	Lei nº 7.663 de 1991	Decreto nº 41.258 de 1996	<p>DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica</p> 
PARANÁ	Lei nº 12.726 de 26/11/1999	Decreto nº 9.957, de 23/01/2014	<p>AGUASPARANÁ - Instituto das Águas do Paraná</p> 

PRINCIPAIS NORMAS INSTITUÍDAS PELA UNIÃO E PELAS UNIDADES DA FEDERAÇÃO RELATIVAS ÀS OUTORGAS DE DIREITO DE USO DOS RECURSOS HÍDRICOS			
Entidade Outorgante	Política de Recursos Hídricos	Normas que Regulamentam a Outorga	Órgão Gestor Responsável
RIO GRANDE DO SUL	Lei nº 10.350 de 30/12/1994	Decreto nº 37.033 de 21/11/1996	FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental, da Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável 
SANTA CATARINA	Lei nº 9.748 de 30/11/1994	Decreto nº 4.778 de 11/10/2006	SDS - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável Secretaria do Desenvolvimento Econômico Sustentável 

Fonte: Adaptado do Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil (ANA, 2019).

APÊNDICE B – Banco de dados de usuários de Outorga da bacia do Piabanha

Jurisdição	Município	Corpo Hídrico	Tipo Intervenção	Latitude	Longitude	Documento	Vazão Máxima (m ³ /h)	Vazão Média (m ³ /h)	Volume diário (m ³)	Finalidade de Uso
Estadual	Petrópolis	Nascente	Captação superficial	-22,40722	-43,1897222	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	1,00	1,00	5,00	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Teresópolis	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,18267	-42,8519722	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	0,50	0,50	1,00	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Petrópolis	Nascente	Captação superficial	-22,46561	-43,1503611	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	1,00	0,80	4,00	Lavagem de veículos
Estadual	Petrópolis	Nascente	Captação superficial	-22,30871	-43,209471	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	0,94	0,05	1,51	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Petrópolis	Nascente	Captação superficial	-22,30746	-43,210302	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	0,19	0,19	3,04	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Petrópolis	Rio Piabanha	Lançamento de efluentes	-22,36361	-43,1244444	Certidão Ambiental de Uso Insignificante			4,00	
Estadual	Petrópolis	Rio Piabanha	Lançamento de efluentes	-22,47694	-43,1711111	Certidão Ambiental de Uso Insignificante			0,20	Outras
Estadual	Teresópolis	Córrego Sujo	Captação superficial	-22,26175	-42,8374056	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	5,00	3,00	50,00	Mineração
Estadual	Petrópolis	Rio Piabanha	Lançamento de efluentes	-22,41044	-43,1370583	Certidão Ambiental de Uso Insignificante			0,10	Lavagem de veículos
Estadual	Teresópolis	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,25514	-42,9248333	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	0,50	0,30	5,00	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Petrópolis	Nascente	Captação superficial	-22,50747	-43,2130833	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	0,20	0,20	2,40	Limpeza de dependências

Jurisdicção	Município	Corpo Hídrico	Tipo Intervenção	Latitude	Longitude	Documento	Vazão Máxima (m ³ /h)	Vazão Média (m ³ /h)	Volume diário (m ³)	Finalidade de Uso
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Lançamento de efluentes	-22,51464	-43,2244722	Certidão Ambiental de Uso Insignificante			1,95	
Estadual	Petrópolis	Rio Piabanha	Lançamento de efluentes	-22,47956	-43,1730278	Certidão Ambiental de Uso Insignificante			4,00	
Estadual	Areal	Rio Preto	Captação superficial	-22,20861	-43,0505278	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	15,63	9,38	125,04	Extração de areia
Estadual	Areal	Rio Preto	Captação superficial	-22,20742	-43,050389	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	15,63	9,38	125,04	Extração de areia
Estadual	Areal	Rio Preto	Lançamento de efluentes	-22,20742	-43,050389	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos			142,56	Extração de areia
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Lançamento de efluentes	-22,47281	-43,1828056	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	0,66	0,66	15,84	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Petrópolis	Rio do Carvão	Lançamento de efluentes	-22,35889	-43,10325	Certidão Ambiental de Uso Insignificante			2,40	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Petrópolis	Rio Piabanha	Lançamento de efluentes	-22,45469	-43,1422778	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	1,50	1,50	18,00	Consumo e Higiene Humana
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	Rio Preto	Captação superficial	-22,16314	-42,892611	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	23,44	14,06	187,52	Extração de areia
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	Rio Preto	Lançamento de efluentes	-22,16314	-42,892611	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos			106,88	Extração de areia
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	Rio Preto	Lançamento de efluentes	-22,16019	-42,893056	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	0,02	0,02	0,16	Extração de areia
Estadual	Teresópolis	Córrego sem nome	Lançamento de efluentes	-22,19831	-42,7583056	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	0,14	0,14	42,00	Uso Industrial

Jurisdicção	Município	Corpo Hídrico	Tipo Intervenção	Latitude	Longitude	Documento	Vazão Máxima (m ³ /h)	Vazão Média (m ³ /h)	Volume diário (m ³)	Finalidade de Uso
Estadual	Petrópolis	Rio Piabanha	Lançamento de efluentes	-22,38385	-43,134825	Certidão Ambiental de Uso Insignificante			0,60	Outras
Estadual	Paty do Alferes	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,38238	-43,34996	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	0,30	0,20	2,40	Uso Industrial
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,41589	-43,1641944	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	25,00	25,00	250,00	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Petrópolis	Nascente	Captação superficial	-22,37664	-43,1865556	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	0,54	0,54	12,96	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,38539	-43,165796	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	2,12	2,12	50,88	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,38625	-43,164456	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	1,89	1,89	45,36	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,39067	-43,1686389	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	6,48	4,97	155,52	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Teresópolis	Rio dos Frades	Captação superficial	-22,28744	-42,8399167	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	55,00	31,65	275,00	Extração de areia
Estadual	Teresópolis	Rio dos Frades	Lançamento de efluentes	-22,28744	-42,8399167	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos		31,35	156,75	Extração de areia
Estadual	Petrópolis	Nascente	Captação superficial	-22,50719	-43,2316667	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	0,60	0,60	14,40	Limpeza de dependências
Estadual	Teresópolis	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,24208	-42,9071389	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	16,00	0,16	0,64	Criação de Animais
Estadual	Petrópolis	Nascente	Captação superficial	-22,46561	-43,1503611	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	1,00	0,80	4,00	Limpeza de dependências

Jurisdicção	Município	Corpo Hídrico	Tipo Intervenção	Latitude	Longitude	Documento	Vazão Máxima (m ³ /h)	Vazão Média (m ³ /h)	Volume diário (m ³)	Finalidade de Uso
Estadual	Teresópolis	Nascente	Captação superficial	-22,39059	-42,9586889	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	2,60	2,60	52,00	Limpeza de dependências
Estadual	Teresópolis	Córrego sem nome	Lançamento de efluentes	-22,39295	-42,9586889	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	8,00	5,00	192,00	Limpeza de dependências
Estadual	Petrópolis	Rio Piabanha	Lançamento de efluentes	-22,50689	-43,193139	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	155,00	90,00	3720,00	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	Rio Piabanha	Lançamento de efluentes	-22,25144	-43,074444	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	540,00	360,00	12960,00	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	Rio Piabanha	Lançamento de efluentes	-22,51481	-43,227361	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	36,00	36,00	864,00	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Lançamento de efluentes	-22,51111	-43,209722	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	9,00	9,00	216,00	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	Rio Piabanha	Lançamento de efluentes	-22,44478	-43,170056	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	3,60	3,00	86,40	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Lançamento de efluentes	-22,49022	-43,182694	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	3,70	3,60	88,80	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Lançamento de efluentes	-22,53364	-43,225806	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	12,00	9,00	288,00	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Lançamento de efluentes	-22,54597	-43,220389	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	1,90	1,80	45,60	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Lançamento de efluentes	-22,54611	-43,198167	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	1,90	1,80	45,60	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Lançamento de efluentes	-22,45322	-43,108833	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	1,90	1,80	45,60	Abastecimento Público

Jurisdicção	Município	Corpo Hídrico	Tipo Intervenção	Latitude	Longitude	Documento	Vazão Máxima (m ³ /h)	Vazão Média (m ³ /h)	Volume diário (m ³)	Finalidade de Uso
Estadual	Petrópolis	Rio do Bonfim	Lançamento de efluentes	-22,23233	-43,065944	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	4,00	2,20	96,00	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Lançamento de efluentes	-22,34558	-43,124056	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	3,60	3,50	86,40	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	Rio Piabanha	Lançamento de efluentes	-22,50422	-43,153167	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	9,00	5,00	216,00	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Lançamento de efluentes	-22,49781	-43,14775	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	16,00	9,00	384,00	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	Rio Itamarati	Lançamento de efluentes	-22,43831	-43,137833	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	3,70	3,60	88,80	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	Rio Piabanha	Lançamento de efluentes	-22,52078	-43,218561	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	5,40	3,60	129,60	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Lançamento de efluentes	-22,47558	-43,165528	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	4,00	2,20	96,00	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	Rio Piabanha	Lançamento de efluentes	-22,54286	-43,217114	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	11,50	11,00	276,00	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Lançamento de efluentes	-22,47081	-43,149083	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	4,70	4,50	112,80	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	Rio Piabanha	Lançamento de efluentes	-22,516	-43,204333	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	11,50	11,00	276,00	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Lançamento de efluentes	-22,37514	-43,204333	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	3,70	3,60	88,80	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	Rio Cuiabá	Lançamento de efluentes	-22,44444	-43,072389	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	3,00	2,50	72,00	Abastecimento Público

Jurisdicção	Município	Corpo Hídrico	Tipo Intervenção	Latitude	Longitude	Documento	Vazão Máxima (m ³ /h)	Vazão Média (m ³ /h)	Volume diário (m ³)	Finalidade de Uso
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,38745	-43,1857583	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	1,00	1,00	12,00	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Teresópolis	Rio Preto	Captação superficial	-22,18971	-42,8920444	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	0,38	0,11	9,12	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Teresópolis	Rio Preto	Lançamento de efluentes	-22,18965	-42,891667	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	0,30	0,09	7,30	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Teresópolis	Córrego Juca Novo	Captação superficial	-22,38519	-42,8557222	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	1,40	1,40	28,00	Rega de Jardim
Estadual	Areal	Córrego sem nome	Lançamento de efluentes	-22,2229	-43,127081	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	5,75	3,83	46,00	Uso Industrial
Estadual	Petrópolis	Nascente	Captação superficial	-22,33371	-43,1226861	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	0,60	0,60	12,00	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Petrópolis	Rio Palanado	Captação superficial	-22,52653	-43,154056	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	35,00	25,00	840,00	Uso Industrial
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,52949	-43,156883	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	10,00	7,00	240,00	Uso Industrial
Estadual	Petrópolis	Rio Palanado	Captação superficial	-22,52595	-43,160279	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	35,00	25,00	840,00	Uso Industrial
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,52695	-43,160806	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	3,00	1,50	72,00	Uso Industrial
Estadual	Petrópolis	Rio Piabanha	Captação superficial	-22,51092	-43,207472	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	82,00	65,31	1968,00	Uso Industrial
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,51686	-43,205167	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	35,00	25,41	840,00	Uso Industrial

Jurisdição	Município	Corpo Hídrico	Tipo Intervenção	Latitude	Longitude	Documento	Vazão Máxima (m ³ /h)	Vazão Média (m ³ /h)	Volume diário (m ³)	Finalidade de Uso
Estadual	Petrópolis	Rio Piabanha	Lançamento de efluentes	-22,5105	-43,20725	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	115,79	77,08	2778,96	Uso Industrial
Estadual	Petrópolis	Nascente	Captação superficial	-22,50603	-43,214083	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	1,00	1,00	4,00	Uso Industrial
Estadual	Petrópolis	Nascente	Captação superficial	-22,49767	-43,225778	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	1,70	1,45	40,80	Uso Industrial
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Lançamento de efluentes	-22,50009	-43,225139	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	16,00	12,54	384,00	Uso Industrial
Estadual	Petrópolis	Rio Piabanha	Lançamento de efluentes	-22,50051	-43,2280028	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	2,50	2,50	7300,00	Outras
Estadual	Teresópolis	Rio das Bengalas	Captação superficial	-22,33403	-42,8698472	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	94,50	94,50	1890,00	Consumo e Higiene Humana
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	RIO PRETO	Captação superficial	-22,18942	-42,8917639	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	22,55	18,86		Geração de Energia
Estadual	Paraíba do Sul	Rio Fagundes	Captação superficial	-22,2988	-43,1771389	Certificado de Reserva de Disponibilidade Hídrica	21312,00			Geração de Energia
Estadual	Teresópolis	Rio Meudon	Lançamento de efluentes	-22,43361	-42,9444444	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	1,93	1,93	46,32	Uso Industrial
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	Córrego Ires	Lançamento de efluentes	-22,21202	-42,9768278	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	31,66	27,96	379,92	Uso Industrial
Estadual	Petrópolis	Rio Bonito	Captação superficial	-22,22628	-43,014	Certidão Ambiental de Uso Insignificante		3708,00		Geração de Energia
Estadual	Petrópolis	Rio Piabanha	Captação superficial	-22,29648	-43,1286611	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	4,88	2,93	39,04	Extração de areia

Jurisdicção	Município	Corpo Hídrico	Tipo Intervenção	Latitude	Longitude	Documento	Vazão Máxima (m ³ /h)	Vazão Média (m ³ /h)	Volume diário (m ³)	Finalidade de Uso
Estadual	Petrópolis	Rio Piabanha	Lançamento de efluentes	-22,29648	-43,1286611	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos			22,24	Extração de areia
Estadual	Petrópolis	Nascente	Captação superficial	-22,48736	-43,1783889	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	0,50	0,50	3,00	Outras
Estadual	Três Rios	Rio Piabanha	Captação superficial	-22,17497	-43,1773056	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	9,38	9,38	75,04	Extração de areia
Estadual	Três Rios	Rio Piabanha	Lançamento de efluentes	-22,17497	-43,1773056	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos			71,28	Extração de areia
Estadual	Petrópolis	Rio da Cascata	Lançamento de efluentes	-22,47556	-43,1797778	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	1,00	1,00	7,00	Consumo e Higiene Humana
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	Rio Preto	Captação superficial	-22,15858	-42,9048056	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	9,38	5,63	45,04	Extração de areia
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	Rio Preto	Lançamento de efluentes	-22,15858	-42,9048056	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos			40,48	Extração de areia
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	Rio Preto	Captação superficial	-22,16322	-42,9372778	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	9,38	5,63	45,04	Extração de areia
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	Rio Preto	Lançamento de efluentes	-22,16322	-42,9372778	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos			40,48	Extração de areia
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	Nascente	Captação superficial	-22,15886	-42,9228333	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	0,79	0,79	6,32	Rega de Jardim
Estadual	Petrópolis	Rio Preto	Captação superficial	-22,20806	-43,0440278	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	15,63	9,38	125,04	Extração de areia
Estadual	Petrópolis	Rio Preto	Lançamento de efluentes	-22,20806	-43,0440278	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos			71,28	Extração de areia

Jurisdição	Município	Corpo Hídrico	Tipo Intervenção	Latitude	Longitude	Documento	Vazão Máxima (m ³ /h)	Vazão Média (m ³ /h)	Volume diário (m ³)	Finalidade de Uso
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Lançamento de efluentes	-22,5004	-43,22797	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	2,50	2,50	40,00	Uso Industrial
Estadual	Teresópolis	Rio do Capim ou do Pião	Captação superficial	-22,18642	-42,8793889	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	4,70	2,80	-	Geração de Energia
Estadual	Teresópolis	RIO PRETO	Captação superficial	-22,24883	-42,9149167	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	1566,00	1548,00	37584,00	Abastecimento Público
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	Rio do Capim ou do Pião	Captação superficial	-22,12529	-42,792234	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	0,24	0,24	5,76	Uso Agrícola
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,13056	-42,799167	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	0,08	0,08	1,92	Uso Agrícola
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,1303	-42,794989	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	19,20	19,20	19,20	Uso Industrial
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,13039	-42,795156	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	3,60	3,60	3,60	Uso Industrial
Estadual	Areal	Rio Piabanha	Captação superficial	-22,218	-43,1262778	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	23,80	-	-	Geração de Energia
Estadual	Petrópolis	Nascente	Captação superficial	-22,45975	-43,1324167	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	8,42	8,42	101,04	Limpeza de dependências
Estadual	Teresópolis	Córrego da Taboinha	Captação superficial	-22,16314	-42,807	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	117,00	117,00	2808,00	Uso Industrial
Estadual	Teresópolis	Córrego Novo Mundo	Captação superficial	-22,18167	-42,802056	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	100,50	100,50	2412,00	Uso Industrial
Estadual	Petrópolis	RIO PIABANHA	Captação superficial	-22,29	-43,11733	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	14,20	8,52	68,16	Extração de areia

Jurisdição	Município	Corpo Hídrico	Tipo Intervenção	Latitude	Longitude	Documento	Vazão Máxima (m ³ /h)	Vazão Média (m ³ /h)	Volume diário (m ³)	Finalidade de Uso
Estadual	Petrópolis	Rio Piabanha	Captação superficial	-22,29	-43,11733	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos			64,80	Extração de areia
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,17361	-42,8782194	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	140,00	140,00	420,00	Uso Industrial
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,53503	-43,2180556	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	1,00	1,00	24,00	Uso Industrial
Estadual	Teresópolis	RIO PRETO	Captação superficial	-22,24883	-42,9149167	Certificado de Reserva de Disponibilidade Hídrica	720,00	720,00	17280,00	Abastecimento Público
Estadual	Teresópolis	Rio da Formiga	Captação superficial	-22,25256	-42,7788611	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	25,00	15,00	90,00	Extração de areia
Estadual	Teresópolis	Rio da Formiga	Lançamento de efluentes	-22,25256	-42,7788611	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos			85,50	Extração de areia
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Lançamento de efluentes	-22,5018	-43,2240694	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	10,75	5,97	258,00	
Estadual	Petrópolis	Rio Piabanha	Lançamento de efluentes	-22,51417	-43,2192778	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	0,70	0,15	4,20	Uso Industrial
Estadual	Teresópolis	Rio Preto	Captação superficial	-22,27558	-42,8679722	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	5,63	5,63	11,26	Extração de areia
Estadual	Teresópolis	Rio Preto	Captação superficial	-22,27317	-42,873861	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	5,63	5,63	11,26	Extração de areia
Estadual	Teresópolis	Rio Preto	Captação superficial	-22,27075	-42,8752	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	5,63	5,63	11,26	Extração de areia
Estadual	Teresópolis	Rio Preto	Captação superficial	-22,26847	-42,876139	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	5,63	5,63	11,26	Extração de areia

Jurisdicção	Município	Corpo Hídrico	Tipo Intervenção	Latitude	Longitude	Documento	Vazão Máxima (m ³ /h)	Vazão Média (m ³ /h)	Volume diário (m ³)	Finalidade de Uso
Estadual	Teresópolis	Rio Preto	Lançamento de efluentes	-22,27558	-42,8679722	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	-	-	42,72	Extração de areia
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	Rio Preto	Captação superficial	-22,15694	-42,90775	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	120,00	120,00	2880,00	Abastecimento Público
Estadual	Teresópolis	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,28706	-42,7753611	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	0,25	0,25	2,00	Uso Industrial
Estadual	Paraíba do Sul	Córrego das Piteiras	Captação superficial	-22,23119	-43,2109722	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	1,25	1,25	10,00	Uso Industrial
Estadual	Petrópolis	Nascente	Captação superficial	-22,51086	-43,1852778	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	0,36	0,27	2,16	Limpeza de dependências
Estadual	Petrópolis	Nascente	Captação superficial	-22,50617	-43,1756944	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	1,30	1,30	3,50	Limpeza de dependências
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,47444	-43,2166667	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	0,05	0,05	1,20	Consumo e Higiene Humana
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	Rio Preto	Captação superficial	-22,14853	-42,8993444	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	14,95	14,95		Geração de Energia
Estadual	Petrópolis	Rio Piabanha	Captação superficial	-22,38547	-43,1346944	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	5,63	5,63	45,04	Extração de areia
Estadual	Petrópolis	Rio Piabanha	Lançamento de efluentes	-22,38547	-43,1346944	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	-	-	42,72	Extração de areia
Estadual	Petrópolis	Rio Palanado	Lançamento de efluentes	-22,51389	-43,1716667	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	1080,00	900,00	25920,00	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	Nascente	Captação superficial	-22,51639	-43,2230278	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	1,50	1,50	7,50	Limpeza de dependências

Jurisdição	Município	Corpo Hídrico	Tipo Intervenção	Latitude	Longitude	Documento	Vazão Máxima (m ³ /h)	Vazão Média (m ³ /h)	Volume diário (m ³)	Finalidade de Uso
Estadual	Petrópolis	Rio da Quitandinha	Lançamento de efluentes	-22,51639	-43,185278	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	9,76	5,40	234,24	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Lançamento de efluentes	-22,51639	-43,121556	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	32,40	18,00	777,60	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	Rio Piabanha	Lançamento de efluentes	-22,40323	-43,135358	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	874,80	576,00	20995,20	Abastecimento Público
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	Córrego Tubatão	Lançamento de efluentes	-22,16106	-42,9520278	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	8,40	8,24	84,00	Uso Industrial
Estadual	Petrópolis	Rio Piabanha	Lançamento de efluentes	-22,3253	-43,132376	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	350,00	60,00	84000,00	Uso Industrial
Estadual	Paraíba do Sul	Rio Fagundes	Captação superficial	-22,29917	-43,1772222	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	21600,00	21600,00	-	Geração de Energia
Estadual	Paraíba do Sul	CÓRREGO DAS PITEIRAS	Captação superficial	-22,21142	-43,1822222	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	120,00	120,00	480,00	Uso Agrícola
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	Rio Preto	Captação superficial	-22,20222	-43,0277778	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	75,00	45,00	180,00	Extração de areia
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	Rio Preto	Lançamento de efluentes	-22,20222	-43,0277778	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos			162,00	Extração de areia
Estadual	Petrópolis	Nascente	Captação superficial	-22,52869	-43,19475	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	0,60	0,40	14,40	Lavagem de veículos
Estadual	Petrópolis	Nascente	Captação superficial	-22,48878	-43,1561111	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	1,00	0,50	24,00	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Areal	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,30633	-43,1645833	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	0,45	0,45	9,00	Consumo e Higiene Humana

Jurisdição	Município	Corpo Hídrico	Tipo Intervenção	Latitude	Longitude	Documento	Vazão Máxima (m ³ /h)	Vazão Média (m ³ /h)	Volume diário (m ³)	Finalidade de Uso
Estadual	Teresópolis	Rio do Imbuí	Captação superficial	-22,40367	-43,0189722	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	54,00	54,00	13296,00	Abastecimento Público
Estadual	Teresópolis	Rio do Imbuí	Captação superficial	-22,46189	-42,968	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	108,00	108,00	2592,00	Abastecimento Público
Estadual	Teresópolis	Rio do Imbuí	Captação superficial	-22,44686	-42,916639	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	36,00	36,00	864,00	Abastecimento Público
Estadual	Teresópolis	Rio do Imbuí	Captação superficial	-22,44186	-42,920528	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	180,00	180,00	4320,00	Abastecimento Público
Estadual	Teresópolis	Rio do Imbuí	Captação superficial	-22,29231	-42,770194	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	27,00	27,00	648,00	Abastecimento Público
Estadual	Teresópolis	Rio do Imbuí	Captação superficial	-22,39842	-42,84525	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	25,20	25,20	604,80	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,48837	-43,175475	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	1,30	1,30	-	Uso Industrial
Estadual	Petrópolis	Rio Piabanha	Lançamento de efluentes	-22,48931	-43,1771111	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	3,04	3,04	-	Uso Industrial
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	Rio Preto	Captação superficial	-22,17042	-42,9569444	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	71,02	42,61	568,16	Extração de areia
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	Rio Preto	Lançamento de efluentes	-22,17042	-42,9569444	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos			306,80	Extração de areia
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Lançamento de efluentes	-22,51389	-43,2133639	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	17,20	17,20	412,80	Uso Industrial
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Lançamento de efluentes	-22,51428	-43,2134444	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	7,69	7,69	92,28	Uso Industrial

Jurisdição	Município	Corpo Hídrico	Tipo Intervenção	Latitude	Longitude	Documento	Vazão Máxima (m³/h)	Vazão Média (m³/h)	Volume diário (m³)	Finalidade de Uso
Estadual	Paraíba do Sul	Rio Fagundes	Captação superficial	-22,29658	-43,18275	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	1,00	1,00	12,00	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,48083	-43,208889	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	1,40	1,40	33,60	Limpeza de dependências
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Lançamento de efluentes	-22,48325	-43,210491	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	1,40	1,35	33,60	Limpeza de dependências
Estadual	Teresópolis	Córrego Sebastiana	Captação superficial	-22,30917	-42,79456	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	288,00	162,00	207360,00	Recreação e esportes
Estadual	Teresópolis	Córrego Sebastiana	Captação superficial	-22,30917	-42,7945556	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	273,00	153,90	196992,00	Recreação e esportes
Estadual	Teresópolis	Córrego Sujo	Lançamento de efluentes	-22,27014	-42,8461611	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	0,80	0,26	6,40	
Estadual	Teresópolis	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,40631	-42,8904722	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	25,00	25,00	500,00	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Petrópolis	Rio Ave Lallemand	Lançamento de efluentes	-22,47886	-43,2734444	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	30,00	30,00	720,00	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	Nascente	Captação superficial	-22,37664	-43,1865556	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	3,40	3,40	-	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Petrópolis	Rio Piabanha	Lançamento de efluentes	-22,46777	-43,1473333	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	1,60	1,60	38,40	
Estadual	Teresópolis	Córrego Caixa de fósforo	Captação superficial	-22,33111	-42,75	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	360,00	180,00	8640,00	Geração de Energia
Estadual	Teresópolis	Córrego Rincão Ana	Captação superficial	-22,29437	-42,886909	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	0,52	0,52	3,12	Criação de Animais

Jurisdição	Município	Corpo Hídrico	Tipo Intervenção	Latitude	Longitude	Documento	Vazão Máxima (m ³ /h)	Vazão Média (m ³ /h)	Volume diário (m ³)	Finalidade de Uso
Estadual	Teresópolis	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,28567	-42,878146	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	0,03	0,03	0,36	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Teresópolis	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,29352	-42,883814	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	0,15	0,15	1,80	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Teresópolis	Córrego Rincão Ana	Captação superficial	-22,29648	-42,886742	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	1,25	1,25	10,00	Uso Industrial
Estadual	Teresópolis	Córrego Rincão Ana	Captação superficial	-22,29949	-42,891334	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	0,28	0,28	2,24	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Teresópolis	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,30051	-42,887806	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	0,00	0,00	0,00	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Teresópolis	CÓRREGO RINCÃO ANA	Captação superficial	-22,29328	-42,887953	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	0,13	0,13	1,56	Criação de Animais
Estadual	Teresópolis	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,32527	-42,775244	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	0,25	0,25	6,00	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Teresópolis	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,32761	-42,7741944	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	0,30	0,30	7,20	Consumo e Higiene Humana
Estadual	Teresópolis	Córrego do Pereira	Captação superficial	-22,19103	-42,8329722	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	142,60	142,60	3422,40	Uso Industrial
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	Rio Preto	Captação superficial	-22,14917	-42,8993889	Certidão Ambiental de Uso Insignificante	1,44	1,44	34,56	Construção Civil
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,22517	-42,9563889	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	50,40	50,40	1209,60	Abastecimento Público
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,22356	-42,958917	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	39,60	39,60	950,40	Abastecimento Público

Jurisdição	Município	Corpo Hídrico	Tipo Intervenção	Latitude	Longitude	Documento	Vazão Máxima (m ³ /h)	Vazão Média (m ³ /h)	Volume diário (m ³)	Finalidade de Uso
Estadual	São José do Vale do Rio Preto	Córrego do Retiro	Captação superficial	-22,21444	-42,9819444	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	6,20	6,10	148,80	Consumo e Higiene Humana
Federal	Petrópolis	Rio do Bonfim	Captação superficial	-22,46322	-43,0970278	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	11,00	5,83	20103,00	Uso Agrícola
Federal	Teresópolis	Rio Paquequer	Captação superficial	-22,43344	-42,9973333	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	21,00	21,00	184223,00	Abastecimento Público
Federal	Teresópolis	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,45108	-43,0013611	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	80,00	80,00	700800,00	Abastecimento Público
Federal	Teresópolis	Rio Paquequer	Captação superficial	-22,45653	-43,0003056	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	4,00	4,00	36792,00	Abastecimento Público
Federal	Teresópolis	Rio Paquequer	Captação superficial	-22,44142	-42,9971111	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	21,00	21,00	184223,00	Abastecimento Público
Federal	Petrópolis	Rio do Bonfim	Captação superficial	-22,46322	-43,0970278	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	4,00	1,92	6721,00	Uso Agrícola
Federal	Petrópolis	Rio Piabanha	Captação superficial	-22,49767	-43,2257778	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	1,00	1,00	8566,00	Uso Industrial
Estadual	Petrópolis	Rio das Araras	Captação superficial	-22,41533	-43,1503333	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	767,60	767,60	18442,40	Abastecimento Público
Estadual	Petrópolis	Córrego sem nome	Captação superficial	-22,4775	-43,148472	Certificado de Reserva de Disponibilidade Hídrica	92,00	92,00	2208,00	Abastecimento Público
Estadual	Teresópolis	Rio Preto	Captação superficial	-22,18971	-42,8918472	Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos	22,55			Geração de Energia