



**Universidade Federal de Itajubá  
Instituto de Ciências Puras e Aplicadas  
Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação  
de Recursos Hídricos -Profágua**

**Eduardo Nogueira Gomes Rios**

**Evolução dos Instrumentos de Gestão dos Recursos Hídricos em Minas Gerais:  
Estudo de Caso das Bacias Hidrográficas dos Rios Paracatu e Piracicaba.**

**Itabira-MG  
Novembro/2024**

**Eduardo Nogueira Gomes Rios**

**Evolução dos Instrumentos de Gestão dos Recursos Hídricos em Minas Gerais: Estudo de Caso das Bacias Hidrográficas dos Rios Paracatu e Piracicaba.**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Curso de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROFÁGUA), na Universidade Federal de Itajubá. Área de concentração: Instrumentos da Política de Recursos Hídricos. Linha de pesquisa: Ferramentas Aplicadas aos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos.

**Orientador:** Prof. Dr. James Lacerda Maia

**Coorientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Karinne Reis Deusdará Leal

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Dr. James Lacerda Maia (Orientador)

Instituto de Ciências Puras e Aplicadas – UNIFEI – Campus Itabira

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eliane Maria Vieira

Instituto de Ciências Puras e Aplicadas – UNIFEI – Campus Itabira

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Liliane Lazzari Albertin

Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus Ilha Solteira

**Itabira – MG**  
**Novembro/2024**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar força quando eu mais precisei, pela tranquilidade para lidar com as adversidades encontradas no caminho e principalmente pelo dom da vida, pois sem isso nada seria possível.

Aos meus pais Ronaldo Gomes Rios e Iara Nogueira Rios, meus sinceros agradecimentos, por tudo que representam na minha vida e pelo incentivo aos estudos, pois a jornada nunca foi fácil. Desde quando eu era criança, caminhavam comigo mais de 14 km por dia, para que eu tivesse a oportunidade de estudar. Agradeço todos bons exemplos que me deram para me tornar a pessoa que sou hoje e chegar onde estou.

Aos meus orientadores, professor Doutor James Lacerda e professora Doutora Karinne Deusdará, pela disponibilidade, apoio, compreensão e pela amizade criada durante a realização deste trabalho. Agradeço a eles pelo aconselhamento assertivo para que minha dissertação pudesse chegar ao fim de forma clara e objetiva.

Ao meu companheiro Alisson Pietro, que foi meu maior incentivador nessa conquista, que seguiu me apoiando com todo amor e carinho, sempre acreditando e me impulsionando a ir cada vez mais longe.

Aos docentes da Universidade Federal de Itajubá, campus Itabira, pelo conhecimento compartilhado durante o curso.

Aos amigos que fiz durante o mestrado, pelas trocas de conhecimento, pelos trabalhos que realizamos juntos, pelo acolhimento, pelos ombros amigos e apoio.

Aos meus irmãos, demais familiares e amigos, por todo amor, carinho, atenção e compreensão pelas ausências em várias datas especiais e pelo apoio que me deram para que essa conquista fosse realizada.

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

*“Só se pode alcançar um grande êxito quando nos mantemos fiéis a nós mesmos.”*

*Friedrich Nietzsche*

## RESUMO

RIOS, Eduardo Nogueira Gomes. Evolução dos Instrumentos de Gestão dos Recursos Hídricos em Minas Gerais: Estudo de Caso das Bacias Hidrográficas dos Rios Paracatu e Piracicaba. 2024. 145f. 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, 2024.

No Brasil, a preocupação com a gestão da água é claramente observada no Estado de Minas Gerais, com forte atuação do órgão gestor dos recursos hídricos, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), juntamente com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) e outras autarquias. A gestão da água no Estado conta com a utilização dos cinco instrumentos de gestão previstos na chamada Lei das Águas: planos de recursos hídricos; enquadramento dos corpos d'água em classes; outorga de direito de uso; cobrança pelo uso de recursos hídricos; sistema de informações. Neste contexto, este trabalho faz uma avaliação da implementação e evolução destes instrumentos em Minas Gerais, com ênfase nas bacias hidrográficas dos rios Paracatu (afluente do Rio São Francisco) e Piracicaba (afluente do Rio Doce), as quais assumem importante papel na economia do Estado, sob predomínio, respectivamente, de atividades agrícolas e minerárias. A metodologia de trabalho contou com a realização de consultas para compreender não somente o processo de implementação e evolução dos instrumentos de gestão, mas também a caracterização das áreas de estudo sob os aspectos fisiográficos, econômicos e outros, para saber como esses fatores podem influenciar na disponibilidade hídrica das bacias. Assim, os resultados obtidos evidenciam o histórico de implementação dos instrumentos nas bacias estudadas e permitem identificar os principais desafios já enfrentados, dentre eles a falta de atualização e acompanhamento do cumprimento das metas estabelecidas nos planos de recursos hídricos e a dificuldade na gestão das outorgas, o que gerou escassez hídrica em algumas regiões. Os resultados permitem identificar os ganhos advindos da implementação do instrumento de cobrança, de maneira que os valores arrecadados auxiliem na proteção da bacia hidrográfica, preservação de nascentes e cursos d'água, além de possibilitar a execução financeira de diversos projetos. Assim, os resultados obtidos neste trabalho permitem concluir que somente a implantação destes instrumentos é insuficiente, sendo necessária uma gestão assertiva, que leve em consideração as especificidades de cada bacia hidrográfica.

**Palavras – Chaves:** Circunscrições hidrográficas. Comitês de Bacias. Recursos Hídricos.

## ABSTRACT

RIOS, Eduardo Nogueira Gomes. Evolution of Water Resources Management Instruments in Minas Gerais: A Case Study of the Paracatu and Piracicaba River Basins. 2024. 145f. 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, 2024.

In Brazil, concern about water management is clearly seen in the state of Minas Gerais, with strong action by the water resources management body, the Minas Gerais Institute for Water Management (IGAM), together with the National Water and Basic Sanitation Agency (ANA), the River Basin Committees (CBHs) and other local authorities. Water management in the state relies on the use of the five management instruments set out in the so-called Water Law: water resources plans; classification of water bodies into classes; granting of rights of use; charging for the use of water resources; and an information system. In this context, this work assesses the implementation and evolution of these instruments in Minas Gerais, with an emphasis on the Paracatu (a tributary of the São Francisco River) and Piracicaba (a tributary of the Doce River) river basins, which play an important role in the state's economy, with agricultural and mining activities predominating, respectively. The work methodology included consultations to understand not only the process of implementation and evolution of the management instruments, but also the characterisation of the study areas in terms of physiographic, economic and other aspects, in order to find out how these factors can influence the water availability of the basins. Thus, the results obtained show the history of the implementation of the instruments in the basins studied and allow us to identify the main challenges already faced, among them the lack of updating and monitoring of the fulfilment of the targets set in the water resources plans and the difficulty in managing grants, which has led to water shortages in some regions. The results make it possible to identify the gains from implementing the charging instrument, so that the amounts collected help to protect the river basin, preserve springs and watercourses, as well as enabling the financial execution of various projects. Thus, the results obtained in this study allow us to conclude that the mere implementation of these instruments is insufficient, and that assertive management is needed that takes into account the specificities of each river basin.

**Keywords:** River basin districts. Basin Committees. Water Resources.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Matriz de funcionamento do SINGREH.....	23
Figura 2 – CBHs instalados até o ano de 2020 sob o domínio estadual (a) e interestadual (b). .....	25
Figura 3 – Composição do SEGRH de MG. ....	26
Figura 4 – Composição dos CBHs. ....	27
Figura 5 – Circunscrições hidrográficas de MG.....	28
Figura 6 - Atuação das entidades equiparadas à agência de bacia nas CHs de MG em 2023..	30
Figura 7 – Inter-relação entre os instrumentos de gestão da PNRH e da Política de Recursos Hídricos do Estado de MG. ....	31
Figura 8 – Situação dos PDRHs em MG em 2023. ....	33
Figura 9 – Situação do enquadramento dos corpos de água em classes em MG em 2023.....	36
Figura 10 - Quantidade de portarias de outorgas superficiais e subterrâneas deferidas por ano em MG.....	37
Figura 11 – Percentual dos volumes regularizados em MG de acordo com a modalidade de regularização.....	38
Figura 12 – Percentual dos volumes demandas em MG para as finalidades predominantes...39	
Figura 13 – Áreas de conflito pelo uso dos recursos hídricos superficiais até 2024.....	40
Figura 14 – Áreas de conflito pelo uso dos recursos hídricos subterrâneos até setembro de 2024. .....	41
Figura 15 – Situação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos em MG em 2023. ....	42
Figura 16 – Valores arrecadados com a cobrança pelo uso da água nas bacias hidrográficas mineiras. ....	43
Figura 17 – Arrecadações, repasses e desembolsos do instrumento de cobrança em MG até o ano de 2021.....	44
Figura 18 – Sistemas de informação vigentes e previstos no ano de 2018. ....	46
Figura 19 – Fluxograma dos materiais e métodos.....	49
Figura 20 – Localização das bacias hidrográficas do rio Piracicaba (DO2) e do rio Paracatu (SF7). ....	56
Figura 21 – Municípios pertencentes à bacia hidrográfica do rio Paracatu.....	57
Figura 22 - Municípios pertencentes à bacia hidrográfica do rio Piracicaba. ....	58
Figura 23 – Principais rios e ribeirões da bacia hidrográfica do rio Paracatu. ....	59
Figura 24 - Principais rios, ribeirões e córregos da bacia hidrográfica do rio Piracicaba. ....	60

Figura 25 – Climas predominantes na bacia hidrográfica do rio Paracatu de acordo com a Classificação Climática de Köppen.....	62
Figura 26 – Climas predominantes na bacia hidrográfica do rio Piracicaba de acordo com a Classificação Climática de Köppen.....	63
Figura 27 – Bioma predominante na bacia hidrográfica do rio Paracatu.....	66
Figura 28 - Biomas predominantes na bacia hidrográfica do rio Piracicaba.....	67
Figura 29 – Principais solos encontrados na SF7 e DO2: (a) Argissolo; (b) Cambissolo; (c) Gleissolo; (d) Latossolo; (e) Neossolo.....	67
Figura 30 – Principais solos encontrados na bacia hidrográfica do rio Paracatu.....	70
Figura 31 - Principais solos encontrados na bacia hidrográfica do rio Piracicaba.....	71
Figura 32 – Principais domínios hidrogeológicos da bacia hidrográfica do rio Paracatu.....	73
Figura 33 – Principais domínios hidrogeológicos da bacia hidrográfica do rio Piracicaba.....	74
Figura 34 – Uso e cobertura da terra para o ano de 1985 na bacia hidrográfica do rio Paracatu.....	76
Figura 35 – Uso e cobertura da terra para o ano de 2021 na bacia hidrográfica do rio Paracatu.....	77
Figura 36 – Uso e cobertura da terra para o ano de 1985 na bacia hidrográfica do rio Piracicaba.....	79
Figura 37 – Uso e cobertura da terra para o ano de 2021 na bacia hidrográfica do rio Piracicaba.....	80
Figura 38 – Áreas com maior susceptibilidade às atividades de mineração na SF7 em 2023.....	84
Figura 39 – Áreas de mineração na bacia hidrográfica do Rio Paracatu.....	85
Figura 40 - Áreas com maior susceptibilidade às atividades de mineração na DO2 em 2023.....	89
Figura 41 – Áreas de mineração na bacia hidrográfica do Rio Piracicaba.....	89
Figura 42 – Projeções de demanda no cenário tendencial para algumas finalidades de uso até 2030.....	96
Figura 43 – Classes de enquadramento da DO2, de acordo com a DN CERH-MG nº 89/2023.....	107
Figura 44 – Quantitativo das outorgas vigentes em dezembro de 2023 na SF7 por modo de uso.....	109
Figura 45 – Quantitativo das outorgas vigentes em dezembro de 2023 na SF7 por finalidades.....	110
Figura 46 – Quantitativo das outorgas vigentes em dezembro de 2023 na DO2 por modo de uso.....	113

Figura 47 – Quantitativo das outorgas vigentes em dezembro de 2023 na DO2 por finalidades. .....	114
Figura 48 – Fluxograma da cobrança de acordo com o Decreto 44.046/2005 .....	115
Figura 49 – Valores anuais cobrados (laranja) e arrecadados (azul) na DO2 entre 2012 e 2022. .....	122
Figura 50 – Captura da tela principal do site do CBH Piracicaba. ....	123
Figura 51 – Site do CBH do rio Paracatu junto ao Portal dos Comitês do Igam. ....	124
Figura 52 – Site do CBH do rio Piracicaba junto ao Portal dos Comitês do Igam. ....	125
Figura 53 – Proporção entre o número de outorgas superficiais e subterrâneas vigentes em dezembro de 2023 nas bacias hidrográficas dos rios Paracatu (a) e Piracicaba (b). ....	129
Figura 54 – Proporção entre os usos consuntivos e não consuntivos das outorgas vigentes em dezembro de 2023 nas bacias hidrográficas dos rios Paracatu (a) e Piracicaba (b). ....	130

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Usos e cobertura da terra para a bacia hidrográfica do rio Paracatu – SF7.....	78
Tabela 2 – Usos e cobertura da terra para a bacia hidrográfica do rio Piracicaba – DO2.....	80
Tabela 3 – Produção agrícola municipal da SF7 no ano de 2022.....	82
Tabela 4 – Pecuária municipal da SF7 no ano de 2021.....	82
Tabela 5 – Produção agrícola municipal da DO2 no ano de 2022. ....	87
Tabela 6 – Pecuária municipal da DO2 no ano de 2021. ....	88

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Destinação das Classes de enquadramento de MG. ....	35
Quadro 2 – Modos de uso dos recursos hídricos outorgáveis e autorizável.....	53
Quadro 3 – Principais finalidades de uso dos recursos hídricos passíveis de outorga. ....	54
Quadro 4 – Descrição das classes de uso e cobertura da terra das áreas de estudo.....	74
Quadro 5 – Classificação sugerida pela comunidade local. ....	102
Quadro 6 – Classificação sugerida pela comunidade local para o enquadramento prospectivo. .....	103
Quadro 7 – Vazões superficiais e subterrâneas outorgadas anualmente, vigentes em dezembro de 2023. ....	128
Quadro 8 – Breve histórico e situação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos na SF7 e DO2 até maio de 2024. ....	133

## 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
ANM	Agência Nacional de Mineração
APP	Área de Preservação Permanente
CBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
CEEIVASF	Comitê Executivo de Estudos Integrados do Vale do São Francisco
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CH	Circunscrição Hidrográfica
CNARH	Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPAM	Conselho Estadual de Política Ambiental
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
CT	Contaminação por Tóxicos
CTOC	Câmara Técnica de Outorga e Cobrança
DAC	Declaração de Área de Conflito
DAE/MG	Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de Minas Gerais
DAURH	Declaração Anual de Uso de Recursos Hídricos de Minas Gerais
DBO	Demanda Bioquímica por Oxigênio
DN	Deliberação Normativa
DNAEE	Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
DO2	Circunscrição Hidrográfica do Rio Piracicaba
DRH-MG	Departamento de Recursos Hídricos de Minas Gerais
EUA	Estados Unidos da América
FEAM	Fundação Estadual de Meio Ambiente
GTIRH	Gerência de Tecnologia da Informação sobre Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBIO	Instituto BioAtlântico
IDE	Infraestrutura de Dados Espaciais
IEF	Instituto Estadual de Florestas
IEMA	Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo

IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
InfoHidro	Sistema Estadual de Informação sobre Recursos Hídricos
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
IPEF	Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais
LAS	Licença Ambiental Simplificada
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
MIRA	Monitoramento Remoto Integrado das Águas
MG	Minas Gerais
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NASA	Agência Espacial Norte-Americana
ONG	Organização Não Governamental
PAD	Programa Água Doce
PARH	Plano de Ação de Recursos Hídricos
PBHSF	Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
PDRH	Plano Diretor de Recursos Hídricos
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
PIRH	Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PPA	Plano Plurianual de Aplicação
PPU	Preço Público Unitário
PROFÁGUA	Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos
SADE	Sistema de Administração de Dados Espaciais
SCQA	Sistema de Cálculo de Qualidade da Água
SEGRH	Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SEI	Sistema Eletrônico de Informação
SEIRH	Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos
Sema	Secretaria Especial de Meio Ambiente
SEMAD	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
SF7	Circunscrição Hidrográfica do Rio Paracatu
Siam	Sistema Integrado de Informações Ambientais

SIG	Sistema de Informações Geográficas
SIGBA	Sistema de Gestão de Barragens
SIMGE	Sistema de Meteorologia e recursos Hídricos de Minas Gerais
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SISCAD	Sistema de Cadastro de Usuários
SISCOB	Sistema de cobrança pelo uso da Água
SISEMA	Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
SNISB	Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens
SNSH	Secretaria Nacional de Segurança Hídrica
SOUT	Sistema de Outorga
SRC	Sistema de Referência de Coordenadas
SRH	Secretaria de Recursos Hídricos
SUPRAM	Superintendência Regional de Meio Ambiente
TIAA	<i>Teachers Insurance and Annuity Association</i>
UEG	Unidade Estratégica de Gestão
UNIFEI	Universidade Federal de Itajubá
UPGRH	Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos
URGA-AP	Unidade Regional de Gestão das Águas Alto Paranaíba
URGA-ASF	Unidade Regional de Gestão das Águas Alto São Francisco
URGA-CM	Unidade Regional de Gestão das Águas Central Metropolitana
URGA-JEQ	Unidade Regional de Gestão das Águas Jequitinhonha
URGA-LM	Unidade Regional de Gestão das Águas Leste de Minas
URGA-NM	Unidade Regional de Gestão das Águas Norte de Minas
URGA-NOR	Unidade Regional de Gestão das Águas Noroeste de Minas
URGA-SM	Unidade Regional de Gestão das Águas Sul de Minas
URGA-TM	Unidade Regional de Gestão das Águas Triângulo Mineiro
URGA-ZM	Unidade Regional de Gestão das Águas Zona da Mata

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	17
2	OBJETIVOS.....	20
	2.1 Objetivo Geral .....	20
	2.2 Objetivos Específicos .....	20
3	REFERENCIAL TEÓRICO .....	21
	3.1 Origem e atores da gestão dos recursos hídricos no Brasil .....	21
	3.2 Estrutura e atores da gestão de recursos hídricos em MG.....	25
	3.3 Panorama geral dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos .....	30
	3.3.1 Plano de recursos hídricos .....	31
	3.3.2 Enquadramento dos corpos d'água em classes segundo os usos preponderantes .....	33
	3.3.3 Outorga de direito de uso dos recursos hídricos .....	36
	3.3.4 Cobrança pelo uso da água .....	41
	3.3.5 Sistema de informações sobre recursos hídricos .....	44
4	MATERIAIS E MÉTODOS .....	49
	4.1 Confeção dos mapas de caracterização da área de estudo e quantificação das classes .....	49
	4.2 Grau de implementação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos .....	52
	4.2.1 Planos diretores e enquadramento dos corpos d'água em classes .....	52
	4.2.2 Outorgas de direito de uso dos recursos hídricos .....	52
	4.2.3 Cobrança pelo uso dos recursos hídricos .....	54
	4.2.4 Sistemas de informações sobre recursos hídricos.....	55
	4.3 Análise comparativa entre a gestão dos recursos hídricos nas bacias analisadas .....	55
5	CARACTERIZAÇÃO DOS MEIOS FÍSICO, BIÓTICO E CENÁRIO SOCIOECONÔMICO .....	56
	5.1 Características gerais .....	56

5.1.1	Abrangência da bacia hidrográfica do rio Paracatu – SF7 .....	56
5.1.2	Abrangência da bacia hidrográfica do rio Piracicaba – DO2 .....	57
5.2	Hidrografia .....	58
5.2.1	Hidrografia principal da bacia hidrográfica do rio Paracatu – SF7 .....	58
5.2.2	Hidrografia principal da bacia hidrográfica do rio Piracicaba – DO2 .....	59
5.3	Classificação climática .....	60
5.3.1	Climas da bacia hidrográfica do rio Paracatu – SF7 .....	61
5.3.2	Climas da bacia hidrográfica do rio Piracicaba – DO2 .....	62
5.4	Biomias .....	63
5.4.1	Bioma da bacia hidrográfica do rio Paracatu – SF7 .....	65
5.4.2	Biomias da bacia hidrográfica do rio Piracicaba – DO2 .....	66
5.5	Solos .....	67
5.5.1	Solos da bacia hidrográfica do rio Paracatu – SF7 .....	69
5.5.2	Solos da bacia hidrográfica do rio Piracicaba – DO2 .....	70
5.6	Hidrogeologia – principais aquíferos .....	71
5.6.1	Hidrogeologia da bacia hidrográfica do rio Paracatu – SF7 .....	72
5.6.2	Hidrogeologia da bacia hidrográfica do rio Piracicaba – DO2 .....	73
5.7	Uso e cobertura da terra .....	74
5.7.1	Usos e coberturas da bacia hidrográfica do rio Paracatu – SF7 .....	76
5.7.2	Usos e coberturas da bacia hidrográfica do rio Piracicaba – DO2 .....	78
5.8	Aspectos econômicos .....	81
5.8.1	Economia da bacia hidrográfica do rio Paracatu – SF7 .....	81
5.8.2	Economia da bacia hidrográfica do rio Piracicaba – DO2 .....	85
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	90
6.1	Implementação e evolução dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas estudadas .....	91
6.2	Planejamento dos recursos hídricos .....	91
6.2.1	Planejamento - Bacia hidrográfica do rio Paracatu .....	91

6.2.2	Planejamento - Bacia hidrográfica do rio Piracicaba.....	95
6.3	Enquadramento dos corpos d'água em classes segundo os usos preponderantes	99
6.3.1	Enquadramento - Bacia hidrográfica do rio Paracatu .....	99
6.3.2	Enquadramento - Bacia hidrográfica do rio Piracicaba .....	104
6.4	Outorga de direito de uso dos recursos hídricos .....	107
6.4.1	Outorga - Bacia hidrográfica do rio Paracatu.....	108
6.4.2	Outorga - Bacia hidrográfica do rio Piracicaba.....	111
6.5	Cobrança pelo uso dos recursos hídricos .....	115
6.5.1	Cobrança - Bacia hidrográfica do rio Paracatu .....	116
6.5.2	Cobrança - Bacia hidrográfica do rio Piracicaba .....	120
6.6	Sistemas de informação sobre recursos hídricos – Federal e Estadual.....	122
6.7	Comparação entre a gestão dos recursos hídricos nas bacias estudadas.....	125
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	134
	REFERÊNCIAS .....	139

# 1 INTRODUÇÃO

A gestão das águas é importante a nível mundial e tem como principal objetivo garantir o acesso à água em quantidade e qualidade para a sociedade, animais e plantas, assim como garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos existentes para as gerações futuras. A água é um bem natural que possui valor e desempenha importante função nas atividades industriais, na agricultura, na geração de energia, preserva a saúde dos seres vivos de todo o planeta, entre vários outros aspectos importantes. A gestão efetiva da água abrange processos de planejamento, desenvolvimento, distribuição, gerenciamento e proteção aos recursos hídricos disponíveis em uma determinada área, sob um modelo de gestão participativa, com diversos representantes da sociedade civil. Isso inclui a gestão de rios, lagos, aquíferos subterrâneos, assim como outros corpos d'água.

No Brasil um marco importante na consolidação da gestão dos recursos hídricos se deu em 8 de janeiro de 1997, quando foi sancionada a Lei nº 9.433, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) mais conhecida como Lei das Águas. Esta lei é caracterizada por conceitos inovadores, cujo entendimento e divulgação fortalecem e consolidam a gestão dos recursos hídricos. Esta lei é conhecida pelo seu caráter descentralizador, por criar um sistema nacional que integra União e Estados, e participativo, com a instalação de Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) que une poder público, usuários e sociedade civil na tomada de decisões e gestão de recursos hídricos (ANA, 2023). Além disso, nesta lei foi implantado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), previsto na Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), que atribui à União a competência de instituí-lo. O SINGREH é um conjunto de órgãos e colegiados com o objetivo de coordenar a gestão integrada dos recursos hídricos, implementar a PNRH, dentre outros.

Em 17 de julho de 2000 foi criada a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), com base na Lei nº 9.984, apoiada no Decreto nº 3.692/2000 e modificada pela Lei nº 14.026/2020. A missão atribuída à ANA, de implementar a PNRH em sua esfera de atribuições, é algo extremamente desafiador. Esta missão vem sendo realizada e aprimorada gradativamente, graças à gestão estabelecida pelo SINGREH e dos cinco instrumentos para gestão dos recursos hídricos, previstos na Lei das Águas.

Os cinco instrumentos utilizados para a gestão dos recursos hídricos no Brasil são, segundo a Lei 9.433/97, os planos de recursos hídricos, o enquadramento dos corpos d'água em classes, a outorga de direito de uso da água, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos e o sistema de informações.

Os planos de recursos hídricos buscam garantir a água em quantidade e qualidade em seus usos múltiplos, além da sustentabilidade ambiental e segurança hídrica. O enquadramento dos corpos d'água em classes estabelece metas ou objetivos de qualidade da água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos a alcançar ou serem mantidos ao longo do tempo (popularmente entendido como “o rio que temos, o rio que queremos e o rio que podemos ter”). A outorga de direito de uso dos recursos hídricos permite o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e possibilita uma distribuição mais justa e equilibrada desse recurso. A cobrança pelo uso de recursos hídricos tem como objetivos fornecer ao usuário uma indicação do valor real da água, incentivar o seu uso racional e obter recursos financeiros para recuperação das bacias hidrográficas do País. Por fim, o sistema de informações sobre recursos hídricos integra informações a partir de bancos de dados estaduais e nacionais, com vistas à coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos.

A principal relevância deste trabalho se dá pelo fato destes instrumentos encontrarem-se em fase de implementação e adaptação em determinadas bacias hidrográficas, inclusive na bacia do rio Piracicaba, que corresponde a uma sub-bacia da bacia hidrográfica do rio Doce e na bacia do Paracatu, que corresponde a uma sub-bacia da bacia hidrográfica do rio São Francisco, ambas localizadas no estado de Minas Gerais (MG).

A escolha destas duas bacias hidrográficas como foco principal deste estudo se deu em função destas bacias abrangerem importantes regiões no Estado de MG, voltadas a atividades em diferentes seguimentos socioeconômicos. A bacia do rio Piracicaba engloba uma importante região onde a mineração possui grande atuação, enquanto a bacia do rio Paracatu é caracterizada pela forte presença da agricultura e engloba municípios líderes de produção de grãos no Estado. Esta grande diferença entre as principais atividades desenvolvidas nos municípios que compõem as bacias implica em demandas hídricas completamente distintas, com a utilização de volumes de água extremamente elevados na bacia do rio Paracatu, diante da forte presença do setor agrícola.

Para que a atual e as futuras gerações tenham acesso à água em condições adequadas para o consumo, é necessário que medidas sejam tomadas para assegurar a permanência da água, sob um gerenciamento capaz de garantir a perenidade dos recursos hídricos. Para tal, torna-se evidente a importância não somente da implementação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos em cada bacia, como também o acompanhamento de sua efetividade.

As bacias hidrográficas dos rios Piracicaba e Paracatu apresentam particularidades em relação aos aspectos fisiográficos e especificidades em seus modelos de gestão. Estas

particularidades se dão em função de suas configurações geográficas, aspectos socioeconômicos, disponibilidades hídricas, ocupações populacionais em meios urbanos e rurais, condições de saneamento, atividades industriais predominantes, entre outros. Todos estes aspectos devem ser levados em consideração na discussão e definição como cada instrumento de gestão se aplica a cada bacia.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral deste trabalho é realizar uma comparação entre a gestão dos recursos hídricos nas Bacias Hidrográficas dos Rios Paracatu (afluente do Rio São Francisco) e Piracicaba (afluente do Rio Doce) – MG, no âmbito da implantação e evolução dos instrumentos de gestão.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Avaliar a gestão dos recursos hídricos nas bacias analisadas, com ênfase em seus planos diretores e no instrumento de enquadramento dos corpos d'água;
- Analisar as principais demandas hídricas superficiais e subterrâneas das bacias hidrográficas estudadas, a partir das outorgas estaduais e federais deferidas;
- Comparar a implementação da cobrança pelo uso da água nas bacias estudadas e apontar projetos custeados pelo capital arrecadado;
- Diagnosticar os sistemas de informações sobre os recursos hídricos implementados e em fase de implementação;
- Integrar os dados analisados e comparar os modelos de gestão aplicados às duas bacias estudadas.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Origem e atores da gestão dos recursos hídricos no Brasil

O modelo de gestão dos recursos hídricos no Brasil se assemelha ao modelo francês, sendo considerado por alguns autores como grande inspiração para o modelo de gestão instituído no Brasil, tanto em relação aos conceitos quanto aos princípios. Segundo Braga e Ferrão (2015), o Brasil se inspirou no modelo francês de gestão dos recursos hídricos para institucionalização de aparatos gestores e também na formulação da PNRH. Estes autores explicam que, na França, a Comissão Local de Água (CLE) conta com a importante participação dos comitês de bacia, além de oportunizar a participação dos municípios no processo de tomada de decisão, especialmente no âmbito dos investimentos em saneamento. Explicam ainda que esta seria a principal diferença entre o modelo de gestão Francês e Brasileiro, pois no Brasil não existe a instância de uma comissão local de água, e os municípios se envolvem muito pouco com os comitês de bacia.

Martins (2008) explica que, na França, a gestão dos recursos hídricos ocorre por meio de planos diretores, equivalentes aos planos de bacia hidrográfica do Brasil, denominados Planos Diretores para Desenvolvimento e Gestão de Água. O autor explica que se trabalha na escala das grandes bacias hidrográficas e de Esquemas de Desenvolvimento e Gestão de Água, na escala das sub-bacias, que contam com o apoio das já mencionadas Comissões Locais de Água. No Brasil, a legislação estabelece que os planos de recursos hídricos devem ser elaborados no âmbito nacional, estadual e de bacia hidrográfica (Martins, 2008).

No Brasil a gestão das águas ainda carece de uma melhor organização, dado o reduzido número de comitês de bacia bem estruturados e as dificuldades enfrentadas na instituição da cobrança pelo uso da água (Braga e Ferrão, 2015). Observa-se que na gestão francesa são essas as principais características que permitem otimizar a administração. Estes autores evidenciam a necessidade de se buscar mecanismos de adaptação à cultura vigente no Brasil, para que os comitês possam se organizar tecnicamente com maior agilidade, considerando as especificidades locais.

Segundo Borsoi e Torres (1997), na década de 30 ocorreu a primeira experiência de gestão dos recursos hídricos no Brasil, sob a vinculação dos usos da água ao Ministério da Agricultura. Em 1933 foi criado o Serviço de Águas e em 1934 este serviço foi colocado sob a responsabilidade da Agência Nacional de Mineração (ANM), ocasião em que foi publicado o Código de Águas. Décadas depois, em 1961, a ANM sobreveio a compor o Ministério das Minas e Energia, sob atuação preferencialmente junto ao setor elétrico. Em seguida, no ano de

1968, o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) evidenciou a grande importância do aproveitamento das águas superficiais no setor hidrelétrico, com vistas ao desenvolvimento econômico do país (Borsoi e Torres, 1997).

Em reflexo da Conferência Mundial do Meio Ambiente de Estocolmo, realizada em 1972, instituiu-se a Secretaria Especial de Meio Ambiente (Sema), ligada ao Ministério do Interior. Esta secretaria passou a atuar na classificação das águas interiores e a realizar estudos sobre os usos múltiplos da água, sob a ótica das bacias hidrográficas, passando a exigir que fosse realizado o tratamento de efluentes líquidos (Borsoi e Torres, 1997).

De acordo com Reis *et al.* (2013), a gestão dos recursos hídricos no Brasil evoluiu expressivamente após a criação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), em 1981. Este conselho trata-se de um órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA). Um importante avanço foi observado no ano de 1986, diante da atuação do Conama, após a classificação das águas doce, salinas e salobras em nove classes, segundo seus usos preponderantes (Reis *et al.*, 2013).

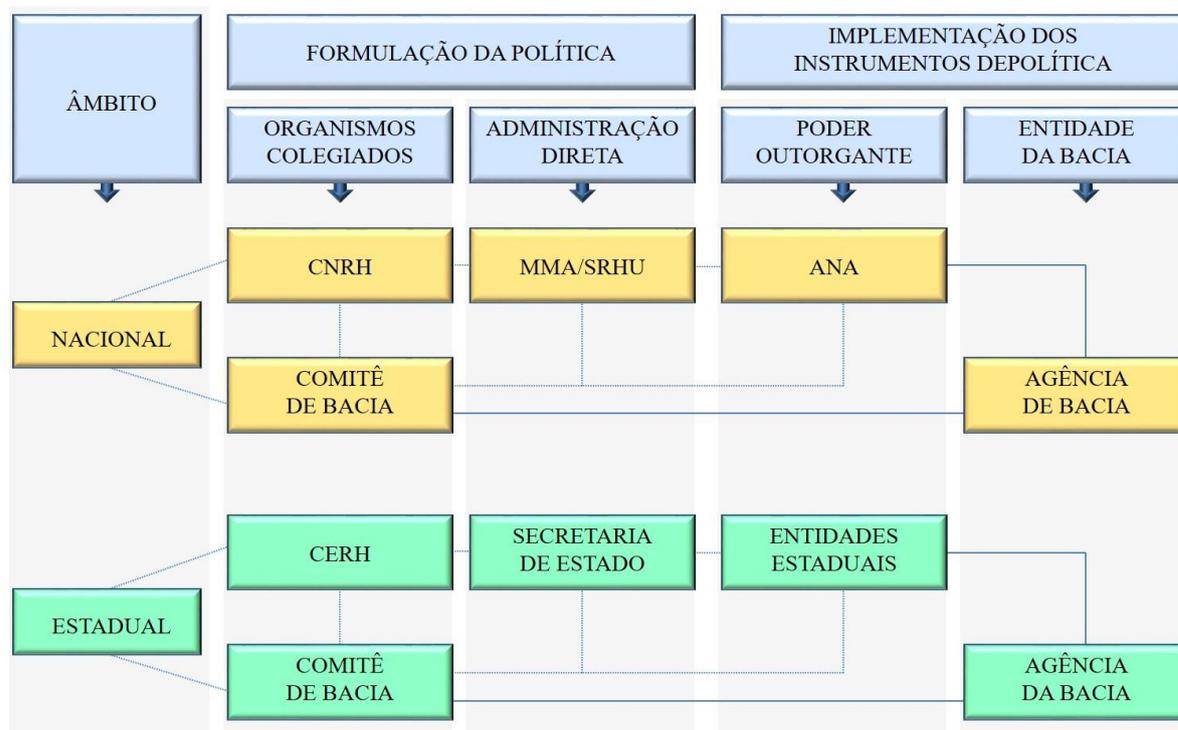
Seguindo com o aprimoramento do modelo brasileiro de gestão dos recursos hídricos, em 1992 foi publicada a Declaração de Dublin, direcionada a todos os líderes mundiais que se reuniram na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro. Esta declaração reforçou o comprometimento político dos governantes e da sociedade, com vistas ao desenvolvimento no âmbito da gestão dos recursos hídricos, frente aos desafios decorrentes do desenvolvimento urbano e econômico (Andrade, 2019).

Em janeiro de 1997 houve um grande marco na gestão dos recursos hídricos no Brasil, após entrar em vigor a Lei 9.433, que estabeleceu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, conhecida como Lei das Águas por sua ampla abrangência sobre os recursos hídricos. Apoiado na Lei supracitada, foi estabelecido o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SINGREH). Esta lei resultou de grandes debates dos setores privados, públicos e Organizações Não Governamentais (ONGs), que tratam a água como um bem público e um recurso natural, dotado de valor econômico, cuja utilização junto aos diversos setores da sociedade deve ocorrer sob uma gestão integrada (Reis *et al.*, 2013). Segundo os autores, esta gestão integrada objetiva assegurar a permanência da disponibilidade da água para as gerações futuras, com foco no uso controlado e racional, preservando-se e adequando-se às condições adversas decorrentes de eventos hidrológicos críticos.

O SINGREH corresponde à principal autarquia de governança instituída no Brasil para a gestão dos recursos hídricos, cuja matriz e funcionamento podem ser observados na Figura 1.

Esta autarquia é constituída por um conjunto de mecanismos jurídico-administrativos, que inclui leis e instituições, entre outros instrumentos de gestão, com a função de implantar a PNRH, que caracterizam um suporte técnico e institucional para o gerenciamento de recursos hídricos no Brasil. O SINGREH é constituído pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), pela Secretaria Nacional de Segurança Hídrica (SNSH) vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), pela ANA, pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERHs), pelos órgãos gestores estaduais de recursos hídricos, pelos comitês de bacias hidrográficas (interestaduais e estaduais) e pelas agências de água, por sua vez vinculadas aos CBHs (Reis *et al.*, 2013).

Figura 1 – Matriz de funcionamento do SINGREH



Fonte: ANA (2024).

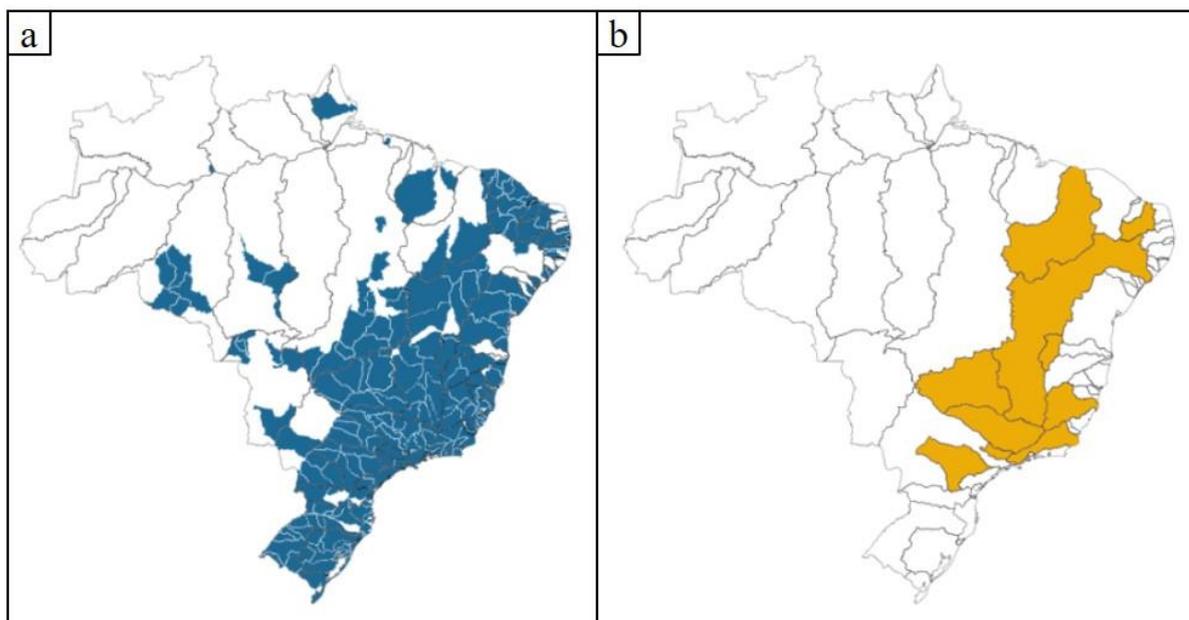
O CNRH tem por função promover e articular o planejamento de recursos hídricos, sob a execução de planejamentos a nível nacional, estadual e regional. O CNRH, entre suas atribuições, gerencia possíveis conflitos entre os CERHs, estabelece critérios gerais para a regularização por meio de outorga de direito de uso dos recursos hídricos, analisa propostas de alteração da legislação pertinente aos recursos hídricos e elabora diretrizes complementares para a instituição da PNRH (ANA, 2020c). Segundo este autor, o CNRH é um órgão colegiado, consultivo, normativo e deliberativo, composto por representantes dos setores, usuários de água, governo e sociedade civil organizada.

Os CBHs são organizações colegiadas existentes no Brasil desde 1988, que contam com uma composição diversificada e democrática, formada por representantes dos governos da União, Distrito Federal, Estados, Municípios, entidades civis de recursos hídricos e dos diversos setores de usuários das águas das bacias hidrográficas. Os CBHs correspondem a órgãos regionais de caráter deliberativo e normativo, que constituem o fórum de decisão das ações a serem implantadas na área de abrangência da bacia (Reis *et al.*, 2013). Entre as atribuições dos CBHs está o dever de proporcionar o debate sobre questões relacionadas aos recursos hídricos e articular a atuação das entidades envolvidas, bem como ratificar contratos e convênios relacionados ao seu Plano de Bacia Hidrográfica. Além disso, os CBHs se responsabilizam pela aprovação dos Planos de Recursos Hídricos das Bacias e acompanham sua execução. Adicionalmente, os comitês arbitram possíveis conflitos relacionados ao uso das águas em suas respectivas bacias, estabelecem os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerem os valores a serem praticados sob aplicação do instrumento de cobrança pelo uso dos recursos hídricos (ANA, 2020c).

A Secretaria de Recursos Hídricos (SRH), subordinada ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), tem por função formular a PNRH em conjunto com o CNRH, além de coordenar o Plano Nacional de Recursos Hídricos. A ANA, criada em 17 de julho de 2000 a partir da Lei nº 9.984, vinculada ao MMA, tem como função implementar os instrumentos da PNRH, criar condições técnicas para implementar a Lei das Águas, regulamentar o uso de recursos hídricos e promover a gestão descentralizada e participativa (Reis *et al.*, 2013). Além disso, a ANA presta serviços públicos de irrigação e adução de água bruta, apoia ações vinculadas à segurança de barragens e auxilia na instituição de normas para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico. Por outro lado, as Agências de Bacia atuam como secretaria executiva dos Comitês, oferecendo suporte administrativo, técnico e financeiro para implementar suas decisões (ANA, 2020c).

As políticas estaduais de Recursos Hídricos foram intensificadas após a criação da Lei nº 9.433/97 e, desde então, todos os estados brasileiros criaram suas leis que apoiam a gestão dos recursos hídricos, de acordo com as especificidades de cada Estado (Reis *et al.*, 2013). Os CBHs instalados em rios de domínio estadual, até o ano de 2020, chegaram ao total de 228 (Figura 2a). Já os Comitês Interestaduais, para o mesmo ano, chegaram ao total de 10, conforme observa-se na Figura 2b.

Figura 2 – CBHs instalados até o ano de 2020 sob o domínio estadual (a) e interestadual (b).



Fonte: Adaptado de ANA (2022).

Diante da criação e atuação do SINGREH e da Lei das Águas, observam-se importantes avanços no âmbito da governança das águas, com forte tendência a um modelo de gestão descentralizada e participativa.

### 3.2 Estrutura e atores da gestão de recursos hídricos em MG

A Constituição Federal de 1988 e as Constituições Estaduais de 1989 possibilitaram que os estados elaborassem suas próprias legislações no âmbito dos recursos hídricos. Em MG foi sancionada, em junho de 1994, a Lei nº 11.504 sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos. Entretanto, após a sanção da lei federal nº 9.433/97, a Lei estadual mineira nº 11.504/94 ficou defasada, sendo posteriormente revogada pela Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999, a qual dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH).

A Lei nº 13.199/99 configura o SEGRH-MG (Figura 3), e seus integrantes: o CERH-MG, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), os CBHs, órgãos e entidades dos poderes estadual e municipal e as agências de bacias hidrográficas.

Figura 3 – Composição do SEGRH de MG.



Fonte: Adaptado de Igam (2023b).

O Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) e os CBHs constituem colegiados compostos por diversos representantes de usuários de água, sociedade civil e poderes públicos. Estas autarquias atuam nas tomadas de decisões de forma negociada, sob a responsabilidade de formular políticas de recursos hídricos, arbitrar conflitos pelos usos múltiplos da água em instância administrativa, exercer o controle social, acompanhar a execução da política pública das águas, dentre outras competências (Igam, 2022).

Segundo Igam (2023b), o CERH é um órgão deliberativo e normativo central, responsável pela tomada de decisões coletivas negociadas e pela criação de normas com aplicação para todo o estado. Segundo este autor, as Unidades Regionais de Gestão das Águas (URGAs) encontram-se estrategicamente divididas pelo Estado de MG, sendo elas: Central Metropolitana – URGA CM; Alto São Francisco – URGA ASF; Jequitinhonha – URGA JEQ; Leste de Minas – URGA LM; Noroeste de Minas – URGA NOR; Norte de Minas - URGA NM;

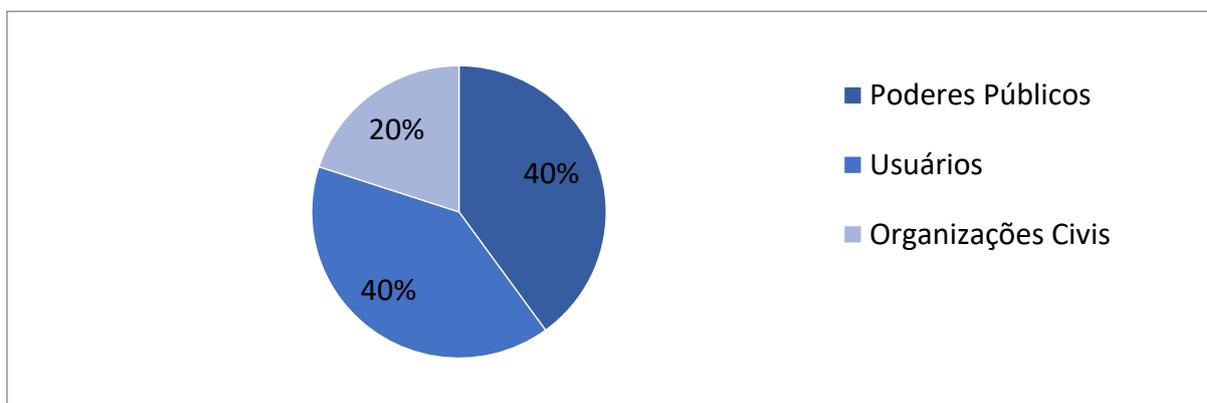
Sul de Minas – URGA SM; Triângulo Mineiro – URGA TM; Alto Paranaíba - URGA AP; Zona da Mata – URGA ZM.

A Semad é o órgão central coordenador, responsável por formular e executar as políticas ambientais e de recursos hídricos, além de acompanhar e avaliar o desempenho do SEGRH (Igam, 2023b). O Igam, por sua vez, é a entidade gestora do sistema, responsável por implementar a política de recursos hídricos e coordenar as ações do SEGRH, além de prestar apoio técnico a todos os entes do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sisema).

Os CBHs, em resumo, são órgãos deliberativos e normativos na sua área territorial de atuação, responsáveis pela criação de normas para sua área de atuação, sem prejuízo às normas gerais, além de deliberarem e acompanharem a execução da política de recursos hídricos (Igam, 2023b). Os Comitês exercem importante papel nas tomadas de decisão necessárias à mitigação dos conflitos, ao permitirem a conciliação dos diferentes interesses e a construção coletiva das soluções. De acordo com Felicidade *et al.*, (2003), a criação dos CBHs favorece a participação do setor público, dos usuários das águas e da comunidade em geral nas tomadas de decisões e no estabelecimento de prioridades no ato de gestão dos recursos hídricos. Segundo Magalhães JR (2012), esta interação, além de incentivar discussões acerca dos usos múltiplos da água, reúne interesses políticos e socioeconômicos das bacias hidrográficas.

De acordo com a Resolução CNRH nº 5/2000, os CBHs devem possuir representantes da sociedade civil, usuários dos recursos hídricos e membros do poder público, conforme indicado na Figura 4. De acordo com esta Resolução, os representantes do poder público devem ser constituídos por entidades dos governos municipais, estaduais e da União, quando cabível. Assim, os representantes da sociedade civil devem incluir organizações ou entidades que representem os interesses da comunidade local.

Figura 4 – Composição dos CBHs.

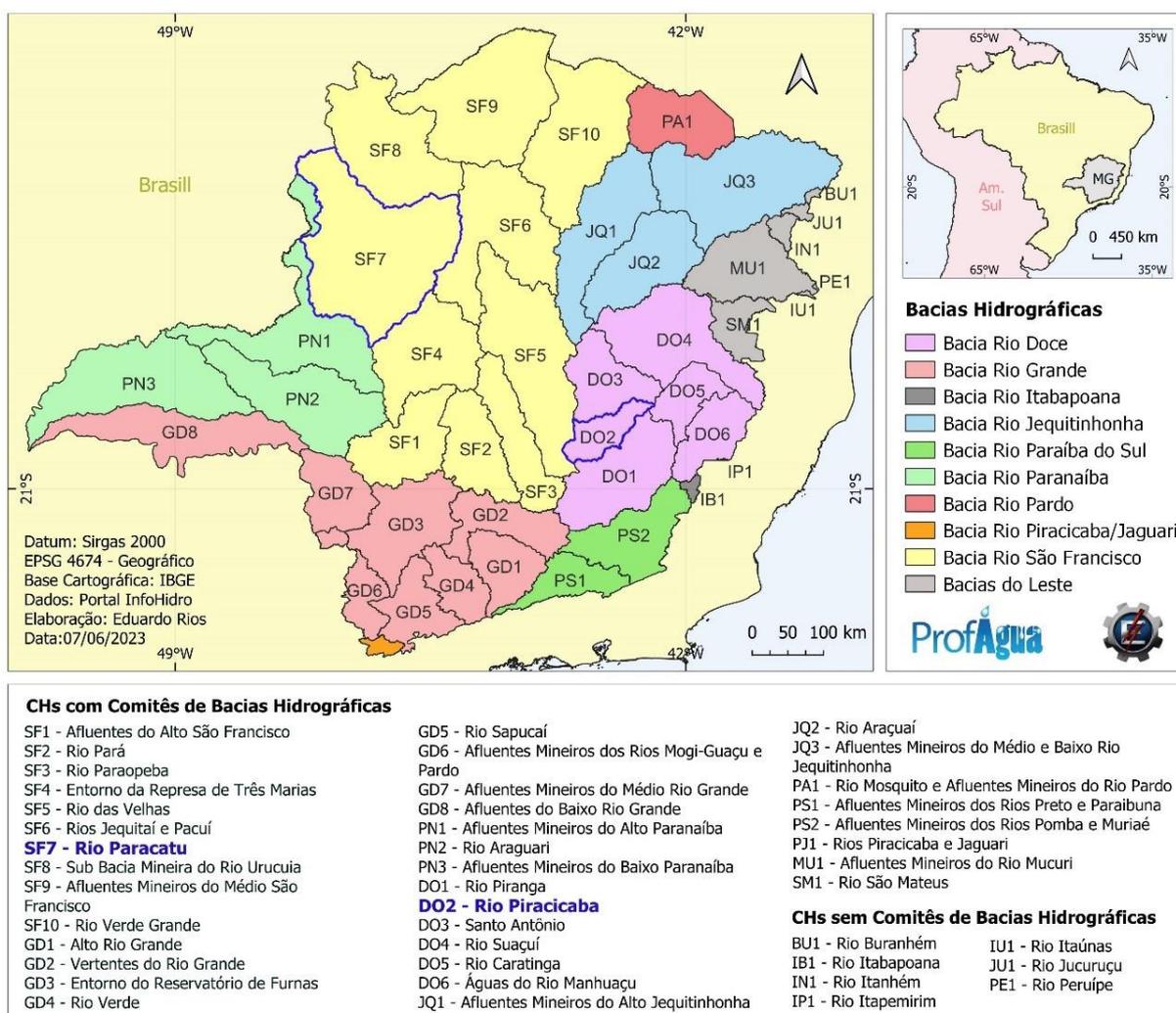


Fonte: Adaptado de Resolução CNRH nº 5/2000

Segundo ANA (2024), alguns dos dados esperados que um CBH mantenha disponíveis e atualizados são: (i) dados sobre a disponibilidade e qualidade da água, bem como sobre os conflitos existentes ou potenciais de seu uso; (ii) normas e os procedimentos para a obtenção de outorgas, licenças e autorizações ambientais relacionadas ao uso da água; (iii) indicação para financiamento de projetos que visem à conservação, à recuperação e ao uso racional da água, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e econômica dos empreendimentos.

Em MG, entre os anos de 1998 e 2009 foram criados 36 CBHs (Figura 5), inicialmente relacionados às até então vigentes Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRHs), hoje denominadas circunscrições hidrográficas (CHs). Os comitês encontram-se instalados em espaços públicos e contam com a participação da sociedade, sob um modelo de gestão participativa que discute sobre diversas questões pautadas na interrelação entre as ações antrópicas e o meio ambiente (Igam, 2019).

Figura 5 – Circunscrições hidrográficas de MG.



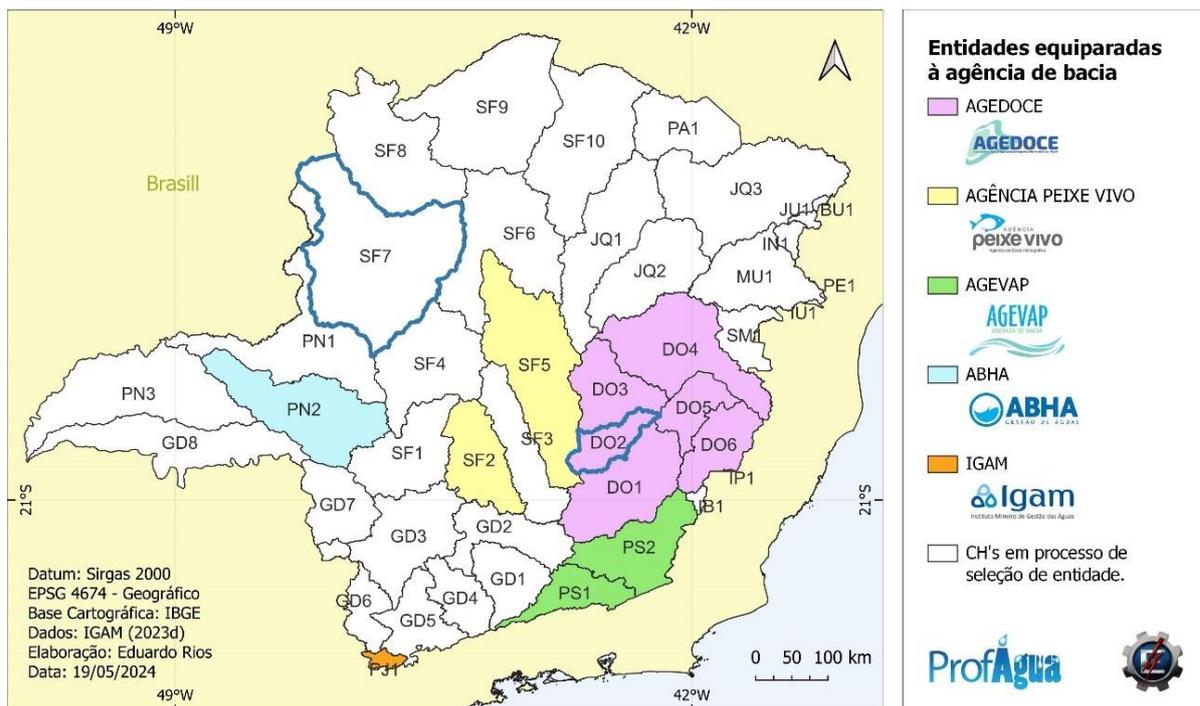
Fonte: Autor (2024).

As Agências de bacia ou entidades a elas equiparadas, correspondem a secretarias executivas dos CBHs, capazes de promover a gestão operacional e executiva na implementação das agendas definidas para a bacia hidrográfica. Assim, tanto as agências de bacias quanto as unidades a elas comparadas apresentam, em sua área de atuação diversas atribuições, dentre as quais se destacam: gestão do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos (SEIRH); atualização do cadastro de usuários; balanço da disponibilidade hídrica na sua área de abrangência. Além disso, promovem os estudos necessários para a gestão das águas, elaboram e atualizam os Planos Diretores de Recursos Hídricos (PDRHs) das bacias hidrográficas, a serem aprovados pelos respectivos CBHs. Ainda na interface com os CBHs, as agências de bacias propõem aos comitês o rateio dos custos das obras de uso múltiplo e o enquadramento dos corpos de água nas classes de uso, posteriormente submetidos ao CERH-MG.

Outras importantes atribuições das agências de bacia são: monitoramento sistemático da quantidade e qualidade das águas da bacia; capacitação de recursos humanos para as funções de planejamento e gerenciamento; incentivo aos programas, projetos, ações e atividades de educação ambiental e de desenvolvimento de tecnologia. Estes devem promover o incentivo ao uso racional, econômico e sustentado dos recursos hídricos.

A Figura 6 apresenta as entidades equiparadas no Estado de MG, incluindo o Igam, que exerce esta função para a bacia dos Rios Piracicaba e Jaguari. Com a aprovação do instrumento nas demais CHs, outras entidades serão selecionadas (Igam, 2023b).

Figura 6 - Atuação das entidades equiparadas à agência de bacia nas CHs de MG em 2023.



Fonte: Adaptado de Igam (2023b).

### 3.3 Panorama geral dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos

A Lei nº 9.433/97 abrange a gestão dos recursos hídricos através dos instrumentos previstos em seu art. 5º, que são: os Planos de Recursos Hídricos; o enquadramento dos corpos de águas em classes segundo os usos preponderantes da água; a outorga de direito de uso dos recursos hídricos; a cobrança pelo uso; o sistema de informações sobre recursos hídricos.

Além dos cinco instrumentos previstos na PNRH, em MG a Política Estadual de Recursos Hídricos, implementou pela Lei nº 13.199/99 os seguintes instrumentos: o Rateio de custos das obras de uso múltiplo, a Compensação a municípios, as Penalidades, os Planos Diretores de Recursos Hídricos e o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH). Na Figura 7 pode-se observar como os cinco principais instrumentos de gestão dos recursos hídricos se relacionam (ANA, 2022).

Figura 7 – Inter-relação entre os instrumentos de gestão da PNRH e da Política de Recursos Hídricos do Estado de MG.



Fonte: Autor (2024).

Os planos de recursos hídricos permitem a identificação de prioridades para concessão das outorgas, traz diretrizes e propostas para o enquadramento, estabelece critérios para a cobrança. Para que haja uma boa gestão dos planos de recursos hídricos é fundamental o apoio do sistema de informação, a partir do qual são adquiridos dados e informações fundamentais para a elaboração dos planos, os quais devem ser constantemente atualizados

A outorga também ocupa uma posição de destaque no sistema de gestão dos recursos hídricos, visto que a regularização do uso dos recursos hídricos por meio da outorga, para determinados modos de uso, leva em consideração as classes de enquadramento. Além disso, os valores cobrados por meio do instrumento de cobrança são definidos em função dos usos outorgados. Novamente o sistema de informações exerce importante papel, no sentido de armazenar um banco de dados de outorga que facilite o processo de gestão, com base no controle das intervenções outorgadas.

A seguir serão apresentados os principais objetivos e a importância de cada um dos cinco instrumentos objeto de estudo do presente trabalho, com ênfase na atual situação destes instrumentos nas circunscrições hidrográficas de MG.

### 3.3.1 Plano de recursos hídricos

O planejamento na gestão das águas objetiva definir as melhores alternativas de uso dos recursos hídricos, orientando a tomada de decisões, otimizando os resultados econômicos,

sociais e ambientais. Este deve ser conduzido de forma interativa, em função das mudanças naturais e de influência antrópica que ocorrem no ciclo hidrológico, bem como pelas incertezas das condições de desenvolvimento socioeconômico de cada região (ANA, 2013). Outro importante objetivo é minimizar os conflitos pelo uso da água, sejam existentes ou previstos, considerando-se os interesses distintos dos usuários. São traçadas metas a serem alcançadas, de cunho ambiental, social, financeiro e econômico. Torna-se possível prever e mitigar eventos hidrológicos críticos, como secas ou inundações, fazendo-se uso de geotecnologias, imagens de satélites e análises climatológicas (ANA, 2013).

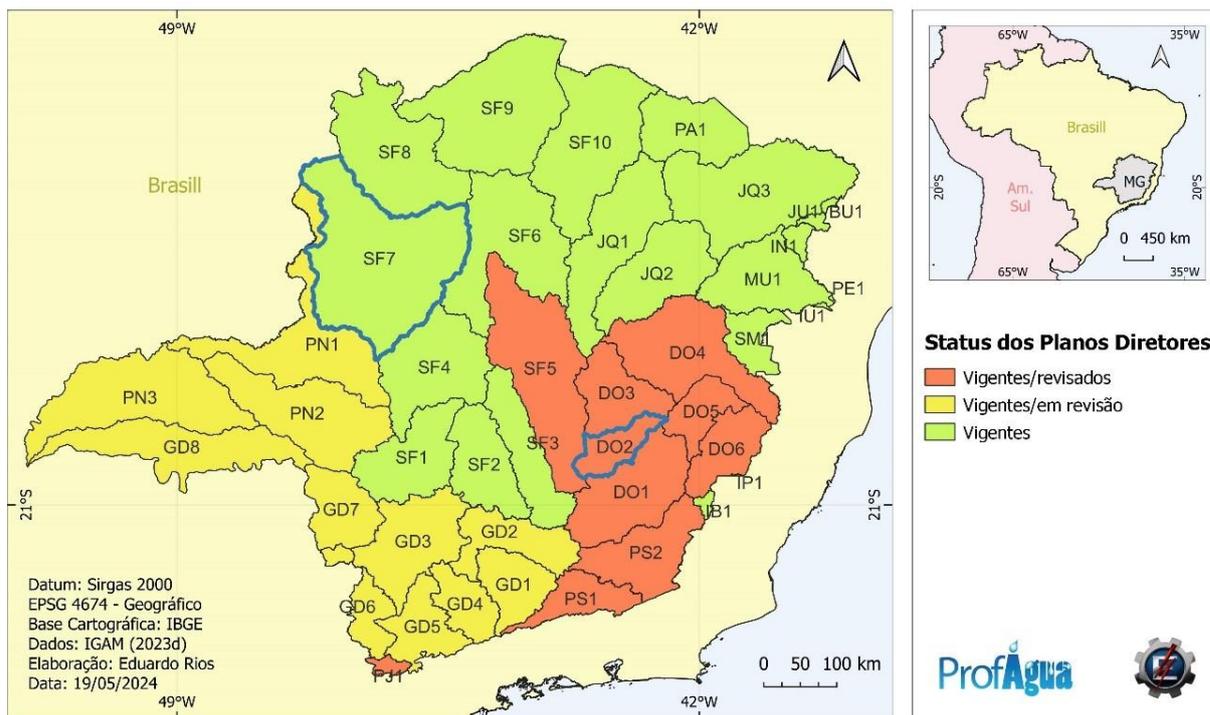
O planejamento deve ser conduzido seguindo-se um certo padrão estrutural, que tem por objetivo inicial identificar a situação atual dos recursos hídricos nas bacias, em seguida estabelecer a situação desejada para um cenário futuro e, por fim, firmar acordos entre o poder público, os usuários e a sociedade civil organizada. Estas ações devem ser tomadas com vistas a um objetivo comum, favorável a todos os envolvidos, que seja financeiramente viável e atenda às perspectivas futuras para a região (ANA, 2013).

No Brasil, estão previstos os Planos Nacionais de Recursos Hídricos (PNRH); Planos Estaduais de Recursos Hídricos (PERH) e os planos vinculados às bacias hidrográficas, especialmente os Planos Diretores de Recursos Hídricos (PDRH), que possuem abrangências estaduais e interestaduais (Igam, 2022).

O PERH-MG teve início em 2006 e foi concluído em 2010 (Igam 2013). Com horizonte de implementação de 2011 a 2018, o PERH-MG iniciou o processo de revisão em 2022, com previsão de conclusão em 2025 (Igam, 2023b). O novo PERH-MG tem sua construção alinhada ao conteúdo estabelecido no PNRH (2021-2040), concluído em 2022, e aos Planos Diretores de Bacias Hidrográficas, referentes às 36 CHs do estado, bem como das bacias dos rios do Leste. O documento prevê a abordagem dos desafios históricos e temas atuais, como a promoção da segurança hídrica, mudanças climáticas, estratégias de convivência com o semiárido, Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e a segurança de barragens de água (Igam, 2023b).

Em MG, já foram elaborados planos diretores para todas as 36 CHs e para as bacias do Leste, conforme abordado por Igam (2023b). Dentre eles, 10 já foram revisados e 11 passam por processo de revisão, a fim de aproximar o instrumento de uma execução mais factível (Figura 8).

Figura 8 – Situação dos PDRHs em MG em 2023.



Fonte: Adaptado de Igam (2023b).

Outro importante plano na gestão dos recursos hídricos em MG é o Plano Plurianual de Aplicação (PPA), que deve ser elaborado pelas Agências de Bacia Hidrográfica, ou pela entidade equiparada, e aprovado pelo respectivo CBH (Igam, 2021). Um dos principais objetivos do PPA é o estabelecimento de diretrizes de aplicação dos recursos oriundos da cobrança. Além disso, o PPA deve buscar o aperfeiçoamento da gestão e a melhoria da qualidade e disponibilidade da água na bacia hidrográfica.

Segundo Igam (2021), as diretrizes definidas nos PPAs e PDRHs, já permitiram que as entidades equiparadas atuantes em MG, promovessem investimentos consideráveis nas respectivas bacias hidrográficas. As ações incluem medidas voltadas ao saneamento básico, uso racional da água, monitoramento de dados hidrométricos, recuperação e conservação de nascentes e cursos d'água, ações de educação ambiental, entre outros.

Vale ressaltar que, como diferentes planos podem abranger o mesmo território, é importante que eles se articulem entre si, para assegurar uma gestão verdadeiramente integrada e compartilhada, de forma que suas diretrizes estejam alinhadas e compatíveis (Igam, 2022).

### 3.3.2 Enquadramento dos corpos d'água em classes segundo os usos preponderantes

O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo seus usos preponderantes, visa assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem

destinadas. Para isso, preza-se pela redução dos custos destinados ao combate à poluição de mananciais, sob ações preventivas que assegurem sua qualidade de forma permanente. Baseado no princípio do Plano Nacional de Recursos Hídricos de “assegurar à atual e às futuras gerações a disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”, deve-se entender o enquadramento como um instrumento que trabalha com a visão do cenário futuro da bacia e elabora um certo planejamento estratégico capaz de definir a tática a ser utilizada para cada situação (ANA, 2020a).

O enquadramento segue uma estruturação similar à estabelecida no planejamento de recursos hídricos. Primeiramente deve-se constatar a realidade atual (o rio que temos), em seguida a visão de todos os interessados sobre a situação almejada para o futuro dos recursos hídricos (o rio que queremos) e o acordo das metas passíveis de serem alcançadas (o rio que podemos ter) (ANA, 2020a).

Este instrumento visa assegurar não só as águas superficiais, mas também a qualidade das subterrâneas, para que seja compatível com os usos múltiplos dentro de determinados trechos da bacia hidrográfica. Para esse propósito, metas progressivas são estabelecidas para que se alcance a qualidade pretendida (Igam, 2022). O enquadramento corresponde, portanto, a uma espécie de instrumento de planejamento que viabiliza integrar a política de meio ambiente com a política de recursos hídricos (Igam, 2022). Assim, o enquadramento de um trecho do corpo de água se inicia na fase de diagnósticos e prognósticos, e após esse processo avança para a classe de qualidade da água.

A Deliberação Normativa (DN) Conjunta do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) e o CERH-MG nº 01/2008 trouxe grande avanço para o instrumento de enquadramento em MG, dispondo sobre o enquadramento das águas doces superficiais. Esta DN estabeleceu limites e condições de qualidade a serem respeitados. Esta Deliberação foi posteriormente revogada pela DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, a qual atualizou alguns valores de referência e diretrizes.

As classes previstas para o enquadramento de acordo com a DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022, são: Classe Especial, Classes 1,2,3 e 4 (Quadro 1). Quanto menor é o número da classe, maior a qualidade requerida pelos usos preponderantes e, conseqüentemente, mais desafiadoras serão as ações e esforços a serem realizados (Igam, 2022).

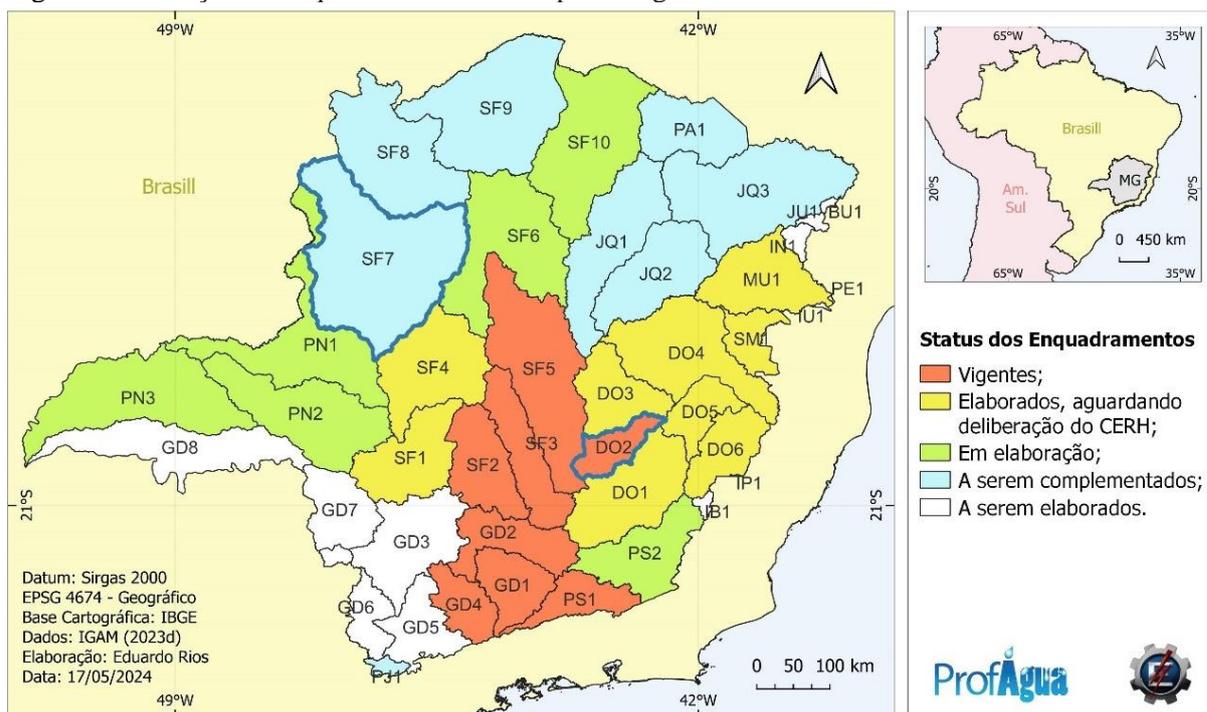
Quadro 1 – Destinação das Classes de enquadramento de MG.

CLASSE	DESTINAÇÃO
ESPECIAL	Abastecimento para consumo humano, com filtração e desinfecção.
	Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
	Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
1	Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado.
	Proteção das comunidades aquáticas, inclusive em Terras indígenas.
	Recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA n° 274/2000.
	Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película.
2	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional.
	Proteção das comunidades aquáticas.
	Recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA no° 274, de 2000.
	Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.
	Aquicultura e à atividade de pesca.
3	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado.
	Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras.
	Pesca amadora.
	Recreação de contato secundário.
	Dessedentação de animais.
4	Navegação.
	Harmonia paisagística.
	Usos menos exigentes.

Fonte: Autor (2024).

A Figura 9 mostra a situação do instrumento de enquadramento em MG até o primeiro semestre de 2023, sob distinção dos enquadramentos vigentes, elaborados aguardando deliberação do CERH, em fase de elaboração, em fase de complementação e, por fim, aqueles que ainda serão elaborados. As águas das CHs sem enquadramento, de acordo com a Resolução Conama n° 357/2005, são classificadas como classe 2 (Conama, 2005).

Figura 9 – Situação do enquadramento dos corpos de água em classes em MG em 2023.



Fonte: Adaptado de Igam (2023b).

### 3.3.3 Outorga de direito de uso dos recursos hídricos

Um importante instrumento elencado pela Lei nº 9.433/97 é a outorga de direito de uso de recursos hídricos. A outorga consiste na autorização de uso da água, sob vazão pré-estabelecida pelos órgãos gestores competentes, independentemente de seu caráter administrativo, levando-se em consideração uma série de análises técnicas realizadas pelos respectivos órgãos gestores (ANA, 2019b).

No Brasil, por tratar-se de um bem público, não existe posse privada da água, ficando a cargo do poder público administrar sua autorização de uso através do instrumento de outorga, que tem por objetivo garantir o direito de acesso à água e o controle quantitativo e qualitativo. A outorga visa garantir ao poder público um volume ou vazão sob condições de segurança, de forma que terceiros não venham a utilizar o volume a eles outorgados. Além desta segurança aos usuários, a outorga permite à administração pública gerenciar e manter o controle sobre a forma como o bem público vem sendo utilizado pelos usuários (ANA, 2019b).

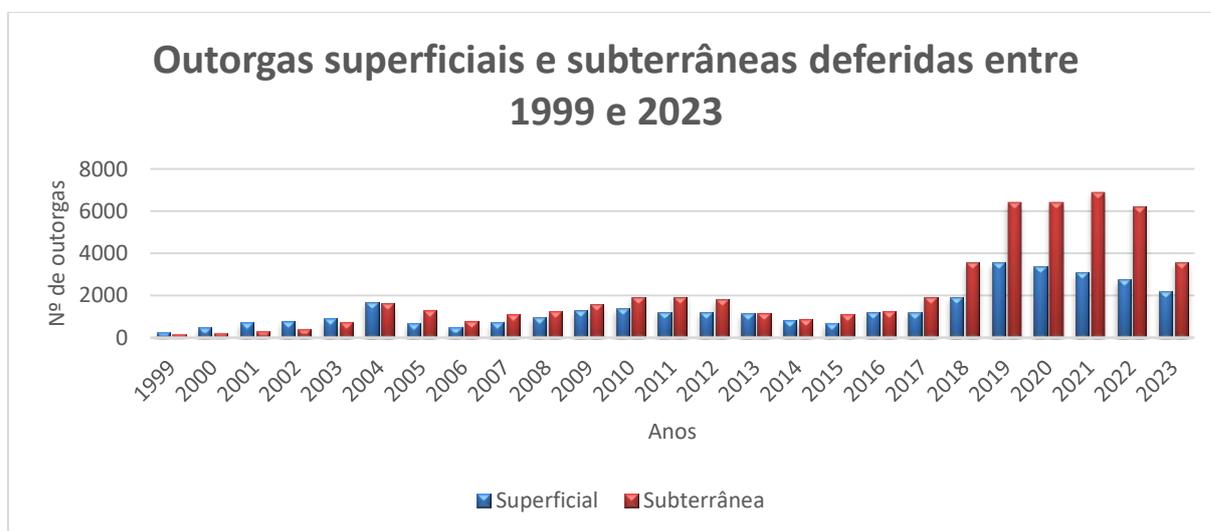
A ANA é o órgão responsável pelas outorgas nos rios de domínio da União, enquanto as outorgas em domínio estadual competem aos órgãos gestores estaduais de recursos hídricos. Em MG, a instituição responsável é Instituto Mineiro de Gestão de Águas – IGAM (Igam, 2022). Dentre os recursos hídricos de domínio da União estão incluídos os rios, lagos e represas que dividem ou passam por dois ou mais Estados, ou aqueles que passam pela fronteira entre o

Brasil e outro país (Cbhpiracicaba/MG, 2024). Os usuários de águas superficiais e subterrâneas que realizam captação em rios, lagos, barramentos, poços tubulares profundos, poços manuais, nascentes, entre outras modalidades de intervenção aos recursos hídricos, devem solicitar a outorga.

O Igam realiza a análise das outorgas por meio das URGAs. O instrumento funciona a partir da solicitação, por parte do usuário, da autorização do uso da água. A análise é feita pela autoridade outorgante segundo critérios técnicos e legais; após análise, o analista decide autorizar ou não o uso, por um período pré-estabelecido de tempo. Informações sobre o limite da disponibilidade e sobre o balanço hídrico são organizados em um banco de outorgas para que os gestores responsáveis pela emissão das outorgas possam cruzar os dados e analisar as disponibilidades hídricas remanescentes, diante dos volumes já outorgados (Igam, 2022). Vale ressaltar que cada Estado e a União tem seus critérios específicos para a outorga do direito de uso.

Igam (2023b) quantifica, no ano de 2023, um total de 2.195 portarias de outorga emitidas para uso de água superficial e 3.588 para água subterrânea (Figura 10). A Figura 10 exhibe o quantitativo de outorgas deferidas por ano, no período de 1999 a 2023.

Figura 10 - Quantidade de portarias de outorgas superficiais e subterrâneas deferidas por ano em MG.

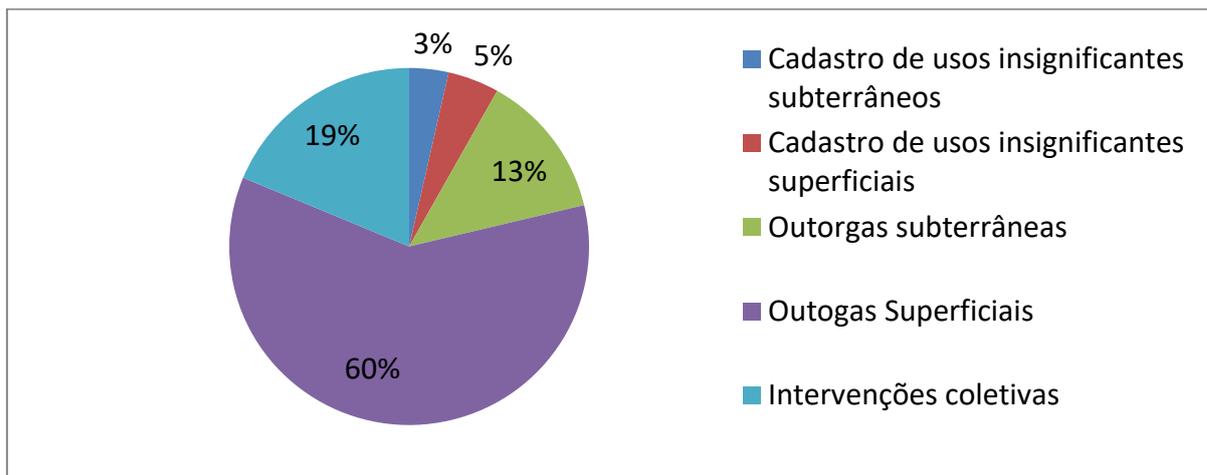


Fonte: Adaptado de Igam (2023b).

A análise do volume outorgado, permite observar que a maior demanda do Estado de MG é por água superficial (Figura 11), embora o consumo de água subterrânea venha crescendo continuamente. Uma das razões apontadas por Igam (2023b) para este aumento é a diminuição da vazão de corpos hídricos superficiais, aliado a situações de indisponibilidade hídrica em regiões como o Noroeste e Triângulo Mineiro. O autor chama atenção para algumas regiões do

estado, como o Norte de Minas, onde o volume de água subterrânea já possui considerável grau de comprometimento. A Figura 11 também evidencia o volume de água outorgado em intervenções coletivas, que são aquelas que resultam de processos participativos de alocação negociada da água entre os usuários, em trechos onde já se configuram conflitos pelo uso dos recursos hídricos.

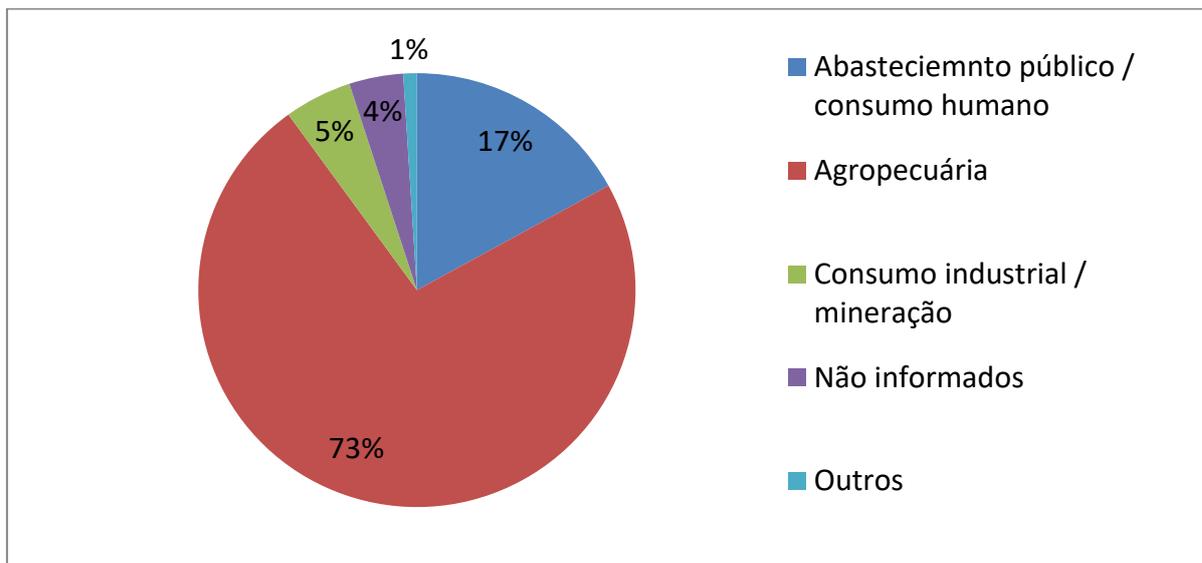
Figura 11 – Percentual dos volumes regularizados em MG de acordo com a modalidade de regularização.



Fonte: Adaptado de Igam (2023b).

Ao observar as finalidades de usos da água no estado, é possível identificar que os maiores volumes são destinados às atividades agropecuárias, que somam 73%, seguidas pelo abastecimento público/consumo humano (17%), conforme observa-se na Figura 12. Em menores percentuais, observa-se o consumo industrial/mineração (5%) e outros, de forma que estes outros, somados, abrangem apenas cerca de 1%. Vale ressaltar que 4% dos usos apurados por Igam (2023b) para confecção do gráfico observado na Figura 12 não foram informados, de acordo com a base de dados trabalhada pelo autor.

Figura 12 – Percentual dos volumes demandas em MG para as finalidades predominantes.



Fonte: Adaptado de Igam (2023b).

A Outorga de Lançamento de Efluentes, por sua vez, foi instituída em MG a partir da DN CERH nº 26/2008, com nova redação dada pela DN CERH nº 47/2014. É aplicada aos empreendimentos passíveis de Licenciamento Ambiental, previstos pela DN COPAM nº 217/2017. O estado iniciou a sua implementação no interior da área de drenagem da Sub-Bacia do Ribeirão da Mata, afluente da Bacia do Rio das Velhas, a partir da convocação dada pela Portaria Igam nº 29/2009. De acordo com Igam (2022), os demais empreendimentos, bem como as pessoas físicas incluídas nesta área, estarão temporariamente isentos da obrigação de outorgar o lançamento de efluentes, até que haja nova convocação.

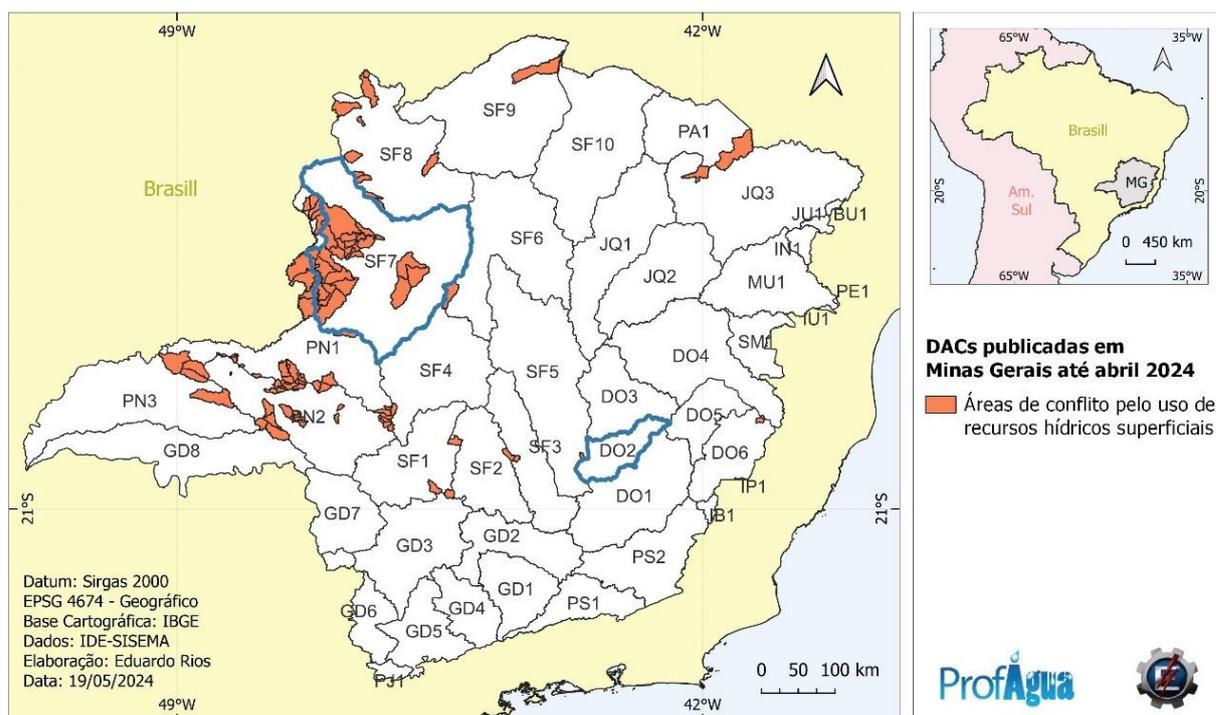
Diante das outorgas concedidas em MG, observa-se que algumas áreas configuram situações de indisponibilidade hídrica, onde a somatória das demandas por água se mostra superior ao volume disponível (Igam 2013). Ao constatar que há indisponibilidade hídrica em determinada porção hidrográfica, o Igam poderá declarar uma área de conflito, sob emissão da Declaração de Área de Conflito (DAC), para as águas superficiais ou através da emissão de uma Declaração de Área de Restrição e Controle – DARC, para as áreas de conflito pelo uso das águas subterrâneas.

De acordo com Igam (2019), os indícios e comprovações de escassez hídrica têm se agravado nos últimos anos, tanto pela intensificação do uso da água quanto pelas mudanças climáticas, que acabam causando alterações no ciclo hidrológico. As áreas de conflitos superficiais são declaradas quando as demandas pelo uso da água excedem o valor outorgável, sendo de 30% da  $Q_{7,10}$  em algumas unidades de planejamento e de 50% em outras. Após a declaração das áreas de conflito, os usuários que possuem outorga ou que desejam outorgar

alguma intervenção nessas áreas, são convocados a se regularizarem por meio de um processo de outorga coletiva, a partir do qual o volume disponível é estrategicamente distribuído entre os usuários.

As Portarias de Outorga Coletiva, são emitidas com condicionantes a serem cumpridas pelos usuários inseridos na portaria, principalmente em relação ao monitoramento quantitativo e qualitativo (Igam, 2019). A Figura 13 exibe as áreas de conflitos pelo uso das águas superficiais formalmente declaradas no estado e evidencia uma maior concentração de áreas de conflito na região do Triângulo Mineiro (PN1, PN2 e PN3) e no Noroeste de Minas (SF7 e SF8). Esta concentração nas CHs supracitadas coincide com as áreas de maior densidade de outorgas superficiais do Estado de MG.

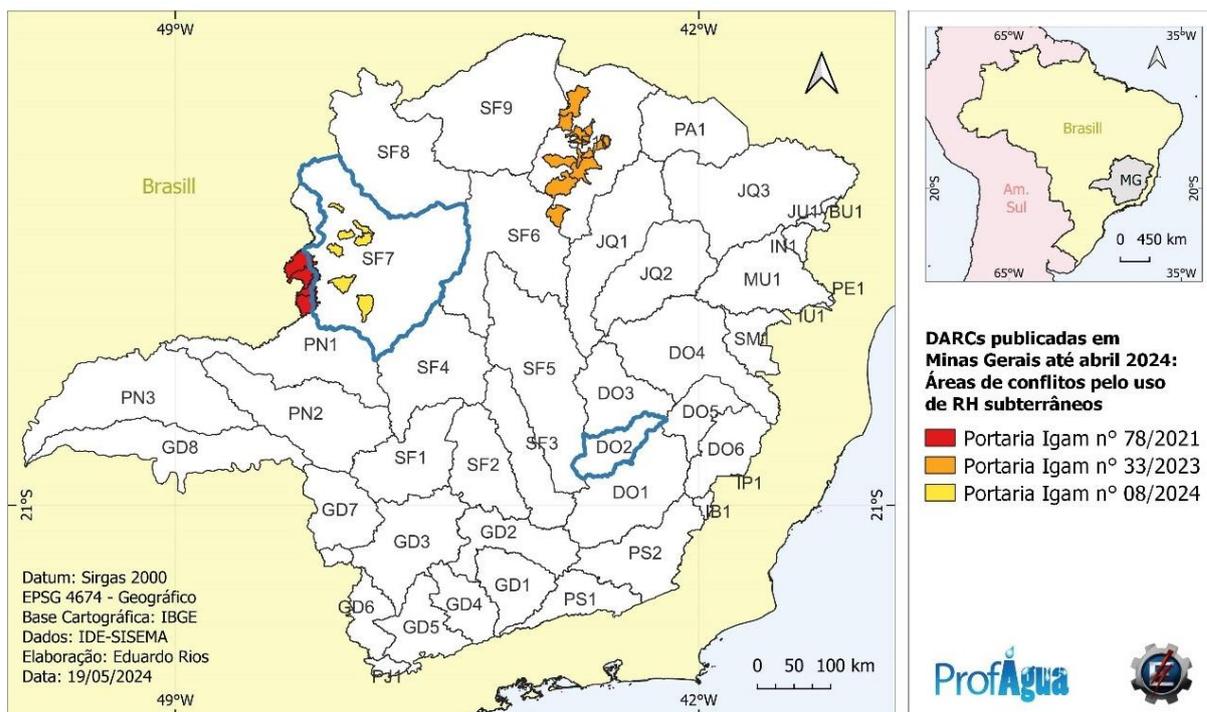
Figura 13 – Áreas de conflito pelo uso dos recursos hídricos superficiais até 2024.



Fonte: Autor (2024).

A Figura 14, por sua vez, exibe as únicas três Declarações de Áreas de Restrição e Controle (DARCs) publicadas em MG, referentes às áreas de conflito pelo uso dos recursos hídricos subterrâneos. Estas áreas foram definidas nos termos da DN Conjunta COPAM-CERH/MG nº 05/2017 e estão disponibilizadas na plataforma de Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema). Uma dessas áreas, referente à Portaria Igam nº 08/2024, encontra-se inteiramente localizada na bacia hidrográfica do rio Paracatu.

Figura 14 – Áreas de conflito pelo uso dos recursos hídricos subterrâneos até setembro de 2024.



Fonte: Autor (2024).

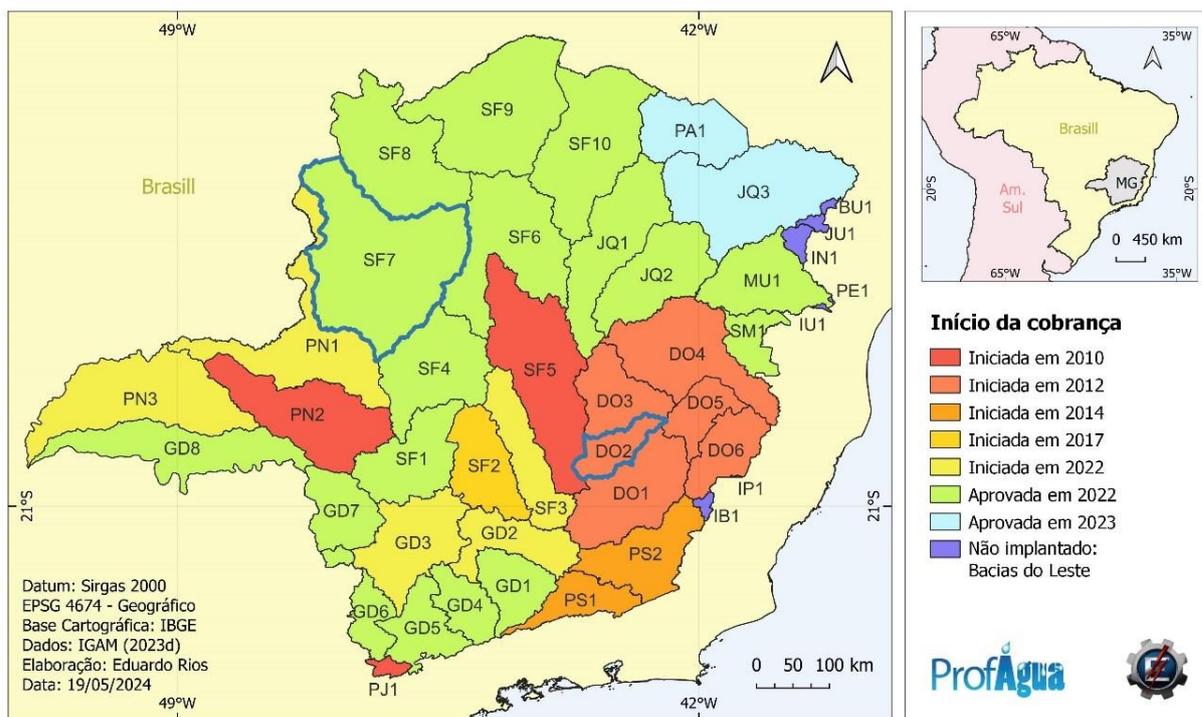
### 3.3.4 Cobrança pelo uso da água

A cobrança pelo uso de recursos hídricos tem por objetivos, segundo a Lei 9.433/97, dar ao usuário uma real indicação do valor da água, incentivar seu uso racional e obter recursos financeiros destinados à recuperação e a ações em prol das bacias hidrográficas do país. A cobrança não deve ser entendida como um imposto, mas sim como remuneração pelo uso de um bem público, cujo preço deve ser fixado a partir da participação de usuários dos recursos hídricos, da sociedade civil e do Poder Público, no âmbito dos órgãos colegiados do SINGREH, responsável por definir os valores de cobrança a serem adotados (ANA, 2019a). De acordo com a referida Lei, os recursos obtidos com a cobrança devem ser prioritariamente aplicados na bacia hidrográfica em que foram gerados, para financiamento de estudos, programas, projetos e obras previstas nos Planos de Recursos Hídricos.

Em MG, segundo Igam (2019), a cobrança não teve aceitação imediata, sendo praticados valores bem baixos, tendo em vista, pelo menos, o reconhecimento pelos usuários do valor da água. Em consonância com a Lei 13.199/99, estes valores iniciais devem ser ajustados no decorrer dos anos, levando-se em consideração a aceitação por parte dos usuários. Assim, em 2007, o Igam criou a Gerência de Cobrança pelo Uso da Água, como ferramenta de suporte à gestão deste instrumento no Estado de MG.

Entre os anos de 2008 e 2009 foi adotado o Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CENARH), gerido pela ANA, sob apoio técnico do Igam, como base de dados para o cálculo da cobrança (Igam, 2019). Nesse período, discutiu-se a fórmula e os preços públicos que seriam cobrados, sob avaliação do potencial de arrecadação, viabilidade econômico-financeira e impactos sobre os usuários de água. Estas discussões resultaram no estabelecimento da fórmula de cobrança e dos preços públicos pelo uso da água, os quais foram devidamente aprovados pelos respectivos CBHs e deliberados pelo CERH. Assim, a cobrança foi iniciada em 2010 nos cursos de água de domínio do estado em MG (Igam, 2022). Este instrumento foi aprovado e iniciado por 17 CBHs mineiros no período de 2010 a 2022 (Figura 15). Em 2022, 17 CHs foram aprovadas pelo CERH, outras 2 se encontravam em discussão pelo CBH e 7 CHs se encontravam sem informações a respeito da implementação do instrumento de cobrança.

Figura 15 – Situação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos em MG em 2023.



Fonte: Autor (2024).

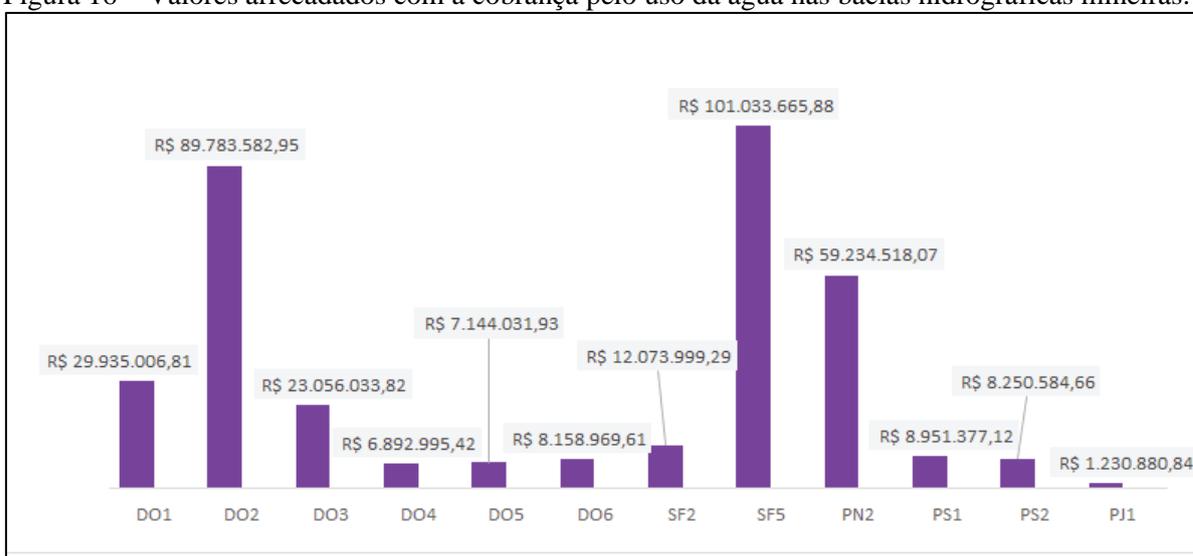
Por determinação do Decreto Estadual nº 48.160/2021, que se apoia na Lei Estadual nº 13.199/99, o prazo estabelecido para que todos os comitês mineiros implementem o instrumento de cobrança em suas esferas se estende até o ano de 2023 (Minas Gerais, 2021). Este Decreto trouxe algumas mudanças e esclarecimentos, entre os quais se destacam: (i) a cobrança, deixou de considerar os usos cadastrados nas bases de dados da ANA e passou a incidir sobre os usos regularizados por meio da vazão outorgada pelo Igam; (ii) os usos deixaram de ser cobrados sob estimativa para pagamento no ano corrente e passaram a ser

cobrados no ano posterior; (iii) os documentos de arrecadação passaram a ser disponibilizados em formato digital, no site do Instituto.

A DN CERH-MG nº 68/2021 (CERH, 2021), trouxe novas diretrizes para a implantação da cobrança para MG. Ela simplificou e conferiu maior transparência à implementação do instrumento, com proposta de metodologia e preço de referência para subsidiar os colegiados. Além disso, ela deliberou sobre adequações metodológicas referentes à cobrança nas bacias cujo instrumento já havia sido implementado, com o prazo máximo previsto para o ano de 2024. Em 2021, o Decreto nº 48.160/2021 e a DN CERH nº 68/2021, em conformidade ao Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), trouxeram diretrizes sobre a correção anual dos valores públicos unitários da cobrança.

Neste contexto, passaram-se mais de 12 anos desde a implementação do instrumento de cobrança em MG, fato este que possibilitou uma soma de valores arrecadados superior a R\$ 355 milhões (Igam, 2022). Na Figura 16, observam-se os valores arrecadados de 2010 até 30/06/2022. A grande diferença entre os valores arrecadados em cada bacia hidrográfica é um reflexo da implantação ter ocorrido em diferentes anos (Igam, 2022).

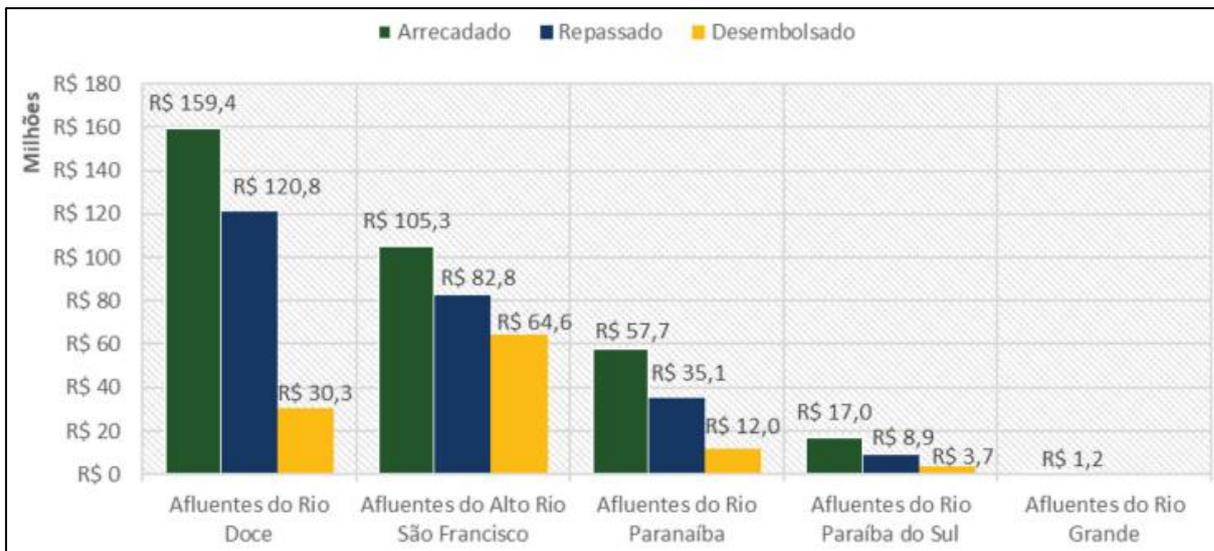
Figura 16 – Valores arrecadados com a cobrança pelo uso da água nas bacias hidrográficas mineiras.



Fonte: IGAM (2022).

Na Figura 17 é possível verificar a arrecadação total, os valores repassados às entidades equiparadas e os valores aplicados nas Unidades Estratégicas de Gestão (UEGs) nesse período. Observa-se, portanto, que as UEGs com maior montante arrecadado são, respectivamente, Afluentes Mineiros do Rio Doce, Afluentes Mineiros do Alto Rio São Francisco, Afluentes Mineiros do Rio Paranaíba, Afluentes Mineiros do Rio Paraíba do Sul e Afluentes Mineiros do Rio Grande.

Figura 17 – Arrecadações, repasses e desembolsos do instrumento de cobrança em MG até o ano de 2021.



Fonte: Igam (2021).

Em relação à aplicação dos recursos arrecadados com a cobrança. Uma significativa parcela vem sendo destinada à elaboração dos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSBs). Neste sentido, Igam (2021) identifica diversos projetos realizados graças ao capital arrecadado por meio deste instrumento, dentre os quais se destacam:

- Programa de Incentivo ao Uso Racional de Água na Agricultura;
- Programa de recomposição de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Nascentes;
- Projetos Hidroambientais, sob incentivo da construção de barraginhas para captação de águas pluviais;
- Projeto de Biomonitoramento da ictiofauna e monitoramento ambiental participativo na Bacia do Rio das Velhas;
- Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização de Bacias Hidrográficas - Somos Todos Água;
- Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas – Progestão
- Pacto pela Governança das Águas, sob cooperação para o aprimoramento da gestão de recursos hídricos, da regulação dos serviços de saneamento e da implementação da política de segurança de barragens.

### 3.3.5 Sistema de informações sobre recursos hídricos

O quinto e último instrumento de gestão a ser avaliado no presente trabalho é o sistema de informações sobre os recursos hídricos, o qual facilita a aplicação dos outros instrumentos

supra referenciados. De acordo com ANA (2020b), as bases de informações utilizadas para o enquadramento, emissão de outorgas e valores de cobrança pelo uso da água são de extrema importância e devem ser confiáveis, para que a aplicação dos demais instrumentos seja efetiva e condizente à realidade de cada região. Esta interação favorece as tomadas de decisão por parte do SINGREH no âmbito do gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil.

O grande banco de dados e informações sobre as águas do Brasil existente em 2024 é o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). Este banco de dados engloba um conjunto de processos que subsidiam a coleta, organização e transmissão de dados e informações aos diferentes usuários do sistema, com vistas a proporcionar uma gestão de recursos hídricos mais assertiva. Entre os usuários deste sistema destacam-se os gestores dos recursos hídricos, usuários de água, pesquisadores e demais membros da sociedade civil (ANA, 2020b). A implementação deste instrumento prevê, ainda, a construção de ambientes de fácil acesso para técnicos, especialistas e para a sociedade em geral (Igam, 2022).

Em MG, o SEIRH foi implementado para armazenar informações, permitir atualizações e facilitar o acesso por parte dos usuários dos recursos hídricos. Assim, este instrumento de gestão vem sendo construído de maneira unificada, complementado por outras plataformas, como os sites de alguns CBHs. A Lei das Águas determina que cabe ao Igam a implementação e gerenciamento do SEIRH em MG.

Neste contexto, o Sistema Integrado de Informações Ambientais (Siam) foi desenvolvido no ano de 2006, criado para integrar o SEIRH. O Siam possui uma base de dados georeferenciada, a partir da qual são realizadas análises dos processos de outorga. Além disso, este sistema conta com o gerenciamento de processos integrados, considerando-se as etapas de análise, caracterização, formalização e publicação (Igam, 2023b).

Igam (2019) destaca que em 2007, após a criação da Gerência de Tecnologia da Informação sobre Recursos Hídricos (GTIRH) passou-se a ter um olhar mais estratégico para o instrumento de Sistema de Informações. Desde 2008, o Igam trabalha na consolidação, ampliação e integração do sistema estadual de informações, que em 2010 ganhou o nome de Sistema Estadual de Informação sobre Recursos Hídricos (InfoHidro) (Igam, 2022). Nos anos posteriores, o InfoHidro foi desmembrado em “Sistema InfoHidro” e “Portal InfoHidro”. O Sistema InfoHidro foi projetado como uma estrutura informacional a ser construída pelo Igam, por etapas, com vistas à disponibilização de dados e informações aos usuários dos recursos hídricos (Igam, 2022). O Portal InfoHidro, por sua vez, foi lançado em 2014, no intuito de oferecer informações técnicas em uma abordagem e linguagem simplificada. Além disso, o

Portal InfoHidro permite acesso ao repositório do Igam, com vínculo a informações relacionadas à temática hídrica, podendo-se destacar as publicações institucionais, biblioteca digital, Portal dos Comitês, Sistema de Meteorologia e recursos Hídricos de Minas Gerais (Simge) e IDE-Sisema. A figura 18 indica diversos sistemas em operação e previstos no horizonte de 2018, com uma breve explicação sobre alguns deles.

Figura 18 – Sistemas de informação vigentes e previstos no ano de 2018.



Fonte: Igam (2018).

O Portal Infohidro disponibiliza dados sobre outorgas, informações sobre a cobrança, séries históricas de monitoramento da qualidade da água, mapas, relatórios, cálculos do Índice de Qualidade da Água (IQA) e de Contaminação por Tóxicos (CT), entre outros. Assim, no decorrer dos anos, o InfoHidro facilitou a implementação e aprimoramento de alguns sistemas, enquanto outros foram descontinuados por deixarem de atender às necessidades, sendo substituídos por sistemas mais completos, com maior capacidade de armazenamento, velocidade e layouts mais intuitivos e agradáveis, para facilitar o acesso às informações.

O Sistema de Administração de Dados Espaciais (SADE) constitui uma ferramenta para armazenamento de dados da IDE-Sisema. Este sistema permite a organização de toda a base de dados produzida pela Semad, Instituto Estadual de Florestas (IEF), Igam e a Fundação Estadual de Meio Ambiente (Feam), possibilita consulta e validações para todos os sistemas, a respeito de dados locacionais, como as áreas de conflito, barramentos e áreas de proteção permanente (Igam 2018).

Lançado em 2012, o Sistema de Cálculo de Qualidade da Água (SCQA), é uma ferramenta do Estado de MG, de uso interno, munido de dados de qualidade de água e sedimentos de fundo, utilizados como subsídio a cálculos de qualidade da água e emissão de relatórios gerenciais (Igam, 2022).

Posteriormente, em 2017, foi lançado o Sistema de Cadastro de Uso Insignificante de Recursos Hídricos, a partir do qual são realizados cadastros e emitidas as certidões de uso insignificantes, de forma online. De acordo com os critérios dispostos na DN CERH n° 09/2004, são previstas regularizações por meio de usos insignificantes para usos de captações, acumulações superficiais e captações subterrâneas por meio de cisternas, surgências e nascentes. Por outro lado, a DN CERH n° 34/2010, estabeleceu as primeiras diretrizes para captações de águas subterrâneas por meio de poços tubulares (CERH-MG, 2004; CERH-MG, 2010). Em seguida, a DN CERH n° 76/2022 revogou as diretrizes até então vigentes para os usos insignificantes subterrâneos e trouxe outros critérios a serem avaliados para os cadastros de usos insignificantes subterrâneos (Igam, 2023b).

Seguindo-se com o avanço do Sistema de Informações, foi lançado em 2018 o chamado Sistema de decisão de outorga. A partir deste sistema, os usuários externos passaram a ter acesso às decisões de outorga de direito de usos de recursos hídricos emitidas pelo Igam (Igam, 2022).

O Sistema de Monitoramento Remoto Integrado das Águas (MIRA), lançado em 2023, possibilitou a sistematização do monitoramento automático, em tempo real, com transmissão telemétrica de dados de demanda e disponibilidade hídrica (Igam, 2023b). O MIRA utiliza a telemetria para o recebimento e tratamento de dados relacionados à vazão e fluxo residual dos corpos d'água. A implantação do MIRA impulsionou os trabalhos no âmbito da segurança hídrica de MG, especialmente com o acompanhamento e divulgação dos estados de escassez hídrica, incluindo os estágios de atenção, alerta e restrição dos cursos d'água de domínio estadual (Igam, 2023b). Além disso, o MIRA permite uma gestão mais próxima nas áreas

declaradas em conflito pelo uso das águas superficiais e subterrâneas, onde a demanda é maior que a oferta, permitindo o controle e fiscalização do uso outorgado em tempo real.

Lançado no dia 04 de setembro de 2024, o Sistema de Outorga (SOUT) é uma ferramenta desenvolvida para aprimorar a análise e gestão das outorgas de recursos hídricos em MG. O principal objetivo do SOUT é unificar as informações e ferramentas indispensáveis à análise e gestão das outorgas, sob uma ótica de integração em um único sistema todo o processo de regularização de uso, com maior eficiência, segurança, velocidade e transparência ao processo. Além disso, o SOUT prevê nova abordagem para a gestão das águas superficiais e subterrâneas, com base na disponibilidade hídrica, no intuito de facilitar a tomada de decisões.

Um dos sistemas em fase de desenvolvimento, que deverá ser implementado é o Sistema de cobrança pelo uso da Água (Siscob), o qual permitirá que seja realizado o cálculo e gerenciamento do valor anual referente à cobrança pelo uso da água por intervenção. Esta ferramenta contará com a aplicação de metodologias e preços parametrizados de acordo com as finalidades de uso, de acordo com as características de cada bacia hidrográfica, bem como dados constantes no SOUT e Declaração Anual de Uso de Recursos Hídricos de Minas Gerais (Daurh) (Igam, 2022). Outro promissor sistema que se encontra em fase de desenvolvimento é o Sistema de Gestão de Barragens (SIGBA), que permitirá o cadastro e a identificação das barragens e seus empreendedores, para fins de incorporação ao Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), seguindo-se as diretrizes do art. 16, I, da Lei Federal 12.334/2010 (BRASIL, 2010).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia de trabalho foi dividida em seis etapas (Figura 19) no intuito de contextualizar os atuais cenários de gestão dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas dos rios Paracatu e Piracicaba, subsidiados pelos aspectos fisiográficos, ambientais, socioeconômicos, entre outros.

Figura 19 – Fluxograma dos materiais e métodos.



Fonte: Autor (2024).

### 4.1 Confeção dos mapas de caracterização da área de estudo e quantificação das classes

A caracterização da área de estudo foi realizada diante da confecção de diversos mapas, com ênfase nas bacias hidrográficas dos rios Paracatu e Piracicaba, os quais tiveram seus elementos quantificados e as classes descritas, indicando-se a influência destas classes com as disponibilidades hídricas das bacias. De acordo com Fitz (2008), um mapa é a representação gráfica de aspectos geográficos, naturais ou artificiais da Terra, com fins ilustrativos, culturais ou científicos.

A confecção dos mapas contou com a utilização do *software* de sistema de informação geográfica QGIS, em sua versão 3.26.0 - Buenos Aires. Este *software* foi obtido de forma

gratuita no sítio eletrônico [https://www.qgis.org/pt\\_BR/site/forusers/download.html](https://www.qgis.org/pt_BR/site/forusers/download.html). Após instalação do QGIS, foi feita a coletânea das bases de dados espaciais a serem trabalhadas na elaboração dos mapas. Foram trabalhadas com camadas do tipo raster (uso e cobertura da terra) e vetoriais (Limite geográfico da América do Sul, Brasil, de Minas Gerais, das bacias hidrográficas, hidrografia, solos, biomas, climas e hidrogeologia).

Foram utilizadas camadas obtidas através do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no diretório Geociência / Organização do território / Malhas territoriais / Malha Municipal. Assim, foi realizado download das camadas “Unidades da Federação do Brasil” e “Municípios de Minas Gerais”.

A camada “América do Sul” foi baixada do site da ANA, seguindo-se o diretório Catálogo de Metadados da ANA / Países / País (shp).

No site Siga Rio das Velhas (VELHASMMap), foram obtidas as camadas “Bacia do Rio São Francisco” e “Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos de Minas Gerais”, sendo esta última utilizada para confecção dos mapas que exibem as CHs de MG.

Através do sítio eletrônico disponibilizado em IDE-Sisema (2023), foram obtidos arquivos shapefile para as seguintes camadas, conforme os diretórios a seguir:

- Hidrografia / Hidrografia Principal do Estado de Minas Gerais (ANA/Igam) / Principais trechos hidrográficos das Circunscrições Hidrográficas de Minas Gerais;
- Solos / Mapeamento de solos (Feam/UFV) / Mapa de Solos de Minas Gerais;
- Vegetação / Biomas (IBGE) / Mapa de Biomas de Minas Gerais;
- Geologia e Recursos Minerais / Hidrogeologia (CPRM) / Domínios hidrogeológicos.

No sítio eletrônico do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), foi obtida a camada vetorial de climas, de acordo com a Classificação Climática de Köppen.

A partir de MapBiomas (2021) foram obtidas as camadas de uso e cobertura da terra, utilizando-se o diretório: Mapas e dados / Downloads / Mapas das coleções. Foram baixados os dados referentes aos mapeamentos dos anos de 1985 e de 2021, que correspondem ao mapeamento mais antigo e o mais recente, respectivamente, realizados pela equipe do MapBiomas.

Após obtenção de todos os arquivos dos dados espaciais necessários à confecção dos mapas, as camadas foram trabalhadas, em seus formatos shapefile e raster, dentro do QGIS 3.26.0 - Buenos Aires. Iniciado o novo projeto no QGIS, foi definido o Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) do projeto, EPSG 4674, correspondente ao Sistema de Coordenadas Geográficas, Datum SIRGAS 2000. Este SRC foi padronizado para todas as camadas,

utilizando-se a aba “Propriedades”, a partir da qual foram definidas também as simbologias, cores, estilos de linhas, larguras, preenchimentos, rótulos, fontes, entre outros.

As primeiras camadas importadas foram de localização, correspondentes à América do Sul, Brasil, Minas Gerais, bacias hidrográficas federais dos rios São Francisco e Doce e as circunscrições hidrográficas de Minas Gerais. No mapa das circunscrições hidrográficas de Minas Gerais, trabalhou-se com a ferramenta de “Preenchimento categorizado”, selecionando-se a categorização por siglas, para que fosse realizada a classificação. Este procedimento permitiu a individualização das cores para cada uma das CHs de MG. Assim, tornou-se possível padronizar as cores das CHs de acordo com as informações desejadas, em especial nos mapas confeccionados para retratar a vigência dos instrumentos de cobrança e enquadramento no Estado de MG.

As camadas de hidrografia, solos, biomas e hidrogeologia, todas do tipo vetorial, foram inseridas para todo o Estado de MG, enquanto a camada de climas foi inserida para todo o território brasileiro. Em seguida foram corrigidas as geometrias, no próprio QGIS, com auxílio da ferramenta “Corrigir geometria”. Esta correção foi aplicada para evitar erros durante a etapa de recorte das camadas. As camadas foram então recortadas para a extensão das bacias dos rios Paracatu e Piracicaba, utilizando-se a ferramenta Vetor / Geoprocessamento / Recortar.

Por outro lado, as camadas de uso e cobertura da terra, do tipo raster, foram inseridas para todo o território brasileiro. As geometrias não precisaram ser corrigidas e o recorte para a área das bacias foi realizado com auxílio da ferramenta Raster / Extrair / Recortar raster pela camada de máscara. Os recortes dos mapas de uso e cobertura da terra para os anos de 1985 e 2021, realizados para as áreas das bacias, retornaram, inicialmente, com a coloração preta e branca, sendo necessária a inserção das classes. Esta inserção foi realizada utilizando-se a ferramenta Propriedades / Legenda / Estilo / Carregar Estilo. Selecionou-se então o arquivo denominado MAPBIOMAS\_Legenda\_QGIS, em formato qml, obtido em MapBiomas (2021).

Em paralelo, as classes de interesse em cada mapa foram quantificadas para determinação de suas porcentagens, utilizando-se a “Edição” da “Tabela de Atributos”, com a ferramenta Calculadora de campo / Criar um campo virtual / Nome do novo Campo (Área km<sup>2</sup>) / Geometria / \$area dividido por 1.000.000. A expressão da área foi dividida por 1.000.000 para que a resposta fosse uma coluna, na tabela de atributos, com as áreas de cada classe em km<sup>2</sup>. Em seguida, as camadas foram exportadas no formato “Planilha de cálculo MS Office Open XML [XLSX] para que fossem determinadas as porcentagens de cada classe no Excel.

A quantificação das classes de uso e cobertura da terra foram realizadas no QGIS com auxílio da ferramenta “r.report”, sob seleção da camada de entrada e unidade (k). Os quantitativos foram gerados em formato de bloco de notas e posteriormente trabalhados no Excel para quantificação das porcentagens de cada classe, de mesma maneira feita para os demais mapas trabalhados.

## **4.2 Grau de implementação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos**

Para avaliar a gestão dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas estudadas, foram utilizados dados de sítios eletrônicos, os quais subsidiaram a confecção dos mapas e a determinação do grau de implementação e evolução dos instrumentos. Entre os sítios eletrônicos mais recorridos, destacam-se:

- Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos - InfoHidro (IGAM, 2024a);
- Portal dos Comitês (federais): <<https://cbhsaofrancisco.org.br/>>; <<https://www.cbhdoce.org.br/>>;
- Portal dos Comitês (estaduais): <<https://comites.igam.mg.gov.br/comites-estaduais-mg/sf7-cbh-rio-paracatu>>; <<https://comites.igam.mg.gov.br/comites-estaduais-mg/do2-cbh-piracicaba>>.

### **4.2.1 Planos diretores e enquadramento dos corpos d’água em classes**

Na segunda etapa foram analisados os prognósticos dos recursos hídricos para as bacias analisadas, com base em seus planos diretores e na atual situação do enquadramento dos corpos d’água em classes segundo os usos preponderantes (Igam, 2024a).

O enquadramento de corpos de água em classes segundo os usos preponderantes foi analisado em função de sua implementação em cada uma das bacias e das principais dificuldades enfrentadas para determinação das classes que compõem o sistema de drenagens em cada uma das bacias.

### **4.2.2 Outorgas de direito de uso dos recursos hídricos**

Na terceira etapa realizou-se uma análise quantitativa das principais demandas hídricas das bacias hidrográficas estudadas, a partir dos dados disponibilizados via Plataforma IDE-Sisema, disponível em <<https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>>. Além disso, foram obtidas informações sobre as outorgas federais por meio do sítio eletrônico <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/outorga/outorgas-emitidas>>.

A partir dos materiais obtidos, foram trabalhados os quantitativos dos modos de uso superficiais e subterrâneos (Quadro 2) predominantes nas CHs analisadas, bem como as principais finalidades de uso (Quadro 3). Foram confeccionados gráficos indicando-se os modos de uso e finalidades predominantes e a relação com as demandas hídricas dos usuários dos recursos hídricos nas respectivas CHs. Foram confrontadas as características socioeconômicas das bacias estudadas com os volumes demandados para determinadas finalidades de uso.

Quadro 2 – Modos de uso dos recursos hídricos outorgáveis e autorizável

<b>Código</b>	<b>Modo de uso</b>
01 (superficial)	Captação em curso de água (rios, lagoas naturais, etc.)
02 (superficial)	Captação em barramento - sem regularização de vazão
03 (superficial)	Captação em barramento com regularização de vazão ( $A < 5,00$ ha)
04 (superficial)	Captação em barramento com regularização de vazão ( $A > 5,00$ ha)
05 (superficial)	Barramento sem captação
06 (superficial)	Barramento sem captação para regularização de vazão
07 (subterrâneo)	Perfuração de poço tubular profundo [autorizável]
08 (subterrâneo)	Captação de água subterrânea por meio de poço tubular já existente
09 (subterrâneo)	Captação de água subterrânea por meio de poço manual/cisterna
10 (subterrâneo)	Captação de água subterrânea para fins de rebaixamento de nível em mineração
10.1 (subterrâneo)	Captação de água subterrânea para fins de remediação de água contaminada
10.2 (subterrâneo)	Captação de água subterrânea por meio de bateria de poços tubulares
11 (subterrâneo)	Captação de água subterrânea em nascente/surgência
12 (superficial)	Desvio parcial ou total de curso de água
13 (superficial)	Dragagem, limpeza ou desassoreamento de curso de água
14 (superficial)	Dragagem de curso de água para mineração
15 (superficial)	Canalização e/ou retificação de curso de água
16 (superficial)	Travessia rodo-ferroviária (pontes e bueiros)
17 (superficial)	Estrutura de transposição de nível (eclusa)
18 (superficial)	Lançamento de efluente em corpo de água
20 (superficial)	Aproveitamento de Potencial Hidrelétrico
23 (subterrâneo)	Captação de água subterrânea para fins de pesquisa hidrogeológica
24 (subterrâneo)	Captação de água subterrânea para fins de rebaixamento em obras civis
25 (superficial ou subterrâneo)	Processo Único de Outorga
26 (subterrâneo)	Dragagem em cava aluvionar para fins de extração mineral

Fonte: Autor (2024) com base em IGAM (2023a).

Quadro 3 – Principais finalidades de uso dos recursos hídricos passíveis de outorga.

Finalidades de uso	
Abastecimento público	Geração de energia
Aquicultura	Irrigação
Clarificação de água	Lavagem de veículos
Consumo agroindustrial	Paisagismo
Consumo humano	Pesquisa mineral
Consumo industrial	Pesquisa hidrogeológica
Contenção de sedimentos	Rebaixamento de nível d'água
Contenção de taludes	Recirculação de água
Controle de cheias	Recreação
Depuração de efluentes	Regularização de vazão
Desassoreamento e/ou limpeza	Remediação de água contaminada
Dessedentação de animais	Transposição de corpo de água
Disposição de rejeitos	Urbanização
Extração mineral	Outras

Fonte: Autor (2024) com base em IGAM (2023a).

#### 4.2.3 Cobrança pelo uso dos recursos hídricos

Na quarta etapa foi realizado um diagnóstico sobre a implementação da cobrança pelo uso da água nas bacias estudadas e foram investigados os principais projetos custeados pelo capital arrecadado através deste instrumento em prol das bacias, a partir dos seguintes materiais:

- Principais normativos: Decreto Estadual nº 48.160/2021; Portaria IGAM nº 79/2021; DN CERH 68/2021;
- Portal InfoHidro: <<https://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/index.php/cobranca-pelo-uso-dos-recursos-hidricos>>;
- Metodologias de preços: <<https://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/index.php/sem-categoria/577-metodologia-de-precos>>;
- Arrecadação da Cobrança Pelo Uso de Recursos Hídricos: <<https://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/index.php/sem-categoria/578-arrecadacao-da-cobranca-pelo-uso-de-recursos-hidricos>>;
- Agências de Bacias Hidrográficas e a Execução dos Recursos da Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos: <<https://www.agevap.org.br/>>; <<https://agedoce.org.br/>>; <<https://www.cbhpiracicabamg.org.br/>>.

#### **4.2.4 Sistemas de informações sobre recursos hídricos**

Na quinta etapa foi avaliado o processo de implantação e desenvolvimento do sistema de informações sobre os recursos hídricos no Estado de MG, com foco nas duas bacias estudadas, a partir dos seguintes materiais:

- Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos - InfoHidro (IGAM, 2024a);
- Portal dos Comitês (federais): <<https://cbhsaofrancisco.org.br/>>; <<https://www.cbhdoce.org.br/>>;
- Portal dos Comitês (estaduais): <<https://comites.igam.mg.gov.br/comites-estaduais-mg/sf7-cbh-rio-paracatu>>; <<https://comites.igam.mg.gov.br/comites-estaduais-mg/do2-cbh-piracicaba>>;
- Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – (AGEVAP): <<https://agedoce.org.br/>>;
- Sítio eletrônico do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba: <<https://www.cbhpiracicabamg.org.br/>>.

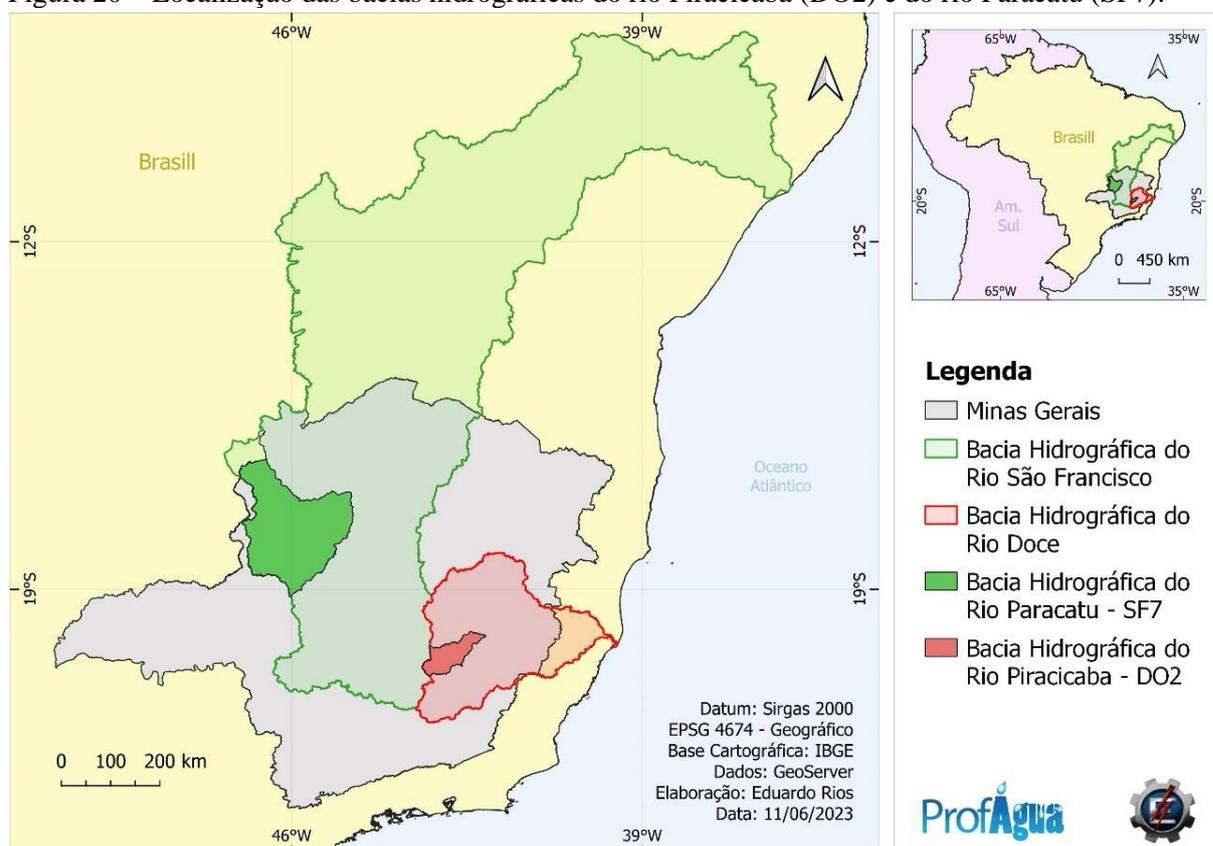
#### **4.3 Análise comparativa entre a gestão dos recursos hídricos nas bacias analisadas**

Por fim, na sexta etapa foi feita uma integração dos dados avaliados e uma inferência sobre a efetividade dos instrumentos de gestão nas bacias estudadas, diante dos resultados obtidos nas etapas anteriores.

## 5 CARACTERIZAÇÃO DOS MEIOS FÍSICO, BIÓTICO E CENÁRIO SOCIOECONÔMICO

Conforme estabelecido no capítulo anterior, dos materiais e métodos, esta caracterização teve como principal objetivo evidenciar aspectos gerais das duas bacias hidrográficas avaliadas, com foco em elementos que impactam direta ou indiretamente na disponibilidade hídrica local. As duas bacias selecionadas para compor este estudo comparativo são a bacia hidrográfica do rio Paracatu, pertencente à porção mineira da bacia hidrográfica do rio São Francisco e a bacia hidrográfica do rio Piracicaba, situada na porção mineira da bacia hidrográfica do rio Doce (Figura 20).

Figura 20 – Localização das bacias hidrográficas do rio Piracicaba (DO2) e do rio Paracatu (SF7).



Fonte: Autor (2024).

### 5.1 Características gerais

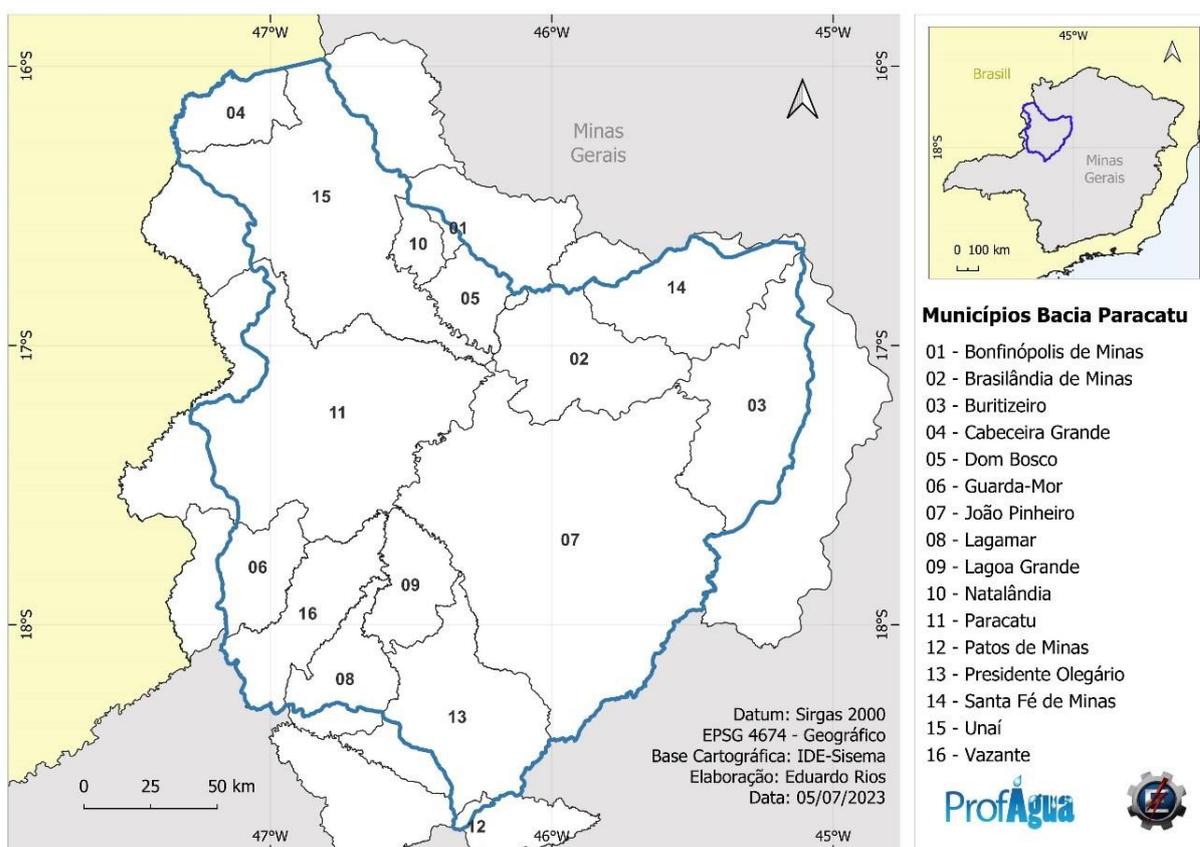
#### 5.1.1 Abrangência da bacia hidrográfica do rio Paracatu – SF7

A bacia hidrográfica do Rio Paracatu - SF7 (Figura 20) drena uma área de aproximadamente 45.600 km<sup>2</sup>, a qual representa cerca de 7% da área de drenagem da Bacia do São Francisco (Brasil, 1996). Da área de drenagem da sub-bacia do rio Paracatu, cerca de 92%

se encontram no Estado de MG, 5% em Goiás e 3% no Distrito Federal (Ferreira & Euclides, 1997). O número total de municípios abrangidos pela bacia é de 16, sendo que 12 possuem sede na bacia. De acordo com o IBGE (2010), entre os 280.736 mil habitantes da Bacia do Paracatu, 227.245 (80,95%) vivem em meio urbano e 53.491 (19,05%) encontram-se no meio rural.

Os municípios englobados pela bacia do Rio Paracatu, conforme indicado na Figura 21 são: Bonfinópolis de Minas; Brasilândia de Minas; Buritizeiro; Cabeceira Grande; Dom Bosco; Guarda-Mor; João Pinheiro; Lagamar; Lagoa Grande; Natalândia; Paracatu; Patos de Minas; Presidente Olegário; Santa Fé de Minas; Unai; Vazante.

Figura 21 – Municípios pertencentes à bacia hidrográfica do rio Paracatu.



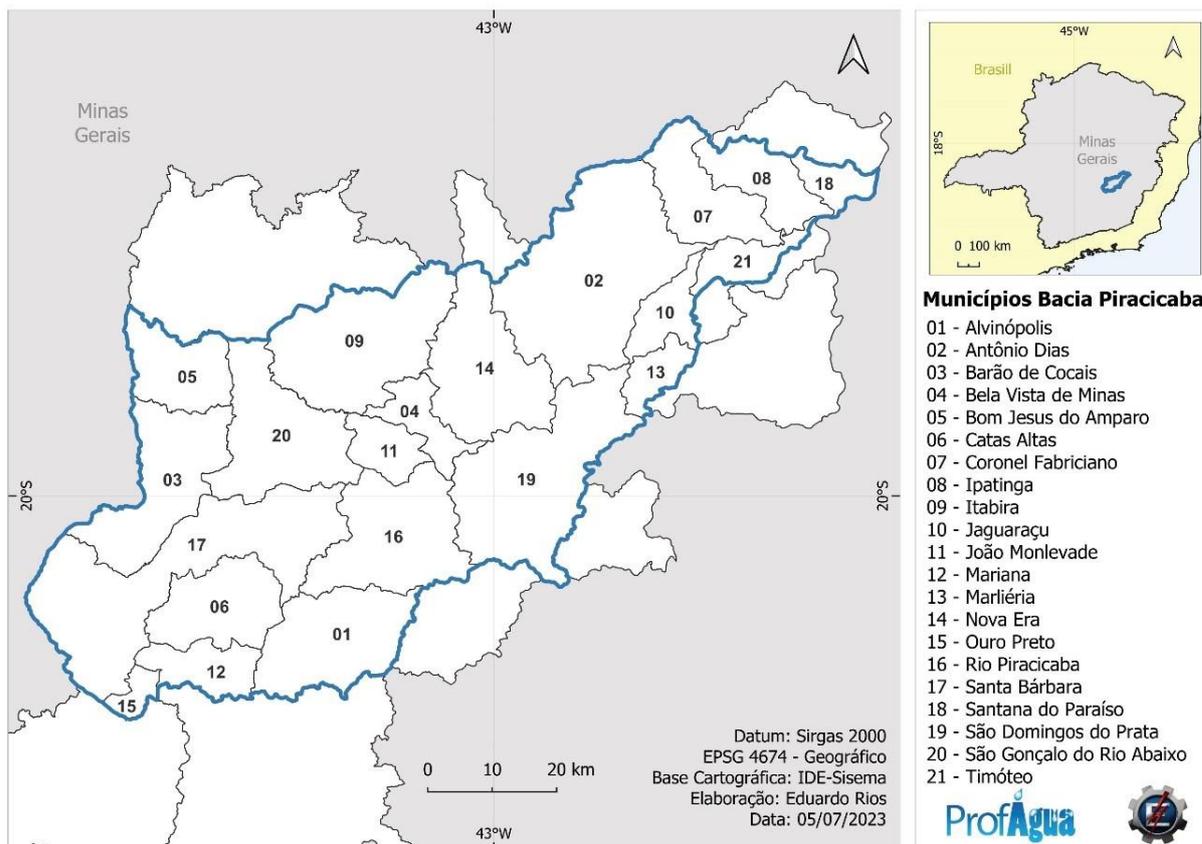
Fonte: Autor (2024).

### 5.1.2 Abrangência da bacia hidrográfica do rio Piracicaba – DO2

A circunscrição hidrográfica do rio Piracicaba (DO2) (Figura 20) possui uma área de 5.685,86 km<sup>2</sup>, que correspondem a 7,98% do território da bacia do Rio Doce e encontra-se inteiramente inserida no Estado de MG. O número total de municípios abrangidos pela bacia é de 21, sendo que 17 deles possuem sede na bacia. De acordo com o IBGE (2021), entre os 761.335 mil habitantes da Bacia do Rio Piracicaba, aproximadamente 94,71% vive em meio urbano, enquanto 5,29% encontra-se no meio rural.

Os municípios englobados pela bacia do Rio Piracicaba, conforme ilustrado na Figura 22 são: Alvinópolis, Antônio Dias, Barão de Cocais, Bela Vista de Minas, Bom Jesus do Amparo, Catas Altas, Coronel Fabriciano, Ipatinga, Itabira, Jaguaráçu, João Monlevade, Mariana, Marliéria, Nova Era, Ouro Preto, Rio Piracicaba, Santa Bárbara, Santana do Paraíso, São Domingos do Prata, São Gonçalo do Rio Abaixo e Timóteo.

Figura 22 - Municípios pertencentes à bacia hidrográfica do rio Piracicaba.



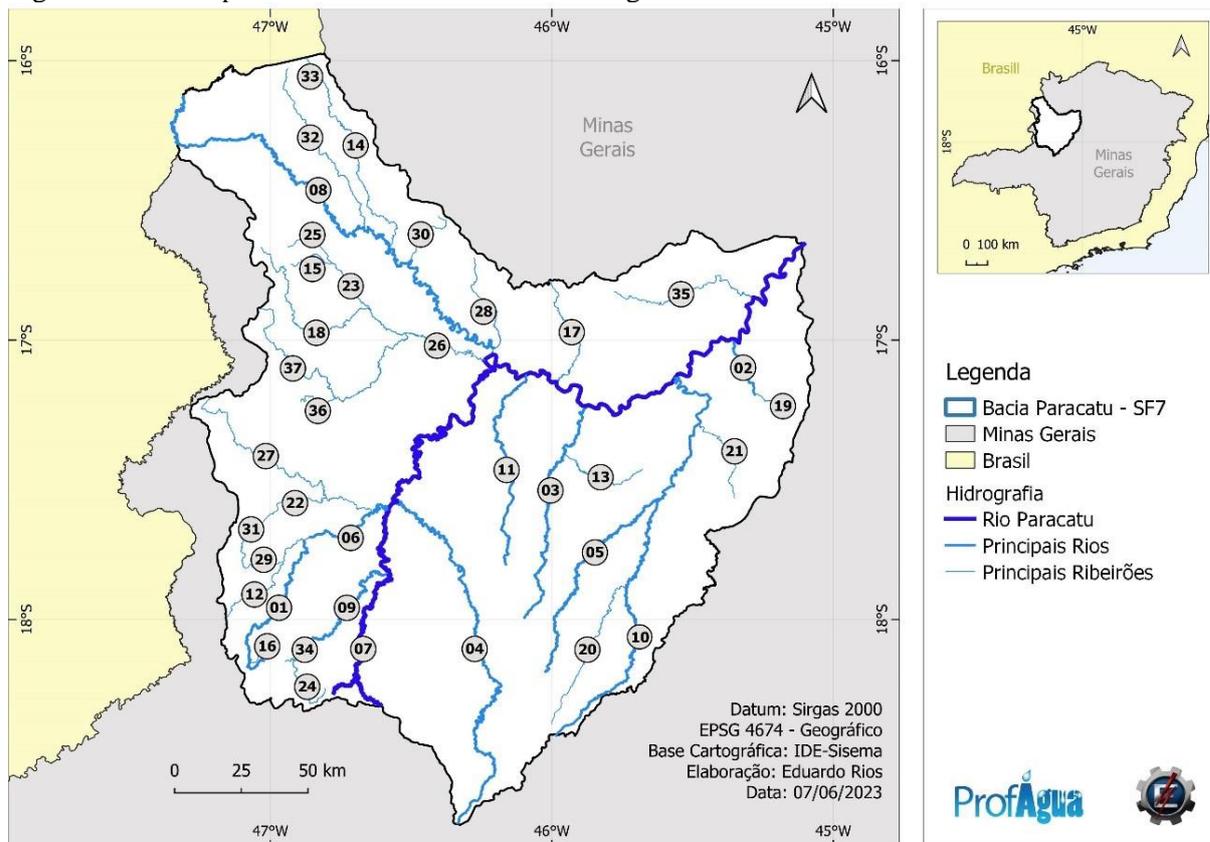
Fonte: Autor (2024).

## 5.2 Hidrografia

### 5.2.1 Hidrografia principal da bacia hidrográfica do rio Paracatu – SF7

As principais sub-bacias da bacia do rio Paracatu (Figura 23) são, pela margem direita, a do rio da Prata, com 3.750 km<sup>2</sup>, e a do rio do Sono, com 5.969 km<sup>2</sup>; pela margem esquerda, as bacias do rio Escuro, com 4.347 km<sup>2</sup>, do rio Preto, com 10.459 km<sup>2</sup> e a do Ribeirão Entre RIBEIROS, com 3.973 km<sup>2</sup> (ANA, 2003). As vazões do Paracatu que chegam ao rio São Francisco são, em média, da ordem de 220 m<sup>3</sup>/s, durante o período de seca, e de 800 m<sup>3</sup>/s na época de cheia, o que representa um percentual de 40 e 38%, respectivamente, da vazão do rio São Francisco, no posto fluviométrico de Cachoeira da Manteiga (Brasil, 1996).

Figura 23 – Principais rios e ribeirões da bacia hidrográfica do rio Paracatu.



**Principais Rios**

- 01 - Rio Claro
- 02 - Rio da Areia
- 03 - Rio da Caatinga
- 04 - Rio da Prata
- 05 - Rio do Sono
- 06 - Rio Escuro
- 07 - **Rio Paracatu**
- 08 - Rio Preto

- 09 - Rio Santa Catarina
- 10 - Rio Santo Antônio
- 11 - Rio Verde

**Principais Ribeirões**

- 12 - Ribeirão Arrenegado
- 13 - Ribeirão Canabrava
- 14 - Ribeirão Cana-brava

- 15 - Ribeirão Cangalha
- 16 - Ribeirão Claro
- 17 - Ribeirão Cotovelo
- 18 - Ribeirão da Aldeia
- 19 - Ribeirão da Areia
- 20 - Ribeirão das Almas
- 21 - Ribeirão das Gaitas
- 22 - Ribeirão das Traíras

- 23 - Ribeirão do Carmo
- 24 - Ribeirão do Carrapato
- 25 - Ribeirão do Franco
- 26 - Ribeirão Entre Ribeiros
- 27 - Ribeirão Escurinho
- 28 - Ribeirão Gado Bravo
- 29 - Ribeirão Januário
- 30 - Ribeirão Mamoneiras

- 31 - Ribeirão Melo
- 32 - Ribeirão Roncador
- 33 - Ribeirão Salobro
- 34 - Ribeirão Santa Catarina
- 35 - Ribeirão Santa Fé
- 36 - Ribeirão Santa Rita
- 37 - Ribeirão São Pedro

Fonte: Autor (2024).

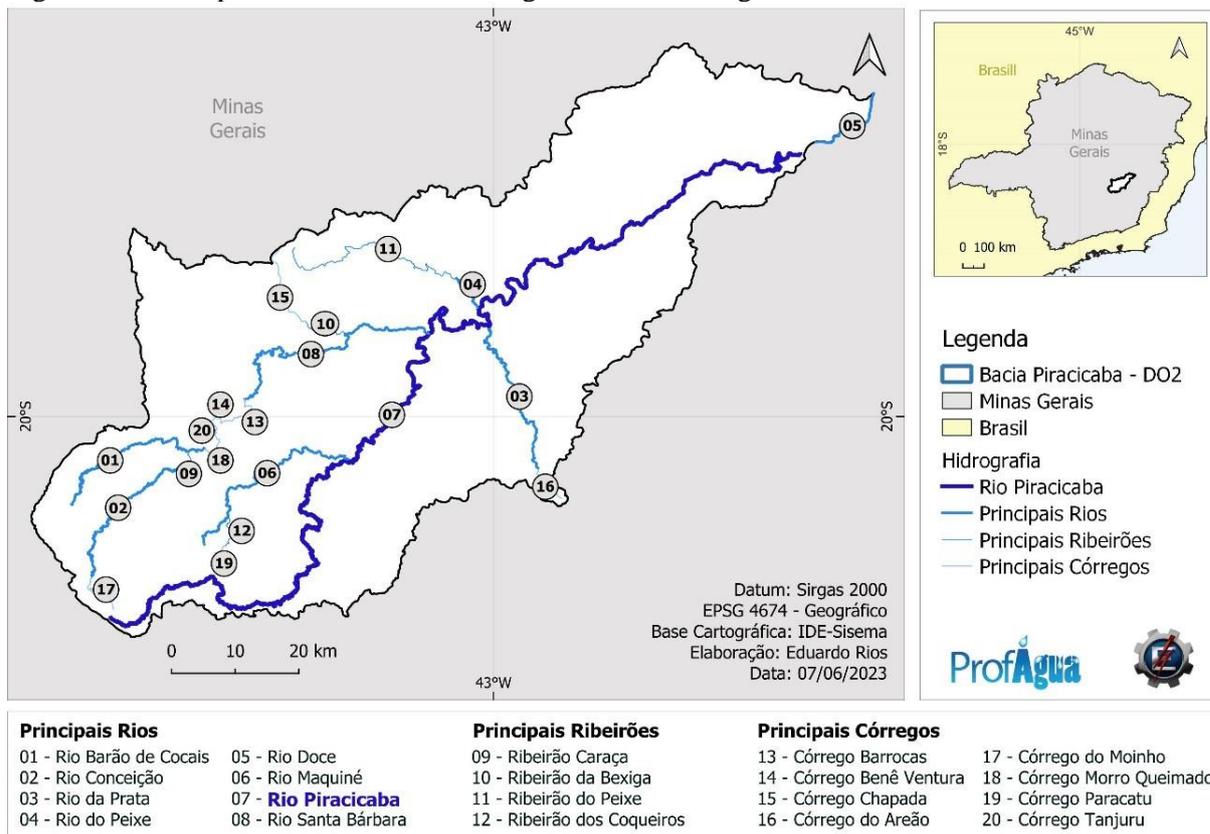
### 5.2.2 Hidrografia principal da bacia hidrográfica do rio Piracicaba – DO2

O rio Piracicaba é o principal curso d’água da bacia hidrográfica do rio Piracicaba. Suas nascentes localizam-se no município de Ouro Preto, a 1.680 m de altitude (Igam, 2010). Este rio percorre 241 km até encontrar o rio Doce, na divisa dos municípios de Ipatinga e Timóteo. Ao longo deste percurso, passa por cidades como Rio Piracicaba, Nova Era, Antônio Dias e pela Região Metropolitana do Vale do Aço, formada por Coronel Fabriciano e Ipatinga, na margem esquerda e Timóteo, na margem direita (Igam, 2010).

A bacia hidrográfica do rio Piracicaba é composta, em sua margem esquerda, pelas sub-bacias do rio do Peixe e do rio Santa Bárbara, e na margem direita pela sub-bacia do rio da Prata (Igam, 2010). O rio Santa Bárbara tem como principais afluentes os rios Conceição e Una. As cidades de Barão de Cocais, Santa Bárbara e São Gonçalo do Rio Abaixo localizam-se às

margens do rio Santa Bárbara, enquanto o município de São Domingos do Prata é cortado pelo rio da Prata. De acordo com IGAM (2010), além de seus principais afluentes, o rio Piracicaba recebe a descarga de quase uma centena de córregos e ribeirões, os quais compõem sua rede de drenagem. A Figura 24 indica os principais rios, córregos e ribeirões da bacia.

Figura 24 - Principais rios, ribeirões e córregos da bacia hidrográfica do rio Piracicaba.



Fonte: Autor (2024).

### 5.3 Classificação climática

Segundo Medeiros (2020), a classificação climática de Köppen é baseada principalmente na quantidade e distribuição de precipitação e temperatura, anual e mensal em determinada região, levando-se, também, em consideração a vegetação natural. Os elementos de temperatura e precipitação constituem critério inicial para a divisão dos tipos de clima. É considerada a primeira classificação climática planetária com base científica, sendo ainda hoje a mais utilizada no Brasil e no mundo (Arnfield, 2023).

Esta classificação constitui uma ferramenta útil para a apresentação de padrões climáticos do planeta e para identificar desvios significativos desse padrão. A divisão do clima mundial é feita em 5 grandes grupos designados pelas letras A, B, C, D e E. Além disso, existem

também os subgrupos ou subdivisões, que levam em consideração a distribuição sazonal da precipitação, acrescida das características da temperatura.

As CHs dos rios Paracatu e Piracicaba caracterizam-se pela presença dos seguintes climas, de acordo com a classificações climáticas de Köppen: As, Aw, Cwa, Cwb.

O Grupo A corresponde ao clima tropical chuvoso ou úmido, com temperatura média do mês mais frio maior que 18°C (megatérmico), com registro de uma estação de inverno ausente e precipitação anual superior à evapotranspiração anual. As subdivisões deste grupo encontradas nas áreas de estudo são:

- As: Tropical com verão seco
- Aw: Tropical com inverno seco e clima de savana.

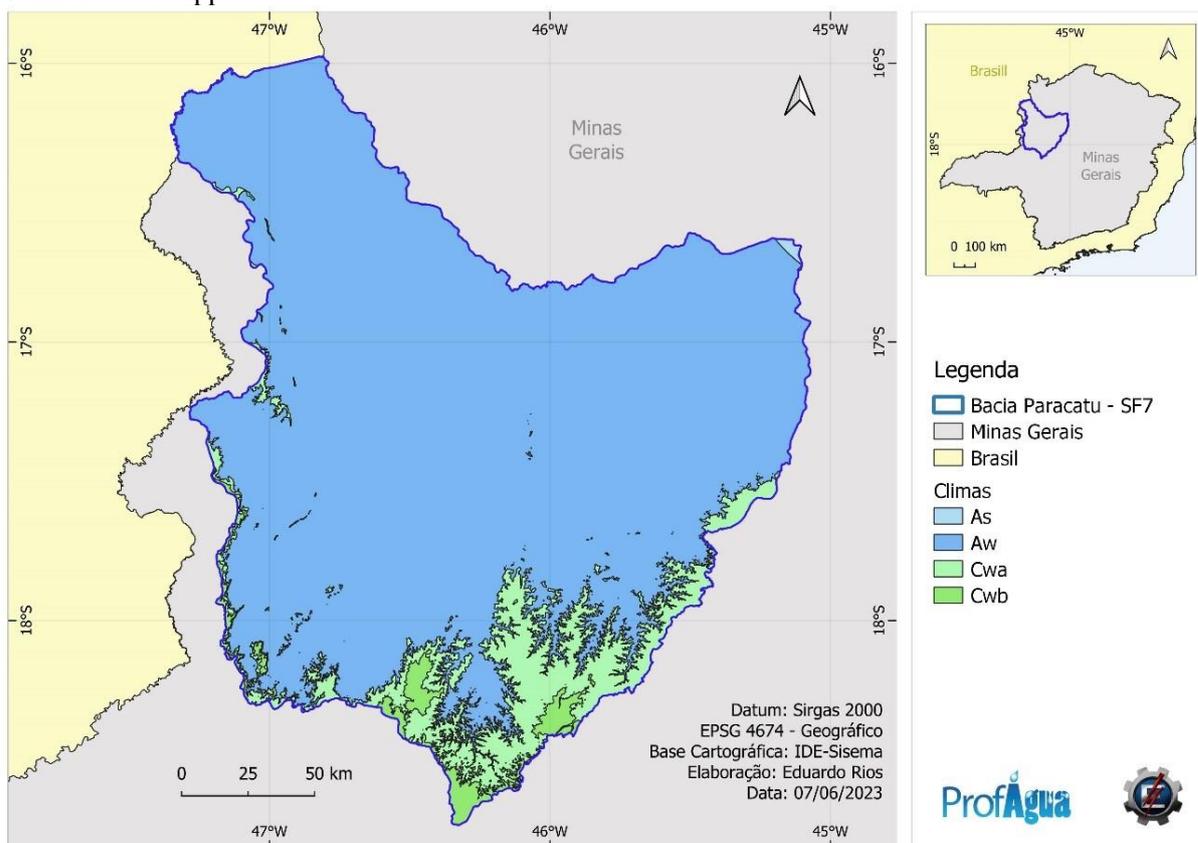
O Grupo C, por sua vez, abrange os climas úmidos de latitudes médias, com invernos amenos, climas temperados chuvosos e moderadamente quentes. As temperaturas médias do mês mais frio encontram-se entre -3 e 18°C, levando-se em consideração a mínima média mesotérmica. Observam-se verões muito quentes e invernos amenos. Nas áreas de estudo do presente trabalho, observa-se a presença das seguintes subdivisões do grupo C:

- Cwa: ocorrência de chuvas de verão, com verão quente, sob registro de temperatura média do ar no mês mais quente superior a 22°C.
- Cwb: registro de chuvas de verão, com verão moderadamente quente e temperatura média do ar no mês mais quente inferior a 22°C; registro de temperatura média do ar nos 4 meses mais quentes superior a 10°C.

### **5.3.1 Climas da bacia hidrográfica do rio Paracatu – SF7**

De acordo com a Classificação Climática de Köppen (Arnfield, 2023) a área de estudo encontra-se em quatro subtipos climáticos (Figura 25), onde predomina o clima Aw com 36163 km<sup>2</sup> que correspondendo a 87,41% da bacia hidrográfica. Em seguida, verifica-se a ocorrência do clima Cwa com 4250 km<sup>2</sup> referente a 10,27%, seguido pelo Cwb, com 915 km<sup>2</sup> que equivale a 2,21% e a classificação As que ocupa 45 km<sup>2</sup>, compreendendo 0,11%.

Figura 25 – Climas predominantes na bacia hidrográfica do rio Paracatu de acordo com a Classificação Climática de Köppen.

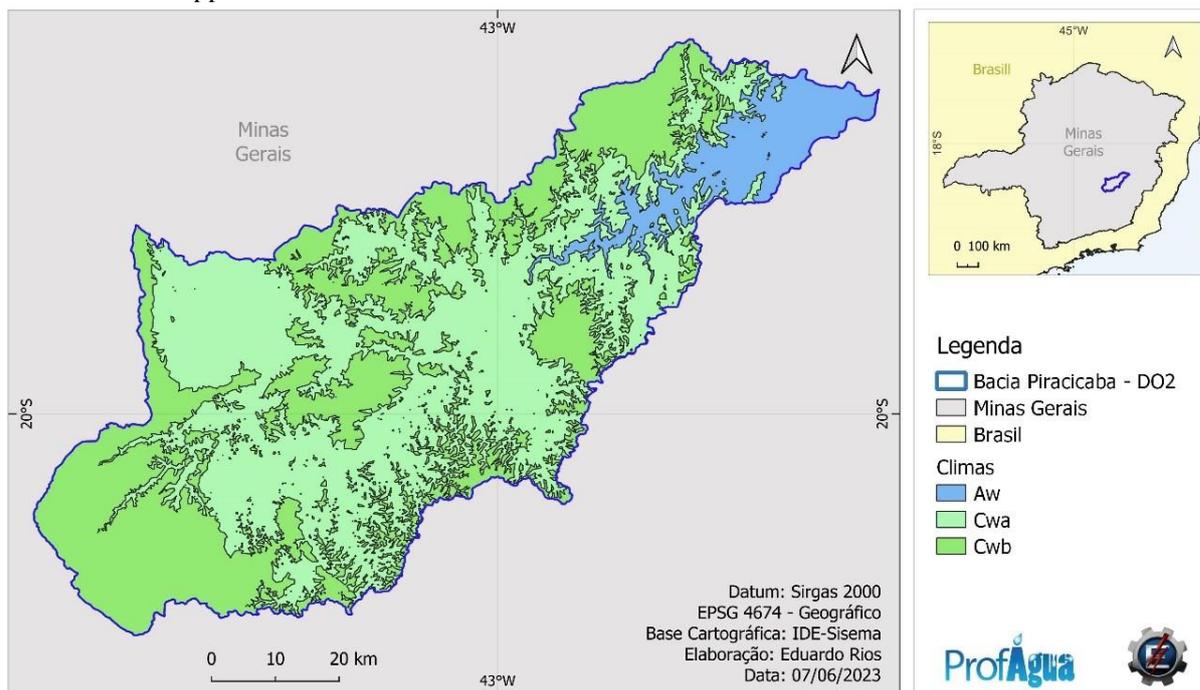


Fonte: Autor (2024).

### 5.3.2 Climas da bacia hidrográfica do rio Piracicaba – DO2

De acordo com a Classificação Climática de Köppen, a área de estudo encontra-se em três subtipos climáticos (Figura 26), onde predominam os climas Cwa e Cwb. O clima Cwa exibe 2909 km<sup>2</sup> de extensão, que corresponde a 51,16% da bacia hidrográfica, seguido pelo clima Cwb com 2317 km<sup>2</sup>, referente a 40,75% da bacia. Já o clima Aw, observado próximo à foz da bacia, ocupa 460 km<sup>2</sup>, que equivale a 8,09% da área total da DO2.

Figura 26 – Climas predominantes na bacia hidrográfica do rio Piracicaba de acordo com a Classificação Climática de Köppen.



Fonte: Autor (2024).

## 5.4 Biomas

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, cobre uma área de 2 milhões de km<sup>2</sup> e representa aproximadamente um quarto de toda extensão do território brasileiro. Nas áreas cobertas por esse bioma, é possível identificar muitas nascentes de rios, motivo esse que faz com que o este bioma seja considerado o berço das águas do Brasil (Embrapa, 2018). O bioma do Cerrado vem passando por conflitos em que as comunidades disputam com as políticas de desenvolvimento, onde as políticas visam atender os interesses das grandes corporações internacionais (Rigotto *et al.*, 2022). Estas políticas de desenvolvimento facilitam a apropriação de terras para o forte crescimento e expansão do agronegócio.

Neste contexto, o respeitado sistema financeiro mundial passou a ver a terra não só como ativo produtivo, mas também como ativo financeiro. A terra passou a ser uma boa oportunidade de diversificação de investimentos, diminuindo-se os riscos e aumentando-se os lucros. Dessa forma, segundo IBGE (2018), a terra e os recursos naturais a ela relacionados são cada vez mais tratados como bens econômicos e financeiros globalizados, em um processo que envolve fundos de pensão da Alemanha, Estados Unidos da América (EUA), Países Baixos e Suécia, entre outros. O *Teachers Insurance and Annuity Association* (TIAA) dos EUA, por exemplo, possuem e controlam quase 300 mil hectares de terras no Brasil (IBGE, 2018).

Segundo Rigotto *et al.* (2022), o processo de expansão do agronegócio no Cerrado traz com si elementos sobre a amplitude da zona de sacrifícios em que vem se constituindo o bioma. Assim, o desenvolvimento e a balança comercial brilham aos olhos dos empresários, governantes e parlamentares com o quadro da repercussão sobre o Produto Interno Bruto (PIB). Por outro lado, com o amplo crescimento e avanço pelas terras ocupadas por diferentes povos do Cerrado, esses povos são muitas vezes forçados ao processo de migração compulsória, sendo expostos ao desemprego, desafios de moradia, à fome, entre outros.

A expansão do agronegócio pelo Cerrado resulta em consequências como a degradação ambiental, resultante do seu modelo produtivo, causando desmatamento de extensas áreas. Nos anos de 2019 e 2020, foram eliminados 29 milhões de hectares de vegetação nativa, sendo destruídos 52% da diversificada vegetação nativa e bioma, em paralelo à implantação de 28 milhões de hectares de empreendimentos do agronegócio (Mapbiomas, 2020). Em reflexo disso, o desmatamento impacta sobre o ciclo hidrológico do Cerrado, associado às gramíneas e às árvores que captam a água da chuva para alimentar os aquíferos.

Um dos fatores de atração do Cerrado para os empreendimentos hidrintensivos do agronegócio, evidentemente, é a abundância de águas desse bioma. Esse abundante “berço das águas” alimenta seis das oito regiões hidrográficas brasileiras, com seus rios e aquíferos, entre eles as bacias hidrográficas federais do rio Doce e São Francisco (Barbosa, 2020).

Segundo ANA (2019c), a agricultura irrigada é responsável pela retirada de 83 bilhões de litros de água por dia, provindos de águas subterrâneas e superficiais no Brasil, enquanto o consumo diário de cada brasileiro tem uma média de 150 litros. Nos estados do Cerrado concentram-se 91,8% de áreas equipadas com pivôs de irrigação do País. O uso intenso da água pelo agronegócio, o desmatamento e as mudanças climáticas se somam para explicar o déficit de recarga dos aquíferos, desaparecimento de nascentes, rebaixamento de níveis freáticos, redução das vazões dos rios, entre outros fatores críticos. Com isso, há grandes prejuízos nos setores de pesca e agricultura camponesa, além do comprometimento da segurança alimentar dos povos do Cerrado (ANA, 2019c).

O bioma de Mata Atlântica ocupa uma área de 1.110.182 km<sup>2</sup>, que correspondia a 15% do território brasileiro, no entanto, suas paisagens se encontram altamente degradadas e fragmentadas em virtude dos impactos, especialmente pela ação antrópica, ao longo de mais de cinco séculos (Joly *et al.*, 2014). Segundo este autor, há registro, atualmente, de apenas 12,5% da floresta que existia originalmente.

Segundo Almeida (2016), no Brasil a Mata Atlântica é o bioma mais afetado em relação à fragmentação florestal, em virtude da exploração madeireira, expansões agrícolas e da pecuária e pelo crescimento da silvicultura. De acordo com este autor, entre os fatores que colaboram com os as crises hídricas, pode-se citar a má utilização da água, o desperdício, a poluição de solos e rios e o desmatamento.

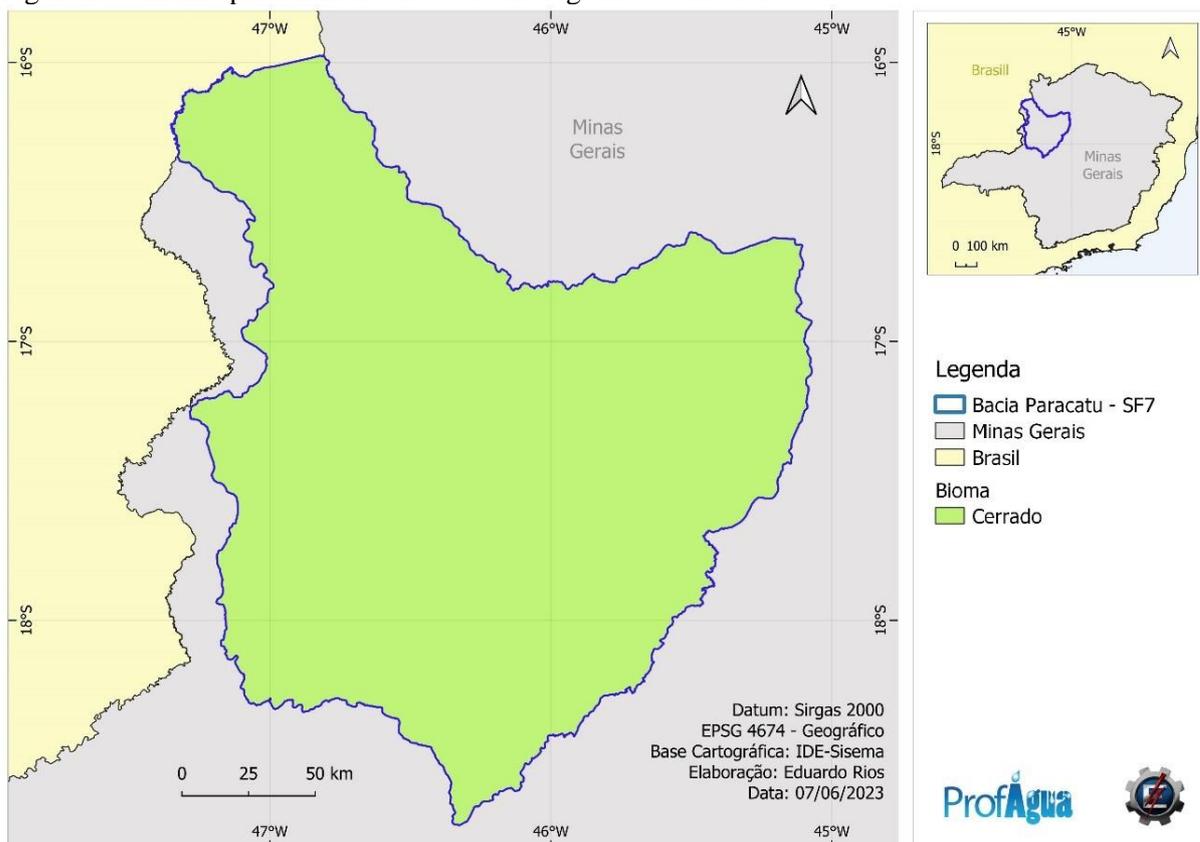
A Mata Atlântica é reconhecida internacionalmente como uma das principais e mais importantes áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade do planeta. Este bioma apresenta uma variedade de formações, engloba um diversificado conjunto de ecossistemas florestais, com estrutura e composições florísticas bastante diferenciadas, acompanhando as características climáticas da região onde ocorre (Tabarelli *et al.*, 2010).

Como o bioma da Mata Atlântica ocupa uma imensa área, seu clima e relevo também são muito diversificados, sob registro de regiões úmidas durante o ano inteiro e locais com estações secas e chuvosas bem definidas, como no caso da bacia hidrográfica do rio Piracicaba, objeto de estudo do presente trabalho.

#### **5.4.1 Bioma da bacia hidrográfica do rio Paracatu – SF7**

A Circunscrição Hidrográfica (CH) do rio Paracatu encontra-se sob domínio do cerrado (Figura 27) que é o único Bioma descrito para a SF7.

Figura 27 – Bioma predominante na bacia hidrográfica do rio Paracatu.

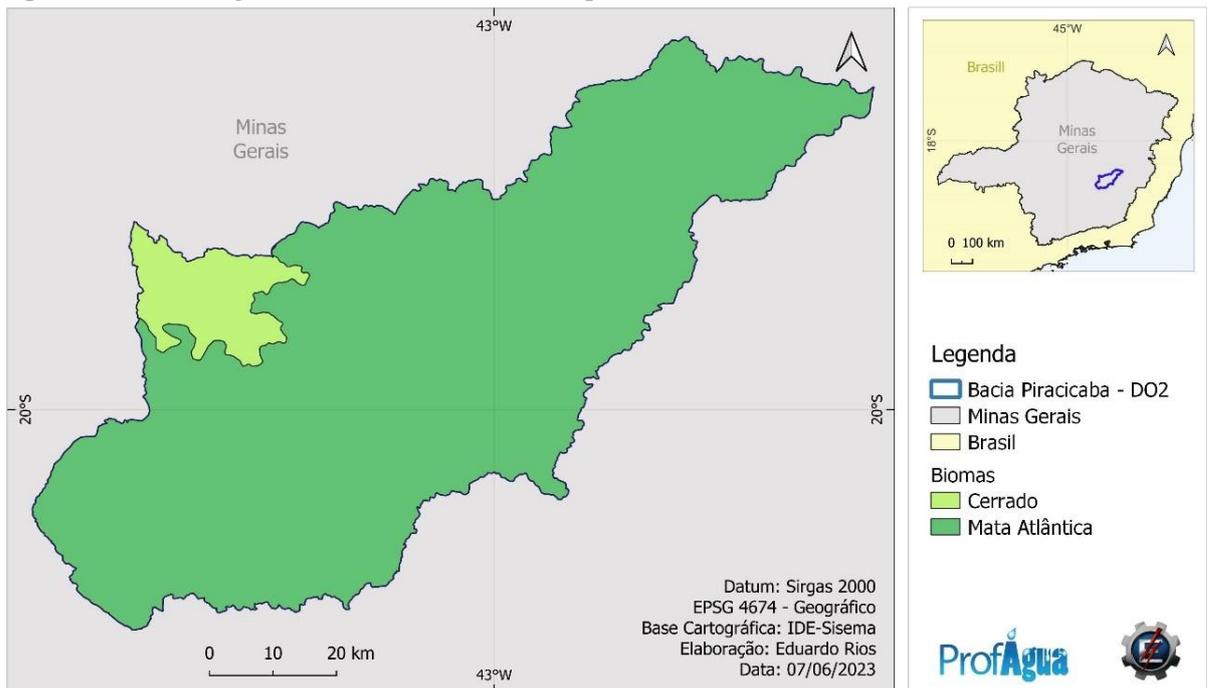


Fonte: Autor (2024).

#### 5.4.2 Biomas da bacia hidrográfica do rio Piracicaba – DO2

A CH do rio Piracicaba encontra-se nos biomas de domínios do cerrado e mata atlântica (Figura 28). O bioma predominante nessa região, com 5327 km<sup>2</sup> é o de mata atlântica, que soma quase que a totalidade da área da bacia (93,69%) enquanto o cerrado detém os demais 6,31%, abrangendo uma área de 359 km<sup>2</sup>.

Figura 28 - Biomas predominantes na bacia hidrográfica do rio Piracicaba.

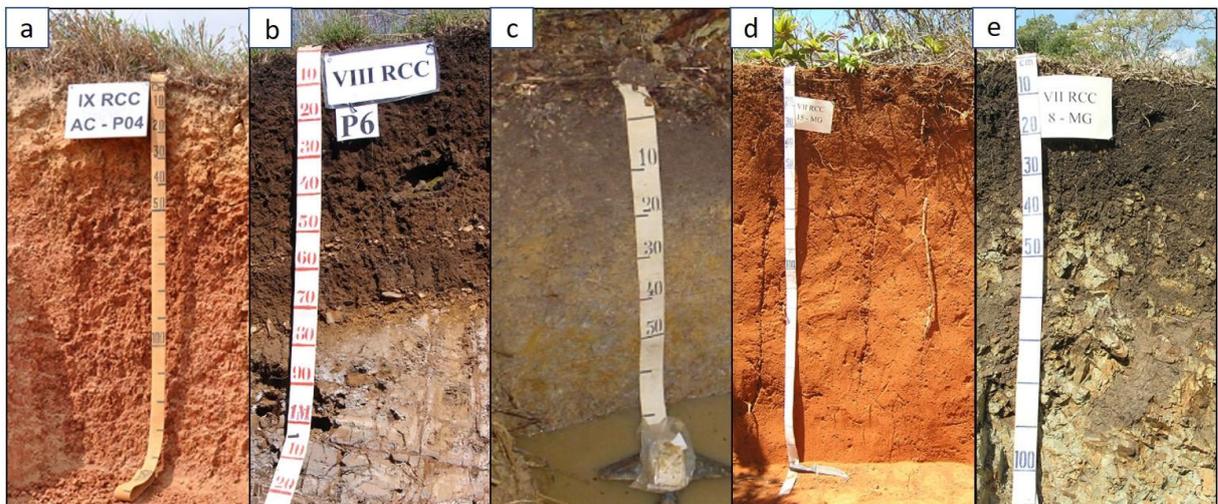


Fonte: Autor (2024).

## 5.5 Solos

Existem cinco principais tipos de solos registrados nas bacias hidrográficas objeto de estudo deste trabalho, que são: Argissolos (Figura 29a), Cambissolos (Figura 29b), Gleissolos (Figura 29c), Latossolos (Figura 29d) e Neossolos (Figura 29e). Estes tipos de solos serão abordados a seguir em função de suas principais características, permeabilidade e aptidão agrícola.

Figura 29 – Principais solos encontrados na SF7 e DO2: (a) Argissolo; (b) Cambissolo; (c) Gleissolo; (d) Latossolo; (e) Neossolo.



Fonte: Autor (2024) baseado em EMBRAPA (2018).

A extensão geográfica dos Argissolos representa aproximadamente 24% da superfície do Brasil, ocupam a segunda posição, depois dos Latossolos. São solos constituídos por material mineral, com acúmulo de argila em subsuperfície. Sua cor pode variar de avermelhada a acinzentada, sendo vermelhos os mais comuns e os matizes amarelos. Devido ao enriquecimento em argila, possuem baixa permeabilidade, pois apresentam alto potencial de armazenamento de água, porém possuem baixa transmissividade. Sua aptidão agrícola é moderada a baixa devido às suas características texturais e composicionais (Embrapa, 2018).

Os Cambissolos são solos moderadamente desenvolvidos, caracterizados pela pouca diferenciação dos horizontes nas características morfológicas, principalmente pela cor e estrutura. Estão distribuídos por todo território do Brasil e ocupa 2,5% da área do país. Em determinadas regiões, encontra-se com elevados teores de matéria orgânica e alumínio. Cambissolos de elevada fertilidade natural são desenvolvidos a partir de rochas ácidas, como a partir de arenitos e quartzitos. Estes solos possuem permeabilidade variável de baixa a alta, de acordo com as rochas que o originaram. Entretanto, podem apresentar baixa fertilidade natural, tendo como principais obstáculos a sua exploração a pouca profundidade, fase pedregosa ou cascalhenta, e ocorrência em relevos mais acidentados. Esta variabilidade na aptidão agrícola depende, principalmente, das rochas que originam este tipo de solo e da incorporação de matéria orgânica (Embrapa, 2018).

Os Gleissolos ocupam cerca de 4% da área do território nacional e são comumente encontrados nas proximidades de cursos d'água, várzeas e baixadas. São caracterizados pelo baixo grau de desenvolvimento pedogenético, sob condições hidromórficas, material predominantemente argiloso a muito argiloso. Apresentam, em subsuperfície, normalmente cores acinzentadas, devido aos processos de oxidação e redução do ferro, podendo apresentar outras variedades de cores (Embrapa, 2018).

Os Latossolos ocupam aproximadamente 39% da área total do Brasil com boa distribuição por praticamente todo o território nacional. São típicos das regiões tropicais e equatoriais, normalmente em relevo suavemente ondulado e plano, comumente formados em terraços fluviais e associados a antigas superfícies de erosão. São altamente intemperizados e sem incremento de argila em profundidade. As cores mais comuns variam em tons avermelhados ou amarelados. Os Latossolos são comumente bem drenados com condições favoráveis de permeabilidade. O desenvolvimento da agricultura tornou estes solos adequados para o cultivo, e eles também são excelentes para fixar as raízes das árvores e, portanto, sustentam uma floresta próspera (Embrapa, 2018).

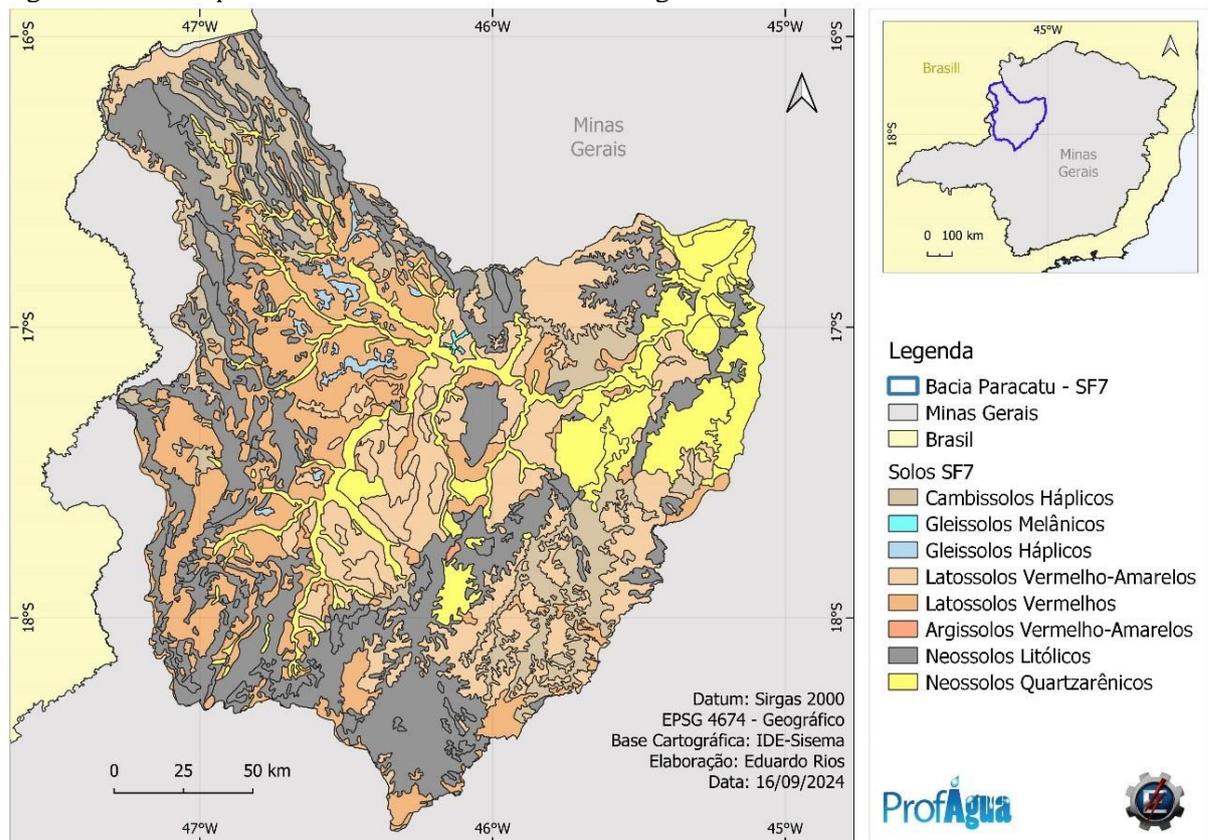
Os Neossolos são solos pouco desenvolvidos pedogeneticamente, considerados solos jovens constituídos por material orgânico ou material mineral com menos de 20 cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Ocorrem aproximadamente em 15% do território brasileiro. Os Neossolos se subdividem em níveis de classificação mais baixos em Neossolos Litólicos, Regolíticos, Flúvicos e Quartzarênicos. Este tipo de solo pode configurar ou não boas áreas de recarga de aquíferos; em função de sua baixa espessura, irão configurar áreas de recarga de acordo com os tipos de rochas que deram origem a este solo e que se encontram, comumente, logo abaixo destes solos. Sua aptidão agrícola irá variar em função da granulometria, que pode variar de fina a muito grossa e do percentual de matéria orgânica, porém, na grande maioria dos casos apresenta baixa aptidão agrícola por serem solos pouco desenvolvidos (Embrapa, 2018).

No mapeamento de solos utilizado neste trabalho, existem porções do território mapeadas como Afloramentos de Rochas, os quais correspondem a rochas sãs, que não sofreram ação significativa do intemperismo e não sofreram a pedogênese, ou seja, não se transformaram em solos.

### **5.5.1 Solos da bacia hidrográfica do rio Paracatu – SF7**

Na bacia hidrográfica do rio Paracatu tem-se cinco tipos de solos (Figura 30), com predomínio dos Neossolos (R) e dos Latossolos (L). Os Neossolos são do tipo Litólico e Quartzarênico, estão presentes em 19923 km<sup>2</sup>, e correspondem a 45,60% do território da CH. Os Latossolos ocorrem em seus tipos Vermelho-Amarelo e Vermelho, encontram-se distribuídos por 18666 km<sup>2</sup>, abrangendo 42,73% desta região. Os Cambissolos (CX), por sua vez, ocorrem apenas no tipo Háptico, estendendo-se por 4680 km<sup>2</sup>, que compreendem 10,71% da SF7. Ocorrendo em menores proporções na bacia estão os Gleissolos (G), em seus tipos Melânico e Háptico, que ocupam uma área de 440 km<sup>2</sup>, e cobrem 0,92% da SF7 e os Argissolos (P), em seu tipo Vermelho-Amarelo, que ocupam 19 km<sup>2</sup>, correspondentes a 0,04% da área total da bacia.

Figura 30 – Principais solos encontrados na bacia hidrográfica do rio Paracatu.

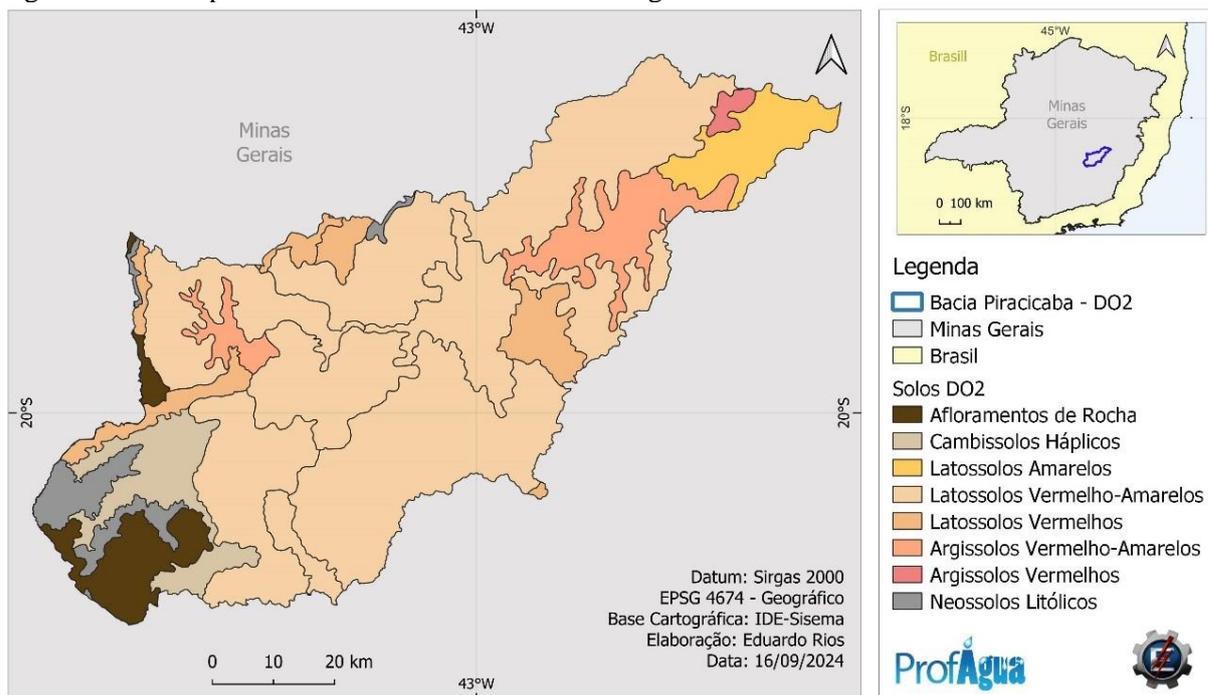


Fonte: Autor (2024).

### 5.5.2 Solos da bacia hidrográfica do rio Piracicaba – DO2

Na bacia do rio Piracicaba tem-se cinco tipos de solos (Figura 31), com predomínio dos Latossolos (L), presentes em 4410 km<sup>2</sup>, que correspondem a 77,53% do território da CH. Os Latossolos ocorrem na bacia hidrográfica do Rio Piracicaba em seus tipos Amarelo, Vermelho-Amarelo e Vermelho. Os Argissolos (P) estão distribuídos por 451 km<sup>2</sup>, divididos entre Vermelho-Amarelos e Vermelho, abrangendo 7,93% da área total da bacia. Os Cambissolos (CX) ocorrem somente em seu tipo Háplico, possuem uma área de 328 km<sup>2</sup>, que compreende 5,77% da DO2. Os Afloramentos de Rocha (AR) também compõem as classes deste mapeamento de solos e ocupam uma área de 288 km<sup>2</sup>, cobrindo 5,06% da área mapeada (Figura 31). Por fim, os solos registrados em menor proporção na bacia são os Neossolos (R), apenas do tipo Litólico, com extensão de 211 km<sup>2</sup>, correspondentes a 3,71% da DO2.

Figura 31 - Principais solos encontrados na bacia hidrográfica do rio Piracicaba.



Fonte: Autor (2024).

## 5.6 Hidrogeologia – principais aquíferos

Existem sete domínios hidrogeológicos registrados nas bacias hidrográficas dos rios Paracatu e Piracicaba, os quais serão brevemente descritos a seguir.

As Formações Cenozoicas têm um comportamento de aquífero poroso, caracterizado por possuir uma porosidade primária, e nos terrenos arenosos uma elevada permeabilidade. Podem ser produzidas vazões significativas nos poços tubulares perfurados, sendo, contudo, bastante comum que os poços localizados neste domínio, captem água dos aquíferos subjacentes, dependendo da espessura e da razão areia/argila dessas unidades (Sgb, 2002).

As bacias sedimentares, por sua vez, têm alta favorabilidade para o armazenamento de água subterrânea, o que permite a exploração de vazões significativas. Em decorrência da grande espessura de sedimentos e da alta porosidade/permeabilidade de grande parte de suas litologias, constituem os mais importantes reservatórios de águas subterrâneas (Sgb, 2002).

Já o domínio hidrogeológico Poroso/Fissural, considerado um aquífero misto, compreende pacotes sedimentares, com variável grau metamórfico, onde ocorrem litologias essencialmente arenosas, forte compactação e fraturamento acentuado. Estas características conferem a este tipo de aquífero um comportamento granular, com porosidade primária baixa a média e um comportamento fissural acentuado, caracterizado pela porosidade secundária,

resultante das fendas e fraturas. Estes domínios possuem baixa a média favorabilidade hidrogeológica (Sgb, 2002).

Por outro o domínio conhecido como Metassedimentos-Metavulcânicos caracteriza-se pela ausência da porosidade primária. Nestes tipos de rochas, a eventualidade de água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária, representada por fendas e fraturas, levando a formação de reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão. As águas subterrâneas encontradas nesses domínios, na maior parte das vezes, são salinizadas e as vazões produzidas por poços são baixas (Sgb, 2002).

Semelhante ao domínio anterior, os aquíferos caracterizados com o domínio de Rochas Vulcânicas possuem comportamento tipicamente fissural, com porosidade secundária resultante de fendas e fraturas, com ocorrência de Rochas Vulcânicas e Metavulcânicas. Estas sequências rochosas facilitam o desenvolvimento da porosidade secundária, sendo que algumas delas podem apresentar uma porosidade primária. No domínio de Rochas Vulcânicas espera-se por uma maior favorabilidade ao acúmulo de água subterrânea, do que o esperado para o domínio dos Metassedimentos/ Metavulcânicas (Sgb, 2002).

Assim como nos últimos dois domínios hidrogeológicos descritos, o domínio Cristalino também é do tipo fissural, com baixa possibilidade de acúmulo de água subterrânea. A ocorrência de água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária, também representada por fraturas e fendas. As vazões produzidas por poços alocados em aquíferos de domínio Cristalino são baixas (Sgb, 2002).

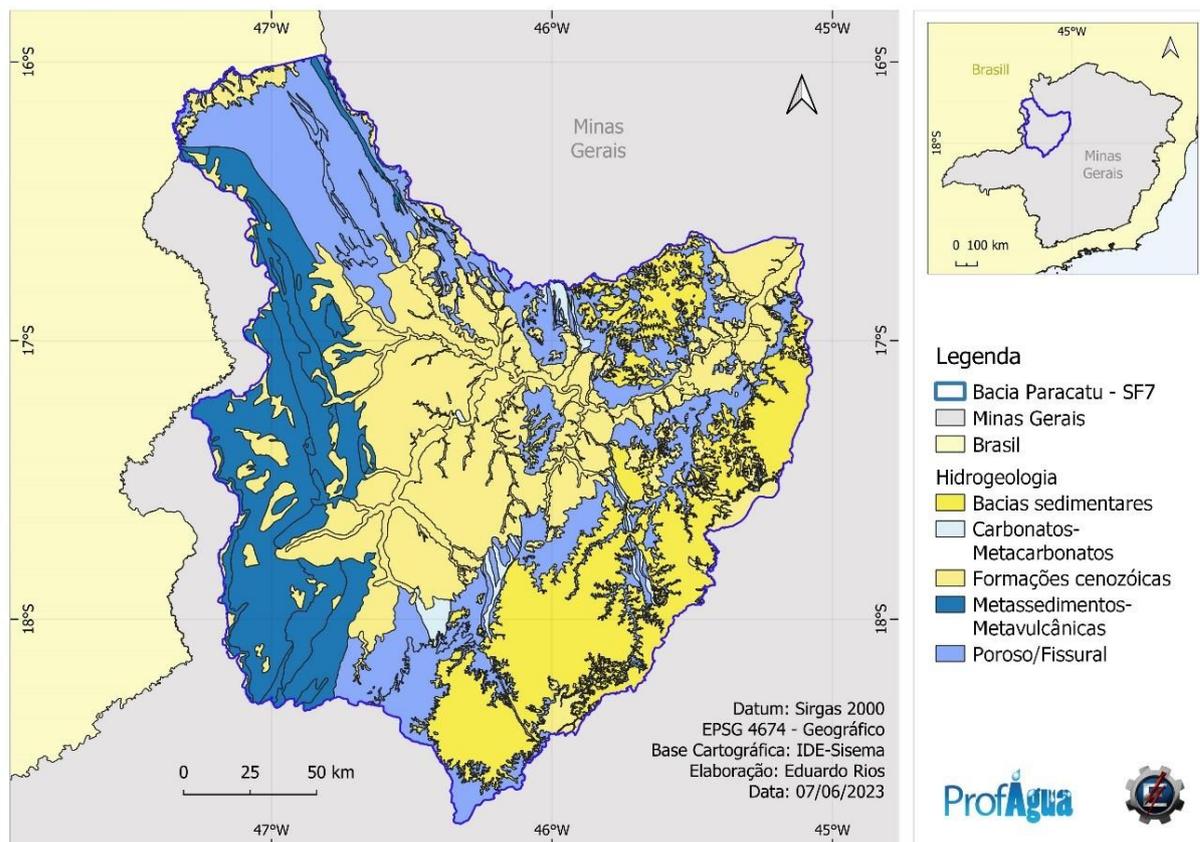
O domínio hidrogeológico denominado Carbonatos/Metacarbonatos tem como característica principal a presença de estruturas de dissolução química de rochas calcárias. As águas provenientes deste domínio, em geral, são do tipo carbonatadas, com dureza bastante elevada. Isso se dá por seu sistema aquífero estar em terrenos onde predominam rochas calcárias. Assim, torna-se comum a formação de cavernas, sumidouros, dolinas e outras feições erosivas decorrentes dos processos de dissolução (Sgb, 2002).

### **5.6.1 Hidrogeologia da bacia hidrográfica do rio Paracatu – SF7**

De acordo com o mapa de domínios hidrogeológicos confeccionado (Figura 32), existem cinco principais domínios hidrogeológicos na bacia hidrográfica do rio Paracatu. As formações Cenozóicas encontram-se distribuídas por 14603 km<sup>2</sup>, abrangendo 35,30% da área da bacia. Em seguida, tem-se o domínio Poroso/Fissural, que ocupa uma área de 10594 km<sup>2</sup>, correspondente a 25,61% desta região. As bacias sedimentares, por sua vez, equivalem a 20,34%, com uma área de 8413 km<sup>2</sup>. Os domínios de Metassedimentos-Metavulcânicos

possuem uma extensão de 7193 km<sup>2</sup>, que compreende 17,39%. Por fim, o domínio dos Carbonatos-Metacarbonatos ocupa 564 km<sup>2</sup> e recobrem 1,36% da SF7.

Figura 32 – Principais domínios hidrogeológicos da bacia hidrográfica do rio Paracatu.

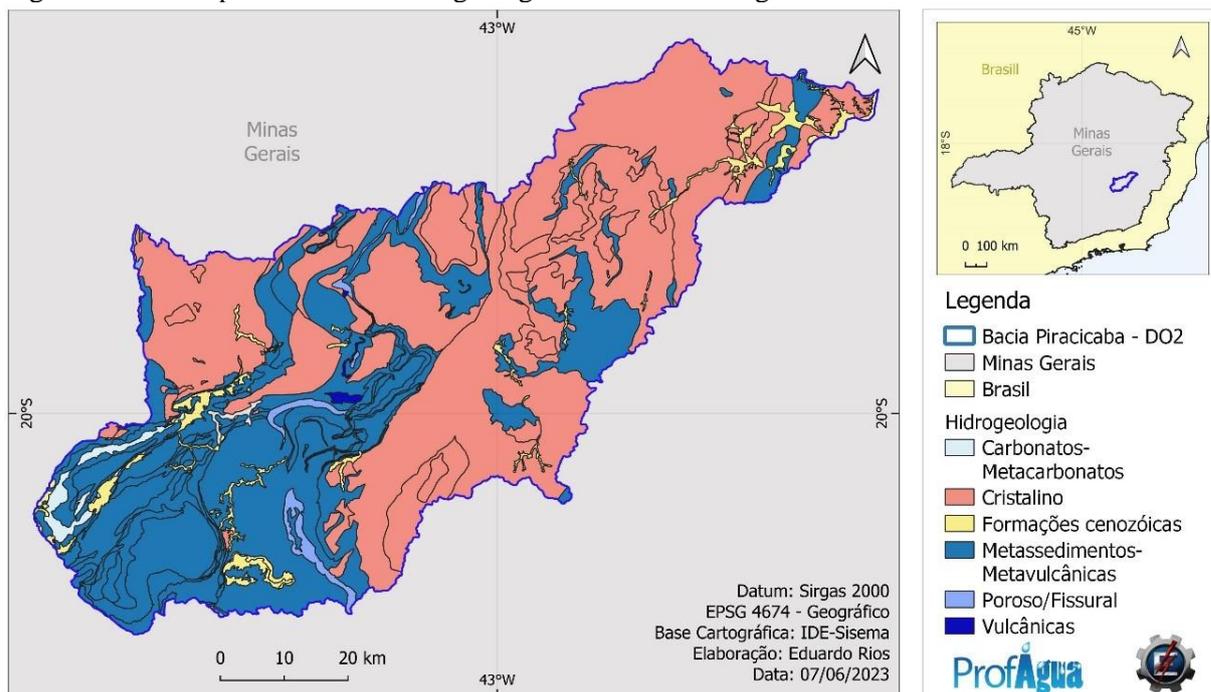


Fonte: Autor (2024).

### 5.6.2 Hidrogeologia da bacia hidrográfica do rio Piracicaba – DO2

Existem seis principais domínios hidrogeológicos registrados na bacia hidrográfica do rio Piracicaba (Figura 33). A maior parte do território da bacia pertence ao domínio Cristalino, distribuído por 3180 km<sup>2</sup>, correspondente a 56,03% da área da bacia. Em segundo lugar tem-se a presença também expressiva do domínio representado por Metassedimentos-Metavulcânicas, sob uma área de 2149 km<sup>2</sup>, que corresponde a 37,86% da área da bacia. As formações Cenozoicas, por sua vez, representam 3,63% da área mapeada, conforme a Figura 33, com 206 km<sup>2</sup>. O domínio Poroso/ Fissural engloba 78 km<sup>2</sup>, que compreendem 1,37% da bacia supracitada, enquanto os Carbonatos-Metacarbonatos ocupam 52 km<sup>2</sup> correspondentes a 0,92%. Por fim, tem-se o domínio caracterizado por Rochas Vulcânicas, as quais ocupam cerca de 11km<sup>2</sup>, recobrimo 0,19% da área da bacia.

Figura 33 – Principais domínios hidrogeológicos da bacia hidrográfica do rio Piracicaba.



Fonte: Autor (2024).

### 5.7 Uso e cobertura da terra

O projeto MapBiomas advém da atuação intersetorial entre especialistas em sensoriamento remoto, cujo objetivo consiste na produção de uma série histórica contínua, capaz de retratar a evolução da cobertura e uso da terra do território brasileiro (IDE-Sisema, 2023). Para isso, são utilizadas ferramentas de inteligência artificial, que realizam processos de análise, pixel a pixel, de imagens provenientes da constelação de sensores Landsat, da Agência Espacial Norte-Americana (NASA), com resolução espacial de 30 metros (IDE-Sisema, 2023).

As classes integrantes da classificação feita no âmbito do projeto MapBiomas, observadas nas áreas de estudo, são descritas a seguir, no Quadro 4.

Quadro 4 – Descrição das classes de uso e cobertura da terra das áreas de estudo. (Continua)

<b>Floresta</b>	
<b>Formação Florestal</b>	<p><b>Cerrado:</b> Tipos de vegetação com predomínio de espécies arbóreas, com formação de dossel contínuo (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão) (Ribeiro <i>et al.</i>, 2008), além de florestas estacionais semi-decíduais.</p> <p><b>Mata Atlântica:</b> Floresta Ombrófila Densa, Aberta e Mista e Floresta Estacional Semi-Decidual, Floresta Estacional Decidual e Formação Pioneira Arbórea.</p>
<b>Formação Savânica</b>	<p><b>Cerrado:</b> Formações savânicas com estratos arbóreo e arbustivo-herbáceos definidos (Cerrado Sentido Restrito: Cerrado denso, Cerrado típico, Cerrado ralo e Cerrado rupestre)</p> <p><b>Mata Atlântica:</b> Savanas, Savanas-Estépicas Florestadas e Arborizadas.</p>

<b>Campo Alagado e Área Pantanosa</b>	<p><b>Cerrado:</b> com predomínio de estrato herbáceo sujeita ao alagamento sazonal (ex. Campo Úmido) ou sobre influência fluvial/lacustre (ex. Brejo). Em algumas regiões a matriz herbácea ocorre associada às espécies arbóreas de formação savânica (ex. Parque de Cerrado) ou de palmeiras (Vereda, Palmeiral).</p> <p><b>Mata Atlântica:</b> Vegetação com influência fluvial e/ou lacustre</p>	
<b>Formação Natural não Florestal</b>		
<b>Formação Campestre</b>	<p><b>Cerrado:</b> Formações campestres com predominância de estrato herbáceo (campo sujo, campo limpo e campo rupestre) e algumas áreas de formações savânicas como o Cerrado rupestre.</p> <p><b>Mata Atlântica:</b> Savanas e Savanas-Estépicas Parque e Gramíneo-Lenhosa, Estepe e Pioneiras Arbustivas e Herbáceas.</p>	
<b>Afloramento Rochoso</b>	<p><b>Cerrado:</b> Rochas naturalmente expostas na superfície terrestre sem cobertura de solo, muitas vezes com presença parcial de vegetação rupestre e alta declividade.</p> <p><b>Mata Atlântica:</b> Rochas naturalmente expostas na superfície terrestre sem cobertura de solo, muitas vezes com presença parcial de vegetação rupícola e alta declividade.</p>	
<b>Agropecuária</b>		
<b>Pastagem</b>	Área de pastagem, predominantemente plantadas, vinculadas a atividade agropecuária. As áreas de pastagem natural são predominantemente classificadas como formação campestre que podem ou não ser pastejadas.	
<b>Agricultura</b>	<b>Lavoura Temporária</b>	<p><b>Soja:</b> Áreas cultivadas com a cultura da soja</p> <p><b>Cana:</b> Áreas cultivadas com a cultura da cana-de-açúcar</p> <p><b>Algodão (beta):</b> Áreas cultivadas com a cultura do algodão.</p> <p><b>Outras Lavouras Temporárias:</b> Áreas ocupadas com cultivos agrícolas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a colheita necessitam de novo plantio para produzir.</p>
	<b>Lavoura Perene</b>	<p><b>Café:</b> Áreas cultivadas com a cultura do café.</p> <p><b>Citrus:</b> Áreas cultivadas com a cultura do citrus.</p> <p><b>Outras Lavouras Perenes:</b> Áreas ocupadas com cultivos agrícolas de ciclo vegetativo longo (mais de um ano), que permitem colheitas sucessivas, sem necessidade de novo plantio. Nessa versão, o mapa abrange majoritariamente áreas de caju, no litoral do nordeste e dendê na região nordeste do Pará, porém sem distinção entre eles.</p>
<b>Silvicultura</b>	Espécies arbóreas plantadas para fins comerciais (ex. pinus, eucalipto, araucária).	
<b>Mosaico de Usos</b>	<p><b>Cerrado:</b> Áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura.</p> <p><b>Mata Atlântica:</b> Áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura.</p>	
<b>Área não vegetada</b>		
<b>Área Urbanizada</b>	Áreas com significativa densidade de edificações e vias, incluindo áreas livres de construções e infraestrutura.	
<b>Mineração</b>	Áreas referentes a extração mineral de porte industrial ou artesanal (garimpos), havendo clara exposição do solo por ação por ação antrópica. Somente são consideradas áreas próximas a referências espaciais de recursos minerais da CPRM (GeoSGB), da AhkBrasilien (AHK), do projeto DETER (INPE), do Instituto Socioambiental (ISA).	
<b>Outras Áreas não Vegetadas</b>	<p><b>Cerrado:</b> Áreas de superfícies não permeáveis (infraestrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em suas classes e regiões de solo exposto em área natural ou em áreas de cultura em entre safra.</p> <p><b>Mata Atlântica:</b> Áreas de superfícies não permeáveis (infraestrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em suas classes.</p>	

Corpos D'água	
Rio, Lago e Oceano	Rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água.

Fonte: Adaptado de MapBiomias (2021).

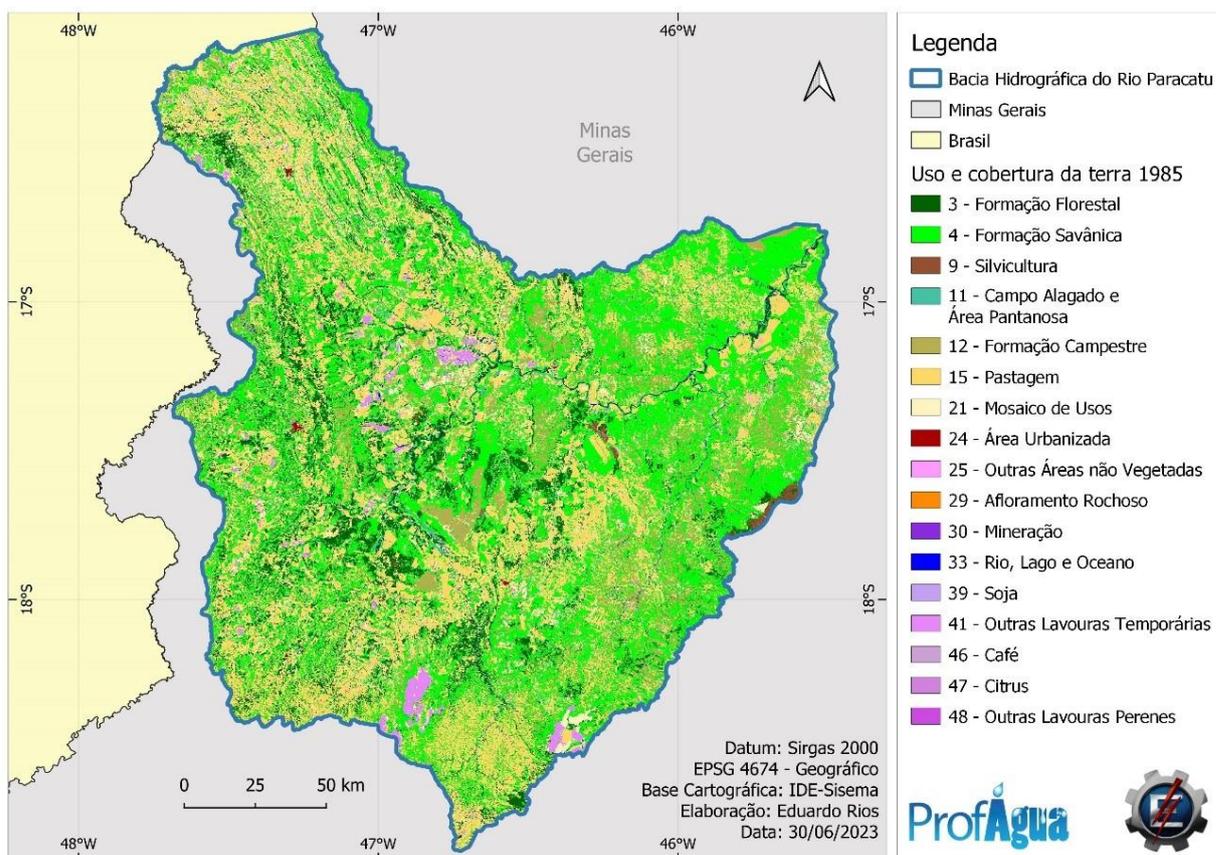
(Conclusão)

### 5.7.1 Usos e coberturas da bacia hidrográfica do rio Paracatu – SF7

Foram confeccionados os mapas de uso e cobertura da terra para a SF7, para o intervalo máximo disponível em MapBiomias (2021), com os extremos de 1985 e 2021, no intuito de identificar as mudanças ocorridas neste intervalo de tempo, diante da ação antrópica na referida bacia.

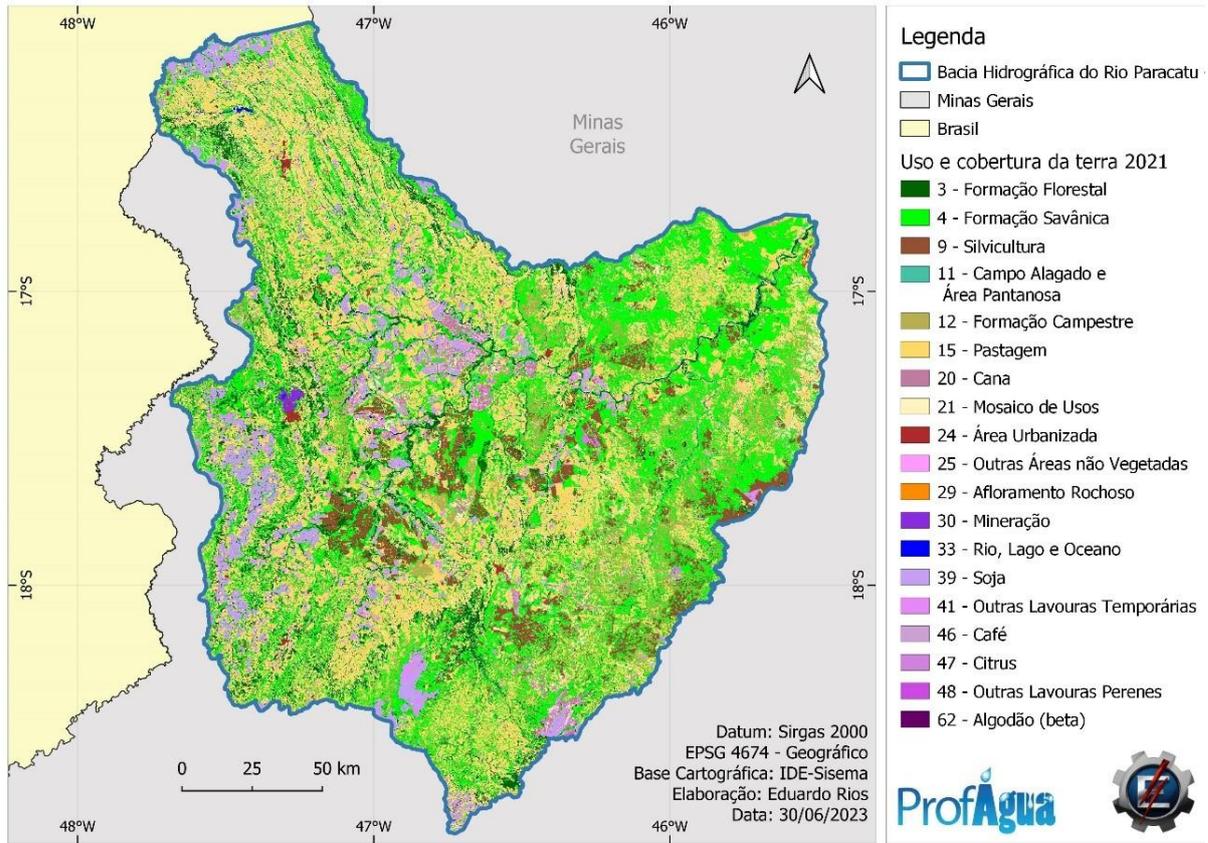
As classes observadas para o ano de 1985 (Figura 34) foram: Formação Florestal, Formação Savânica, Silvicultura, Campo Alagado e Área Pantanosa, Formação Campestre, Pastagem, Mosaico de Usos, Área Urbanizada, Outras Áreas não Vegetadas, Afloramento Rochoso, Mineração, Rio, Lago e Oceano, Soja, Outras Lavouras Temporárias, Café, Citrus, Outras Lavouras Perenes. Já no ano de 2021 (Figura 35) foram observadas as mesmas classes do ano de 1985, com acréscimo das classes Cana e Algodão (beta).

Figura 34 – Uso e cobertura da terra para o ano de 1985 na bacia hidrográfica do rio Paracatu.



Fonte: Autor (2024).

Figura 35 – Uso e cobertura da terra para o ano de 2021 na bacia hidrográfica do rio Paracatu.



Fonte: Autor (2024).

Foram quantificadas as classes encontradas nas Figuras 34 e 35, conforme metodologia apresentada, e os resultados são apresentados a seguir, por meios da Tabela 1.

Tabela 1 – Usos e cobertura da terra para a bacia hidrográfica do rio Paracatu – SF7.

Anos considerados - SF7		1985		2021	
Classe	Significado	Área (km <sup>2</sup> )	%	Área (km <sup>2</sup> )	%
3	Formação Florestal	4600,563	11,12	3547,845	<b>8,58</b>
4	Formação Savânica	16087,533	38,89	12454,629	<b>30,10</b>
9	Silvicultura	130,602	0,32	2029,474	<b>4,91</b>
11	Campo Alagado e Área Pantanosa	462,197	1,12	528,179	<b>1,28</b>
12	Formação Campestre	3525,572	8,52	2747,545	<b>6,64</b>
15	Pastagem	11089,575	26,80	12609,091	<b>30,48</b>
20	Cana	0	0,00	310,398	<b>0,75</b>
21	Mosaico de Usos	4385,954	10,60	3402,192	<b>8,22</b>
24	Área Urbanizada	26,626	0,06	83,145	<b>0,20</b>
25	Outras Áreas não Vegetadas	292,24	0,71	173,585	<b>0,42</b>
29	Afloramento Rochoso	8,207	0,02	8,200	<b>0,02</b>
30	Mineração	1,466	0,00	46,218	<b>0,11</b>
33	Rio, Lago e Oceano	209,54	0,51	149,130	<b>0,36</b>
39	Soja	8,284	0,02	2128,563	<b>5,14</b>
41	Outras Lavouras Temporárias	491,927	1,19	1016,578	<b>2,46</b>
46	Café	44,294	0,11	78,473	<b>0,19</b>
47	Citrus	4,725	0,01	54,103	<b>0,13</b>
48	Outras Lavouras Perenes	2,479	0,01	4,430	<b>0,01</b>
62	Algodão (beta)	0	0,00	0,005	<b>0,00</b>
<b>Total</b>		<b>41371,784</b>	<b>100,00</b>	<b>41371,783</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Autor (2024).

A partir dos dados apresentados na Tabela 1, observa-se redução principalmente das classes Formação Savânica (-8,78%), Formação Florestal (-2,54%) e Mosaico de Usos (-2,38%). Além destas classes, percebe-se a redução das classes Formação Campestre (-1,88%), outras áreas não vegetadas (-0,29%), Rio, Lago e Oceano (-0,15%). A classe Afloramento rochoso apresenta baixíssima redução, inferior a 0,01%.

Houve aumento principalmente das classes Soja (5,12%), Silvicultura (4,59%) e Pastagem (3,67%). Além destas, houve aumento das classes Outras Lavouras Temporárias (1,27%), Cana (0,75%), Campo Alagado e Área Pantanosa (0,16%), Área Urbanizada (0,14%), Citrus (0,12%), Mineração (0,11%) e Café (0,08%). As classes Outras Lavouras Perenes e Algodão (beta) apresentam aumentos pouco expressivos, inferiores a 0,01%.

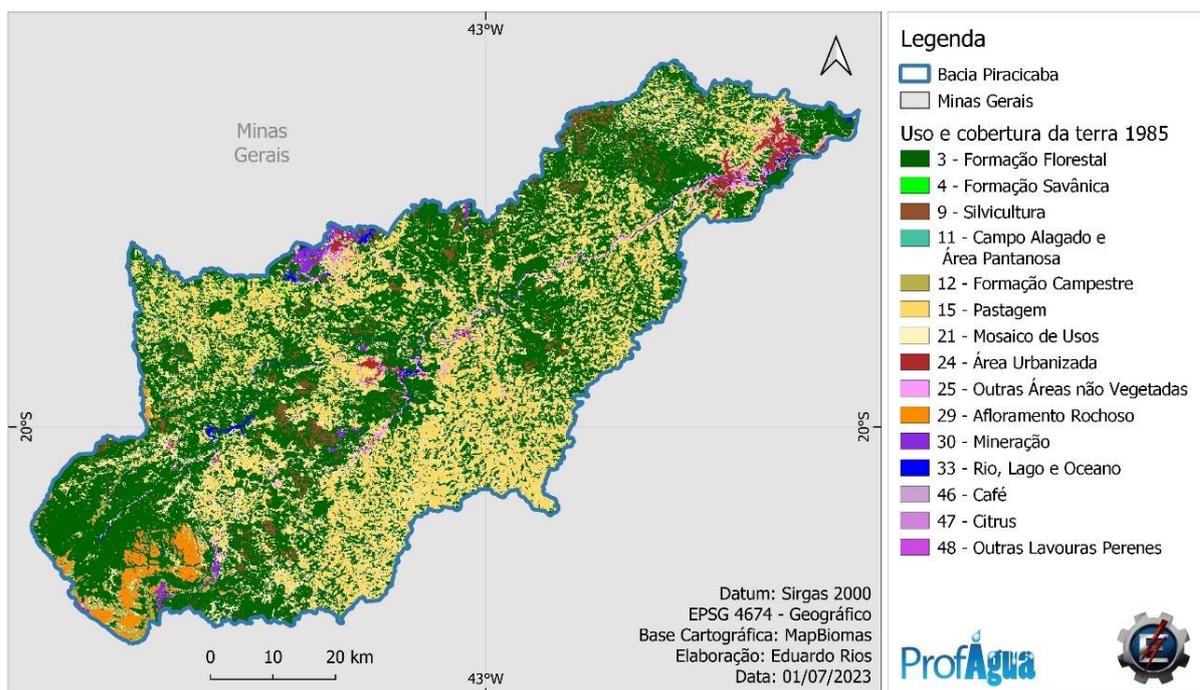
### 5.7.2 Usos e coberturas da bacia hidrográfica do rio Piracicaba – DO2

O diagnóstico realizado na bacia, no Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Doce (PIRH-Doce), indica, segundo Igam (2017), que a urbanização da bacia contribui significativamente para os impactos nos cursos d'água, principalmente pela deficiência no atendimento aos sistemas de tratamento de esgotos. Segundo os dados levantados no PIRH, outro grande problema ambiental historicamente evidenciado na bacia é a ocorrência

de inundações. O desmatamento indiscriminado e o manejo inadequado do solo criaram condições favoráveis à formação de processos erosivos, que somado aos despejos inadequados advindos da mineração e de resíduos industriais e domésticos, deram origem ao contínuo processo de assoreamento dos leitos dos rios da bacia. Além disso, algumas cidades ocuparam a planície de inundação e de tempos em tempos, períodos de chuva mais severos provocam o alagamento de parte destas planícies (Igam 2017).

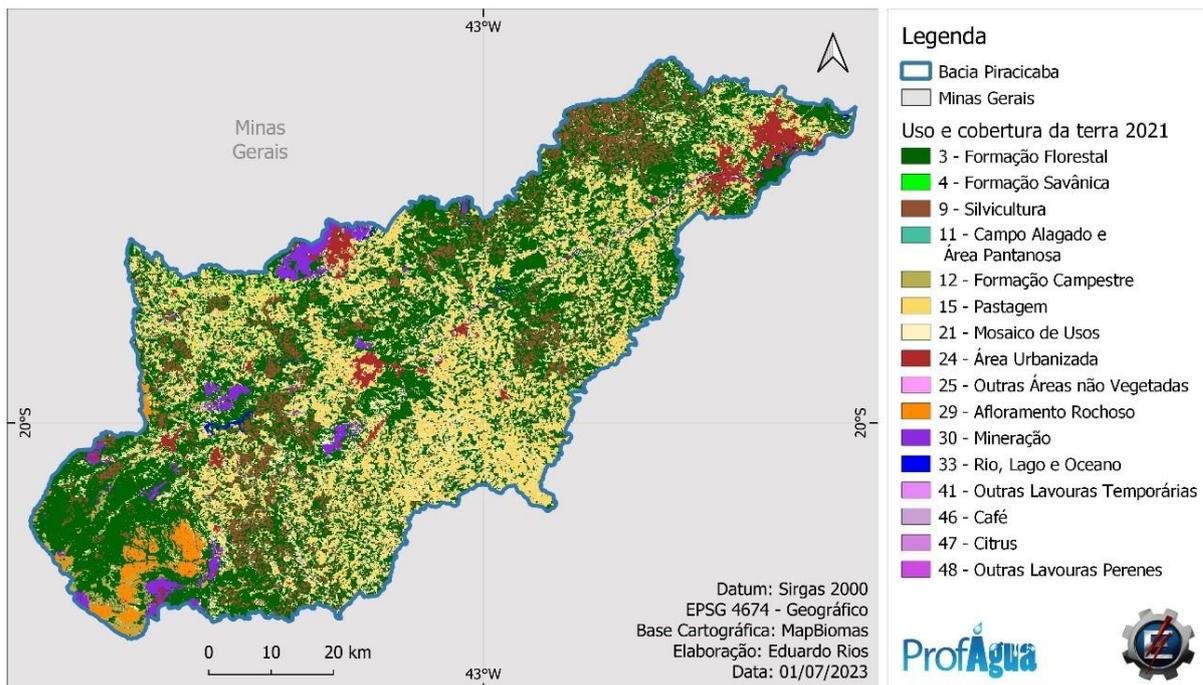
Os mapas de uso e cobertura da terra foram confeccionados para a DO2, sob a mesma metodologia aplicada ao SF7. Assim, as classes observadas para o ano de 1985 (Figura 36) foram: Formação Florestal, Formação Savânica, Silvicultura, Campo Alagado e Área Pantanosa, Formação Campestre, Pastagem, Mosaico de Usos, Área Urbanizada, Outras Áreas não Vegetadas, Afloramento Rochoso, Mineração, Rio, Lago e Oceano, Café, Citrus, Outras Lavouras Perenes. Já no ano de 2021 (Figura 37) foram observadas as mesmas classes do ano de 1985, com exceção da classe Citrus, que não ocorre em 2021 e acréscimo da classe Outras Lavouras Temporárias.

Figura 36 – Uso e cobertura da terra para o ano de 1985 na bacia hidrográfica do rio Piracicaba.



Fonte: Autor (2024).

Figura 37 – Uso e cobertura da terra para o ano de 2021 na bacia hidrográfica do rio Piracicaba.



Fonte: Autor (2024).

De forma análoga, foram quantificadas as classes encontradas nas Figuras 36 e 37, conforme metodologia apresentada, e os resultados são apresentados a seguir, por meios da Tabela 2.

Tabela 2 – Usos e cobertura da terra para a bacia hidrográfica do rio Piracicaba – DO2.

Anos considerados - DO2		1985		2021	
Classe	Significado	Área (km <sup>2</sup> )	%	Área (km <sup>2</sup> )	%
3	Formação Florestal	2983,762	52,48	2648,691	<b>46,58</b>
4	Formação Savânica	8,811	0,15	9,843	<b>0,17</b>
9	Silvicultura	130,827	2,30	512,769	<b>9,02</b>
11	Campo Alagado e Área Pantanosa	1,586	0,03	2,345	<b>0,04</b>
12	Formação Campestre	83,535	1,47	92,009	<b>1,62</b>
15	Pastagem	1523,86	26,80	1302,846	<b>22,91</b>
21	Mosaico de Usos	614,896	10,81	680,267	<b>11,96</b>
24	Área Urbanizada	61,588	1,08	166,042	<b>2,92</b>
25	Outras Áreas não Vegetadas	79,041	1,39	16,218	<b>0,29</b>
29	Afloramento Rochoso	109,897	1,93	113,731	<b>2,00</b>
30	Mineração	40,462	0,71	117,764	<b>2,07</b>
33	Rio, Lago e Oceano	42,21	0,74	19,508	<b>0,34</b>
41	Outras Lavouras Temporárias	0,00	0,00	0,901	<b>0,02</b>
46	Café	5,291	0,09	2,837	<b>0,05</b>
47	Citrus	0,007	0,00	0,000	<b>0,00</b>
48	Outras Lavouras Perenes	0,019	0,00	0,024	<b>0,00</b>
<b>Total</b>		<b>5685,792</b>	<b>100,00</b>	<b>5685,795</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Autor (2024).

A análise da Tabela 2 indica redução principalmente das classes Formação Florestal (-5,89%), Pastagem (-3,89%) e Outras Áreas não Vegetadas (-1,10%). Em seguida, observa-se a redução das classes Rio, Lago e Oceano (-0,40%), Café (-0,04). A classe Citrus foi observada no ano de 1985 e não ocorre no ano de 2021.

Observou-se aumento principalmente das classes Silvicultura (6,72%), Área Urbanizada (1,84%) e Mineração (1,36%). Sequencialmente, foram observados os aumentos das classes Mosaico de Usos (1,15%), Formação Campestre (0,15%), Afloramento Rochoso (0,07%), Formação Savânica e Outras Lavouras Temporárias, ambas com aumento de 0,02%. A classe Campo Alagado e Área Pantanosa exibe aumento de apenas 0,01%, enquanto a classe Outras Lavouras Perenes apresenta aumento inferior a 0,01%.

## **5.8 Aspectos econômicos**

Para se estabelecer um plano de gerenciamento de recursos hídricos, é de suma importância conhecer os diversos cenários de desenvolvimento econômico e, conseqüentemente, de uso destes recursos. As bacias hidrográficas dos rios Paracatu e Piracicaba possuem a economia voltada para setores distintos, os quais serão apresentados, no intuito de entender os principais setores e perfis de usuários que demandam da água como um dos insumos para realização de suas atividades.

### **5.8.1 Economia da bacia hidrográfica do rio Paracatu – SF7**

De acordo com Igam (2017), a porção mineira da bacia do São Francisco destaca-se pelos setores de indústria, serviços e agropecuária. O setor industrial caracteriza-se pela diversificação, com unidades de produção siderúrgicas, usinas para processamento de cana-de-açúcar, indústria cimenteira e automobilística. As demais CHs na bacia foram caracterizadas pelo autor como de potencial de expansão da cana de açúcar (SF1, SF4 e SF7), e potencial de exploração mineral (SF6, SF8, SF9 e SF10). Conforme descrito pelo autor, a baixa disponibilidade hídrica e baixa precipitação dificultam o fomento para novas demandas na região, com incentivo à utilização de águas subterrâneas.

O setor primário da economia na região de abrangência da bacia hidrográfica do Rio Paracatu é marcado pela forte agricultura (Tabela 3) e pecuária (Tabela 4). A região contou, por décadas, com o predomínio da produção agrícola por meio das lavouras temporárias, utilizando-se com frequência da agricultura de sequeiro. Estas atividades deram espaço à agricultura irrigada que, impulsiona a maior produtividade e geração de riquezas deste setor.

Tabela 3 – Produção agrícola municipal da SF7 no ano de 2022.

<b>Produto das lavouras temporárias - SF7 - 2022.</b>	<b>Área plantada (Hectares)</b>	<b>Área colhida (Hectares)</b>	<b>Valor da produção (Mil Reais)</b>
<b>Minas Gerais</b>	<b>5095103</b>	<b>5079482</b>	<b>54345684</b>
Bonfinópolis de Minas	48238	48238	520488
Brasilândia de Minas	13627	13627	147312
Buritizeiro	30500	30500	319999
Cabeceira Grande	39856	39856	374354
Dom Bosco	2492	2492	23769
Guarda-Mor	122253	122253	1266049
João Pinheiro	60371	60371	495799
Lagamar	8065	8065	74853
Lagoa Grande	6747	6747	81273
Natalândia	764	764	6989
Paracatu	228868	228868	2441821
Patos de Minas	50293	50293	599152
Presidente Olegário	43814	43814	497543
Santa Fé de Minas	349	349	1226
Unaí	326627	326627	3275251
Vazante	20319	20319	253453

Fonte: Autor (2024) com base em IBGE (2022).

Tabela 4 – Pecuária municipal da SF7 no ano de 2021.

<b>Efetivo dos rebanhos (cabeças) por tipo - 2021.</b>	<b>Bovino</b>	<b>Bubalino</b>	<b>Equino</b>	<b>Suíno</b>	<b>Caprino</b>	<b>Ovino</b>	<b>Galináceo</b>	<b>Codorna</b>
<b>Minas Gerais</b>	<b>22856143</b>	<b>80976</b>	<b>811705</b>	<b>5662633</b>	<b>71804</b>	<b>206133</b>	<b>119370756</b>	<b>2743754</b>
Bonfinópolis de Minas	45729	-	1508	6500	115	150	22550	-
Brasilândia de Minas	61493	-	1901	4090	77	17	63270	-
Buritizeiro	82911	42	2789	17000	229	850	24230	1100
Cabeceira Grande	41370	171	1008	1500	-	348	13530	-
Dom Bosco	38635	15	1070	1690	15	143	13700	-
Guarda-Mor	71526	36	1660	4180	-	244	32190	-
João Pinheiro	252396	218	5709	14390	251	1017	113200	265
Lagamar	68488	12	1833	6550	47	28	38725	-
Lagoa Grande	70790	-	1299	3925	50	212	36150	-
Natalândia	21126	25	501	823	45	7	8380	-
Paracatu	235831	23	4686	14430	385	902	104650	-
Patos de Minas	227968	75	5221	282280	339	782	216500	250
Presidente Olegário	134304	6	3235	66230	153	297	72170	-
Santa Fé de Minas	38828	20	1437	1614	48	895	16420	-
Unaí	285618	406	5930	22300	345	1336	224500	1500
Vazante	89580	2	1634	6200	83	-	32315	-

Fonte: Autor (2024) com base em IBGE (2021).

Os municípios de Unaí, Paracatu, João Pinheiro, Presidente Olegário, Cabeceira Grande, Guarda-Mor e Brasilândia de Minas se destacam na produção agrícola irrigada. Os planos e programas governamentais no setor, implementados na década de 80, contribuíram para impulsionar as atividades agrícolas na bacia, principalmente a irrigada. Assim, pode-se destacar as lavouras de soja, milho, arroz, feijão, cana-de-açúcar e tomate. Já na década de 90, o setor secundário na região foi responsável pela maior taxa de crescimento anual do PIB, sob aumento de 4% no setor de agricultura. Já o setor de serviços cresceu 5% e o industrial cresceu 10%.

Observa-se que o desenvolvimento da região noroeste é prejudicado por condições adversas no âmbito da infraestrutura energética e dos sistemas de transporte, de suma importância no escoamento da produção regional.

Apesar do predomínio das atividades agrícolas na região, a mineração também possui grande importância para a economia local. As principais ocorrências minerais localizam-se nos municípios de Unaí, Paracatu e Vazante, onde ocorrem mineralizações de zinco, com cádmio e chumbo associados. A mina de Vazante corresponde à maior jazida brasileira de minério de zinco, com produção anual de 290 toneladas de concentrado.

Segundo Igam (2020), o Córrego Rico possui suas nascentes no município de Paracatu, no local denominado Morro do Ouro. O Córrego percorre uma extensão de aproximadamente 60km até desaguar na margem esquerda do Rio Paracatu, afluente do Rio São Francisco. Os principais fatores de pressão identificados sobre esse corpo de água são atividades históricas de garimpo de ouro e uma área de lavra de ouro em seu alto curso próxima às nascentes. Ademais, no trecho do Córrego Rico localizado na mancha urbana de Paracatu, os lançamentos de esgotos sanitários deste município, além de atividades das indústrias química e alimentícia são identificados como fatores de pressão. Por fim, o autor evidencia que no médio e baixo curso do Córrego Rico foram identificadas atividades agrícolas, principalmente de produção de grãos, e pecuária.

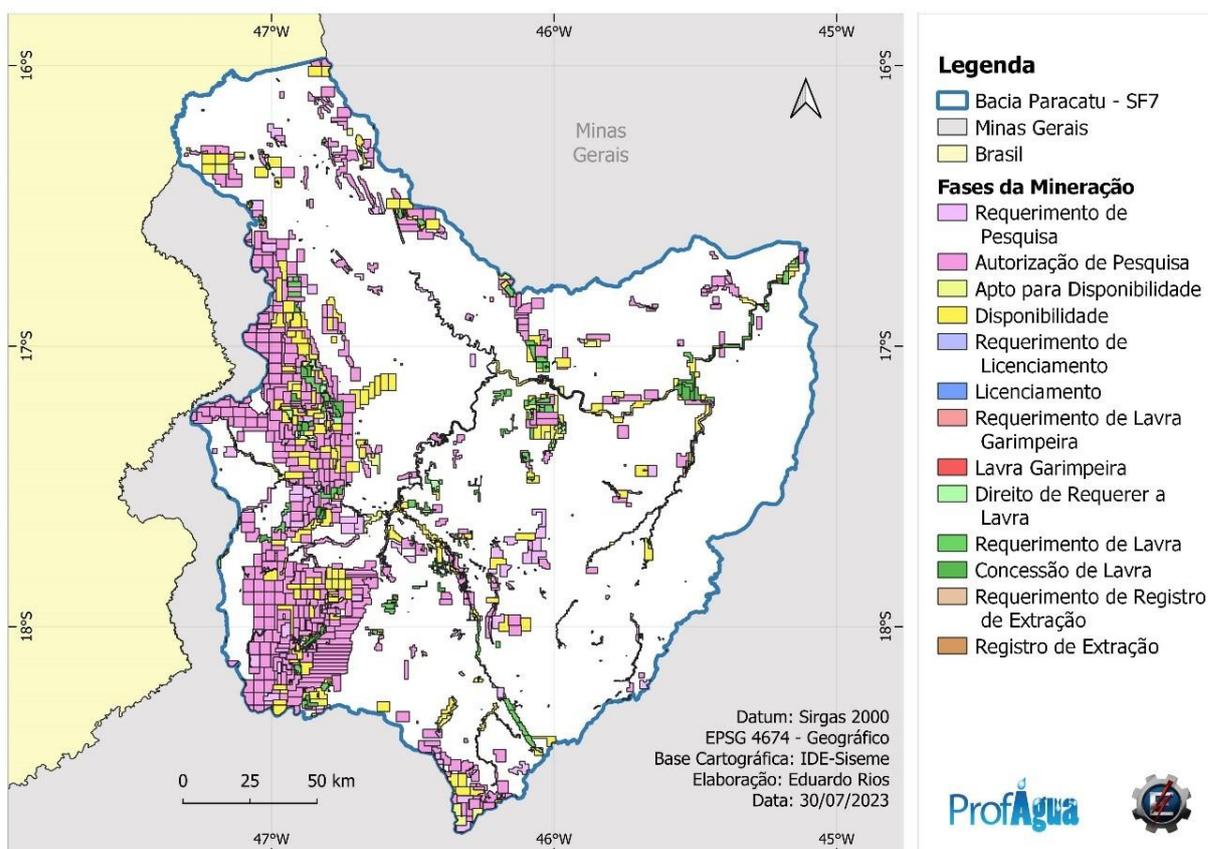
O Ribeirão São Pedro também se localiza nos limites do município de Paracatu e deságua no Ribeirão Entre-Ribeiros, afluente da margem esquerda do Rio Paracatu. Os principais fatores de pressão identificados por Igam (2020) neste curso d'água são atividades de agricultura e pastagens, mineração de zinco e contribuições diretas do Ribeirão Santa Rita, cuja drenagem passa por uma extensa área da mineração de ouro que opera na mina Morro do Ouro.

A ocorrência natural de arsênio nos solos e rochas da região de Paracatu é considerada um fator de pressão na Bacia do Córrego Rico, conforme relatado por Igam (2020). O

monitoramento realizado pelo Igam nas águas superficiais do Córrego Rico resultou na identificação de arsênio total em teores elevados e de forma recorrente ao longo da série histórica de dados do monitoramento. Segundo o autor, esses resultados são decorrentes dos impactos causados pelas atividades históricas de garimpo ocorridas no município de Paracatu, que envolvem processos de constantes escavações e alteram as características físico-químicas do material que contém o arsênio bem como outras que promovem a remobilização do arsênio contido nos sedimentos do rio.

As atividades de mineração na SF7 são evidenciadas na Figura 38, a qual mostra a compartimentação das áreas com maior susceptibilidade à mineração no ano de 2023, sendo indicadas as áreas que se encontram em diferentes fases da mineração, desde o registro do direito de pesquisa até as fases mais avançadas, onde os bens minerais já estão sendo lavrados. A Figura 38 indica um grande número de áreas com requerimentos de pesquisa e autorização para pesquisa, seguido por áreas aptas para disponibilidade, requerimentos de lavra e concessões de lavra.

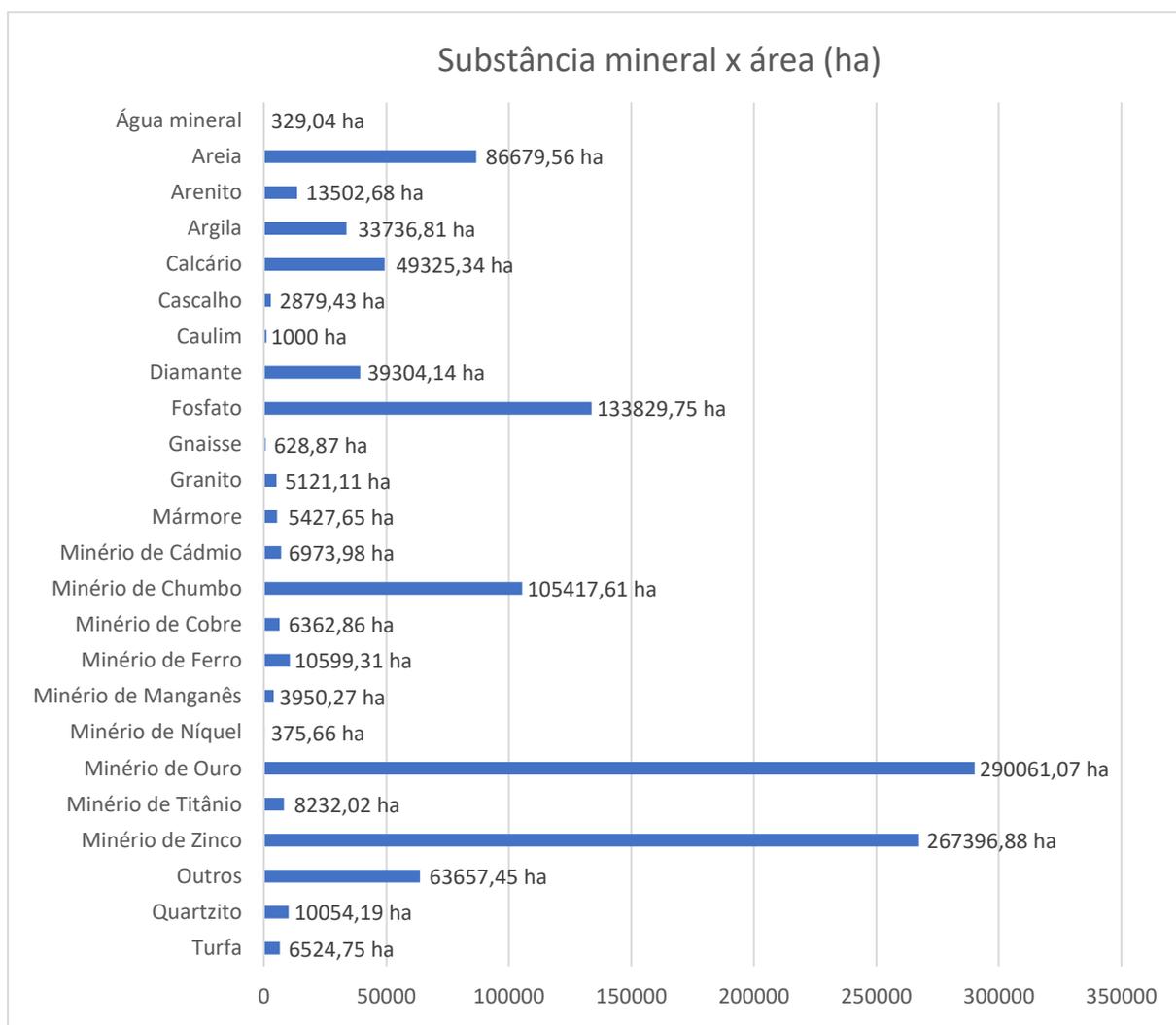
Figura 38 – Áreas com maior susceptibilidade às atividades de mineração na SF7 em 2023.



Fonte: Autor (2024).

A mineração de ouro, zinco, fosfato, chumbo, areia, calcário, diamante, argila, arenito, ferro, quartzito e titânio são majoritárias na região, seguidas pela mineração de cádmio, turfa, cobre, mármore, granito, manganês, cascalho, níquel, gnaiss, água mineral e caulim (Figura 39). Economicamente, a produção de ouro e zinco são as mais importantes da bacia. A exploração de calcário e dolomito contribui significativamente no processo de correção de solos ácidos, tendo em vista a importância das condições do solo para a agricultura.

Figura 39 – Áreas de mineração na bacia hidrográfica do Rio Paracatu.



Fonte: Autor (2024) com base em IBGE (2021).

### 5.8.2 Economia da bacia hidrográfica do rio Piracicaba – DO2

Mediante o predomínio da população urbana, a economia da DO2 é considerada bem desenvolvida, com um perfil econômico que abriga o parque siderúrgico do Estado de MG, representado pelas plantas industriais da Arcelor Mittal em Timóteo e em João Monlevade, a Usiminas em Ipatinga, e pela Gerdau em Barão de Cocais. Igam (2010) explica que dentre as

circunscricões hidrográficas da bacia Federal do Rio Doce, a DO2 foi a que apresentou o maior ritmo de crescimento, com taxas de crescimento próximas à média estadual. Segundo este autor, o acelerado processo de urbanização do Estado de MG nos últimos 30 anos se repetiu em todas as unidades, com a do rio Piracicaba atingindo um patamar superior a 94% em 2007.

Em relação à participação das sub-bacias hidrográficas do rio Doce no PIB regional, a DO2, no ano de 2005, concentrava 40% do valor da atividade econômica regional, sendo a principal CH em termos econômicos de toda a bacia do rio Doce. A soma dos PIB municipais na DO2 revela um perfil no qual predomina o setor industrial, alavancado pelas grandes usinas siderúrgicas, que responde por 53% do PIB, seguido do setor de serviços, que corresponde, segundo Igam (2010), a 35%. No ano de 2006, a DO2 contava com pouco mais de 1.738 ha de área plantada com lavouras permanentes e 9.330 ha de lavouras temporárias. Igam (2010) destaca a produção de arroz que teve crescimento na ordem de 99% entre os anos de 2000 e 2006, na cana-de-açúcar com taxa de crescimento de 83,91% no referido período, e ainda na produção de milho, com um crescimento de 47,63%. Segundo o autor, o café teve um incremento menos expressivo no referido período, na faixa de 1,59% do valor da produção.

Na pecuária, os dados apurados por Igam (2010) entre os anos 2000 a 2006 apontaram o crescimento do rebanho de bubalinos (226,17%), bovinos (24,13%), muares (8,41%) e a ovinocultura (9,22%). Por outro lado, houve decréscimo nos rebanhos de asininos (-19,62%), equinos (-24,60%), galos e frangos (-49,39%), galinhas (-25,94%) e suínos (-39,84%).

No mesmo período de 2000 a 2006, Igam (2010) evidencia, no âmbito do extrativismo, decréscimo em relação à produção de carvão vegetal (-75,38%) e de madeiras utilizadas para outros fins distintos da produção de celulose (-21,52%). Entretanto, a madeira para celulose teve um aumento significativo no referido período, na faixa de 231,42%.

Assim, a economia da DO2 é fortemente marcada pela presença do maior complexo siderúrgico da América Latina, com destaque para a Companhia Siderúrgica Belgo Mineira, a ACESITA e a USIMINAS. Além destas grandes siderúrgicas, observa-se a forte presença de mineradoras, com destaque para a Vale, cujas atividades geram insumos para as metalúrgicas locais (Igam, 2010). As empresas reflorestadoras também possuem um importante papel na economia da DO2, marcado, entre outros, pelo cultivo do eucalipto para fornecer matéria-prima para as indústrias de celulose. Assim, esse complexo industrial é responsável por grande parte das exportações brasileiras de minério de ferro, aço e celulose, e impulsiona o crescimento econômico da DO2.

Igam (2017) destaca que a vegetação original na DO2 era composta de 90% de Mata Atlântica, e foi devastada por atividade de mineração e pelo processo de urbanização, de forma que o percentual remanescente é de apenas 0,2%.

A Tabela 5 indica as lavouras temporárias, áreas plantadas, áreas colhidas e valores da produção de vinte municípios da DO2 no ano de 2022, de acordo com dados apurados pelo IBGE. Observa-se que as maiores áreas plantadas estão, respectivamente, nos municípios de Alvinópolis, São Domingos do Prata, Ouro Preto, Mariana e São Gonçalo do Rio Abaixo. Em termos de valor da produção, o município de São Domingos do Prata ocupa o primeiro lugar, seguido, respectivamente pelos municípios de Alvinópolis, Ouro Preto, São Gonçalo do Rio Abaixo e Mariana (Tabela 5).

Tabela 5 – Produção agrícola municipal da DO2 no ano de 2022.

<b>Produto das lavouras temporárias - DO2 - 2022.</b>	<b>Área plantada (Hectares)</b>	<b>Área colhida (Hectares)</b>	<b>Valor da produção (Mil Reais)</b>
<b>Minas Gerais</b>	<b>5095103</b>	<b>5079482</b>	<b>54345684</b>
Alvinópolis	734	734	4326
Antônio Dias	81	81	509
Barão de Cocais	106	106	736
Bela Vista de Minas	13	13	75
Bom Jesus do Amparo	53	53	579
Catas Altas	93	93	578
Coronel Fabriciano	13	13	75
Ipatinga	15	15	380
Itabira	149	149	1355
Jaguaraçu	30	30	182
João Monlevade	8	8	68
Mariana	278	278	1703
Marliéria	69	69	437
Nova Era	110	110	754
Ouro Preto	393	393	2916
Rio Piracicaba	186	186	1023
Santa Bárbara	142	142	1002
Santana do Paraíso	53	53	230
São Domingos do Prata	683	683	4504
São Gonçalo do Rio Abaixo	231	231	2484
Timóteo	Não informada	Não informada	Não informado

Fonte: IBGE (2022).

Em relação às atividades de pecuária na DO2, no ano de 2021, a Tabela 6 mostra forte presença de bovinos, em especial nos municípios de Itabira, São Domingos do Prata e Alvinópolis e de galináceos, sendo estes mais abundantes nos municípios de Bom Jesus do

Amparo, Ipatinga e São Gonçalo do Rio abaixo (Tabela 6). Os bubalinos, equinos, suínos, caprinos, ovinos e codornas também foram quantificados na Tabela 6, tanto para todo o Estado de MG, como para os municípios da DO2.

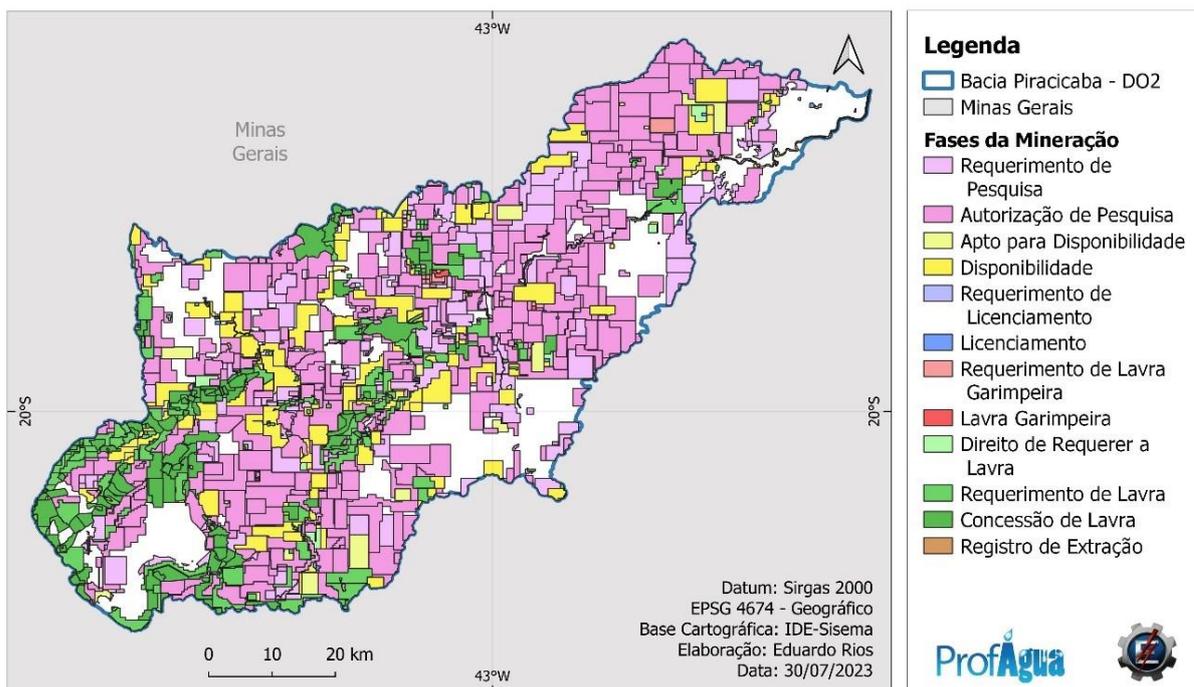
Tabela 6 – Pecuária municipal da DO2 no ano de 2021.

<b>Efetivo dos rebanhos (cabeças) por tipo - 2021.</b>	<b>Bovino</b>	<b>Bubalino</b>	<b>Equino</b>	<b>Suíno</b>	<b>Caprino</b>	<b>Ovino</b>	<b>Galináceo</b>	<b>Codorna</b>
<b>Minas Gerais</b>	<b>22856143</b>	<b>80976</b>	<b>811705</b>	<b>5662633</b>	<b>71804</b>	<b>206133</b>	<b>119370756</b>	<b>2743754</b>
Alvinópolis	21519	-	708	5500	25	63	21400	-
Antônio Dias	13528	111	443	570	11	19	5030	-
Barão de Cocais	4079	-	554	145	25	85	5030	-
Bela Vista de Minas	1821	-	241	-	-	-	1100	-
Bom Jesus do Amparo	9512	21	730	350	9	67	310000	-
Catas Altas	1462	-	215	150	10	16	2860	-
Coronel Fabriciano	1069	-	130	50	11	68	3175	-
Ipatinga	2543	-	228	164	-	29	94100	-
Itabira	34796	365	3252	860	65	132	41600	-
Jaguaraçu	5160	-	272	44	58	63	935	-
João Monlevade	1632	-	242	130	20	-	950	-
Mariana	14553	15	757	1550	164	158	16700	-
Marliéria	10121	-	343	93	40	88	3625	-
Nova Era	10175	241	516	3840	-	21	2890	750
Ouro Preto	8838	-	983	945	61	304	16525	125
Rio Piracicaba	13292	66	794	10800	37	136	7875	-
Santa Bárbara	4569	-	330	382	20	11	6550	100
Santana do Paraíso	5887	-	442	399	91	31	4160	-
São Domingos do Prata	29960	63	1605	400	170	83	15980	1000
São Gonçalo do Rio Abaixo	12396	57	1243	925	215	88	82900	1750
Timóteo	971	-	137	71	-	32	1300	-

Fonte: IBGE (2021).

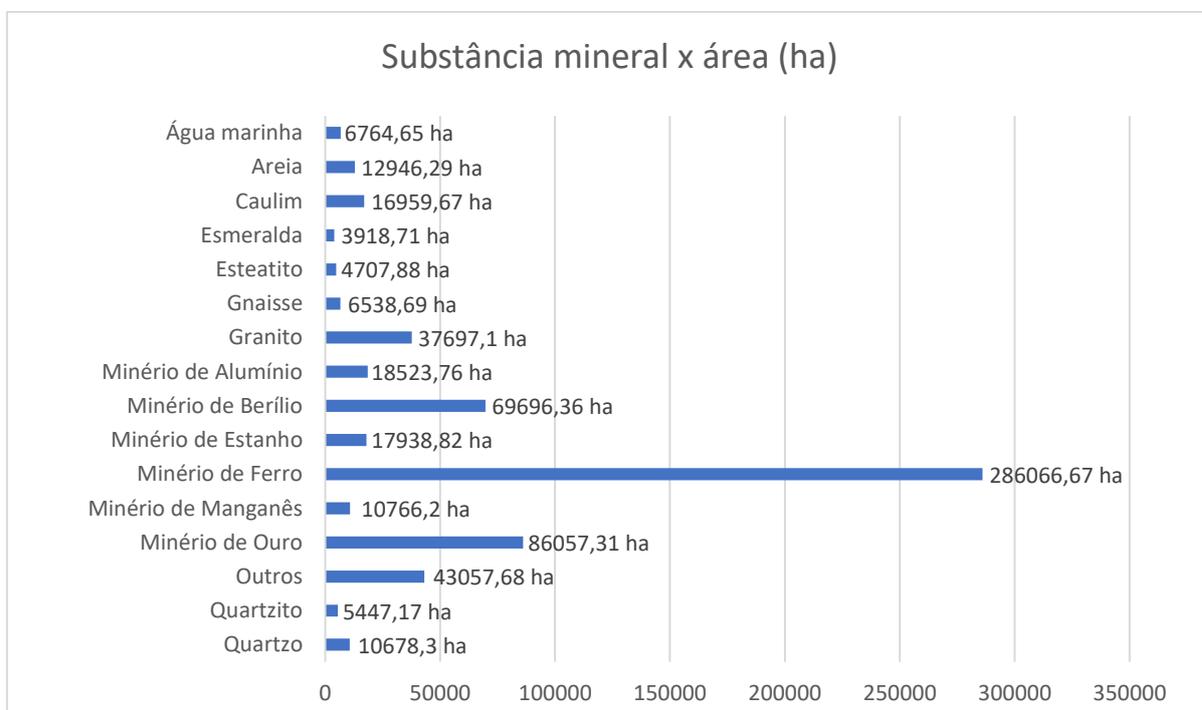
Em relação às atividades de mineração na DO2, A Figura 40 mostra a compartimentação das áreas com maior susceptibilidade à mineração em 2023, sendo indicadas as áreas que se encontram em diferentes fases da mineração, desde o registro do direito de pesquisa até as fases mais avançadas, onde os bens minerais já estão sendo lavrados. Observa-se, a partir da Figura 41, que praticamente toda a área da DO2 encontra-se em alguma fase da mineração, com forte presença de requerimentos de pesquisa, autorizações de pesquisa, aptidões para disponibilidade, requerimentos de lavra e concessões de lavra. Estas fases se referem a diversas substâncias minerais, conforme evidenciado na Figura 41, a qual evidencia o predomínio da mineração de ferro, ouro, berílio, granito, caulim, entre outros.

Figura 40 - Áreas com maior susceptibilidade às atividades de mineração na DO2 em 2023.



Fonte: Autor (2024).

Figura 41 – Áreas de mineração na bacia hidrográfica do Rio Piracicaba.



Fonte: Autor (2024) com base em IBGE (2021).

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente trabalho aborda, no referencial teórico, a gestão dos recursos hídricos no Brasil, com ênfase no Estado de MG e foco principal nas bacias hidrográficas dos rios Paracatu e Piracicaba.

Os primeiros resultados foram trabalhados no capítulo de caracterização da área de estudo, o qual abordou características gerais das duas bacias, com suas respectivas divisões políticas e hidrográficas. Além disso, foram caracterizados os climas, biomas, solos, aquíferos, uso e cobertura da terra e aspectos econômicos, sob elaboração de mapas autorais, de acordo com os materiais e métodos previamente descritos. As classes dos mapas confeccionados foram quantificadas e apresentadas de acordo com as temáticas.

Por conseguinte, este capítulo aborda a implantação dos cinco principais instrumentos de gestão nas duas bacias e o progresso gradativamente alcançado. Em conformidade com a segunda etapa dos materiais e métodos, foram avaliados os planos diretores das bacias, sendo identificados os diagnósticos e prognósticos das bacias analisadas. Além disso, nesta etapa, avaliou-se as discussões sobre a implementação do instrumento de enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo os usos preponderantes.

O desenvolvimento da terceira etapa contou com a quantificação dos diversos modos de uso e finalidades de outorgas, a partir de dados disponibilizados na plataforma IDE-Sisema. Nesta etapa foram identificadas as principais demandas hídricas nas bacias analisadas, as quais foram evidenciadas a partir de quadros, tabelas e gráficos

Em relação à quarta etapa dos materiais e métodos, foram identificadas as situações do instrumento de cobrança em ambas as bacias e apresentadas informações sobre projetos custeados pelo capital arrecadado.

O desenvolvimento da quinta etapa contou com a identificação dos sistemas de informações vigentes nas bacias analisadas e aqueles previstos para implantação. Além disso, foram identificados alguns sistemas que já foram utilizados e não são mais, graças aos avanços alcançados no âmbito deste instrumento de gestão.

A sexta e última etapa consistiu na integração dos dados e na inferência sobre a efetividade dos instrumentos de gestão avaliados, sob indicação de pontos passíveis de serem replicados em outras bacias hidrográficas.

## **6.1 Implementação e evolução dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas estudadas**

Os instrumentos de gestão previstos na PNRH constituem o principal objeto de estudo do presente trabalho e serão abordados neste capítulo no âmbito de sua implementação e evolução nas bacias hidrográficas dos rios Paracatu e Piracicaba. Esta abordagem configura um histórico da gestão dos recursos hídricos nas referidas bacias e permite identificar o atual cenário em que cada instrumento de gestão se encontra. Serão, portanto, evidenciados os Planos de Recursos Hídricos, o Enquadramento dos corpos de água em classes, a Outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos, a Cobrança pelo uso dos recursos hídricos e o Sistema de Informações sobre recursos hídricos.

Os itens a seguir trazem uma intercalação entre o cenário dos instrumentos nas bacias dos rios Paracatu e Piracicaba, em uma sequência composta pelo panorama geral de cada um desses instrumentos, seguido pelo histórico de implementação, evolução e atual cenário. Por fim, tem-se uma breve comparação entre este histórico de cada instrumento entre as bacias hidrográficas supracitadas.

## **6.2 Planejamento dos recursos hídricos**

Para que seja estabelecido um plano de gerenciamento de recursos hídricos, é necessário conhecer os diversos cenários de desenvolvimento econômico, condições de oferta e demanda pelo uso da água, bem como as características fisiográficas de cada região. As principais características capazes de influenciar na disponibilidade hídrica superficial e subterrânea foram descritas no capítulo anterior e refletem no processo de gestão e tomada de decisões no âmbito do instrumento de planejamento. Isto ocorre porque um bom planejamento não é realizado de forma genérica e padronizada para todas as regiões, e sim considerando as especificidades locais de cada bacia hidrográfica.

### **6.2.1 Planejamento - Bacia hidrográfica do rio Paracatu**

Um importante marco que favoreceu o processo de gestão na bacia do rio Paracatu, principalmente a nível de planejamento, foi a criação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu. De acordo com Igam (2014), o CBH Paracatu foi criado em 1998, pelo Decreto nº 40014 – 03/11/1998.

A compreensão e gestão dos recursos hídricos, sob a ótica de bacia hidrográfica, exige conhecimentos científicos e tecnológicos, considerando-se a conexão entre as intervenções na

natureza e o desenvolvimento sustentável nos meios rural e urbano. Os diversos fatores ambientais e os cuidados com a água foram considerados na elaboração do Plano Diretor de Recursos Hídricos (PDRH) da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu (Igam, 2006), o qual contemplou um cenário de 10 anos, iniciados em 2006 e findados em 2015. Apesar de não ter sido confeccionado outro Plano Diretor posterior ao ano de 2015, alguns pontos contemplados ainda são pertinentes e auxiliam na gestão dos recursos hídricos.

Quando o Estado deu publicidade ao PDRH-Paracatu, em 2006, a periodicidade indicada para atualização foi de quatro em quatro anos, o que não foi de fato realizado. Esta periodicidade vislumbrava a estruturação do diagnóstico da bacia e dos cenários futuros de desenvolvimento. O PDRH contemplou as diretrizes e critérios voltados a ações de revitalização, recuperação e conservação hidroambiental, cronograma físico financeiro, parcerias, séries históricas, reflexões coletivas, marcos referenciais, resultados esperados, entre outros (Igam, 2006).

O resumo executivo do PDRH-Paracatu publicado em 2006 foi elaborado com cenário de vigência até o ano de 2010, com algumas projeções extrapoladas para o ano de 2015, considerando três cenários de desenvolvimento: tendencial, normativo e ideal em conformidade com a Deliberação CERH-MG nº 236, de 12 de maio de 2010 (Igam 2014).

O cenário tendencial reforça que o país continuará enfrentando dificuldades, de forma que as bacias hidrográficas não serão objeto de intervenções diferentes daquelas atualmente em desenvolvimento. O crescimento da agricultura irrigada continuará condicionado a restrições atreladas ao mercado interno, enquanto as exportações tendem a crescer. Este cenário previu a instituição da cobrança, com utilização dos recursos arrecadados em prol da bacia. No âmbito dos conflitos pelo uso da água, a tendência é de agravamento, sendo necessário definir prioridades e impor restrições à utilização dos recursos hídricos (Igam, 2006).

De acordo com o cenário normativo, o país cumprirá suas metas macroeconômicas, propiciando o desenvolvimento regional. Há previsão, de acordo com este cenário, de alcance às ações previstas em programas, o que favorecerá o crescimento econômico. Há previsão de pleno funcionamento dos comitês e agências de bacias, com o instrumento de cobrança estabelecido, e uma gestão pautada na disponibilidade hídrica. Os conflitos pelo uso da água tenderão a agravar-se, sendo necessária a realocação do uso da água. A irrigação tende a passar por grandes mudanças, no intuito de reduzir o consumo de água, com foco na modernização dos sistemas e técnicas utilizadas. As exportações de produtos agrícolas tendem a crescer diante das significativas melhorias e otimizações (Igam, 2006).

Por último, o cenário ideal considera que as condições de contorno possibilitam ultrapassar as expectativas de um cenário otimista. Cabe esclarecer que, mesmo o cenário ideal considera o acirramento dos conflitos pelo uso da água em alguns locais, em razão do crescimento e desenvolvimento econômico. Assim, o desempenho do setor agrícola possui suma importância nas variáveis consideradas no cenário ideal (Igam, 2006).

Considerando-se os três cenários, o desenvolvimento do PDRH-Paracatu considerou todos os aspectos supracitados para o desenvolvimento de taxas anuais de crescimento econômico até o horizonte de 2010, seguido da extrapolação do setor econômico até o ano de 2015, considerado, portanto, como ano de alcance do referido PDRH. As taxas de crescimento levaram em consideração diversos parâmetros, entre os quais se destacam os cenários tendencial, normativo e ideal, no âmbito das principais demandas pelo uso da água nos meios urbano e rural, com destaque aos setores animal, industrial e agrícola (Igam, 2006).

O crescimento da demanda foi entendido levando-se em consideração as vazões consumidas, para que houvesse o estabelecimento de critérios para a estimativa das demandas futuras de água, pautada nas disponibilidades hídricas superficial e subterrânea. Neste contexto, ressalta-se que a bacia hidrográfica do rio Paracatu apresenta, como principais tipos de usos dos recursos hídricos, o abastecimento de água, a diluição de efluentes, a irrigação, a pecuária, as atividades de minerações, a geração de energia e a proteção da comunidade aquática. No âmbito do saneamento ambiental, o PDRH-Paracatu mapeou a necessidade de melhorias nos serviços de abastecimento de água, ampliação da rede de esgoto e a implementação de Estações de Tratamento de Esgotos (Igam, 2006).

Diante do destaque conferido à irrigação na bacia do Rio Paracatu, especialmente no médio curso, destacam-se os sistemas automatizados por pivô central. As áreas irrigadas mais extensas, responsáveis pelos maiores volumes de produção agrícola da bacia estão nos municípios de Paracatu, Unaí e João Pinheiro. Todavia, a utilização de insumos agrícolas e o manejo inadequado dos solos, muitas vezes incorrem em graves problemas de erosão e contaminação dos cursos d'água. Neste sentido, o PDRH-Paracatu ponderou sobre a necessidade de se iniciar medidas de controle e educação ambiental, com vistas à adequação das técnicas de produção utilizadas na irrigação (Igam, 2006).

A pecuária, por sua vez, faz grande uso da água para dessedentação de animais e corresponde a uma significativa parcela de consumo de água e também de geração de renda bacia. Frente às práticas de racionalização do uso da água, cabe esclarecer que o abastecimento para consumo humano e animal têm prioridade sobre quaisquer outros usos (Igam, 2006).

A mineração corresponde a um importante setor de desenvolvimento econômico na bacia do Rio Paracatu. Em contrapartida, as mineradoras instaladas na bacia correspondem a uma das maiores fontes de degradação dos recursos hídricos superficiais. Isto ocorre em função das substâncias químicas utilizadas no processo de exploração e das altas taxas de carreamento de sedimentos aos mananciais. Frente a este problema, existem ações na bacia de incentivo à implantação de sistemas de tratamento junto às mineradoras. Existem esforços, no âmbito da gestão da bacia, para fiscalizar e autuar as atividades mineradoras clandestinas, ou seja, aquelas executadas sem o devido licenciamento ambiental junto aos órgãos competentes (Igam, 2006).

Outro nicho onde concentram-se esforços de planejamento e gestão na bacia do Rio Paracatu é em relação à proteção da comunidade aquática, principalmente nas lagoas marginais. Estas possuem grande importância para a reposição dos estoques pesqueiros e contribuem, entre outros, para a manutenção da biota aquática na bacia (Igam, 2006).

O crescimento econômico da bacia conta com importante parcela de contribuição do setor de geração de energia. A população possui uma grande demanda por energia elétrica, para suprir suas mais diversas demandas, frente à urbanização e ao desenvolvimento socioeconômico. O uso da água para consumo industrial é pouco significativo na bacia, com registro de crescimento das indústrias de laticínios e frigoríficos (Igam, 2006).

A grande variabilidade nos usos múltiplos da água na bacia do Rio Paracatu e os altos volumes demandados causam conflitos pelo uso da água, os quais devem ser geridos com vistas à preservação das águas superficiais e subterrâneas, sob aspectos quantitativos e qualitativos. No ano de 2006, quando foi publicado o PDRH-Paracatu, os estudos hidrológicos realizados à época demonstravam que a vazão disponível atendia às demandas da bacia, sem causar grandes problemas à disponibilidade hídrica. Entretanto, o cenário atual, de 2024, é bem distinto e já conta com áreas de conflito declaradas, tanto pelo uso de águas superficiais quanto subterrâneas, as quais foram identificadas nas Figuras 13 e 14.

Um importante episódio ocorrido em 2023, no âmbito da gestão dos recursos hídricos e do planejamento estratégico, foi a fusão dos CBHs SF7 e SF8. O Decreto nº 48.729, de 12/12/2023 instituiu o Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Paracatu e Urucuia, com o objetivo de promover a gestão dos recursos hídricos, visando ao desenvolvimento sustentável destas bacias. Esta ação visou, segundo Igam (2023b) a otimização administrativa e financeira da gestão descentralizada de recursos hídricos, ao prever a redução dos custos administrativos na estrutura dos CBHs, unificação dos recursos da cobrança em um volume maior para

implementação de ações de melhoria hídrica e ganho com o fortalecimento da gestão no território.

### **6.2.2 Planejamento - Bacia hidrográfica do rio Piracicaba**

Segundo Igam (2014), o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba foi criado em 2000 pelo Decreto nº 40.926/2000. Posteriormente, o PIRH-Doce, foi aprovado em julho de 2010, após um amplo e participativo processo de elaboração em 2008 e 2009. Juntamente com o PIRH Doce, também foram aprovados os Planos de Ação de Recursos Hídricos (PARHs) das bacias dos rios afluentes.

O PDRH da Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba, foi aprovado em julho de 2010 e revisado entre 2021 e 2023. Conforme dito anteriormente, os estudos são um conjunto de esforços dos onze CBHs – seis na porção mineira da bacia e quatro na vertente capixaba e do CBH Doce (Cbhpiracicaba/MG, 2024). Além disso, houve expressivo apoio técnico da ANA, do Igam, da Agência Estadual de Recursos Hídricos do Espírito Santo (AGERH/ES), do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo (IEMA) e da AGEDOCE, entidade delegatária da bacia

O PDRH da DO2 foi aprovado pela DN do CBH Piracicaba nº 89, de 14 de agosto de 2023, a partir do qual foram identificadas ações de gestão, diversos projetos e programas prioritários, prezando-se pelo desenvolvimento sustentável da bacia. Estas medidas contaram com etapas de gestão participativa, com representação dos poderes públicos estadual e municipal, da sociedade civil e dos usuários (Cbhpiracicaba/MG, 2024).

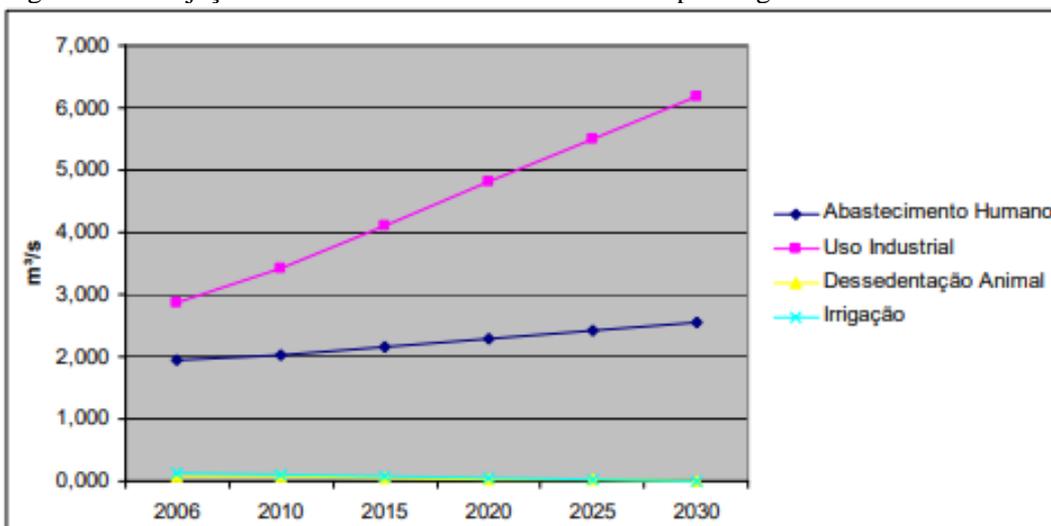
De acordo com Igam (2014), no PIRH Doce constam, entre outros: diagnóstico da situação da bacia; análise da ocupação do solo; balanço de disponibilidades e demandas pelo uso da água, identificação de áreas de conflitos pelo uso dos recursos hídricos; medidas de controle do uso da água; ações voltadas à preservação da quantidade e qualidade da água; programas e projetos a serem desenvolvidos e implantados; usos prioritários da água; critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

No diagnóstico e no prognóstico da situação da Bacia, o PIRH Doce traz uma avaliação da qualidade da água, disponibilidades hídricas e a projeção dessas condições em diferentes cenários, até o ano de 2030. Além disso, apresenta estudos sobre arranjos institucionais necessários à implantação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos e um Sistema de Informações Geográficas (SIG) com informações levantadas durante a elaboração do plano. (Igam 2014).

Segundo Igam (2010), a etapa de prognóstico consiste na projeção de cenários tendenciais futuros, utilizando-se a extrapolação dos parâmetros atuais conforme a tendência de evolução dos indicadores utilizados na cenarização. Dentre os principais planos estruturadores dos cenários, o autor destaca o comportamento demográfico e o econômico. Estes cenários tendenciais configuram uma ferramenta de projeção da tendência atual para o futuro, não devendo ser tomado como uma previsão, mas como um instrumento de prospecção e planejamento. Neste sentido, Igam (2010) trouxe dados demográficos e econômicos para a elaboração dos cenários tendenciais da DO2.

A Figura 42 permite observar claramente a demanda industrial sobrepondo-se aos demais usos, com uma taxa de aumento de 116,7% no cenário tendencial, até 2030. Por outro lado, o abastecimento humano apresenta menor crescimento na demanda, não tão significativo quanto o uso industrial. As finalidades de uso para dessedentação animal e irrigação indicam decréscimo na demanda no cenário tendencial até 2030. Assim, estes dados reforçam a importância do setor industrial na DO2.

Figura 42 – Projeções de demanda no cenário tendencial para algumas finalidades de uso até 2030.



Fonte: Igam (2010).

Em relação aos balanços hídricos, de acordo com Igam (2010), a bacia do rio Piracicaba não apresenta déficits hídricos globais, mesmo considerando períodos de escassez. Segundo o autor, os saldos hídricos da bacia, mesmos com as demandas projetadas para o cenário tendencial do ano de 2030, são positivos. Entretanto, o saldo hídrico calculado para o cenário 2030 pode contar com déficits localizados frente a usos consuntivos expressivos em pontos específicos da bacia. Alguns trechos apresentam comprometimentos críticos, onde a demanda

supera a disponibilidade hídrica, principalmente em alguns pequenos afluentes do rio Piracicaba.

Em relação à qualidade da água, os cenários tendenciais projetados apontam para uma piora ou manutenção da qualidade na DO2 (Igam, 2010). Assim, torna-se cada vez mais importante a necessidade de tratar os efluentes industriais e urbanos, tendo em vista a redução da Demanda Bioquímica por Oxigênio (DBO) e de outros parâmetros que impactam negativamente a qualidade das águas na DO2.

#### *Metas para o PIRH Doce.*

Tanto o PIRH Doce quanto o PARH Piracicaba devem estabelecer objetivos mais imediatos, que contribuam efetivamente com o atendimento da meta, dentro de seu horizonte de planejamento. Assim, metas apresentadas dividem-se em metas superiores e metas atingíveis. As metas superiores não dependem apenas da atuação do arranjo institucional, enquanto as metas atingíveis normalmente envolvem programas, subprogramas e projetos de curto e médio prazo.

Assim, ao final do período de aplicação do PIRH Doce, o que se deseja para a DO2, segundo Igam (2010), pode ser resumido nas seguintes ações: (i) implantação de todas as estações de tratamento de esgotos, incluindo melhorias nas redes coletoras, das sedes urbanas da DO2; (ii) implantação de um sistema de coleta e disposição final de resíduos em todos os municípios da bacia; (iii) consolidação do planejamento de garantia de oferta hídrica em pontos estratégicos da bacia, sob implantação de medidas estruturais, tais como barragens de regularização; (iv) implantação dos Planos Municipais de Saneamento, abordando as questões relacionadas ao abastecimento da água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana; (v) organização dos municípios para o enfrentamento da questão das enchentes; (vi) renaturalização da bacia, adotando-se princípios de controle da erosão, aumento da infiltração das águas no solo e recomposição de APPs; (vii) adensamento da malha de monitoramento da qualidade da água, de modo a verificar as condições ambientais dos recursos hídricos e a efetividade das ações adotadas.

#### *Implementação do PARH Piracicaba*

Conforme explicado anteriormente, a DO2 apresenta uma situação favorável em relação ao balanço hídrico, tendo em vista que as demandas estimadas, atuais e futuras, são inferiores às disponibilidades. Segundo Igam (2010), os volumes disponíveis se mostram suficientes para atender às demandas de abastecimento humano e outros usos econômicos da água. Entretanto,

esta condição pode ser ameaçada no futuro, o que exige a adoção de medidas adequadas de racionalização do consumo. O autor explica que foram previstas ações que resultarão em aumento da disponibilidade hídrica a longo prazo, em especial no período de estiagem.

Neste contexto, para dar início ao processo de incremento de oferta hídrica, através de regularização das vazões em microbacias, é possível introduzir ações de renaturalização, pela construção de “barraginhas” e outros dispositivos que promovam a infiltração da água no solo (Igam, 2010). Além disso, o incentivo à recuperação e preservação de APPs, incluindo a recuperação de matas ciliares e da vegetação de topo de morros, também constitui uma importante ação neste processo.

De acordo com Igam (2010), no atual cenário, a qualidade da água é a principal questão a ser abordada no PARH Piracicaba. A contaminação sanitária na região metropolitana de Ipatinga e em outras pequenas cidades situadas próximas às nascentes da bacia, impactam os trechos de rios onde as vazões são menores. Nestas regiões, segundo o autor, o parâmetro coliforme termotolerante apresenta-se como o que mais frequentemente ultrapassa os valores permitidos pela legislação. Assim, as ações de controle de qualidade da água devem estar centradas em duas ações distintas: (i) coleta e tratamento de esgotos, bem como disposição adequada dos resíduos sólidos; (ii) controle da erosão, no caso do aporte de contaminantes de origem difusa no meio rural.

Em relação ao abastecimento de água, diversos municípios da DO2 apresentam elevados volumes de perdas, bem acima da meta de 200 L/ligação/dia, podendo-se citar Coronel Fabriciano, Ipatinga e João Monlevade (Igam, 2010). Neste caso, o Plano de Ação, propõe a alocação de recursos para o controle de perdas, uma vez que a alta densidade populacional nesta região pode representar impactos significativos sobre o balanço hídrico em alguns locais.

Os fatores causadores de enchentes também são avaliados no PARH Piracicaba, aliado ao PIRH Doce. Igam (2010) destaca que tanto os Planos Municipais de Saneamento quanto as iniciativas de planejamento do Plano de Convivência com as Cheias auxiliam as cidades com ações estratégicas para minimizar os danos decorrentes das cheias. O autor destaca ainda a necessidade de estruturação de programas que incentivem a eliminação de lixões na DO2, com apoio do CBH Piracicaba. Estas medidas, em paralelo às ações de saneamento nas cidades, tendem a reduzir a contaminação de rios e outros mananciais da bacia.

O PARH Piracicaba prevê a necessidade de controle do aporte de sedimentos e contaminantes associados, oriundos das atividades agrícolas, que tendem a ser carregados para os cursos d'água adjacentes. Para isso, foram previstas ações de controle e redução dos

processos erosivos do solo, recuperação de nascentes, instituição de APPs e implantação de Unidades de Conservação (Igam, 2010). Estas medidas tendem a reduzir os impactos negativos sobre a qualidade ambiental da DO2, não apenas sobre a qualidade da água, mas também sobre o aumento de vazões e redução de trechos assoreados.

### **6.3 Enquadramento dos corpos d'água em classes segundo os usos preponderantes**

O processo de degradação do meio ambiente, diante do uso dos recursos naturais, somado à falta de planejamento no desenvolvimento das atividades antrópicas, impacta os recursos hídricos tanto em relação à sua quantidade quanto à qualidade. Assim, os esforços realizados pelos órgãos de controle ambiental em MG visam uma gestão participativa e racional das bacias hidrográficas, com o intuito de combater a poluição e degradação do meio ambiente, especialmente dos recursos hídricos, para assegurar a qualidade das águas, mediante ações preventivas, estrategicamente planejadas e executadas.

Assim, tornou-se um desafio enquadrar os corpos d'água, efetivar o instrumento de enquadramento e alcançar as metas de qualidade das águas com apoio dos CBHs. Este desafio envolve um planejamento estratégico, que deve levar em consideração a destinação dos recursos financeiros. A gestão participativa envolve a tomada de decisões políticas, medidas administrativas, avaliações técnicas e constante atuação da sociedade civil.

Assim, este instrumento permite conciliar o desenvolvimento econômico de determinada região com os usos múltiplos da água, levando-se em consideração a qualidade necessária para as finalidades demandadas. Esta compatibilização auxilia no planejamento ambiental das bacias hidrográficas e no uso sustentável dos recursos hídricos.

#### **6.3.1 Enquadramento - Bacia hidrográfica do rio Paracatu**

A implantação do instrumento de enquadramento na bacia hidrográfica do Rio Paracatu ainda não foi concluída. Entretanto, vários parâmetros necessários à implantação já foram discutidos pelo CBH Paracatu e demais envolvidos no processo de aprovação. O enquadramento foi inserido, em 2006, no PDRH-Paracatu, tendo em vista a sua efetivação, nos termos da Deliberação do CBH-PARACATU nº 02, de 28 de abril de 2006 (Igam 2014).

Serão abordados, a seguir, os principais pontos considerados no processo de implantação deste instrumento na bacia, os quais permanecem em discussão até o horizonte de 2024 (Igam, 2006).

As etapas citadas no PDRH-Paracatu para implantação do enquadramento foram pautadas na Resolução CNRH nº 12/2000, a qual foi posteriormente revogada pela Resolução

CNRH nº 91/2008. Assim foram estabelecidas três etapas para implantação do enquadramento na SF7: (i) elaboração do relatório técnico; (ii) aprovação da proposta e dos atos jurídicos; (iii) avaliação e efetivação do enquadramento de corpos de água.

Neste contexto, o relatório técnico deve contemplar o diagnóstico e prognóstico do uso e ocupação do solo. A etapa de diagnóstico trata do levantamento de informações referentes à caracterização socioambiental da bacia hidrográfica do rio Paracatu, enquanto a etapa de prognóstico trabalha com a estimativa da disponibilidade hídrica e das demandas futuras pelo uso da água (Igam, 2006). A fase de aprovação da proposta e dos atos jurídicos foi abordada no PDRH-Paracatu considerando-se a previsão de audiências públicas, convocadas pelo CBH-Paracatu. A expectativa relatada para as audiências foi de discussão das alternativas de enquadramento, questões ambientais, aspectos socioeconômicos, medidas necessárias à implementação, custos e prazos. A etapa final, de avaliação e efetivação do enquadramento, por sua vez, se concentra em identificar as providências necessárias à implantação e ao acompanhamento das metas estabelecidas nas etapas anteriores (Igam, 2006).

Com base na Resolução CNRH nº 12/2000, as discussões contemplaram o levantamento das legislações vigentes, usos preponderantes na bacia, unidades de conservação, qualidade das águas superficiais, fontes de poluição pontuais e difusas, entre outros. Estes aspectos foram discutidos em oficinas, sendo determinadas as porções hidrográficas da bacia do Rio Paracatu que deveriam ser priorizadas nos estudos que subsidiariam a implantação do enquadramento (Igam, 2006).

Anteriormente à sanção das Leis nº 9.433/97 e 13.199/99, o rio Paracatu foi enquadrado, com base em estudos realizados em 1989 pelo Comitê Executivo de Estudos Integrados do Vale do São Francisco (CEEIVASF), em parceria com o IBAMA. De acordo com esta proposta, o Rio Paracatu seria segmentado em trechos de classe especial e classe 1 próximo à sua cabeceira e como classe 2 nos demais trechos (Igam, 2006). Em seguida, no ano de 2004, a ANA considerou este enquadramento do rio Paracatu no Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (PBHSF). Esta proposta previa a classificação do rio Paracatu em trechos de classe Especial, classe 1 e classe 2 e foi inicialmente aprovada pelo Comitê do São Francisco. Entretanto, até o ano de 2006, quando da publicação do PDRH-Paracatu, ainda não havia sido apresentada ao CNRH e nem ao CERH (Igam, 2006).

Partindo-se do pressuposto de que a priorização para o enquadramento deve considerar os usos existentes e os potenciais, o PDRH-Paracatu relata que houveram grandes dificuldades de se enquadrar todos os rios da bacia hidrográfica do Paracatu. Os principais fatores apontados

como obstáculos foram a grande área de abrangência, que perfaz aproximadamente 42.000 km<sup>2</sup>, os custos associados aos levantamentos necessários e o tempo necessário para realização do trabalho (Igam, 2006).

Segundo o PDRH-Paracatu, a qualidade das águas do rio Paracatu é influenciada diretamente pelo uso e cobertura da terra, caracterizados no capítulo anterior do presente trabalho. Assim, durante a realização dos estudos para subsidiar a implantação do enquadramento, optou-se pela compartimentação da bacia hidrográfica do Paracatu em bacias de contribuição. Esse procedimento foi adotado no intuito de isolar e identificar a real contribuição, seja ela negativa ou positiva, de cada afluente na qualidade da água do rio Paracatu (Igam, 2006).

Os corpos d'água prioritários para o enquadramento foram os afluentes diretos do rio Paracatu e os trechos com maior potencial hídrico. Além disso, levou-se em consideração as maiores fontes de poluição e as áreas de conflito. Assim foram selecionadas as seguintes sub-bacias: rio Escuro, rio Santa Catarina, rio Verde, rio do Sono, rio da Prata, ribeirão Entre Ribeiros e córrego Rico. Foram selecionados os principais rios em cada uma dessas sub-bacias, independente de contribuírem positivamente ou negativamente com a qualidade das águas. O Ribeirão Santa Fé também foi enquadrado, devido à grande importância que possui para o abastecimento da cidade de Santa Fé de Minas (Igam, 2006).

O banco de dados criado para identificação dos usos preponderantes contou com o apoio de dados das outorgas concedidas e dos licenciamentos ambientais. Além disso, foram realizadas oficinas de enquadramento nos dias 13, 14 e 15 de setembro de 2005, respectivamente nas cidades de Vazante, Paracatu e João Pinheiro com o objetivo de tornar o processo mais participativo, com chamamento e esclarecimentos à população sobre as condições atuais da bacia. Foram levantadas informações relevantes que pudessem auxiliar na classificação dos corpos de água. A metodologia adotada nas oficinas contou com apresentações ministradas em Powerpoint, aplicação de questionário e formulação de futuras propostas (Igam, 2006).

A partir das oficinas, foram identificados como usos principais na bacia, o uso agrícola, uso doméstico, a dessedentação de animais, o uso industrial, o lazer e a pesca. A qualidade das águas foi objeto de grande discussão nas oficinas, sendo demonstrada grande insatisfação por alguns representantes da sociedade civil. Após identificar os principais problemas, foram discutidas as possíveis soluções para estes, com vistas à preservação das águas para as gerações

futuras. Assim realizou-se uma tentativa de classificação dos corpos d'água prioritários, a qual pode ser observada no Quadro 5 (Igam, 2006).

Quadro 5 – Classificação sugerida pela comunidade local.

CORPOS DE ÁGUA	CLASSE	USO PREPONDERANTES
Rio Santa Catarina	Nascente até Lagamar Classe 1	Abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo.
	Lagamar até Carranca Classe 3	Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, recreação de contato secundário e dessedentação de animais.
	Carranca até Vazante Classe 2	Abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, proteção de comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação de hortaliças e plantas frutíferas.
	Vazante até a foz Classe 3	Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, secundário e dessedentação de animais.
Rio Escuro	Classe 2	Abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, proteção de comunidades aquáticas, irrigação de hortaliças e plantas frutíferas.
Córrego Rico	Classe 3	Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e dessedentação de animais.
Ribeirão Entre-Ribeiros	Alto Classe 2	Irrigação de hortaliças e plantas frutíferas
	Médio Classe 3	Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras.
	Baixo Classe 2	Irrigação de hortaliças e plantas frutíferas
Rio Prata	Classe 2	Irrigação de hortaliças e plantas frutíferas
Rio Sono	Classe 2	Irrigação de hortaliças e plantas frutíferas
Rio verde	Alto Classe 3	Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras
	Médio e Baixo Classe 2	Irrigação de hortaliças e plantas frutíferas

Fonte: Adaptado de Igam (2006).

Após realização das oficinas de enquadramento, foi elaborada uma proposta de enquadramento prospectivo (Quadro 6), com a sugestão de medidas mitigadoras para reverter ou ao menos minimizar a situação de degradação ambiental na bacia, principalmente nas regiões onde foram identificados trechos de classe 3 (Igam, 2006). Diante dos resultados e discussões

decorrentes das oficinas, O CBH Paracatu recomendou a ampliação das áreas consideradas para os estudos no âmbito do enquadramento, com acréscimo de outras sub-bacias. Para esta inclusão de áreas prioritárias, considerou-se o potencial de contribuição destas ao abastecimento da população e a influência negativa dos efluentes domésticos, industriais, agrícolas ou minerários lançados nestas sub-bacias.

Quadro 6 – Classificação sugerida pela comunidade local para o enquadramento prospectivo.

CORPOS D'AGUA	CLASSE	AÇÕES NECESSÁRIAS
Rio Santa Catarina	-	-
Rio Escuro	2	Tratamento de esgoto de Guarda-Mor; Conservação do solo e revitalização das veredas.
Córrego Rico	2	Tratamento dos efluentes domésticos, industriais e de mineração, fiscalização, criação de parcerias com a prefeitura de Paracatu e disposição adequada dos resíduos sólidos.
Ribeirão Entre Ribeiros	1	Recuperação das matas ciliares; tratamento dos resíduos domésticos; fiscalização; programas de educação ambiental e construção de barramentos conforme sugerido no diagnóstico do Ribeirão Entre Ribeiros.
Rio Prata	1	Tratamento do esgoto doméstico e industrial; reconstituição das matas ciliares, construção de barragens, cadastramento dos usuários e sua real utilização, proibição da pesca amadora e criação de uma política de conscientização.
Rio Sono	2	Revitalização das nascentes, reconstituição da vegetação ciliar, adoção de medidas conservacionistas no uso do solo e recuperação de áreas degradadas e aumento no número de pontos de coleta.
Rio Verde	-	Recomposição das matas ciliares, barragens de regularização de vazão em afluentes, recuperação dos solos e implantação de práticas conservacionistas, saneamento e educação ambiental.

Fonte: Adaptado de Igam (2006).

Assim, de acordo com a Lei nº 13.199/99, para aprovação da proposta de enquadramento e respectivos atos jurídicos, os CBHs devem deliberar sobre a proposta apresentada, com apoio de audiências públicas. Neste sentido, a proposta de enquadramento da bacia do rio Paracatu foi apresentada em audiências públicas, realizadas de 28 a 31 de março de 2006 e foi posteriormente aprovada, em 28 de abril de 2006, por meio da DN CBH-Paracatu nº 02/2006. Entretanto apesar de ter sido aprovada pela referida DN, sua submissão ao CERH não foi aprovada (Igam, 2006).

Portanto, para o estabelecimento do enquadramento das águas da bacia hidrográfica do Rio Paracatu seguiu-se, inicialmente, o disposto no artigo nº 37 da DN Copam CERH-MG nº 01/2008, que previa, em seus dispositivos, que enquanto não fossem aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces seriam consideradas classe 2, exceto se as condições de qualidade atuais fossem melhores, o que determinaria a aplicação da classe mais rigorosa correspondente (Igam, 2020). Em seguida, conforme explicado anteriormente, a DN Copam CERH-MG nº 01/2008 foi revogada pela DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022. De acordo com o Art. 4º desta DN, as águas doces estaduais são classificadas em classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4 de acordo com seus usos preponderantes, conforme indicado no Quadro 1, mostrado no capítulo de Referencial Teórico.

### **6.3.2 Enquadramento - Bacia hidrográfica do rio Piracicaba**

A bacia hidrográfica do rio Piracicaba contou, inicialmente, com a regulamentação das classes de enquadramento nos termos da DN COPAM nº 09/1994. Esta DN trouxe, entre outras diretrizes, a classificação de dois trechos do rio Piracicaba e de 76 afluentes.

No início das discussões sobre a implantação do instrumento de enquadramento dos corpos d'água em classes segundo os usos preponderantes, o CBH Piracicaba demonstrou preocupações específicas em relação à qualidade da água. De acordo com Igam (2010), a bacia do rio Doce que queremos foi descrita tendo em vista diversos fatores de interesse, sobretudo no âmbito da qualidade das águas, conforme será descrito a seguir.

Segundo Igam (2010), a bacia do rio Doce que queremos preserva a vegetação natural e zela pela qualidade ambiental, preza pelo retardo de processos erosivos e de assoreamento dos rios. Além disso, não há contaminação das águas e solos da bacia, há o devido tratamento dos resíduos sólidos e dos efluentes urbanos e rurais. Os mananciais de água doce possuem qualidade adequada, de acordo com o enquadramento nas classes especial, 1 e 2. A população auxilia no gerenciamento dos recursos hídricos, evita conflitos pelo uso da água e é ambientalmente educada. Todas as ações praticadas pelos usuários e gestores da bacia encontram-se em conformidade com a legislação vigente, asseguradas por ações de fiscalização do uso dos recursos hídricos. O desenvolvimento da bacia é harmônico e há forte integração entre o desenvolvimento social, econômico e ambiental.

Essa visão de bacia referenda as bases filosóficas da gestão integrada de recursos hídricos, além de demonstrar uma preocupação com o desenvolvimento socioeconômico sustentável da bacia. Além disso, reforça a visão de um sistema de gestão que compatibilize a

plena utilização e integração dos cinco instrumentos de gestão dos recursos hídricos avaliados no presente trabalho.

Neste contexto, algumas sub-bacias de rios afluentes do Piracicaba produzem impactos significativos na qualidade da água. Igam (2010) destaca o efeito da diluição e decaimento das concentrações pela decomposição da matéria orgânica, com gradativa redução das concentrações de DBO. Um exemplo citado pelo autor ocorre devido ao lançamento dos efluentes de grandes centros urbanos, como Ipatinga e Timóteo, os quais geram picos de concentração de DBO e classificação da água em classes de uso mais restritivas. Para solucionar esse problema, foram medidas as concentrações de DBO para cada trecho e cada um deles foi classificado, de acordo com a Resolução Conama nº 357/2005, considerando os usos identificados e os usos outorgados.

Em seguida, a DN Conjunta COPAM/CERH nº 06/2017 deliberou, por meio do Art. 14, sobre a necessidade de revisão dos enquadramentos até então vigentes e dispôs sobre os procedimentos gerais para o enquadramento de corpos de água superficiais.

Somente em 2023, o enquadramento do DO2 foi aprovado por meio da Deliberação CBH Doce nº 113, em 18 agosto de 2023. Entretanto, faltava ainda a homologação pelo CNRH para ser considerado válido. Assim, o enquadramento dos trechos da bacia do rio Doce de domínio estadual de MG foi homologado pelo CERH/MG em 15 de dezembro de 2023. Em seguida, em 29 de dezembro de 2023, o CNRH homologou o enquadramento dos corpos d'água superficiais dos trechos de domínio da União. Com isso, o CBH Doce se tornou o primeiro comitê interestadual do país a ter o instrumento de gestão aprovado, desde a criação da Lei das Águas (Lei Federal 9.433/97).

Esta conquista foi fruto de um trabalho de mais de dois anos, liderado pela ANA, e que contou com a participação dos órgãos gestores estaduais de recursos hídricos de MG, Igam, e do Espírito Santo, AGERH/ES, além do envolvimento direto do CBH Doce, dos Comitês de Bacia Hidrográfica dos rios de domínio estadual e da AGEDOCE (ANA *et al.*, 2022).

Assim, a DN CERH-MG nº 89/2023 trouxe o enquadramento de 1545 trechos, e dispôs das seguintes regras para enquadrar os trechos não contemplados entre estes 1545: (i) os afluentes dos trechos enquadrados em Classe Especial ficam enquadrados em Classe Especial; (ii) os afluentes dos trechos enquadrados em Classe 1 ficam enquadrados em Classe 1; (iii) os afluentes dos trechos enquadrados em Classe 2 ficam enquadrados em Classe 2. Além disso, a referida DN prevê metas intermediárias para 43 trechos, para alcance do enquadramento ao

final do horizonte de 20 anos, com detalhamento da classe almejada para os anos de 2027, 2032 e 2042.

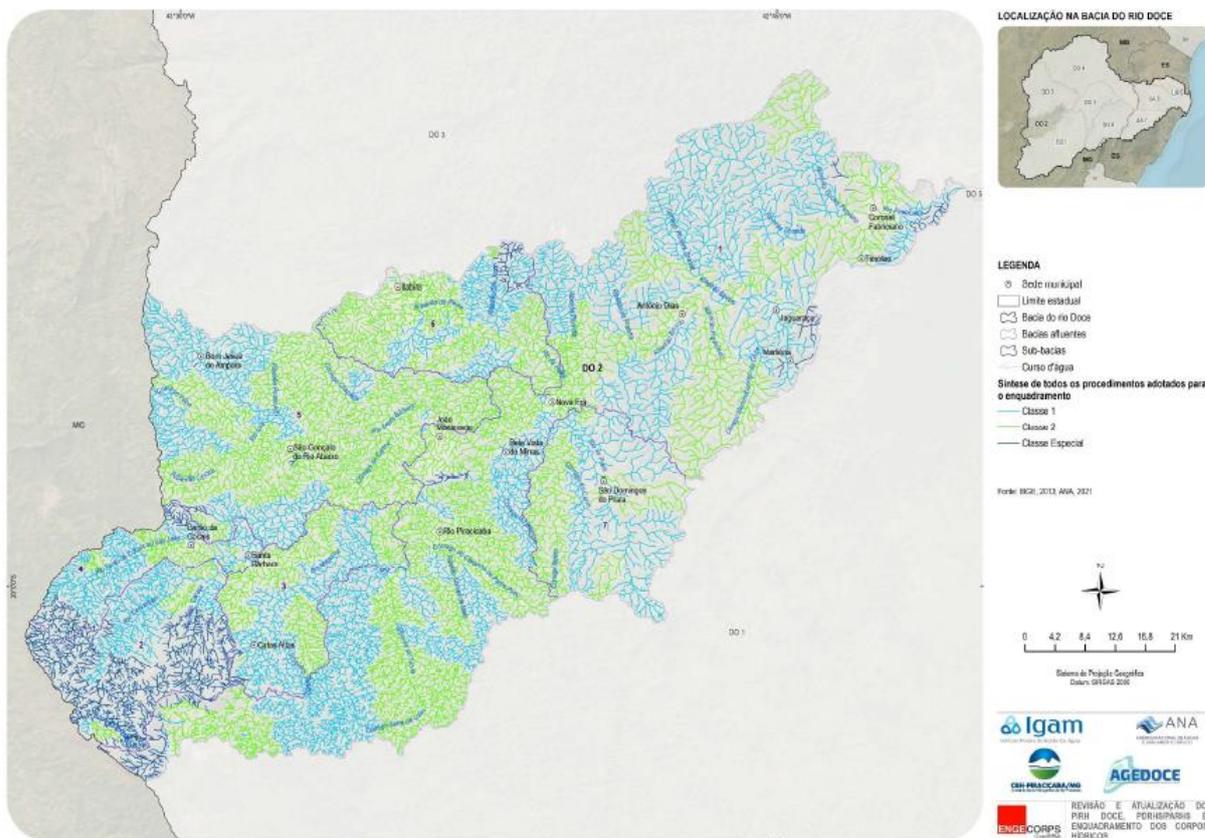
Em acréscimo, a DN CERH-MG nº 89/2023 dispõe sobre a necessidade, a cada dois anos, do CBH Piracicaba, juntamente com a Agência de Bacia ou entidade a ela equiparada e o órgão gestor de recursos hídricos, avaliarem a implementação das ações do Programa de Efetivação do Enquadramento (PEE) e as condições de qualidade da água. Esta diretriz permite o controle e impulsiona o alcance das metas intermediárias e finais estabelecidas no enquadramento. Neste contexto, a DN prevê ações do PEE dos municípios que contribuem com cargas poluentes para os corpos de água superficiais de domínio estadual da CH do Rio Piracicaba. Além disso, a DN dispõe sobre a necessidade de avaliar as causas dos avanços e das desconformidades e estabelecer medidas para a adequação da qualidade da água à sua respectiva meta de enquadramento.

Em relação aos procedimentos adotados para o enquadramento de corpos de água superficiais de domínio da DO2, a DN CERH-MG nº 89/2023 trouxe uma subdivisão em três grupos: (i) enquadramento com definição de metas progressivas e programa de efetivação do enquadramento, sob aplicação de modelagem matemática; (ii) enquadramento pela legislação, a qual inclui os cursos d'água que atravessam Unidades de Conservação de Proteção Integral, que requerem Classe Especial e alguns cursos de água que continuam enquadrados em Classes Especial e 1 pela DN nº 9/1994; (iii) enquadramento ampliado, sem metas progressivas e sem programa de efetivação.

No âmbito dos parâmetros de referência adotados para o monitoramento das metas de enquadramento da DO2, a DN CERH-MG nº 89/2023 levou em consideração os limites máximos admissíveis em cada classe de qualidade prevista na Resolução do CONAMA nº 357/2005 e na DN Conjunta COPAM-CERH MG 08/2022. Esta medida foi feita para os parâmetros: DBO; Oxigênio Dissolvido (OD); Fósforo Total (P); coliformes termotolerantes ou *Escherichia coli*.

Sobre a vazão de referência adotada para o enquadramento dos cursos d'água de domínio estadual da DO2, a DN CERH-MG nº 89/2023 adotou a  $Q_{7,10}$ , a qual representa a vazão média mínima de sete dias consecutivos e dez anos de período de retorno, obtida por estudos de regionalização de vazão executados em parceria pela ANA e Igam. A Figura 43 indica as classes de enquadramento dos trechos de rio de domínio estadual da DO2.

Figura 43 – Classes de enquadramento da DO2, de acordo com a DN CERH-MG nº 89/2023.



Fonte: CERH-MG (2023).

#### 6.4 Outorga de direito de uso dos recursos hídricos

A outorga, ao contrário de outros instrumentos de gestão dos recursos hídricos, não teve sua implantação setorizada por bacias hidrográficas, de forma que esta ocorreu simultaneamente em todo o Estado de MG. À medida em que foram emitidas as outorgas superficiais e subterrâneas, foi possível compreender as relações entre oferta e demanda nas bacias hidrográficas. Assim, a inter-relação entre a outorga e os demais instrumentos de gestão tornou-se cada vez mais sólida, tornando-se um forte aliado na gestão dos recursos hídricos do estado.

Assim, de acordo com Igam (2019), as primeiras outorgas em MG foram emitidas pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de Minas Gerais (DAE/MG) e, posteriormente, pelo Departamento de Recursos Hídricos de Minas Gerais (DRH-MG). De acordo com Igam (2019), as primeiras outorgas eram emitidas de acordo com as demandas, com vigência de 10 a 20 anos, tanto para usuários privados como para usuários públicos e não haviam sistemas de georreferenciamento ou controle do balanço hídrico.

Em 2004 as outorgas vinculadas ao licenciamento ambiental passaram a ser analisadas pelas Superintendências Regionais de Meio Ambiente (SUPRAMs) e em 2011 todas as análises

passaram a ser responsabilidade da Semad (Igam, 2019). Já no ano de 2016, após aprovação da Lei nº 21.972, a outorga retornou a cargo do Igam, regulamentado pelo Decreto 47.343/2018. Assim, definiu-se que o Igam seria responsável pela análise das outorgas vinculadas aos processos de Licença Ambiental Simplificada (LAS) e pelas outorgas não vinculadas a nenhum tipo de licenciamento ambiental, enquanto a formalização e análise das outorgas vinculadas às demais modalidades de licenciamento ambiental ficaram a cargo das SUPRAMs, com apoio técnico do Igam.

Em 2019 houve um grande avanço na gestão das outorgas com a publicação do Decreto nº 47.705/2019 e da Portaria IGAM nº 48/2019. Estes normativos trouxeram mudanças significativas para o processo de regularização, com revisão de procedimentos, metodologias, critérios e normas aplicadas à solicitação, análise e concessão da outorga. Ainda em 2019, o “Sistema de Outorga Digital” trouxe maior eficiência e simplificação para o procedimento de regularização, tendo como principais destaques: (i) processo de outorga 100% digital, formalizado por meio do Sistema Eletrônico de Informação de MG (SEI-MG); (ii) ampliação de 5 para 10 anos o prazo de concessão de outorgas desvinculadas ao licenciamento ambiental; (iii) redução da quantidade de documentos exigíveis no momento da regularização; (iv) otimização dos sistemas de monitoramento de uso da água (Igam, 2022).

A seguir, serão apresentados alguns dados quantitativos referentes ao instrumento de outorga nas bacias objetos de estudo do presente trabalho, com foco nos modos de uso superficiais e subterrâneos outorgados, bem como nas finalidades de uso mais demandadas em cada uma das bacias.

#### **6.4.1 Outorga - Bacia hidrográfica do rio Paracatu**

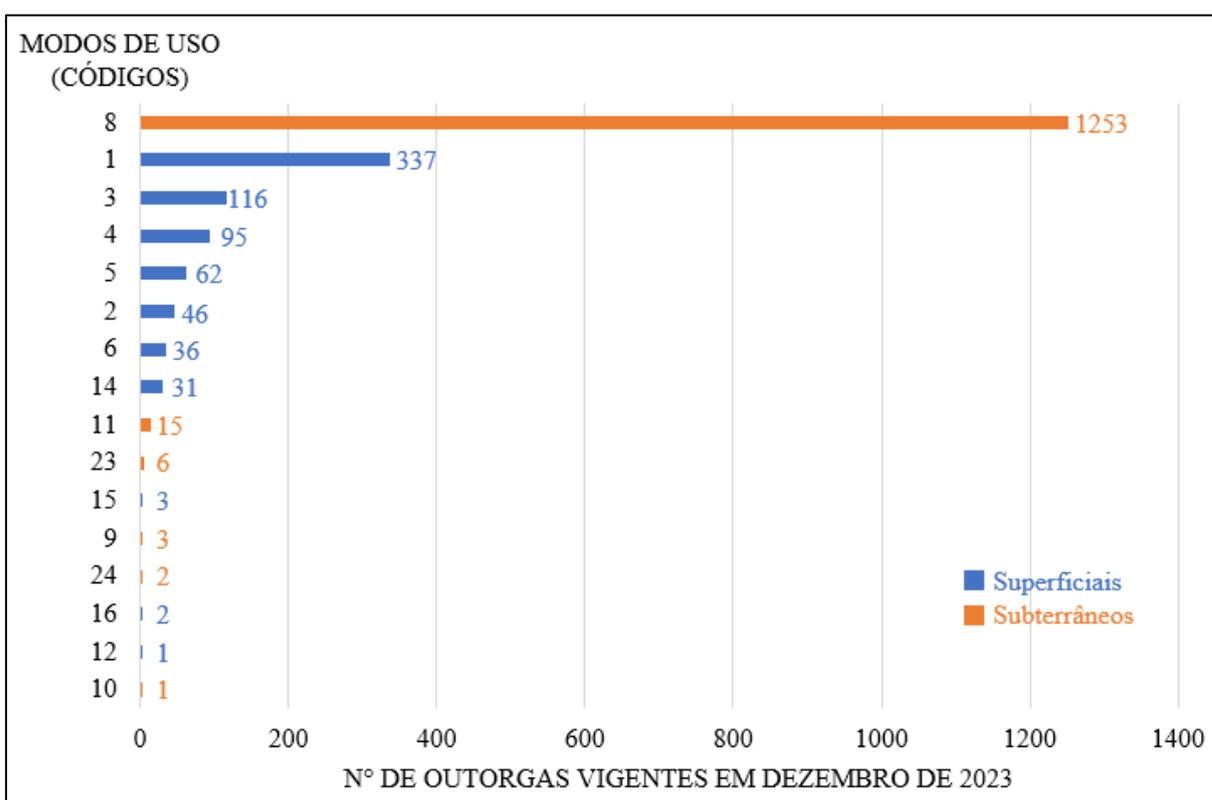
A forte presença do setor agrícola na bacia hidrográfica do rio Paracatu implica em um grande volume de água demandado para irrigação na bacia. Igam (2013) quantifica as finalidades de uso da água na SF7 e traz o quantitativo de 82% para irrigação, 7% não informado, 5% para dessedentação de animais, 4% para o consumo humano somado ao consumo industrial e, por fim, 2% para o abastecimento público.

De acordo com Igam (2014), na bacia do rio São Francisco o SF7 apresentou, em 2013, a maior soma de área irrigada, quase três vezes maior do que o segundo lugar, SF6. No ano seguinte, em 2014, as CHs SF7 e SF5 registraram os maiores números de outorgas superficiais e subterrâneas deferidas na bacia do rio São Francisco, de acordo com dados disponibilizados no Siam (Igam, 2015). Entretanto, apesar de assumir esta posição de destaque, o somatório das outorgas superficiais e subterrâneas emitidas até o ano de 2014 não chegava a 200 outorgas

(Igam 2015). Este quantitativo destoa bastante do número de outorgas emitidas até o ano de 2023 na SF7.

A Figura 44 mostra o quantitativo das outorgas vigentes na SF7 em dezembro de 2023 por modo de uso, para um total de 2009 outorgas. O volume total regularizado para essas 2009 intervenções foi de 875.557.564,4 m<sup>3</sup>/ano para os modos de uso superficiais e de 230.472.307,9 m<sup>3</sup>/ano para os modos de uso subterrâneos. Cabe esclarecer que até este período, diversas outorgas foram deferidas, indeferidas, renovadas, retificadas, entre outras situações, sendo contabilizadas, na Figura 44 somente as outorgas vigentes no referido período. Reitera-se que os códigos dos modos de uso indicados na Figura 44 se encontram disponíveis no Quadro 2.

Figura 44 – Quantitativo das outorgas vigentes em dezembro de 2023 na SF7 por modo de uso.



Fonte: Autor (2024).

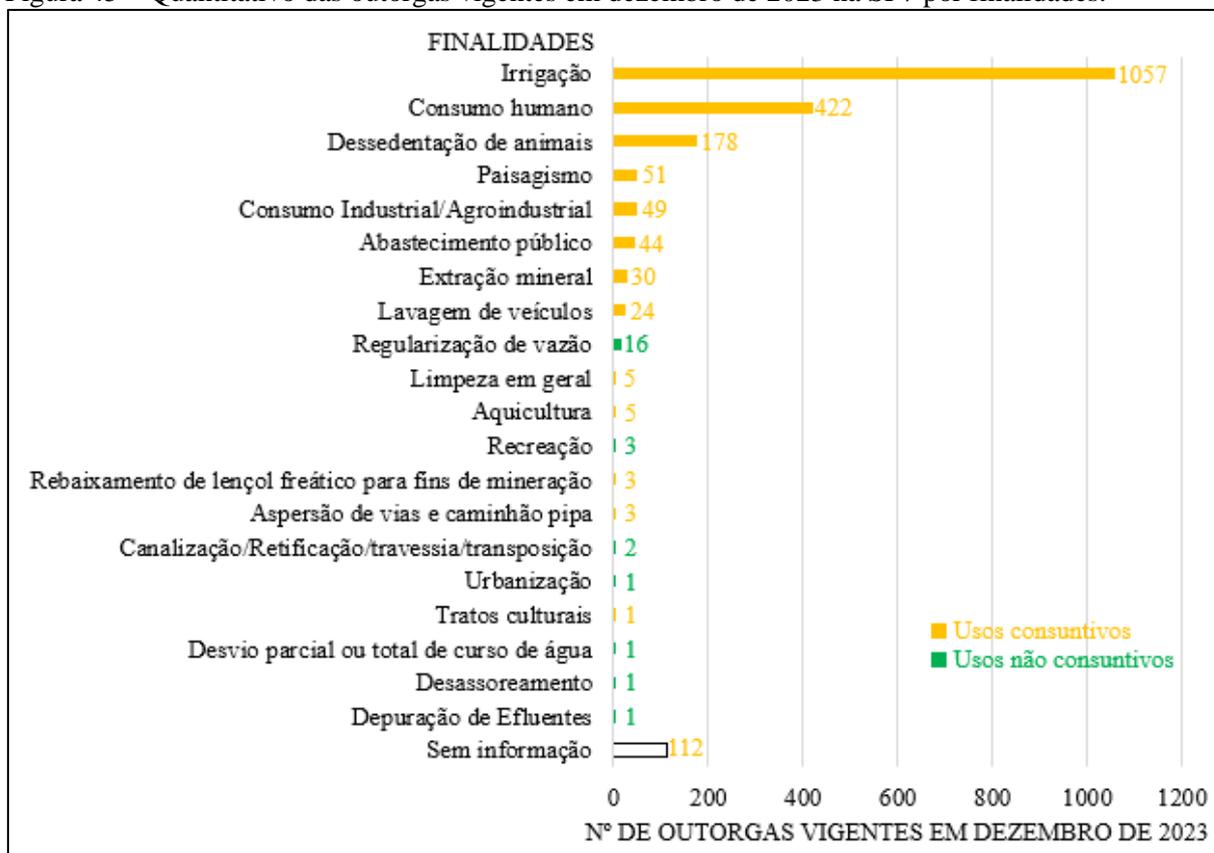
Observa-se, a partir da Figura 44, um total de 1280 outorgas vigentes para os modos de uso subterrâneos (63,71%) e 729 outorgas vigentes para os modos de uso superficiais (36,29%). Dentre os modos de uso subterrâneos, destacam-se as outorgas para o modo de uso 08, correspondente à captação de água subterrânea por meio de poço tubular profundo (97,89%), seguido, respectivamente, pelas captações em nascente/surgência (1,17%), captações por meio de poço manual/cisterna (0,23%), captações de água subterrânea para fins de rebaixamento em

obras civis (0,16%), pesquisas hidrogeológicas (0,47%) e captações de água subterrânea para fins de rebaixamentos de nível em mineração (0,08%).

Por outro lado, ainda de acordo com a Figura 44, dentre os modos de uso superficiais, as captações em curso de água (rios, lagoas naturais) ocupam o primeiro lugar, com 46,23%, seguido, respectivamente, pelas captações em barramentos com regularização de vazão, com área menor que 5,00 ha (15,91%), captações em barramentos com regularização de vazão, com área maior que 5,00 ha (13,03%), barramentos sem captação (8,50%), captações em barramentos sem regularização de vazão (6,31%), barramentos sem captação para regularização de vazão (4,94%), dragagens de cursos de água para mineração (4,25%), canalizações e/ou retificações de cursos de água (0,41%), travessias rodo-ferroviárias (0,27%) e, por fim, desvio parcial ou total de curso de água (0,15%).

Em relação às finalidades de uso mais recorrentes na SF7, observa-se, a partir da Figura 45, quais são as principais atividades que demandam o uso das águas superficiais e subterrâneas na bacia. A Figura 45 indica ainda as finalidades comumente enquadradas como usos consuntivos (em amarelo) e usos não consuntivos (em verde).

Figura 45 – Quantitativo das outorgas vigentes em dezembro de 2023 na SF7 por finalidades.



Fonte: Autor (2024).

A partir da análise da Figura 45, observa-se o predomínio da finalidade de uso para irrigação (52,61%), seguido pelo consumo humano (21,00%) e dessedentação animal (8,86%). As demais finalidades ocorrem em percentuais menores, podendo-se citar, respectivamente, o paisagismo (2,54%), consumo industrial/agroindustrial (2,44%), abastecimento público (2,19%), extração mineral (1,49%), lavagem de veículos (1,19%), regularização de vazão (0,80%), limpeza em geral (0,25%), aquicultura (0,25%), recreação (0,15%), rebaixamento de lençol freático para fins de mineração (0,15%), aspersão de vias e caminhão pipa (0,15%), canalização/retificação/travessia/transposição (0,10%), urbanização (0,05%), tratos culturais (0,05%), desvio parcial ou total de curso d'água (0,05%), desassoreamento (0,05%) e depuração de efluentes (0,05%). Dentre os dados apurados, 5,58% não apresentaram a finalidade de uso.

As outorgas federais, por sua vez, são aquelas concedidas em cursos d'água de domínio federal, que se estendem por mais de um estado brasileiro e são geridas pela ANA. A bacia do rio Paracatu, de acordo com dados obtidos na plataforma IDE-Sisema, possui 494 outorgas federais, dentre as quais 98,99% se referem a captações diretas em cursos d'água, 0,61% de lançamento de efluentes e 0,40% de barramento em cursos d'água de domínio federal. Deste total, 67% se encontra no rio Preto, 11% no ribeirão Roncador, 9% no ribeirão Cana Brava, 4% no UHE Queimado, 3% no ribeirão Formosa e os outros 6% divididos entre outros mananciais, como o ribeirão Salobro, ribeirão Bezerra, córregos Limoeiro, Samambaia, Vaca Preta e Lagoa Formosa, entre outros. Quanto às finalidades de uso das outorgas federais da bacia do rio Paracatu, destaca-se a irrigação (89%), seguida pela dessedentação animal (4%), consumo humano (1%), enquanto as demais finalidades somam 6%, incluindo abastecimento público, aproveitamento hidrelétrico, aquicultura, esgotamento sanitário, consumo industrial, obras hidráulicas e regularização de vazões.

Em relação aos usos insignificantes, a DN no 09, de 16 de junho de 2004, do CERH/MG, trouxe para a SF7, a vazão máxima de 0,5 l/s para captações e derivações de águas superficiais. Esta mesma deliberação trás diretrizes para as acumulações superficiais, que poderão contar com volume máximo de 3.000 m<sup>3</sup> para que sejam enquadradas como uso insignificante. Já para as captações subterrâneas, tais como poços manuais, surgências e cisternas os critérios para enquadramento como uso insignificante encontram-se definidos na DN CERH n° 76/2022.

#### **6.4.2 Outorga - Bacia hidrográfica do rio Piracicaba**

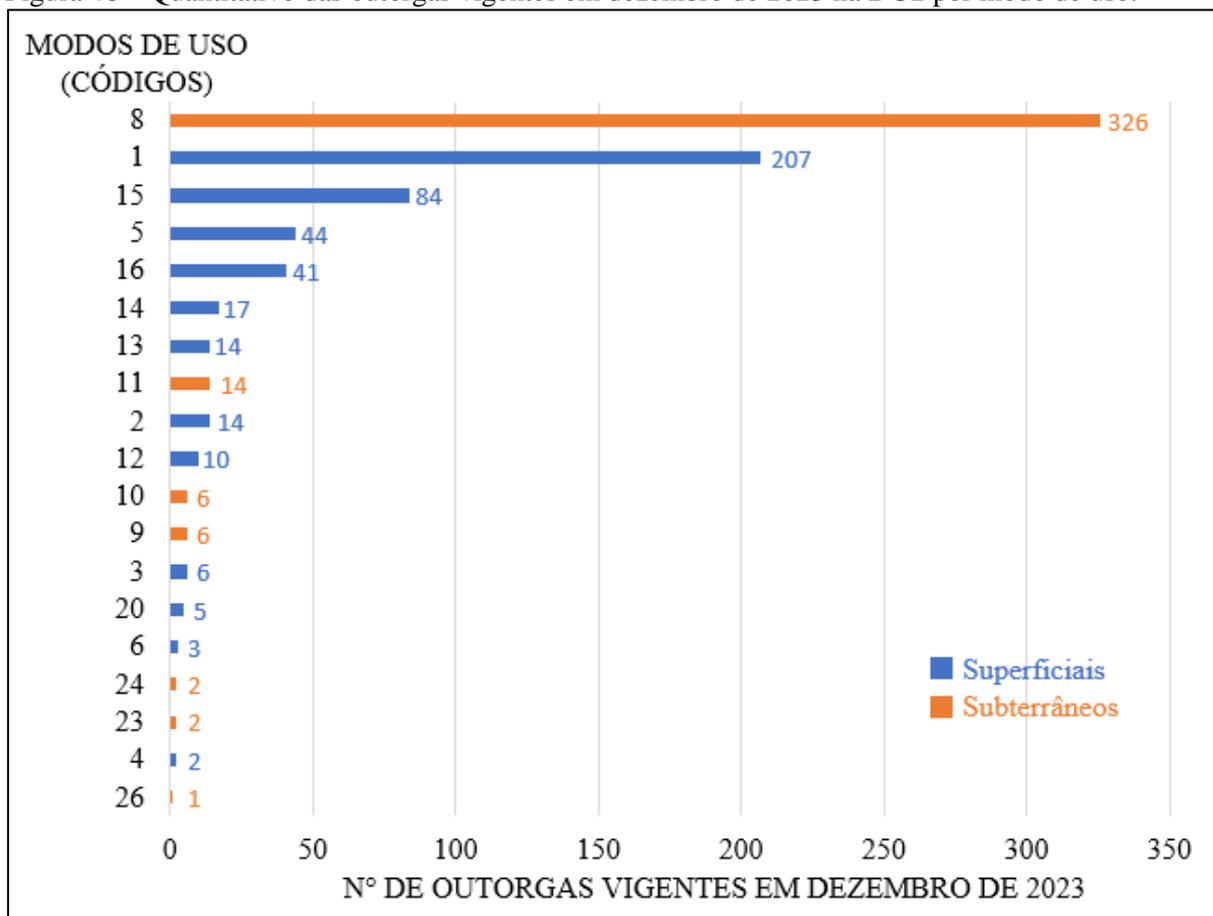
Segundo Igam (2013), a situação das finalidades de uso dos recursos hídricos em 2012 na DO2 contava com 50% dos usos destinados ao consumo industrial, 23% ao consumo humano, 18% não foi informado e 9% para irrigação. Em 2013, entre as bacias hidrográficas do Rio

Doce, o DO2 ocupava a segunda posição em área irrigada, atrás somente do DO1 (Igam 2014). Em 2013 os usos consuntivos superficiais predominantes na DO2 eram, respectivamente, consumo industrial, abastecimento de caminhão pipa, mineração e irrigação (Igam 2014). Na DO2 as principais finalidades de uso das águas subterrâneas eram, em 2013, respectivamente, o consumo humano, mineração, consumo industrial, abastecimento público, irrigação e lavagem de veículos (Igam 2014).

A Figura 46 mostra o quantitativo das outorgas vigentes na DO2 em dezembro de 2023 por modo de uso, para um total de 804 outorgas. O volume total regularizado para essas 804 intervenções foi de 104.232.494,3 m<sup>3</sup>/ano para os modos de uso superficiais e de 67.394.977,6 m<sup>3</sup>/ano para os modos de uso subterrâneos.

Observa-se, a partir da Figura 46, um total de 357 outorgas vigentes para os modos de uso subterrâneos (44,40%) e 447 outorgas vigentes para os modos de uso superficiais (55,60%). Dentre os modos de uso subterrâneos, destacam-se as outorgas para o modo de uso 08, correspondente à captação de água subterrânea por meio de poço tubular profundo (91,32%), seguido, respectivamente, pelas captações em nascente/surgência (3,92%), captações de água subterrânea para fins de rebaixamentos de nível em mineração (1,68%), captações por meio de poço manual/cisterna (1,68%), captações de água subterrânea para fins de rebaixamento em obras civis (0,56%), pesquisas hidrogeológicas (0,56%) e dragagem em cava aluvionar para fins de extração mineral (0,28%). Os códigos dos modos de uso indicados na Figura 46 se encontram disponíveis no Quadro 2.

Figura 46 – Quantitativo das outorgas vigentes em dezembro de 2023 na DO2 por modo de uso.

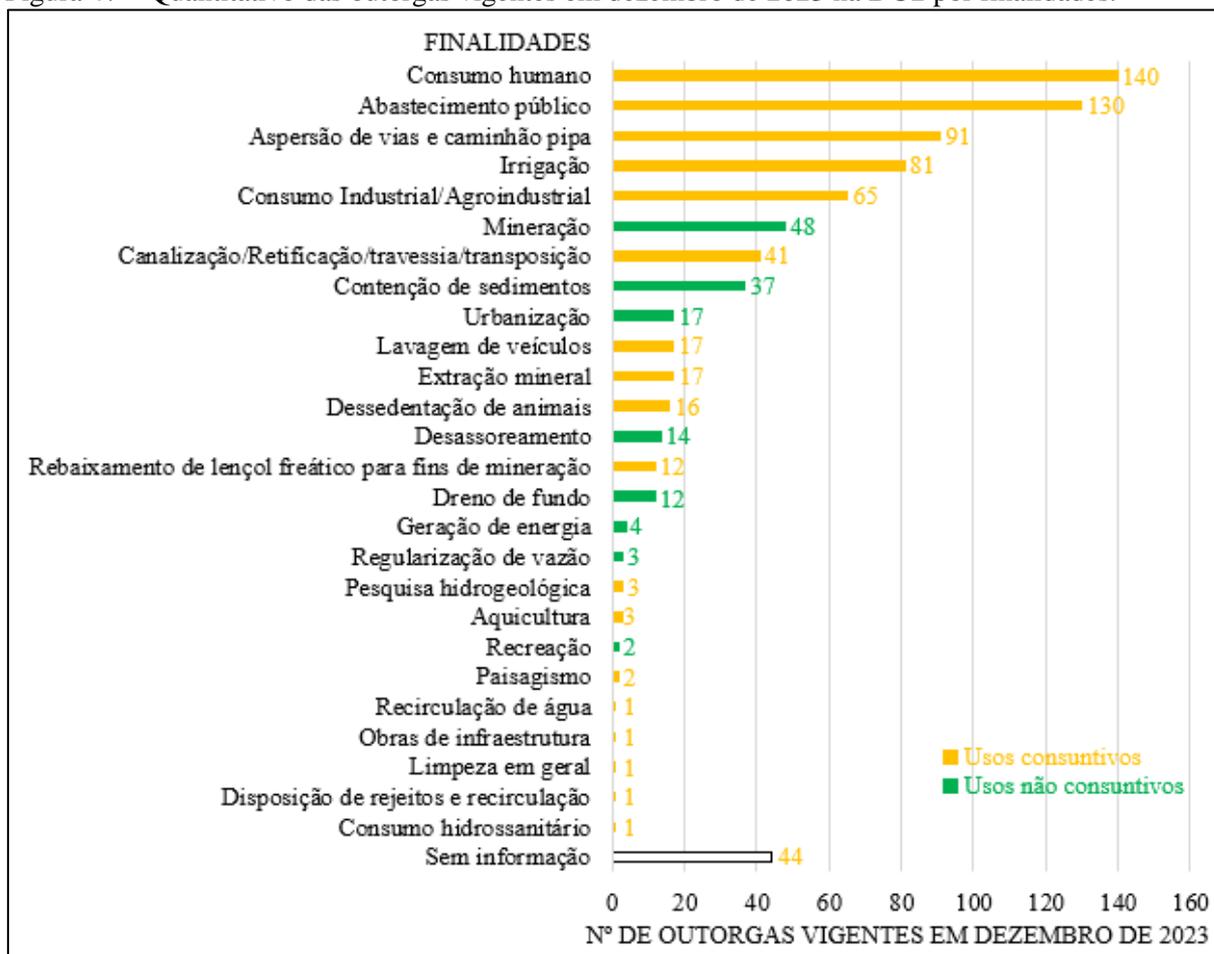


Fonte: Autor (2024).

Ainda de acordo com a Figura 46, dentre os modos de uso superficiais, as captações em curso de água (rios, lagoas naturais) ocupam o primeiro lugar, com 46,31%, seguido, respectivamente, pelas canalizações e/ou retificações de cursos de água (18,79%), barramentos sem captação (9,84%), travessias rodo-ferroviárias (9,17%), dragagens de cursos de água para mineração (3,80%), dragagens, limpezas ou desassoreamentos de cursos de água (3,13%), captações em barramentos sem regularização de vazão (3,14%), desvio parcial ou total de curso de água (2,24%), captações em barramentos com regularização de vazão, com área menor que 5,00 ha (1,34%), aproveitamentos de potenciais hidrelétricos (1,12%), barramentos sem captação para regularização de vazão (0,67%) e, por fim, captações em barramentos com regularização de vazão, com área maior que 5,00 ha (0,45%).

Em relação às finalidades de uso mais recorrentes na DO2, observa-se, a partir da Figura 47, quais são as principais atividades que demandam o uso das águas superficiais e subterrâneas na bacia. A Figura 47 indica as finalidades comumente enquadradas como usos consuntivos (em amarelo) e usos não consuntivos (em verde).

Figura 47 – Quantitativo das outorgas vigentes em dezembro de 2023 na DO2 por finalidades.



Fonte: Autor (2024).

A partir da análise da Figura 47, observa-se o predomínio da finalidade de uso para consumo humano (17,41%), seguido pelo abastecimento público (16,17%), aspersão de vias e caminhão pipa (11,32%), irrigação (10,08%), consumo industrial/agroindustrial (8,09%) e mineração (5,97%). Em seguida, observam-se, respectivamente, as finalidades de canalização/retificação/travessia/transposição (5,10%), contenção de sedimentos (4,60%), urbanização (2,12%), lavagem de veículos (2,12%), extração mineral (2,12%), dessedentação animal (1,99%), desassoreamento (1,75%), rebaixamento de lençol freático para fins de mineração (1,49%) e dreno de fundo (1,49%). As demais finalidades ocorrem em percentuais menores, podendo-se citar, respectivamente, geração de energia (0,50%), regularização de vazão (0,37%), pesquisa hidrogeológica (0,37%), aquicultura (0,37%), recreação (0,25%), paisagismo (0,25%), recirculação de água (0,12%), obras de infraestrutura (0,12%), limpeza em geral (0,12%), disposição de rejeitos e recirculação (0,12%), e consumo hidrossanitário (0,12%). Dentre os dados apurados, 5,47% não apresentaram a finalidade de uso.

Cabe esclarecer que, diferentemente da bacia do rio Paracatu, a bacia do rio Piracicaba não possui mananciais de domínio federal, ou seja, não existem outorgas de domínio federal, geridas pela ANA.

## 6.5 Cobrança pelo uso dos recursos hídricos

Conforme contextualizado no capítulo de Referencial Teórico, a unidade básica para a implantação da cobrança é justamente a bacia hidrográfica, a qual assume um papel de unidade de gestão, planejamento e participação da sociedade. Assim, a cobrança deve atender aos objetivos financeiro e econômico. O objetivo financeiro trata dos valores cobrados, os quais devem garantir o financiamento de estudos, projetos, programas e obra, no intuito de atingir as metas estabelecidas nos planos de recursos hídricos. Além disso, o objetivo financeiro deve fornecer subsídios para a implantação e custeio administrativo do SINGREH.

Segundo Igam (2018), em MG, a cobrança era regulamentada à época pelo Decreto 44.046, de 13 de junho de 2005 e seguia o fluxograma indicado na Figura 48.

Figura 48 – Fluxograma da cobrança de acordo com o Decreto 44.046/2005



Fonte: Adaptado de Igam (2018).

De acordo com Igam (2018), a implantação desse instrumento em MG teve início em 2010 nas bacias hidrográficas do rio das Velhas (SF5), dos rios Piracicaba e Jaguari (PJ1) e do rio Araguari (PN2). Segundo o autor, em 2012, foi instituída, de forma integrada nas bacias hidrográficas dos afluentes mineiros do rio Doce: Piranga (DO1), Piracicaba (DO2), Santo

Antônio (DO3), Suaçuí (DO4), Caratinga (DO5) e Manhuaçu (DO6). No período de 2014 a 2015, foi implementada nas bacias hidrográficas dos rios Preto e Paraibuna (PS1) e dos rios Pomba e Muriaé (PS2) e em 2017, na bacia do rio Pará (SF2).

Dentre os programas e projetos coordenados pelo Igam ou desenvolvidos em parceria com outras instituições dos Sistemas Nacional e Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos destacam-se: (i) Programa Estratégico de Segurança Hídrica e Revitalização de Bacias Hidrográficas - Somos Todos Água; (ii) Programa Água Doce (PAD); (iii) Programa de Monitoramento da Governança da Gestão das Águas de Minas Gerais; (iv) Programa de Monitoramento e Avaliação da Governança dos Comitês de Bacias Hidrográficas em Minas Gerais; (v) Programa Estadual de Capacitação em Recursos Hídricos - Integração de Saberes; (vi) Revista Mineira de Recursos Hídricos - RMRH; (vii) Programa Sisema Com Ciência; (viii) Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas - Progestão; (ix) Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água - Qualiágua; (x) Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas – Pro-comitês.

### **6.5.1 Cobrança - Bacia hidrográfica do rio Paracatu**

A cobrança pelo uso dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Paracatu foi aprovada no ano de 2023 e se encontra em fase de implementação no ano de 2024. As discussões apresentadas neste capítulo sobre este instrumento na bacia do rio Paracatu abordam questões discutidas antes e após a aprovação da cobrança na bacia.

A bacia hidrográfica do rio Paracatu já dispõe de seu comitê e de outros requisitos necessários à implementação da cobrança. O CBH Paracatu foi instituído pelo Decreto Estadual nº 40.014, de 03 de novembro de 1998. Além disso, deve-se destacar que o PDRH-Paracatu se encontra finalizado, o que favoreceu as tratativas na implantação da cobrança (Igam, 2006). Além disso, a DN CERH nº 282 de 12/07/2011 estabeleceu que a AGB Peixe seria a entidade equiparada à agência de bacia na bacia hidrográfica do rio Paracatu, o que constituiu um avanço rumo à implementação do instrumento de cobrança na referida bacia.

Assim, as condições e articulações impostas para aprovação e implantação da cobrança na bacia do Rio Paracatu, segundo Igam (2006), foram:

- 1) Aprovação do PDRH-Paracatu pelo CBH Paracatu e pelo CERH/MG;
- 2) Apuração dos cadastros de usos insignificantes, realizada pelo CBH Paracatu;
- 3) Instituição de agência de bacia hidrográfica ou entidade equiparada;
- 4) Aprovação da proposta de cobrança pelo CERH-M;
- 5) Desenvolvimento de programa de comunicação social, sob incentivo do uso racional;

- 6) Implantação do sistema integrado de outorga, compatibilizado com os sistemas de licenciamento ambiental;
- 7) Cadastramento dos usuários das águas;
- 8) Articulações do Estado de MG com a União e com os estados vizinhos;
- 9) Proposição de critérios e normas para fixação de tarifas;
- 10) Definição de instrumentos técnicos e jurídicos necessários à implantação da cobrança.

Além disso, outra condição para a aprovação e implantação da cobrança foi atendida com a publicação do Decreto nº 44.046, de 13 de junho de 2005, que regulamentou a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio do Estado de MG. Enquanto os critérios de cobrança não estavam bem definidos na SF7, a edição do Decreto 44.046/05 possibilitou que, diante da ausência de agência de bacia ou entidade a ela equiparada, o Igam pudesse, mediante expressa autorização do CBH Paracatu, celebrar convênios vinculados com entidades públicas e privadas. Estes convênios vislumbram a aquisição de equipamentos e recursos diversos, a serem aplicados em prol da bacia, além de viabilizarem ações imediatas que possibilitem melhorias no banco de dados afetos direto ou indiretamente aos recursos hídricos.

A Lei 13.199/99 estabelece aspectos a serem considerados no cálculo e na fixação dos valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos. Assim, são consideradas e contabilizadas para cobrança, as derivações, as captações, os volumes retirados, lançamentos de esgotos e outros efluentes líquidos ou gasosos, entre outros critérios. Em seguida, o Decreto nº 44.046/99 determinou que os valores arrecadados com a cobrança deveriam ser utilizados em prol apenas da bacia hidrográfica onde houve a arrecadação, mediante expressa aprovação por parte do CBH.

Após definição dos objetivos de qualidade a serem alcançados nas sub-bacias do Rio Paracatu, alguns objetivos econômicos foram estabelecidos. Assim, Igam (2006) sugere os seguintes procedimentos:

- 1) Calibração nos preços, sob medidas de restrição ao uso;
- 2) Esforços coletivos de racionalização da água;
- 3) Sustentação de uma arrecadação mínima, suficiente para o custeio do sistema de gestão dos recursos hídricos;
- 4) Verificação do custo-eficiência administrativa do sistema de cobrança;
- 5) Escolha adequada de critérios de cálculo dos valores a serem cobrados;
- 6) Diferenciação da cobrança para usuários de grande porte;

- 7) Possibilidade de inclusão do preço da água nas contas domiciliares de serviços de água e esgotos existentes ou junto aos impostos cobrados pelos municípios;
- 8) Fiscalização e controle dos empreendimentos passíveis de outorga e licenciamento ambiental, que compõem o cadastro de usuários-pagadores.

Em 2006, quando da publicação do PDRH, adotou-se a ideia da cobrança ser iniciada com base nos preços mínimos, em caráter educativo, capaz de contribuir na geração de recursos iniciais para estruturação do sistema comitê/agência. Assim, sugeriu-se que os preços calibrados para ajustar o uso devam ser fixados com antecipação suficiente em relação à sua vigência. Além disso, sugeriu-se a possibilidade de ajuste dos valores cobrados a cada ciclo de cálculo, sendo possível corrigir a cobrança sobre valores superestimados ou subestimados.

Observa-se que os avanços alcançados com os instrumentos de planejamento, enquadramento e outorga são fundamentais para que se evolua na implantação do instrumento de cobrança. Além disso, o cadastro de usuários também deve ter alta prioridade no processo de implantação da cobrança. Reitera-se, portanto, a importância da fiscalização, para garantir que o uso da água não extrapole os limites estabelecidos nas portarias de outorga. Igam (2006) destaca a importância de compreender os padrões de consumo e emissão de poluentes por tipo de atividade e a pesquisa sobre a disposição e condição dos usuários a pagarem os valores cobrados.

A seguir serão apresentadas algumas propostas listadas no PDRH-Paracatu, para implantação do instrumento de cobrança na referida bacia (Igam, 2006):

- 1) O abastecimento urbano deverá ter como pagador a concessionária municipal dos serviços de abastecimento público, representado na grande maioria dos municípios da bacia pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA). Assim, poderá ser adotado um preço volumétrico, compatível com as informações sobre a água outorgada.
- 2) O abastecimento industrial levará em consideração que as indústrias são auto abastecidas, o que torna necessária a cobrança individual de cada empreendedor. Quando, porventura, as indústrias formarem um distrito industrial, a sua administração deverá ser objeto de cobrança, com repasse às indústrias por parte da própria administração. Em certos casos, é possível que haja adoção de um preço volumétrico, baseado na leitura de hidrômetros instalados.
- 3) No campo da irrigação, a opção preço-área foi apontada como a mais adequada no início do processo. Houve apontamento de que os projetos de irrigação mais robustos poderiam ser agrupados em Associações de Irrigantes ou em Distritos de Irrigação. Nestes casos, o monitoramento por hidrômetros seria realizado nos próprios canais de adução.

Pelo exposto, observa-se que o processo de implementação da cobrança pelo uso da água na SF7 demorou quase duas décadas e levou em consideração uma série de fatores, inclusive políticos, que envolveram tomadas de decisão por parte do CBH Paracatu e outras autarquias direta ou indiretamente envolvidas. A implantação da cobrança tende a trazer maior efetividade no gerenciamento dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Paracatu, além de criar uma base de sustentação sólida, interrelacionada aos demais instrumentos de gestão. Neste contexto, serão apresentadas diretrizes e critérios atrelados à Deliberação do CBH-Paracatu nº 34, de 07 de junho de 2022, a qual estabelece os critérios e normas e define os mecanismos e valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos na área de atuação do CBH.

Considerando as discussões ocorridas na Câmara Técnica de Outorga e Cobrança (CTOC) do CBH-Paracatu, e no plenário do CBH-Paracatu e diversas outras disposições, a Deliberação CBH-Paracatu nº 34/2022 aprovou os mecanismos e valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos na área de atuação do CBH-Paracatu. Os termos desta deliberação passaram a ter vigência a partir do exercício seguinte à aprovação do CERH-MG. Neste sentido, cabe esclarecer que a aprovação do CERH-MG se deu com a publicação da Deliberação CERH-MG nº 495, de 30 de junho de 2022, a qual aprovou a metodologia de cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Paracatu.

Assim, por meio das duas deliberações supracitadas, ficou deliberado, entre outras diretrizes, que os preços públicos unitários serão atualizados anualmente pelo IPCA ou índice que vier a sucedê-lo, conforme regulamentação vigente da cobrança pelo uso de recursos hídricos. Definiu-se, ainda, que o uso de recursos hídricos corresponde a toda e qualquer atividade humana que, de qualquer modo, altere as condições naturais das águas. Já as finalidades de uso destacadas pela Deliberação CBH-Paracatu nº 34/2022 foram: saneamento, indústria, mineração, irrigação, consumo humano, criação animal e geração de energia. Os tipos de uso destacados foram: derivações, captações, extrações de água e lançamento de esgotos domésticos e demais efluentes líquidos e gasosos.

De acordo com a referida Deliberação, o volume outorgado foi definido como a quantidade de água disponibilizada ao usuário em m<sup>3</sup>/ano, nos termos da portaria de outorga de direito de uso de recursos hídricos. O volume medido, por sua vez, foi definido como a quantidade de água efetivamente utilizada em m<sup>3</sup>/ano, declarada pelo usuário junto ao Igam conforme monitoramento por meio de equipamentos de medição. Os mecanismos de cobrança foram definidos como sendo o conjunto de critérios e procedimentos que, combinados, resultam no valor a ser cobrado das outorgas de recursos hídricos. O Preço Público Unitário (PPU) foi

entendido como sendo o valor monetário, em reais (R\$), aplicado à quantidade de água ou poluente sujeito à cobrança. Por outro lado, o termo “valor”, isoladamente, deve ser entendido como o valor anual calculado, em reais (R\$), após aplicação das fórmulas definidas na metodologia de cobrança, que consiste no débito, propriamente dito, do usuário de recursos hídricos. Outro conceito explicitado na Deliberação CBH-Paracatu nº 34/2022 foi o de carga orgânica efetivamente lançada em corpos hídricos (CODBO), a qual deve ser expressa em Kg/ano e declarada pelo usuário junto ao Igam, seguindo a metodologia de amostragem de DBO de 5 dias a 20° C.

O presente trabalho não abordará os cálculos utilizados para determinação dos preços a serem cobrados, tendo em vista que a abordagem deste instrumento objetiva apenas compreender o processo de implementação e evolução do mesmo, os quais foram contemplados por meio das informações apresentadas.

### **6.5.2 Cobrança - Bacia hidrográfica do rio Piracicaba**

A cobrança pelo uso dos recursos hídricos teve início, em MG, no ano de 2010, nas CHs PJ1, PN2 e SF5, seguido pelas CHs do rio Doce, em 2012, de maneira a contemplar a DO2, avaliada no presente trabalho. Como uma das primeiras CHs do Estado a implementar este instrumento, seus resultados são expressivos e alguns deles serão evidenciados a seguir.

O primeiro grande marco no processo de implantação da cobrança na DO2 foi a publicação da DN nº 15, de 14 de abril de 2011, a qual dispõe sobre mecanismos e valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos na referida bacia. Por meio desta deliberação o CBH-Piracicaba-MG reconheceu os recursos hídricos como bem natural de valor ecológico, social e econômico. Vale ressaltar que, para que fossem estabelecidas as diretrizes da DN nº 15/2011, foram consideradas, entre outras discussões: (i) oficinas realizadas para discussão da implementação da cobrança pelo uso de recursos hídricos e da implantação da agência de água; (ii) compromissos firmados no âmbito do Pacto para a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos; (iii) cumprimento do cronograma do Plano de Metas para o ano de 2010; (iv) discussões ocorridas na reunião plenária do CBH-Piracicaba-MG, realizada em 14 de abril de 2011; (v) aprovação do PIRH-Doce e do PARH Piracicaba.

Assim, foram estabelecidos os critérios e parâmetros básicos para a implementação da cobrança na DO2: (i) volume anual de água captado do corpo hídrico superficial ou subterrâneo, denotado por “Qcap”; (ii) volume anual de efluente lançado no corpo hídrico, denotado por “Qlanç”; (iii) carga orgânica lançada no corpo hídrico, denotada por CODBO; (iv) energia anual

de origem hidráulica efetivamente verificada, denotada por EH; (v) volume anual de água transposto para outra bacia, denotado por “Qtransp”.

Em seguida, a DN CERH nº 279, de 04 de julho de 2011 aprovou a metodologia de cobrança pelo uso de recursos hídricos na DO2, conforme estabelecido na DN nº 15/2011, anteriormente descrita. Esta decisão se deu após 71ª Reunião Extraordinária do CERH, realizada em 20 de junho de 2011, no Plenário da SEMAD.

Posteriormente, a Deliberação CERH nº 295 de 16/12/2011 deliberou o Instituto BioAtlântico (IBIO) como entidade equiparada à agência de bacia na bacia hidrográfica do rio Piracicaba. Segundo Igam (2014), o valor repassado ao IBIO no ano de 2012 foi de R\$ 1.032.520,33, seguido por R\$ 10.092.460,06 em 2013. Em 2014, a arrecadação pelo uso dos recursos hídricos nas bacias afluentes do rio Doce foi de R\$15.469.888,68, sendo as bacias dos rios Piranga e Piracicaba responsáveis por 71% da arrecadação total. Os setores mais representativos à época foram o de saneamento (41,41%), da mineração (35,46%) e industrial (22,22%) que, somados, atingem 99% dos valores arrecadados. Ao contrário das demais sub-bacias do rio Doce, a bacia do rio Piracicaba apresenta maior arrecadação proveniente do setor industrial (Igam 2015).

Em 2014, segundo Igam (2017), a bacia do rio Piracicaba começou a aplicar esforços no Programa de Recomposição de APPs e Nascentes. Cabe ressaltar que o recurso destinado a este programa, que consiste no levantamento de áreas críticas para recomposição de matas ciliares e de topos de morro, assim como a recuperação de nascentes e áreas degradadas, representou 22,23% do total investido com os recursos da Cobrança.

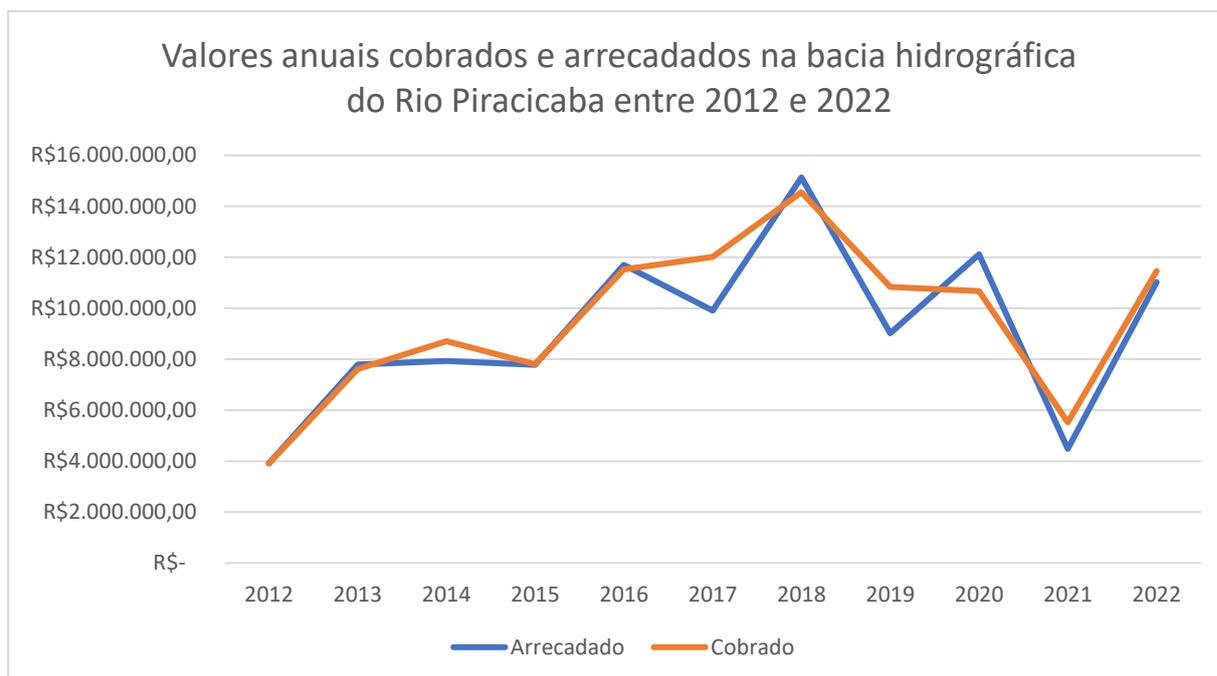
Igam (2017) identifica ações de Saneamento como sendo de alta prioridade para o rio Piracicaba e seus afluentes. Assim, aprovou-se em 2015, a partir do Plano Plurianual da bacia do rio Doce um investimento de R\$5.930.000,00 dos recursos provenientes da cobrança para apoio à elaboração dos PMSBs. Segundo o autor, a arrecadação pelo uso dos recursos hídricos nas bacias afluentes do rio Doce em 2015 foi de R\$ 15.258.955,61, o que reflete uma redução de 1,36% em relação ao ano anterior. Neste contexto, os setores mais representativos são o de saneamento (42,86%) e da mineração (38,97%), sendo o segundo expressivo nas bacias do Piracicaba, Piranga e Santo Antônio.

De acordo com Igam (2017), os recursos arrecadados são repassados para o IBIO e AGB DOCE, para serem aplicados em programas e projetos para a melhoria da quantidade e da qualidade da água. Em 2015 foram repassados à essa entidade um montante de R\$17.855.087,15, destinado à aplicação em prol das sub-bacias dos afluentes do Rio Doce.

Entretanto, a entidade desembolsou uma soma de 31,182 milhões de reais, graças ao saldo acumulado de recursos advindos da Cobrança não empregados nos anos anteriores. Segundo o autor, a maior parte dos recursos foi aplicada nas bacias dos rios Piracicaba (53,49%) e Piranga (20,63%).

A Figura 49 mostra os valores anuais cobrados e arrecadados na bacia hidrográfica do rio Piracicaba entre 2012 e 2022, de acordo com as informações obtidas no sítio eletrônico do Igam.

Figura 49 – Valores anuais cobrados (laranja) e arrecadados (azul) na DO2 entre 2012 e 2022.



Fonte: Autor (2024).

Deve-se destacar que, no ano de 2020, o IBIO deixou de ser a entidade equiparada à agência de bacia na DO2, dando lugar à AGEVAP – filial Governador Valadares/MG, denominada AGEDOCE. Assim, a AGEVAP tornou-se legalmente habilitada a exercer as funções de Agência de Água para o CBH-Doce, incluindo para a DO2.

## 6.6 Sistemas de informação sobre recursos hídricos – Federal e Estadual

Os sistemas de informação existentes para as circunscrições hidrográficas SF7 e DO2 são praticamente os mesmos, conforme explicitado no Capítulo 3 do presente trabalho, com exceção do site do CBH-Piracicaba (Figura 50), o qual exibe diversas informações relevantes sobre a bacia, sob aspectos diversos. O site encontra-se disponível em <https://www.cbhpiracicabamg.org.br>. Vale ressaltar que o site exclusivamente do CBH

Piracicaba é atualizado com bastante frequência e aborda com certa confiabilidade as principais ações e avanços no âmbito da gestão dos recursos hídricos na bacia.

Figura 50 – Captura da tela principal do site do CBH Piracicaba.

**VOCÊ ESTÁ NO MELHOR LUGAR PARA CUIDAR DO FUTURO**  
Confira o Manual do Conselheiro e participe de forma efetiva da gestão das águas

### CBH Doce marca presença no primeiro encontro sobre Pagamento por Serviços Ambientais em Brasília

3 MAIO/2024 | Postado em: Notícias | Por: CbhAdministrador202109 | 0 Comentário

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (CBH Doce), por meio do secretário Flaminio Guerra, está presente no primeiro [...]

LEIA MAIS

### Nova Diretoria do CBH Doce é eleita

2 MAIO/2024 | Postado em: Notícias | Por: CbhAdministrador202109 | 0 Comentário

Cerimônia de posse ocorreu durante o 8º Encontro de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, em Ouro Preto A nova [...]

LEIA MAIS

### Confira o último dia do 8º Encontro de Integração

26 ABR/2024 | Postado em: Geral, Notícias | Por: CbhAdministrador202109 | 0 Comentário

Memorável. Assim termina o 8 Encontro de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Doce. No último dia do encontro, foi [...]

LEIA MAIS

### Guardiões do "Watu": Dia Nacional dos Povos Indígenas

19 ABR/2024 | Postado em: Geral, Notícias | Por:

PESQUISAR

- HOME
- CBH PIRACICABA
- TRANSPARÊNCIA FINANCEIRA
- A BACIA
- AGÊNCIA DE ÁGUA
- PROCESSOS LICITATÓRIOS
- INSTRUMENTOS CONTRATUAIS
- CONTRATO DE GESTÃO
- INSTRUMENTOS DE GESTÃO
- POA/PAP
- INFORMAÇÕES SOBRE A COBRANÇA
- CENTRO DE DOCUMENTAÇÃO
- PROCESSOS ELEITORAIS
- LEGISLAÇÃO - RECURSOS HÍDRICOS
- PROGRAMAS PAP
- EDITAIS DE CHAMAMENTO
- PROCESSOS SELETIVOS
- SALA DE IMPRENSA
- CAPACITAÇÕES
- CANAIS OFICIAIS DO GOVERNO
- LGPLD
- CONTATO
- RELAÇÃO TERMO DE COLABORAÇÃO TÉCNICA

- CBH-DOCE
- CBH-PIRANGA
- CBH-PIRACICABA MG
- CBH-SANTO ANTÔNIO
- CBH-SUAÇUÍ
- CBH-CARATINGA
- CBH MANHUAÇU
- AGEDOCE
- ANA
- IGAM
- AGERH

Fonte: Cbhpiracicaba/MG (2024).

Em contraste ao site supracitado do CBH Piracicaba, os dados disponibilizados sobre os CBHs no Portal dos Comitês (Figura 51 e Figura 52) deixam muito a desejar na periodicidade em que são atualizados. Em comparação com referências bibliográficas mais recentes, disponibilizadas principalmente nos relatórios anuais de Panorama das Águas de Minas Gerais, foram constatadas informações desatualizadas no Portal dos Comitês. Esta falta de atualização reduz a confiabilidade dos dados disponibilizados, sendo de suma importância uma atualização com maior frequência.

Figura 51 – Site do CBH do rio Paracatu junto ao Portal dos Comitês do Igam.

comites.igam.mg.gov.br/comites-estaduais-mg/cbh-rios-paracatu-e-uruçuia

# Portal dos Comitês

Instituto Mineiro de Gestão das Águas - Igam

Perguntas Frequentes / Contatos / Fale Conosco

Home

Quem somos

Editais

Legislação

Site Igam

Acesso à Informação

Comitês Estaduais - CBHs MG

Comitês Federais - MG

Agências de Bacias - MG

Página Principal » Comitês Estaduais - CBHs MG » CBH Rios Paracatu e Uruçuia

## CBH do Rio Paracatu

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu foi criado pelo Decreto Estadual nº 48.729 de 12 de dezembro de 2023 e possui 64 conselheiros, dentre titulares e suplentes.

### A BACIA

- Conheça a Bacia
- Instrumentos de Gestão
- Bases Cartográficas - IDE Sisema
- Publicações Técnicas

### O COMITÊ

- Lista de Conselheiros
- Diretoria
- Pautas e Documentos Complementares
- Atas

### ATOS NORMATIVOS

- Decreto de Criação
- Ato Governamental
- Regimento Interno
- Deliberações

Fonte: Igam (2024b).

Figura 52 – Site do CBH do rio Piracicaba junto ao Portal dos Comitês do Igam.



Fonte: Igam (2024b).

## 6.7 Comparação entre a gestão dos recursos hídricos nas bacias estudadas

Este item exibe uma breve comparação entre a implementação dos cinco instrumentos de gestão dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas dos rios Paracatu e Piracicaba.

### *Planos de Recursos Hídricos*

O PDRH-Paracatu foi iniciado em 2006 e findado em 2015, enquanto o PDRH-Piracicaba, foi aprovado em 2010, com horizonte de alcance até 2030 e foi revisado entre 2021 e 2023. Observa-se que os dois planos de recursos hídricos tiveram a preocupação e cuidados com as demandas hídricas das respectivas bacias, levando em conta todos os aspectos fisiográficos e econômicos. Entretanto, a preocupação com o cumprimento das metas, de acordo com o exposto nos capítulos anteriores, foi maior no Piracicaba.

O fato da SF7 não ter revisado seu PDRH antes do horizonte de alcance, aparentemente remete a um problema de planejamento na bacia do rio Paracatu. Por outro lado, o fato da DO2 ter o seu PDRH revisado antes mesmo do fim de seu horizonte de alcance, permite inferir uma maior preocupação, maiores recursos e melhor planejamento por parte da DO2 em relação à SF7. Esta revisão se mostra extremamente pertinente e necessária, tendo em vista que as variáveis mapeadas pelos PDRHs nem sempre se manifestam exatamente iguais ao previsto, sendo necessários constantes ajustes.

De acordo com o PDRH-Paracatu, os estudos hidrológicos e os valores captados por meio das outorgas concedidas aos usuários, demonstravam que a vazão disponível atendia às demandas da bacia. Entretanto, o cenário de 2024 já conta com áreas de conflito declaradas pelo uso das águas superficiais e subterrâneas, conforme apresentado no item 3.5.3 do presente trabalho. O Piracicaba, por sua vez, apresenta uma situação favorável em relação ao balanço hídrico, tendo em vista que as demandas estimadas, atuais e futuras são inferiores às disponibilidades, não havendo ainda área de conflito pelo uso das águas superficiais ou subterrâneas. Além disso, o PDRH-Piracicaba prevê ações que resultarão em aumento da disponibilidade hídrica a longo prazo, em especial no período de estiagem.

Outro relevante ponto positivo a ser destacado é que o PDRH-Piracicaba considera tanto as diretrizes e critérios estabelecidos no PIRH-Doce quanto no PARH Piracicaba, no intuito de estabelecer objetivos mais imediatos, que contribuam efetivamente com o atendimento das metas, atentando-se aos cronogramas e horizonte de planejamento.

#### *Enquadramento dos corpos d'água em classes segundo os usos preponderantes*

Primeiramente, vale ressaltar que a implantação do enquadramento na SF7 não foi concluída, principalmente devido à sua grande área de abrangência, custos associados aos levantamentos necessários e ao tempo necessário para realização do trabalho. Em resumo, após reunião do CBH-Paracatu em abril de 2006, a proposta de enquadramento foi aprovada por meio da DN CBH-Paracatu nº 02/2006, entretanto sua submissão ao CERH não foi aprovada. Diante disso, o enquadramento das águas da bacia hidrográfica do Rio Paracatu seguiu, inicialmente, o disposto na DN Copam CERH-MG nº 01/2008, que prevê a classificação das águas doces como classe 2, salvo situações onde a qualidade da água for melhor, devendo-se considerar a classe mais rigorosa correspondente. Esta Deliberação foi posteriormente revogada pela DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 8/2022, a qual estabelece os critérios para classificação dos corpos d'água em classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4, sendo a primeira destinada a usos mais restritivos e a última aos menos exigentes.

Em relação ao histórico do enquadramento na DO2, tem-se que o primeiro enquadramento estabelecido para esta CH foi regulamentado por meio da DN COPAM nº 09/1994. Em seguida, a publicação da DN Conjunta COPAM/CERH nº 06/2017 impulsionou discussões a respeito da revisão do enquadramento do Piracicaba, de maneira a atender às diretrizes trazidas pela referida DN. Assim, em 2023, o enquadramento do DO2 foi aprovado por meio da Deliberação CBH Doce nº 113/2023, a qual foi homologada pela DN CERH-MG

nº 89/2023. Na sequência CNRH homologou o enquadramento dos corpos d'água superficiais dos trechos de domínio da União.

Assim, a DN CERH-MG nº 89/2023 trouxe o enquadramento de 1545 trechos, estabeleceu diretrizes para enquadrar os demais trechos, estabeleceu metas intermediárias para 43 trechos, para alcance do enquadramento até o ano de 2042. Além disso, a DN CERH-MG nº 89/2023 dispôs sobre a necessidade de avaliação da implementação das ações do Programa de Efetivação do Enquadramento (PEE) e as condições de qualidade da água. A DN deliberou sobre a necessidade de avaliar os avanços e estabelecer medidas para a adequação da qualidade da água à sua respectiva meta de enquadramento. Além disso, estabeleceu uma subdivisão em função dos procedimentos adotados para o enquadramento de corpos de água atrelada às metas progressivas e programa de efetivação do enquadramento. Em relação aos parâmetros de referência adotados para o monitoramento das metas de enquadramento a DN CERH-MG nº 89/2023 levou em consideração os limites máximos admissíveis em cada classe de qualidade prevista na Resolução CONAMA nº 357/2005 e na DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 08/2022. Sobre a vazão de referência adotada adotou-se a  $Q_{7,10}$ .

Observa-se, portanto, que a DO2 se encontra em fase muito mais avançada que a SF7 em relação ao enquadramento, tendo em vista que no SF7 o enquadramento não teve aprovação do CERH, enquanto a DO2 já teve aprovação do CERH e também do CNRH. Apesar da grande diferenciação das características fisiográficas e de gestão dos recursos hídricos na SF7 e na DO2, observa-se que ambas seguem as diretrizes trazidas pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e pela DN Conjunta COPAM-CERH/MG nº 08/2022 no âmbito dos limites máximos admissíveis para diversos parâmetros de qualidade da água em cada classe.

#### *Outorga de direito de uso dos recursos hídricos*

O instrumento de outorga teve início em todo o Estado de MG ao mesmo tempo e os critérios foram igualmente estabelecidos para todas as CHs. As primeiras outorgas foram emitidas pelo DAE/MG e, posteriormente, pelo DRH-MG. Assim, a outorga mais antiga da SF7 registrada no Siam data de 1987, enquanto a mais antiga do DO2 data de 1990. Neste sentido, a comparação realizada no presente trabalho entre o histórico deste instrumento na SF7 e na DO2 se deu no sentido de comparar alguns quantitativos de usos superficiais e subterrâneos, volumes outorgados, finalidades de uso e também a diferenciação entre usos consuntivos e não consuntivos.

O número total de outorgas vigentes apurado em dezembro de 2023 para a SF7 foi de 2009 e para a DO2 foi de 804, conforme observado no Quadro 7. Este quantitativo indica que

o número de outorgas vigentes no SF7 é 2,5 vezes maior do que na DO2. Esta comparação se torna mais expressiva ao considerar os volumes superficiais e subterrâneos outorgados. O Quadro 7 mostra que, para o referido período, observam-se 875.557.564,4 m<sup>3</sup>/ano de água superficial e 230.472.307,9 m<sup>3</sup>/ano de água subterrânea, outorgados para a SF7. Por outro lado, para a DO2 observam-se 104.232.494,3 m<sup>3</sup>/ano de água superficial e 67.394.977,6 m<sup>3</sup>/ano de água subterrânea.

Quadro 7 – Vazões superficiais e subterrâneas outorgadas anualmente, vigentes em dezembro de 2023.

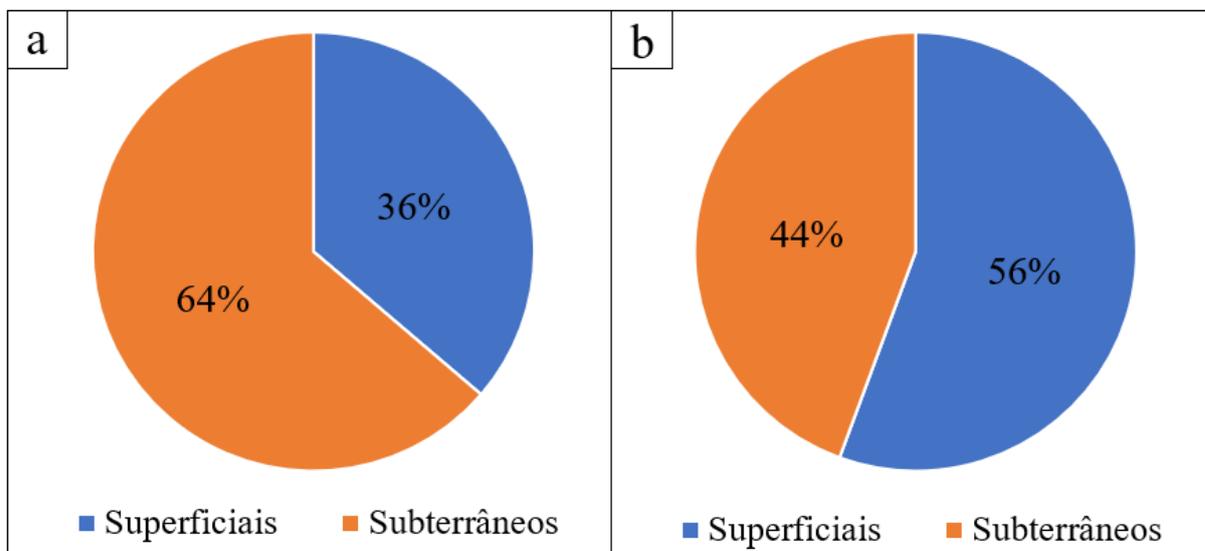
Bacia Hidrográfica	Nº de outorgas vigentes	Volume Superficial outorgado (m <sup>3</sup> /ano)	Volume Subterrâneo outorgado (m <sup>3</sup> /ano)
SF7	2009	875.557.564,4	230.472.307,9
DO2	804	104.232.494,3	67.394.977,6

Fonte: Autor (2024).

Ao comparar os volumes outorgados para as duas bacias (Quadro7), observa-se que o volume de água superficial outorgado é maior em ambas as bacias. Na SF7, para o volume total de 1.106.029.872,3 m<sup>3</sup> outorgados por ano, 79,16% são de água superficial e 20,84% de água subterrânea. Por outro lado, na DO2, para o volume total de 171.627.471,9 m<sup>3</sup> outorgados por ano, 60,73% são de água superficial e 39,27% de água subterrânea.

Os resultados em relação aos volumes são interessantes, pois a análise meramente do número de outorgas concedidas, sem levar em consideração os volumes outorgados, indica, para a SF7, 64% de outorgas subterrâneas e 36% de outorgas superficiais (Figura 53-a), enquanto na DO2 observam-se 44% de outorgas subterrâneas e 56% de outorgas superficiais (Figura 53-b).

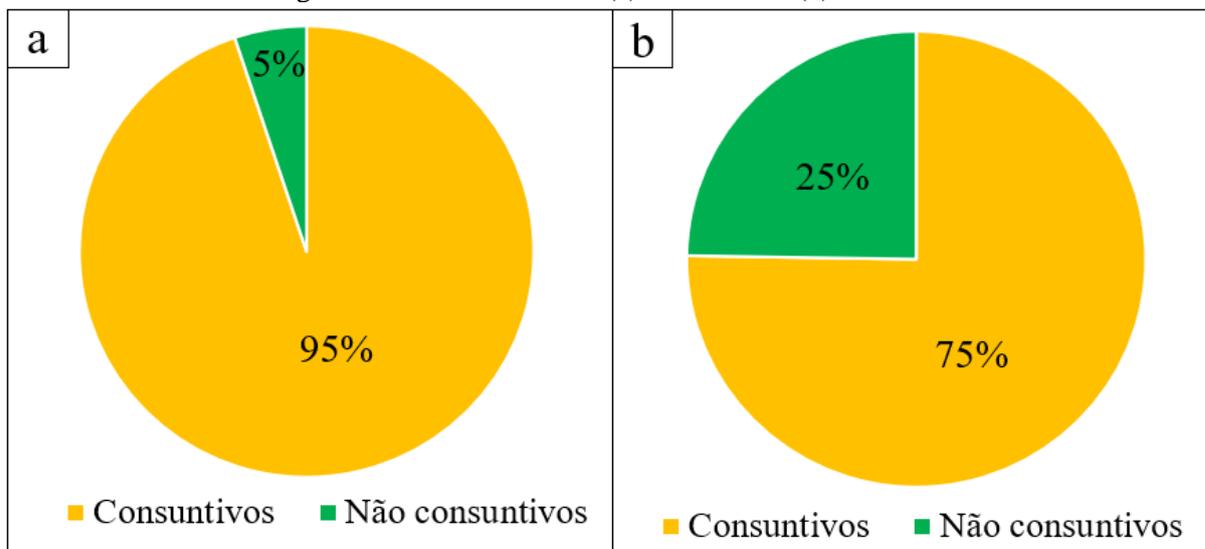
Figura 53 – Proporção entre o número de outorgas superficiais e subterrâneas vigentes em dezembro de 2023 nas bacias hidrográficas dos rios Paracatu (a) e Piracicaba (b).



Fonte: Autor (2024).

Ademais, a comparação dos usos consuntivos e não consuntivos nas duas bacias permite identificar que na SF7 os usos consuntivos correspondem à grande maioria, com 95%, enquanto os usos não consuntivos somam apenas 5% do total das outorgas vigentes em dezembro de 2023 (Figura 54-a). Na DO2 os usos consuntivos somam 75% do total de outorgas vigentes, para o mesmo período avaliado para a SF7, e 25% de usos não consuntivos (Figura 54-b). O grande quantitativo dos usos consuntivos na SF7 ocorre em função das finalidades majoritárias para irrigação (52,61%), consumo humano (21,00%), dessedentação animal (8,86%), paisagismo (2,54%) e consumo industrial/agroindustrial (2,44%) (Figura 45). Já para a DO2, os usos consuntivos ocorrem em função das finalidades de consumo humano (17,41%), abastecimento público (16,17%), aspersão de vias e caminhão pipa (11,32%), irrigação (10,08%) e consumo industrial/agroindustrial (8,09%) (Figura 47).

Figura 54 – Proporção entre os usos consuntivos e não consuntivos das outorgas vigentes em dezembro de 2023 nas bacias hidrográficas dos rios Paracatu (a) e Piracicaba (b).



Fonte: Autor (2024).

Vale lembrar, conforme exposto anteriormente, que a bacia hidrográfica do rio Paracatu já possui áreas de conflito declaradas pelo uso dos recursos hídricos tanto superficiais quanto subterrâneos, enquanto a bacia do rio Piracicaba ainda não possui nenhuma área de conflito declarada. A ocorrência destas áreas de conflito na SF7 pelo uso das águas superficiais e áreas de restrição e controle pelo uso das águas subterrâneas decorrem dos grandes volumes explorados, especialmente para irrigação, sob uma relação entre oferta e demanda desfavorável. No caso das explorações subterrâneas, quando as captações excedem a capacidade de recarga dos aquíferos, a tendência é haver o rebaixamento dos níveis freáticos e, conseqüentemente, podem ser extintas algumas nascentes, além de reduzir alguns fluxos superficiais.

Por fim, cabe esclarecer que na bacia do rio Piracicaba não existem outorgas de domínio da União, pelo fato desta bacia não possuir mananciais de domínio da União. Por outro lado, a bacia do rio Paracatu conta, até o horizonte de 2024, com 494 outorgas federais, concedidas em mananciais de domínio da união, que abrangem mais de um estado brasileiro, as quais são geridas pela ANA.

#### *Cobrança pelo uso dos recursos hídricos*

Conforme explicado anteriormente, a implantação da cobrança deve ser precedida pela determinação dos limites das bacias hidrográficas que serão tomados como unidade básica de gestão e planejamento. Neste sentido, o CBH Paracatu foi instituído 1998, sendo este um dos fatores necessários para a implantação da cobrança na bacia. Enquanto os critérios de cobrança não estavam bem definidos na SF7 e não havia agência de bacia ou unidade a ela equiparada, o

Decreto 44.046/05 possibilitou que o Igam pudesse celebrar convênios, termos de ajuste e outros instrumentos com entidades públicas e privadas usuárias de águas. Em 2006 o PDRH-Paracatu foi finalizado, o que favoreceu as tratativas na implantação da cobrança.

Em 2011, a AGB Peixe tornou-se a entidade equiparada à agência de bacia após publicação da DN CERH nº 282/2011. O processo de implementação da cobrança na SF7 foi bastante moroso e envolveu fatores políticos, tomadas de decisão por parte do CBH Paracatu e outras autarquias. Após discussões ocorridas na CTOC do CBH-Paracatu, e no plenário do CBH-Paracatu e diversas outras disposições, a Deliberação CBH-Paracatu nº 34/2022 aprovou os mecanismos e valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos na área de atuação do CBH-Paracatu, a qual teve seus termos homologados pela Deliberação CERH-MG nº 495/2022, a qual de fato aprovou a metodologia estabelecida para a cobrança na bacia do rio Paracatu.

A cobrança pelo uso dos recursos hídricos teve início na DO2 em 2012, sendo uma das primeiras CHs do Estado a implementar este instrumento. Neste sentido, o primeiro grande marco no processo de implantação da cobrança na DO2 foi a publicação da DN nº 15/2011, a qual dispõe sobre mecanismos e valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos na referida bacia. As diretrizes da referida DN foram estabelecidas considerando as discussões ocorridas em oficinas da bacia do rio Doce, além de considerar o Pacto para a Gestão Integrada dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, discussões ocorridas na reunião plenária do CBH-Piracicaba-MG e diretrizes do PIRH-Doce e do PARH Piracicaba. Em seguida, a DN CERH nº 279/2011 aprovou a metodologia de cobrança pelo uso de recursos hídricos na DO2, conforme estabelecido na DN nº 15/2011. Em seguida, a Deliberação CERH nº 295/2011 definiu o IBIO como entidade equiparada à agência de bacia na bacia hidrográfica do rio Piracicaba. Em 2020, o IBIO foi substituído pela AGEVAP, filial Governador Valadares/MG, denominada AGEDOCE. Assim, a AGEVAP tornou-se legalmente habilitada a exercer as funções de Agência de Água para o CBH-Doce, incluindo para a DO2.

Apesar da grande diferenciação nos períodos em que a SF7 e a DO2 avançaram com a implementação do instrumento de cobrança pelo uso dos recursos hídricos, observa-se que as discussões e definições convergem para pontos comuns. Pelo fato da DO2 ter iniciado a cobrança em 2012, ter arrecadado valores consideráveis e tê-los revertido em prol da bacia, constitui um grande diferencial desta CH em relação à SF7 no âmbito da gestão dos recursos hídricos. Vale lembrar que o SF7 ainda não fechou o ciclo de 2024 com um valor arrecadado consolidado, o qual será o primeiro proveniente do exercício da cobrança a ser revertido em prol da bacia.

### *Sistemas de informações sobre os recursos hídricos*

Os sistemas de informação existentes para as circunscrições hidrográficas SF7 e DO2 são praticamente os mesmos, com exceção do site do CBH-Piracicaba. O referido site conta com uma série de informações de extrema relevância, no âmbito informativo sobre a gestão dos recursos hídricos na bacia do rio Piracicaba.

Apesar do CBH-Paracatu e do CBH-Piracicaba possuírem sites específicos, junto ao Portal dos Comitês, estes deixam muito a desejar na periodicidade em que as informações são atualizadas. Esta periodicidade é muito mais adequada no site do CBH-Piracicaba, o qual trás, constantemente, diversas informações sobre o avanço da gestão dos recursos hídricos na DO2, além de fazer o chamamento para algumas discussões ainda não ocorridas e darem publicidade a algumas discussões já ocorridas sobre a temática água na bacia do rio Piracicaba.

Neste contexto, espera-se que o CBH-Paracatu, assim como outros CBHs, passem a valorizar e investir nesta ferramenta informativa através de site próprio, a ser constantemente atualizado com as informações mais relevantes sobre a gestão dos recursos hídricos em suas respectivas bacias.

### *Panorama resumido da comparação entre os instrumentos de gestão dos recursos hídricos nas bacias avaliadas*

Pelo exposto, observa-se que o Plano de Recursos Hídricos se encontra mais alinhado a um modelo ideal de gestão na DO2, tendo em vista que na SF7 ele compreendeu somente o período de 2006 a 2015, enquanto na DO2 foi fundamentado para o período de 2010 a 2030 (Quadro 8). Além disso, o Plano do DO2, mesmo antes de findar o horizonte de vigência (2030), já identificou a necessidade de atualização, a qual foi realizada entre 2021 e 2023. De forma análoga, o enquadramento também se encontra mais avançado na DO2 do que na SF7, tendo em vista que na SF7, após aprovação do CBH, em 2006, não houve homologação por parte do CERH, enquanto no DO2 todas estas etapas já foram percorridas e o enquadramento encontra-se vigente pela DN CERH-MG nº 89/2023 (Quadro 8).

A outorga se encontra no mesmo patamar evolutivo em ambas as bacias, tendo em vista que foi iniciada praticamente no mesmo período na SF7 (1987) e na DO2 (1990). Vale destacar que na SF7 os usos outorgados já permitiram identificar áreas de conflito pelo uso das águas superficiais e subterrâneas, fato este ainda não observado na DO2. A cobrança na DO2 se encontra mais avançada que na SF7, tendo em vista que na DO2 foi aprovada em 2011 e iniciada em 2012, enquanto na SF7 foi aprovada somente em 2023 e se encontra em fase de implementação em 2024 (Quadro 8). Por fim, o instrumento de sistema de informações em

recursos hídricos se encontra vigente, em constante atualização e evolução em ambas as bacias objetos de estudo do presente trabalho. No Quadro 8, em um critério comparativo entre as duas bacias avaliadas, tem-se representado em verde o alto grau de implementação, em amarelo médio grau de implementação e em vermelho baixo grau de implementação.

Quadro 8 – Breve histórico e situação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos na SF7 e DO2 até maio de 2024.

INSTRUMENTOS	PARACATU (SF7)	PIRACICABA (DO2)
Plano de Recursos Hídricos	Concluído em 2006 com horizonte de vigência previsto para 2015. Não foi atualizado desde então.	Concluído em 2010 com horizonte de vigência previsto para 2030. Revisado entre 2021 e 2023.
Enquadramento de corpos d'água em classes segundo os usos preponderantes	Aprovado pelo CBH-Paracatu em 2006. Não homologado pelo CERH.	Inicialmente regulamentado pela DN COPAM n° 09/1994 e posteriormente pela DN CERH-MG n° 89/2023.
Outorga de direito de uso dos recursos hídricos	Implementada. Portaria mais antiga registrada no Siam publicada em 1987.	Implementada. Portaria mais antiga registrada no Siam publicada em 1990.
Cobrança pelo uso de recursos hídricos	Aprovada em 2023. Em fase de implementação em 2024.	Aprovada em 2011. Iniciada em 2012.
Sistema de Informações em Recursos Hídricos	Sistemas vigentes. Instrumento em constante atualização e evolução.	Sistemas vigentes. Instrumento em constante atualização e evolução.

Fonte: Autor (2024).

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O capítulo de resultados contrasta com o cenário regional do Estado de MG, o qual retrata uma visão ampla e genérica da gestão, por trazer a ótica sobre o cenário local das duas bacias hidrográficas avaliadas. Assim, o objetivo principal alcançado nos resultados foi a identificação dos processos de implantação e evolução dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas dos rios Paracatu e Piracicaba, levando-se em consideração as especificidades de cada uma dessas bacias.

O capítulo de caracterização dos meios físicos, bióticos e cenário socioeconômico foi construído no presente trabalho para evidenciar, principalmente, alguns aspectos capazes de influenciar de maneira direta ou indireta na disponibilidade hídrica local. Assim, a densidade da rede hidrográfica pode influenciar na preferência pelo uso das águas superficiais ou subterrâneas. Nos locais onde os cursos d'água superficiais são mais abundantes, e fornecem bons volumes, espera-se maior captação de água superficial, enquanto as regiões onde há escassez hídrica superficial, a demanda pelos recursos hídricos subterrâneos se torna expressivamente maior. Os resultados apresentados comprovam uma preferência pelo uso das águas subterrâneas na bacia do rio Paracatu, em termo de quantidade de outorgas deferidas, ao contrário da bacia do rio Piracicaba, onde o nº de outorgas superficiais é maior do que o nº de outorgas subterrâneas.

Este resultado é reflexo de diversos outros fatores, que juntos determinam a preferência dos usuários pelo uso das águas superficiais ou subterrâneas, respeitando-se as disponibilidades hídricas locais. A supressão de vegetação, por exemplo, pode prejudicar áreas de recarga, tendo em vista que regiões arborizadas favorecem a umidade do solo e a infiltração da água em subsuperfície, com possibilidade de abastecimento dos aquíferos. A substituição de vegetação nativa por culturas plantadas pode prejudicar o processo de desenvolvimento do solo e também os processos de infiltração. O Bioma de mata atlântica predominante na bacia do rio Piracicaba, aliado a outros fatores, como o tipo de solo, rocha e clima, pode contribuir para o processo de infiltração e, conseqüentemente, recarga dos aquíferos, o que refletirá em um aumento da disponibilidade hídrica tanto subterrânea quanto superficial. Além disso, a substituição de vegetação nativa por culturas utilizadas na agricultura muda as condições de umidade natural do solo, incidência solar sobre o solo, além de aumentar o risco de contaminação dos mananciais por pesticidas, componentes de fertilizantes e outros elementos químicos comumente utilizados nas práticas agrícolas.

Outro aspecto relevante a se tratar é o fato dos tipos de solo, rochas e estruturas geológicas de cada região, impactarem diretamente nas condições de permeabilidade dos meios pelos quais a água percola, podendo ser favoráveis ou não ao armazenamento de água, com maior ou menor e transmissividade. Os tipos de solo, somado às condições de relevo e a outros fatores, podem favorecer o desenvolvimento de atividades agrícolas, como é o caso da bacia do Rio Paracatu. Por outro lado, a composição química dos solos e rochas existentes na bacia pode impulsionar as atividades de mineração, fortemente presente na bacia do rio Piracicaba. Estes aspectos refletem tanto na economia da bacia quanto na demanda hídrica necessária para realização destas atividades.

Os mapas de uso e cobertura da terra foram trazidos no intuito de evidenciar a influência antrópica sobre as condições fisiográficas naturais das bacias. A urbanização implica em uma diminuição de superfícies permeáveis, o que dificulta o processo de infiltração e, conseqüentemente, de recarga dos aquíferos. De acordo com os mapas e quadros apresentados para o uso e cobertura da terra, observa-se que o percentual das áreas urbanizadas da bacia do rio Piracicaba em 2021 era de mais de 14 vezes maior do que o percentual de área urbanizada na bacia do rio Paracatu no mesmo ano.

As atividades de mineração muitas vezes geram um grande volume de sedimentos durante a fase de lavra, principalmente na bacia do rio Piracicaba, onde a mineração é mais forte do que na bacia do rio Paracatu, favorecendo o assoreamento de rios próximos às mineradoras. Além disso, a mineração muitas vezes conta com o rebaixamento do nível de água, para que seja possível operacionalizar a lavra do minério. Esse rebaixamento pode impactar as nascentes e cursos d'água locais e mudar as condições naturais da bacia, mesmo quando há reposição dos volumes de água subterrânea extraída dos aquíferos aos cursos d'água próximos, como compensação.

Diante dos fatos apresentados, observa-se que a disponibilidade hídrica e a gestão dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas dependem de diversos fatores, alguns deles naturalmente favorecidos na bacia do rio Paracatu e outros naturalmente favorecidos na bacia do rio Piracicaba. Por outro lado, as condições adversas e os desafios encontrados durante a gestão dos recursos hídricos nestas duas bacias também são bem específicos em cada bacia hidrográfica, devido aos fatores evidenciados no presente trabalho, além de outros que não foram objeto de estudo. Neste contexto, todos estes fatores contribuíram de alguma maneira para o cenário de implementação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas dos rios Paracatu e Piracicaba.

Pelo exposto, observa-se, ao comparar a implementação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos, previstos na PNRH, nas bacias hidrográficas dos rios Paracatu e Piracicaba, que estes estão mais evoluídos e com resultados mais expressivos na bacia do rio Piracicaba. Para endossar este argumento, observa-se que a avaliação dos planos diretores das bacias do rio Paracatu e do rio Piracicaba, exibe uma grande diferença no âmbito do planejamento e da gestão em si. Enquanto o PDRH-Paracatu foi iniciado em 2006 com projeção até 2015, sem darem publicidade a atualizações, o PDRH-Piracicaba teve início em 2010, com alcance até 2030, sendo revisado entre 2021 e 2023 e aprovada a revisão em 2023. Este cenário mostra maior efetividade e assertividade na gestão dos recursos hídricos no DO2 em relação à SF7. Com novos planos é possível traçar estratégias cada vez mais objetivas, além de avaliar o desempenho que os novos modelos podem alcançar e corrigir os rumos quando necessário, em busca da efetividade desse instrumento, para que assim aumente os impactos positivos nas bacias hidrográficas.

Em relação ao instrumento de enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo os usos preponderantes, observa-se que na bacia do rio Paracatu, mesmo diante da aprovação da proposta de enquadramento pelo CBH, em 2006, o fato da proposta não ter sido aprovada pelo CERH à época, trouxe grande atraso na evolução dos instrumentos de gestão na bacia. Neste sentido, a interligação entre os instrumentos se mostra bastante presente, tendo em vista que um dos motivos do enquadramento não ter sido aprovado pelo CERH foi o fato do instrumento de cobrança não ter sido efetivamente implementado à época. O rio Piracicaba, por sua vez, teve seu enquadramento inicialmente estabelecido em 1994, em 2017 foi impulsionado a discussões sobre a revisão e aprovado em 2023, fruto de mais de 2 anos de trabalho liderado pela ANA, e participação do Igam, AGERH/ES, CBH Doce e da AGEDOCE, o que remete à importância da gestão participativa das águas. Vale destacar que o CBH Doce foi o primeiro comitê interestadual do país a ter o instrumento de gestão aprovado, desde a criação da Lei das Águas. Por estas e outras razões, o instrumento de enquadramento se encontra em fase muito mais avançada na DO2, comparado à SF7.

Por conseguinte, o fato do instrumento de outorga de direito de uso dos recursos hídricos ter início em anos relativamente próximos nas bacias aqui avaliadas, fez com que o instrumento tenha evoluído de maneira similar nas duas bacias, levando-se em consideração as especificidades de cada bacia, especialmente em relação às diferenças de disponibilidades hídricas superficiais e subterrâneas, frente às demandas dos usuários pelo uso da água. Na bacia do rio Paracatu confirmou-se o predomínio da demanda para o setor agrícola, com predomínio

da finalidade de uso para irrigação superior a 52%, enquanto na bacia do rio Piracicaba a finalidade de maior uso foi para consumo humano com 17,41%. Por outro lado, ao comparar-se o volume outorgado, em m<sup>3</sup>/ano, o SF7 utiliza uma vazão superficial 8 vezes maior que o DO2 e o volume das águas subterrâneas no SF7 é mais de 3 vezes maior que o DO2. Deve-se destacar ainda que a SF7 já possui áreas de conflitos declaradas tanto para os usos dos recursos hídricos superficiais quanto subterrâneos, enquanto o DO2 ainda não possui nenhuma área de conflito declarada.

A implementação do instrumento de cobrança no Paracatu levou mais de 20 anos após a instituição do CBH do SF7, sendo aprovada em 2023 e está em fase de implementação em 2024. Já no DO2, a cobrança foi aprovada em 2011 e implementada em 2012, sendo a segunda bacia hidrográfica que mais arrecada com a cobrança no Estado de MG. O fato da DO2 ter iniciado a cobrança bem antes que a SF7, constitui um grande diferencial no âmbito da gestão dos recursos hídricos, pois o dinheiro já foi revertido em prol da bacia, a partir da execução de diversos programas e projetos voltados a este fim. Neste contexto, destacam-se projetos de saneamento básico, programas de preservação de nascentes, recuperação ambiental e outros voltados à preservação da quantidade e da qualidade da água na DO2.

Os principais sistemas de informação sobre as bacias estudadas são de domínio do estado, a grande maioria criada pelo Igam, porém cada CBHs possui seus sites no portal de comitês. Entretanto estes sites dos Comitês de Bacias não são atualizados com a periodicidade adequada, o que gera uma defasagem de informações a respeito da gestão dos recursos hídricos nas bacias. A bacia do rio Piracicaba se destaca em relação à do rio Paracatu por ter seu site específico, para tratar assuntos voltados principalmente à gestão dos recursos hídricos na bacia do rio Piracicaba.

Com a integração dos dados trabalhados pôde-se comparar os modelos de gestão das duas bacias, evolução e atual cenário dos instrumentos de gestão, concluindo-se que a gestão realizada na DO2 está mais avançada que a da SF7. Destaca-se que os principais instrumentos de gestão à frente na DO2 são os planos de recursos hídricos, iniciados em 2010 e revisados em 2023, com horizonte de alcance até 2030, o enquadramento dos corpos d'água em classes, implementado em 1994 e revisado em 2023 e a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, iniciada em 2012, com expressivo retorno do valor arrecadado em prol da bacia. Apesar da SF7 se encontrar menos evoluída do que a DO2 no quesito gestão dos recursos hídricos, observa-se uma preocupação cada vez maior por parte de seus gestores, para que a CH tenha um modelo

de gestão efetivo, alinhado às diretrizes trazidas para os recursos hídricos em nível nacional e estadual.

Diante do exposto, conclui-se que a política de gestão dos recursos hídricos aplicada no Estado de MG tem se mostrado bastante efetiva. Mesmo diante de diferentes estágios de avanço dos instrumentos de gestão, é notória a busca unificada pela eficácia e assertividade na gestão da água em todo o estado, tendo em vista a seguridade da água em quantidade e qualidade adequados às gerações atual e futura.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Sítio eletrônico institucional. 2024. Disponível em < <https://www.gov.br/ana/pt-br>>. Acesso em mai. 2024.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Política Nacional de Recursos Hídricos. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/politica-nacional-de-recursos-hidricos>> Acesso em: mai. 2023.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2022. Disponível em: <https://relatorio-conjuntura-ana-2021.webflow.io/capitulos/gestao-da-agua>. Acesso em: 18 abr. 2022.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA), INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM), CBH-DOCE, CBH-PIRACICABA/MG, AGEDOCE. Revisão e Atualização do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce (PIRH Doce), Incluindo seus Respetivos Planos Diretores de Recursos Hídricos (PDRHs)/Planos de Ações de Recursos Hídricos (PARHs), e Proposta de Enquadramento dos Corpos de Água da Bacia em Classes segundo os Usos Preponderantes e Atualização do Enquadramento dos Cursos d'Água da Bacia do Rio Piracicaba. PP06 – Plano de Trabalho. 2022.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Enquadramento dos Corpos d'água em Classes / Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos, Brasília, pp.1-57, 2020a.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Sistema de Informações Sobre Recursos Hídricos/ Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos, Brasília, pp.1-33, 2020b.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Direito de Águas à Luz da Governança. v. 4, p. 55, 2020c.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos / Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos, Brasília, pp.1-80, 2019a.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Outorga dos Direitos de Uso de Recursos Hídricos / Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos, Brasília, pp.1-76, 2019b.

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019: informe anual. Brasília, DF: ANA, 2019c.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEMANETO BÁSICO (ANA). Planos de Recursos Hídricos e Enquadramento dos Corpos de Água / Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos, Brasília, v.5, pp.1-68, 2013.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEMANETO BÁSICO (ANA). Memorial descritivo do cálculo da demanda humana de água contidas no documento “Base de referência do plano nacional de recursos hídricos”. Nota Técnica 010/SPR/2003. Brasília: Superintendência de Outorgas da Agência Nacional de Águas, 2003. 30p.
- ALMEIDA, D. S. Recuperação ambiental da Mata Atlântica. 3rd ed. rev. Ilhéus: Editus, 2016, 200 p.
- ANDRADE, M. O. A água nos documentos internacionais - **Seminário Internacional de Direitos Humanos e Democracia** p. 1–13, 2019. Disponível em: <<https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/direitoshumanosedemocracia>>. Acesso em: mai. 2023.
- ARNFIELD, A. J. "Classificação climática de Köppen". *Encyclopedia Britannica*, 29 de junho de 2023. Disponível em <<https://www.britannica.com/science/Koppen-climate-classification>>. Acesso em: jul. 2023.
- BARBOSA A. S. Cerrados: biodiversidade e pluralidade. Blog do professor Altair Sales Barbosa. 2020. Disponível em: <<http://altairsales-barbosa.blogspot.com.br/2008/>>. Acesso em jun 2023.
- BORSOI, Z. M. F. e TORRES, S. D. (1997). A Política de Recursos Hídricos no Brasil. Revista do BNDES.
- BRAGA, L.M.M.; FERRÃO, A.M.A. A gestão dos recursos hídricos na França e no Brasil com foco nas bacias hidrográficas e seus sistemas territoriais. Labor & Engenho, Campinas – SP. Brasil, v.9, n.4, p19-33. 2015. Disponível em <<http://www.conpadre.org>>. Acesso em: dez. 2023.
- BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4o da Lei no 9.984, de 17 de julho de 2000.

- BRASIL. Governo Federal. Minas Gerais - Governo do Estado. Distrito Federal. Plano Diretor de recursos hídricos da bacia do rio Paracatu – PLANPAR. S.l.: 1996. v.1. T.1. CD-Rom.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.
- CBHPiracicaba/MG. Sítio eletrônico do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba. 2024. Disponível em <<https://www.cbhipiracicabamg.org.br/>>. Acesso em mai. 2024.
- CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). Deliberação Normativa CERH-MG n° 89, de 15 de dezembro de 2023. Dispõe sobre o Enquadramento dos Corpos de Águas Superficiais da Circunscrição Hidrográfica do Rio Piracicaba. 2023. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=53592>. Acesso em: jul. 2022. Acesso em: dez. 2023.
- CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). Deliberação n° 260, de 26 de novembro de 2010. Aprova o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais. 2010. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/>. Acesso em: jul. 2022.
- CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). 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: 27 jul. 2022.
- CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). Deliberação CERH-MG n° 68, de 22 de março de 2021. Estabelece critérios e normas gerais sobre a cobrança pelo uso dos recursos hídricos (CRH) em bacias hidrográficas do estado de Minas Gerais, e dá outras providências. 2021. Disponível: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=53592>. Acesso em: jul. 2022.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / Humberto Gonçalves dos Santos *et al.* – 5. ed., revista e ampliada, Brasília, 2018.
- FELICIDADE, N.; MARTINS, R. C. M.; LEME, A. A. Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil. São Carlos: RIMA, 2003. p. 187-221.
- FERREIRA, P. A.; EUCLYDES, H. P. Recursos hídricos e tecnologia necessária aos projetos hidroagrícolas: Bacia do Paracatu. Viçosa: UFV, 1997. 200p.
- FITZ, P. R. Geoprocessamento sem complicação. 1. Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS DO SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (IDE-Sisema). 2023. Disponível em <<https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>>. Acesso em jul. de 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Brasileiro de 2022. 2022. Disponível em: <<https://censo2022.ibge.gov.br/>>. Acesso em dez. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sobre base territorial, 2021. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/sala-de-imprensa-publicacoes/guia-das-atividades-de-geociencias/sobre-base-territorial.html>>. Acesso em dez. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sistema IBGE de Recuperação Automática/Sidra. Produção Agrícola Municipal (PAM). Informações sobre culturas temporárias e permanentes, 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>> Acesso em jun. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Brasileiro de 2010. 2010. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em dez. 2022.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos – InfoHidro. 2024a. Disponível em: <https://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/index.php>. Acesso: 16 jan. 2023.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM), Portal dos Comitês. 2024b. Disponível em: < <https://comites.igam.mg.gov.br/>> Acesso em: mar. 2023.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). Formulários para elaboração de processos de Outorga – Tabela de Apoio. 2023a. Disponível em: < <http://www.igam.mg.gov.br/outorga/formularios>> Acesso em: jul. 2023.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). Panorama das Águas de Minas Gerais. Belo Horizonte: IGAM, 2023b. 55 p. Disponível em <<http://repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/4560>>. Acesso em fev. 2023.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). Gestão e Situação das Águas de Minas Gerais: Ciclo 2019 - 2022. Belo Horizonte: IGAM, 2022. 151 p. Disponível em: < <http://repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/4209>>. Acesso em abr. 2023.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). Gestão e situação das águas de Minas Gerais: ações para segurança hídrica. Belo Horizonte: IGAM, 2021. 256 p.

Disponível em:

<<http://repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/3978>>. Acesso em jan. 2024.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). Gestão e Situação das Águas de Minas Gerais 2020. Belo Horizonte: IGAM, 2020. 232 p. Disponível em:

<<http://repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/3506>>. Acesso em jan. 2024.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). Relatório de Gestão e Situação dos Recursos Hídricos de Minas Gerais - 2019: 20 anos da Lei mineira das Águas. Belo Horizonte: IGAM, 2019. 162 p. Disponível em:

<<http://repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/3206>>. Acesso em dez. 2023.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). Relatório de Gestão e Situação dos Recursos Hídricos Minas Gerais - 2014 a 2017. Belo Horizonte: IGAM, 2018. 137 p. Disponível em:

<<http://repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/2764>>. Acesso em nov. 2023.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). Relatório de Gestão e Situação dos Recursos Hídricos Minas Gerais - 2015. Belo Horizonte: IGAM, 2017. 198 p. Disponível em:

<<http://repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/3205>>. Acesso em nov. 2023.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). 3º Relatório de Gestão e Situação dos Recursos Hídricos Minas Gerais - 2014. Belo Horizonte: IGAM, 2015. 142 p. Disponível em:

<<http://repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/26>>. Acesso em out. 2023.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). 2º Relatório de Gestão e Situação dos Recursos Hídricos em Minas Gerais - 2013. Belo Horizonte: IGAM, 2014. 259 p. Disponível em:

<<http://repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/25>>. Acesso em set. 2023.

- INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). 1º Relatório de gestão e situação dos recursos hídricos de Minas Gerais - 2012. Belo Horizonte: IGAM, 2013. 294 p. Disponível em: <<http://repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/handle/123456789/17>>. Acesso em ago. 2023.
- INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). Plano de ação Bacia Hidrográfica do Rio Doce UPGRH DO2. Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba. Belo Horizonte. 2010. Disponível em: <<http://www.repositorioigam.meioambiente.mg.gov.br/jspui/handle/123456789/856>>. Acesso em jan. 2022.
- INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). Plano diretor de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu: resumo executivo / Instituto Mineiro de Gestão das Águas, Comitê da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu. Belo Horizonte, 2006. 384 p.
- JOLY, C. A.; METZGER, J. P.; TABARELLI, M. *Experiences from the Brazilian Atlantic Forest: ecological findings and conservation initiatives*. *New Phytologist*, v. 204, n. 3, p. 459-473, 2014.
- MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 688 p.
- MAPBIOMAS. Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil. 2021. Disponível em <<https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>> Acesso em jun. 2023.
- MAPBIOMAS. Dados do Relatório Anual de Desmatamento, 2019. São Paulo: MapBiomas; 2020. Disponível em: <<https://s3.amazonaws.com/alerta.mapbiomas.org/relatorios/MBI-relatorio-desmatamento-2019-FINAL5.pdf>>. Acesso em jun. 2023.
- MARTINS, R. C. Sociologia da governança francesa das águas. *Revista brasileira de Ciências Sociais*. 23 (67). 2008. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/S0102-69092008000200007>>. Acesso em: dez. 2023.
- MEDEIROS, R. M. Método da classificação climática de Köppen e *Thornthwaite* aplicado ao município de Bom Jesus - PI, Brasil. *Brazilian Journal of Agroecology and Sustainability*, 2020.
- REIS, D. I. *et al.* (2013). Brasileiro E Desafios *Institucionais Water Resources Management : World Scenario , Brazilian and Institucional Challenges*. XX Simpósio Brasileiro de

- Recursos Hídricos, 1–8. Disponível em: <<http://eventos.abrh.org.br/xxsbrh/>>. Acesso em mar. 2023.
- RIBEIRO, C.A.A.S.; SOARES, V.P.; SANTOS, R.M.; SOARES, C.P.B. Estruturação topológica de grandes bases de dados de bacias hidrográficas. *Revista Árvore*, Viçosa – MG, v.32, n.4, pp.687-696, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-67622008000400010>>. Acesso em mai. 2023.
- RIGOTTO, R. M., SANTOS, V. P., COSTA, A. M. (2022). Territórios tradicionais de vida e as zonas de sacrifício do agronegócio no Cerrado. *Saúde Em Debate*, 46(spe2), 13–27. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/0103-11042022e201>> Acesso em: jun. 2023.
- SERVIÇO GEOLÓGICO DE BRASIL (Sgb). **Mapa Tectônico do Brasil, 2001**. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. 2002.
- TABARELLI, M. *et al.* *Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: lessons from aging human-modified landscapes*. *Biological Conservation*, Amsterdam, v. 143, n. 10, p. 2328-2340, 2010.