

 **Igam**
Instituto Mineiro de Gestão das Águas




PROFILL

PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA SUPERFICIAIS

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUCURI - MU1

**Relatório de
Consolidação do PDRH**

APRESENTAÇÃO

O presente documento consiste no Relatório de Consolidação do PDRH da Empresa Profill Engenharia e Ambiente S.A. para a execução técnica do PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUCURI e para a elaboração do ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA SUPERFICIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUCURI.

A Consolidação tem por base os relatórios anteriores, a proposta técnica apresentada no processo licitatório realizado junto ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM e o Plano de Trabalho aprovado. Está orientado de modo a atender o termo de referência e a Lei Federal nº 9.433/1997, as Resoluções do CNRH nº 91/2008 e nº 145/2012 assim como a Lei Estadual nº 13.199/1999, a DN CERH nº 54/2017 e DN COPAM/CERH-MG nº 06/2017.

Julho de 2022



LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Etapas de elaboração do PDRH e ECA.	19
Figura 2.1 - Unidades Hidrológicas de Planejamento.....	22
Figura 2.2 - Hidrografia detalhada da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.....	26
Figura 2.3 - Geologia da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.....	27
Figura 2.4 - Hidrogeologia da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.	28
Figura 2.5 – Domínios geomorfológicos da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.....	30
Figura 2.6 - Pedologia da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.	31
Figura 2.7 - Precipitação acumulada mensal (em mm) na estação TEÓFILO OTONI (83492).....	32
Figura 2.8 - Áreas suscetíveis à inundação na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.	34
Figura 2.9 - Vulnerabilidade do solo à erosão na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.....	35
Figura 2.10 – Classes de aptidão para irrigação na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.....	38
Figura 2.11 - Distribuição das Formações Vegetais Originais na CH Mucuri.....	39
Figura 2.12 - Percentual de florestas nativas por UHP.....	40
Figura 2.13 - Áreas prioritárias para conservação, restauração e uso sustentável da biodiversidade e serviços ecossistêmicos, situadas na CH Mucuri.	43
Figura 2.14 - Unidades de Conservação e Áreas de Proteção na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.	45
Figura 2.15 - Uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.....	46
Figura 2.16 - IDHM nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.	49
Figura 2.17 - Índices de atendimento total e urbano de água nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.....	50
Figura 2.18 - Índices de perdas na distribuição e no faturamento de água nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.	51
Figura 2.19 - Pontos de captação de água e seus intervalos de produção.....	53
Figura 2.20 - Quantidade de resíduos em toneladas/dia por tipo de destinação nos municípios da bacia.	56
Figura 2.21 - Organograma do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.....	57
Figura 2.22 - Integrantes do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Minas Gerais.	59
Figura 2.23 - Disponibilidade hídrica nos trechos e erros relativos nas estações fluviométricas para a $Q_{7,10}$	64
Figura 2.24 - Potencialidade dos aquíferos na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.....	66

Figura 2.25 - Séries históricas anuais relativas ao indicador IQA médio nas estações de monitoramento existentes na CH do Rio Mucuri.	70
Figura 2.26 - Séries históricas anuais relativas ao indicador CT médio nas estações de qualidade da água existentes na CH do Rio Mucuri.	71
Figura 2.27 - Séries históricas anuais relativas ao indicador IET médio nas estações de qualidade da água existentes na CH do Rio Mucuri.	73
Figura 2.28 - Frequência de ocorrência dos resultados de ecotoxicidade na CH do Rio Mucuri ao longo da série histórica de monitoramento.	74
Figura 2.29 - Resultado dos valores de ICE obtidos para o conjunto de estações da CH do Rio Mucuri, considerando o período seco e o período chuvoso.	76
Figura 2.30 - Percentual de violações para os parâmetros analisados nas estações de qualidade da água na CH do Rio Mucuri entre 2013 e 2018.	78
Figura 2.31 - Distribuição das vazões (L/s) para abastecimento nas UHPs em cada fonte de informação.	81
Figura 2.32 - Esquema ilustrando as etapas de cálculo das estimativas de carga gerada e lançada nas bacias.	83
Figura 2.33 - Distribuição das vazões (L/s) para uso industrial nas UHPs em cada fonte de informação.	85
Figura 2.34 - Distribuição das vazões (L/s) para dessedentação animal nas UHPs em cada fonte de informação.	86
Figura 2.35 - Distribuição das vazões (L/s) para irrigação nas UHPs em cada fonte de informação.	88
Figura 2.36 - Distribuição das vazões (L/s) para mineração nas UHPs em cada fonte de informação.	89
Figura 2.37 - Distribuição das vazões (L/s) para pesca e aquicultura nas UHPs.	90
Figura 2.38 - Comparação entre demandas (L/s) por estimativa e diferentes fontes de dados em cada setor usuário.	95
Figura 2.39 - Demandas totais na MU1, considerando as vazões consolidadas.	97
Figura 2.40 - Esquema de representação do módulo de Balanço Hídrico do WARM-GIS Tools.	98
Figura 2.41 - Balanço hídrico no cenário atual considerando todos os setores usuários de água na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.	102
Figura 2.42 - Esquema de representação do modelo de qualidade da água: representação dos trechos em relação ao ordenamento.	103
Figura 2.43 - Resultados preliminares da modelagem qualitativa considerando a DBO.	105
Figura 2.44 - Resultados preliminares da modelagem qualitativa considerando o fósforo total.	105



Figura 3.1 - Crescimento tendencial das demandas no horizonte de planejamento.	113
Figura 3.2 - Balanço hídrico no cenário tendencial (cena atual).....	122
Figura 3.3 - Balanço hídrico no cenário tendencial (cena 2041).	122
Figura 3.4 - Balanço hídrico no cenário de escassez (cena atual).	125
Figura 3.5 - Balanço hídrico no cenário de escassez (cena 2041).....	125
Figura 3.6. Resultados da simulação qualitativa considerando o Cenário Tendencial 2041 expressos em razão do percentual de trechos em cada classe de enquadramento para os principais parâmetros e a classificação final (Vazão: Q7,10).....	128
Figura 3.7 - Resultados da simulação de qualidade da água no Cenário Tendencial: DBO e OD....	129
Figura 3.8 - Resultados da simulação de qualidade da água no Cenário Tendencial: coliformes termotolerantes e fósforo total.	130
Figura 4.1 – Eventos da etapa de elaboração do Enquadramento de Corpos da Água da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.	134
Figura 4.2 – Síntese das atividades para consolidação da Alternativa de Enquadramento de Corpos da Água da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.	136
Figura 4.3 – Alternativa de Enquadramento selecionada e consolidada para a hidrografia principal da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.	136
Figura 4.4 - Percentual das classes propostas em relação à extensão dos trechos da hidrografia principal da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.	137
Figura 4.5 – Componentes e Programas do PEE.....	139
Figura 4.6 - Ações do PEE incorporadas pelo Plano de Ação.	142
Figura 5.1 - Organograma genérico da arquitetura do Plano de Ação.	155
Figura 5.2 - Organograma geral do Plano de Ação.	157
Figura 5.3 - Esquema geral da Componente 1 - Gestão Integrada dos Recursos Hídricos.....	159
Figura 5.4 - Esquema geral da Componente 2 - Fortalecimento Institucional.	163
Figura 5.5 - Esquema geral da Componente 3 – Aperfeiçoamento da Gestão.	166
Figura 5.6 - Esquema geral da Componente 4 – Saneamento.	170
Figura 5.7 - Esquema geral da Componente 5 – Conservação dos Recursos Hídricos.....	174
Figura 5.8 - Divisão entre os investimentos do Sistema de Gestão e Investimentos Associados.....	185
Figura 5.9 - Distribuição dos investimentos no período de elaboração do PDRH.	185
Figura 5.10 - Investimentos Associados na Componente Saneamento.	188



LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Distribuição dos municípios nas UHPs.....	23
Quadro 2.2 - Extensões de cursos d'água nas UHPs da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.	25
Quadro 2.3 - Áreas de terras pertencentes às diversas classes de aptidão para irrigação.....	38
Quadro 2.4 - População total dos municípios que fazem parte da CH (1991/2010).....	47
Quadro 2.5 - População estimada por UHP, taxa de urbanização e densidade demográfica (2010). 48	
Quadro 2.6 - Serviços de abastecimento de água por UHP e município na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.	52
Quadro 2.7 - Dados técnicos das estações de tratamento de esgoto.	54
Quadro 2.8 - Vazões absolutas nos exutórios de cada UHP definida para a bacia do rio Mucuri.....	65
Quadro 2.9 - Vazões produzidas em cada UHP da bacia do rio Mucuri, desconsiderando as contribuições de outras bacias.	65
Quadro 2.10 - Volume anual total, de deflúvio subterrâneo e superficial médio na bacia.	67
Quadro 2.11. Relação dos parâmetros constituintes do IQA e respectivos pesos.	69
Quadro 2.12 - Parâmetros empregados no cálculo do IQA.	69
Quadro 2.13 - Classes da Contaminação por Tóxicos e seus significados.	71
Quadro 2.14 - Classes do Índice de Estado Trófico (rios) e seu significado.	72
Quadro 2.15 - Classificação do Índice de Conformidade de Enquadramento.	75
Quadro 2.16 - Relação dos percentuais de população urbana em cada tipo de solução à destinação do esgotamento sanitário – Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.	82
Quadro 2.17 - Relação das cargas per capita e concentração no efluente doméstico dos parâmetros a serem simulados no modelo.	83
Quadro 2.18 - Eficiências de tratamento adotadas para cada tipo de solução de destinação dos esgotos.	84
Quadro 2.19 – Estimativa de coleta de esgoto, tratamento de esgoto, carga orgânica potencial e lançada por UHP.....	84
Quadro 2.20 - Coeficientes técnicos de demanda específica de irrigação.	88
Quadro 2.21 - Principais atrativos turísticos na região.	91
Quadro 2.22 - Síntese das demandas hídricas das UHPs – Cadastro de Usos Insignificantes e Outorgas do IGAM (2018).....	93
Quadro 2.23 - Síntese das demandas hídricas das UHPs – Estimativas.	94
Quadro 2.24 - Síntese das demandas hídricas das UHPs segundo o Manual de Usos Consuntivos. 94	

Quadro 2.25 - Síntese das demandas hídricas das UHPs – Consolidação.....	97
Quadro 2.26 - Classes de valores do Índice de Comprometimento Hídrico e seus respectivos significados.	99
Quadro 2.27 - Balanço hídrico por setor em relação aos exutórios de cada UHP – Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.....	100
Quadro 2.28 - Percentual da demanda não atendida em relação à demanda total por setor – Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.	101
Quadro 2.29 - Déficit hídrico por setor nos exutórios de cada UHP – Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.	101
Quadro 2.30 - Principais desafios identificados na CH MU1.	106
Quadro 3.1 - Taxas utilizadas para a projeção de demandas do cenário tendencial por UHP.	112
Quadro 3.2 - Projeção das demandas para o horizonte de planejamento por UHP.....	112
Quadro 3.3 - Projeção das demandas para o horizonte de planejamento por setor econômico.....	113
Quadro 3.4 - Demandas projetadas para as cenas inicial e final do PDRH e o crescimento por UHP em cada setor usuário.	114
Quadro 3.5 - Relação das cargas <i>per capita</i> e concentração no efluente doméstico dos parâmetros a serem simulados no modelo.	114
Quadro 3.6 - Estimativa da carga lançada por UHP e abatimento em relação à carga potencial para a cena atual (2021).	115
Quadro 3.7 - Estimativa da carga lançada por UHP e abatimento em relação à carga potencial para a cena de longo prazo (2041).	116
Quadro 3.8 - Classes de valores do Índice de Comprometimento Hídrico e seus respectivos significados.	120
Quadro 3.9 - Balanço hídrico nos exutórios de cada UHP considerando as cenas do cenário tendencial	120
Quadro 3.10 - Déficits hídricos e proporção das demandas não atendidas em relação à demanda total projetada para cada UHP no cenário tendencial.	121
Quadro 3.11 - Balanço hídrico nos exutórios de cada UHP no Cenário de Escassez Recorrente....	123
Quadro 3.12 - Déficits hídricos e proporção das demandas não atendidas em relação à demanda total projetada para cada UHP no Cenário de Escassez Recorrente.....	124
Quadro 3.13 - Média ponderada por UHP das concentrações dos parâmetros de qualidade simulados em relação ao Cenário Tendencial para a cena atual (2021).	127
Quadro 3.14 - Média ponderada por UHP das concentrações dos parâmetros de qualidade simulados no Cenário de Escassez Recorrente para a cena atual (2021).	131



Quadro 3.15 - Média ponderada por UHP das concentrações dos parâmetros de qualidade simulados no Cenário de Escassez Recorrente para a cena de longo prazo (2041).	132
Quadro 4.1 – Metas Intermediárias de Curto e Médio Prazo para esgotamento sanitário na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.	138
Quadro 4.2 - Estimativa dos investimentos do Programa de Efetivação do Enquadramento da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.	140
Quadro 4.3 – Ações correspondentes às ações do PEE.....	144
Quadro 5.1 – Vazões outorgadas por setor produtivo na MU1	147
Quadro 5.2 – Vazões de captação consideradas como uso insignificantes divididas por setores usuários.	147
Quadro 5.3 – Valores mínimos de PPU, de acordo com as finalidades e as zonas.....	150
Quadro 5.4 – Estimativa de arrecadação anual da cobrança pelo uso da água na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri, por UHP.	150
Quadro 5.5 – Programas e investimentos da Componente 1 – Gestão Integrada dos Recursos Hídricos.	159
Quadro 5.6 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 1.1- Outorga.....	160
Quadro 5.7 – Ação, cronograma e investimentos do Programa 1.2 – Enquadramento.	160
Quadro 5.8 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 1.3 - Cobrança.	161
Quadro 5.9 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 1.4 – Sistema de Informações.	161
Quadro 5.10 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 1.5 – Plano de Recursos Hídricos.	162
Quadro 5.11 – Ação, cronograma e investimentos do Programa 1.6 – Compensação, rateio e penalidades.....	162
Quadro 5.12 – Programas e investimentos da Componente 2 – Fortalecimento Institucional.	163
Quadro 5.13 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 2.1 – Comunicação Social.	164
Quadro 5.14 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 2.2 – Educação Ambiental.	164
Quadro 5.15 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 2.3 – Fortalecimento do CBH.....	165
Quadro 5.16 – Programas e investimentos da Componente 3 – Aperfeiçoamento da Gestão.	166
Quadro 5.17 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 3.1 – Monitoramento Quali-Quantitativo.....	167
Quadro 5.18 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 3.2 – Desenvolvimento do Conhecimento Técnico e Científico.	167



Quadro 5.19 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 3.3 – Secretaria Executiva e Apoio Técnico à Gestão.....	168
Quadro 5.20 – Ação, cronograma e investimentos do Programa 3.4 – Contingência Hídrica e Eventos Extremos.....	168
Quadro 5.21 – Ação, cronograma e investimentos do Programa 3.5 – Segurança de Barragens.	169
Quadro 5.22 – Programas e investimentos da Componente 4 – Saneamento.	170
Quadro 5.23 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 4.1 – Esgotamento Sanitário.....	171
Quadro 5.24 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 4.2 – Saneamento Rural.	171
Quadro 5.25 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 4.3 – Resíduos Sólidos.	172
Quadro 5.26 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 4.4 – Abastecimento e Universalização do Acesso à Água.	173
Quadro 5.27 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 4.5 – Drenagem Urbana.....	173
Quadro 5.28 – Programas e investimentos da Componente 5 – Conservação dos Recursos Hídricos.	174
Quadro 5.29 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 5.1 – Manejo de Água e Solo na Agropecuária.....	175
Quadro 5.30 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 5.2 – Restauração e Conservação de Áreas Prioritárias.	176
Quadro 5.31 – Ação, cronograma e investimentos do Programa 5.3 – Unidades de Conservação Ambiental.	176
Quadro 5.32 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 5.4 – Uso da Água e Lançamento de Efluentes na Indústria e Mineração.	176
Quadro 5.33 – Síntese do Plano de Ação	178
Quadro 5.34 - Valores de indicador de atingimento das metas.....	184
Quadro 5.35 - Investimentos anuais.	186
Quadro 5.36 - Investimentos de Gestão nos programas do PDRH.	186
Quadro 5.37 - Investimentos Associados nos programas do PDRH.	187



LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas	OD - Oxigênio Dissolvido
ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico	ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico
APA - Área de Proteção Ambiental	P – Fósforo
APP - Área de Preservação Permanente	PA – Plano de Ação
CBH - Comitê de Bacia Hidrográfica	PAM - Produção Agrícola Municipal
CCME - <i>Canadian Council of Ministers of the Environmental</i>	PEE – Programa de Efetivação do Enquadramento
CERH-MG - Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais	PCH - Pequena Central Hidrelétrica
CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo	PDRH - Plano Diretor de Recursos Hídricos
CH - Circunscrição Hidrográfica	PGRS - Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente	PIMS - Plano de Informação e Mobilização Social
COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental	PMSB - Plano Municipal de Saneamento Básico
COPANOR - COPASA Serviços de Saneamento Integrado do Norte e Nordeste de Minas Gerais	PNAP - Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas
COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais	PPM - Pesquisa Pecuária Municipal
CP – Consulta Pública	Re - Reserva explotável
CPRM - Serviço Geológico do Brasil	Rr - Reserva renovável
CT - Contaminação por Tóxicos	S2ID - Sistema Integrado de Informações sobre Desastres
DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio	SEGRH-MG – Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Minas Gerais
De - Disponibilidade efetiva	SEMAD - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
Di - Disponibilidade instalada	SI - Sistema de Informações
DN - Deliberação Normativa	SIAGAS - Sistema de informações das Águas Subterrâneas
ECA - Enquadramento dos Corpos de Água	SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática
EMATER-MG - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural	SIG - Sistema de Informações Geográficas
ETE - Estação de Tratamento de Esgoto	SISEMA - Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	SNIRH - Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
ICE - Índice de Conformidade ao Enquadramento	SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
ICH - Índice de Comprometimento Hídrico	SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação
IDE-Sisema - Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos	TGCA - Taxa Geométrica de Crescimento Anual
IDH - Índice de Desenvolvimento Humano	UC - Unidade de Conservação
IDHM - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	UFVJM – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
IEF - Instituto Estadual de Florestas	UHE - Usina Hidrelétrica
IET - Índice de Estado Trófico	UHP - Unidade Hidrológica de Planejamento
IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas	USBR - <i>United States Bureau of Reclamation</i>
INMET - Instituto Nacional de Meteorologia	USEPA - <i>United States Environmental Protection Agency</i>
IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada	ZEE-MG - Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais
IQA - Índice de Qualidade das Águas	
MMA - Ministério do Meio Ambiente	
N - Nitrogênio	
NBR - Norma Brasileira	
NMP - Número mais provável	

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
2. DIAGNÓSTICO	22
2.1. CONSULTAS PÚBLICAS PARA ELABORAÇÃO DO DIAGNÓSTICO.....	24
2.2. CARACTERIZAÇÃO GERAL	24
2.2.1. CONDIÇÕES FÍSICAS E BIÓTICAS	25
2.2.2. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	43
2.2.3. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	45
2.2.4. POPULAÇÃO E INDICADORES DEMOGRÁFICOS	47
2.2.5. SANEAMENTO	49
2.2.6. IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS PRINCIPAIS ATORES SOCIAIS ESTRATÉGICOS.....	57
2.3. DIAGNÓSTICO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS	62
2.3.1. DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL	62
2.3.2. DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA.....	65
2.3.3. QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS.....	67
2.4. DIAGNÓSTICO DAS DEMANDAS HÍDRICAS	79
2.4.1. SANEAMENTO	80
2.4.2. INDÚSTRIA	84
2.4.3. AGROPECUÁRIA	85
2.4.4. IRRIGAÇÃO	87
2.4.5. MINERAÇÃO.....	88
2.4.6. GERAÇÃO DE ENERGIA	89
2.4.7. PESCA E AQUICULTURA	90
2.4.8. TURISMO E RECREAÇÃO.....	91
2.4.9. PRESERVAÇÃO AMBIENTAL.....	91
2.4.10. SÍNTESE DAS DEMANDAS HÍDRICAS	92
2.5. BALANÇO HÍDRICO QUALI-QUANTITATIVO	97



2.5.1. BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO	97
2.5.2. BALANÇO HÍDRICO QUALITATIVO	102
2.6. PRINCIPAIS DESAFIOS IDENTIFICADOS NA BACIA	106
3. PROGNÓSTICO	107
3.1. CONSULTAS PÚBLICAS PARA ELABORAÇÃO DO PROGNÓSTICO.....	107
3.2. PROJEÇÕES DE DISPONIBILIDADE E DEMANDA.....	108
3.2.1. DISPONIBILIDADE DE ESCASSEZ RECORRENTE	109
3.2.2. PROJEÇÃO DE DEMANDA TENDENCIAL.....	110
3.2.3. PROJEÇÃO DE CARGA POLUIDORA.....	114
3.3. CENÁRIOS DE PLANEJAMENTO.....	116
3.4. BALANÇO HÍDRICO	119
3.4.1. BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO	119
3.4.2. BALANÇO HÍDRICO QUALITATIVO	126
4. PROGRAMA DE EFETIVAÇÃO DE ENQUADRAMENTO	133
4.1. CONSULTAS PÚBLICAS DA ETAPA DE ELABORAÇÃO DO ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DA ÁGUA	133
4.2. CONSOLIDAÇÃO DA ALTERNATIVA DE ENQUADRAMENTO.....	134
4.2.1. PARÂMETROS PRIORITÁRIOS E VAZÃO DE REFERÊNCIA.....	134
4.2.2. SELEÇÃO E CONSOLIDAÇÃO DA ALTERNATIVA DE ENQUADRAMENTO	135
4.2.3. CONSOLIDAÇÃO DAS METAS INTERMEDIÁRIAS	137
4.3. PROGRAMA DE EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO	138
4.4. ESTIMATIVA DE INVESTIMENTOS.....	139
4.5. INTEGRAÇÃO DO PROGRAMA DE EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO COM O PLANO DE AÇÃO.....	141
5. PLANO DE AÇÕES	145
5.1. CONSULTAS PÚBLICAS PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO	145
5.2. DIRETRIZES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO	146
5.2.1. OUTORGA DOS DIREITOS DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS.....	146



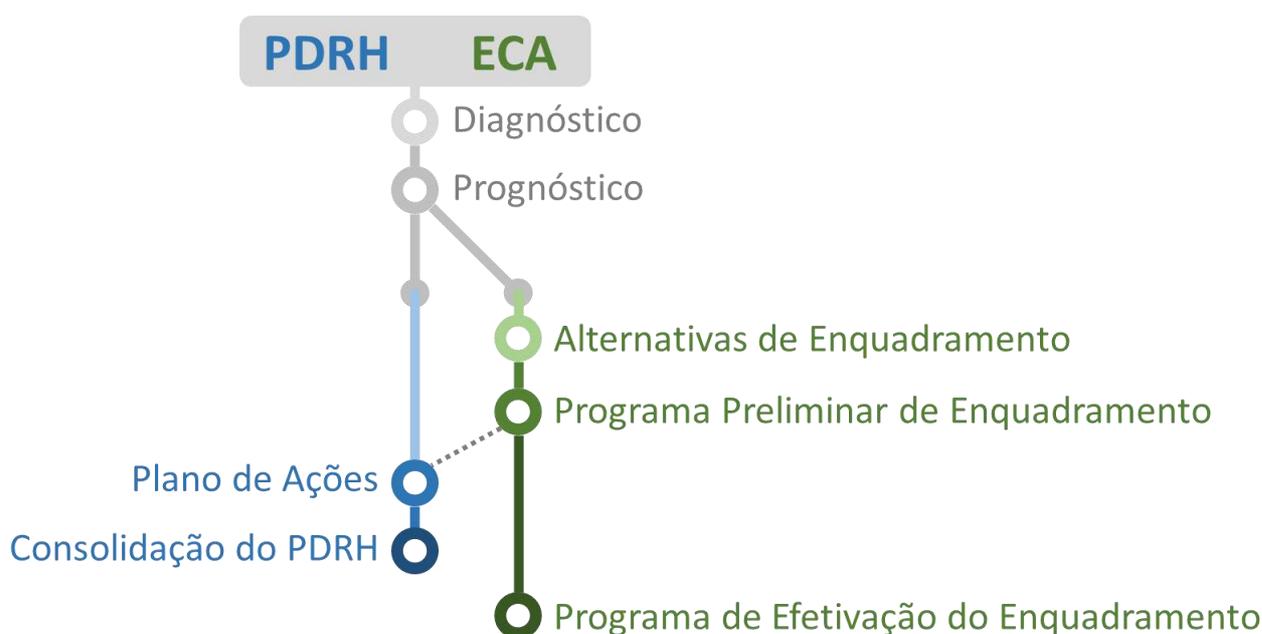
5.2.2. COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS.....	148
5.2.3. ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA EM CLASSES.....	151
5.2.4. SISTEMA DE INFORMAÇÕES.....	153
5.2.5. COMPENSAÇÃO À MUNICÍPIOS PELA EXPLOTAÇÃO E RESTRIÇÃO DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS.....	154
5.2.6. RATEIO DE CUSTOS DAS OBRAS DE USO MÚLTIPLO, DE INTERESSE COMUM OU COLETIVO.....	154
5.2.7. PENALIDADES.....	154
5.3. PLANO DE AÇÕES.....	155
5.3.1. ARQUITETURA DO PDRH.....	155
5.3.2. COMPONENTES, PROGRAMAS E AÇÕES.....	158
5.3.3. SÍNTESE DO PLANO DE AÇÃO.....	177
5.4. ANÁLISE GERENCIAL.....	181
5.4.1. ARRANJO INSTITUCIONAL.....	181
5.4.2. ACOMPANHAMENTO DA IMPLEMENTAÇÃO DO PDRH.....	183
5.4.3. PROGRAMA DE INVESTIMENTOS.....	184
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	190
7. REFERÊNCIAS.....	191



1. INTRODUÇÃO

O processo de elaboração do Plano Diretor de Recursos Hídricos (PDRH) da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri (MU1) encontra-se na etapa de consolidação, na qual os resultados das etapas anteriores – diagnóstico, prognóstico e plano de ação – são reapresentados de forma consolidada. A elaboração do PDRH foi realizada de forma concomitante e integrada ao Enquadramento dos Corpos de Água (ECA), o que implica na abordagem de conteúdos do ECA junto aos do PDRH, como pode ser observado em diversos itens deste documento. O presente relatório traz a consolidação das principais informações apresentadas nas etapas anteriores, formando um relato único e conciso do processo de elaboração e dos resultados obtidos, que termina na apresentação do Plano de Ação, como guia para o processo de implementação do PDRH da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri. A Figura 1.1 apresenta o esquema das etapas de elaboração concomitantes e integradas do PDRH e do ECA.

Figura 1.1 - Etapas de elaboração do PDRH e ECA.



Fonte: elaboração própria.

As etapas de Diagnóstico e de Prognóstico foram elaboradas visando subsidiar a elaboração do PDRH e do ECA e geraram, cada uma, dois relatórios, a saber: Relatório de Diagnóstico, Relatório das Consultas Públicas de Diagnóstico, Relatório de Prognóstico e Relatório das Consultas Públicas de Prognóstico. Já a etapa de Plano de Ação foi realizada exclusivamente para o PDRH, contudo, se utilizou de subsídios e da integração com o ECA, trazendo conteúdo das etapas de Alternativas de Enquadramento e de Programa Preliminar de Efetivação do Enquadramento. A etapa de Plano de Ação teve como resultado dois relatórios: Relatório do Plano de Ação e Relatório das Consultas Públicas do Plano de Ação.

Os resultados do Relatório de Diagnóstico são apresentados no capítulo 2, iniciando pela caracterização geral da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri, onde são abordados aspectos físicos e bióticos, seguindo com as características de uso e ocupação do território, indicadores demográficos e indicadores de saneamento e, por fim, a identificação e caracterização dos atores estratégicos. Após a caracterização geral, são analisadas as disponibilidades hídricas superficiais, subterrâneas e de qualidade da água. Em seguida, é apresentada a identificação e estimativa das demandas hídricas por setor usuário. Por fim, as disponibilidades e demandas são sobrepostas para o cálculo do balanço-hídrico, que é apresentado tanto em termos de quantidade quanto de qualidade de água.

A etapa seguinte – Prognóstico – é apresentada no capítulo 2.6, iniciando pela projeção das tendências de evolução tanto das disponibilidades, quanto das demandas. Com base em análises teóricas e dos principais riscos e tendências na bacia são definidos três cenários de planejamento, que, então, fundamentam os balanços hídricos elaborados para as cenas futuras.

Dada a integração realizada na elaboração do PDRH e do ECA, o capítulo 4 apresenta uma síntese dos principais resultados do Programa de Efetivação do Enquadramento (PEE) para, em seguida, ser apresentado o plano de ações do PDRH no capítulo 5. Esse último, contém as diretrizes que guiam o plano de ações, os componentes, programas e ações desenvolvidos para a bacia, assim como informações essenciais para a sua implementação: os atores envolvidos; o acompanhamento; e o programa de investimentos.

Todo o conteúdo apresentado neste relatório tem a Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri como área de estudo, a qual está localizada na porção Leste do estado de Minas Gerais, próxima à divisa com os estados da Bahia e do Espírito Santo. A bacia do Mucuri segue pelo território baiano, próxima à divisa com o estado do Espírito Santo, mas sem ocupar qualquer parcela do território deste, até desaguar no Oceano Atlântico.

Tratando-se da divisão hidrográfica nacional, a Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri está inserida na Região Hidrográfica do Atlântico Leste, que compreende territórios dos estados do Sergipe, Espírito Santo, Bahia e Minas Gerais, esses dois últimos onde se encontra a totalidade da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri. Na Região Hidrográfica, a Bacia do Rio Mucuri, está contida na Unidade Hidrográfica Litorânea ES BA, junto com as bacias dos rios São Mateus (ao sul) e Itanhém (ao norte) (ANA, 2015).

No que concerne os principais temas apresentados por ANA (2015) para a região hidrográfica, cabe destacar para a Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri:

- Possui parcela de suas cabeceiras contidas no polígono do Semiárido.
- Possui, na região do entorno de Teófilo Otoni, altas demandas hídricas para uso urbano.



- Possui, na região do entorno de Teófilo Otoni e à jusante dessa na bacia do Rio Todos-os-Santos, e áreas dos municípios de Pavão, Poté e Serra dos Aimorés, áreas críticas quanto à qualidade das águas.
- Possui, no município de Pavão, áreas críticas quanto à disponibilidade quantitativa das águas.
- Registros de enchentes no município de Pavão.

A “Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Rio Mucuri”, na divisão hidrográfica estadual, compõe a Circunscrição Hidrográfica (CH) dos Afluentes Mineiros do Rio Mucuri, conforme a Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais (CERH-MG) nº 36/2010 e o art. 5º da Deliberação Normativa do CERH-MG nº 66/2020.

Portanto, neste relatório foi utilizada a regulamentação mais atual para nomear a área de estudo, ou seja, quando se refere à Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri, ou simplesmente à CH, trata-se da porção que está contida no território do Estado de Minas Gerais, que é o objeto deste e dos demais relatórios que compõem o PDRH e ECA da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.



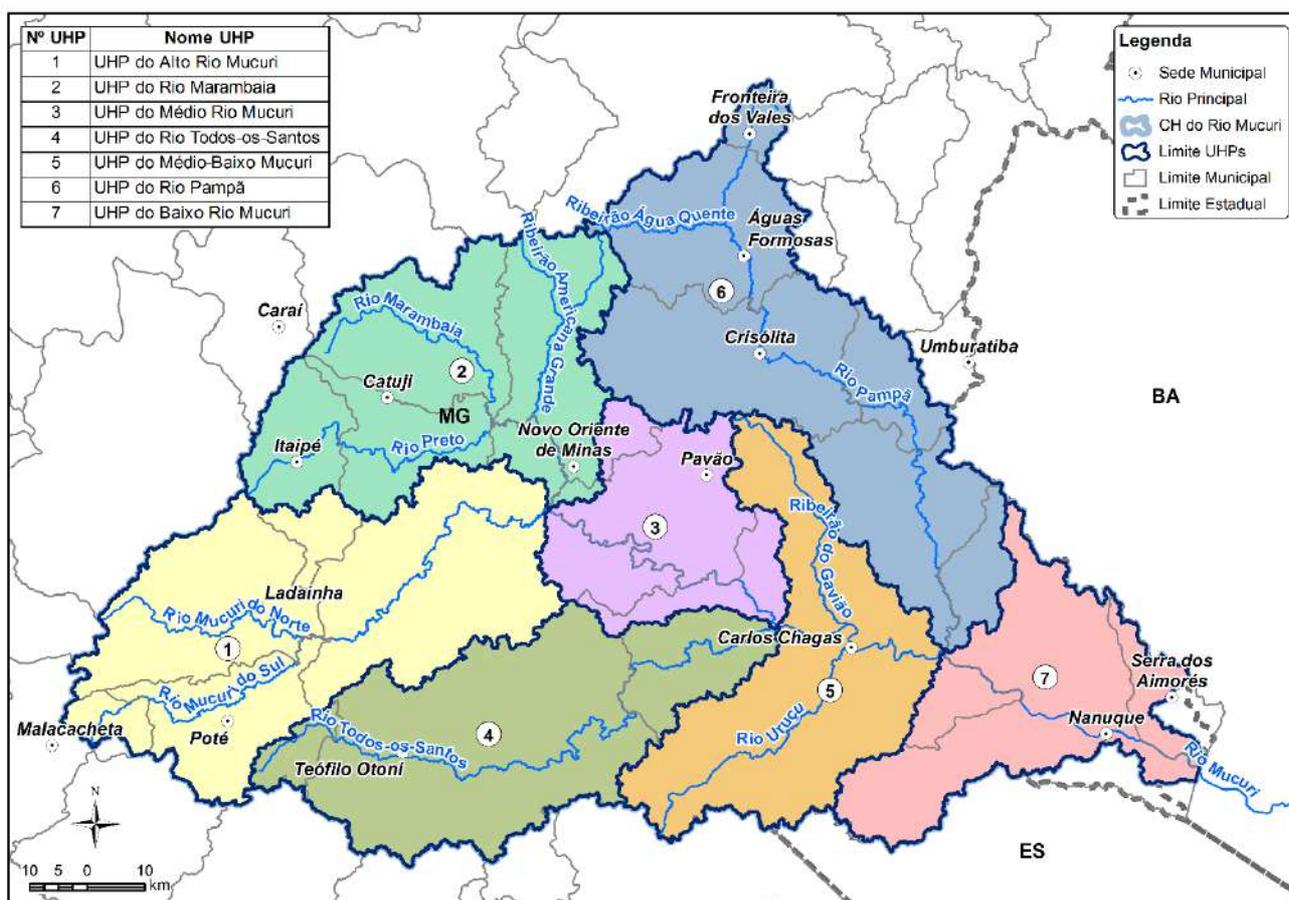
2. DIAGNÓSTICO

O diagnóstico busca caracterizar a área de estudo em diversos aspectos e, assim, identificar informações relevantes à gestão de recursos hídricos. Após a caracterização geral, são levantados dados de disponibilidade e usos da água para, posteriormente, obter resultados que indiquem a situação atual do balanço hídrico da bacia.

A estruturação das informações deste diagnóstico se dá, principalmente, a partir de dois recortes espaciais: o primeiro, de caráter político-administrativo, contempla os municípios que possuem área no interior da CH; o segundo, voltado à elaboração do PDRH e ECA e proposto no âmbito da realização desses estudos, é formado pelas Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHPs).

A Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri possui um total de 14.594,5 km² e foi dividida em sete Unidades Hidrológicas de Planejamento. A bacia abrange territórios de 16 municípios, sendo 13 com sede na bacia (Águas Formosas, Carai, Carlos Chagas, Catuji, Crisólita, Fronteira dos Vales, Itaipé, Ladainha, Malacacheta, Nanuque, Novo Oriente de Minas, Pavão, Poté, Serra dos Aimorés, Teófilo Otoni, Umburatiba). As UHPs e municípios da bacia podem ser observados na Figura 2.1.

Figura 2.1 - Unidades Hidrológicas de Planejamento.



Fonte: elaboração própria.

As UHPs têm suas áreas distribuídas nos municípios da Circunscrição Hidrográfica conforme apresentado no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 - Distribuição dos municípios nas UHPs.

UHP	Área da UHP (km ²)	Município	Área do município na UHP (km ²)	Porcentagem do município na UHP
UHP-1 - Alto Rio Mucuri	2.836,88	Itaipé	138,97	29%
		Ladainha*	867,53	100%
		Malacacheta	111,08	15%
		Poté*	506,22	81%
		Teófilo Otoni	1.213,07	37%
UHP-2 - Rio Marambaia	2.246,81	Caraí	693,11	56%
		Catuji*	419,75	100%
		Itaipé*	342,42	71%
		Novo Oriente de Minas*	655,31	87%
		Pavão	25,00	4%
		Teófilo Otoni	111,21	3%
UHP-3 - Médio Rio Mucuri	1.168,09	Carlos Chagas	257,11	8%
		Novo Oriente de Minas	100,28	13%
		Pavão*	576,28	96%
		Teófilo Otoni	234,41	7%
UHP-4 - Rio Todos-os-Santos	2.186,63	Carlos Chagas	380,65	12%
		Poté	119,72	19%
		Teófilo Otoni*	1.686,26	52%
UHP-5 - Médio-Baixo Mucuri	1.771,85	Carlos Chagas*	1.771,85	55%
UHP-6 - Rio Pampã	2.873,94	Águas Formosas*	706,30	86%
		Carlos Chagas	647,25	20%
		Crisólita*	966,47	100%
		Fronteira dos Vales*	98,16	31%
		Nanuque	195,25	13%
		Umburatiba	260,50	64%
UHP-7 - Baixo Rio Mucuri	1.510,30	Carlos Chagas	148,09	5%
		Nanuque*	1.200,79	78%
		Serra dos Aimorés*	161,42	66%
Fora área de estudo	1.886,09	Águas Formosas	114,02	14%
		Caráí**	550,60	44%
		Fronteira dos Vales	222,64	69%
		Malacacheta**	618,18	85%
		Nanuque	148,29	10%
		Serra dos Aimorés	84,60	34%
Umburatiba**	147,76	36%		
Total Geral	-	-	16.480,58	-

Fonte: elaboração própria.

* Municípios com sede na Unidade Hidrológica de Planejamento.

** Municípios com sede fora da CH.

A utilização de múltiplos recortes territoriais e a sintetização das diversas informações sobre uma mesma área de estudo é realizada com a utilização de Sistema Geográfico de Informações (SIG), que possibilita a reunião e compilação das informações espacializadas ou não. É a partir de operações realizadas através de ferramentas de SIG que as informações originalmente espacializadas em outros recortes espaciais são distribuídas ou agrupadas nas UHPs.



2.1. CONSULTAS PÚBLICAS PARA ELABORAÇÃO DO DIAGNÓSTICO

A participação social, setorial e institucional, nas diversas fases de elaboração do Plano Diretor de Recursos Hídricos, está prevista nas leis das águas federal e estadual e deve ser realizada de modo a envolver os atores e tomadores de decisão das instituições da bacia que têm relação com a gestão dos recursos hídricos. Para a fase de Diagnóstico do PDRH da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri foram realizadas três Consultas Públicas, em novembro de 2019, nos municípios de Carlos Chagas, Teófilo Otoni e Novo Oriente de Minas.

O objetivo das Consultas Públicas foi apresentar os resultados preliminares do Diagnóstico do PDRH da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri, além de ouvir demandas e contribuições dos participantes, envolver a sociedade na elaboração dos instrumentos de gestão e fortalecer as representações do Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Rio Mucuri. Os atores envolvidos nas Consultas Públicas do Diagnóstico do processo de elaboração do PDRH e ECA, conforme o Plano de Informação e Mobilização Social (PIMS), são aqueles que atuam ou interferem direta ou indiretamente na qualidade ou quantidade de água e que serão os responsáveis pela implementação das ações do Plano Diretor de Recursos Hídricos e do Programa de Efetivação do Enquadramento.

Na consulta de Carlos Chagas foram discutidos os assuntos de outorga, cadastros de usuários e usos insignificantes, deficiência de informações sobre água subterrânea e contaminação por coliformes fecais, entre outros. Em Teófilo Otoni comentou-se, principalmente, sobre o uso do solo, esgotamento sanitário e a modelagem da qualidade da água. Na Consulta Pública de Novo Oriente de Minas, por sua vez, discutiu-se sobre a disponibilidade de água subterrânea e os usos insignificantes, entre outros assuntos.

Na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri a participação foi qualificada, do ponto de vista técnico. Na segunda consulta, realizada em Teófilo Otoni participaram estudantes e professores universitários que fizeram contribuições técnicas pontuais e muito relevantes. As informações relativas à qualidade da água, determinação de carga orgânica, modelagem de qualidade da água, uso do solo e esgotamento sanitário estão entre os itens que foram mais questionados na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.

2.2. CARACTERIZAÇÃO GERAL

A caracterização física da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri é apresentada em itens que contém os seguintes temas: hidrografia, geologia, hidrogeologia, geomorfologia, pedologia, clima, vulnerabilidade à erosão, aptidão agrícola, vegetação e fauna. Em seguida, são apresentados itens sobre as características de ocupação do território e socioeconômicas, são eles: unidades de

conservação, uso e ocupação do solo, população e indicadores demográficos, saneamento e identificação e caracterização dos atores sociais estratégicos.

2.2.1. CONDIÇÕES FÍSICAS E BIÓTICAS

2.2.1.1. Hidrografia

A caracterização da hidrografia na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri é realizada a partir da apresentação dos corpos hídricos para toda a CH e para cada uma das UHPs. A bacia possui um total de 17.546,9 km de cursos d'água, distribuídos em uma área total de 14.594,5 km², com altitude máxima de 1.238 m e mínima de 43 m, além de um perímetro de 868 km. No Quadro 2.2 é apresentada a extensão total dos cursos d'água e a área de cada UHP.

Quadro 2.2 - Extensões de cursos d'água nas UHPs da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.

Nome da UHP	Extensão dos cursos d'água (km)	Área da UHP (km ²)	Corpos hídricos principais
UHP-1 - Alto Rio Mucuri	3.723,3	2.836,9	Rio Mucuri, Rio Mucuri do Sul e Rio Mucuri do Norte
UHP-2 - Rio Marambaia	2.808,1	2.246,8	Rio Marambaia, Rio Preto e Ribeirão Americana Grande
UHP-3 - Médio Rio Mucuri	1.447,0	1.168,1	Rio Mucuri, Córrego Novo e Córrego do Pavão
UHP-4 - Rio Todos-os-Santos	2.896,5	2.186,6	Rio de Todos-os-Santos
UHP-5 - Médio-Baixo Mucuri	1.907,0	1.771,8	Rio Mucuri, Rio Uruçu e Ribeirão do Gavião
UHP-6 - Rio Pampã	3.364,8	2.873,9	Rio Pampã e Ribeirão Água Quente
UHP-7 - Baixo Rio Mucuri	1.400,2	1.510,3	Rio Mucuri e Ribeirão das Pedras
Total Geral	17.546,9	14.594,5	

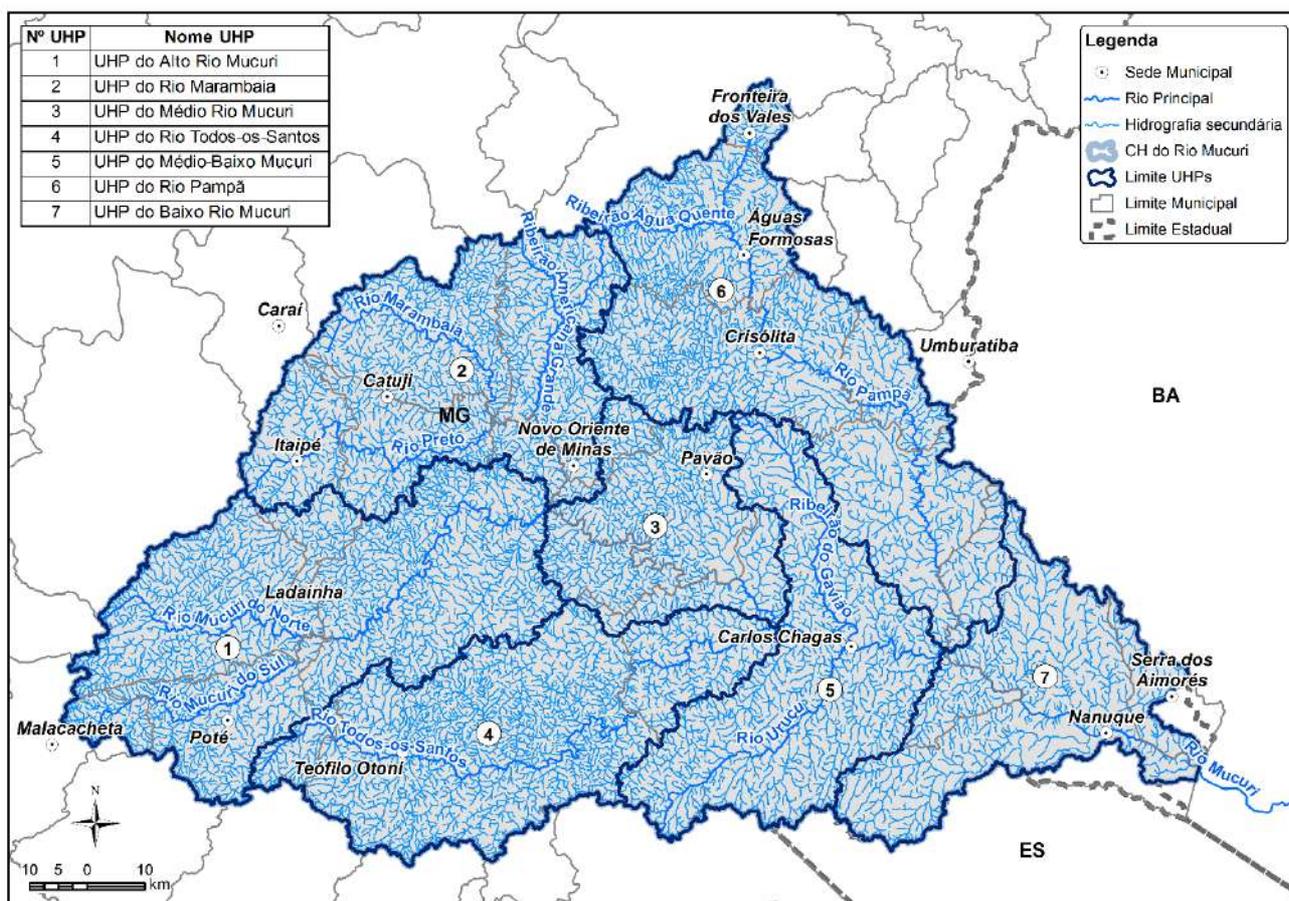
Fonte: elaboração própria, utiliza-se a base de hidrografia a apresentada por IGAM (2010).

A UHP que possui maior extensão de cursos d'água é a UHP-1 - Alto Rio Mucuri, com um total superior a 3.700 km, distribuídos em uma área de 2.836,9 km². Esta UHP possui como cursos d'água principais, além do Rio Mucuri, os Rios Mucuri do Norte, Mucuri do Sul e o Córrego Mumbuca. Por outro lado, a UHP com menor extensão é a UHP-7 - Baixo Rio Mucuri, que possui 1.400,2 km de cursos d'água distribuídos em uma área de 1.510,3 km².

É importante realizar uma ressalva sobre as UHPs 3, 5 e 7: essas unidades não são o que se pode considerar uma bacia hidrográfica convencional, já que são, na realidade, uma reunião de bacias de drenagem que tem como exutório um trecho do Rio Mucuri. Na Figura 2.2 é ilustrada a hidrografia de toda a bacia.



Figura 2.2 - Hidrografia detalhada da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.



Fonte: elaboração própria.

A geometria da bacia foi analisada utilizando a metodologia do Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa de dezembro de 2012 (EMBRAPA, 2012), que considera os seguintes dados sobre a bacia hidrográfica: área, comprimento do eixo da bacia, perímetro, altitude máxima e altitude mínima. Em relação a forma das bacias, pode-se afirmar que, de acordo com a metodologia proposta, a maior parte das UHPs e a CH possuem formatos alongados e, por isso, uma baixa propensão à ocorrência de enchentes, já que os episódios de chuva tendem a não abranger a totalidade da área da bacia em um mesmo período e a contribuição dos cursos d'água afluentes chega ao rio principal em vários pontos, distribuindo o volume de água.

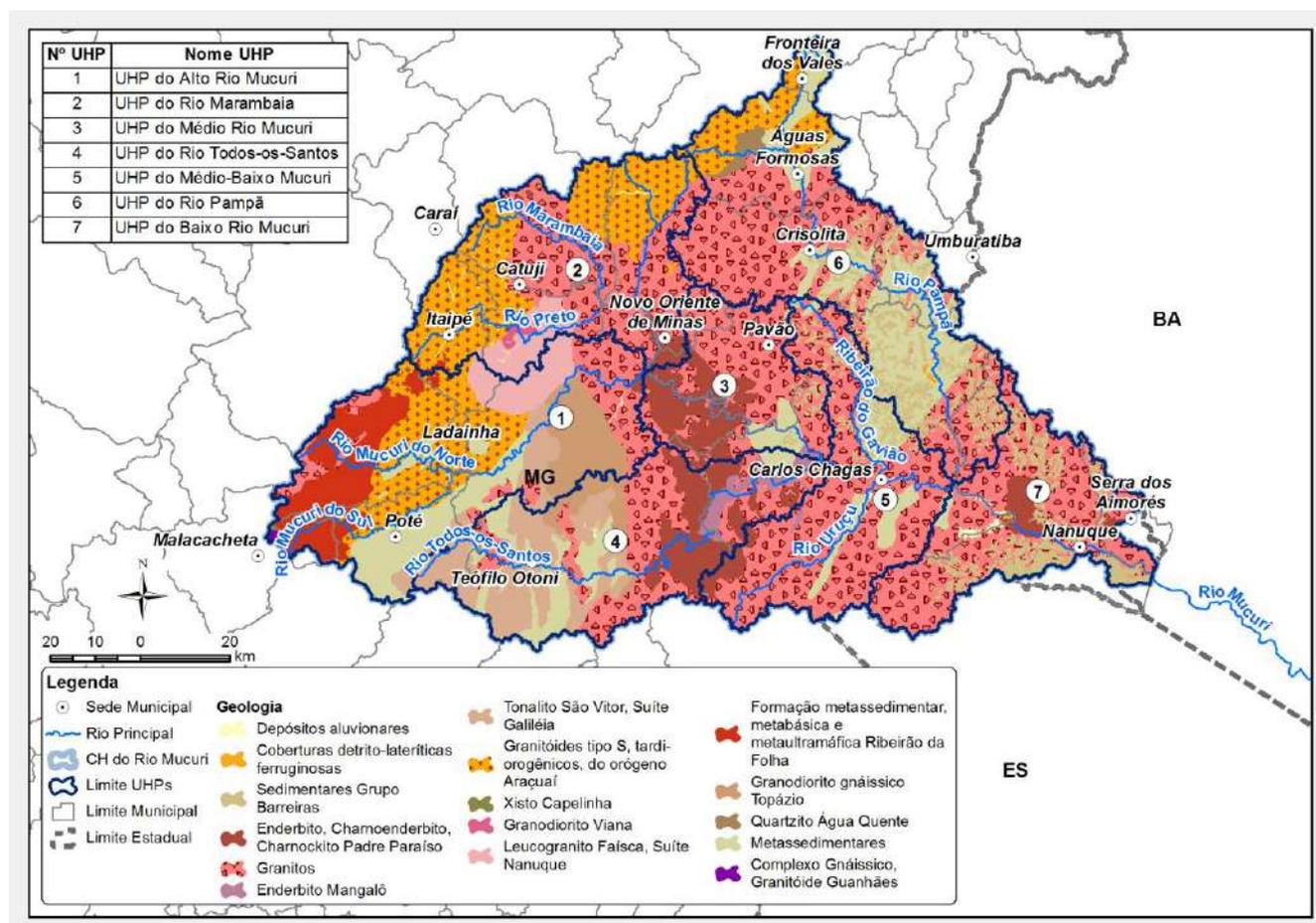
2.2.1.2. Geologia

Na geologia aflorante na CH Mucuri, predominam as rochas ígneas e metamórficas, uma vez que está localizada sobre um orógeno, formado por intenso retrabalhamento, magmatismo e metamorfismo. As rochas sedimentares são mais recentes e menos expressivas, estando restritas ao Grupo Barreiras do período Paleógeno, às coberturas detrito-lateríticas do Neógeno e aos depósitos aluvionares do Quaternário (NETTO, C. *et al.* 1998).



A região onde está localizada a Bacia do Rio Mucuri situa-se majoritariamente sobre as rochas inseridas no Orógeno Araçuaí/Ribeira, abrangendo principalmente as litologias correspondentes ao Neoproterozoico e ao Paleozoico, e em menor ocorrência as rochas do embasamento arqueano e paleoproterozoico, também inseridas no orógeno. Além destas, ocorrem de maneira secundária as coberturas sedimentares cenozoicas, preenchendo os vales e rios da bacia (MACHADO *et al.*, 2010). As unidades geológicas da bacia podem ser observadas na Figura 2.3.

Figura 2.3 - Geologia da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.



Fonte: adaptado de IDE-Sisema, 2013.

2.2.1.3. Hidrogeologia

As rochas ígneas e metamórficas, predominantes na região, funcionam como aquíferos fraturados, cuja porosidade se dá através de falhas, fraturas e fissuras. Já as coberturas sedimentares funcionam como aquíferos granulares ou porosos, cuja porosidade se dá nos espaços entre os sedimentos (poros).

A Carta Hidrogeológica Folha SE.24 Rio Doce (CPRM, 2016), caracteriza a região da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri como Embasamento Cristalino Indiferenciado, cujo correspondente litológico são as rochas ígneas e metamórficas citadas no item 2.2.1.2, com intervalos de vazões específicas que variam de 0,04 a 0,4 m³/h/m, valores de transmissividade de 10⁻⁶ a 10⁻⁵ m²/s, valores



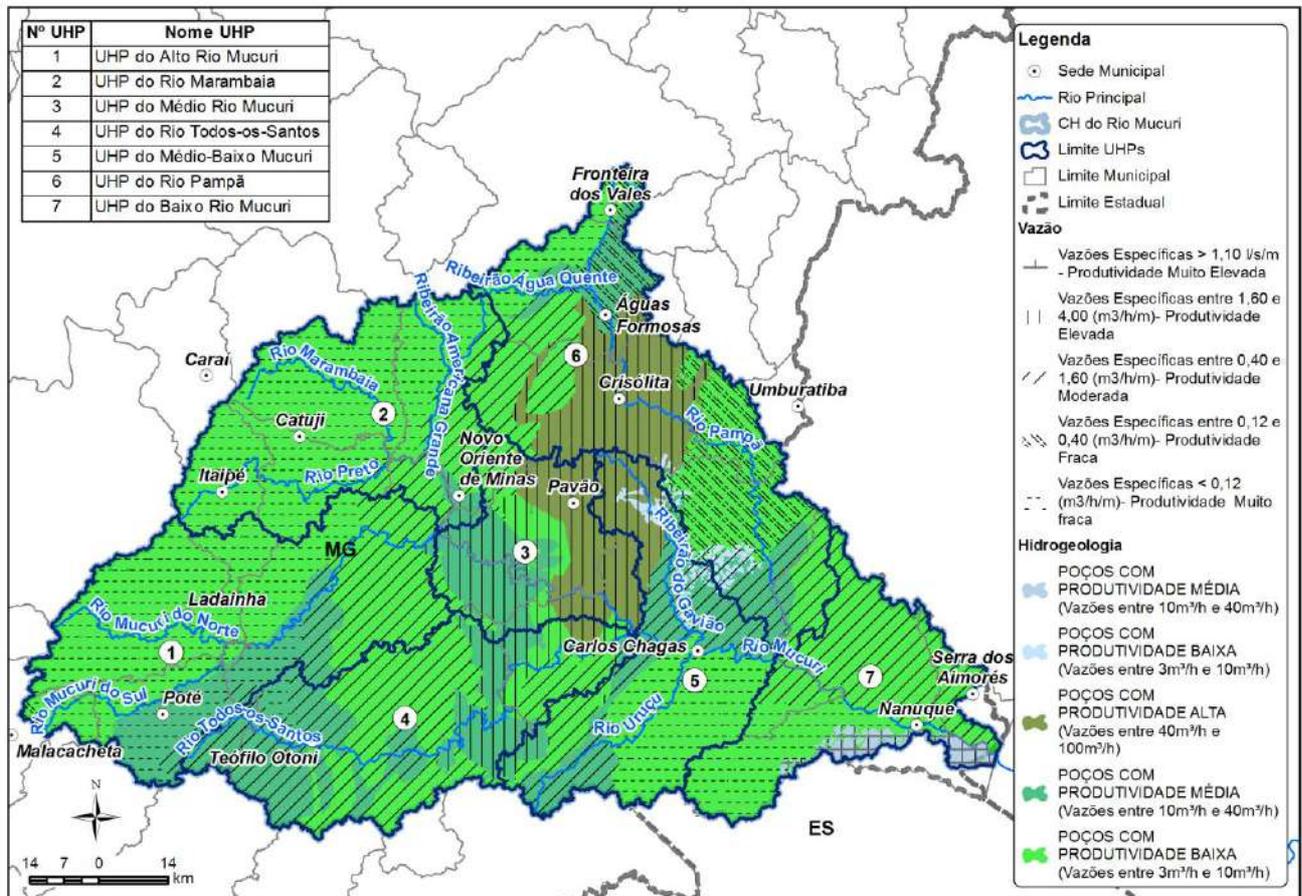
de condutividade hidráulica de 10^{-8} a 10^{-7} m/s e vazões entre 1 e $10 \text{ m}^3/\text{h}$. De acordo com CPRM (2016), a produtividade é geralmente muito baixa, porém localmente baixa.

O mapeamento hidrogeológico realizado pelo IBGE, no ano de 2015, utilizou além da bibliografia existente, dados de 27.535 poços localizados na região sudeste, o que permitiu uma melhor delimitação de áreas com maior ou menor potencialidade para água subterrânea.

Segundo IBGE (2015), os aquíferos fraturados presentes na bacia estão inseridos no Domínio Hidrogeológico Fissural, abrangendo rochas ígneas e metamórficas, que juntas ocupam 98% da área da bacia. Os aquíferos granulares, que são as coberturas sedimentares, fazem parte do Domínio Hidrogeológico Poroso, ocupando aproximadamente 2% da área da bacia.

Em termos de potencialidade para água subterrânea, IBGE (2015) classifica os aquíferos da região por intervalos de vazão (m^3/h) e por vazão específica ($\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$). Aproximadamente 66% da área da bacia é constituída por aquíferos que apresentam baixa potencialidade, 23% apresentam média potencialidade e 11% apresentam alta potencialidade. A potencialidade dos aquíferos é apresentada na Figura 2.4.

Figura 2.4 - Hidrogeologia da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.



Fonte: adaptado de IBGE, 2015.

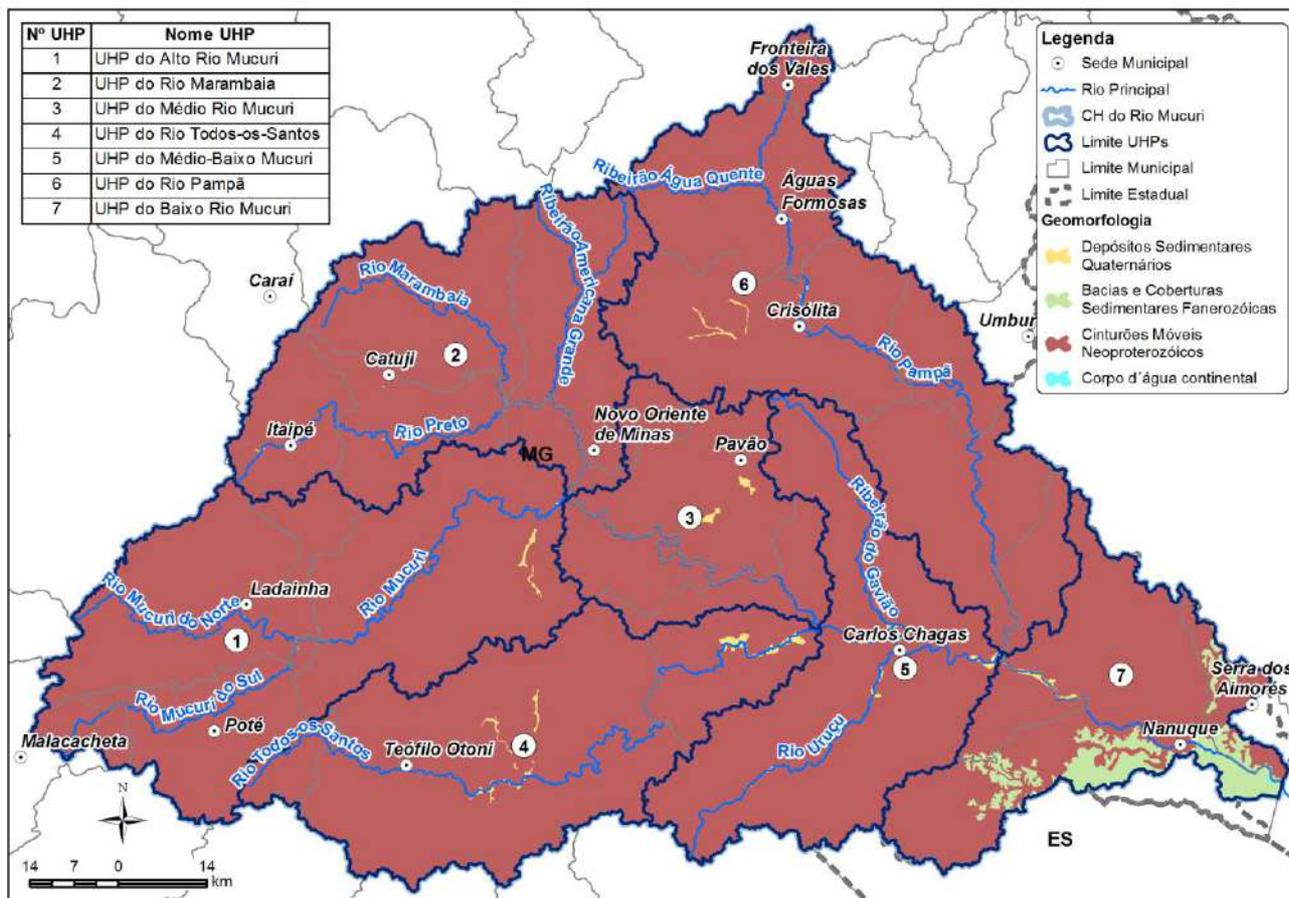
Devido a inexistência de uma rede de monitoramento de qualidade da água subterrânea na região, não foi possível realizar uma análise aprofundada da qualidade das águas subterrâneas da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri. Essa falta de informação é retomada no item 5.3.2.3 pelas ações 3.2.1 - Elaborar estudos técnicos para preencher as lacunas de conhecimento e 3.2.3 - Elaborar um diagnóstico da situação das águas subterrâneas na bacia. Segundo CPRM (2019), as águas do Sistema Aquífero Cristalino, predominante na bacia, apresentam salinidade variável em função da influência climática, que sob condições extremas de evapotranspiração pode se apresentar inadequada para consumo humano. A vulnerabilidade à contaminação é elevada, diante do nível freático raso e de sua baixa capacidade de depuração de cargas contaminantes.

2.2.1.4. Geomorfologia

A bacia é caracterizada pela ocorrência de três domínios geomorfológicos: **Cinturões Móveis Neoproterozóicos**, que abrangem extensas áreas características por planaltos, alinhamentos serranos e depressões interplanálticas; **Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas**, com ocorrência de planaltos e chapadas desenvolvidos sobre rochas sedimentares horizontais a sub-horizontais, ocasionalmente dobradas e/ou falhadas; e **Depósitos Sedimentares Quaternários**, composto pelas áreas de acumulação, representadas pelos terraços de baixa declividade e planícies e, ocasionalmente, depressões formadas sobre depósitos de sedimentos horizontais a sub-horizontais de ambientes fluviais, marinhos, fluviomarinhos, lagunares e/ou eólicos (IBGE, 2009). A Figura 2.5 apresenta os domínios geomorfológicos presentes na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.



Figura 2.5 – Domínios geomorfológicos da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.



Fonte: adaptado de IBGE, 2009.

A maior ocupação territorial é do domínio geomorfológico de Cinturões Móveis Neoproterozoicos, com 14.283,3 km² (97,8%) da área total da bacia. O domínio Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas ocupa 233,0 km², cerca de 1,6% da área da bacia, enquanto o domínio Depósitos Sedimentares Quaternários preenche apenas 78,1 km², equivalente a 0,5% da área total da bacia.

2.2.1.5. Pedologia

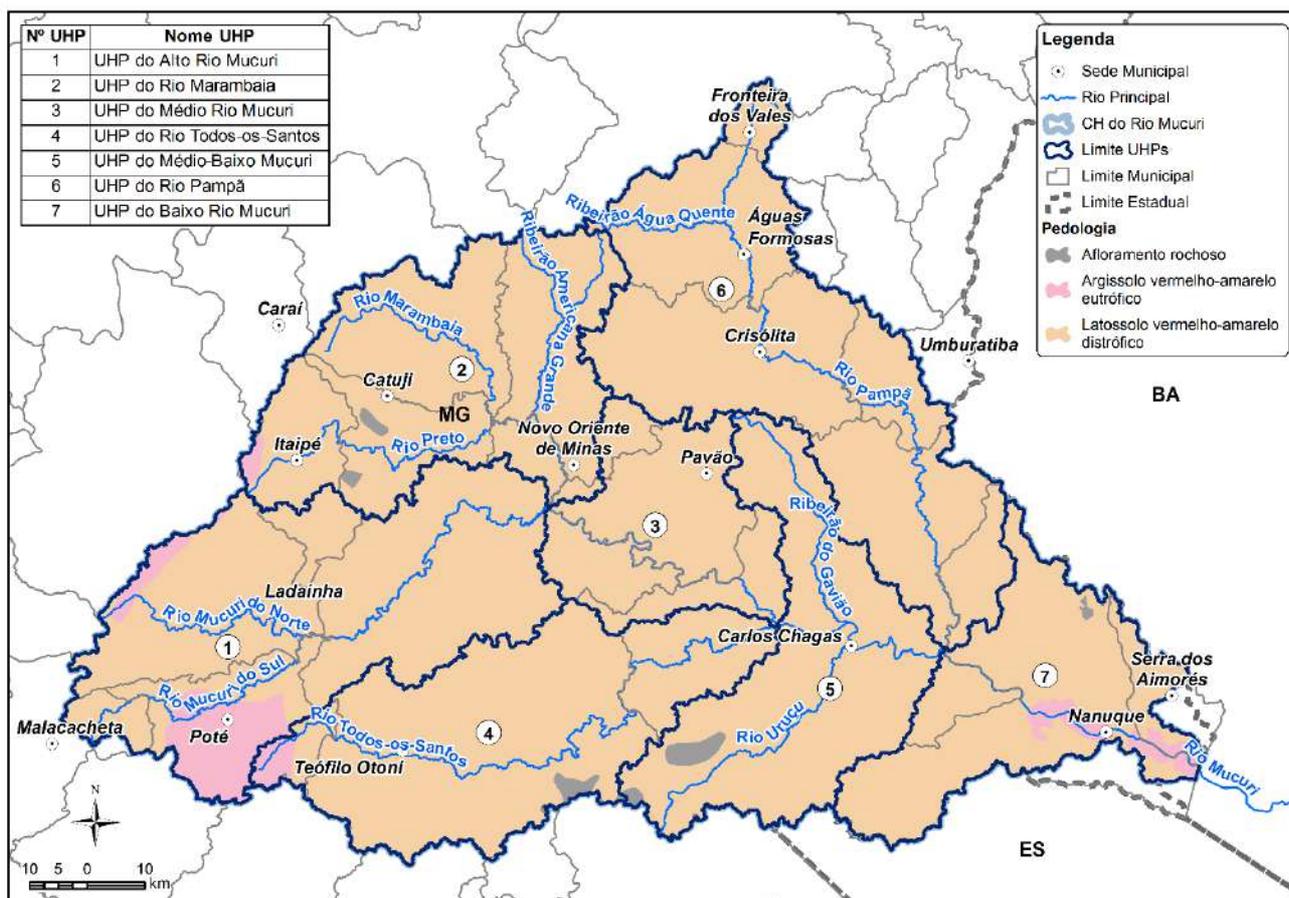
Na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri ocorrem duas classes de solo: o Latossolo vermelho-amarelo distrófico, que ocupa 13.966,9 km², 95,7% da área total da bacia, e o Argissolo vermelho-amarelo eutrófico, que ocupa 525,4 km², 3,6% da área da bacia. Os 102,2 km² restantes, 0,7% da bacia, são ocupados por afloramentos rochosos.

Os latossolos presentes são profundos e normalmente bem drenados. Ocorrem no estado solos com texturas argilosas e médias, presentes em relevos do plano ao forte ondulado. Regem-se a solos pouco produtivos devido à baixa fertilidade e a presença de alumínio tóxico para as plantas (DO AMARAL, 2004).



As características dos argissolos locais são: solos profundos a pouco profundos, bem drenados, ocorrendo eventualmente solos rasos, com transição abrupta e argila de atividade alta. Esses ocupam relevos fortemente ondulados e ondulados. As restrições agrícolas abrangem o relevo movimentado, a baixa fertilidade natural e, na região do Mucuri, alguns solos apresentam fases preenchidas por cascalho (DO AMARAL, 2004). Na Figura 2.6 é apresentada a abrangência de cada classe de solo na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.

Figura 2.6 - Pedologia da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.



Fonte: adaptado de UFV, 2010.

2.2.1.6. Clima

Em relação ao clima da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri, segundo a classificação climática Köppen-Geiger ocorrem dois tipos: Aw e Cwa. O tipo Aw, caracterizado como clima tropical, seco no inverno e chuvoso no verão, é o clima predominante na bacia em uma faixa com mais de 150 km de extensão, que vai desde a divisa entre os estados de Minas Gerais e Bahia até a sede do município de Ladainha, no sentido leste-oeste. No extremo oeste da bacia ocorre o tipo Cwa, caracterizado como subtropical ou tropical de altitude, com inverno seco e verões quentes. A ocorrência destes dois tipos climáticos confere à Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri um clima regional caracterizado como subúmido, com mesoclima predominante fraco.

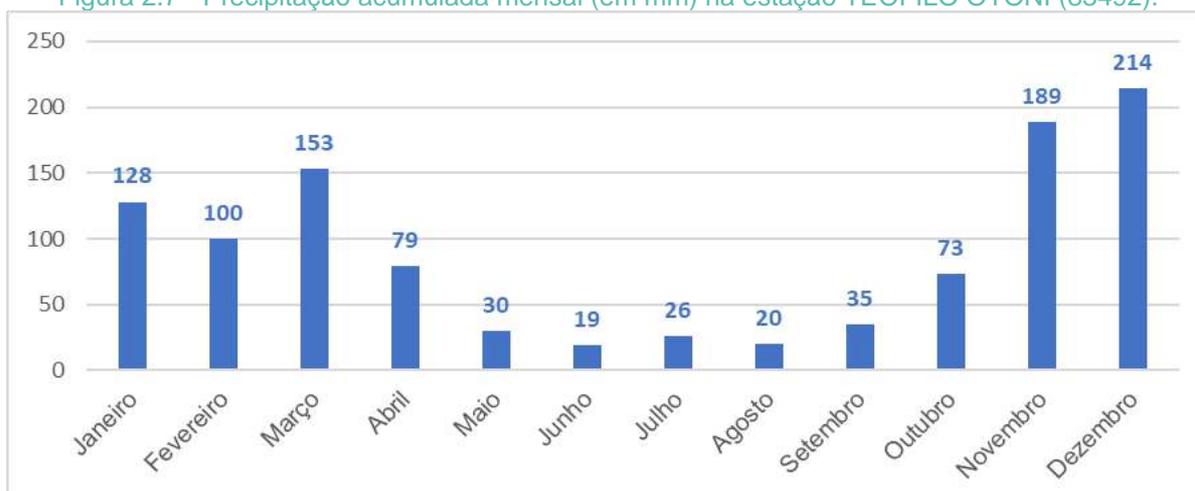


A bacia, como região de clima subúmido, é transitória entre os climas mais secos para aqueles caracterizados como úmidos. **Nestas condições é necessária atenção especial aos usuários e gestores públicos dos recursos naturais, pois refletem na disponibilidade dos recursos hídricos**, principalmente quando se trata de atividades agropecuárias, relevantes na área em estudo. Devido aos períodos secos que ocorrem geralmente de maio a setembro, a bacia sofre com escassez de água para suprir as demandas¹.

A distribuição espacial das temperaturas na bacia, segundo as normais climatológicas produzidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), é de maior amplitude na porção oeste da bacia, onde as temperaturas máximas anuais ficam entre 31° e 33°C e as mínimas entre 18° e 20°C, com médias entre 24° e 26°C. Já na porção leste da bacia, onde amplitude térmica é menor, as temperaturas máximas variam de 29° a 31°C, as médias de 22° a 24° C e as mínimas de 20° a 22°C (IGAM, 2011; INMET, 2020).

Quanto ao regime pluviométrico, o período de maior pluviosidade é de novembro a março e o período seco vai de maio a setembro. Os meses de abril e outubro são considerados meses de transição. As sub-bacias hidrográficas localizadas no norte da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri (ex. Ribeirão Água Quente, Ribeirão Americana e Ribeirão Marambaia) estão sujeitas a uma precipitação média anual menor que as sub-bacias da parte sudoeste. Conforme as Normais Climatológicas produzidas pelo INMET, referente ao período de 1981 a 2010, os valores de precipitação acumulada anual vão de 1050 a 1250 mm/ano na grande maioria da bacia e de 1250 a 1450 mm/ano na sua porção leste em parte dos municípios de Nanuque e Serra dos Aimorés. A Figura 2.7 apresenta a precipitação acumulada mês a mês para a normal climatológica de 1981 a 2010 em Teófilo Otoni.

Figura 2.7 - Precipitação acumulada mensal (em mm) na estação TEÓFILO OTONI (83492).



Fonte: adaptado de INMET, 2020.

¹ O programa 3.4 – Contingência Hídrica e Eventos Extremos, apresentado no item 5.3.2.3, tem o objetivo de minimizar os efeitos de períodos de escassez, assim como o PDRH e os demais instrumentos de gestão de recursos hídricos buscam garantir a disponibilidade de água para os usos da região.

Conforme informações contidas no estudo referente aos Recursos Hídricos e Desenvolvimento Regional nas Bacias dos Rios Doce e Itaúnas, produzido em 2003, a dinâmica de uso dos solos na região leste de Minas Gerais vem provocando, além da deterioração da qualidade da água, mudanças nos regimes hidrológicos e potencializando a ocorrência de eventos de cheias e secas (apud AGERH, 2018). Essas conclusões podem ser correlacionadas com a Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri que apresenta fenômenos semelhantes.

➤ Eventos extremos

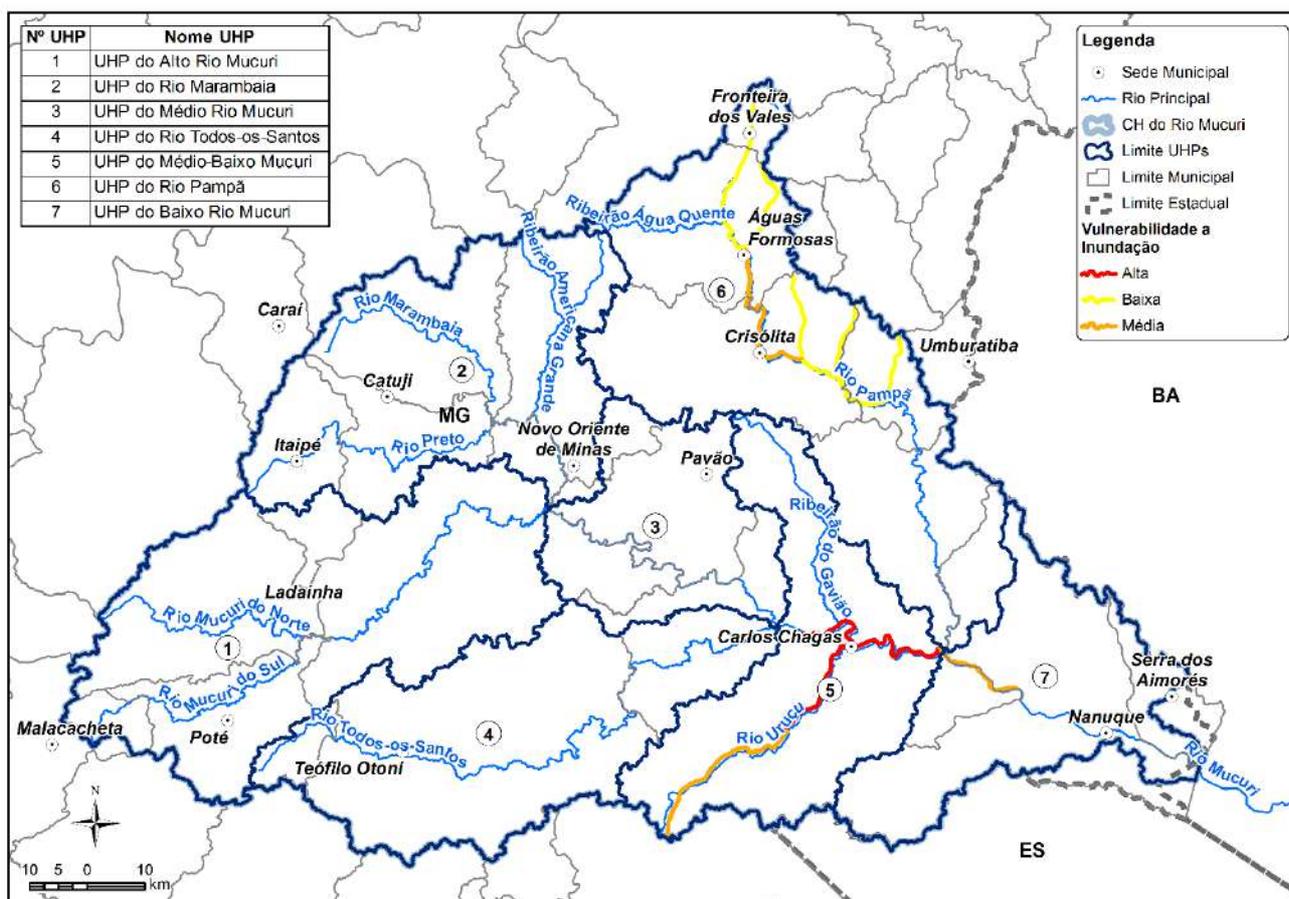
Na bacia, o problema da seca é mais frequente do que o das inundações. O regime climático operante impõe forte sazonalidade em grande parte do domínio espacial, favorecendo a existência de um comportamento temporário na maior parte das drenagens da bacia (MMA, 2006).

Quanto a eventos de estiagem e seca, os dados de série histórica disponibilizados pelo Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) informam um total de 59 registros de 2003 até 2016 nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri (DEFESA CIVIL, 2003 a 2016). No mesmo período foram contabilizados 21 decretos de situação de emergência referentes a eventos críticos de inundações e enxurradas nos municípios da bacia.

Na Figura 2.8 são apresentadas as áreas suscetíveis a inundações obtidas através de modelagem e validada pelo CPRM em campo entre os anos de 2012 e 2014 e por meio do Atlas de Vulnerabilidade a Inundações elaborado pela ANA em 2014, para a Bacia do Rio Mucuri.



Figura 2.8 - Áreas suscetíveis à inundação na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.



Fonte: adaptado de ANA, 2014.

Destacam-se as UHPs Médio-Baixo Rio Mucuri e Baixo Rio Mucuri ao longo do rio Mucuri, as quais apresentam alta susceptibilidade a inundações (município de Carlos Chagas). A UHP Rio Pamp, por sua vez, apresenta média vulnerabilidade a inundações ao longo do rio Pamp (municípios de Crisolta e guas Formosas).

No mês de dezembro de 2021 foi registrada uma precipitação acumulada de 350 mm em Teófilo Otoni, o que representa um volume 63% maior em relação a normal climatológica para esse ms. Doze das 16 cidades da bacia do Rio Mucuri declararam situação de emergência devido às chuvas intensas. Entre esses municípios, foi reconhecido um total de 369 pessoas desabrigadas e 2.136 desalojadas.

O Plano de Energia e Mudanças Climáticas de Minas Gerais (FEAM, 2015) identifica a região da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri como prioritária no estado, junto com a região do Vale do Jequitinhonha, para a promoção de ações locais de adaptação integrada e planejada, já que essas são as regiões mais vulneráveis às mudanças climáticas. O mesmo plano coloca como principais desafios para a região:



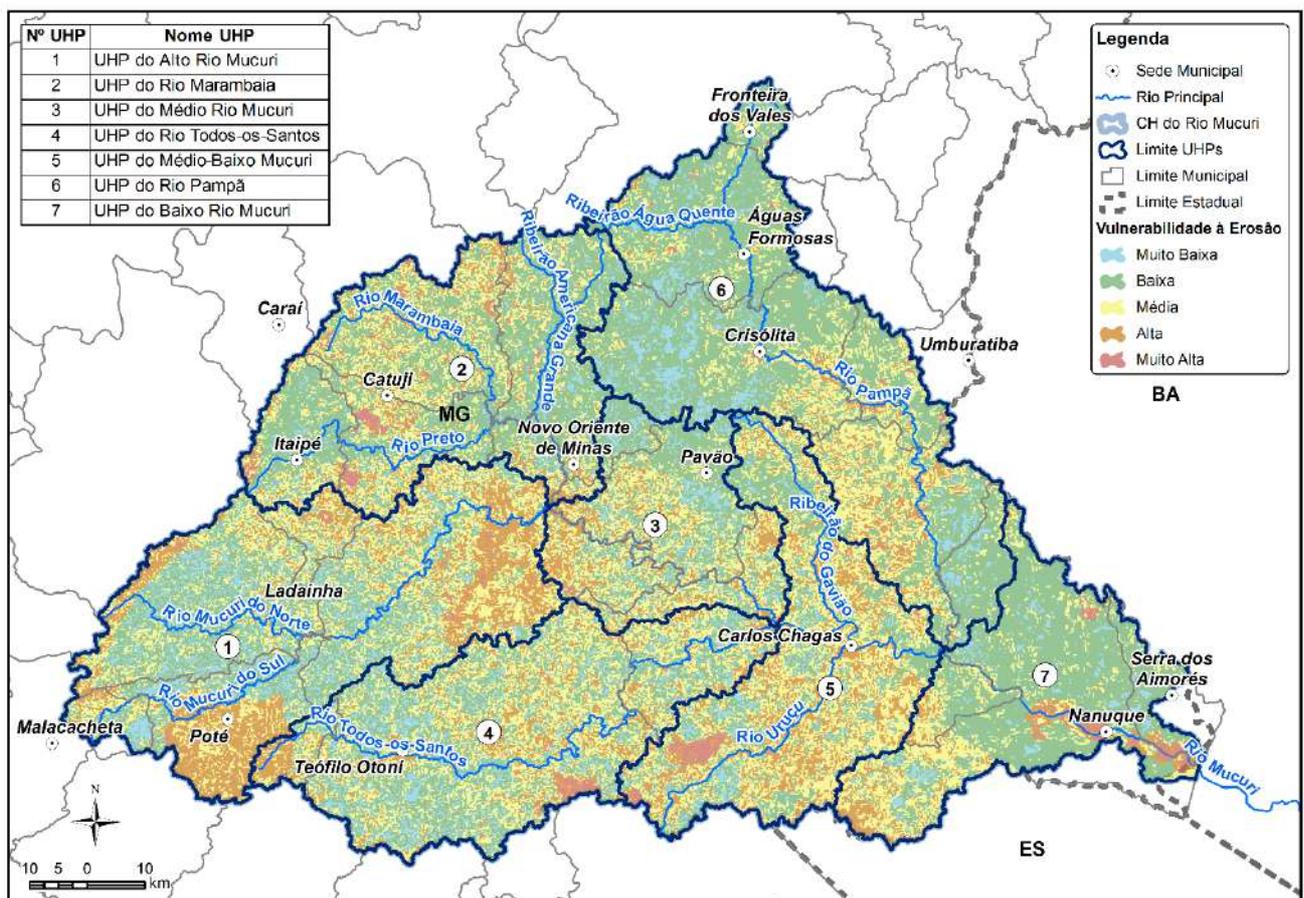
Setor agrícola / silvícola; saúde humana e educação; recursos hídricos: disponibilidade de água para setores econômicos, abastecimento de água potável para consumo humano; fluxos migratórios negativos; desertificação; capacitação institucional. (FEAM, 2015)

Se conclui, então, que os atuais desafios quanto à disponibilidade hídrica tendem a se tornar maiores com as possíveis mudanças no clima, tornando mais severas as variabilidades climáticas já existentes e ainda mais importante a eficiência nos usos da água.

2.2.1.7. Vulnerabilidade à erosão

A análise da vulnerabilidade dos solos à erosão foi realizada com base no estudo do Zoneamento Ecológico Econômico de Minas Gerais (ZEE-MG) (MINAS GERAIS, 2008), sendo um recorte do mapa da vulnerabilidade dos solos à erosão do Estado de Minas Gerais. A Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri possui 6.603 km² de superfície com baixa vulnerabilidade dos solos à erosão, que equivale a 45,4% da área da bacia. Dos 7.943 km² restantes, 29,8% apresentam média vulnerabilidade, 15,6% apresentam alta vulnerabilidade, 7,9% muito baixa e 1,3% apresentam muito alta vulnerabilidade dos solos à erosão. Esses resultados são expostos na Figura 2.9.

Figura 2.9 - Vulnerabilidade do solo à erosão na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.



Fonte: adaptado de Minas Gerais, 2008.

Comparando as 7 UHPs, as que apresentam maiores porcentagens de áreas mais suscetíveis à erosão são a UHP-1 - Alto Rio Mucuri, com 24,4% de sua área com alta vulnerabilidade, e a UHP-5 - Médio-Baixo Mucuri, com 24,3%. As UHPs do Médio Rio Mucuri e do Rio Todos-os-Santos apresentam 17,7% e 15,3%, respectivamente, de áreas com alta vulnerabilidade; e as demais apresentam valores que variam de aproximadamente 7% a 12%. Os quantitativos de área encontrados para a classe muito alta vulnerabilidade mostram-se pouco expressivos para todas as UHPs, variando de 0,3% a 2,7%. No geral, áreas com baixa vulnerabilidade dos solos à erosão são predominantes nas UHPs (exceto UHP-5 - Médio-Baixo Mucuri), chegando a mais de 60% nas UHPs do Rio Pampã e do Baixo Rio Mucuri.

Em relação à perda de solo, 66% da área da bacia possui perdas superiores a 10 t/ha/ano, o que pode ser explicado pelas grandes extensões de terras com produção agrícola, principalmente na porção oeste da bacia, bem como pelos altos valores de erodibilidade da chuva. Os resultados obtidos nesse estudo indicam que **a Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri está sujeita a processos erosivos críticos** e apontam para a **necessidade de adoção de práticas conservacionistas**².

2.2.1.8. Aptidão agrícola

A classificação dos solos quanto a sua aptidão para irrigação será baseada nas Unidades de Mapeamento de solos ocorrentes na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri e na classe de solo dominante em cada associação de solos. Predominam na bacia os Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos típicos, que abrangem solos minerais, não hidromórficos, profundos e bem drenados, com sequência de horizontes A-Bw-C e com alta saturação de bases (eutróficos). Também ocorrem na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri os Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos típicos, que compreendem solos minerais, profundos, não hidromórficos, com horizonte A seguido de horizonte B textural não plíntico. A fertilidade normalmente é baixa e algumas vezes agravada pela existência do alumínio livre. Tradicionalmente distróficos podem aparecer casos, em que o solo seja eutrófico, porém sempre a argila é de baixa atividade.

Empregou-se a classificação das terras para irrigação baseada nos critérios preconizados pelo United States Bureau of Reclamation (USBR) que é adotada na maioria dos países do mundo e classifica o solo de acordo com a classe predominante em cada uma das unidades de mapeamento de solo. A avaliação da aptidão das terras, a serem exploradas com irrigação, é feita por parâmetros físicos. A classificação do USBR advoga que a produção das culturas é função direta da combinação

² As ações 5.1.2 – Fortalecer parcerias para a realização de ações para controle da erosão no meio rural e 5.1.3 – Implantar projetos pilotos para controle de erosão no meio rural do programa 5.1 – Manejo de Água e Solo na Agropecuária, além de outras ações do programa 5.2 – Restauração e Conservação de Áreas Prioritárias, buscam reduzir os processos erosivos na bacia.

dos fatores físicos (solo, topografia e drenagem) com os fatores socioeconômicos (organização social, recursos e grau de tecnologia). Dessa forma, se depreende claramente que inovações ocorridas nos fatores socioeconômicos podem, a qualquer momento, tornar uma área de classe desfavorável em condições de ser irrigada.

As características utilizadas como diagnósticas para a classificação de terras para irrigação são: profundidade efetiva, textura, permeabilidade, drenagem, erosão, fertilidade, salinidade, alcalinidade, topografia ou relevo, pedregosidade e risco de inundação. Cada característica é classificada em graus de limitação (nulo, ligeiro, moderado, forte e muito forte) impostos ao uso com irrigação. Para enquadramento das classes de aptidão para irrigação foi usado o método sintético, que avalia o conjunto de limitações e atribui uma classe de aptidão para irrigação. Os critérios utilizados para estabelecer as classes de terras para irrigação foram:

- **Classe 1** - Aptidão boa: limitação nula para todas as características diagnósticas exceto fertilidade que pode ser ligeira; alto retorno do capital empregado.
- **Classe 2** - Aptidão regular: terras com limitação ligeira a moderada na maioria das características diagnósticas; retorno razoável do capital investido.
- **Classe 3** - Aptidão restrita: terras com limitação moderada na maioria das características diagnósticas; baixo retorno do capital investido.
- **Classe 4** - Terras aptas para cultivos especiais: limitação moderada a forte na maioria das características diagnósticas.
- **Classe 5** - Terras que nas condições atuais não podem ser irrigadas: apresentam potencial suficiente para justificar sua inclusão numa classe provisória; estudos posteriores definirão a sua classificação definitiva.
- **Classe 6** - Terras inaptas para irrigação: limitação forte a muito forte na maioria das limitações.

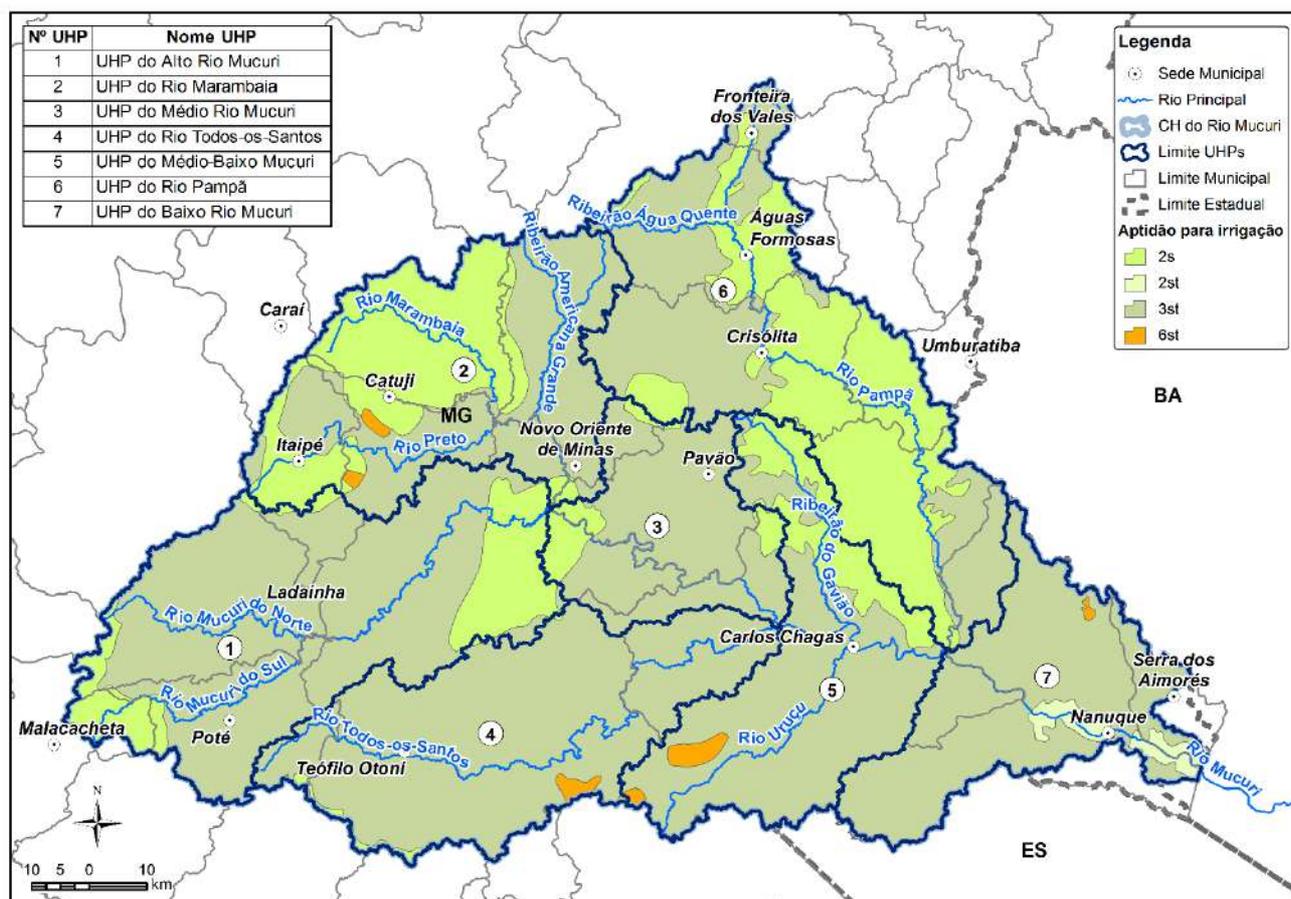
As razões que determinam a colocação das terras em classes inferiores são citadas através de subscritos, dispostos após o número correspondente à classe da terra. Os subscritos básicos identificados na bacia são:

- **s**: corresponde às características relacionadas com profundidade efetiva, textura, fertilidade, transição, erosão, salinidade, alcalinidade (que pode ser representado separadamente por horizonte).
- **t**: corresponde à topografia.

A Figura 2.10 e o Quadro 2.3 demonstram os resultados de classificação de aptidão para irrigação.



Figura 2.10 – Classes de aptidão para irrigação na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.



Fonte: elaboração própria.

Quadro 2.3 - Áreas de terras pertencentes às diversas classes de aptidão para irrigação.

Classes de aptidão das terras para irrigação	Área (ha)	Área (%)
2s	360.460,7	24,7
2st	11.610,5	0,8
3st	1.077.370,6	73,8
6st	9.459,8	0,6
Total	1.458.901,6	100

Fonte: elaboração própria.

Segundo os dados do Quadro 2.3, a grande maioria das terras são aptas para irrigação, pertencendo às classes de aptidão moderada para irrigação (2s e 2st) (25,5% da área) e aptidão restrita para irrigação (3st) (73,8% da área). Somente 0,6% da área é inapta para irrigação (classe 6st).

Deve-se atentar para o fato que as unidades de mapeamento de solos são associações de vários solos que não tem sua distribuição apresentada no mapeamento. A classificação da aptidão para irrigação considerou a classe dominante de solo na associação, porém dentro de cada delineamento do mapeamento podem existir classes de solos com aptidão melhor ou pior do que a mostrada no mapeamento. Essa limitação somente poderia ser eliminada no caso de dispor-se de mapeamentos de solos mais detalhados.

2.2.1.9. Vegetação

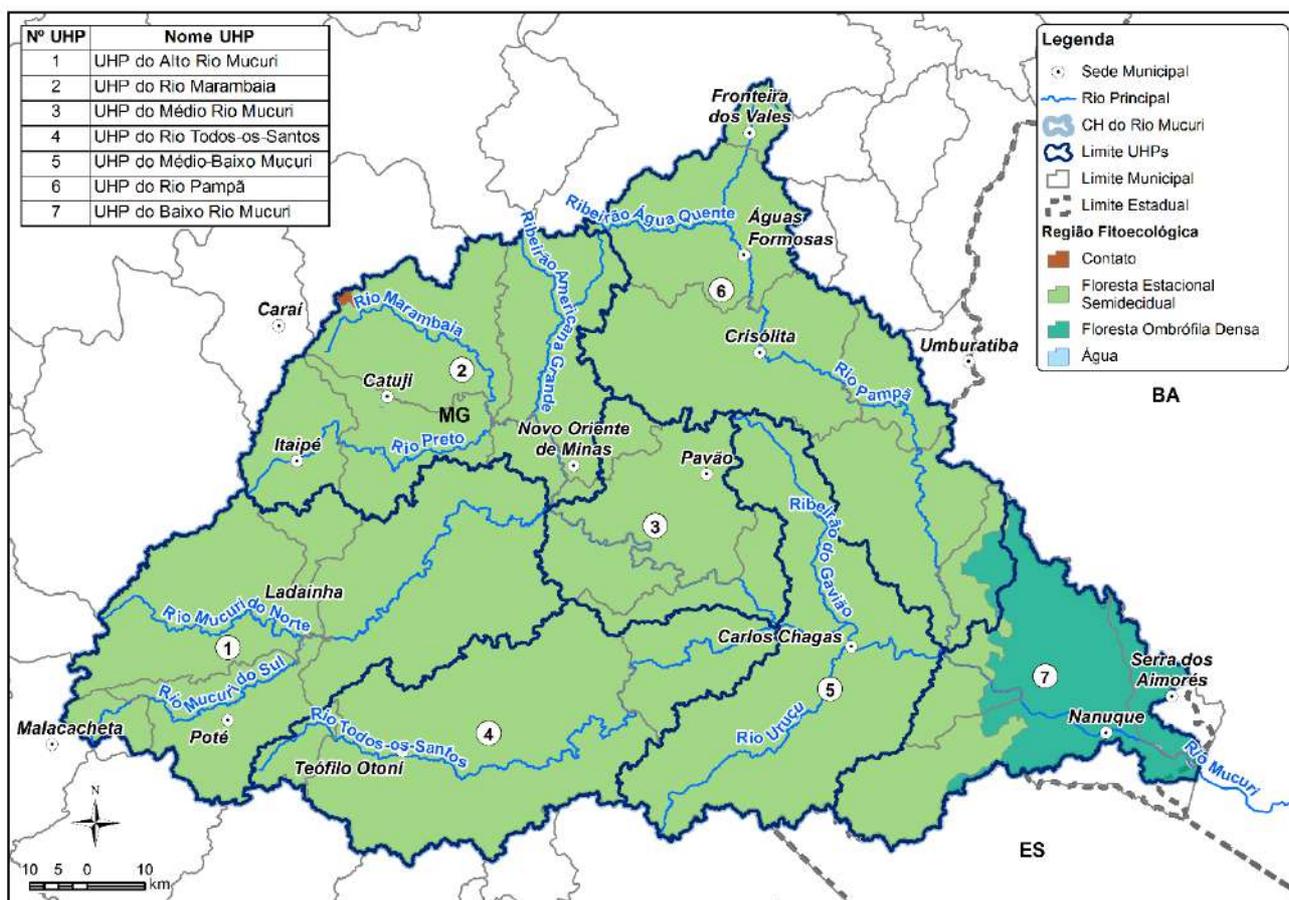
A Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri encontra-se integralmente inserida no Bioma Mata Atlântica, subdividido dentro do território da bacia em três regiões fitoecológicas (Figura 2.11), descritas a seguir conforme o Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012):

Floresta Estacional Semidecidual - condicionada à dupla estacionalidade climática com queda de folhas durante os meses secos; a porcentagem dos indivíduos caducifólios no conjunto florestal situa-se entre 20 e 50%; esta região fitogeográfica ocupa 92,9% da CH Mucuri.

Floresta Ombrófila Densa - mata atlântica *sensu stricto*, ocorrente nas encostas da serra do mar; mata perenifólia, relacionada a fatores climáticos tropicais de elevadas temperaturas e de alta precipitação, bem distribuídos durante o ano; corresponde a 7% da CH Mucuri.

Região de Contato (também denominado Área de Tensão Ecológica) – regiões de contato ocorrem quando a flora de duas ou mais regiões fitoecológicas se interpenetram. Constituem assim os ecótonos (transições florísticas) ou encraves (no qual cada formação guarda sua identidade ecológica, sem se misturar). Corresponde a apenas 0,1% da CH Mucuri, junto às nascentes do Rio Marambaia.

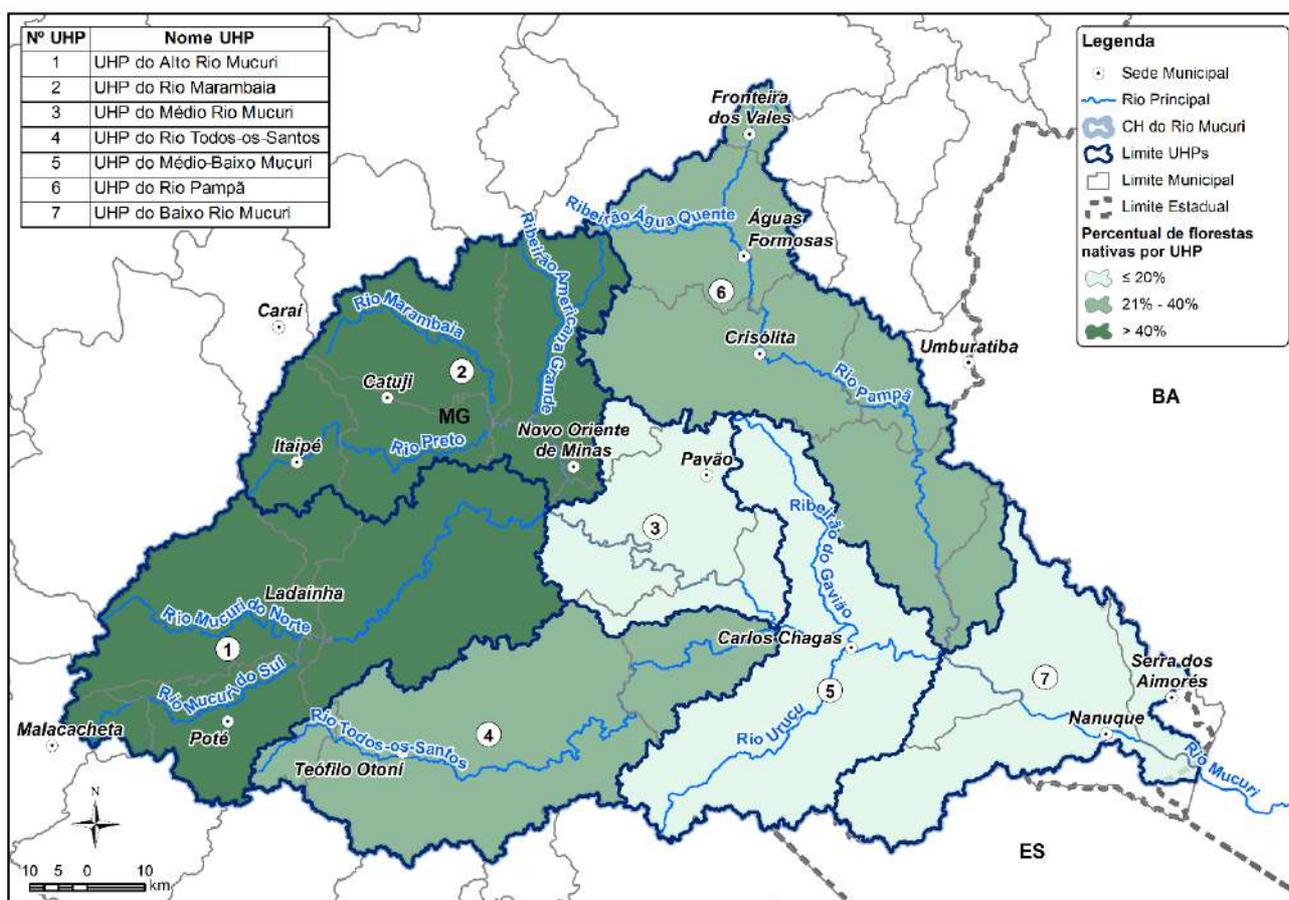
Figura 2.11 - Distribuição das Formações Vegetais Originais na CH Mucuri.



Fonte: elaboração própria.

Na bacia a vegetação original encontra-se bastante descaracterizada, restando poucos remanescentes florestais, em geral fragmentados por rodovias, áreas rurais – agropastoreio, e urbanas (MINAS GERAIS, 2019). Apesar das alterações antrópicas ocorridas ao longo do processo de uso e ocupação do solo na região, é possível perceber que no perímetro oeste da bacia estão os maiores e mais numerosos fragmentos de vegetação nativa, onde incide a Floresta Estacional Semidecidual. Por sua vez, a porção centro-leste da bacia apresenta fragmentos florestais raros e esparsos. O percentual das UHPs coberto por fragmentos florestais é ilustrado através de classes, na Figura 2.12.

Figura 2.12 - Percentual de florestas nativas por UHP.



Fonte: elaboração própria.

Considerando toda a bacia, Almeida (2009) aponta como principais causas para a degradação ambiental o desmatamento, excesso de queimadas e manejo inadequado do solo, através da expansão da agropecuária sobre os remanescentes florestais em pequenas propriedades. Ainda que as margens dos cursos d’água sejam protegidas pela legislação ambiental vigente como Áreas de Preservação Permanente (APPs), em grande parte as áreas produtivas remanescentes nas propriedades estão localizadas em terrenos mais planos, justamente às margens dos cursos d’água.

Com relação aos recursos hídricos, as matas ciliares têm importante influência sobre o escoamento das águas da chuva, armazenamento de água e aumento da vazão em períodos de seca,



estabilidade das margens, ciclo de nutrientes, dentre outros fatores (Lima & Zakia, 2001). Tendo em vista todas as UHPs, o **déficit médio de mata ciliar para a CH Mucuri é 73,9%³**, sendo este um percentual expressivo.

Os quantitativos de vegetação da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri foram retirados dos dados de uso do solo, sendo encontradas para esta análise as classes Floresta Plantada, Formação Florestal e Formação Savânica, e dos dados de remanescente de Mata Atlântica, disponibilizados pelo Instituto Pristino.

A Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri possui 3.788,89 km² compostos por Formação Florestal, o que equivale a aproximadamente 25% de sua área, sendo a classe de vegetação mais abundante na bacia. A classe Floresta Plantada representa 0,78% da área da bacia, e a Formação Savânica 0,03%. Dos remanescentes de Mata Atlântica, possui 2.034,16 km² composto por Mata, equivalendo a aproximadamente 14% da área total da bacia.

Há seis espécies das Listas Vermelhas das Espécies da Fauna e da Flora Ameaçadas de Extinção em Minas Gerais (BIODIVERSITAS, 2008) levantadas na bacia. Com base em Instituto Pristino (2019), são 12 espécies raras e ameaçadas de extinção registradas na CH Mucuri.

As serras de Minas Gerais, cujas condições climáticas e edáficas associadas ao isolamento de populações propiciaram o surgimento de novas espécies, são julgadas como locais com alta riqueza e endemismos. São 23 táxons endêmicos do estado de Minas Gerais, apresentados no Plano de Manejo da APA do Alto do Mucuri (MINAS GERAIS, 2019).

2.2.1.10. Fauna

Dentre os objetivos do diagnóstico da fauna da CH Mucuri tem destaque a caracterização da ictiofauna tendo em vista a sua relevância para a avaliação biótica dos ecossistemas aquáticos, alvo deste documento. Na Mata Atlântica, os cursos d'água abrigam uma fauna peculiar de peixes, muitos endêmicos, além de uma marcante interdependência entre a floresta e a fauna aquática – as espécies de peixes dependentes da mata ciliar como fonte de alimento são prejudicadas com a remoção da floresta nativa (Sarmiento-Soares & Martins-Pinheiro, 2013). Desta forma, a ictiofauna é de enorme importância como fonte de informações sobre a qualidade ambiental.

Além do Plano de Manejo da APA do Alto Mucuri, não foram identificados estudos que caracterizam a fauna na região da CH do Rio Mucuri, assim, primeiramente são apresentadas

³ A ação 5.2.3 - Implantar ações que visem a proteção, conservação e recuperação de nascentes, matas ciliares e áreas de recarga busca reduzir essa deficiência da bacia.

informações de levantamentos do estado de Minas Gerais⁴. As áreas prioritárias para conservação, restauração e uso sustentável da biodiversidade e serviços ecossistêmicos em Minas Gerais foram atualizadas em 2021 por estudo do Instituto Estadual de Florestas. A cada área prioritária é atribuída uma categoria de prioridade: Alta, Muito alta, Extremamente alta e Especial.

O estado de Minas Gerais abriga uma ictiofauna nativa estimada em 354 espécies (12% do encontrado no Brasil e 7,9% do registrado para a região Neotropical). Na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri são descritas 61 espécies de peixes no Plano de Manejo da APA do Alto Mucuri. São indicadas algumas áreas prioritárias para conservação da biodiversidade aquática, que compreendem o corpo d'água e a respectiva APP, bem como a planície de inundação, quando ainda existente.

Dentre os biomas que ocorrem no Estado, a Mata Atlântica destaca-se na composição da herpetofauna, devido ao elevado índice pluviométrico, diversidade estrutural de habitats arbóreos e à disponibilidade de ambientes úmidos. O Estado tem registro de aproximadamente 200 espécies de anfíbios, o que representa quase 1/3 das espécies existentes no Brasil. Das 650 espécies de répteis conhecidas para o Brasil, 197 (42%) estão representadas na Mata Atlântica.

O fato de Minas Gerais se localizar em uma região geográfica que engloba parte dos biomas Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga, faz com que o Estado abrigue uma fauna de aves e mamíferos bastante rica e diversificada. São 785 espécies de aves levantadas para o estado, ou seja, aproximadamente metade das 1.678 espécies de aves brasileiras. Dessas, 54 espécies são endêmicas da Mata Atlântica e 106 estão sob algum tipo de ameaça de extinção em Minas Gerais. Quanto aos mamíferos, são 243 espécies no estado (Drummond et al, 2005); destas, 40 espécies estão ameaçadas de extinção, sendo o desmatamento (perda de habitat) o principal fator de ameaça. Os grupos com maior risco de extinção são espécies de grande porte (ex. carnívoros e primatas).

De acordo com o Plano de Manejo da APA do Alto Mucuri (MINAS GERAIS, 2019), destacam-se como espécies ameaçadas de extinção os felinos *Puma concolor* (puma) e *Leopardus tigrinus* (jaguaritica), ambas registradas na Cabeceira do Rio Mucuri do Sul no município de Malacacheta – MG e no município de Ladainha – MG. Quanto às aves possivelmente ocorrentes na região da APA do Alto Mucuri e enquadradas como raras ou com algum grau de ameaça são identificadas 5 espécies.

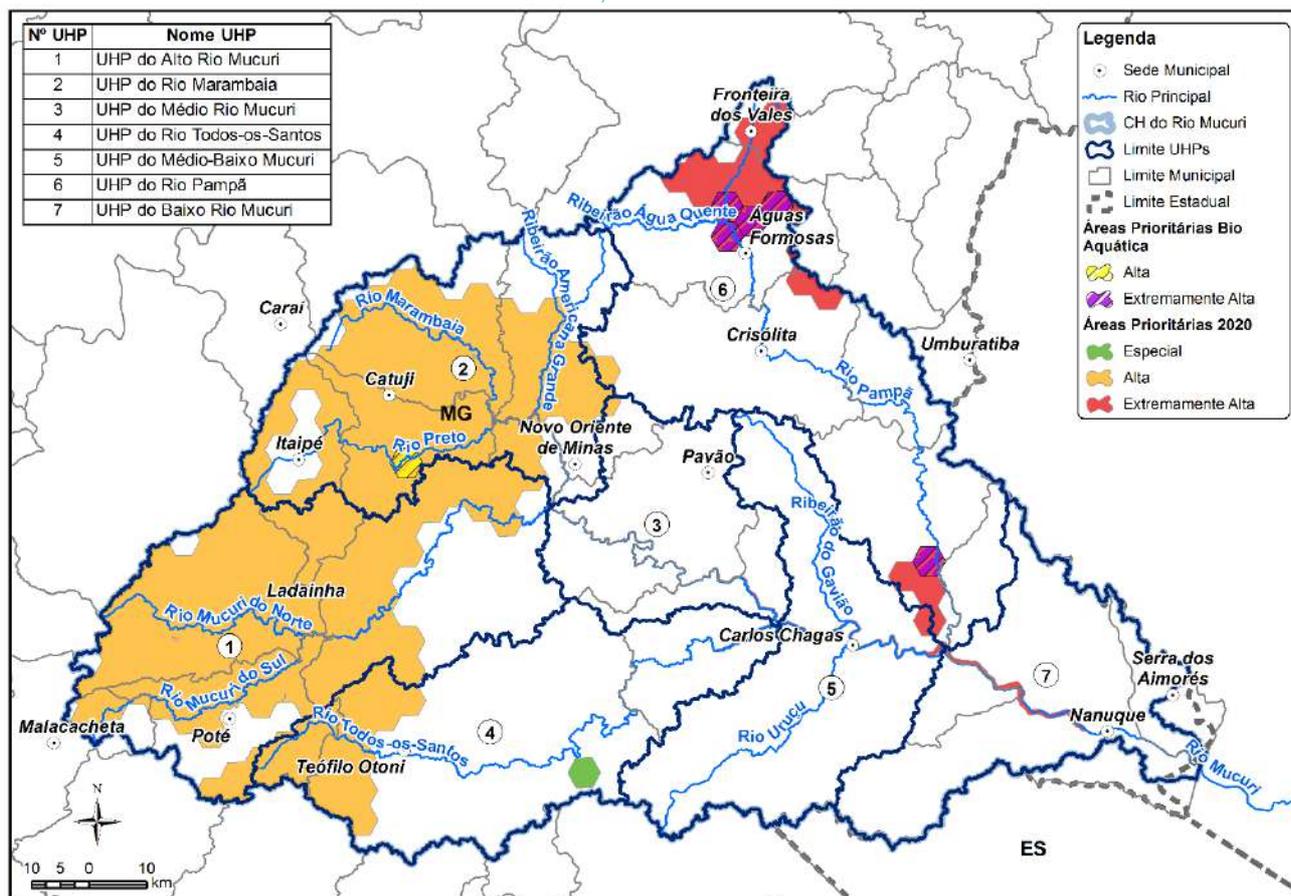
Dentre as espécies de peixes do rio Mucuri, *Brycon vermelha* (vermelha) encontra-se na lista nacional de peixes ameaçados de extinção. *Leporinus thayeri* (timburá) é uma espécie de peixe considerada como criticamente ameaçada na Lista Vermelha da Fauna Ameaçada de Extinção, e tem

⁴ A ação 3.2.1 - Elaborar estudos técnicos para preencher as lacunas de conhecimento, busca minimizar essa falta de informações para estudos futuros.

registro em áreas próximas à APA do Alto do Mucuri. *Hypsiboas beckeri* (anuro), foi registrado no município de Teófilo Otoni, vulnerável na Lista de Fauna Ameaçada de Extinção do Brasil.

O conjunto de áreas indicadas à preservação resulta na Figura 2.13, onde observa-se a sobreposição de áreas de interesse para a biodiversidade aquática.

Figura 2.13 - Áreas prioritárias para conservação, restauração e uso sustentável da biodiversidade e serviços ecossistêmicos, situadas na CH Mucuri.



Fonte: adaptado de IEF, 2021.

2.2.2. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

O Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas (PNAP) estabelece que a criação e consolidação das Unidades de Conservação (UCs) são ações prioritárias para a conservação da diversidade biológica e sociocultural, e dos recursos naturais (Decreto Federal nº 5.758/06). O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) apresenta dois grupos de UCs, as de Proteção Integral e as de Uso Sustentável (Lei federal 9.985/2000).

As áreas Proteção Integral têm como principal objetivo a proteção da natureza, acarretando maior restrição em suas regras e normas. Nesse grupo é permitido apenas: o uso indireto dos recursos naturais, ou seja, aquele que não envolve consumo, coleta ou danos aos recursos naturais. São exemplos de atividades com uso indireto dos recursos naturais: recreação, turismo ecológico, pesquisa científica, educação e interpretação ambiental. Por outro lado, áreas de Uso Sustentável visam o

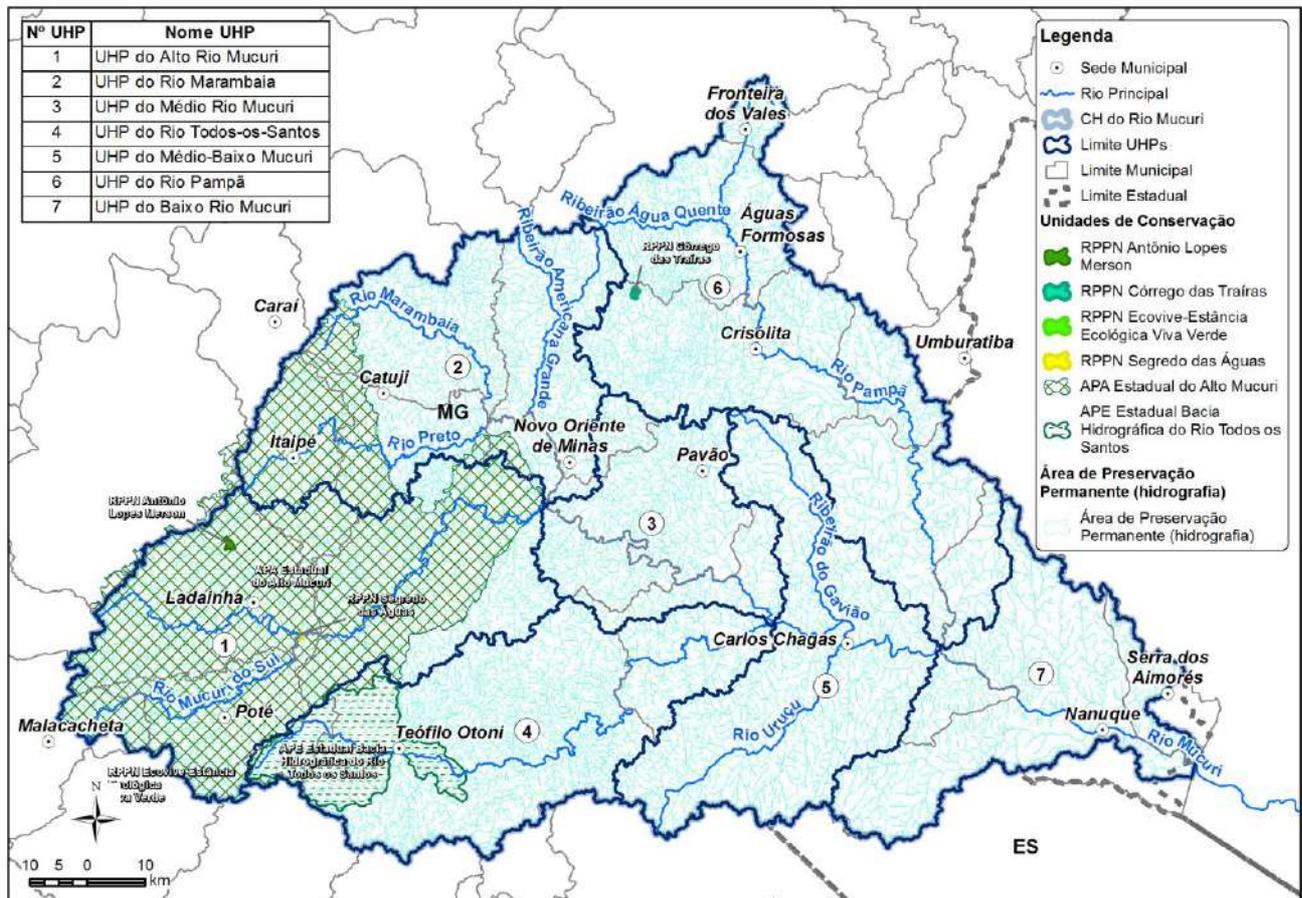
equilíbrio entre a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais. As atividades que envolvem coleta e uso dos recursos naturais são permitidas, desde que praticadas de forma a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos.

A principal Unidade de Conservação estabelecida na bacia é a APA Estadual do Alto Mucuri, criada pelo Decreto nº 45.877/2011, localizada na região oeste da bacia, distribuída especialmente sobre a UHP-1 Alto Rio Mucuri. A APA Estadual do Alto Mucuri tem como objetivos proteger e recuperar a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, proteger os solos, a fauna e a flora, promover a recuperação das áreas degradadas e a conectividade entre fragmentos florestais, e promover atividades econômicas compatíveis com a qualidade ambiental desejável para a região. Além dessa APA, foram identificadas quatro Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) no território da CH.

A Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri possui 21,8% de seu território coberto por UCs, o que significa uma área de 3.185,3 km². Adicionando-se às UCs a Área de Proteção Especial Estadual da Bacia Hidrográfica do Rio Todos os Santos, criada pelo Decreto Estadual nº 29.589/1989, a porcentagem da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri coberta por essas áreas chega a 24,8%, perfazendo uma área de 3.618,2 km². A Figura 2.14 apresenta a localização dessas áreas.



Figura 2.14 - Unidades de Conservação e Áreas de Proteção na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.



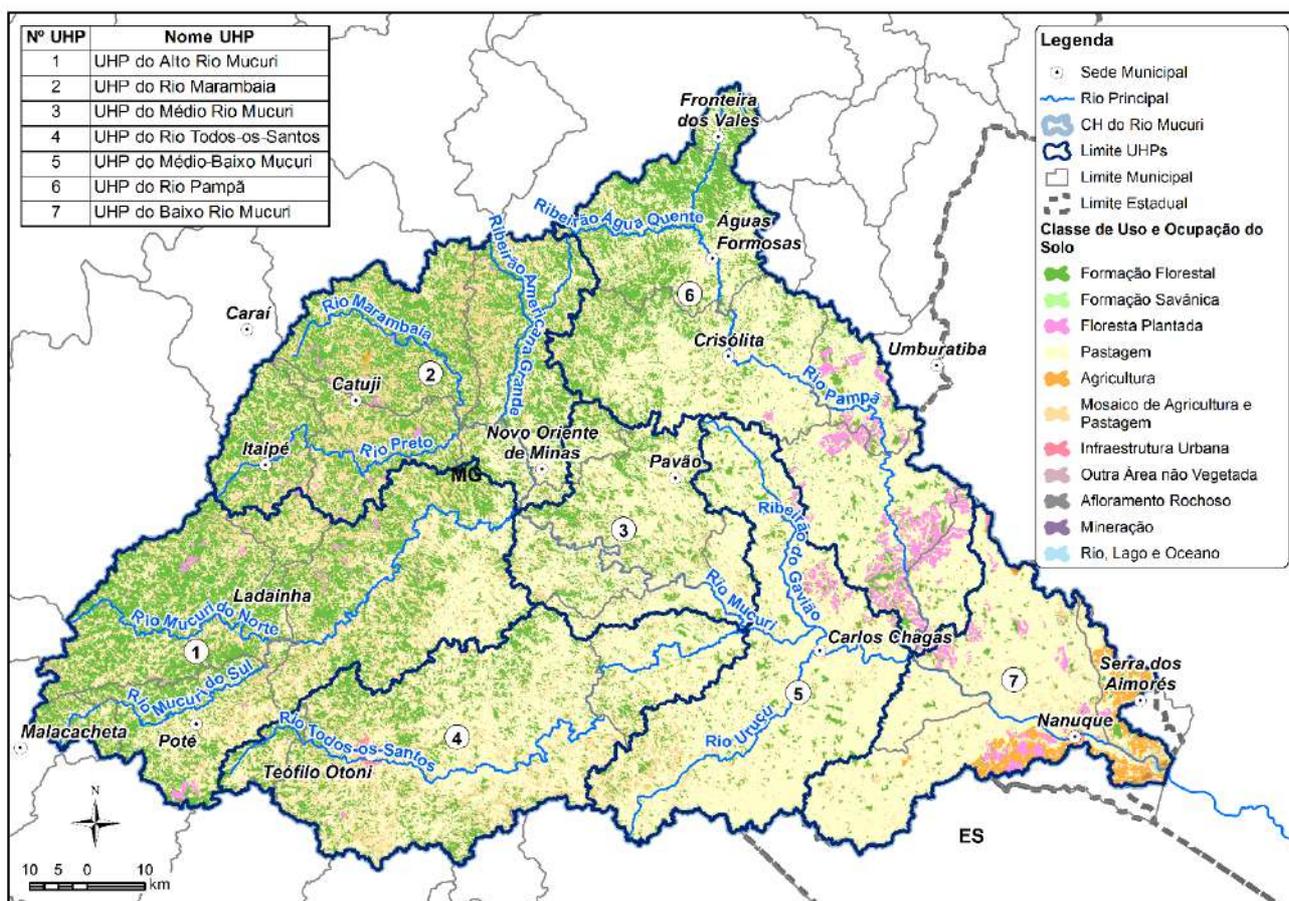
Fonte: adaptado de MapBiomias, 2015.

2.2.3. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

A caracterização dos padrões de uso e cobertura do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri foi realizada com o recorte pelo limite da bacia no mapa de uso e cobertura do solo produzido e disponibilizado pelo Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MapBiomias), Coleção 3, referente ao ano de 2017. Na Figura 2.15 é apresentada a distribuição das classes de uso do solo na área da bacia.



Figura 2.15 - Uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.



Fonte: adaptado de MapBiomias, 2015.

Ao analisar as áreas ocupadas com cada classe de uso, observa-se que há predomínio das áreas agrícolas, as quais somadas (pastagem, agricultura e mosaico de agricultura e pastagem) correspondem a 73% da área total da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri. No que se refere à distribuição espacial dessas atividades, observa-se que as áreas classificadas como mosaico de agricultura e pastagem estão mais concentradas nas áreas próximas ao divisor de águas da Bacia, as áreas de pastagem estão mais concentradas nas áreas localizadas a jusante da confluência do Rio Marambaia e do Rio Mucuri, enquanto as áreas classificadas como agricultura estão próximas da divisa com a Bahia.

No que se refere aos rebanhos, observa-se que o mais expressivo corresponde ao rebanho bovino, totalizando 710.585 cabeças (dos quais 101.836 são destinados à produção de leite). Ao analisar os dados sobre lavouras temporárias nos municípios com território na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri, observa-se que o principal cultivo na região é a cana-de-açúcar, a qual ocupa 51% da área colhida. Também merecem ser mencionados os cultivos temporários de mandioca, que representam 17% da área; milho que ocupa 15% da área colhida; e feijão que corresponde a 13% da área colhida. No que se refere às lavouras caracterizadas por cultivos de longa duração, destaca-se o café, o qual representa 90% dos pés da lavoura permanente nos municípios da bacia (IBGE, 2018a).

As áreas com floresta natural (formação florestal e formação savânica) recobrem 26% da área total da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri. Esse tipo de uso está mais concentrado nas porções altas da bacia hidrográfica, próximo às áreas de nascentes. Percebe-se também a localização de áreas com maior concentração de florestas coincidindo com a região das Unidades de Conservação, na porção sudoeste da bacia. A preservação dessas áreas de cabeceira é de grande importância para a segurança hídrica de toda a CH. Assim, a criação de novas UCs pode contribuir de maneira considerável com os objetivos do PDRH⁵. As demais classes são pouco expressivas e suas áreas somadas correspondem a apenas 1% da área total da bacia.

2.2.4. POPULAÇÃO E INDICADORES DEMOGRÁFICOS

O tamanho e distribuição da população humana tem grande impacto sobre os usos e a demanda de água na bacia. A população total na bacia era de 307.463 pessoas em 2010, que representavam 88,6% da população total dos municípios que fazem parte da CH (347.192 pessoas). Entre os que fazem parte da CH, o maior município em tamanho da população era Teófilo Otoni, com 134,7 mil pessoas residentes, representando 38,8% da população do conjunto dos municípios inseridos na CH. O segundo município em tamanho da população era Nanuque (11,8%), seguido de Carai (6,4%). Umburatiba é o menor município do grupo, com apenas 2,7 mil habitantes em 2010 (0,8% do conjunto de municípios da CH). O conjunto dos municípios que fazem parte da CH participavam, em 1991, com 2,2% da população do estado de Minas Gerais, participação essa que se reduziu a 1,9% em 2000 e a 1,8% em 2010. Essas informações são apresentadas no Quadro 2.4.

Quadro 2.4 - População total dos municípios que fazem parte da CH (1991/2010).

Unidade territorial	1991		2000		2010	
	Pessoas	%	Pessoas	%	Pessoas	%
Águas Formosas	16.687	4,8	17.845	5,2	18.479	5,3
Carai	21.778	6,2	20.981	6,2	22.343	6,4
Carlos Chagas	23.287	6,7	21.994	6,5	20.069	5,8
Catuji	7.047	2,0	7.332	2,2	6.708	1,9
Crisólita	5.469	1,6	5.298	1,6	6.047	1,7
Fronteira dos Vales	5.103	1,5	4.902	1,4	4.687	1,3
Itaipé	8.637	2,5	10.751	3,2	11.798	3,4
Ladainha	16.601	4,7	15.832	4,7	16.994	4,9
Malacacheta	18.606	5,3	19.250	5,7	18.776	5,4
Nanuque	43.090	12,3	41.619	12,2	40.834	11,8
Novo Oriente de Minas	10.816	3,1	9.974	2,9	10.339	3,0
Pavão	14.973	4,3	8.912	2,6	8.589	2,5
Poté	14.676	4,2	14.780	4,3	15.667	4,5
Serra dos Aimorés	10.224	2,9	8.182	2,4	8.412	2,4
Teófilo Otoni	130.017	37,2	129.424	38,1	134.745	38,8
Umburatiba	2.945	0,8	2.872	0,8	2.705	0,8
Total	349.956	100,0	339.948	100,0	347.192	100,0
Minas Gerais	15.743.152	2,2 ¹	17.891.494	1,9 ¹	19.597.330	1,8 ¹

Fonte: adaptado de IBGE (2000; 2010), Censos Demográficos; e Atlas do Desenvolvimento Humano (PNUD; IPEA; FJP, 2013).

⁵ Tema abordado na ação 5.3.1 - Articular e apoiar a criação e gestão de Unidades de Conservação, apresentada no item 5.3.

Nota: 1 - % da população dos municípios na população de Minas Gerais.

O conjunto dos municípios da CH registraram um processo de urbanização um pouco mais intenso entre 1991, cuja taxa de urbanização era de 60,3%, e 2000, com taxa de 66,0%. Entretanto, de 2000 para 2010 a taxa de urbanização cresceu pouco, registrando 68,5% para o conjunto da população dos municípios. Em relação ao estado de Minas Gerais, portanto, as taxas de urbanização dos municípios da CH são bem menores, o que aponta para um padrão regional com perfil rural, apesar do tamanho da população de Teófilo Otoni, que é polo regional com quase 40% da população da bacia e uma tendência moderada de crescimento de sua participação.

No período 2000/2010 a taxa de crescimento da população dos municípios que fazem parte da CH foi de apenas 0,2% a.a. De maneira geral, as taxas de crescimento da população rural são negativas. Em contrapartida, somente três municípios registraram taxas negativas de crescimento de sua população urbana no período 2000/2010. Ou seja, acompanhando o padrão nacional, as taxas de crescimento da população urbana são compensadas pelas taxas negativas de crescimento da população rural.

Em relação a densidade demográfica, foi realizada a análise por UHP que pode ser observada no Quadro 2.5. A densidade total na CH é de 21,1 hab/km².

Quadro 2.5 - População estimada por UHP, taxa de urbanização e densidade demográfica (2010).

Unidade territorial	Rural		Urbano		Total		Urbani-zação (%)	Área (km ²)	Densi-dade (hab/km ²)
	Pessoas	%	Pessoas	%	Pessoas	%			
Fora da CH	14.455	13,2	25.275	10,6	39.730	11,4	63,6	1.840,2	21,6
UHP-1 - Alto Rio Mucuri	26.323	24,1	16.948	7,1	43.271	12,5	39,2	2.835,1	15,3
UHP-2 - Rio Marambaia	26.121	23,9	14.246	6,0	40.367	11,6	35,3	2.248,5	18,0
UHP-3 - Médio Rio Mucuri	5.830	5,3	5.204	2,2	11.034	3,2	47,2	1.163,7	9,5
UHP-4 - Rio Todos-os-Santos	18.622	17,0	107.897	45,3	126.519	36,4	85,3	2.190,1	57,8
UHP-5 - Médio-Baixo Mucuri	3.756	3,4	12.306	5,2	16.062	4,6	76,6	1.766,8	9,1
UHP-6 - Rio Pampã	9.690	8,9	20.845	8,8	30.535	8,8	68,3	2.874,2	10,6
UHP-7 - Baixo Rio Mucuri	4.474	4,1	35.201	14,8	39.675	11,4	88,7	1.498,9	26,5
CH	94.816	86,8	212.647	89,4	307.463	88,6	69,2	14.577,3	21,1
Total municípios	109.271	100	237.922	100	347.193	100	68,5	16.417,5	21,1

Fonte: adaptado de IBGE, 2010, Censo Demográfico.

Nota: estimativa proporcional a área dos setores censitários.

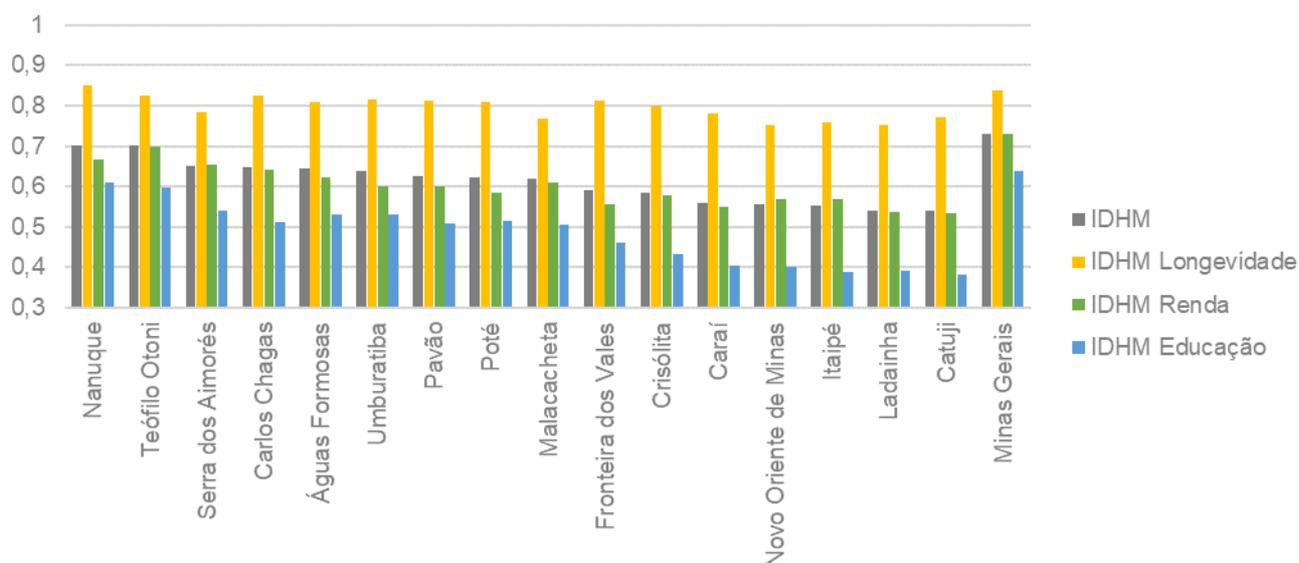
O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) oferece uma visão sintética sobre algumas questões-chave do desenvolvimento humano nos municípios: longevidade, educação e renda. O índice varia entre 0 (valor mínimo) e 1 (valor máximo), sendo tanto maior o desenvolvimento humano de um município quanto mais próximo do valor 1. Dentre os municípios inseridos na bacia, o maior IDHM avaliado para 2010 foi dos municípios de Nanuque e Teófilo Otoni, com valor de 0,701, enquanto o menor ocorreu em Catuji, com valor de 0,540.

Em 2010, a dimensão que mais contribuiu positivamente para o IDHM dos municípios da bacia foi a Longevidade. A segunda dimensão que mais pesou no IDHM 2010 foi Renda. Educação foi a



dimensão que contribuiu de forma mais negativa na composição do IDHM 2010 dos municípios da bacia, sendo composto pelos indicadores de escolaridade da população adulta e fluxo escolar da população jovem. Os valores para o IDHM e suas principais dimensões são apresentados na Figura 2.16.

Figura 2.16 - IDHM nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.



Fonte: adaptado de PNUD; IPEA; FJP (2013).

2.2.5. SANEAMENTO

Segundo a Lei Federal nº 11.445/2007 (Lei do Saneamento), o saneamento básico compreende um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas. Em 2020 foi criada a Lei Federal nº 14.026, que ficou conhecida como o Marco Legal do Saneamento. A nova legislação estabelece metas de universalização do saneamento e regras como a regulação do setor por parte da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

Nesse contexto, o presente item trata do diagnóstico do saneamento da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri, estruturado em quatro eixos: abastecimento de água; esgotamento sanitário; resíduos sólidos; e drenagem de águas pluviais.

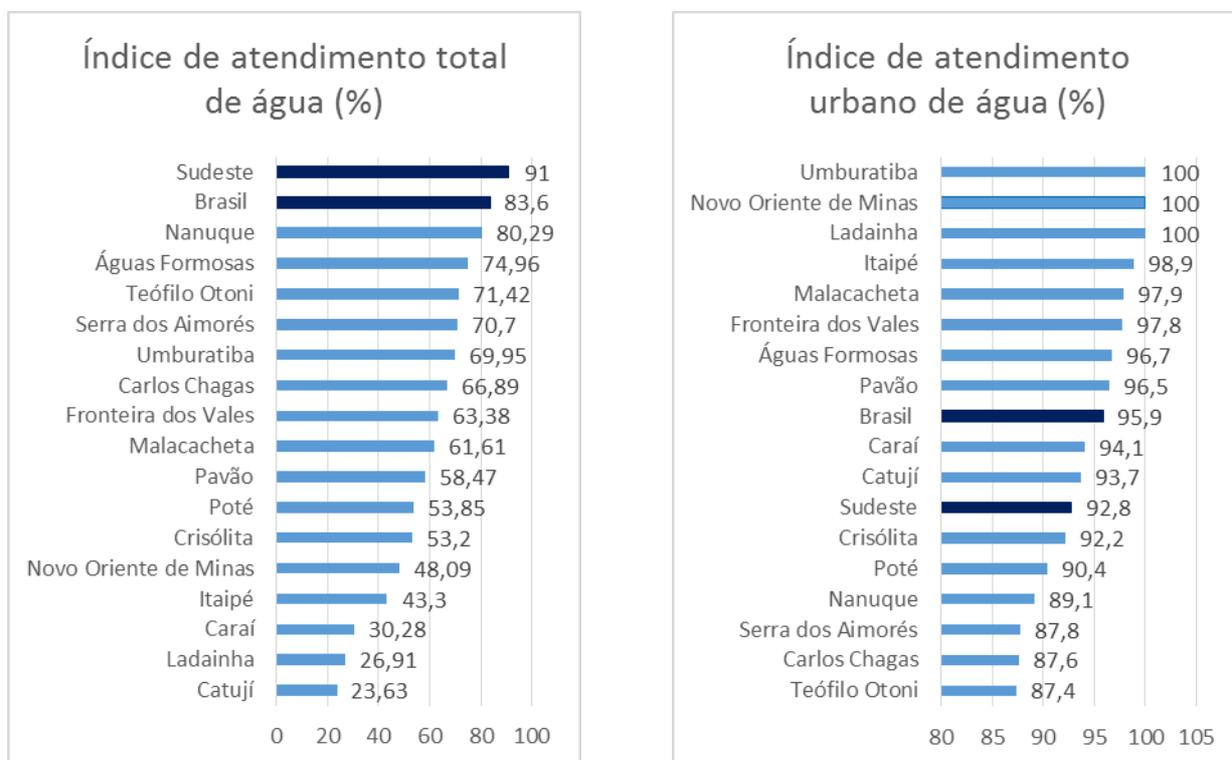
2.2.5.1. Abastecimento de água

Os indicadores provenientes do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2018 dão base para avaliação da cobertura de atendimento de água, consumo e a eficiência da operação do sistema de abastecimento de água. A cobertura de atendimento dos serviços de saneamento básico afeta o bem-estar e a saúde da população, além de impactar a disponibilidade quali-quantitativa dos recursos hídricos.



Verifica-se **situação crítica de atendimento de abastecimento público de água na bacia**, uma vez que todos os municípios apresentam valores do índice de atendimento total abaixo da média nacional (83,6%) e da região Sudeste (91,0%) do país (SNIS, 2018), como é apresentado na Figura 2.17. É importante destacar a diferença entre os índices de atendimento total e urbano de água, enquanto os valores do índice de atendimento urbano são maiores que 87,4% na maioria dos municípios da bacia, a taxa de atendimento total é menor que 80,0% em muitos municípios. Por exemplo, no município de Ladainha, a taxa de atendimento urbana de água é de 100%, em contraste com a taxa de atendimento total igual a 26,9%, portanto nota-se a desigualdade de investimento em saneamento na área urbana e rural dos municípios, o que indica a necessidade ações para o aumento da segurança do abastecimento humano nas áreas rurais⁶.

Figura 2.17 - Índices de atendimento total e urbano de água nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.



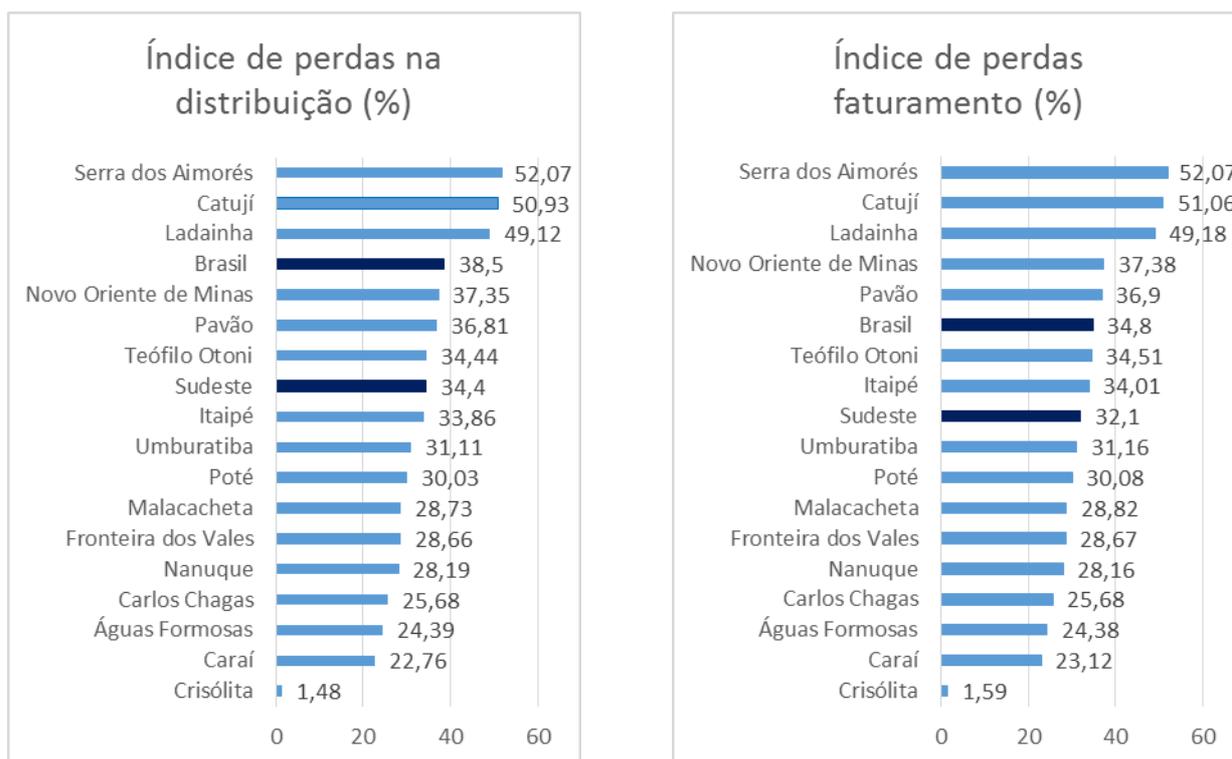
Fonte: SNIS, 2018.

Com relação aos índices de perdas do sistema de distribuição de água, apresentados na Figura 2.18, a maioria dos municípios apresenta valores menores que a média do Brasil (38,5%) e da região Sudeste (34,4%), exceto Serra dos Aimorés, Catuji e Ladainha. Destaca-se os índices de perdas de Crisolita - 1,48% na distribuição e 1,59% no faturamento – muito baixos e associados a altos índices de hidrometração (99,97%) e micromedicação (98,41%), demonstrando que o maior controle dos

⁶ Necessidade que pode ser suprida com a implementação da ação 4.4.4 - Apoiar ações para aumento da segurança hídrica no meio rural, apresentada no item 5.3.

sistemas de abastecimento pode auxiliar nas metas de redução de perdas⁷. Os valores de consumo *per capita* estão abaixo das médias da região Sudeste (182,6 l/hab.dia) e do Brasil (154,9 l/hab.dia) (SNIS, 2018). Isso pode estar associado ao baixo nível de desenvolvimento econômico e social dos municípios da bacia, o que indica um potencial crescimento do consumo na situação de maior desenvolvimento quando não associado à ação de uso eficiente da água.

Figura 2.18 - Índices de perdas na distribuição e no faturamento de água nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.



Fonte: SNIS, 2018.

Os serviços de abastecimento de água na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri são administrados pelo Serviço de Saneamento Integrado do Norte e Nordeste de Minas Gerais (COPANOR) e pela COPASA para todos os municípios. As informações dos sistemas de produção de água (captação e tratamento da água distribuída) foram obtidas pelo Atlas de abastecimento urbano de água (ANA, 2010), pelo Cadastro de usos insignificantes e Outorgas de direito de uso de recursos hídricos (IGAM, 2018a) e pelo Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do município de Malacacheta (PMM, 2016), que, dentre os municípios da bacia que possuem PMSB, apresenta informações mais abrangentes que as demais fontes. O Quadro 2.6 apresenta uma síntese das informações sobre os sistemas de abastecimento.

⁷ Esses assuntos são contemplados nas ações 4.4.1 - Ampliar o controle dos sistemas de abastecimento e 4.4.2 - Reduzir as perdas nos sistemas de abastecimento, apresentadas no item 5.3.

Quadro 2.6 - Serviços de abastecimento de água por UHP e município na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.

Município	UHP	Prestador de Serviço	Consumo per capita (l/hab.dia)	Índice de atendimento abastecimento de água (%)		Índice de perdas (%)	
				Total	Urbano	Distribuído	Faturado
Águas Formosas	Rio Pampã	COPANOR/COPASA	126,6	74,96	96,7	24,39	24,38
Carai	Rio Marambaia	COPANOR	101,9	30,28	94,1	22,76	23,12
Carlos Chagas	Médio-Baixo Rio Mucuri, Rio Pampã, Médio Rio Mucuri e Rio Todos os Santos	COPANOR/COPASA	119,2	66,89	87,6	25,68	25,68
Catuji	Rio Marambaia	COPANOR	116,6	23,63	93,7	50,93	51,06
Crisólita	Rio Pampã	COPANOR	95,6	53,2	92,2	1,48	1,59
Fronteira dos Vales	Rio Pampã	COPANOR	99,7	63,38	97,8	28,66	28,67
Itaipé	Rio Marambaia e Alto Rio Mucuri	COPANOR	94,4	43,3	98,9	33,86	34,01
Ladainha	Alto Rio Mucuri	COPANOR	107,3	26,91	100	49,12	49,18
Malacacheta	Alto Rio Mucuri	COPANOR/COPASA	103,6	61,61	97,9	28,73	28,82
Nanuque	Baixo Rio Mucuri e Rio Pampã	COPASA	123,8	80,29	89,1	28,19	28,16
Novo Oriente de Minas	Rio Marambaia e Médio Rio Mucuri	COPANOR	104,5	48,09	100	37,35	37,38
Pavão	Médio Rio Mucuri e Rio Marambaia	COPANOR	99,5	58,47	96,5	36,81	36,9
Poté	Alto Rio Mucuri e Rio Todos os Santos	COPANOR/COPASA	98,5	53,85	90,4	30,03	30,08
Serra dos Aimorés	Baixo Rio Mucuri	COPANOR/COPASA	109,8	70,7	87,8	52,07	52,07
Teófilo Otoni	Rio Todos os Santos, Alto Rio Mucuri, Médio Rio Mucuri e Rio Marambaia	COPASA/COPANOR	137,1	71,42	87,4	34,44	34,51
Umburatiba	Rio Pampã	COPANOR	137,2	69,95	100	31,11	31,16

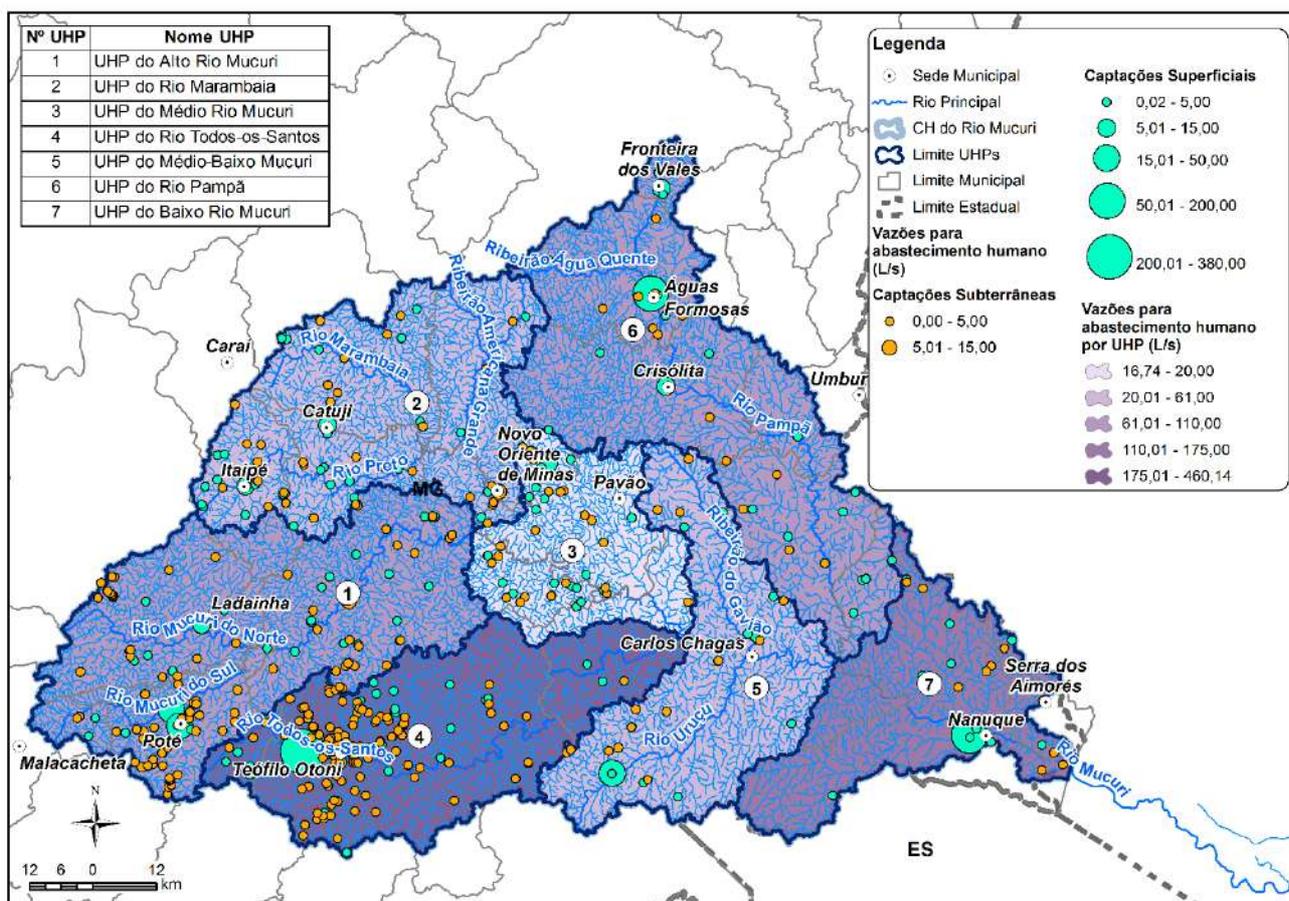
Fonte: SNIS, 2018.

[1] Soma dos valores fornecidos pelo COPANOR e COPASA.

As captações para abastecimento público são majoritariamente provenientes de fontes superficiais, representando 54% do número total de captações, porém cerca de 92% da vazão captada. Das captações para abastecimento público, nota-se que nenhuma é classificada como uso insignificante. Os tipos de fontes utilizadas para a captação de água em cada município, assim como a localização dos pontos de captação de água podem ser visualizados na Figura 2.19.



Figura 2.19 - Pontos de captação de água e seus intervalos de produção.



Fonte: adaptado de ANA, 2010; IGAM, 2018a; PMI, 2016 e PMOVM, 2017.

De acordo com o novo Marco Legal do Saneamento, deve-se alcançar o índice de 99% de atendimento do abastecimento de água até 2033. Apesar dos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri apresentarem índices de atendimento urbano relativamente altos, o atendimento total precisa evoluir bastante para atingir a meta nacional⁸.

2.2.5.2. Esgotamento sanitário

As informações dos indicadores de esgotamento sanitário são provenientes do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento de 2018. Percebe-se **situação preocupante com relação ao atendimento de esgoto na bacia**, uma vez que a maioria dos municípios apresentam valores abaixo da média nacional (53,2%) e todos estão abaixo da média da região Sudeste (79,2%) (SNIS, 2018), longe da universalização.

⁸ O programa 4.4 – Abastecimento e Universalização do Acesso à Água, apresentado no item 5.3, tem o objetivo de universalização do acesso à água segura para a população urbana e rural da bacia.

Com relação ao tratamento de esgoto, a situação é grave, alguns municípios apesar de coletar quase 100% dos esgotos, não tratam, lançando diretamente em corpos d'águas, tais como Catují, Crisólita, Umburatiba e Águas Formosas. Por sua vez, muitos municípios tratam todo o esgoto que é coletado, porém alguns apresentam baixas taxas de coleta, como Carai (13,6%) e Serra dos Aimorés (38,88%).

Os dados referentes às condições de esgotamento sanitário nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri foram obtidos pelo Atlas Esgotos (ANA, 2013) e pelo Plano Municipal de Saneamento Básico do município de Malacacheta (PMM, 2016), complementados por informações prestadas pela COPASA e COPANOR em reunião setorial (IGAM, 2021b). No Quadro 2.7 estão elencadas informações técnicas sobre as estações de tratamento de esgotos dos servidores de saneamento básico na bacia.

Quadro 2.7 - Dados técnicos das estações de tratamento de esgoto.

Município	Nome da ETE	Prestadores	Tipo de tratamento	Eficiência de remoção de DBO (%)	Corpo receptor
Águas Formosas	Não há	COPANOR	-	-	-
Carai	ETE Carai	COPANOR	ni	ni	ni
Carlos Chagas	ETE Carlos Chagas Sede	COPASA / COPANOR	Reator Anaeróbio (RAFA, RALF, UASB, DAFA)	93%	Rio Mucuri
Catují	Não há	COPANOR	-	-	-
Crisólita	Não há	COPANOR	-	-	-
Fronteira dos Vales	ETE Fronteira dos Vales	COPANOR	Reator Anaeróbio + Filtro Anaeróbio/Biológico	73%	Rio Pampã
Itaipé	ETE Itaipé	COPANOR	Reator Anaeróbio (RAFA, RALF, UASB, DAFA)	68%	Rio Preto
Ladainha	ETE Ladainha	COPANOR	Reator Anaeróbio + Filtro Anaeróbio/Biológico	73%	Ribeirão Bom Sucesso
Malacacheta	ETE Malacacheta	COPASA / COPANOR	Reator Anaeróbio (RAFA, RALF, UASB, DAFA)	69%	Córrego do Índio
Nanuque	ETE Nanuque	COPASA	Reator Anaeróbio (RAFA, RALF, UASB, DAFA)	68%	Rio Mucuri
Novo Oriente de Minas	ETE Novo Oriente de Minas	COPANOR	Reator Anaeróbio + Filtro Aeróbio + Decantador	89%	Córrego do Ouro
Pavão	ETE Pavão	COPANOR	ni	ni	ni
Poté	ETE Poté	COPASA / COPANOR	Reator Anaeróbio + Filtro Aeróbio + Decantador	85%	Rio Mucuri do Sul
Serra dos Aimorés	ETE Serra dos Aimorés	COPASA	Reator Anaeróbio (RAFA, RALF, UASB, DAFA)	85%	Córrego da Estiva
Teófilo Otoni	ETE Teófilo Otoni	COPASA / COPANOR	Reator Anaeróbio + Filtro Aeróbio + Decantador	79%	Rio Todos os Santos
Umburatiba	Não há	COPANOR	-	-	-

Fonte: IGAM, 2021b.

Nota: - Sinal indicativo de que não há ETE.

ni = não informado



A partir das informações do Quadro 2.7, observa-se uma realidade preocupante na bacia, já que há diversos municípios sem qualquer tratamento de esgoto. Além disso, não se pode afirmar que 100% da população esteja ligada à rede de esgoto onde há atendimento por ETEs. Verifica-se, também, que todas essas ETEs adotam sistema de tratamento de esgoto a nível secundário, que objetiva principalmente a remoção de matéria orgânica e eventualmente a remoção de nutrientes (fósforo e nitrogênio). Tendo em vista tanto a cobertura de coleta como o tratamento de esgoto ainda parciais na bacia, torna-se necessário que no âmbito do Plano de Recursos Hídricos sejam propostas ações que visem a implantação e ampliação de sistemas de coleta e tratamento de esgotos⁹, vinculadas à melhoria de qualidade da água necessária para o alcance das metas da proposta de enquadramento. Além de buscar a melhoria do esgotamento sanitário dentro das metas e prazos desse PDRH, deve-se objetivar também o atendimento da meta nacional estabelecida no novo Marco Legal do Saneamento, que estabelece que 90% da população deve ter coleta e tratamento de esgotos até 2033.

É importante frisar também a necessidade de ações para estimular as ligações na rede de esgoto existente, com a realização de ações por parte dos prestadores de serviços, a implementação de educação ambiental¹⁰ e a utilização de instrumentos de regulação. O déficit de coleta e tratamento de esgotos se relaciona diretamente à qualidade das águas, inclusive subterrâneas. Como foi apresentado no item de hidrogeologia, a vulnerabilidade à contaminação na bacia é elevada, devido ao nível freático raso e a baixa capacidade de depuração de cargas contaminantes.

2.2.5.3. Resíduos sólidos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei Federal nº 12.305/2010, dispõe, dentre outros aspectos, sobre a responsabilidade do município na elaboração do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGRS). Em Minas Gerais, a Lei Estadual nº 18.031/2009 instituiu a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dispõe sobre princípios, procedimentos, normas e critérios referentes à gestão dos resíduos sólidos no Estado do Minas Gerais, para controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais. O novo Marco Legal do Saneamento prorrogou os prazos previstos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos para o encerramento dos lixões a céu aberto para o final de 2020 em municípios que não possuem Planos de Resíduos Sólidos. Nos municípios que possuem plano intermunicipal de resíduos sólidos ou plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos com sustentabilidade econômico-financeira, os prazos são: 2021 para capitais e regiões metropolitanas e os três anos seguintes para os demais municípios de acordo com

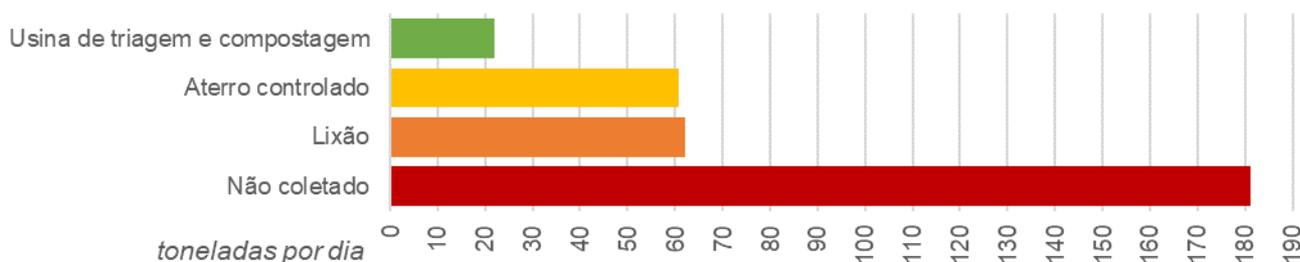
⁹ As ações indicadas para esses objetivos são apresentadas no Programa 4.1 – Esgotamento Sanitário Urbano, no item 5.3.

¹⁰ Programa 2.2 – Educação Ambiental apresentado no item 5.3.

as suas populações. Assim, em 2024 todos os municípios devem ter disposição final ambientalmente adequada dos seus rejeitos.

Para a quantificação dos resíduos gerados e coletados por município com relação à população total, à população atendida pelo serviço de coleta e a quantidade de resíduos coletados foram utilizados os dados disponibilizados pelo SNIS do ano 2018. O município de Teófilo Otoni se destaca na maior geração de resíduos, contribuindo com cerca de 55% dos resíduos sólidos gerados na bacia (179,5 toneladas diárias) - desconsiderando os municípios onde não há dados informados. As baixas ou nulas taxas de coleta de resíduos obtidas podem estar relacionadas aos dados fornecidos sobre a quantidade coletada, sendo necessária revisão desses valores para que possam estar mais próximos da realidade de cada município. Na Figura 2.20 são apresentadas as quantidades de resíduos (em ton/dia) dos municípios da bacia por tipo de destinação.

Figura 2.20 - Quantidade de resíduos em toneladas/dia por tipo de destinação nos municípios da bacia.



Fonte: elaboração própria, com base em SNIS, 2018 e PMM, 2016.

Destaca-se a existência de lixões e aterros controlados desativados nos municípios da bacia. Mesmo que desativados, o material presente nestes locais permanece em processo de decomposição e, por consequência, continua a gerar chorume, podendo comprometer a qualidade das águas subterrâneas e superficiais. Dependendo da composição dos resíduos depositados, o chorume pode carrear substâncias de alto potencial tóxico, como o mercúrio e o chumbo. Além disso, antigos lixões e aterros controlados estão frequentemente localizados em locais inadequados, como nas proximidades de corpos hídricos, o que facilita a contaminação e comprometimento na seção de escoamento do curso d'água.

2.2.5.4. Drenagem de águas pluviais

A drenagem urbana tem como objetivo coletar as águas pluviais precipitadas sobre uma região e que escorrem sobre sua superfície, conduzindo-as a um destino de forma a minimizar os riscos e os prejuízos causados por inundações, alagamentos e enchentes, além de possibilitar o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e sustentável.

O acelerado desenvolvimento urbano, tendo como consequência o aumento de áreas impermeáveis e canalização de cursos d'água fez com que rios urbanos passassem a inundar com



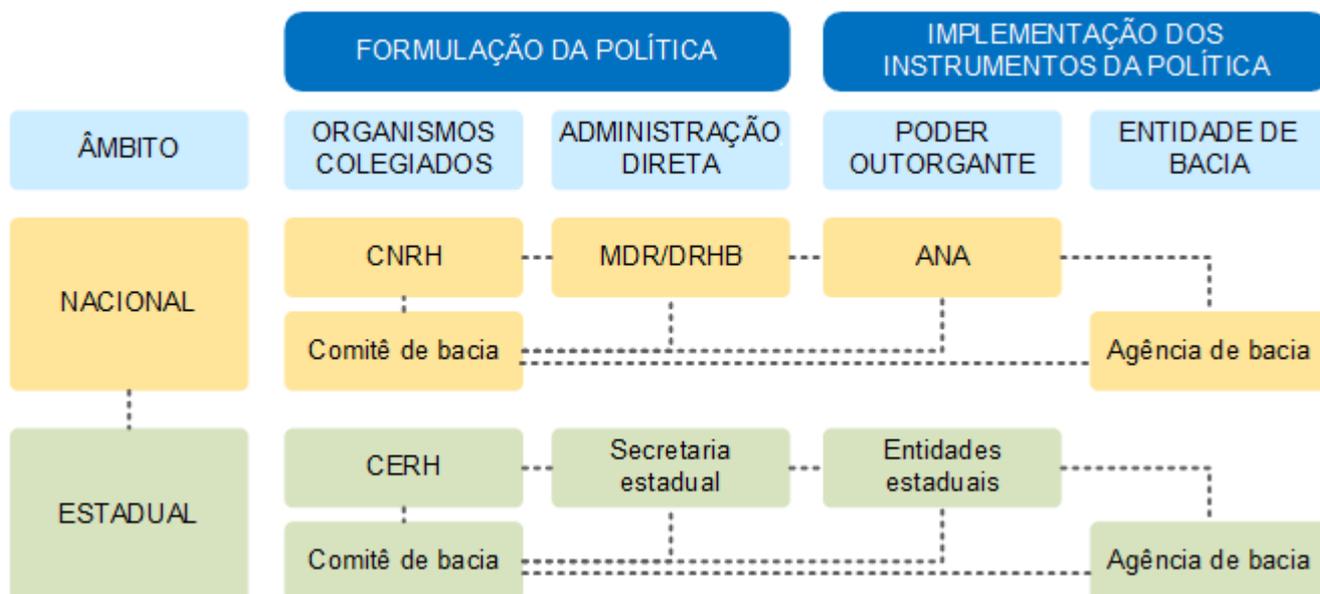
maior frequência (TUCCI, 2004). Os principais problemas relacionados à drenagem de águas pluviais referem-se ao acúmulo de materiais nas seções de escoamento (resíduos sólidos e sedimentos) comprometendo o escoamento, e o lançamento de esgotos sanitários no sistema de drenagem, dessa forma, as águas pluviais passam a transportar uma alta carga poluente decorrente do arraste de materiais sólidos de áreas urbanas.

A drenagem de água pluviais se relaciona com eventos críticos de inundações, alagamentos e enxurradas. Como apresentado no item 2.2.1.6, esses eventos não são tão frequentes quanto secas e estiagens na bacia, porém ocorrem em algumas UHPs, principalmente nos municípios de Carlos Chagas e Crisólita e demandam ações referentes à drenagem¹¹. Ainda, entre dezembro de 2021 e janeiro de 2022 foi registrado um evento crítico devido às chuvas intensas que afetou pelo menos doze das 16 cidades da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.

2.2.6. IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS PRINCIPAIS ATORES SOCIAIS ESTRATÉGICOS

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída através da Lei Federal nº 9.433/1997, criou o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SINGREH) e configurou um marco de profunda mudança valorativa em relação aos usos múltiplos da água, às prioridades desses, ao seu valor econômico, à sua finitude e à participação popular na gestão. A Figura 2.21 apresenta o Organograma do SINGREH no âmbito nacional.

Figura 2.21 - Organograma do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.



Fonte: adaptado de ANA, 2018; Lei Federal nº 13.844/2019.

¹¹ Ações para a drenagem de águas pluviais são apresentadas no item 5.3, com o Programa 4.5 – Drenagem Urbana.

A gestão de recursos hídricos, institucionalmente, é parte integrante do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), o qual foi instituído pela Lei Federal nº 6.938/1981, que dispõem sobre a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), regulamentada pelo Decreto Federal nº 99.274/1990. O SISNAMA é constituído pelos órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Municípios e pelas Fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental, a saber: Ministério do Meio Ambiente (MMA), Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA) e, destacadamente:

- Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), criado através da Lei Federal nº 9.433/1997, a mesma que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, sendo vinculado originalmente ao MMA, e, atualmente, ao Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR).
- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, que tem como competência criar condições técnicas para implementar a Lei Federal nº 9.433/1997, o que implica em promover a gestão descentralizada e participativa, em sintonia com os órgãos e entidades que integram o SINGREH; implantar os instrumentos de gestão previstos naquela.
- Secretaria Nacional de Segurança Hídrica (SNSH), que atua como Secretaria-Executiva do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

Complementarmente ao sistema de gestão ambiental, destaca-se como órgão de controle e fiscalização o Ministério Público (MP), com atribuições exclusivas em relação ao sistema de gestão ambiental e de recursos hídricos (atua em diversas áreas de interesse público), mas que tem apresentado destacada atuação nesta área, especialmente quando outros atores não dispõem de organização e força institucional para exercer suas atribuições de controle e fiscalização.

No âmbito estadual a Lei Estadual nº 13.199/1999, regulamentada pelo Decreto Estadual nº 41.578/2001 instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) e o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH) do estado de Minas Gerais, atuando em conformidade com a legislação federal.

A Lei Estadual Nº 22.257/2016, estabeleceu a estrutura orgânica da administração pública do Poder Executivo do Estado e, segundo o Art. 10, o Sistema Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SISEMA), que tem a finalidade “conservar, preservar e recuperar os recursos ambientais e promover o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade ambiental do Estado” e

integra o Sistema Nacional do Meio Ambiente, criado pela Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, criado pela Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, tendo como órgão central a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – Semad.

Integram a área de competência da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD):

Por subordinação administrativa, os seguintes conselhos:

- Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM);
- Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH).

Por vinculação:

- Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM).
- Autarquias: Instituto Estadual de Florestas (IEF) e Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM).
- Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário de Minas Gerais (Arsae-MG).

Alguns atores sociais possuem vinculações mais intensas, por dependência ou interesse, ou possuem maior poder de interferência sobre a gestão de recursos hídricos, seja por mandato legal, seja por força político-institucional. A matriz institucional da Política de Recursos Hídricos é esquematicamente apresentada na Figura 2.22.

Figura 2.22 - Integrantes do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Minas Gerais.



Fonte: elaborado com base em IGAM, 2020.

Das unidades regionais do IGAM, destaca-se a de Governador Valares e, das Superintendências Regionais da SEMAD, a do Leste, como os que atendem a região da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.



A seguir são apresentadas as entidades mais relevantes atualmente que compõem o sistema de gestão.

2.2.6.1. Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Rio Mucuri

O Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Rio Mucuri, criado pelo Decreto Estadual nº 44.865/2008 e, como nova redação, pelo Decreto Estadual nº 45.202/2009, ainda não possui sítio específico na internet, mas documentações, informações e agendas podem ser acessadas no Portal dos Comitês MG (<http://comites.igam.mg.gov.br/>), que se apresenta como satisfatória ferramenta de informação. Do ponto de vista da divulgação e comunicação, página nas redes sociais que tem alcance relevante e são os principais instrumentos do CBH para atingir a população, o CBH Mucuri possui página no Facebook (<https://www.facebook.com/cbhriomucuri>) e no Instagram (<https://www.instagram.com/cbhriomucuri/>), além de um Canal no Youtube (<https://www.youtube.com/channel/UCwe50Vsw6DELB0expYjeaTQ>), que transmite as reuniões online do CBH. Demonstrando relevância social em sua área de atuação, em novembro de 2016, o CBH recebeu a reunião do Fórum Mineiro de Comitês de Bacias Hidrográficas - FMCBH. Ao longo do processo de participação para a elaboração do PDRH essas redes e as criadas especificamente para o PDRH foram ferramenta fundamental de alcance da população local.

O CBH dos Afluentes Mineiros do Rio Mucuri teve seu Regimento Interno aprovado e estabelecido pela Deliberação CBH-MU1 nº 01/2019, e elenca no seu Art. 4º as seguintes funções:

- I – promover a gestão dos recursos hídricos e as ações de sua competência, em consonância com a gestão ambiental, considerando a totalidade da Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento e gestão;
- II – articular a integração da gestão dos Sistemas Estaduais e Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e seus respectivos instrumentos de gestão, no âmbito da Bacia Hidrográfica;
- III – criar condições para a implantação e propor ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH a equiparação de entidade a Agência de Bacia;
- IV – criar Câmaras Técnicas ou outras formas organizacionais de apoio aos trabalhos do Comitê, definindo, no ato de sua criação, a composição, as atribuições e o prazo de duração, de acordo com normas gerais estabelecidas pelo CERH-MG;
- V – desenvolver e apoiar iniciativas em educação ambiental em consonância com a Lei 9.795/99 que institui a Política Nacional de Educação Ambiental
- VI – exercer o juízo de retratação quanto à matéria objeto de recurso interposto em face de decisão do comitê, dentro de até 05 (cinco) dias, nos termos do art. 51, §1º, da Lei Estadual nº 14.184, de 31 de janeiro de 2002.



O Regimento traz ainda a composição de 40 conselheiros, dentre titulares e suplentes, com representação paritária dos quatro segmentos: Poder Público Estadual, Poder Público Municipal, Usuários de Recursos Hídricos e Entidades da Sociedade Civil.

O CBH-MU1 possui a seguinte estrutura: plenária, que é a instância de deliberação do comitê; diretoria, composta por um presidente, um vice-presidente, um secretário e um secretário adjunto, eleitos pela plenária; e câmaras técnicas: Câmara Técnica Institucional, Legal e de Planejamento - CTILP; Câmara Técnica de Gestão da Informação, Educação Ambiental e Mobilização Social - CTGIEAMS e Câmara Técnica de Revitalização de Microbacias - CTRM.

2.2.6.2. Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Criado em 17 de julho de 1997, o IGAM está vinculado à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD). No âmbito federal, a entidade integra o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGREH). Na esfera estadual, o IGAM integra o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sisema), e o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH-MG), da qual é a entidade gestora, tendo como funções planejar e promover ações direcionadas à preservação da quantidade e da qualidade dos recursos hídricos de Minas Gerais. O gerenciamento é feito com base nas diretrizes do Plano Estadual de Recursos Hídricos e dos Planos Diretores de Recursos Hídricos.

O IGAM se organiza da seguinte forma: Conselho de Administração, Direção Superior, exercida pelo Diretor-Geral e Unidades Administrativas. A atuação do IGAM ocorre de forma descentralizada, através das Unidades Administrativas. Possui, também, nove Unidades Regionais de Gestão de Água, responsáveis por analisar os pedidos de outorga de direito de uso de recursos hídricos, bem como promover a fiscalização dos recursos hídricos, das quais se destaca a Unidade Regional de Gestão das Águas Leste Mineiro (URGA LM), responsável pela área em que se insere a Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.

2.2.6.3. Conselho Estadual de Recursos Hídricos

O Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais foi criado pelo Decreto nº 26.961/1987, com a finalidade de promover o aperfeiçoamento dos mecanismos de planejamento, compatibilização, avaliação e controle dos recursos hídricos do Estado, tendo em vista os requisitos de volume e qualidade necessários aos seus múltiplos usos. Trata-se de órgão colegiado, deliberativo e normativo central do SEGRH/MG.

Tem sua presidência exercida pelo titular da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, que é afeta a Política Estadual de Recursos Hídricos. Além da



Presidência, possui a seguinte estrutura: Presidência, Plenário, Secretaria Executiva e Câmaras Técnicas. Também, poderão existir Grupos de Trabalho para tratar de assuntos específicos.

2.2.6.4. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), criada pela Lei Federal nº 9.984/2000 é a agência reguladora dedicada a cumprir os objetivos e diretrizes da Lei nº 9.433/1997. Atualmente está vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Regional e consiste na entidade federal de implementação do SINGREH, com autonomia administrativa e financeira.

A ANA possui em quatro linhas de ação: (i) **regulação**: regula o acesso e o uso dos recursos hídricos de domínio da União, serviços públicos de irrigação em regime de concessão e adução de água bruta, emite e fiscaliza o cumprimento de normas e é a responsável pela fiscalização da segurança de barragens por ela outorgadas; (ii) **monitoramento**: acompanha a situação dos recursos hídricos do Brasil, coordena a Rede Hidrometeorológica Nacional e, em colaboração com o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), define as regras de operação dos reservatórios das usinas hidrelétricas; (iii) **Aplicação da lei**: coordena a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, realizando e dando apoio a programas e projetos, órgãos gestores estaduais e à instalação de comitês e agências de bacias; e (iv) **planejamento**: elabora ou participa de estudos estratégicos, como os Planos de Bacias Hidrográficas, Relatórios de Conjuntura dos Recursos Hídricos, entre outros.

A partir da publicação da Lei nº 14.026/2020, a ANA passou a ter uma nova atribuição regulatória para a instituição: editar normas de referência, com diretrizes, para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico no Brasil.

Tendo em vista que a Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri se estende de Minas Gerais à Bahia, a participação da ANA na gestão das águas da região é fundamental e deve ser ampliada nos próximos anos a partir da implementação do PDRH. Atualmente a ANA possui atuação limitada na região, apesar da existência de marco regulatório para a calha do Rio Mucuri.

2.3. DIAGNÓSTICO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS

2.3.1. DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL

O presente item apresenta uma avaliação do relatório intitulado “Estudo de regionalização de vazão para o aprimoramento do processo de outorga no Estado de Minas Gerais”, sob responsabilidade do IGAM e concluído no ano de 2012. A disponibilidade hídrica referente ao presente PDRH foi obtida por meio da extração das equações de regionalização retiradas do referido estudo.



Dessa forma, este texto apresenta uma avaliação da adequabilidade dos valores obtidos frente aos registros das estações fluviométricas existentes.

O objetivo do estudo de regionalização de vazões foi de gerar estimativas de vazões de referência para toda a base hidrográfica otocodificada do Estado de Minas Gerais. Foram geradas equações de regionalização para as 36 CHs, incluindo a Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.

O procedimento metodológico utilizado no estudo de regionalização envolveu diferentes etapas:

- As variáveis dependentes e independentes analisadas.
- Os modelos de regressão analisados.
- Os critérios para a seleção do modelo de regionalização.
- A espacialização das vazões.
- A proposta de minimizar o uso da extrapolação das equações de regionalização obtidas.

Em relação às variáveis independentes, foram avaliadas a área de drenagem e a precipitação média anual de longa duração. As variáveis independentes utilizadas foram a área de drenagem (A), a vazão equivalente ao volume precipitado (P_{eq}) e a vazão equivalente ao volume precipitado considerando uma diminuição da inércia hídrica igual a 750 mm (P_{eq750}). A análise de regressão permite estabelecer como as variações em uma ou mais variáveis independentes afetam a variação da variável dependente, sendo que os modelos de regressão analisados foram: linear, potencial, exponencial, logarítmico e recíproco.

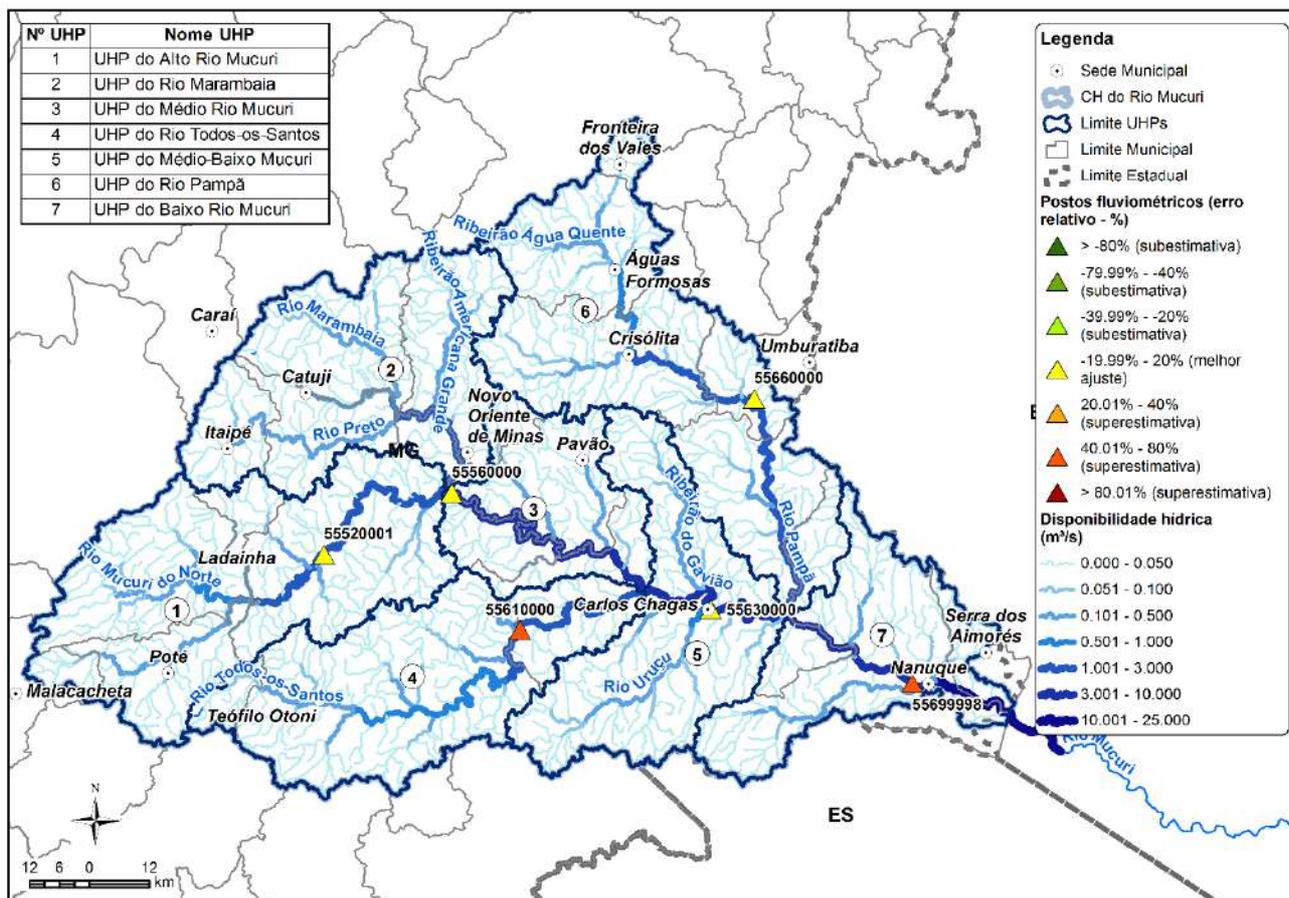
Para a regionalização de vazões da bacia do Rio Mucuri se adotou uma metodologia de avaliação do melhor arranjo de estações, considerando bacias próximas. Foram analisados três diferentes cenários. O cenário com os melhores resultados encontrados foi o que se utiliza apenas de estações fluviométricas da própria Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.

No presente estudo, as estações fluviométricas utilizadas para a avaliação foram agrupadas em dois conjuntos: o primeiro, com a relação das estações do grupo 'Mucuri', utilizadas no estudo de regionalização do IGAM (2012); além de um segundo grupo com estações não empregadas na regionalização e utilizadas para fins de validação. Em ambos os conjuntos foram observadas as vazões referentes à Q_{mlp} (vazão média de longo período), Q_{95} e $Q_{7,10}$, extraídas a partir das séries históricas de vazão entre 1972 e 2005.

Considerando-se a Q_{mlp} e a Q_{95} analisando os valores do coeficiente de determinação, do erro padrão e da amplitude de resíduos evidenciou-se que a variável explicativa que possibilitou o melhor ajuste estatístico foi a área de drenagem. O modelo potencial apresentou os melhores ajustes estatísticos dentre os cinco modelos avaliados (linear, potencial, exponencial, logarítmico e recíproco).

A Figura 2.23 apresenta a disponibilidade hídrica nos trechos definidos da CH do Mucuri, além da distribuição espacial dos erros relativos nas estações fluviométricas para a $Q_{7,10}$ ¹².

Figura 2.23 - Disponibilidade hídrica nos trechos e erros relativos nas estações fluviométricas para a $Q_{7,10}$.



Fonte: elaboração própria.

Os valores de vazão média de longo período, além da Q_{95} e $Q_{7,10}$ resultantes da regionalização nos exutórios das Unidades Hidrológicas de Planejamento da bacia em estudo são apresentados no Quadro 2.8. Como algumas UHPs recebem contribuições de outras UHPs de montante, considerou-se também apenas as vazões incrementais produzidas em cada unidade, isto é, desconsiderando contribuições de montante, o que é colocado no Quadro 2.9.

¹² A ação 3.1.2 – Ampliar a rede de monitoramento quantitativo, apresentada no item 5.3.2.3, prevê a expansão da rede de monitoramento, o que pode contribuir com observações mais precisas em estudos futuros.

Quadro 2.8 - Vazões absolutas nos exutórios de cada UHP definida para a bacia do rio Mucuri.

UHP	Curso d'água	Vazões (m ³ /s)			UHPs de montante
		Q _{mlp}	Q ₉₅	Q _{7,10}	
UHP-1 - Alto Rio Mucuri	Rio Mucuri	23,57	3,95	2,05	-
UHP-2 - Rio Marambaia	Rio Marambaia	18,39	3,13	1,62	-
UHP-3 - Médio Rio Mucuri	Rio Mucuri	53,52	8,57	4,45	1, 2
UHP-4 - Rio Todos-os-Santos	Rio Todos-os-Santos	18,06	3,08	1,60	-
UHP-5 - Médio-Baixo Mucuri	Rio Mucuri	89,40	13,92	7,22	3, 4
UHP-6 - Rio Pampã	Rio Pampã	23,86	4,00	2,08	-
UHP-7 - Baixo Rio Mucuri	Rio Mucuri	129,34	19,72	10,24	5, 6

Fonte: elaboração própria.

Quadro 2.9 - Vazões produzidas em cada UHP da bacia do rio Mucuri, desconsiderando as contribuições de outras bacias.

UHP (nome)	Curso d'água	Vazões (m ³ /s)			UHPs de montante
		Q _{mlp}	Q ₉₅	Q _{7,10}	
UHP-1 - Alto Rio Mucuri	Rio Mucuri	23,57	3,95	2,05	-
UHP-2 - Rio Marambaia	Rio Marambaia	18,39	3,13	1,62	-
UHP-3 - Médio Rio Mucuri	Rio Mucuri	11,56	1,49	0,78	1, 2
UHP-4 - Rio Todos-os-Santos	Rio Todos-os-Santos	18,06	3,08	1,60	-
UHP-5 - Médio-Baixo Mucuri	Rio Mucuri	17,83	2,27	1,18	3, 4
UHP-6 - Rio Pampã	Rio Pampã	23,86	4,00	2,08	-
UHP-7 - Baixo Rio Mucuri	Rio Mucuri	16,07	1,80	0,94	5, 6

Fonte: elaboração própria.

2.3.2. DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA

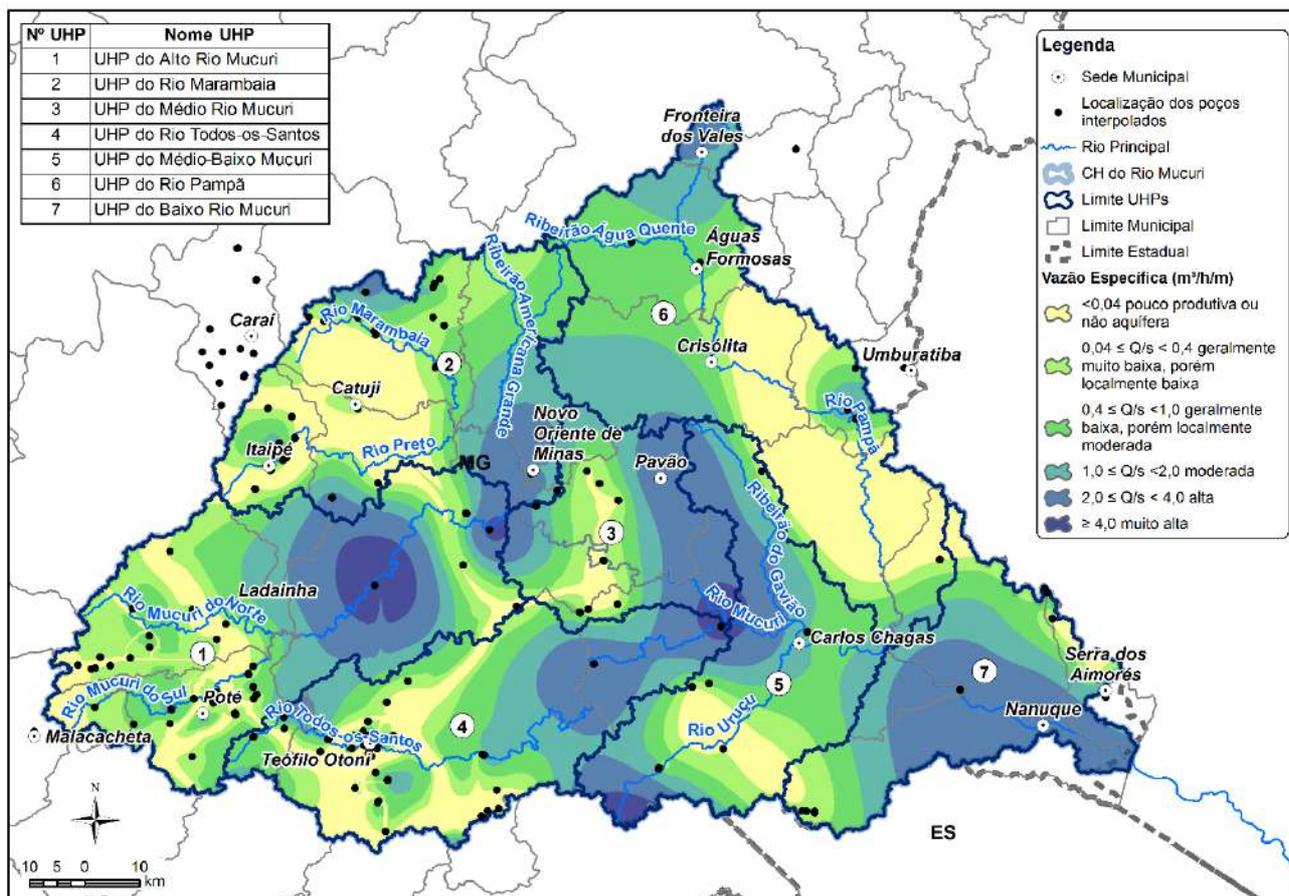
O uso das águas subterrâneas na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri é efetuado através da exploração de poços tubulares profundos, poços manuais (cisternas) e captações em nascentes, e representam significativa parcela no suprimento hídrico da bacia. Considerando as demandas de abastecimento público, mineração, indústria, irrigação, aquicultura e agropecuária, as águas subterrâneas contribuem com 11% da captação total, chegando a satisfazer 70% da captação de água para a indústria.

As condições de utilização das águas subterrâneas foram analisadas considerando as disponibilidades efetivas e instaladas existentes na bacia, cujos resultados foram posteriormente comparados com as reservas renováveis estimadas. A disponibilidade efetiva representa o volume subterrâneo total passível de exploração considerando o tempo médio bombeado por dia nas captações existentes, apresentado em m³/ano. A disponibilidade instalada representa o volume subterrâneo considerando um bombeamento contínuo de 24 horas, por 365 dias, apresentado em m³/ano. Foram utilizados os Cadastros de uso insignificantes e Outorgas de direito de uso de recursos hídricos (IGAM, 2018a) e Cadastro de Outorgas subterrâneas (IGAM, 2018b) como subsídio ao cálculo das disponibilidades. A disponibilidade efetiva (D_e) total resultante para a Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri é de 9.283,43 m³/dia, ou 3.388.451,95 m³/ano, e a disponibilidade instalada (D_i) total é 7.411.561,81 m³/ano.



A avaliação da potencialidade aquífera da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri foi realizada através da análise de poços tubulares provenientes do banco de dados do SIAGAS. Dos 410 poços existentes, 196 apresentaram o dado de vazão específica. Foi constatado que aproximadamente 45% dos poços apresentam potencialidade “geralmente muito baixa, porém localmente baixa”, seguido de 19,4% que apresenta potencialidade “geralmente baixa, porém localmente moderada”, e 17,3% “pouco produtiva ou não aquífera”. A Figura 2.24 apresenta a distribuição da potencialidade dos aquíferos com os dados de vazão específica do SIAGAS interpolados para a bacia, sendo possível definir as áreas mais favoráveis a ocorrência de água subterrânea.

Figura 2.24 - Potencialidade dos aquíferos na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.



Fonte: elaboração própria, com base em SIAGAS, 2019.

Diversas metodologias podem ser empregadas na quantificação das disponibilidades hídricas subterrâneas de bacias hidrográficas. No âmbito deste plano, a estimativa das reservas renováveis do aquífero foi realizada a partir da análise e decomposição de hidrogramas em escoamento superficial e subterrâneo, sendo possível avaliar o volume anual de deflúvio do aquífero para os rios, que é o responsável por manter o fluxo de base destes nos períodos secos do ano.

Para confecção dos hidrogramas foram utilizadas séries históricas de vazão de três estações fluviométricas, obtidas no Portal HidroWeb (SNIRH). Foram selecionados os intervalos de tempo



correspondentes a um ano hidrológico, sugeridos pelo software Super Manejo de Dados, sendo a metodologia aplicada para o ano mais seco e o mais úmido da série histórica de cada estação. O escoamento de base foi traçado a partir da técnica *smoothed minima* (Nathan & McMahon, 1990; Wahl & Wahl, 1995). O volume anual de deflúvio corresponde a soma das vazões diárias. Os resultados obtidos estão apresentados no Quadro 2.10.

Quadro 2.10 - Volume anual total, de deflúvio subterrâneo e superficial médio na bacia.

Período	Fluxo de Base (m³/s)	Reserva renovável (m³/ano)	Reserva explorável (m³/ano)	Volume total anual (m³)	Volume deflúvio subt. (m³)	Volume superficial (m³)
Seco	5,492	1,73×10 ⁸	5,20×10 ⁷	3,70×10 ⁸	1,73×10 ⁸	1,97×10 ⁸
Úmido	50,248	1,58×10 ⁹	4,75×10 ⁸	2,64×10 ⁹	1,58×10 ⁹	1,06×10 ⁹

Fonte: elaboração própria.

A Reserva Explorável (Re) foi calculada em comparação com o proposto por outros Planos de Bacias Hidrográficas do estado de Minas Gerais, sendo considerado adequado que esta seja equivalente a 30% da Reserva Renovável. A partir dos resultados obtidos, percebe-se que a disponibilidade efetiva atual ($3,39 \times 10^6$ m³/ano) corresponde a aproximadamente 1,95% da reserva renovável média para a bacia nos períodos mais secos registrados ($1,73 \times 10^8$ m³/ano). Mesmo que o bombeamento fosse realizado 24 horas por dia (disponibilidade instalada), o percentual com relação a reserva renovável média para o período seco seria de 4,28%. Como esperado, os percentuais de De e Di sobre a reserva renovável média para o período mais úmido são ainda menos representativos, resultando em 0,21% para De/Rr e 0,47% para Di/Rr.

Os aquíferos da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri não apresentam risco de superexploração considerando um cenário de inexistência de poços não cadastrados ou clandestinos. O cenário de clandestinidade de 90% do total de poços apresenta-se possivelmente superestimado, por mais que ainda esteja abaixo do estipulado como Reserva Explorável, uma vez que os poços clandestinos geralmente são de uso insignificante, apresentando vazões muito inferiores as que se encontram nos cadastros de outorga¹³.

2.3.3. QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

Neste item são apresentadas apenas as análises e resultados para a qualidade das águas superficiais, em vista da falta de informações que permitam uma avaliação consistente da qualidade das águas subterrâneas, que não são monitoradas na CH.

¹³ Observa-se a necessidade de aprofundar o conhecimento sobre as águas subterrâneas na bacia, assim, no Plano de Ação é proposto estudo específico com esse fim, na ação 3.2.3 – Elaborar um diagnóstico da situação das águas subterrâneas na bacia.

A rede de monitoramento do IGAM conta com 11 estações localizadas ao longo da CH do Rio Mucuri, sendo parte da rede básica de monitoramento do Estado de Minas Gerais. As campanhas de amostragem são trimestrais em todas as estações de monitoramento, com um total anual de 4 campanhas. Nas campanhas completas, realizadas em janeiro/fevereiro/março (JFM) e em julho/agosto/setembro (JAS), classificados climatologicamente como períodos de chuva e estiagem, respectivamente, são analisados 51 parâmetros comuns ao conjunto de pontos de amostragem. Nas campanhas intermediárias, realizadas nos meses abril/maio/junho (AMJ) e outubro/novembro/dezembro (OND), considerados períodos de transição, são analisados 19 parâmetros genéricos em todos os pontos, além daqueles característicos das fontes poluidoras que contribuem para a área de drenagem da estação de coleta (IGAM, 2018)¹⁴.

2.3.3.1. Indicadores de qualidade da água

Este item apresenta uma descrição da qualidade das águas superficiais a partir dos indicadores de qualidade, cujos valores foram extraídos dos relatórios anuais de avaliação de qualidade das águas superficiais em Minas Gerais (IGAM, 2019; IGAM, 2018; IGAM, 2017; IGAM, 2016; IGAM, 2015; IGAM, 2014). Foram considerados os seguintes indicadores: Índice de Qualidade das águas (IQA), Contaminação por Tóxicos (CT), Índice de Estado Trófico (IET), além dos resultados anuais dos ensaios ecotoxicológicos e, por fim, foi aplicado o Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE). Foram obtidos os resultados dos indicadores a partir do ano de 2013 para cada estação, sendo analisadas e discutidas as variações anuais das séries temporais.

➤ Índice de Qualidade das Águas (IQA)

O agrupamento dos parâmetros descritos pode ser efetuado a partir da utilização do IQA - Índice de Qualidade da Água, que é o indicador de qualidade da água mais utilizado no Brasil. O IQA foi desenvolvido pela National Sanitation Foundation dos Estados Unidos em 1970, através de pesquisa de opinião junto a vários especialistas da área ambiental. Cada especialista selecionou, a seu critério, os parâmetros relevantes para avaliar a qualidade das águas e estipulou, para cada um deles um peso relativo na série de parâmetros especificados (IGAM, 2019). O tratamento dos dados da mencionada pesquisa definiu um conjunto de nove parâmetros considerados mais representativos para a caracterização da qualidade das águas, cuja relação e os respectivos pesos estão relacionados no Quadro 2.11.

¹⁴ A ação 3.1.1 – Ampliar a rede de monitoramento da qualidade da água, apresentada no item 5.3.2.3, tem o objetivo de contribuir com a avaliação da qualidade das águas na bacia.

Quadro 2.11. Relação dos parâmetros constituintes do IQA e respectivos pesos.

Parâmetro	Unidade	Peso (wi)
Oxigênio dissolvido	%ODsat	0,17
Escherichia coli	NMP/100mL	0,15
pH	-	0,12
Demanda bioquímica de oxigênio – DBO	mg/L	0,1
Nitratos	mg/L	0,1
Fosfato total	mg/L	0,1
Variação da temperatura	°C	0,1
Turbidez	UNT	0,08
Sólidos totais	mg/L	0,08

Fonte: adaptado de IGAM, 2019.

A qualidade da água dos corpos hídricos é classificada entre Muito Ruim e Ruim (impróprias para tratamento convencional visando ao abastecimento público), ou Excelente, Boa e Média (águas apropriadas para tratamento convencional visando o abastecimento público), conforme ilustrado no Quadro 2.12.

Quadro 2.12 - Parâmetros empregados no cálculo do IQA.

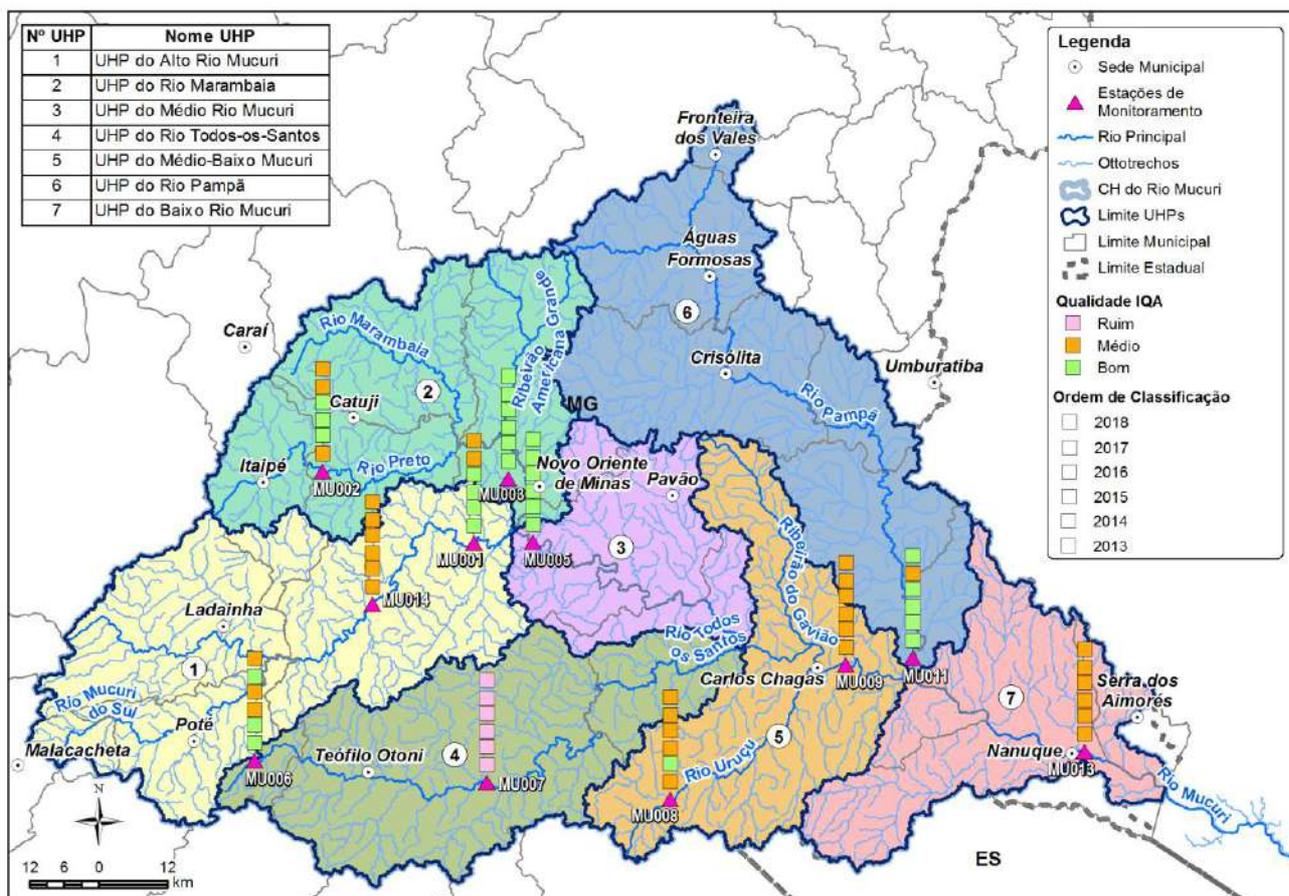
Valor do IQA	Classes	Significado
90 < IQA ≤ 100	Excelente	Águas apropriadas para tratamento convencional visando ao abastecimento público.
70 < IQA ≤ 90	Bom	
50 < IQA ≤ 70	Médio	
25 < IQA ≤ 50	Ruim	Águas impróprias para tratamento convencional visando ao abastecimento público, sendo necessários tratamentos mais avançados.
IQA ≤ 25	Muito Ruim	

Fonte: IGAM, 2019.

Em geral, a maioria das estações da CH do Rio Mucuri manteve-se na faixa com IQA médio. Em nenhuma das estações houve tendência de crescimento ou decréscimo. Os piores indicadores estão à jusante de Teófilo Otoni. É possível afirmar que os resultados ruins estão associados especialmente aos lançamentos de esgotos sanitários e à lavagem dos solos no período chuvoso. A Figura 2.25 apresenta a média do IQA anual nas estações localizadas na CH, onde é possível verificar valores na faixa entre 70 e 60 entre os anos de 2013 e 2018.



Figura 2.25 - Séries históricas anuais relativas ao indicador IQA médio nas estações de monitoramento existentes na CH do Rio Mucuri.



Fonte: elaboração própria.

Nota: os dados utilizados são uma consolidação dos relatórios anuais de qualidade da água em Minas Gerais (IGAM, 2019; IGAM, 2018; IGAM, 2017; IGAM, 2016; IGAM, 2015; IGAM, 2014).

➤ Contaminação por Tóxicos (CT)

A Contaminação por Tóxicos (CT) avalia a presença de 13 substâncias tóxicas nos corpos de água, quais sejam: arsênio total, bário total, cádmio total, chumbo total, cianeto livre, cobre dissolvido, cromo total, fenóis totais, mercúrio total, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal total e zinco total (CETESB, 2019). Os resultados das análises laboratoriais são comparados com os limites definidos nas classes de enquadramento dos corpos de água pelo Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM e Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais - CERH-MG, na Deliberação Normativa Conjunta nº 01/08 (IGAM, 2019). O Quadro 2.13 apresenta as três faixas de classificação para o indicador Contaminação por Tóxicos, bem como o significado de cada uma delas.

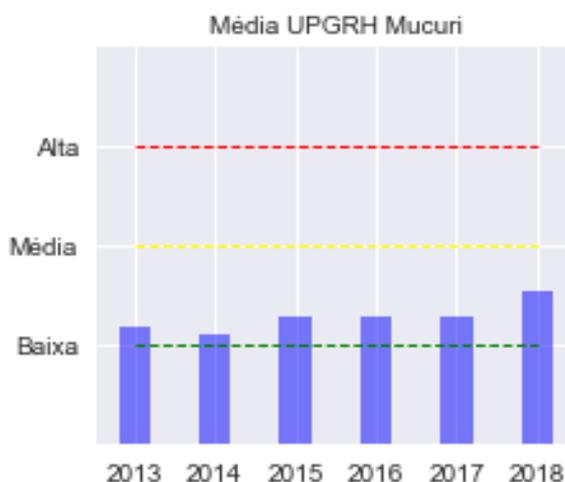
Quadro 2.13 - Classes da Contaminação por Tóxicos e seus significados.

Valor CT em relação à classe de enquadramento	Contaminação	Significado
Concentração $\leq 1,2 P$	Baixa	Refere-se à ocorrência de substâncias tóxicas em concentrações que excedem em até 20% o limite de classe de enquadramento do trecho do corpo de água onde se localiza a estação de amostragem.
$1,2 P < \text{Concentração} \leq 2 P$	Média	Refere-se à faixa de concentração que ultrapasse os limites mencionados no intervalo de 20% a 100%.
Concentração $> 2P$	Alta	Refere-se às concentrações que excedem em mais de 100% os limites.

Fonte: IGAM, 2018.

A pior situação identificada no conjunto total de resultados das campanhas de amostragem, para qualquer parâmetro tóxico, define a faixa de contaminação do período em consideração. Portanto, se apenas um dos parâmetros tóxicos em uma dada estação de amostragem mostrar-se com valor acima de 20%, o índice CT será considerado médio, e para valores acima de 100% o índice será classificado como de alto risco para contaminação. A Figura 2.26 apresenta a série histórica anual do indicador CT desde 2013.

Figura 2.26 - Séries históricas anuais relativas ao indicador CT médio nas estações de qualidade da água existentes na CH do Rio Mucuri.



Fonte: elaboração própria.

Nota: os dados utilizados são uma consolidação dos relatórios anuais de qualidade da água em Minas Gerais (IGAM, 2019; IGAM, 2018; IGAM, 2017; IGAM, 2016; IGAM, 2015; IGAM, 2014).

➤ Índice do Estado Trófico (IET)

O Índice do Estado Trófico tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas

(CETESB, 2019). A partir do ano de 2008, o Programa Águas de Minas passou a utilizar o IET para contribuir na avaliação da qualidade das águas, sendo utilizados os parâmetros de fósforo total e clorofila-a. Os valores de fósforo devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como o agente causador do processo. A parte correspondente à clorofila-a, por sua vez, deve ser considerada como uma medida da resposta do corpo hídrico ao agente causador, indicando de forma adequada o nível de crescimento do fitoplâncton devido ao enriquecimento de nutrientes. Para a classificação deste índice em rios são adotados os estados de trofia apresentados no Quadro 2.14.

Quadro 2.14 - Classes do Índice de Estado Trófico (rios) e seu significado.

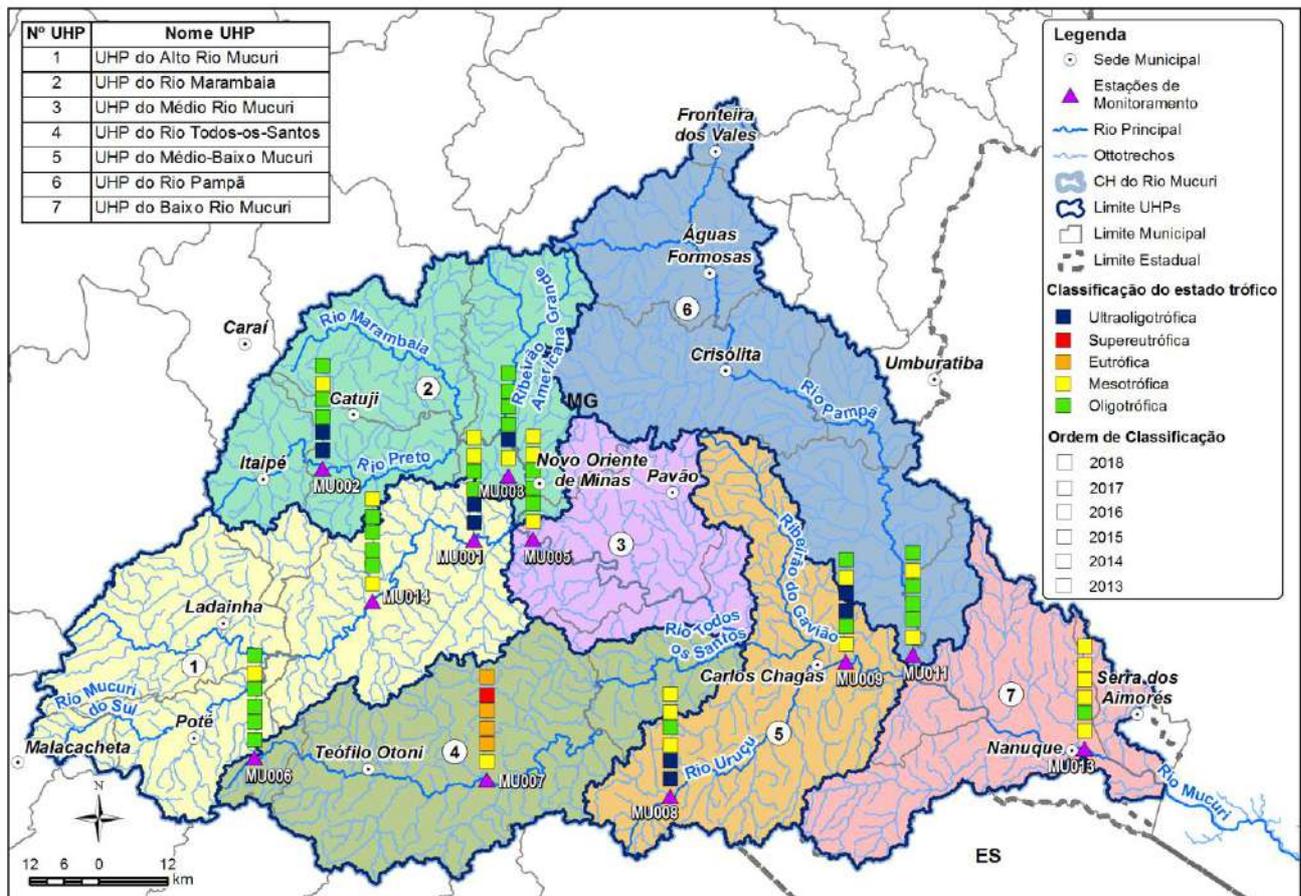
Valor IET	Classes	Significado
$IET \leq 47$	Ultraoligotrófica	Corpos de água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que acarretam em prejuízos aos usos da água.
$47 < IET \leq 52$	Oligotrófica	Corpos de água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre o uso da água, decorrentes da presença de nutrientes.
$52 < IET \leq 59$	Mesotrófica	Corpos de água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade de água, em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
$59 < IET \leq 63$	Eutrófica	Corpos de água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.
$63 < IET \leq 67$	Supereutrófica	Corpos de água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios de florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos.
$IET > 67$	Hipereutrófica	Corpos de água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios de florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

Fonte: IGAM, 2019.

A Figura 2.27 apresenta as séries históricas anuais do indicador IET nas estações de monitoramento. Verificou-se uma tendência de aumento do IET em uma das estações. A maioria dos indicadores ficou situada entre os níveis oligotrófico e mesotrófico, com exceção da estação à jusante de Teófilo Otoni, onde foram verificadas condições eutróficas e supereutróficas durante a série analisada.



Figura 2.27 - Séries históricas anuais relativas ao indicador IET médio nas estações de qualidade da água existentes na CH do Rio Mucuri.



Fonte: elaboração própria.

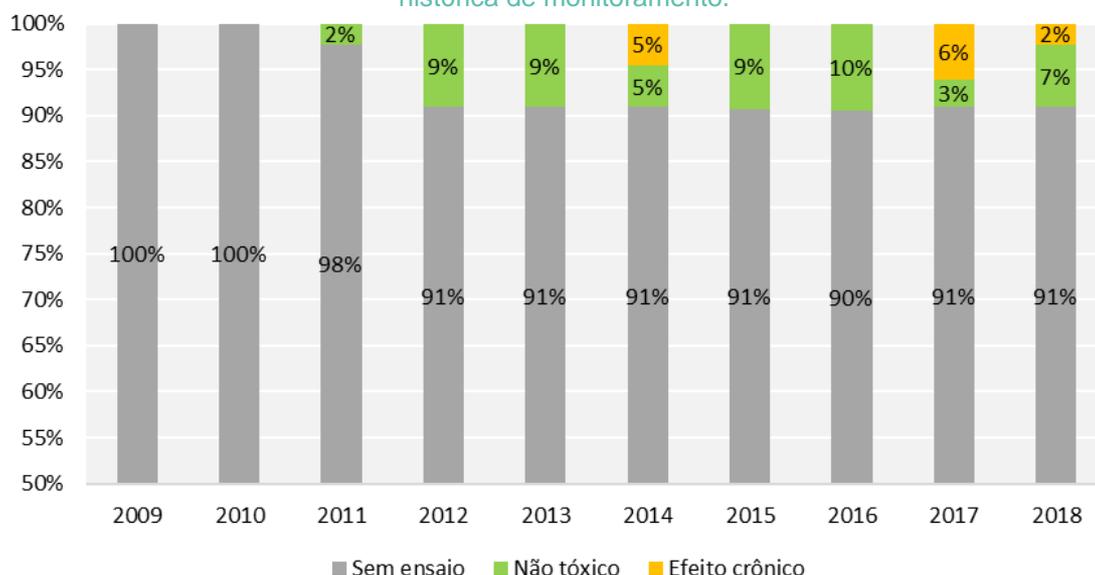
Nota: os dados utilizados são uma consolidação dos relatórios anuais de qualidade da água em Minas Gerais (IGAM, 2019; IGAM, 2018; IGAM, 2017; IGAM, 2016; IGAM, 2015; IGAM, 2014).

➤ Ensaio Ecotoxicológicos

A ecotoxicologia pressupõe o uso de testes de toxicidade com organismos, também chamados bioensaios. Bioensaios são testes feitos em laboratório que determinam o grau ou o efeito biológico de uma substância desconhecida ou de uma substância-teste (como drogas, hormônio, químicos, etc); o teste é feito através de comparação experimental do efeito da substância testada com efeitos causados por uma substância conhecida, em uma cultura de células vivas ou em um organismo-teste (USEPA). Os bioensaios diferem principalmente quanto ao tempo de exposição do organismo-teste ao agente ou substância a ser testado. Portanto, os bioensaios podem ser agudos ou crônicos. Teste de toxicidade aguda são estudos experimentais feitos com organismos-teste que determinam se um efeito adverso observado ocorre em um curto período (em geral até 14 dias) após administração de uma única dose da substância testada ou após múltiplas dosagens administradas em até 24 horas. Já nos testes de toxicidade crônica, os organismos-teste são observados durante uma grande parte do seu tempo de vida, quando acontece a exposição ao agente-teste; os efeitos crônicos persistem por um longo período, e podem ser evidentes imediatamente após a exposição ou não (DUFFUS, 1993).

Os Ensaio ecotoxicológicos foram realizados apenas em uma estação na UHP do Baixo Rio Mucuri a partir do ano de 2011. A Figura 2.28 apresenta o percentual de ensaios em relação ao total de amostras anuais realizadas na CH. Do total de análises ecotoxicológicas, foi verificado efeito crônico em amostras realizadas nos anos de 2014, 2017 e 2018, correspondendo a cerca de 18% do total de ensaios realizados na estação. Uma vez que a estação analisada se localiza no exutório da CH, recebe contribuições de cargas de toda a bacia, sendo possível relacionar os dados das demais estações sobre a ocorrência de efeito crônico. Parâmetros como o chumbo, fenóis, zinco e cianeto apresentaram violações dos limites legais, podendo estar relacionado à ocorrência de efeito crônico em algumas amostras. Cabe destacar também que em nenhuma amostra foi detectado efeito de toxicidade aguda.

Figura 2.28 - Frequência de ocorrência dos resultados de ecotoxicidade na CH do Rio Mucuri ao longo da série histórica de monitoramento.



Fonte: elaboração própria.

➤ Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE)

O Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE) é um índice de qualidade da água desenvolvido em 1997 no Canadá pelos especialistas em recursos hídricos da Subcomissão Técnica de Qualidade da Água do Canadá, o Canadian Council of Ministers of the Environmental (CCME). O ICE é utilizado para indicar a condição de conformidade da qualidade da água do corpo hídrico ao enquadramento estabelecido pela legislação (Silva, 2017).

A definição do índice se baseia na comparação dos valores dos dados de monitoramento da qualidade da água com os padrões de qualidade da água instituídos pela legislação. É a combinação de três fatores que representam o não atendimento aos critérios de qualidade propostos, ou seja, representam a desconformidade ao enquadramento. Assim, o ICE é composto por três fatores: (i) a abrangência do impacto causado pela desconformidade; (ii) a frequência com que as desconformidades ocorrem; e (iii) a amplitude da desconformidade, isto é, o desvio em relação ao valor objetivo da variável de qualidade da água. O índice varia de 0 a 100, sendo que o valor próximo a zero



significa uma situação em que a condição do corpo hídrico está muito distante do enquadramento desejado e próximo de 100 indicará situação de conformidade com o enquadramento. Considerou-se a categorização por faixas e cores utilizadas por IGAM (2010), dada de acordo com o quadro abaixo.

Quadro 2.15 - Classificação do Índice de Conformidade de Enquadramento.

Classificação	Intervalo
Inaceitável	$0 < ICE < 45$
Regular	$46 < ICE < 65$
Aceitável	$66 < ICE < 80$
Bom	$81 < ICE < 94$
Excelente	$95 < ICE < 100$

Fonte: Silva, 2017.

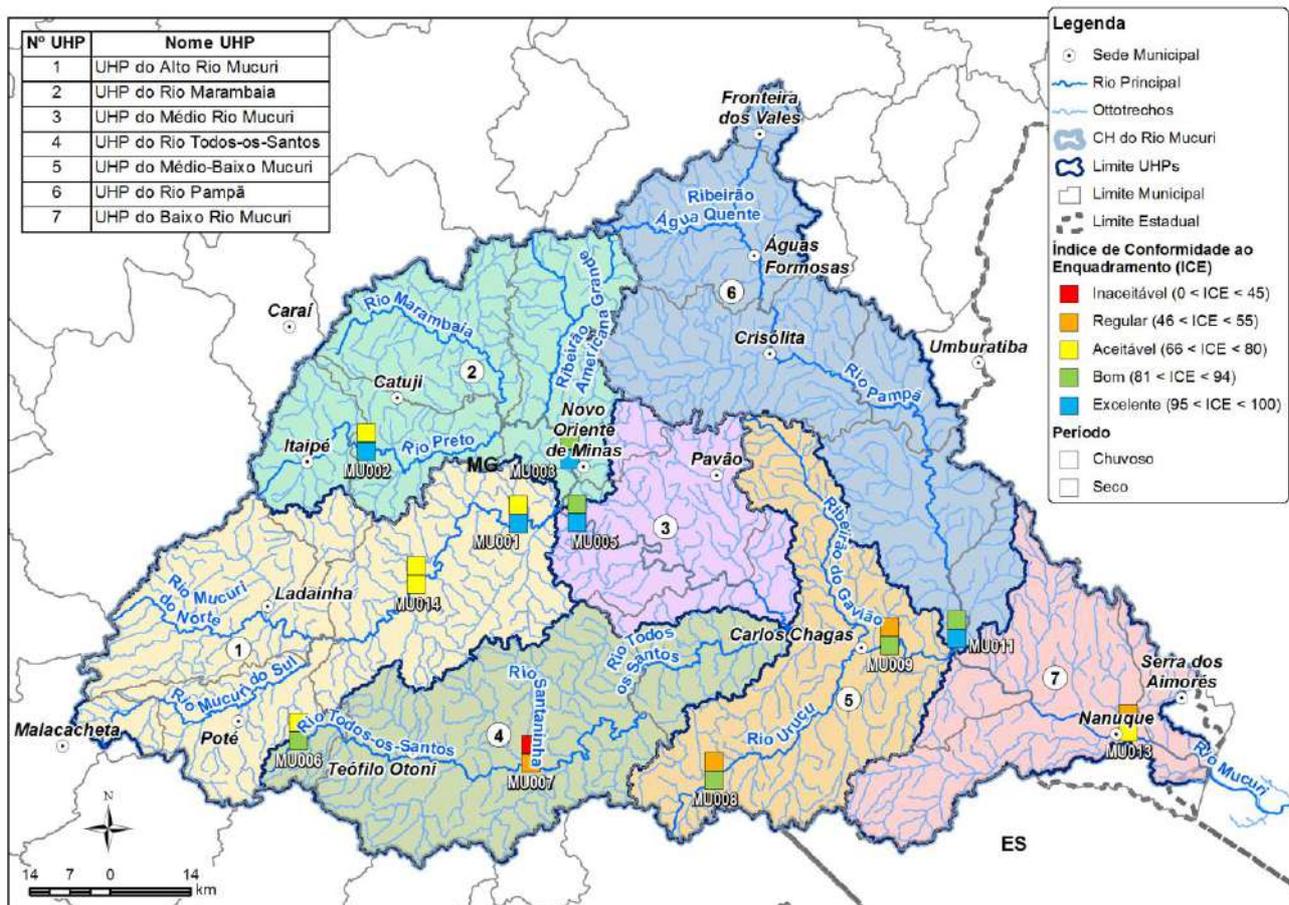
O ICE foi utilizado no Brasil em alguns trabalhos acadêmicos e por órgãos gestores dos recursos hídricos com o intuito, em geral, de verificar a sua aplicabilidade e comparar os resultados com outros índices já utilizados, incluindo algumas aplicações no Estado de Minas Gerais. IGAM (2010) utilizou o ICE com o objetivo de representar os fatores de pressão identificados nas bacias hidrográficas monitoradas no âmbito do Projeto Águas de Minas, ou seja, para cada bacia foram definidos parâmetros distintos de acordo com os usos. Ecoplan e Skill (2015), no âmbito da atualização do Plano Diretor do Rio das Velhas, também utilizaram o ICE como um dos índices para avaliar a qualidade da água na bacia.

O índice ICE foi aplicado no conjunto de estações localizadas na CH do Rio Mucuri, considerando o período base de análise do diagnóstico, entre 2015 e 2018, distinguindo-se entre as amostragens realizadas no período seco (abril a setembro) e chuvoso (outubro a março). Foram selecionados um total de 16 parâmetros de qualidade: DBO, oxigênio dissolvido, *Escherichia coli*, fósforo total, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, pH, sólidos em suspensão totais, turbidez, cor verdadeira, alumínio dissolvido, ferro dissolvido, manganês total, zinco total, cianeto livre e chumbo total. Para os limites previstos na legislação foi considerado o enquadramento em classe 2, uma vez que a CH Rio Mucuri – MU1 ainda não possui enquadramento aprovado, devendo neste caso observar o artigo 37 da Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008, que define que, enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas como classe 2.

A Figura 2.29 apresenta o resultado do ICE das estações de qualidade da água da CH do Rio Mucuri, considerando o período seco e o período chuvoso, enquanto a . Em geral, observa-se que existe um número maior de parâmetros violados e um número maior de amostras com violações no período chuvoso em relação ao período seco, indicando que os processos de incremento de carga difusa oriunda da lavagem dos solos são preponderantes em relação à redução da capacidade de diluição dos efluentes no período seco. A partir das análises é possível concluir que as pressões predominantes na CH correspondem ao aumento das cargas difusas no período chuvoso, através dos

processos de carreamento dos solos e erosão das margens dos rios, uma vez que o uso e ocupação do solo na região é expressivamente composto por áreas de pastagem e mosaicos de agricultura e pastagem. Os lançamentos de esgotos sanitários, sobretudo nos municípios de Teófilo Otoni e Nanuque, também contribuem para impactar a qualidade das águas.

Figura 2.29 - Resultado dos valores de ICE obtidos para o conjunto de estações da CH do Rio Mucuri, considerando o período seco e o período chuvoso.



Fonte: elaboração própria.

2.3.3.2. Análise da conformidade à legislação

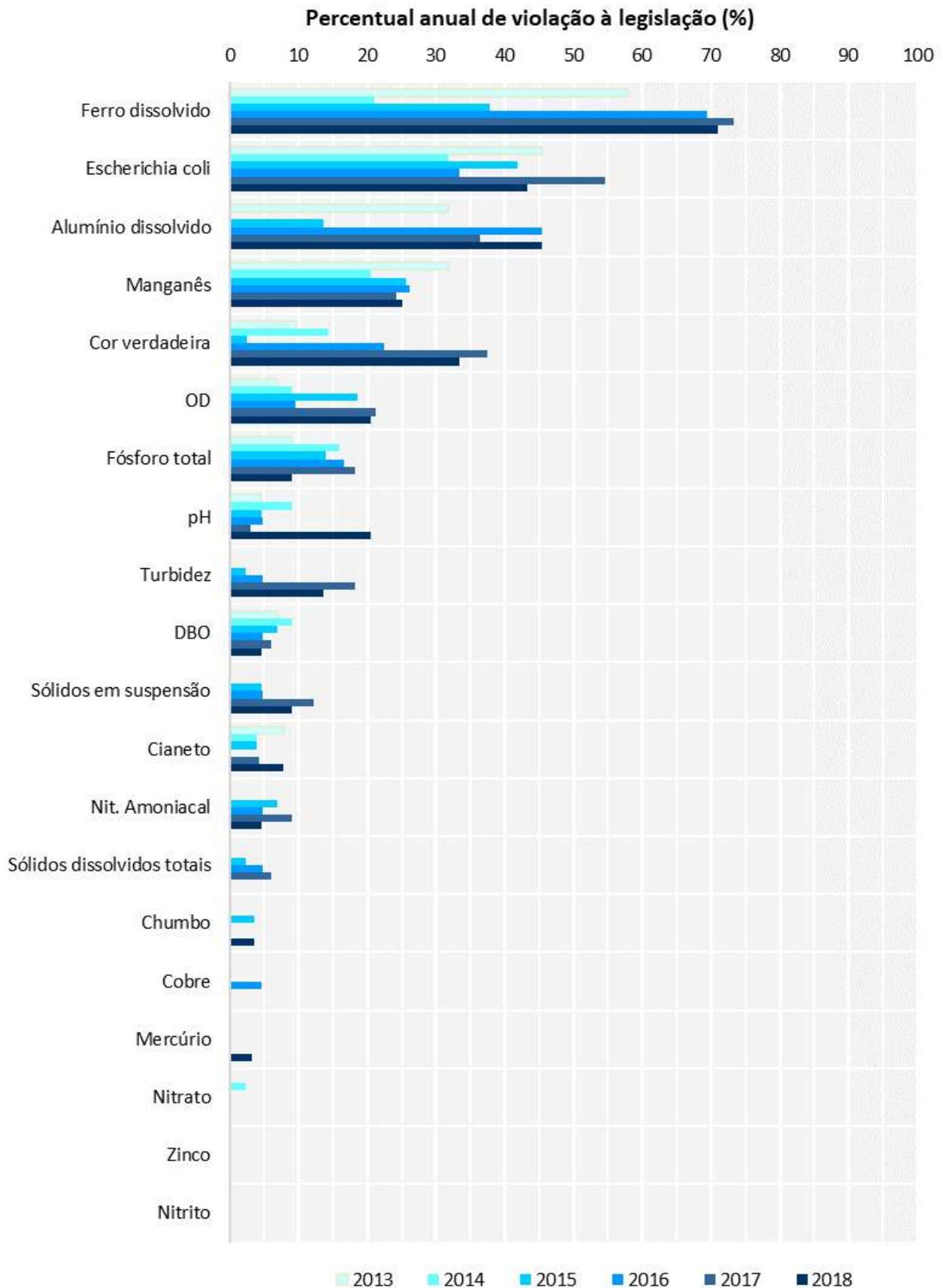
Considerando os resultados anuais entre 2013 e 2018 para as estações de amostragem da CH do Rio Mucuri, avaliaram-se os parâmetros monitorados em relação ao percentual de amostras cujos valores violaram os limites legais da Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG Nº 01/08 e a resolução CONAMA nº 357/2005, considerando todos os trechos enquadrados em classe 2.

Na Figura 2.30 é apresentado o percentual anual de violações em ordem decrescente de cada parâmetro e indica os constituintes mais críticos na CH entre 2013 e 2018. É possível verificar que os parâmetros que apresentaram o maior número de violações foram o ferro dissolvido (55,1 %), Escherichia coli (41,7 %), alumínio dissolvido (28,8%), manganês (25,5 %) e cor verdadeira (19,9 %). Os percentuais entre parênteses representam a média de violações entre os anos considerados. Os

principais fatores de degradação ambiental que podem ser apontados como contribuintes dos resultados citados acima são os processos decorrentes de lixiviação e assoreamento dos cursos d'água no período chuvoso, além da falta de coleta e tratamento de esgotos sanitários.



Figura 2.30 - Percentual de violações para os parâmetros analisados nas estações de qualidade da água na CH do Rio Mucuri entre 2013 e 2018.



Fonte: elaboração própria.



2.4. DIAGNÓSTICO DAS DEMANDAS HÍDRICAS

O diagnóstico das demandas hídricas é realizado setor a setor, em vista da necessária consideração das peculiaridades setoriais para a avaliação das demandas no Cadastro de usos insignificantes e Outorgas de direito de uso de recursos hídricos (IGAM, 2018a) e nas estimativas realizadas.

Na utilização dos Cadastro de usos insignificantes e Outorgas de direito de uso de recursos hídricos (IGAM, 2018a) foi realizada a consistência dos dados por meio da exclusão, quando necessária, de processos fora da data de vigência ou com o status de “em análise técnica”, assim como de linhas duplicadas. No caso de haver mais de uma finalidade para um mesmo processo, dividiu-se a vazão proporcionalmente ao número de finalidades. Além disso, foi analisado o Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2017b) como referencial comparativo às demandas obtidas através dos Cadastro de usos insignificantes e Outorgas de direito de uso de recursos hídricos (IGAM, 2018a).

De acordo com a DN CERH nº 09/2004, as captações e derivações de águas superficiais menores ou iguais a 0,5 L/s são consideradas como usos insignificantes para a Circunscrição Hidrográfica MU1. Os usos subterrâneos foram definidos através da DN CERH nº 33/2009, como uso insignificante as captações subterrâneas em poços manuais, surgências e cisternas com vazão menor ou igual a 10 m³/dia. Conforme a Deliberação Normativa CERH nº 34/2010, os poços tubulares do semiárido são considerados como usos insignificantes desde que capturem ou derivem montantes inferiores a 14 m³/dia, por propriedade, e que comprovem a instalação de horímetro – medidor de horas de bombeamento, considerando um máximo de 20 horas diárias de operação.¹⁵

A apresentação das demandas setoriais inicia pela apresentação do saneamento; segue pela apresentação dos usos consuntivos, que são aqueles que retiram água dos mananciais para sua utilização, como indústria, agropecuária, irrigação e mineração, além do abastecimento; depois são apresentados os usos não consuntivos: geração de energia, pesca e aquicultura, turismo e recreação e preservação ambiental; e, por fim, é apresentada a síntese das demandas hídricas.

¹⁵ A DELIBERAÇÃO NORMATIVA CERH Nº 76, DE 19 DE ABRIL DE 2022 em seu art. 3º estabelece novos critérios para a regularização do uso de água subterrânea na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri. Os critérios descritos neste relatório eram os vigentes durante a elaboração do PDRH.

2.4.1. SANEAMENTO

2.4.1.1. Abastecimento

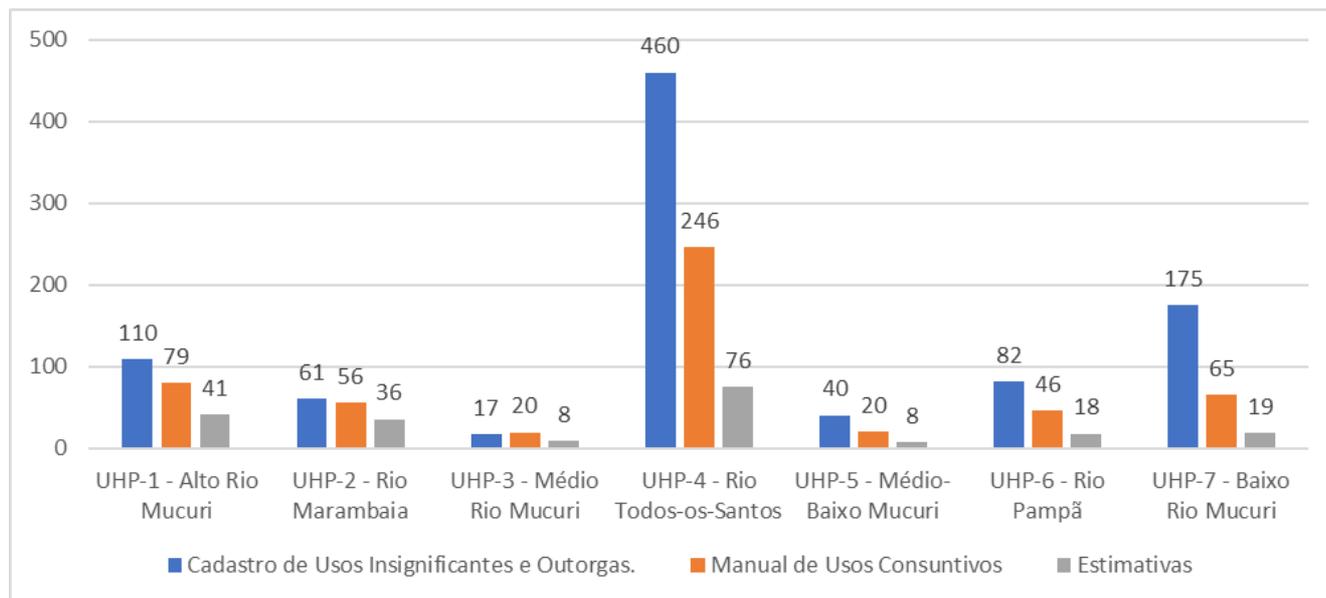
Para a avaliação da demanda de água para o abastecimento foram utilizados dados de duas fontes de informações, IGAM (2018a) e ANA (2017b) e foi realizada estimativa para o consumo humano. A partir dos valores do Cadastro de usos insignificantes e Outorgas de direito de uso de recursos hídricos (IGAM, 2018a), constata-se que a demanda para o setor de abastecimento humano na bacia é de aproximadamente 944,27 L/s. Por outro lado, verifica-se que pela estimativa de ANA (2017b), a demanda do setor apresenta-se em torno de 533,12 L/s. Nota-se uma diferença relevante, entre as bases de dados, onde os resultados obtidos de ANA (2017b) são coerentes com os obtidos de ANA (2010) como esperado já que se utiliza das informações do Atlas de Abastecimento. Já o Cadastro de usos insignificantes e Outorgas de direito de uso de recursos hídricos (IGAM, 2018a) são bases de dados com maior abrangência, o que denota maior completude das informações.

Visando não limitar o diagnóstico das demandas às informações das bases de dados que possuem diferenças relevantes, foi realizada a estimativa para o consumo humano de água, o que se justifica também, uma vez que as captações apresentadas anteriormente podem ser utilizadas para outros usos consuntivos, além do consumo humano. Para essa estimativa foram utilizados dados de população, coeficientes per capita de consumo de água urbanos obtidos do SNIS (2018), coeficiente per capita de consumo rural de 125,00 L/hab.dia, conforme recomendado por ANA (2003), coeficiente de retorno urbano, igual a 0,8, obtido na ABNT NBR 9649/1986 e coeficiente de retorno rural de 0,5, conforme ONS (2005), e coeficiente de perdas obtido do SNIS (2018).

A Figura 2.31 apresenta a distribuição das vazões de cada fonte de informação para o abastecimento humano por UHP. Nota-se que o maior consumo ocorre na UHP Rio Todos os Santos, tendo vista que abrange o município Teófilo Otoni, mais populoso da bacia.



Figura 2.31 - Distribuição das vazões (L/s) para abastecimento nas UHPs em cada fonte de informação.



Fonte: elaboração própria, com base em IGAM, 2021.

2.4.1.2. Esgotamento sanitário

De modo a quantificar a carga potencial oriunda do esgotamento sanitário nas bacias de estudo e orientar a alocação das cargas para o processo de modelagem qualitativa, foram levantadas informações relativas aos percentuais de população urbana em relação às seguintes soluções ao esgotamento: tratamento, fossa séptica e não tratado (coletado ou não). Para as áreas rurais dos municípios será utilizada a espacialização da população através dos setores censitários para a alocação de carga.

As informações que orientam essa análise, especialmente os índices gerais, estão disponíveis em nível municipal e foram extraídas do Atlas Esgotos, estudo sobre a situação do esgotamento sanitário em todos os municípios brasileiros realizado pela ANA. As informações compiladas desses estudos são apresentadas no Quadro 2.16 a seguir:



Quadro 2.16 - Relação dos percentuais de população urbana em cada tipo de solução à destinação do esgotamento sanitário – Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.

Município	Localização da sede	Índices do Atlas Esgotos (%)			
		Sem coleta e sem tratamento	Solução Individual	Com coleta e sem tratamento	Com coleta e com tratamento
Águas Formosas	UHP-6 - Rio Pampã	11,23%	0,34%	88,43%	0,00%
Carai	Fora da bacia	16,06%	1,15%	82,78%	0,00%
Carlos Chagas	UHP-5 - Médio-Baixo Mucuri	15,50%	0,81%	0,00%	83,69%
Catuji	UHP-2 - Rio Marambaia	3,61%	2,13%	94,27%	0,00%
Crisólita	UHP-6 - Rio Pampã	19,15%	2,32%	0,00%	78,53%
Fronteira dos Vales	UHP-6 - Rio Pampã	31,63%	1,68%	66,69%	0,00%
Itaipé	UHP-2 - Rio Marambaia	23,69%	1,11%	75,20%	0,00%
Ladainha	UHP-1 - Alto Rio Mucuri	35,36%	0,49%	58,28%	5,87%
Malacacheta	Fora da bacia	13,50%	2,07%	22,66%	61,77%
Nanuque	UHP-7 - Baixo Rio Mucuri	18,59%	0,53%	80,88%	0,00%
Novo Oriente de Minas	UHP-2 - Rio Marambaia	26,76%	0,43%	72,81%	0,00%
Pavão	UHP-3 - Médio Rio Mucuri	6,21%	0,19%	93,60%	0,00%
Poté	UHP-1 - Alto Rio Mucuri	43,28%	1,49%	55,23%	0,00%
Serra dos Aimorés	Fora da bacia	66,86%	3,19%	0,00%	29,95%
Teófilo Otoni	UHP-4 - Rio Todos-os-Santos	13,83%	1,25%	0,00%	84,92%
Umburatiba	Fora da bacia	9,24%	0,19%	90,56%	0,00%

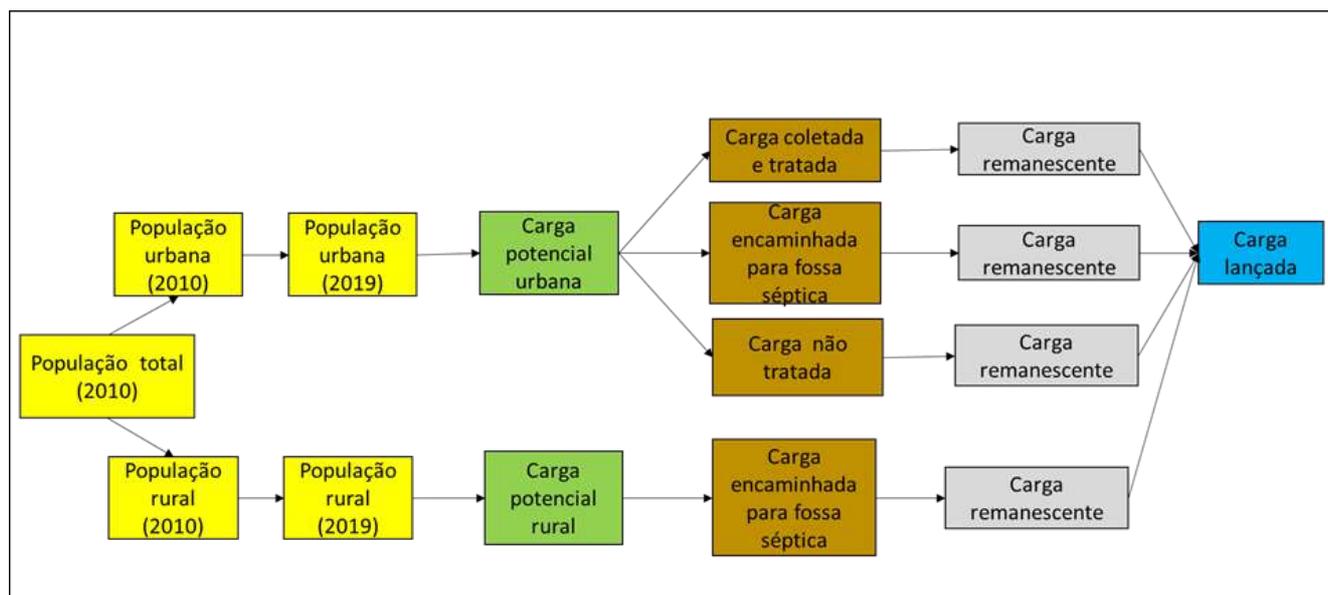
Fonte: ANA, 2013.

Os dados apresentados no Quadro 2.16 foram observados em conjunto com os dados do SNIS (2018), que não possuem análise de consistência. Os dados do Atlas Esgotos (ANA, 2013), apesar de mais antigos, são fruto de um trabalho consistido. Também foram observados, em conjunto, os dados apresentados no Quadro 2.7, para a consideração da existência e eficiência das estações de tratamento.

A partir das informações levantadas foi possível estimar a distribuição da carga potencial e lançada, de acordo com os tipos de solução adotada ao esgotamento sanitário. A Figura 2.32 apresenta um esquema do processo de cálculo das cargas geradas e lançadas na bacia, iniciando com a informação de população e estimando-as para o cenário atual (2019).



Figura 2.32 - Esquema ilustrando as etapas de cálculo das estimativas de carga gerada e lançada nas bacias.



Fonte: elaboração própria.

Serão adotados coeficientes de contribuição per capita para o cálculo da carga total gerada, de acordo com os valores apresentados no Quadro 2.17. Observa-se que a literatura apresenta uma faixa bastante ampla de contribuição per capita para cada parâmetro, e que o valor adotado representa um patamar normalmente utilizado, no entanto, outros valores podem ser mais representativos para a bacia, o que será respondido posteriormente com a aplicação do modelo e a calibração a partir dos dados observados.

Quadro 2.17 - Relação das cargas per capita e concentração no efluente doméstico dos parâmetros a serem simulados no modelo.

Parâmetro	Contribuição per capita (g/hab.dia)	
	Faixa	Adotado
DBO	40 - 60	54
Coliformes fecais (termotolerantes)*	$10^9 - 10^{12}$	10^{10}
Fósforo	orgânico	0,2 – 1,0
	inorgânico	0,5 – 1,5

Fonte: Von Sperling, 2005.

* valor da carga em NMP/hab.dia

As estimativas de cargas remanescentes e lançadas são realizadas de acordo com cada tipo de solução de destinação de esgotos (i.e., com coleta e tratamento, fossa, sem tratamento). Para a parcela de esgotos coletada e tratada, a eficiência será dada em função das eficiências das Estações de Tratamento de Efluentes (no caso da DBO), e no caso da inexistência dessas informações, adotou-se uma eficiência de 85% de remoção da matéria orgânica. Para o fósforo e coliformes, foi adotada uma eficiência de remoção igual a 40% e 99%, respectivamente, uma vez que a eficiência de remoção dos demais parâmetros não foi informada no cadastro.

No caso das fossas sépticas, de acordo com o atlas da ANA, pode-se adotar uma eficiência de 50% de remoção da matéria orgânica. E por fim, no caso da inexistência de tratamento, ainda que



haja coleta, adotou-se uma eficiência de 0%, ou seja, considera-se uma contribuição direta dos esgotos para os corpos hídricos, ainda que possa haver algum tipo de abatimento, no entanto, de acordo com ANA (2017), esse tipo de abatimento é muito difícil de quantificar. Uma vez que os valores apresentados no Quadro 2.18 são representativos apenas da população urbana dos municípios, no caso da população rural, considerou-se que a totalidade dos residentes adota uma solução semelhante às fossas sépticas.

Quadro 2.18 - Eficiências de tratamento adotadas para cada tipo de solução de destinação dos esgotos.

Tipo de solução	Eficiência de remoção (%)		
	DBO	Fósforo / Nitrogênio	Coliformes
Com coleta e tratamento*	65%-92%	40%	99%
Solução Individual (fossas sépticas)	50%	20%	80%
Sem tratamento	0%	0%	0%

Fonte: elaboração própria, com base em ANA, 2017.

* variável por município de acordo com as ETÉs

A seguir, o Quadro 2.19 apresenta a estimativa de carga potencial e lançada em cada UHP na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri com base na população estimada.

Quadro 2.19 – Estimativa de coleta de esgoto, tratamento de esgoto, carga orgânica potencial e lançada por UHP.

UHP	População			Coleta (%)	Tratamento (%)	Carga potencial (kg/d)			Abatimento (%)		Carga lançada (kg/d)		
	Urb.	Rur.	Tot.			Urb.	Rur.	Tot.	Urb.	Rur.	Urb.	Rur.	Tot.
UHP-1	17854	27327	45181	67,01%	39,38%	964,1	1475,7	2439,8	33%	50%	646	737,8	1383,8
UHP-2	14913	27074	41987	59,09%	32,78%	805,3	1462	2267,3	47%	50%	426,8	731	1157,8
UHP-3	5121	5831	10952	85,30%	51,90%	276,5	314,9	591,4	0%	50%	276,5	157,4	434
UHP-4	112524	19345	131869	67,39%	60,30%	6076,3	1044,6	7120,9	72%	50%	1701,4	522,3	2223,7
UHP-5	11551	3524	15075	65,41%	54,39%	623,8	190,3	814,1	71%	50%	180,9	95,1	276
UHP-6	21720	10035	31755	18,23%	32,78%	1172,9	541,9	1714,8	21%	50%	926,6	270,9	1197,5
UHP-7	35158	4444	39602	59,38%	59,65%	1898,5	240	2138,5	7%	50%	1765,6	120	1885,6
Total	218841	97580	316421	60,26%	47,31%	11817,4	5269,4	17086,8	50%	50%	5923,8	2634,7	8558,4

Fonte: elaboração própria, com base na estimativa populacional de IBGE, 2018b.

2.4.2. INDÚSTRIA

As Indústrias que mais destacam-se na região são de abate de animais em Carlos Chagas e de curtume e laticínios em Teófilo Otoni. As regiões de Padre Paraíso e Serra dos Aimorés são caracterizadas pelo setor industrial. (MMA, 2006). As indústrias alimentícias destacam-se na sub-bacia no baixo curso do rio Mucuri, onde também é relevante o setor sucroalcooleiro.

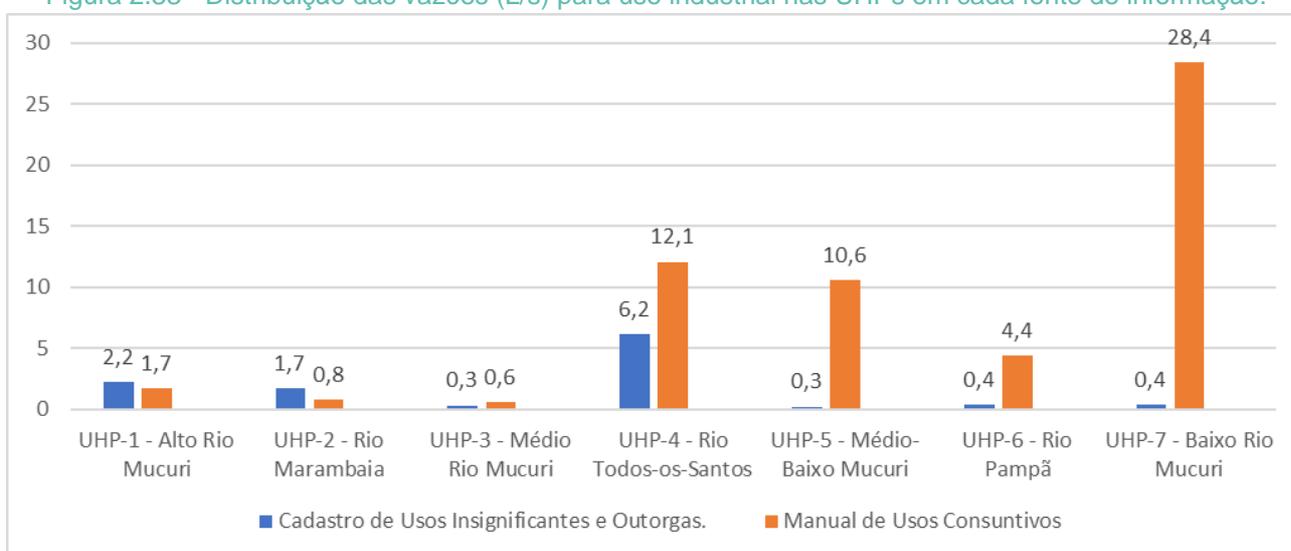
Para caracterização das demandas industriais na MU1, verificou-se o Cadastro de usos insignificantes (IGAM, 2018a). Realizada a verificação, percebeu-se a existência de 13 processos registrados e não outorgados, totalizando em uma vazão de 3,47 L/s para mananciais superficiais. Para os subterrâneos, constataram-se 33 processos registrados e uma vazão total de 6,91 L/s.



Além disso, foi analisado também o Cadastro de Outorgas do IGAM (2018a). Posteriormente à consolidação dos dados, não foram observadas vazões outorgadas relacionadas ao uso industrial em mananciais superficiais; para os subterrâneos, entretanto, verificou-se a existência de quatro processos, com uma vazão total de 1,13 L/s. Por fim, verificou-se também o Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2017b).

A partir dos valores de IGAM (2018a), verifica-se que a demanda para o setor industrial na bacia é de aproximadamente 11,53 L/s. Em contrapartida, observa-se que pela estimativa de ANA (2017b), a demanda do setor apresenta-se em torno de 58,68 L/s. A Figura 2.33 apresenta a distribuição das vazões de cada fonte de informação para a indústria por UHP.

Figura 2.33 - Distribuição das vazões (L/s) para uso industrial nas UHPs em cada fonte de informação.



Fonte: elaboração própria, com base em IGAM, 2021.

2.4.3. AGROPECUÁRIA

As regiões Norte e Nordeste da CH são caracterizadas pela demanda do tipo animal. A pecuária, por sua vez, ocupa quase que integralmente a Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri. É destacável também nesta porção da área de estudo, o desenvolvimento de atividades agrícolas (MMA, 2006).

A estimativa das demandas hídricas relacionadas ao setor de criação animal, em específico a dessedentação animal foi obtida de forma indireta, tomando como base o número de cabeças do rebanho para cada espécie animal no município e a vazão per capita para cada espécie animal. Os dados foram baseados em informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017) - Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA - Pesquisa Pecuária Municipal (PPM), Censo Agropecuário 2006.

Realizou-se a espacialização dos rebanhos nas áreas rurais (considerando a definição de área rural e urbana apresentada no setor Censitário de 2010) para todos os municípios. Para os



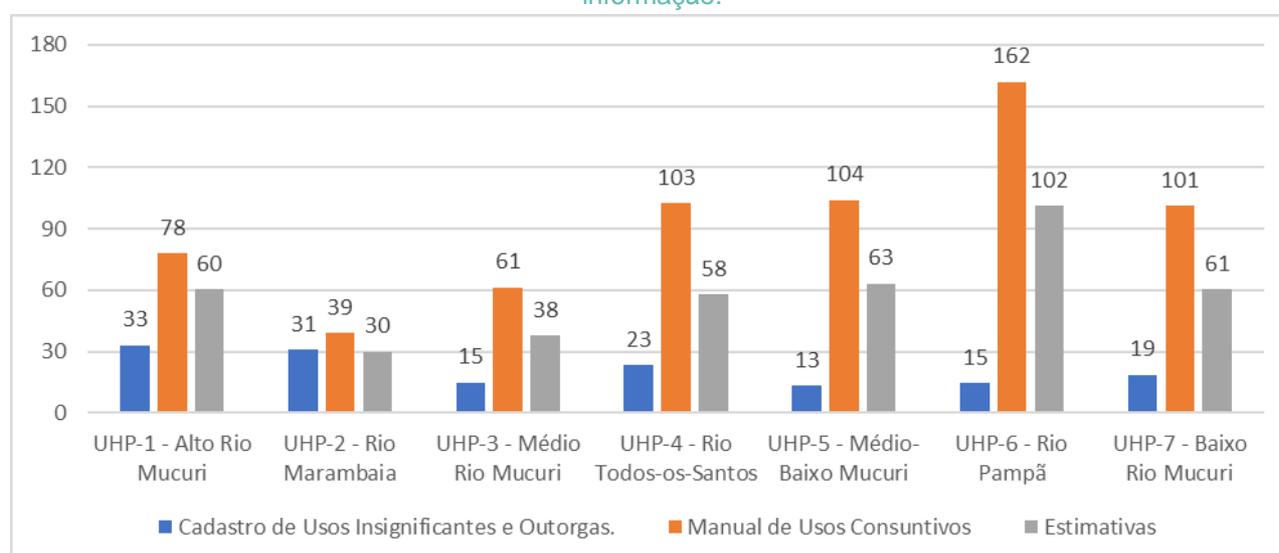
municípios que possuem área externa à bacia, foi considerada apenas a parcela que se encontra dentro da CH, distribuindo-se os rebanhos proporcionalmente à porção da área rural do município localizada na bacia.

O cálculo da estimativa das demandas do setor de criação animal foi realizado com os dados obtidos no SIDRA, nos quadros da Pesquisa Pecuária Municipal. De posse dos dados de número de cabeças por rebanho, foram definidos os coeficientes de demanda per capita a serem utilizados nas estimativas. Os coeficientes foram multiplicados pelos rebanhos, resultando nas demandas por espécie, por município e por UHP.

Além das estimativas de demandas para dessedentação animal na bacia, verificou-se também o Cadastro de usos insignificantes e Outorgas de direito de uso de recursos hídricos (IGAM, 2018a). Pelo cadastro, pode-se observar 403 processos referentes à dessedentação animal, totalizando em uma vazão de 125,79 L/s para mananciais superficiais. Para subterrâneos, constatou-se 162 processos e uma vazão de 15,20 L/s. Por sua vez, no Cadastro de Outorgas, havia apenas um processo para manancial superficial com uma vazão de 6 L/s e para subterrâneo dois processos, totalizando 1,73 L/s. Analisou-se também o Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2017b).

Conforme os valores estimados por meio de IBGE (2017) para dessedentação animal, pode-se notar uma vazão de 411,79 L/s para tal setor. De forma relativamente semelhante, observa-se que pela estimativa de ANA (2017b), a demanda do setor apresenta-se em torno de 648,93 L/s. Em contrapartida, observa-se que por IGAM (2018), a demanda do setor apresenta-se em torno de 148,74 L/s. A Figura 2.34 apresenta a distribuição das vazões de cada fonte de informação para a dessedentação animal por UHP.

Figura 2.34 - Distribuição das vazões (L/s) para dessedentação animal nas UHPs em cada fonte de informação.



Fonte: elaboração própria, com base em IGAM, 2021.



2.4.4. IRRIGAÇÃO

Na última década as porções cimeiras da bacia, principalmente em suas porções mineiras, foram ocupadas pelo cultivo de café. Na porção correspondente ao Alto Mucuri, nas imediações de Novo Cruzeiro e Municípios vizinhos esta lavoura ocupa áreas expressivas.

Para realizar a estimativa das demandas para a agricultura irrigada na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri foram utilizadas informações dos seguintes estudos:

- Censo Agropecuário 2006.
- Produção Agrícola Municipal (PAM) 2006 e 2017 (IBGE).
- Atlas de Irrigação - Uso da Água na Agricultura Irrigada (ANA, 2017a).

Foram obtidos os dados de área plantada e área irrigada, considerando distribuição uniforme e apenas as áreas localizadas dentro da bacia. Diante destas informações foi possível verificar que há uma redução de aproximadamente 55% da área total plantada na região quando comparados os dados dos anos de 2006 e 2017. Com relação à área irrigada, percebe-se um aumento de cerca de 1.660 ha, quando comparados os anos de 2006 para 2017.

As estimativas das demandas hídricas para a agricultura irrigada na região, foram calculadas a partir da metodologia descrita no estudo denominado Desenvolvimento de Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil - Produto 6: Relatório Final dos Coeficientes Técnicos de Recursos Hídricos das Atividades Industrial e Agricultura Irrigada (MMA, 2011).

O estudo apresenta diversas metodologias de cálculo para a estimativa das quantidades, fornecendo valores e coeficientes técnicos para o cálculo das demandas de irrigação nas diferentes Unidades da Federação. No presente trabalho foi utilizado o Memorial Descritivo da Estimativa de Demanda de Irrigação Contida no Documento “Plano Nacional de Recursos Hídricos - Documento Base de Referência, Minuta” NOTA TÉCNICA ANA 007/SPR/2003 - (ANA, 2003 apud MMA, 2011), por se tratar de uma metodologia bem conceituada e que discretiza os meses mais e menos críticos com relação a demanda de irrigação, baseado nos tipos de cultura típicos de cada região e a sazonalidade das demandas de acordo com o ciclo dessas culturas.

O documento fornece o coeficiente de vazão específica, representando a demanda específica de captação para a irrigação de Minas Gerais, discriminadas em demanda captada específica média anual, demanda captada específica do mês mais crítico e demanda captada específica do mês menos crítico. Os coeficientes são apresentados no Quadro 2.20. De posse dos dados de área irrigada e dos coeficientes de demanda específica é possível estimar a demanda de agricultura irrigada para os municípios pertencentes à MU1.



Quadro 2.20 - Coeficientes técnicos de demanda específica de irrigação.

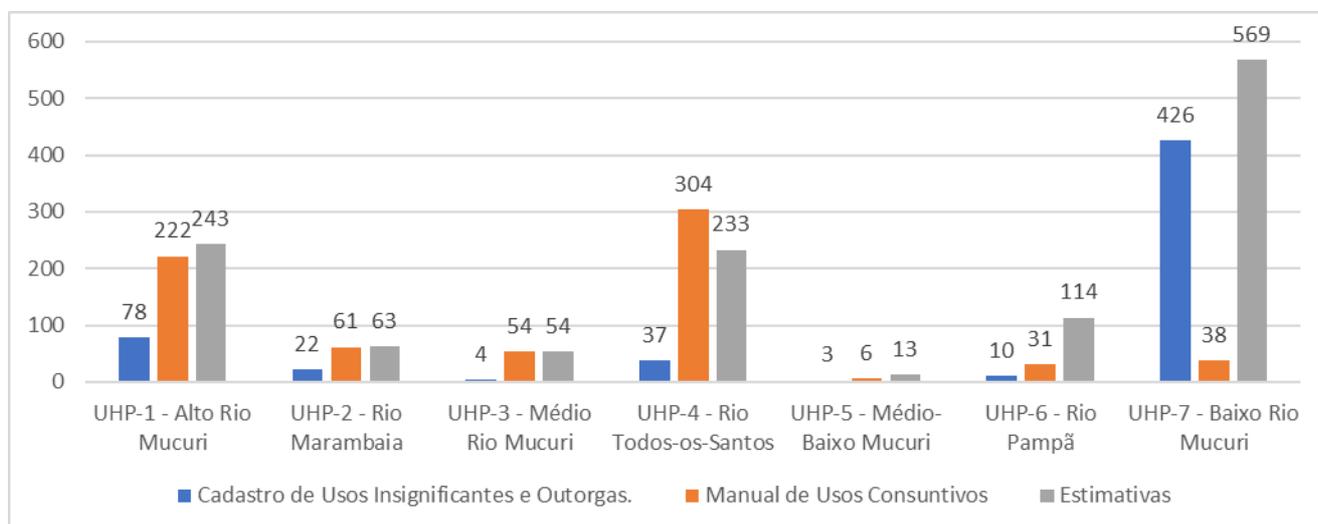
Demanda	Coeficiente (L/s.ha)
Demanda captada específica média anual	0,30
Demanda captada específica (mês mais crítico)	0,76
Demanda captada específica (mês menos crítico)	0,15

Fonte: adaptado de MMA, 2011.

Além das estimativas de demandas para irrigação na bacia, verificou-se também o Cadastro de usos insignificantes. Pode-se observar 297 processos referentes à irrigação, totalizando em uma vazão de 94,20 L/s para mananciais superficiais. Para subterrâneos, constatou-se 92 processos e uma vazão de 13,51 L/s. Por sua vez, no Cadastro de Outorgas de direito de uso de recursos hídricos (IGAM, 2018a), havia seis processos para manancial superficial com uma vazão de 472,78 L/s e para subterrâneo um processo, totalizando 0,208 L/s. Analisou-se, ainda, o Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2017b).

De acordo com a estimativa realizada por meio do Censo Agropecuário (2006), Produção Agrícola Municipal 2006 e 2017 (IBGE) e Atlas de Irrigação - Uso da Água na Agricultura Irrigada (ANA, 2017a), a vazão média demandada para a irrigação é de 1.228,20 L/s. Por outro lado, conforme IGAM (2018a), a vazão demandada pelo setor é de 580,71 L/s e, por ANA (2017b) é de 716,69 L/s. A Figura 2.35 apresenta a distribuição das vazões de cada fonte de informação para a irrigação por UHP.

Figura 2.35 - Distribuição das vazões (L/s) para irrigação nas UHPs em cada fonte de informação.



Fonte: elaboração própria, com base em IGAM, 2021.

2.4.5. MINERAÇÃO

A cidade de Teófilo Otoni, principal centro urbano da bacia, também é o centro comercial da atividade de exploração de pedras preciosas. Na Região Hidrográfica Atlântico Leste, a atividade de exploração mineral traz como consequência a degradação de grandes áreas, lixiviação e disposição inadequada de rejeitos, mostrando-se, portanto, como um fator impactante potencial em quase todas as bacias da região (MMA, 2006). Na Bacia do rio Mucuri, o IGAM sugere como ação de controle da

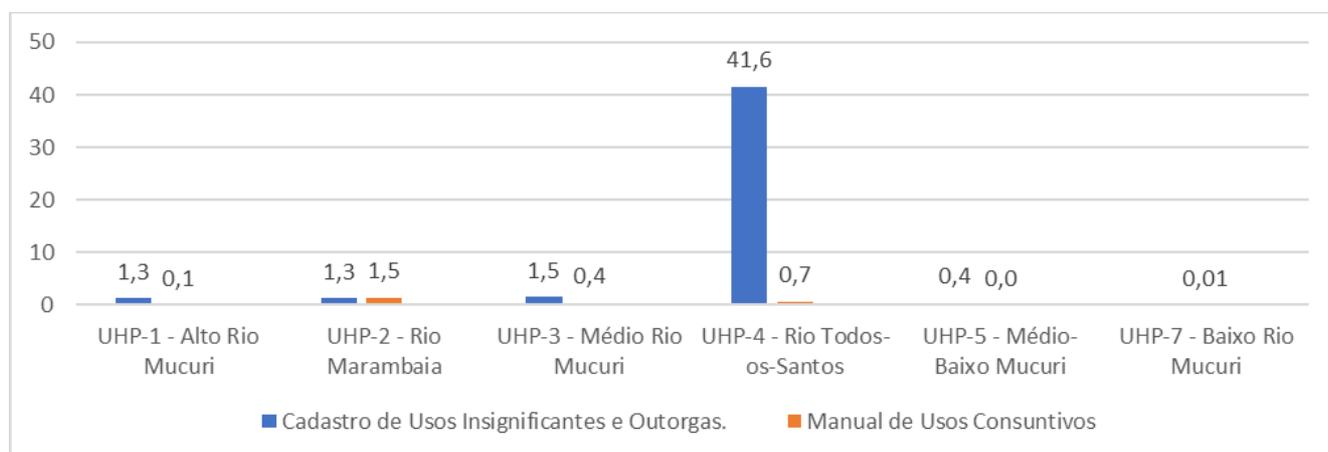
qualidade da água dos mananciais a implementação ou adequação dos sistemas de controle ambiental das mineradoras localizadas no município de Teófilo Otoni.

Para caracterização das demandas da mineração na MU1, analisou-se o Cadastro de usos insignificantes e Outorgas de direito de uso de recursos hídricos (IGAM, 2018a), feita a verificação, foi possível constatar a existência de onze processos registrados e não outorgados, totalizando em uma vazão de 4,19 L/s para mananciais superficiais. Para os subterrâneos, verificou-se dois processos registrados e uma vazão total de 0,22 L/s.

Para caracterização das demandas minerárias na MU1, foram verificadas também as Outorgas de direito de uso de recursos hídricos (IGAM, 2018a). Posteriormente à consolidação dos dados, foram constatados três processos, totalizando uma vazão de 41,6 L/s; para as subterrâneas, no entanto, não foram constatados registros para tal finalidade. Além disso, verificou-se o Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2017b).

Por meio de IGAM (2018a), pode-se constatar um valor de demanda para o setor de mineração significativamente maior, de 46,01 L/s, quando comparado com o valor obtido por ANA (2017b), de 2,67 L/s. A Figura 2.36 apresenta a distribuição das vazões de cada fonte de informação para a mineração por UHP.

Figura 2.36 - Distribuição das vazões (L/s) para mineração nas UHPs em cada fonte de informação.



Fonte: elaboração própria, com base em IGAM, 2021.

2.4.6. GERAÇÃO DE ENERGIA

Na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri é destacado o uso de geração de energia elétrica. Nas proximidades do município de Carlos Chagas e Pavão se encontra a PCH Mucuri. A PCH Mucuri, cuja área de drenagem é de aproximadamente 5.864 km², possui potência instalada de 19,01 kW. A área do reservatório é de aproximadamente 6,4 km² e aproximadamente 87 hm³ de volume útil.



Além dessa PCH, há também a UHE Santa Clara, localizada na cidade de Nanuque. A usina hidrelétrica tem uma área do reservatório de 7,3 km², volume total de 150 hm³ e volume útil de 32,75 hm³. A elevação da crista da barragem é de 59 metros, com largura de 4,5 metros, comprimento de 242 metros e altura de 72 metros. A vazão regularizada da UHE Santa Clara é de 38,8 m³/s.

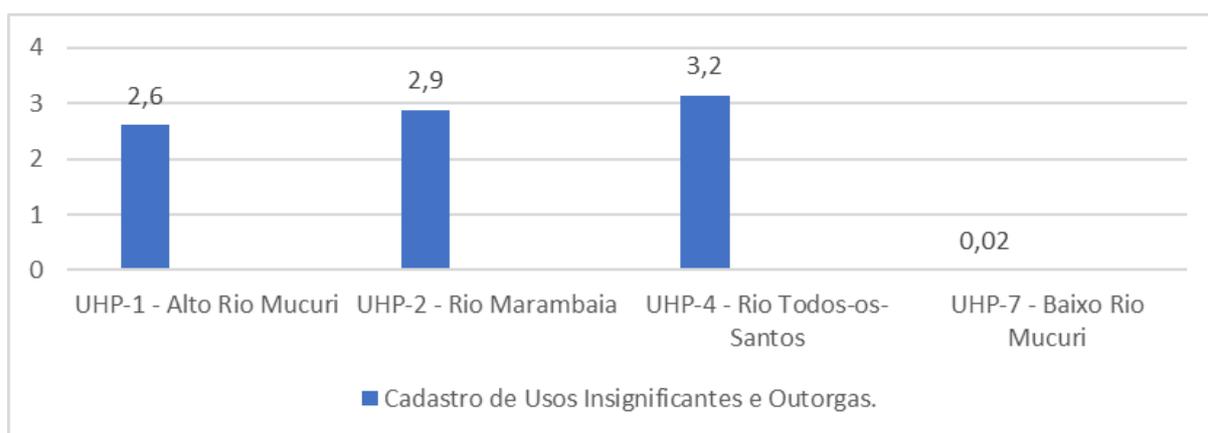
Observa-se que ambos os empreendimentos citados estão localizados na calha do Rio Mucuri, que é de domínio da União.

2.4.7. PESCA E AQUICULTURA

A piscicultura vem se consolidando uma importante atividade econômica de Minas Gerais. O Estado ocupa o sexto lugar no ranking nacional dos maiores criadores de peixes do país (EMATER-MG, 2016). Em 2016, a produção de peixes em Minas Gerais foi de 32,8 mil toneladas. A tilápia é considerada a espécie mais cultivada no Estado, com 94% do total de peixes produzidos. A Emater-MG estima que existem cerca de 4,6 mil piscicultores no estado, a maioria formada por agricultores familiares.

Para caracterização das demandas de pesca e aquicultura na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri, verificou-se o Cadastro de usos insignificantes e Outorgas de direito de uso de recursos hídricos (IGAM, 2018a). Realizada a verificação, percebeu-se a existência de 28 processos registrados e não outorgados, totalizando em uma vazão de 8,44 L/s para mananciais superficiais. Para os subterrâneos, constataram-se três processos registrados e uma vazão total de 0,23 L/s. A vazão total retirada do Cadastro de Usuários para o setor da pesca e aquicultura é de 8,68 L/s. A Figura 2.37 apresenta a distribuição das vazões para a pesca e aquicultura por UHP.

Figura 2.37 - Distribuição das vazões (L/s) para pesca e aquicultura nas UHPs.



Fonte: elaboração própria, com base em IGAM, 2021.



2.4.8. TURISMO E RECREAÇÃO

O Estado de Minas Gerais apresenta um elevado potencial turístico devido às suas belas paisagens naturais, da Mata Atlântica ao Cerrado, com grande diversidade de fauna e flora na região. Dentre as principais atividades, destaca-se o turismo rural, apreciação de parques, turismo náutico, cachoeiras e grutas. O Quadro 2.21 apresenta os atrativos por município, segundo dados retirados da Secretaria de Turismo do Estado de Minas Gerais - SETUR (2019).

Quadro 2.21 - Principais atrativos turísticos na região.

Município	Atrativos
Águas Formosas	Rio Pampã e a Cachoeira da Zuada.
Carai	Faz parte do Circuito Turístico Pedras Preciosas. Também apresenta belas cachoeiras, produtos típicos da gastronomia e artesanato com grande reconhecimento nacional.
Carlos Chagas	Paisagens com formações rochosas, cachoeiras, construções históricas preservadas da antiga Ferrovia Bahia-Minas.
Catuji	Belíssimas serras e um ótimo lugar para aproveitar o melhor do carnaval.
Itaipé	Cachoeira do Bicas e Pedra do Chifre, belíssimos atrativos paisagísticos.
Ladainha	O maior refúgio de belezas naturais da região do Circuito Turístico das Pedras Preciosas, cachoeiras e artesanatos.
Malacacheta	Morro dos coqueiros, mercado municipal.
Nanuque	Caiaque pelo rio Mucuri, trekking na Pedra do Fritz, pôr do sol do alto da Pedra Bueno.
Novo Oriente de Minas	Rios como o Marambaia e Americana, o Rio Mucuri. Belíssimas Cachoeiras como a cachoeira da Poaia, morros de granitos com vegetação de Mata Atlântica, prainha Girassol.
Pavão	Eventos como cavalgadas, exposição de gado e rodeio.
Pote	Ecovive: área particular de preservação ambiental.
Serra dos Aimorés	Belíssimas paisagens formadas por impressionantes montanhas, pontos mais famosos estão o Morro das Torres e a Pedra do Fritz.
Teófilo Otoni	Conhecida como a capital das pedras preciosas, Teófilo Otoni possui relevante conjunto arquitetônico, do qual fazem parte o Espaço Cultural Bahia-Minas, próximo ao pontilhão da estrada de ferro; a Praça Germânica, que possui um monumento em homenagem à colonização alemã; o Antigo Colégio Mineiro; a Catedral da Imaculada Conceição; a Praça Tiradentes e o Santuário Bom Jesus. A Serra da Farinha é o atrativo natural do destino.

Fonte: adaptado de SETUR, 2019.

2.4.9. PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

A identificação, criação e implantação de áreas protegidas são algumas das atribuições do Instituto Estadual de Florestas. Atualmente existem em Minas Gerais dez categorias de unidades de conservação e áreas protegidas (IEF, 2019). A Lei 9.985, de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação define unidade de conservação como “o espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção”.

Não somente na CH Mucuri, mas um contingente populacional enorme depende da conservação dos remanescentes de Mata Atlântica para a garantia do abastecimento de água, a regulação do clima, a fertilidade do solo, entre outros serviços ambientais. O que desfaz o equilíbrio



da biodiversidade é justamente a ação humana e a pressão da sua ocupação juntamente com os impactos de suas atividades. Pela extensão que ocupa do território brasileiro, a Mata Atlântica apresenta um conjunto de ecossistemas com processos ecológicos interligados.

Sendo assim, proteger a Mata Atlântica também é proteger os processos hidrológicos responsáveis pela quantidade e qualidade da água potável para a população e para os mais diversos setores da economia nacional como a agricultura, a pesca, a indústria, o turismo e a geração de energia.

2.4.10. SÍNTESE DAS DEMANDAS HÍDRICAS

No presente item, serão apresentados os valores das demandas para os diferentes setores usuários de água da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri estimados ou retirados das diferentes fontes:

- Cadastro de usos insignificantes e Outorgas de direito de uso de recursos hídricos (IGAM, 2018a).
- Estimativas por diferentes metodologias.
- Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil da ANA (2017b).

Uma vez realizada a análise dos resultados de demandas para os setores por meio de diferentes fontes e estimativas, será apresentado um quadro final (Quadro 2.25), contendo os valores de demandas consolidados. Tais resultados foram posteriormente utilizados para o desenvolvimento do balanço hídrico quantitativo, conforme descrito no item subsequente.

O Quadro 2.22 apresenta as demandas obtidas por meio do Cadastro de usos insignificantes e Outorgas de direito de uso de recursos hídricos do IGAM (2018) para os diferentes setores usuários de água da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri. De acordo com as informações apresentadas, a demanda total de água captada dos corpos hídricos da bacia é de 1.739,93 L/s, deste total o setor usuário de abastecimento público apresenta as maiores retiradas (54,3%), seguido dos setores da irrigação (33,4%), dessedentação animal (8,5%), mineração (2,6%), indústria (0,7%) e pesca e aquicultura (0,5%).

Em relação às demandas por UHPs, nota-se que a UHP-7 - Baixo Rio Mucuri apresentou o maior percentual (35,6%) da demanda total de água retirada dos corpos hídricos da bacia hidrográfica, seguida pela UHP-4 - Rio Todos-os-Santos (32,9%) e UHP-1 - Alto Rio Mucuri (13,0%).



Quadro 2.22 - Síntese das demandas hídricas das UHPs – Cadastro de Usos Insignificantes e Outorgas do IGAM (2018).

UHP	Abastecimento humano ¹	Indústria	Dessedentação animal	Irrigação	Mineração	Pesca e Aquicultura	Total	
	(L/s)						(%)	
UHP-1 - Alto Rio Mucuri	109,67	2,24	33,14	78,17	1,29	2,62	227,14	13,0
UHP-2 - Rio Marambaia	60,61	1,72	30,77	22,46	1,25	2,89	119,70	6,9
UHP-3 - Médio Rio Mucuri	16,74	0,34	14,81	3,94	1,47	0	37,30	2,1
UHP-4 - Rio Todos-os-Santos	460,14	6,17	23,33	37,34	41,6	3,15	571,74	32,9
UHP-5 - Médio-Baixo Mucuri	40,44	0,25	13,45	3,16	0,4	0	57,69	3,3
UHP-6 - Rio Pampã	82,02	0,4	14,64	10,05	0	0	107,11	6,2
UHP-7 - Baixo Rio Mucuri	174,64	0,4	18,60	425,58	0	0,02	619,25	35,6
Total (L/s)	944,27	11,52	148,74	580,71	46,01	8,68	1.739,93	-
Total (%)	54,3	0,7	8,5	33,4	2,6	0,5	-	100,0

Fonte: adaptado de ANA, 2010; IGAM, 2018a; IGAM, 2018b e PMM, 2016.

Nota: ¹Para o abastecimento, os dados Cadastro de Usuários e Outorgas (IGAM, 2018a) foram complementados por dados retirados de ANA, 2010.

Já o Quadro 2.23 apresenta as demandas obtidas por meio de estimativas para alguns dos setores usuários de água da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri, como o abastecimento humano, a dessedentação animal e a irrigação. A demanda pelo abastecimento humano foi calculada pelo consumo per capita e a população. Por sua vez, a demanda da irrigação foi estabelecida pelos valores de áreas irrigadas nas UHPs e os coeficientes técnicos de demandas específicas, conforme detalhado no item 2.4.4 e a dessedentação animal foi estimada por meio do número de cabeças do rebanho para cada espécie animal no município e a vazão per capita para cada espécie animal, também detalhado anteriormente, no item 2.4.3.

De acordo com as informações do Quadro 2.23, considerando-se apenas os setores com estimativas calculadas, o setor usuário de irrigação apresenta as maiores retiradas (54,4%), seguido dos setores de abastecimento humano (28,2%), e dessedentação animal (17,4%).

Em relação às demandas por UHPs, para os três usos estimados, percebe-se que a UHP-7 - Baixo Rio Mucuri apresentou o maior percentual, aproximadamente 30,1% da demanda total de água retirada dos corpos hídricos da bacia hidrográfica, seguida pela UHP-4 - Rio Todos-os-Santos (25,3%) e pela UHP-1 - Alto Rio Mucuri (16,4%).



Quadro 2.23 - Síntese das demandas hídricas das UHPs – Estimativas.

UHP	Abastecimento humano	Dessedentação animal	Irrigação	Total	
	(L/s)			(%)	
UHP-1 - Alto Rio Mucuri	85,37	60,49	242,87	388,73	16,4
UHP-2 - Rio Marambaia	75,29	29,96	63,15	168,40	7,1
UHP-3 - Médio Rio Mucuri	19,84	37,85	54,30	111,99	4,8
UHP-4 - Rio Todos-os-Santos	308,39	58,15	233,25	599,79	25,3
UHP-5 - Médio-Baixo Mucuri	31,19	63,31	12,60	107,10	4,5
UHP-6 - Rio Pampã	64,41	101,53	113,53	279,48	11,8
UHP-7 - Baixo Rio Mucuri	84,59	60,51	568,50	713,60	30,1
Total (L/s)	669,09	411,79	1288,20	2369,08	-
Total (%)	28,2	17,4	54,4	-	100,0

Fonte: elaboração própria.

O Quadro 2.24 contém as demandas obtidas por meio do Manual de Usos Consuntivos da Água (ANA, 2017b) para os diferentes setores usuários de água da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri para todos os usos considerados no balanço hídrico, com exceção da pesca e aquicultura, por não haver dados disponíveis relativos à tal uso. Conforme as informações apresentadas, a demanda total de água captada dos corpos hídricos da bacia é de 1.960,09 L/s, deste total o setor usuário da irrigação apresenta as maiores retiradas (36,6%), seguido da dessedentação animal (33,1%), abastecimento público (27,2%), indústria (3,0%) e mineração (0,1%).

Em relação às demandas por UHPs observa-se que a UHP do Rio de Todos os Santos apresentou o maior percentual, aproximadamente 34,0% da demanda total de água retirada dos corpos hídricos da bacia hidrográfica, seguida pela UHP-1 - Alto Rio Mucuri (19,5%) e UHP do Pampã (12,4%).

Quadro 2.24 - Síntese das demandas hídricas das UHPs segundo o Manual de Usos Consuntivos.

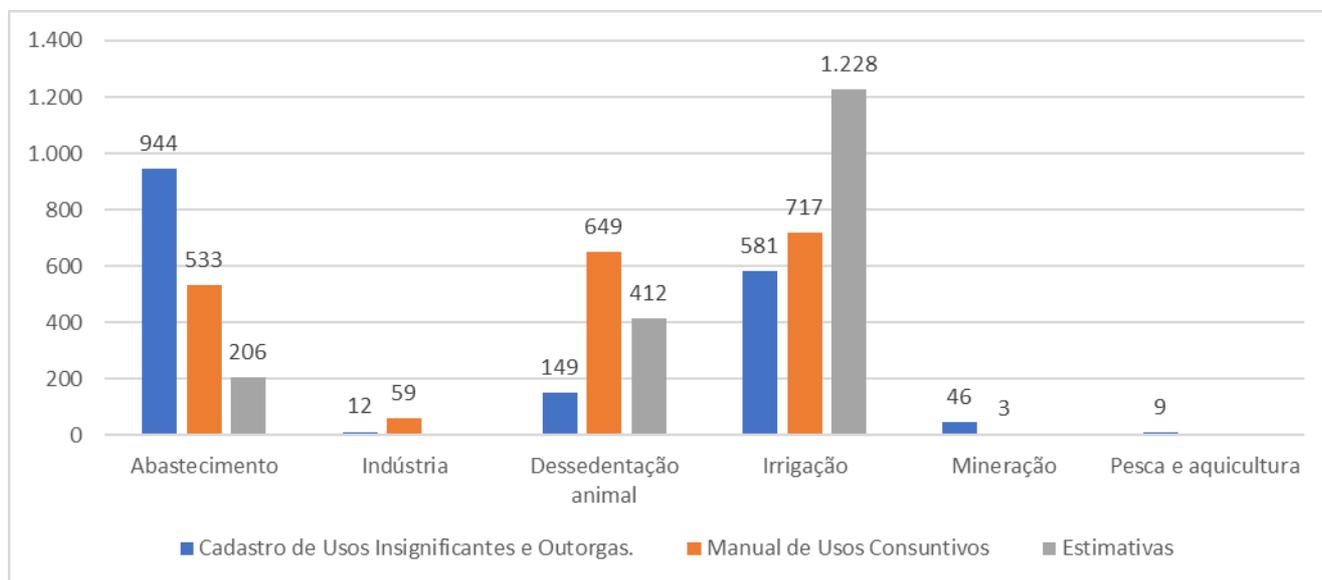
UHP	Abastecimento humano	Indústria	Dessedentação animal	Irrigação	Mineração	Total	
	(L/s)						(%)
UHP-1 - Alto Rio Mucuri	79,45	1,70	78,25	221,65	0,13	381,18	19,5
UHP-2 - Rio Marambaia	56,33	0,80	39,03	61,45	1,45	159,06	8,1
UHP-3 - Médio Rio Mucuri	19,56	0,64	61,42	53,86	0,40	135,89	6,9
UHP-4 - Rio Todos-os-Santos	246,03	12,10	102,74	304,19	0,68	665,75	34,0
UHP-5 - Médio-Baixo Mucuri	20,33	10,62	104,18	6,37	0,00	141,50	7,2
UHP-6 - Rio Pampã	46,03	4,39	161,93	30,69	0,00	243,04	12,4
UHP-7 - Baixo Rio Mucuri	65,39	28,41	101,38	38,49	0,01	233,67	11,9
Total (L/s)	533,12	58,68	648,93	716,69	2,67	1960,09	-
Total (%)	27,2	3,0	33,1	36,6	0,1	-	100,0

Fonte: adaptado de ANA, 2017b.



Em seguida, na Figura 2.38, podem ser observadas comparações gráficas relativas às demandas em L/s para os diferentes usos, conforme as diferentes fontes de dados e/ou estimativas.

Figura 2.38 - Comparação entre demandas (L/s) por estimativa e diferentes fontes de dados em cada setor usuário.



Fonte: elaboração própria, com base em IGAM, 2021.

Por meio da figura apresentada acima, assim como pelos quadros, pode-se observar diferentes cenários no que tange os valores das demandas para cada um dos setores usuários.

No caso do abastecimento público constata-se, de forma geral, que os valores de demanda estimados pelos Cadastros (IGAM, 2018a; 2018b) e pelo Manual Usos Consuntivos da Água no Brasil da ANA (2017b) são relativamente semelhantes. Pode-se constatar também que os valores de demandas estimados (669,09 L/s) e provenientes de ANA (2017b) (533,12 L/s) são significativamente menores do que os apresentados nos Cadastro e Outorgas (944,27 L/s). Levando em consideração o fato de se ter disponível os dados espacializados e para não haver subestimação em um setor de demanda expressiva, definiu-se a utilização dos dados provenientes do Cadastro de usos insignificantes e Outorgas de direito de uso de recursos hídricos (IGAM, 2018a) complementados por ANA (2010) e PMM (2016) para o balanço hídrico quantitativo.

Para a indústria, comparando-se os dados provenientes de ANA (2017b) (58,68 L/s) e IGAM (2018) (11,52 L/s), verificam-se diferenças significativas entre os valores de demanda; levando-se, entretanto, em consideração a disponibilidade dos dados de forma espacializadas no território da bacia hidrográfica, determinou-se o uso dos dados provenientes de IGAM (2018a; 2018b) para o balanço hídrico. Durante Consulta Pública, não foram mencionadas possíveis divergências quanto aos valores de demanda apresentados referentes ao IGAM (2018a; 2018b).



De forma semelhante, para a dessedentação animal, percebem-se algumas diferenças entre os valores de demanda estimados e de diferentes fontes. Os dados do Cadastro e Outorgas apresentam vazões significativamente menores (148,74 L/s), enquanto, por estimativa, obteve-se o resultado médio de 411,79 L/s e por ANA (2017b), 648,93 L/s. Durante a Consulta Pública referente à etapa de diagnóstico, foi mencionado que os valores de dessedentação animal presentes no Cadastro e Outorgas não representavam a atual realidade, devido seu baixo valor. Nesse sentido, relatou-se também que houve queda no rebanho bovino durante os últimos anos. Dessa forma, estabeleceu-se a utilização dos valores estimados (número de cabeças rebanho e vazão per capita) para o desenvolvimento do balanço hídrico.

Para a irrigação, também se percebe diferenças entre as vazões demandadas. Pelo Cadastro e Outorgas, o setor de irrigação demanda cerca de 580,71 L/s, por estimativa, 1.288,20 L/s e, por fim, por meio de ANA (2017b), observa-se uma demanda de 716,69 L/s. Portanto, para os cálculos do balanço hídrico, optou-se pelo uso dos dados provenientes da estimativa, por meio das áreas irrigadas e dos coeficiente de demanda específica médio. Durante a Consulta Pública, mencionou-se apenas que a espacialização referente à irrigação não se encontrava de acordo com a realidade da bacia, ao passo que as vazões demandadas se apresentavam coerentes com as estimativas realizadas.

Já para a mineração, de forma geral, constatam-se valores com diferenças significativas de demandas nos Cadastro e Outorgas (46,01 L/s) e em ANA (2017b) (2,67 L/s). Para a realização do balanço hídrico, devido à disponibilidade dos dados de forma espacializadas no território da bacia hidrográfica, determinou-se o uso dos dados provenientes de IGAM (2018a; 2018b).

Por fim, para a pesca e aquicultura, sendo o Cadastro e Outorgas a única fonte de dados disponíveis, esses foram utilizados para o balanço hídrico. A seguir, pode-se visualizar o Quadro 2.25 e a Figura 2.39 contendo a síntese dos dados de demandas para os diferentes setores usuários aplicados no balanço hídrico quantitativo da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.

De acordo com as informações apresentadas em tal quadro, a demanda total de água captada dos corpos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri é de 2.710,47 L/s, deste total o setor usuário de irrigação (47,5%) apresenta as maiores retiradas, seguido dos setores de abastecimento público (34,9%), dessedentação animal (15,2%), mineração (1,7%), indústria (0,4%) e pesca e aquicultura (0,3%).

Em relação às demandas por UHP, nota-se que a UHP-7 - Baixo Rio Mucuri apresentou o maior percentual (29,7%) da demanda total de água retirada dos corpos hídricos da bacia hidrográfica, seguida pela UHP-4 - Rio Todos-os-Santos (29,6%) e pela UHP-1 - Alto Rio Mucuri (15,4%).

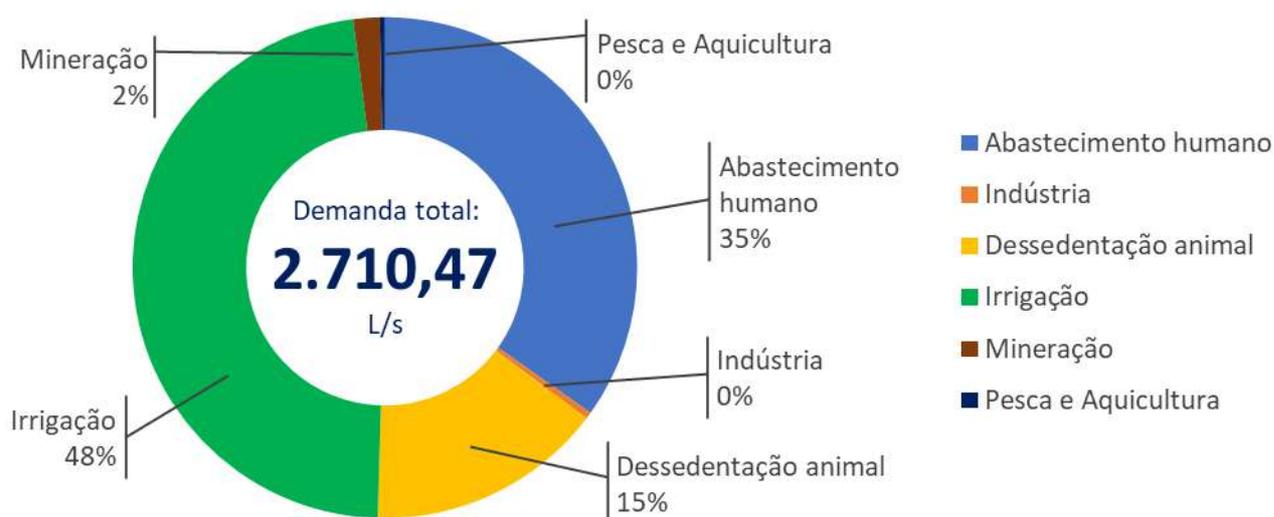


Quadro 2.25 - Síntese das demandas hídricas das UHPs – Consolidação.

UHP	Abastecimento humano	Indústria	Dessedentação animal	Irrigação	Mineração	Pesca e Aquicultura	Total	
	(L/s)							(%)
UHP-1 - Alto Rio Mucuri	109,67	2,24	60,49	242,87	1,29	2,62	419,18	15,4
UHP-2 - Rio Marambaia	60,61	1,72	29,96	63,15	1,25	2,89	159,58	5,9
UHP-3 - Médio Rio Mucuri	16,74	0,34	37,85	54,30	1,47	0	110,70	4,1
UHP-4 - Rio Todos-os-Santos	460,14	6,17	58,15	233,25	41,6	3,15	802,46	29,6
UHP-5 - Médio-Baixo Mucuri	40,44	0,25	63,31	12,60	0,4	0	117,00	4,3
UHP-6 - Rio Pampã	82,02	0,4	101,53	113,53	0	0	297,48	11,0
UHP-7 - Baixo Rio Mucuri	174,64	0,4	60,51	568,50	0	0,02	804,07	29,7
Total (L/s)	944,27	11,52	411,79	1288,20	46,01	8,68	2.710,47	-
Total (%)	34,9	0,4	15,2	47,5	1,7	0,3	-	100,0

Fonte: elaboração própria.

Figura 2.39 - Demandas totais na MU1, considerando as vazões consolidadas.



Fonte: elaboração própria.

2.5. BALANÇO HÍDRICO QUALI-QUANTITATIVO

2.5.1. BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO

2.5.1.1. Descrição da metodologia do balanço hídrico

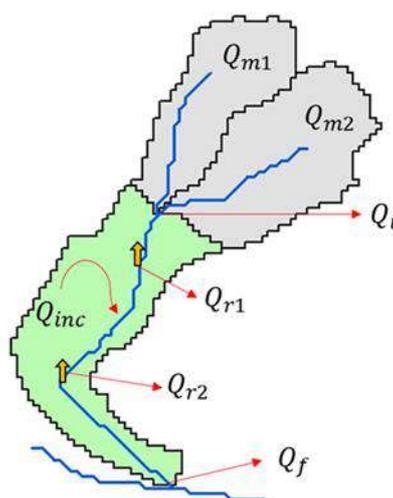
A construção do balanço hídrico foi realizada com o auxílio do pacote de ferramentas WARM-GIS Tools. Esse programa consiste num conjunto de operações que visam facilitar a gestão de bacias hidrográficas em um ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Possibilita, a partir de uma base hidrográfica pré-definida, a inserção de dados de disponibilidade hídrica e de usos de água (retiradas, lançamentos de efluentes e reservatórios), permitindo a simulação quali-quantitativa e verificando os impactos dos usos sobre a disponibilidade e a qualidade da água. O resultado do módulo



do balanço hídrico é expresso através do Índice de Comprometimento Hídrico (ICH), índice que relaciona a quantidade de água disponível e a quantidade de água remanescente em cada trecho de rio.

O esquema de balanço hídrico consiste na contabilização dos pontos de captação inseridos no sistema, calculando-se a vazão remanescente e os possíveis déficits de não atendimento, caso a vazão remanescente atinja um nível inferior a um patamar mínimo. O modelo opera em modo permanente, através de valores únicos de vazão por minibacia, representando estatísticas das séries hidrológicas como a $Q_{7,10}$ ou a Q_{95} entre outros indicadores. A Figura 2.40 apresenta um esquema do modelo de balanço hídrico.

Figura 2.40 - Esquema de representação do módulo de Balanço Hídrico do WARM-GIS Tools.



Fonte: Kayser e Collischonn, 2017.

O primeiro passo da simulação é o cálculo da vazão inicial da minibacia, sendo igual a zero nas minibacias de ordem 1, e dada pelo somatório das saídas das minibacias de montante para as minibacias de demais ordens. Em seguida, calcula-se a vazão incremental da minibacia, desconsiderando-se o efeito das retiradas de montante. A vazão final remanescente da minibacia será igual a vazão inicial, somada a vazão incremental e subtraindo-se as vazões de retirada localizadas em qualquer local no interior da minibacia. Por fim, são calculados os déficits de não atendimento para os casos em que a vazão remanescente atinge o patamar da vazão ambiental.

O resultado do módulo do balanço hídrico é expresso através do Índice de Comprometimento Hídrico (ICH), índice que relaciona a quantidade de água disponível e a quantidade de água remanescente (Q_f) em cada trecho de rio. O índice é calculado de acordo com a seguinte equação:

$$ICH = \frac{Q_{ref} - Q_f}{Q_{ref}}$$



Onde Q_{ref} é a vazão de referência, representada pela vazão natural acrescida do efeito dos reservatórios e transposições. No caso da CH, a vazão Q_{ref} foi definida pela vazão $Q_{7,10}$, descrita anteriormente no item 2.3.1 sobre disponibilidade hídrica.

Os valores do Índice de Comprometimento Hídrico são expressos em classes indicando o nível de comprometimento do trecho ou do exutório das UHPs. Estas classes foram estabelecidas considerando a Portaria IGAM nº 48/2019, no qual definiu-se o limite máximo de captações e lançamentos a serem outorgados nas bacias hidrográficas do Estado como sendo de 50% da $Q_{7,10}$, ficando garantidos a jusante de cada derivação, fluxos residuais mínimos equivalentes à metade da $Q_{7,10}$. Dessa forma, ficou estabelecido o patamar de 50% como o limite de classes em conformidade com a Portaria IGAM nº 48/2019 (Quadro 2.26). As classes em tons laranja e vermelho representam as condições acima do limite outorgável, de acordo com a Portaria IGAM nº 48/2019.

Quadro 2.26 - Classes de valores do Índice de Comprometimento Hídrico e seus respectivos significados.

Legenda	ICH	Definição
	0,0 % - 1,0%	Classe em conformidade (insignificante)
	1.1% - 10,0%	Classe em conformidade (baixo)
	10,1 % - 30%	Classe em conformidade (médio)
	30,1% - 50,0%	Classe em conformidade (máximo)
	50,1% - 70,0%	Classe em não conformidade (médio)
	70,1% - 99,0%	Classe em não conformidade (crítico)
	99,1% - 100,0%	Classe em não conformidade (total)

Fonte: elaboração própria.

O principal dado de entrada nesse modelo consiste numa base hidrográfica, representando a rede hidrográfica em trechos entre os pontos de confluência dos cursos d'água de forma unifilar. Uma característica essencial dessa representação é ser topologicamente consistente, isto é, representar corretamente o fluxo hidrológico dos rios, por meio de trechos conectados e com sentido de fluxo.

Inicialmente verificou-se a possibilidade de utilização das bases de hidrografia ottocodificada do estado de Minas Gerais, disponível na plataforma de Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema) para a aplicação direta do esquema de balanço e qualidade da água na base disponibilizada pelo IGAM. Contudo, devido a alguns problemas constatados nos atributos que indicam o posicionamento dos trechos de montante e jusante, não foi possível utilizar o esquema de ottobacias do IGAM.

Para contornar isso, foi adotada a Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas, produzida e disponibilizada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. A base ottocodificada nacional possui um nível de discretização muito maior em relação à base do IGAM, que foi considerado suficiente para a representação detalhada do balanço hídrico.



Os dados de demandas aplicados no modelo foram os valores de vazões consolidadas, apresentadas anteriormente no item 2.4.10. Para a devida alocação das demandas em cada uma das ottobacias foram utilizados os pontos de outorga e cadastro e os valores de retirada indicados em cada ponto. No caso da irrigação e da dessedentação animal, como a demanda foi estabelecida a partir de dados secundários, foi adotado um esquema de proporcionalidade por UHP, ajustando-se os valores de cada ponto de cadastro ou outorga em relação ao total por UHP. No caso específico da irrigação, foi adotado o cenário de demanda média anual.

2.5.1.2. Resultados do balanço hídrico

A seguir, são apresentados e discutidos os resultados do balanço hídrico considerando as demandas consistidas e disponibilidade hídrica de acordo com os valores de $Q_{7,10}$. Os balanços foram calculados considerando o efeito individual de cada setor usuário de água, além de um cenário considerando o somatório de todos os setores.

São apresentados dois tipos de análise, o primeiro considerando os valores dos balanços nos exutórios de cada UHP, e o segundo apresentando mapas com a distribuição dos resultados do balanço em todos os trechos. Em relação ao balanço nos exutórios das UHPs, também são indicados os déficits de demanda não atendida por unidade (em valores absolutos e percentuais em relação à demanda total). Essa análise complementar é importante pois é possível que no exutório de uma UHP seja identificada uma situação hídrica confortável, embora internamente existam problemas de alocação, gerando déficits hídricos importantes

A seguir, o Quadro 2.27 apresenta os resultados do balanço hídrico por setor de demanda, considerando os exutórios das UHPs da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri. De forma geral, os comprometimentos são pouco significativos nas saídas das unidades, sendo que a UHP de maior comprometimento é a UHP-4 - Rio Todos-os-Santos devido ao abastecimento e à irrigação.

Quadro 2.27 - Balanço hídrico por setor em relação aos exutórios de cada UHP – Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.

UHP	Corpo hídrico	Q _{7,10} (m ³ /s)	Balanço hídrico por setor (%)						
			Abast.	Irrig.	Dess.	Ind.	Min.	Aqui.	Total
UHP-1 - Alto Rio Mucuri	Rio Mucuri	2,05	5,35	8,49	2,95	0,11	0,06	0,13	16,92
UHP-2 - Rio Marambaia	Rio Marambaia	1,63	3,66	2,74	1,84	0,11	0,08	0,18	8,59
UHP-3 - Médio Rio Mucuri	Rio Mucuri	4,45	4,18	6,60	2,88	0,10	0,09	0,12	13,78
UHP-4 - Rio Todos-os-Santos	Rio Todos os Santos	1,59	12,79	13,89	3,56	0,39	2,61	0,20	31,55
UHP-5 - Médio-Baixo Mucuri	Rio Mucuri	7,22	5,96	8,32	3,44	0,15	0,64	0,12	18,09
UHP-6 - Rio Pampã	Rio Pampã	2,07	3,85	10,58	4,81	0,02	0,00	0,00	18,84
UHP-7 - Baixo Rio Mucuri	Rio Mucuri	10,26	6,68	10,70	3,92	0,11	0,45	0,08	21,47

Fonte: elaboração própria.

A seguir, o Quadro 2.28 e o Quadro 2.29 apresentam os valores de demanda não atendida em cada UHP, considerando tanto os percentuais em relação à demanda total quanto em relação aos



déficits absolutos. No Quadro 2.28, os valores assinalados em tons amarelo, laranja e vermelho representam níveis crescentes de déficits não atendidos. Nessa análise podemos observar uma situação de maior criticidade, pois em algumas unidades existem percentuais significativos de demanda não atendida, especialmente em relação ao abastecimento na UHP-4 - Rio Todos-os-Santos e em relação à irrigação na UHP do Baixo Mucuri. No primeiro caso, o déficit ocorre devido à alta demanda hídrica para o abastecimento do município de Teófilo Otoni. No segundo caso, é possível que haja algum problema de alocação, uma vez que as demandas foram alocadas proporcionalmente nos atuais pontos de outorga e cadastro, havendo alguns pontos com altos valores de demanda em locais de cabeceira ou com pouca vazão. Estima-se um déficit de 250 L/s em relação ao abastecimento na UHP-4 - Rio Todos-os-Santos, além de um déficit de 180 L/s em toda a Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.

Quadro 2.28 - Percentual da demanda não atendida em relação à demanda total por setor – Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.

UHP	Corpo hídrico	Q _{7,10} (m ³ /s)	Percentual da demanda total não atendida (%)						
			Abastecimento	Irrigação	Desse- dentação	Indústria	Minera- ção	Aquicul- tura	Total
UHP-1 - Alto Rio Mucuri	Rio Mucuri	2,051	0%	8%	0%	0%	0%	0%	5%
UHP-2 - Rio Marambaia	Rio Marambaia	1,628	0%	23%	0%	0%	0%	0%	12%
UHP-3 - Médio Rio Mucuri	Rio Mucuri	4,453	0%	15%	0%	0%	0%	0%	12%
UHP-4 - Rio Todos-os-Santos	Rio Todos os Santos	1,594	56%	19%	2%	0%	0%	0%	44%
UHP-5 - Médio-Baixo Mucuri	Rio Mucuri	7,224	0%	29%	0%	0%	0%	0%	19%
UHP-6 - Rio Pampã	Rio Pampã	2,073	3%	3%	2%	0%	0%	0%	4%
UHP-7 - Baixo Rio Mucuri	Rio Mucuri	10,257	0%	12%	11%	0%	0%	0%	7%
Total bacias	-	-	27%	14%	2%	0%	0%	0%	18%

Fonte: elaboração própria.

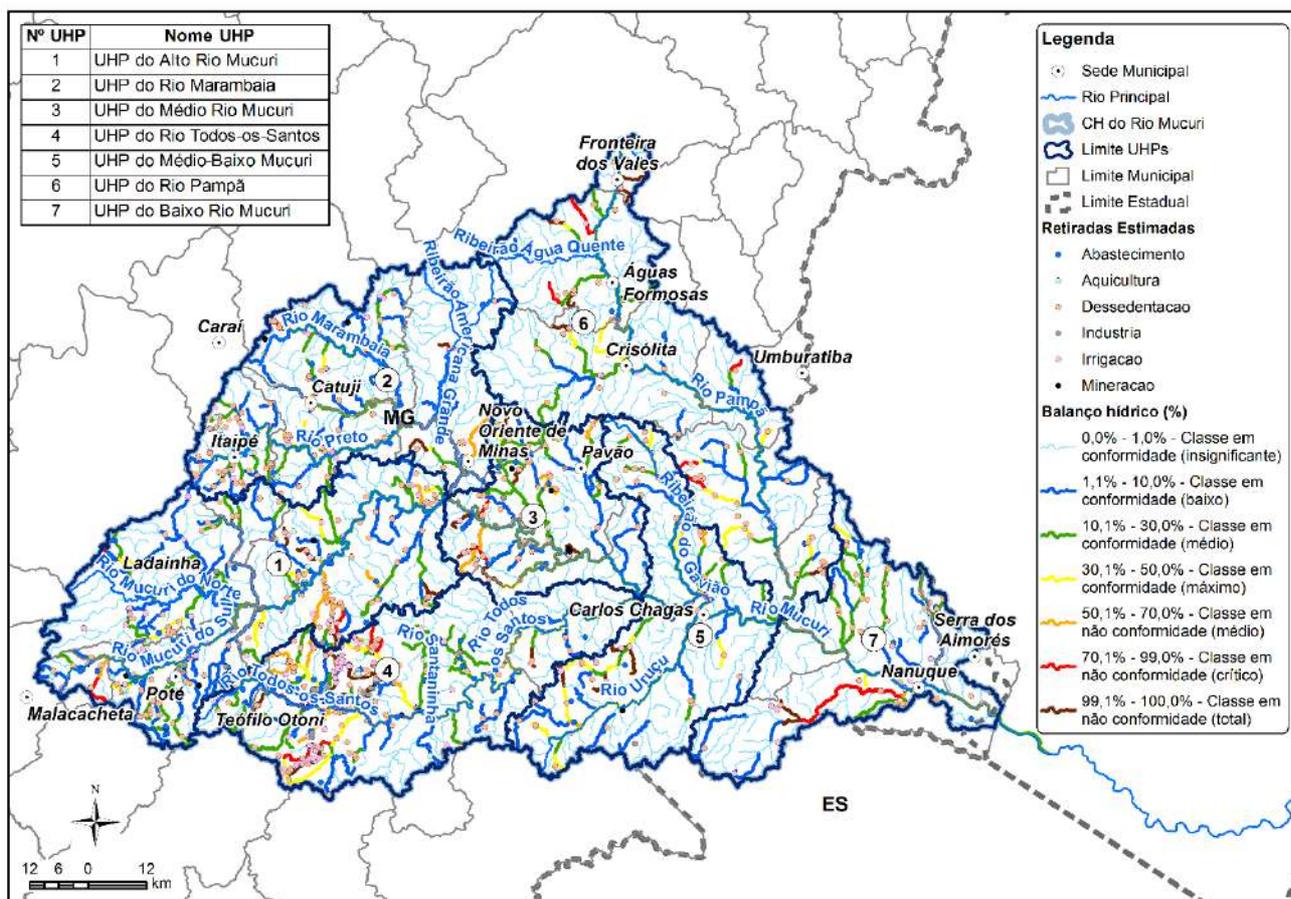
Quadro 2.29 - Déficit hídrico por setor nos exutórios de cada UHP – Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.

UHP	Corpo hídrico	Q _{7,10} (m ³ /s)	Déficit hídrico por setor (m ³ /s)						
			Abast.	Irrig.	Dess.	Ind.	Min.	Aqui.	Total
UHP-1 - Alto Rio Mucuri	Rio Mucuri	2,05	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
UHP-2 - Rio Marambaia	Rio Marambaia	1,63	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
UHP-3 - Médio Rio Mucuri	Rio Mucuri	4,45	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
UHP-4 - Rio Todos-os-Santos	Rio Todos os Santos	1,59	0,26	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32
UHP-5 - Médio-Baixo Mucuri	Rio Mucuri	7,22	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06
UHP-6 - Rio Pampã	Rio Pampã	2,07	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
UHP-7 - Baixo Rio Mucuri	Rio Mucuri	10,26	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03
Total bacias	-	-	0,26	0,18	0,01	0,00	0,00	0,00	0,49

Fonte: elaboração própria.

A seguir, na Figura 2.41 é apresentada a distribuição dos resultados do balanço hídrico em cada ottotrecho, considerando o somatório de todos os setores. É possível verificar na figura os déficits de abastecimento e irrigação na UHP-4 - Rio Todos-os-Santos e de irrigação na UHP do Baixo Mucuri. Nos demais setores, em geral não foram identificados comprometimentos expressivos.

Figura 2.41 - Balanço hídrico no cenário atual considerando todos os setores usuários de água na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.



Fonte: elaboração própria.

2.5.2. BALANÇO HÍDRICO QUALITATIVO

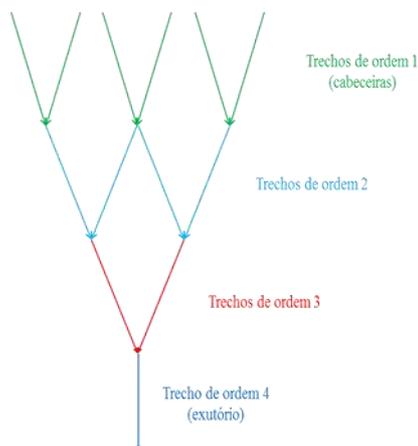
2.5.2.1. Descrição do modelo de qualidade da água

O modelo WARM-GIS tem como principal funcionalidade a sua operacionalização dentro de um Sistema de Informações Geográficas, facilitando o processo de entrada de dados, a aquisição das informações hidráulicas dos trechos de rio, além da organização topológica de todo o sistema hídrico. A versão mais atual do sistema desenvolvido no grupo de Hidrologia de Grande Escala está descrita em Kayser (2013), no qual se propõe o desenvolvimento de um sistema integrado ao software MapWindow®.

O processo de modelagem corresponde a adoção de soluções analíticas em regime permanente, utilizando modelos de transporte advectivo com reações cinéticas simplificadas. O esquema de simulação é representado na Figura 2.42. Primeiramente é feita a identificação do ordenamento dos trechos, selecionando inicialmente aqueles de primeira ordem, ou de cabeceira. Em seguida, são processados os trechos de segunda ordem, utilizando as saídas de concentrações e

vazões obtidas no passo anterior, e assim por diante, até encontrar o trecho de ordem mais alta, correspondente ao exutório da bacia.

Figura 2.42 - Esquema de representação do modelo de qualidade da água: representação dos trechos em relação ao ordenamento.



Fonte: Kayser e Collischonn, 2017.

A seguir, será apresentada uma descrição de cada etapa do processo de diluição e transformação dos constituintes considerados no modelo proposto:

- **Verificação das condições iniciais:**

Para os trechos de ordem 1, as vazões e concentrações no início do trecho serão dados de entrada do modelo. Para os trechos de ordem superior, essas variáveis serão dadas utilizando as saídas dos trechos de montante, somando as vazões e misturando as respectivas concentrações.

- **Mistura da carga pontual no trecho de rio:**

Nesta etapa é feita a diluição do efluente pontual no curso principal do rio. Para efeito de simplificação, considera-se que o ponto de lançamento esteja localizado imediatamente no ponto inicial do trecho, logo após a confluência dos trechos de montante, ainda que o ponto esteja localizado em qualquer outra região da microbacia correspondente ao trecho. Também se considera aí o somatório dos lançamentos e a diluição das concentrações, caso existam mais um ponto de lançamento por microbacia.

- **Transformação dos constituintes ao longo do trecho:**

Nesta etapa são consideradas as transformações devido aos processos de decomposição, sedimentação, além de outras transformações dos constituintes simulados. As equações partem do esquema clássico de Streeter-Phelps, agregando-se, porém, outras variáveis, como a sedimentação



da matéria orgânica, além da consideração dos elementos fosfatados e nitrogenados e da modelagem dos coliformes termotolerantes.

- **Vazão e concentração final do trecho:**

A vazão e concentração final do trecho se dará pela soma e diluição da carga incremental com as vazões e concentrações provenientes do processo de transformação dos constituintes ao longo do trecho.

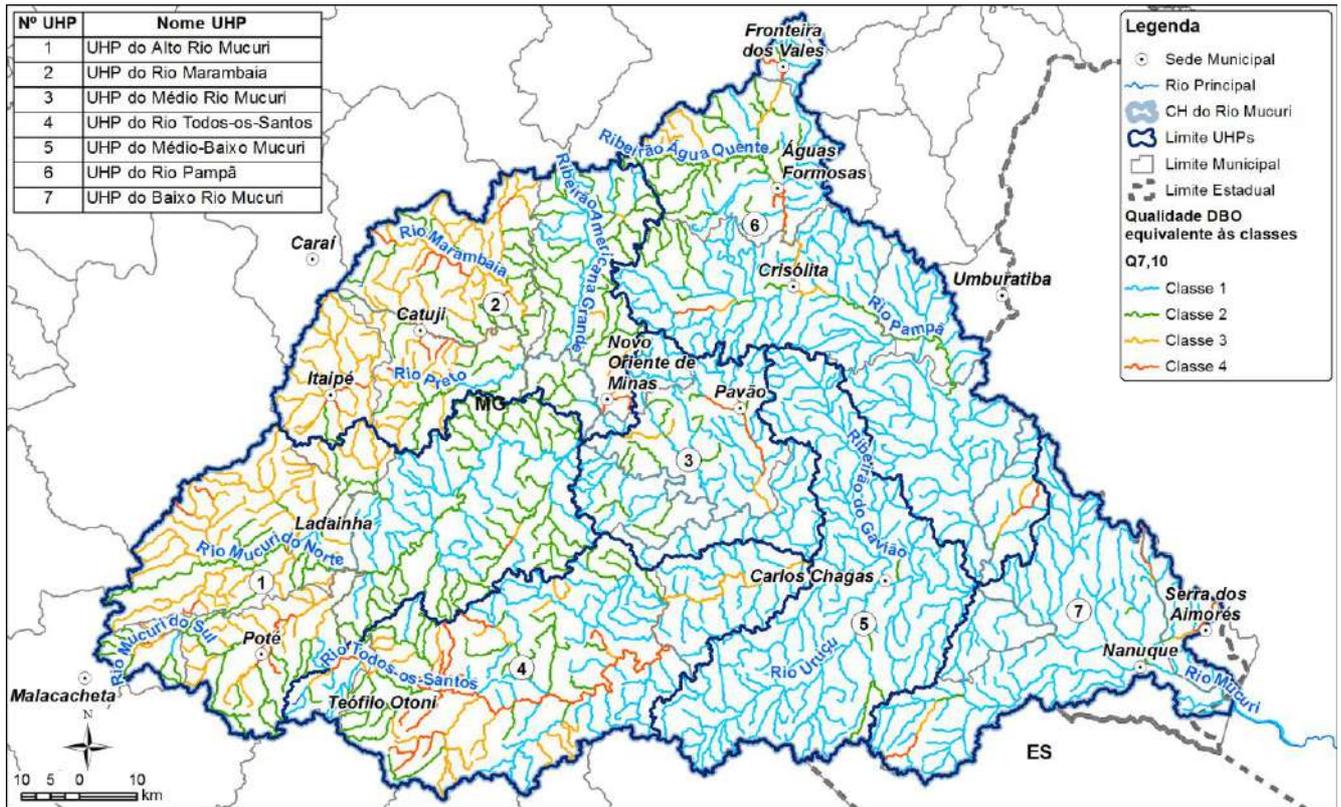
2.5.2.2. Resultados da aplicação do modelo de qualidade da água no cenário atual

A seguir são apresentados alguns resultados preliminares da modelagem da qualidade da água, ainda sem os ajustes em função dos dados observados decorrentes das campanhas de monitoramento. Ressalta-se também que a modelagem foi realizada considerando-se a $Q_{7,10}$, bastante restritiva em termos de disponibilidade hídrica, ficando evidente em alguns trechos localizados nas cabeceiras. A Figura 2.43 e a Figura 2.44 apresentam resultados preliminares da distribuição das concentrações de DBO e fósforo total, respectivamente, na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri. Os resultados são expressos de acordo com as classes de enquadramento do CONAMA. Como resultados da etapa de modelagem qualitativa, destaca-se:

- Expressiva influência na qualidade da água nos trechos de rio à jusante dos municípios de Teófilo Otoni, Águas Formosas, Fronteira dos Vales e Pavão.
- Diversos trechos com classes equivalentes elevadas nas UHPs do Alto Mucuri, Marambaia e Todos os Santos, devido ao efeito de cargas rurais.
- Resultados mais críticos de qualidade são observados nas cabeceiras, estando relacionados à baixa disponibilidade hídrica da vazão de referência nestes trechos.

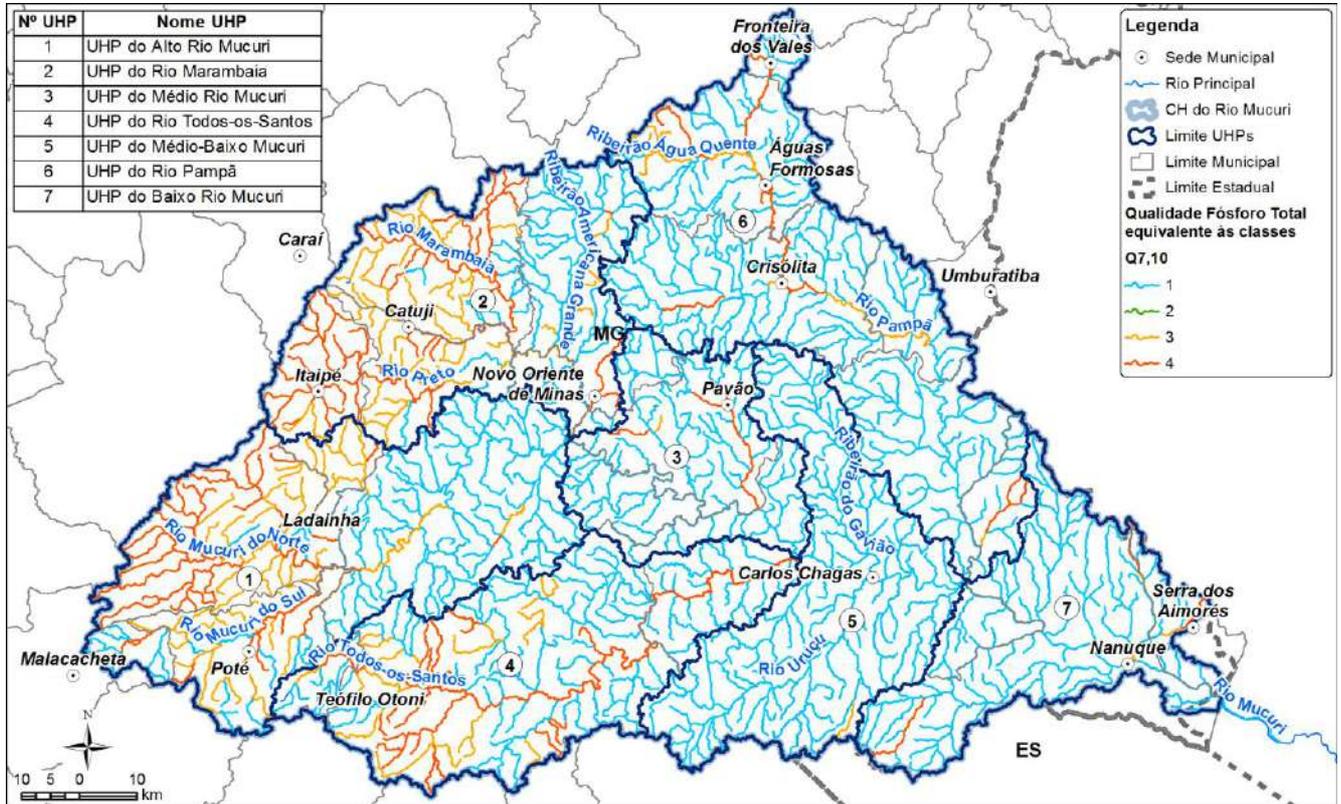


Figura 2.43 - Resultados preliminares da modelagem qualitativa considerando a DBO.



Fonte: elaboração própria.

Figura 2.44 - Resultados preliminares da modelagem qualitativa considerando o fósforo total.



Fonte: elaboração própria.

2.6. PRINCIPAIS DESAFIOS IDENTIFICADOS NA BACIA

A partir dos levantamentos e análises realizados para o território da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri, complementados pelos usuários da bacia nas consultas públicas, foram consolidados os principais desafios a serem enfrentados para melhorar a qualidade e quantidade das águas nas UHPs, conforme pode ser observado no Quadro 2.30.

Quadro 2.30 - Principais desafios identificados na CH MU1.

Principais Desafios	UHP-1 – Alto Rio Mucuri	UHP-2 – Rio Marambaia	UHP-3 – Médio Rio Mucuri	UHP-4 – Rio Todos-os-Santos	UHP-5 – Médio-Baixo Mucuri	UHP-6 – Rio Pampã	UHP-7 – Baixo Rio Mucuri
Alto índice de perdas no sistema de abastecimento público							
Demanda significativa para abastecimento público							
Demanda significativa para dessedentação animal e/ou irrigação							
Necessidade de complementação da oferta de água							
Coleta e tratamento dos esgotos insuficientes							
Baixa eficiência de remoção da carga orgânica das ETEs							
Baixo percentual de tratamento de esgotos rurais							
Baixo controle ambiental sobre indústrias e/ou mineradoras							
Manejo inadequado dos resíduos agropecuários							
Vulnerabilidade à erosão							
Falta de cobertura vegetal em APPs							

Fonte: elaboração própria.

Estes desafios, somados às projeções de cenários futuros e às dificuldades de gestão na bacia, apresentados no item a seguir, servem como base para a elaboração do Plano de Ação. Dessa forma, o PDRH trará como resultado proposições assertivas para suprir as reais necessidades da bacia e contribuir para a melhoria da gestão e da disponibilidade quali-quantitativa das águas, objeto do capítulo 5.



3. PROGNÓSTICO

Com vistas a subsidiar a elaboração do ECA e do PDRH, o prognóstico apresenta as visões de futuro para a Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri, considerando um horizonte de planejamento de 20 anos. De forma a compatibilizar os períodos de elaboração dos instrumentos e sua implementação, o prognóstico toma como cena atual 2021, fazendo com que o horizonte de planejamento tenha como referência os seguintes anos, correspondendo a cenas específicas para as quais serão apresentados resultados:

- Curto prazo: 2026.
- Médio prazo: 2031 e 2036.
- Longo prazo: 2041.

A estruturação desse horizonte em quatro quinquênios visa facilitar a proposição e o acompanhamento de metas e indicadores. O prognóstico parte das informações da etapa de diagnóstico, alinha as informações para a cena atual e propõe cenários futuros para a bacia, projetando os resultados para esses períodos, objetivando a proposição de possíveis alternativas de intervenção e gestão, a serem consideradas na elaboração do PDRH e ECA.

A visão de futuro proposta no prognóstico está estruturada com base em três cenários para a bacia, tomando como base o passado recente para a identificação de tendências que se apresentam para o futuro, situações de maior escassez hídrica e uma situação de significativo aperfeiçoamento da gestão de recursos hídricos.

3.1. CONSULTAS PÚBLICAS PARA ELABORAÇÃO DO PROGNÓSTICO

Para a fase de Prognóstico do PDRH da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri foram previstas no PIMS a realização de três consultas em diferentes locais da bacia. Entretanto, as consultas ocorreram no contexto da Pandemia de COVID-19, em observância às restrições de aglomerações, ao distanciamento social e ao controle sanitário para evitar o contágio, foi decidido junto ao IGAM, Grupo de Acompanhamento Técnico do PDRH e ECA e Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Rio Mucuri, a realização de um único evento, em formato de videoconferência.

O objetivo da Consulta Pública de Prognóstico foi qualificar os resultados preliminares, bem como ouvir demandas, percepções e receber contribuições dos participantes e proporcionar o necessário envolvimento da sociedade na elaboração dos instrumentos de gestão de recursos hídricos. Nos processos de planejamento, a informação técnica elaborada deve ser ponderada com as reflexões e escolhas políticas dos atores da bacia, para que sejam estabelecidos acordos sociais e



negociações, que tornem legítimo o processo desenvolvido e promovam a implantação das ações a serem propostas.

Destaca-se que o Cenário da Pandemia de COVID-19 impacta diretamente no interesse da sociedade em geral para temas que não estejam relacionados com sua problemática e demandas imediatas, tais como, segurança sanitária, restrições de atividades econômicas, instabilidade na capacidade de atendimento hospitalar, dentre outras. Os esforços de busca ativa dos atores estratégicos e ampliação da divulgação do processo de construção do PDRH e do ECA da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri, resultaram numa participação efetiva e interessada na Consulta Pública, contando com 82 inscritos através do formulário e 11 diretamente no *chat* da reunião, durante o evento chegou-se a ter 70 participantes na sala virtual, na Plataforma *Google Meet*.

Foi criado um Questionário Eletrônico e enviado por e-mail aos inscritos e participantes do evento, contendo as mesmas questões trabalhadas durante o evento. Foram realizados 10 questionamentos ao longo da Consulta Pública, em alguns casos, sobretudo quando foi solicitada a indicação de localização específica, os participantes se reconheceram limitados no conhecimento de questões específicas para apontar respostas. Com os questionamentos foi possível confirmar e detalhar informações sobre o período de escassez mais severo na região as tendências de crescimento da agricultura, da pecuária e da população urbana.

O grupo de participantes da Consulta Pública de Prognóstico sinaliza a representação de diversos setores como atuantes na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri, com a presença de entidades e representantes de todos os municípios da bacia, fruto dos esforços de articulação do CBH Mucuri.

3.2. PROJEÇÕES DE DISPONIBILIDADE E DEMANDA

Para a forma como os cenários foram desenhados para o prognóstico da CH, é necessário estabelecer previamente as projeções de disponibilidade alternativas e de demanda tendencial, incluindo a demanda de diluição de carga poluidora.

A elaboração de instrumentos de planejamento e gestão de recursos hídricos comumente considera cenários econômicos alternativos e, a partir desses, faz projeções de demandas para compor as diferentes situações descritas nestes cenários. Contudo, tendo em vista as experiências de crises hídricas em muitas bacias hidrográficas brasileiras, está se consolidando o entendimento de que é necessário cenarizar, também, variações de disponibilidade de água, por conta de fenômenos naturais que podem ocorrer de forma recorrente ou não, tendo em vista a construção de um planejamento robusto e adequado para a mitigação e enfrentamento de condições adversas de disponibilidade.

Os resultados da análise do Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri permitiram identificar que, de um lado, a tendência de evolução da demanda não aponta para significativa variação, enquanto de outro, as condições climáticas na região podem apresentar uma significativa variação, com eventos recorrentes de secas, conforme registrado em períodos anteriores.

Dessa forma, a elaboração das projeções de demandas tendencial também atende ao Cenário de Escassez Recorrente, que está lastreado em eventos pretéritos de vazões reduzidas, sendo a base para a elaboração de um cenário específico para essas situações de escassez.

Os itens que seguem apresentam as projeções realizadas, correspondendo à projeção de disponibilidade hídrica em situação de escassez, à projeção das demandas hídricas para os usos consuntivos das águas e, por fim, à projeção de cargas poluidoras.

3.2.1. DISPONIBILIDADE DE ESCASSEZ RECORRENTE

A projeção realizada das disponibilidades hídricas alternativas à vazão de referência do cenário atual busca subsidiar a avaliação sobre qual seriam os efeitos de um período prolongado de vazões abaixo das vazões de referência do cenário atual. Essa questão decorre dos relatos colhidos em reuniões e consultas públicas realizadas na bacia¹⁶ e justifica alguns comportamentos observados de variáveis importantes em anos recentes, como a redução nos rebanhos bovinos, por exemplo.

Para responder à essa questão foi realizado um estudo sobre os dados pretéritos das estações de monitoramento na região. A metodologia utilizada neste item selecionou estações fluviométricas apresentadas no Relatório de Diagnóstico que estão localizadas na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri (podendo estar fora da CH), excluindo, portanto, estações de outras bacias que foram utilizadas no âmbito da regionalização de vazões para o diagnóstico. Com isso, a seleção realizada permite entender o comportamento das vazões ao longo do tempo como fenômeno local.

Após a seleção das estações, foram calculadas as vazões mínimas anuais, obtidas no Portal Hidroweb da ANA (2021), considerando uma média móvel de sete dias, obtendo-se uma série anual de vazões mínimas de sete dias de duração. Essas séries anuais foram comparadas com a $Q_{7,10}$ estabelecida em IGAM (2012), a qual representa a vazão mínima de sete dias de duração com 10 anos de tempo de retorno. Cabe ressaltar que a $Q_{7,10}$ estabelecida por IGAM (2012) e que embasa o diagnóstico e o prognóstico no Cenário Tendencial, utilizou dados de vazão entre 1970 e 2005, portanto não incluindo períodos de estiagem que ocorreram após o ano de 2005. Esta estimativa de

¹⁶ As etapas de diagnóstico e de prognóstico da elaboração do PDRH e ECA da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri contaram com consultas públicas realizadas e apresentadas em relatórios específicos: Relatório das Consultas Públicas de Diagnóstico e Relatório das Consultas Públicas de Prognóstico.

vazão para períodos de escassez se trata, então, de uma avaliação que permite identificar fenômenos históricos associados a variabilidades climáticas que se apresentam com certa recorrência também em períodos recentes, indicando a tendência de virem a se repetir no futuro.

Para definir um cenário de escassez recorrente na bacia do rio Mucuri, a partir da média das reduções das vazões mínimas em relação à vazão de referência de IGAM (2012) primeiramente calculou-se a variação da mínima anual de sete dias em relação à $Q_{7,10}$ de cada estação. A partir dos resultados, foi possível observar a ocorrência de reduções de vazões abaixo do nível da $Q_{7,10}$ nos finais das décadas de 1980 e 1990, e principalmente entre os anos de 2014 e 2018.

A fim de se verificar se há evidências estatísticas de uma tendência de redução das vazões mínimas anuais ao longo do período analisado, foi aplicado o teste estatístico Mann-Kendall, utilizando a ferramenta desenvolvida por Hussain *et al.*, (2019). O teste foi realizado com nível de significância de 0,05, e como o p-valor do teste foi inferior a 0,05 em todas as estações foi possível afirmar estatisticamente que há uma tendência de redução das vazões mínimas anuais.

Considerando que o período entre 2014 e 2018 foi o mais crítico em termos de disponibilidade hídrica e que há uma tendência de redução das vazões mínimas, para a definição do cenário de escassez recorrente calculou-se a média das variações das vazões mínimas anuais pela $Q_{7,10}$ entre as estações fluviométricas neste período. O resultado foi uma **redução de 68% em relação à vazão de referência** para a Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri, o que, sem dúvida, é uma escassez muito significativa, com grande risco de comprometimento das demandas a serem atendidas nesses períodos.

3.2.2. PROJEÇÃO DE DEMANDA TENDENCIAL

A projeção de demanda tendencial para o prognóstico considera as demandas calculadas no diagnóstico das demandas hídricas do PDRH e ECA, a qual avaliou demandas estimadas para os diferentes tipos de usos consuntivos em cada UHP. A abordagem utilizada é a estimativa da evolução futura da demanda com base no conhecimento do comportamento em um período anterior, conforme as fontes de dados disponíveis, projetando para o futuro o mesmo comportamento da demanda registrado no passado recente, considerando também limites possíveis para esta evolução. A seguir, é descrita e apresentada a projeção da demanda futura de água por UHP com base em variáveis selecionadas e considerando os usos consuntivos de abastecimento humano, dessedentação animal, irrigação, indústria, mineração e pesca e aquicultura.

Em relação ao abastecimento público, foi considerada a população residente por UHP, a partir da distribuição da população por setor censitário, segundo o Censo Demográfico do IBGE em 2010 e estimada a população para 2020 com a mesma distribuição. A Taxa Geométrica de Crescimento Anual



(TGCA) estimada também foi calculada por UHP. Assim, é possível projetar a demanda para abastecimento humano para as cenas futuras.

Para o estabelecimento da TGCA de projeção para irrigação e dessedentação animal foram utilizadas as informações relativamente atualizadas do Censo Agropecuário de 2017 em comparação com o Censo Agropecuário de 2006, oferecendo a evolução para um período de 11 anos. Foi realizada a distribuição da área irrigada e dos rebanhos proporcionalmente à área dos municípios em cada UHP. Contudo, diferentemente dos rebanhos, que tendem a se distribuir de forma mais homogênea no território dos municípios, a área irrigada, frequentemente de tamanho reduzido, pode apresentar distribuição mais diferenciada e específica. Tendo em vista a possibilidade de maior imprecisão nas estimativas por UHP, será adotada para a projeção da demanda de irrigação a taxa da UHP ou a taxa da CH, a que for menor para cada UHP.

O uso da água para a indústria, mineração, pesca e aquicultura na CH é relativamente reduzido se comparado aos demais usos (representa menos de 2% do total das demandas) e não dispõem de variáveis específicas para a CH que permitam uma estimativa de evolução. Pontualmente e eventualmente, pode haver expansão da atividade desses setores, ou ao contrário, uma retração, por conta de empreendimentos que venham a ser implantados ou desativados. Contudo, não há indicações, para estes setores, de processos de expansão ou retração que possam ser identificados. Assim, não é projetado crescimento da demanda para indústria, mineração, pesca e aquicultura, sendo mantida para o período de cenarização a demanda do cenário atual, tendo em vista a impossibilidade de estabelecer uma tendência de evolução do uso da água desses empreendimentos ao longo do horizonte de planejamento.

Para projetar as vazões captadas nos anos correspondentes ao horizonte de curto, médio e longo prazos do planejamento foram utilizadas as Taxas Geométricas de Crescimento Anual calculadas, apresentadas de forma compilada no Quadro 3.1. Por precaução, considerou-se para fins do cenário tendencial por UHP somente taxas positivas de crescimento ou iguais a 0%. Taxas de crescimento negativas foram consideradas iguais a 0%, ou seja, foi mantida para o cenário tendencial a mesma demanda do cenário atual.

Quadro 3.1 - Taxas utilizadas para a projeção de demandas do cenário tendencial por UHP.

Unidade territorial	Abastecimento humano	Indústria	Dessedentação animal	Irrigação	Mineração	Pesca e Aquicultura
UHP-1 - Alto Rio Mucuri	0,6 %	0,0 %	0,0 %	6,2 %	0,0 %	0,0 %
UHP-2 - Rio Marambaia	0,4 %	0,0 %	2,0 %	6,2 %	0,0 %	0,0 %
UHP-3 - Médio Rio Mucuri	0,0 %	0,0 %	0,0 %	6,2 %	0,0 %	0,0 %
UHP-4 - Rio Todos-os-Santos	0,4 %	0,0 %	0,0 %	6,2 %	0,0 %	0,0 %
UHP-5 - Médio-Baixo Mucuri	0,0 %	0,0 %	0,0 %	6,2 %	0,0 %	0,0 %
UHP-6 - Rio Pampã	0,4 %	0,0 %	0,0 %	1,0 %	0,0 %	0,0 %
UHP-7 - Baixo Rio Mucuri	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %

Fonte: elaboração própria.

Com a aplicação dessas taxas à demanda se obtém os resultados por horizonte de planejamento para as UHPs, apresentado no Quadro 3.2. A demanda de água total projetada para a CH corresponde ao somatório, a cada ano do horizonte de cearização, da demanda estimada em cada tipo de uso consuntivo considerado.

Considerando a demanda tendencial, no período entre 2021 e 2041 é projetado um crescimento total da demanda na CH de 101,7%, ou seja, a demanda dobraria em 20 anos, principalmente em função do crescimento da irrigação, que conta com taxas elevadas. Para o primeiro quinquênio, entretanto, já é projetado um crescimento na CH de 15,7%, chegando a 36,6% em 10 anos.

Quadro 3.2 - Projeção das demandas para o horizonte de planejamento por UHP.

UHP	2021 (L/s)	2026 (L/s)	2031 (L/s)	2036 (L/s)	2041 (L/s)
UHP-1 - Alto Rio Mucuri	418,78	506,48	623,89	781,42	993,09
UHP-2 - Rio Marambaia	281,92	350,51	441,91	564,04	727,58
UHP-3 - Médio Rio Mucuri	172,28	212,94	267,88	342,08	442,33
UHP-4 - Rio Todos-os-Santos	958,17	1.102,82	1.294,85	1.550,79	1.893,01
UHP-5 - Médio-Baixo Mucuri	425,97	538,81	691,24	897,16	1.175,34
UHP-6 - Rio Pampã	421,70	435,63	450,23	465,52	481,55
UHP-7 - Baixo Rio Mucuri	304,57	304,57	304,57	304,57	304,57
Total CH	2.983,39	3.451,76	4.074,56	4.905,59	6.017,47

Fonte: elaboração própria.

Para ilustrar a influência de cada setor na evolução das demandas da bacia, o Quadro 3.3 apresenta a participação setorial das demandas para cada período de planejamento.



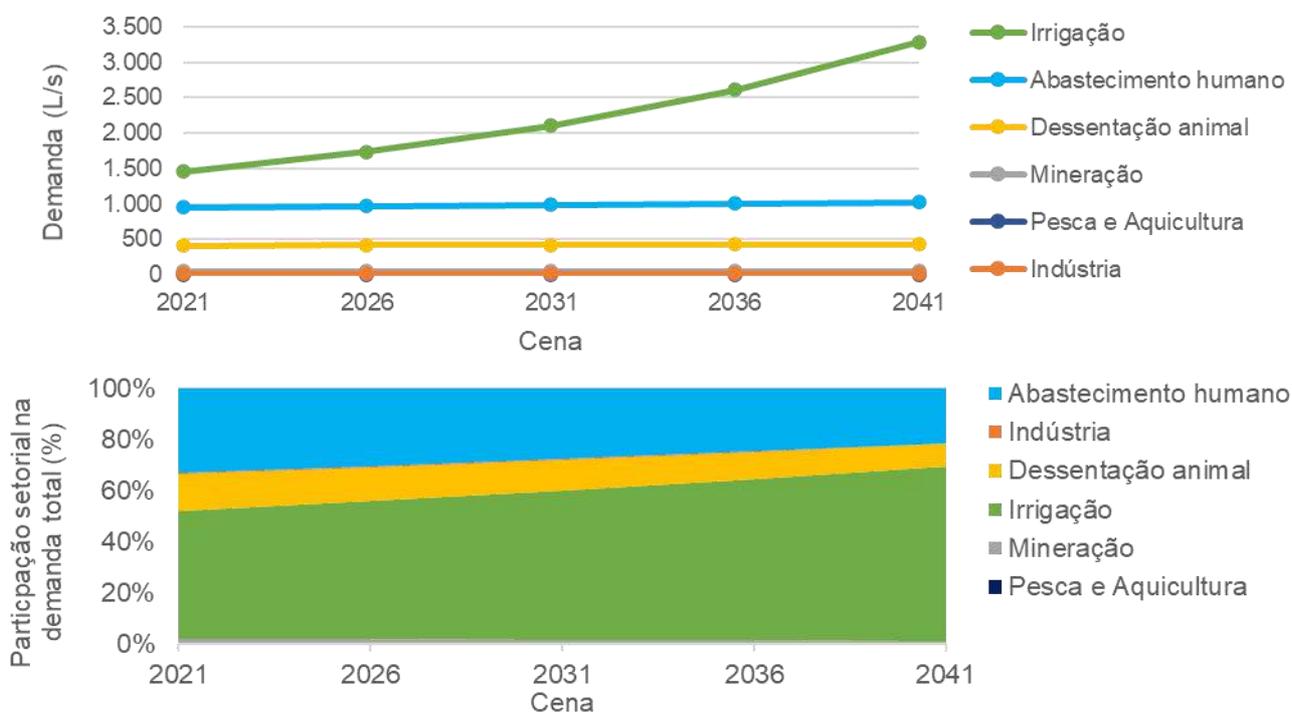
Quadro 3.3 - Projeção das demandas para o horizonte de planejamento por setor econômico.

Setor	2021 (L/s)	2026 (L/s)	2031 (L/s)	2036 (L/s)	2041 (L/s)
Abastecimento humano	954,04	970,66	987,65	1005,05	1022,85
Indústria	11,52	11,52	11,52	11,52	11,52
Dessedentação animal	414,24	417,58	421,27	425,33	429,81
Irrigação	1.548,89	1.997,31	2.599,44	3.409,00	4.498,60
Mineração	46,01	46,01	46,01	46,01	46,01
Pesca e Aquicultura	8,68	8,68	8,68	8,68	8,68
Total CH	2.983,39	3.451,76	4.074,56	4.905,59	6.017,47

Fonte: elaboração própria.

A Figura 3.1 apresenta a evolução das demandas no horizonte de planejamento, destacando o crescimento expressivo da irrigação em volume (L/s) e relativamente ao total da demanda (%), considerando a tendência projetada a partir do crescimento registrado no período entre 2006 e 2017.

Figura 3.1 - Crescimento tendencial das demandas no horizonte de planejamento.



Fonte: elaboração própria.

Uma análise mais detalhada pode ser feita a partir do Quadro 3.4, que apresenta o crescimento das demandas por UHP para cada setor usuário de água. A partir do quadro, pode-se observar que apesar das maiores demandas estarem localizadas na UHP-4, a projeção de maior crescimento está na UHP-5, com 176% de aumento entre 2021 e 2041. A UHP-1, UHP-2 e UHP-3 também apresentam crescimento das demandas acima da UHP-4, principalmente devido ao setor da irrigação e, no caso da UHP-2 à dessedentação animal. Por outro lado, não se espera nenhum aumento das demandas na UHP-7 e um crescimento bastante reduzido na UHP-6, sendo de 14%.

Quadro 3.4 - Demandas projetadas para as cenas inicial e final do PDRH e o crescimento por UHP em cada setor usuário.

UHP	Abastecimento humano			Indústria			Dessedentação animal			Irrigação			Mineração			Pesca e Aquicultura			Total		
	2021 (L/s)	2041 (L/s)	Crescimento	2021 (L/s)	2041 (L/s)	Crescimento	2021 (L/s)	2041 (L/s)	Crescimento	2021 (L/s)	2041 (L/s)	Crescimento	2021 (L/s)	2041 (L/s)	Crescimento	2021 (L/s)	2041 (L/s)	Crescimento	2021 (L/s)	2041 (L/s)	Crescimento
UHP-1	112	125	12%	2	2	0%	60	60	0%	241	801	233%	1	1	0%	3	3	0%	419	993	137%
UHP-2	61	67	9%	2	2	0%	32	48	48%	182	607	233%	1	1	0%	3	3	0%	282	728	158%
UHP-3	17	17	0%	0	0	0%	38	38	0%	116	386	233%	1	1	0%	0	0	0%	172	442	157%
UHP-4	466	509	9%	6	6	0%	58	58	0%	383	1275	233%	42	42	0%	3	3	0%	958	1893	98%
UHP-5	40	40	0%	0	0	0%	63	63	0%	322	1071	233%	0	0	0%	0	0	0%	426	1175	176%
UHP-6	83	90	9%	0	0	0%	102	102	0%	237	289	22%	0	0	0%	0	0	0%	422	482	14%
UHP-7	175	175	0%	0	0	0%	61	61	0%	69	69	0%	0	0	0%	0	0	0%	305	305	0%
Total CH	954	1023	7%	12	12	0%	414	430	4%	1549	4499	190%	46	46	0%	9	9	0%	2983	6017	102%

Fonte: elaboração própria.

3.2.3. PROJEÇÃO DE CARGA POLUIDORA

A projeção de cargas poluidoras toma como referência as mesmas taxas de variação da população utilizadas para a projeção da demanda do abastecimento humano sintetizadas no Quadro 3.1. Essas taxas são aplicadas sobre as cargas obtidas para a cena atual para projetar as cargas futuras.

O Diagnóstico (IGAM, 2021) se utiliza de dados consolidados pelo Atlas Esgotos, elaborado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), que tinha 2013 como ano de referência. Contudo, o Atlas Esgotos teve parte de sua base de dados atualizada para o ano de 2019 (ANA, 2020), detalhando e consolidando informações sobre as estações de tratamento de esgotos. Visando dotar o prognóstico da informação atualizada disponível, foram calculadas novamente as cargas para a cena atual, considerando as cargas oriundas da população urbana e rural a partir dos dados de população e da relação de carga *per capita* apresentada no Quadro 3.5.

Quadro 3.5 - Relação das cargas *per capita* e concentração no efluente doméstico dos parâmetros a serem simulados no modelo.

Parâmetro	Contribuição per capita (g/hab.dia)	
	Faixa	Adotado
DBO	40 - 60	54
Coliformes fecais (termotolerantes)*	$10^9 - 10^{12}$	10^9
Fósforo	orgânico	0,2 - 1,0
	inorgânico	0,5 - 1,5
Nitrogênio	orgânico	2,5 - 5,0
	amoniacoal	3,5 - 7,0

Fonte: adaptado de Von Sperling, 2005.

* valor da carga em NMP/hab.dia

Os abatimentos e cargas remanescentes foram estabelecidos conforme a distribuição do tipos de soluções adotadas em cada município para os esgotos urbanos. No caso da existência de coleta e tratamento, levou-se em conta as eficiências características dos sistemas de tratamento presentes em cada município. No caso de solução individual (fossa), considerou-se os seguintes abatimentos: DBO com 35% de redução, fósforo e nitrogênio com 20% e coliformes com 40%. Para a população rural, considerou-se que 100% da mesma adota sistema individual de tratamento de esgotos. O Quadro 3.6 apresenta as estimativas de carga lançada e abatimentos em relação ao cenário atual.

Quadro 3.6 - Estimativa da carga lançada por UHP e abatimento em relação à carga potencial para a cena atual (2021).

UHP	Carga lançada (kg/dia)				Abatimento			
	DBO	Fosf.	Coli.*	Nit.	DBO	Fosf.	Coli.	Nit.
UHP-1 - Alto Rio Mucuri	1.639,8	36,7	2,82E+13	290,1	33,1%	19,2%	37,9%	20,1%
UHP-2 - Rio Marambaia	1.464,5	35,0	2,48E+13	274,5	35,2%	16,5%	40,8%	18,1%
UHP-3 - Médio Rio Mucuri	467,6	9,5	8,39E+12	75,8	18,1%	10,3%	20,7%	10,3%
UHP-4 - Rio Todos-os-Santos	4.002,3	116,8	6,23E+13	880,8	44,0%	11,8%	52,9%	16,9%
UHP-5 - Médio-Baixo Mucuri	399,9	13,1	7,45E+12	98,8	49,8%	11,6%	49,5%	16,4%
UHP-6 - Rio Pampã	1.436,9	29,3	2,56E+13	232,3	16,0%	7,7%	19,1%	8,4%
UHP-7 - Baixo Rio Mucuri	1.803,8	36,5	3,21E+13	287,9	12,9%	4,8%	16,4%	6,2%
Total	11.214,8	276,7	1,89E+14	2.140,2	34,1%	12,2%	40,1%	15,1%

Fonte: elaboração própria.

* valor em NMP/dia

O Quadro 3.7 apresenta as estimativas de carga lançada e abatimentos em relação ao horizonte de longo prazo (2041). Foram adotadas as taxas de crescimento populacional por UHP (Quadro 3.1) para a projeção das cargas, admitindo também a hipótese de que eventuais aumentos seriam acompanhados por incrementos proporcionais nas taxas de tratamento, ou seja, admite-se a hipótese de que o abatimento das cargas se mantém constante ao longo do horizonte de planejamento.

Devido à pouca dinâmica populacional e a previsão de manutenção do quadro atual da situação do saneamento básico, o resultado das projeções de cargas para o Cenário Tendencial mantém semelhanças com os resultados da cena atual, onde a UHP com o maior incremento de carga lançada corresponde à UHP do Alto Rio Mucuri, onde estima-se um aumento na ordem de 12% para o parâmetro DBO. Nas demais UHPs, estima-se crescimento entre 0% e 9%.



Quadro 3.7 - Estimativa da carga lançada por UHP e abatimento em relação à carga potencial para a cena de longo prazo (2041).

UHP	Carga lançada (kg/dia)				Abatimento			
	DBO	Fosf.	Coli.*	Nit.	DBO	Fosf.	Coli.	Nit.
UHP-1 - Alto Rio Mucuri	1.838,41	41,10	3,16E+13	325,26	33,0%	19,2%	37,9%	20,0%
UHP-2 - Rio Marambaia	1.592,29	38,02	2,69E+13	298,39	35,2%	16,5%	40,8%	18,1%
UHP-3 - Médio Rio Mucuri	470,36	9,54	8,43E+12	76,33	18,2%	10,4%	20,8%	10,4%
UHP-4 - Rio Todos-os-Santos	4.369,19	127,57	6,81E+13	961,79	44,0%	11,7%	52,9%	16,8%
UHP-5 - Médio-Baixo Mucuri	402,10	13,13	7,49E+12	99,35	49,9%	11,6%	49,5%	16,4%
UHP-6 - Rio Pampã	1.554,84	31,67	2,77E+13	251,47	16,1%	7,7%	19,2%	8,4%
UHP-7 - Baixo Rio Mucuri	1.803,89	36,50	3,21E+13	287,88	12,9%	4,8%	16,4%	6,2%
Total	12.031,09	297,53	2,02E+14	2.300,47	34,3%	12,3%	40,3%	15,2%

Fonte: elaboração própria.

* valor em NMP/dia

3.3. CENÁRIOS DE PLANEJAMENTO

A construção de cenários para a elaboração do PDRH e ECA visa a elaboração de visões de futuro que congreguem as tendências visualizadas nas regiões e as alternativas possíveis de desenvolvimento, sem desconsiderar as incertezas inerentes ao processo de cenarização, mas buscando oferecer uma formulação útil ao planejamento. Os cenários foram construídos com o objetivo principal de servirem de esteio à tomada de decisão e, por isso, constituem-se de modelos abertos, que possibilitam a revisão de sua projeção com o tempo.

Como referência conceitual para orientar a construção de cenários para o PDRH, foi utilizado o trabalho de Buarque (2003), que realizou um estudo para o IPEA no qual avaliou métodos e técnicas utilizados no planejamento estratégico governamental, com destaque para cenários regionais e microrregionais, em detrimento do planejamento empresarial ou para finalidades diversas, embora o arcabouço metodológico seja comum em muitos aspectos, modificando muitas vezes o enfoque ou a combinação de ferramentas.

A partir do marco conceitual foram construídos os cenários para o PDRH e ECA, partindo do cenário atual, sobre o qual serão considerados diversos condicionantes para a estruturação dos demais cenários, definidos como Cenário Tendencial (exploratório extrapolativo do cenário atual) e Cenários Alternativos (com diferentes encaminhamentos de incertezas críticas).

Os cenários tendencial e alternativos ao longo do horizonte de planejamento foram definidos, tendo como cena atual 2021 e conforme o Termo de Referência, em curto prazo (cinco anos, correspondendo aos anos de 2022 a 2026), médio prazo (cinco anos, correspondendo aos anos de 2027 a 2031) e longo prazo (dez anos, correspondendo aos anos de 2032 a 2041), totalizando 20

anos. As cenas de apresentação dos cenários correspondem a 2021 (cenário atual), 2026 (curto prazo), 2031 e 2036 (médio prazo) e 2041 (longo prazo).

A estruturação dos cenários considera condicionantes e incertezas que foram diagnosticadas como relevantes, abordados de forma integrada e complementar, articulando-se em cenários tendencial e alternativos possíveis de ocorrerem na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri e úteis para seu planejamento e gestão.

Na formulação desses cenários de planejamento, foram considerados diversos fatores intervenientes, obtidos através da leitura da análise integrada do Diagnóstico (IGAM, 2021), considerando seus graus de incerteza. Dentre esses fatores, os mais relevantes para a cenarização são:

- **Possibilidades de aceleração ou redução do crescimento econômico regional**, definidas, principalmente, pela dinâmica do setor agropecuário, atividade econômica com maior repercussão sobre a demanda de recursos hídricos.
- **Contexto socioeconômico e institucional** de inserção da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri, localizada na periferia dos centros dinâmicos estaduais, contando com uma rede de municípios extensos e com baixa densidade populacional, polarizados por grandes centros regionais.
- **Variações das taxas de crescimento demográfico**, definidas pela dinâmica populacional registrada no período anterior.
- **Possibilidades de evolução da atividade irrigada**, que contou com ritmo acelerado de expansão no período anterior em diversas UHPs, porém, ainda resultando em uma área relativamente reduzida proporcionalmente à área das bacias.
- **Níveis de eficiência dos processos de gestão dos recursos hídricos**, configurando uma situação de limitações e, ao mesmo tempo, potencial de qualificação da gestão tanto de águas superficiais quanto subterrâneas.
- **Usos e ocupação dos solos**, com extensas áreas de atividade agropecuária e reduzidas áreas de proteção de remanescentes de vegetação nativa.
- **Infraestrutura hídrica e de saneamento básico** distribuída em uma malha urbana dispersa, formada principalmente por municípios com população reduzida e sedes urbanas distantes, geralmente com baixa cobertura de serviços.
- **Risco de situações de contingência climática recorrentes**, representadas por padrões de escassez (seca) com duração e intensidade condizentes com o histórico de precipitações de mais longo prazo nas bacias, resultando em períodos de maior potencial de conflito pelo uso da água e impactos negativos sobre a produção agropecuária.

- **Risco dos padrões de escassez serem intensificados** pelos processos de mudanças climáticas, com impactos negativos sobre a vazão de disponibilidade no período de cearização.
- **Mudanças significativas de tecnologias e manejos de água**, principalmente nas atividades produtivas irrigadas que, ao mesmo tempo que permitem poupar água por unidade de área cultivada, podem pressionar a demanda de água para irrigação pela expansão da produção irrigada em detrimento dos cultivos de sequeiro.
- **Aceleração dos processos erosivos**, com impacto sobre a aptidão agrícola em locais com manejo de solo inadequado e falta de cobertura vegetal nativa, afetando a qualidade da água e aumentando o risco de assoreamento de cursos d'água.
- **Riscos de comprometimento da qualidade das águas**, ainda que de forma mais intensa pontualmente, por contaminação pelo esgoto doméstico, ou de forma mais difusa, pela atividade agropecuária e o manejo inadequado de solos.

Segundo ANA (2013) “via de regra, além do cenário tendencial, são traçados dois cenários alternativos: um crítico e outro normativo”, este último definido sumariamente como “aquele para o qual serão propostas ações”.

Assim, o arranjo geral dos cenários propostos para o PDRH, considerando essas condicionantes e incertezas críticas, foi definido de acordo com os seguintes cenários: Tendencial, de Escassez Recorrente (“crítico”) e de Aperfeiçoamento da Gestão (“normativo”). A possível ocorrência de situações de escassez, que se prolongadas podem gerar uma crise hídrica de maior impacto negativo, foi identificada como principal fator com risco de impactar negativamente a bacia, ao mesmo tempo que seria o cenário mais exigente para o quadro de gestão desenhado no cenário tendencial. Variações no contexto socioeconômico mais geral teriam impactos positivos e negativos sobre esses cenários, facilitando ou dificultando o avanço esperado no processo de gestão. Assim, os cenários definidos são descritos a seguir.

O **Cenário Tendencial** admite que os fatores naturais, socioeconômicos, culturais e a gestão de recursos hídricos não irão se diferenciar de forma significativa das tendências identificadas no diagnóstico realizado, ou seja, projeta a manutenção dos padrões atuais a partir da trajetória das variáveis medidas no passado recente.

Neste cenário as demandas crescem conforme as tendências identificadas, que, para a Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri, não apontam para variações expressivas, exceto para o setor de irrigação, que apresenta uma tendência significativa de aumento da demanda, nesse sentido, acompanhando tendência nacional.



O **Cenário de Escassez Recorrente** se utiliza da mesma projeção de demanda realizada no Cenário Tendencial, mas considera uma disponibilidade hídrica reduzida. Essa redução da disponibilidade hídrica é pautada no histórico de eventos de escassez e seca da região e visa confrontar a demanda projetada com um episódio de escassez, ou seja, em uma única cena, salientando a proporção de não atendimento das demandas que, potencialmente, um evento de seca poderá ter.

O **Cenário de Aperfeiçoamento da Gestão**, por sua vez, se utiliza das projeções do Cenário Tendencial e das vulnerabilidades à escassez de água observadas no Cenário de Escassez Recorrente para propor alternativas de intervenção estruturais e não estruturais que tornem a gestão de recursos hídricos efetiva para a bacia, focando especialmente nos instrumentos e atores da gestão e, dessa forma, refletindo a capacidade de intervenção que o Sistema de Recursos Hídricos poderá desenvolver.

3.4. BALANÇO HÍDRICO

A partir das disponibilidades e demandas projetadas e considerando os cenários que comportam a avaliação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos, são realizados os balanços hídricos para os cenários Tendencial e de Escassez Recorrente, considerando as metodologias e resultados descritos a seguir.

3.4.1. BALANÇO HÍDRICO QUANTITATIVO

O balanço foi realizado com o auxílio do pacote de ferramentas WARM-GIS Tools (KAYSER; COLLISCHONN, 2013), cujo resultado é expresso através do Índice de Comprometimento Hídrico (ICH), índice que relaciona a quantidade de água disponível e a quantidade de água remanescente (Q_f) em cada trecho de rio. A metodologia seguida é a mesma realizada na etapa de diagnóstico, descrita no item 2.5.1.1.

Os valores do Índice de Comprometimento Hídrico são expressos em classes indicando o nível de comprometimento de cada trecho de rio. Estas classes foram estabelecidas considerando a que se baseia na Portaria IGAM Nº 48/2019, no qual foi definido o limite máximo de captações e lançamentos a serem outorgados nas bacias hidrográficas do Estado como sendo de 50% da $Q_{7,10}$, ficando garantidos a jusante de cada derivação, portanto, fluxos residuais mínimos equivalentes a 50% da $Q_{7,10}$. Dessa forma, ficou estabelecido o patamar de 50% como o limite de classes em conformidade com a resolução (Quadro 3.8). As classes em tons laranja e vermelho representam as condições de comprometimento acima do limite outorgável, de acordo com a resolução SEMAD-IGAM.

Quadro 3.8 - Classes de valores do Índice de Comprometimento Hídrico e seus respectivos significados.

Legenda	ICH	Definição
	0,0 % - 1,0%	Classe em conformidade (insignificante)
	1.1% - 10,0%	Classe em conformidade (baixo)
	10,1 % - 30%	Classe em conformidade (médio)
	30,1% - 50,0%	Classe em conformidade (máximo)
	50,1% - 70,0%	Classe em não conformidade (médio)
	70,1% - 99,0%	Classe em não conformidade (crítico)
	99,1% - 100,0%	Classe em não conformidade (total)

Fonte: elaboração própria.

A seguir, são apresentados e discutidos os resultados do balanço hídrico considerando os cenários Tendencial e de Escassez Recorrente. Os resultados são expressos através dos valores de comprometimento hídrico resultante nos exutórios ou pontos de entrega de cada UHP, além do déficit hídrico estimado em cada unidade, apresentados também em figuras com a distribuição do comprometimento hídrico ao longo das ottobacias. O horizonte de planejamento simulado inclui as cenas atual (2021), curto prazo (2026), médio prazo (2031 e 2036) e longo prazo (2041).

3.4.1.1. Cenário Tendencial

Considerando os pontos de entrega de cada Unidade de Planejamento, o Quadro 3.9 apresenta os resultados do balanço hídrico nos exutórios de cada UHP nas cenas do cenário tendencial. Em geral, não são verificados aumentos expressivos no comprometimento, com a tendência de manutenção da classe entre 10 e 30% para a maioria das cenas avaliadas. A UHP do Rio Todos-os-Santos é a unidade que projetou aumento mais expressivo no comprometimento da disponibilidade, resultando em não conformidade no horizonte de longo prazo (acima de 50% da vazão de referência). A UHP do Alto Rio Mucuri também apresenta aumento significativo no comprometimento hídrico (75% em relação ao cenário atual). Este aumento ocorre especialmente em função do aumento da demanda para irrigação, onde é projetada uma taxa anual de crescimento de 6,2% para este setor em quase todas as UHPs da CH.

Quadro 3.9 - Balanço hídrico nos exutórios de cada UHP considerando as cenas do cenário tendencial

UHP	Corpo hídrico	Balanço hídrico (%)				
		2021	2026	2031	2036	2041
UHP-1 - Alto Rio Mucuri	Rio Mucuri	18,85	21,79	25,24	28,85	33,07
UHP-2 - Rio Marambaia	Rio Marambaia	9,29	10,28	11,54	13,03	14,70
UHP-3 - Médio Rio Mucuri	Rio Mucuri	15,11	17,06	19,36	21,81	24,70
UHP-4 - Rio Todos-os-Santos	Rio Todos os Santos	33,64	36,84	40,69	45,46	51,29
UHP-5 - Médio-Baixo Mucuri	Rio Mucuri	19,57	21,79	24,48	27,42	30,60
UHP-6 - Rio Pampã	Rio Pampã	19,26	19,82	20,41	20,99	21,59
UHP-7 - Baixo Rio Mucuri	Rio Mucuri	22,60	24,27	26,29	28,48	30,84

Fonte: elaboração própria.

O Quadro 3.10 a seguir apresenta os déficits hídricos de cada UHP considerando as cenas de cenário tendencial, quantificados em relação ao próprio déficit e considerando o percentual em relação à demanda total. Os déficits ocorrem quando o saldo hídrico é igual ou superior a 100%, havendo a conversão da demanda atendida para um déficit não atendido. Em toda a CH, observa-se



um aumento de 0,60 m³/s não atendidos na cena atual para 2,10 m³/s no horizonte de longo prazo, representando um aumento de 250%. Em vermelho, estão assinaladas cenas com déficits superiores a 50% da demanda projetada, correspondendo às UHPs do Médio-Baixo Mucuri, Rio de Todos os Santos e Médio Rio Mucuri.

Quadro 3.10 - Déficits hídricos e proporção das demandas não atendidas em relação à demanda total projetada para cada UHP no cenário tendencial.

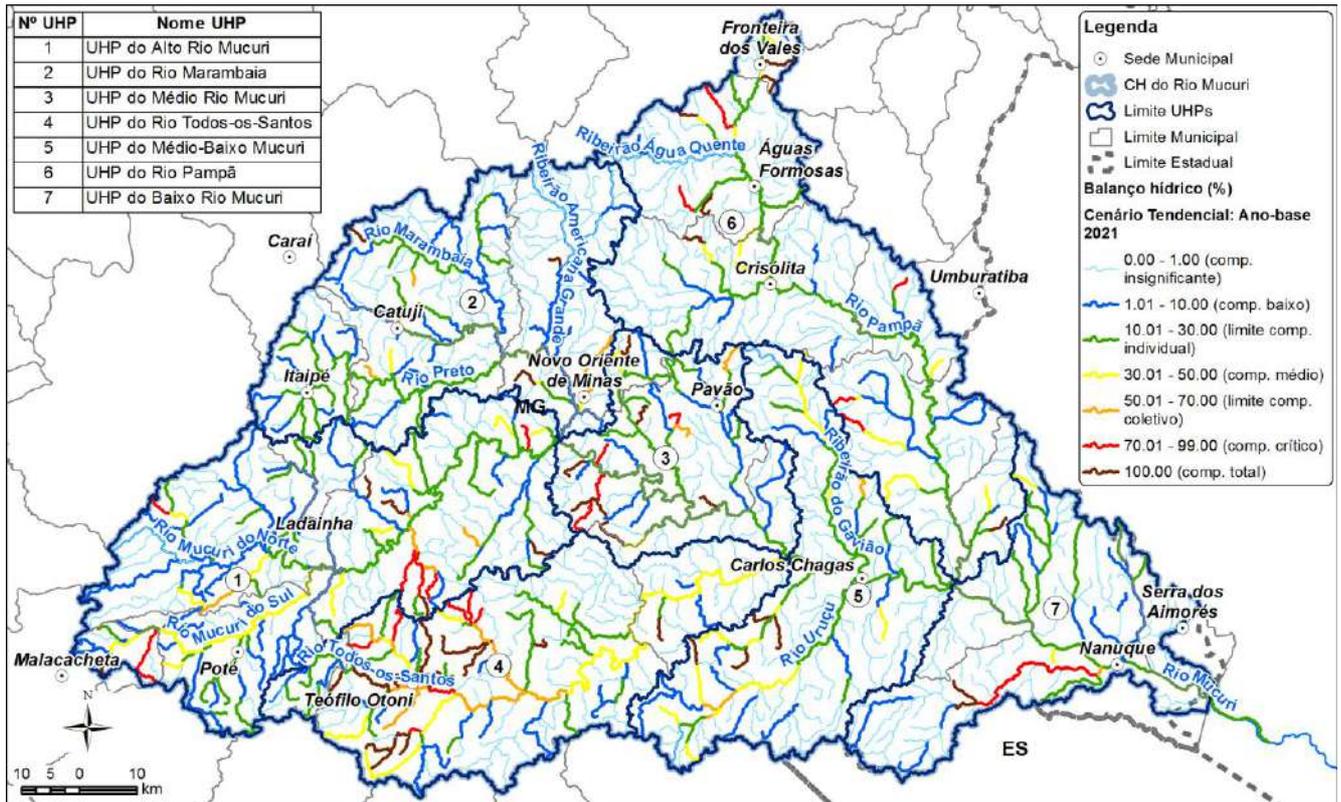
UHP	Demanda não atendida (m ³ /s)					Percentual				
	2021	2026	2031	2036	2041	2021	2026	2031	2036	2041
UHP-1 - Alto Rio Mucuri	0,03	0,06	0,11	0,19	0,32	7,6%	11,8%	17,0%	24,3%	31,7%
UHP-2 - Rio Marambaia	0,04	0,05	0,08	0,12	0,17	18,7%	24,2%	30,1%	35,6%	41,9%
UHP-3 - Médio Rio Mucuri	0,04	0,07	0,11	0,17	0,26	21,5%	31,5%	41,4%	50,9%	58,8%
UHP-4 - Rio Todos-os-Santos	0,36	0,43	0,53	0,68	0,87	40,2%	42,4%	45,2%	48,2%	51,6%
UHP-5 - Médio-Baixo Mucuri	0,08	0,12	0,18	0,27	0,42	28,6%	35,1%	41,0%	48,6%	58,8%
UHP-6 - Rio Pampã	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	5,2%	5,7%	6,0%	6,4%	7,1%
UHP-7 - Baixo Rio Mucuri	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	6,0%	6,0%	6,0%	6,0%	6,0%
Total	0,60	0,79	1,07	1,49	2,10	20,6%	24,2%	28,4%	33,7%	39,9%

Fonte: elaboração própria.

A Figura 3.2 e a Figura 3.3 apresentam a distribuição dos resultados do balanço hídrico em cada ottotrecho da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri considerando, respectivamente, a cena atual (2021) e a cena de longo prazo (2041) no cenário tendencial. Os ottotrechos com maior comprometimento concentram-se nos trechos de cabeceira da UHP do Rio Todos-os-Santos, como no Córrego Santana e no Rio Todos os Santos nos segmentos a jusante de Teófilo Otoni. Na UHP do Alto Rio Mucuri, o Ribeirão Mestre Campos apresenta um dos comprometimentos mais elevados, considerando trechos com mais de 100 km² de área de drenagem, juntamente com o Rio Urucunzinho na UHP do Médio-Baixo Mucuri e o Ribeirão das Pedras na UHP do Baixo Rio Mucuri.

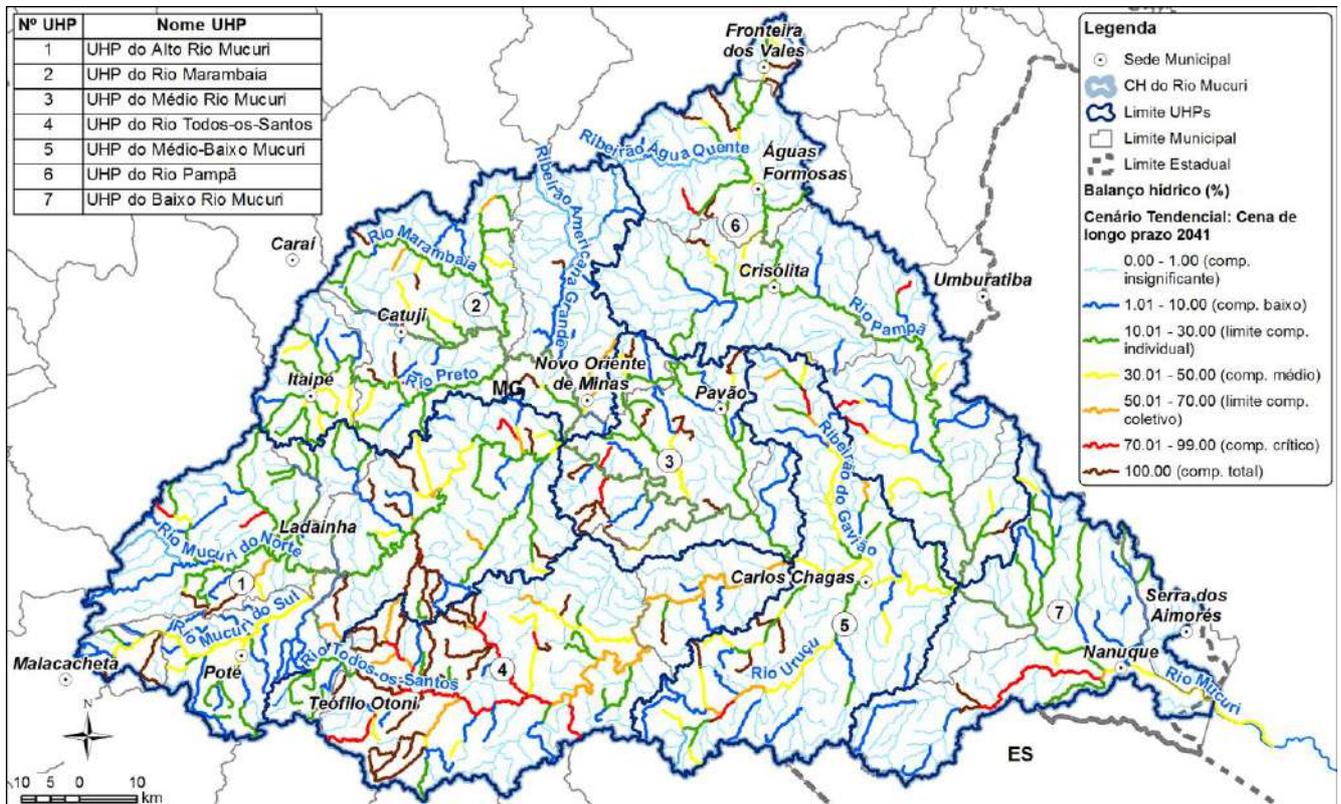


Figura 3.2 - Balanço hídrico no cenário tendencial (cena atual).



Fonte: elaboração própria.

Figura 3.3 - Balanço hídrico no cenário tendencial (cena 2041).



Fonte: elaboração própria.

3.4.1.2. Cenário de Escassez Recorrente

O balanço hídrico do Cenário de Escassez Recorrente, conforme comentado anteriormente, é elaborado a partir da demanda tendencial projetada (a mesma utilizada no cenário tendencial), porém, com uma vazão de referência 68% menor que o cenário tendencial, o que leva a serem esperados balanços hídricos mais críticos.

Para efeitos do balanço hídrico, a redução na vazão de referência foi aplicada para todas as cenas. Contudo, evidentemente, não se trata de uma redução da vazão de referência para todo o período, mas da expectativa de que, em função dos períodos de recorrência registrados no histórico da bacia, em **pelo menos uma das cenas** a vazão de referência venha a ser a do Cenário de Escassez Recorrente e não a do cenário tendencial. Assim, caso ocorra uma seca a curto, médio ou longo prazo, é possível avaliar seu potencial efeito considerando a demanda projetada para o cenário tendencial.

O Quadro 3.11 apresenta os resultados do balanço hídrico nos exutórios de cada UHP considerando as cenas do Cenário de Escassez Recorrente. Neste cenário há um aumento considerável no comprometimento hídrico em relação ao cenário tendencial, sendo a faixa entre 50% e 70% a classe de comprometimento predominante nos pontos de entrega das UHPs. As unidades com comprometimentos hídricos mais críticos correspondem à UHP do Rio Todos-os-Santos e à UHP do Alto Rio Mucuri, onde o balanço é acima de 70% no longo prazo (2041). Em comparação com o cenário tendencial há um aumento médio em torno de 115% no comprometimento, sendo o maior aumento verificado na UHP do Rio Pampã (173%).

Quadro 3.11 - Balanço hídrico nos exutórios de cada UHP no Cenário de Escassez Recorrente.

UHP	Corpo hídrico	Balanço hídrico (%)				
		2021	2026	2031	2036	2041
UHP-1 - Alto Rio Mucuri	Rio Mucuri	46,62	51,54	57,89	65,20	73,01
UHP-2 - Rio Marambaia	Rio Marambaia	22,56	24,76	27,38	30,16	32,32
UHP-3 - Médio Rio Mucuri	Rio Mucuri	35,69	39,18	43,63	48,78	54,13
UHP-4 - Rio Todos-os-Santos	Rio Todos os Santos	62,90	68,12	73,82	78,51	84,83
UHP-5 - Médio-Baixo Mucuri	Rio Mucuri	41,65	45,10	49,30	53,77	58,83
UHP-6 - Rio Pampã	Rio Pampã	52,02	53,64	55,32	57,07	58,91
UHP-7 - Baixo Rio Mucuri	Rio Mucuri	50,84	53,60	56,90	60,40	64,33

Fonte: elaboração própria.

O Quadro 3.12 apresenta os déficits hídricos de cada UHP, considerando todas as cenas do Cenário de Escassez Recorrente, quantificados em relação ao volume do déficit (m^3/s) e considerando o percentual em relação à demanda total, ou seja, o quanto representam relativamente à demanda total projetada. Os déficits também apresentam um aumento considerável, saltando de 20,6% de déficit total no cenário tendencial para 42,8% no Cenário de Escassez Recorrente para a cena atual. Para o longo prazo, o déficit total passa 39,9% para 59,9%, ou 1,05 m^3/s de aumento. Em vermelho, estão assinaladas as cenas com déficits superiores a 50% da demanda, que são registradas em todas UHP, com exceção da UHP do Rio Pampã e da UHP do Baixo Rio Mucuri.

Quadro 3.12 - Déficits hídricos e proporção das demandas não atendidas em relação à demanda total projetada para cada UHP no Cenário de Escassez Recorrente.

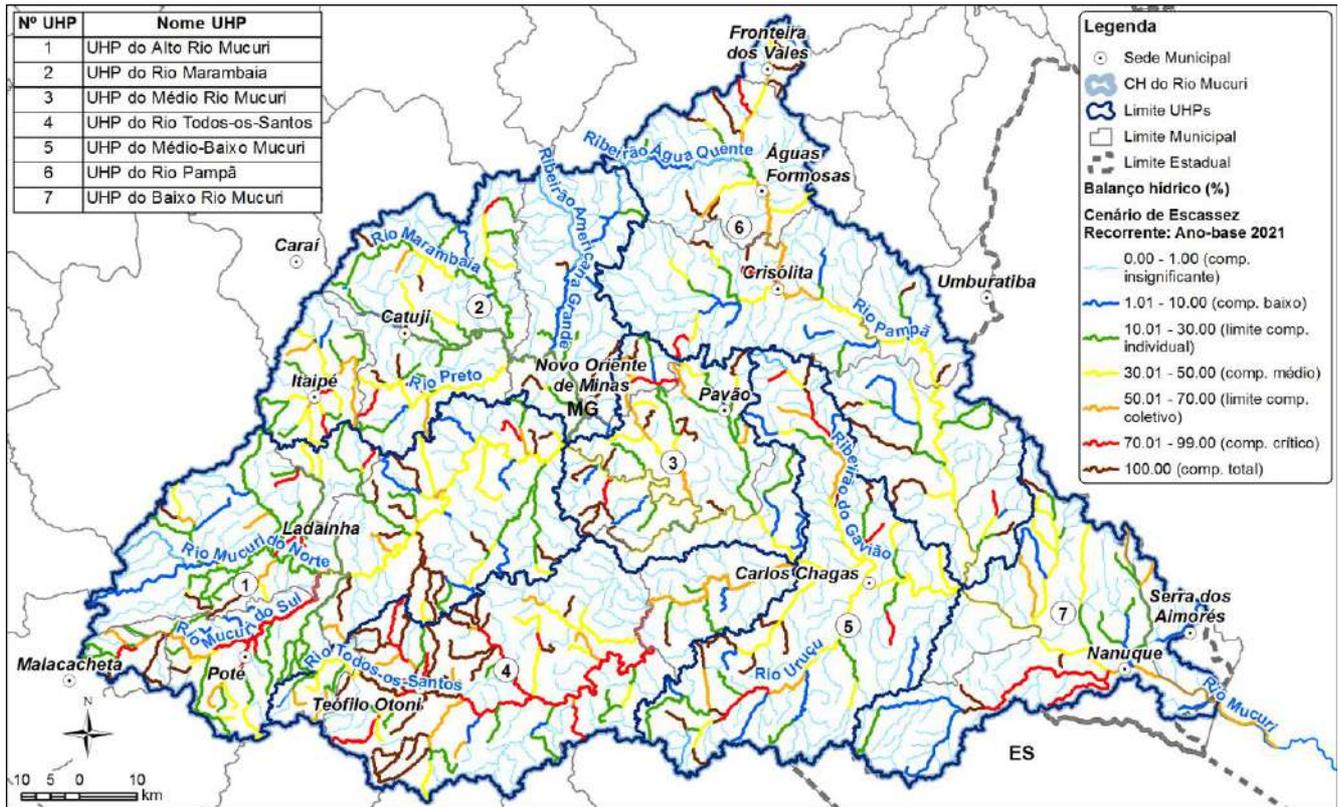
UHP	Demanda não atendida (m ³ /s)					Percentual				
	2021	2026	2031	2036	2041	2021	2026	2031	2036	2041
UHP-1 - Alto Rio Mucuri	0,11	0,17	0,24	0,35	0,51	26,9%	33,2%	39,1%	45,2%	51,8%
UHP-2 - Rio Marambaia	0,07	0,09	0,13	0,17	0,24	36,7%	41,7%	46,7%	52,2%	59,0%
UHP-3 - Médio Rio Mucuri	0,09	0,12	0,17	0,23	0,32	50,6%	57,2%	63,0%	67,8%	72,0%
UHP-4 - Rio Todos-os-Santos	0,58	0,67	0,81	1,00	1,26	64,2%	65,9%	68,2%	71,4%	74,4%
UHP-5 - Médio-Baixo Mucuri	0,15	0,21	0,30	0,41	0,56	53,4%	61,0%	67,6%	73,3%	78,1%
UHP-6 - Rio Pampã	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	18,1%	18,3%	18,5%	18,6%	18,8%
UHP-7 - Baixo Rio Mucuri	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	32,8%	32,8%	32,8%	32,8%	32,9%
Total	1,25	1,52	1,90	2,43	3,15	42,8%	46,4%	50,4%	55,0%	59,9%

Fonte: elaboração própria.

A Figura 3.4 e a Figura 3.5 apresentam a distribuição dos resultados do balanço hídrico em cada ottotrecho da CH considerando, respectivamente, a cena atual (2021) e a cena de longo prazo (2041) no Cenário de Escassez Recorrente. Neste cenário, observa-se a predominância da classe entre 30% e 50% de comprometimento hídrico nos trechos de maior área de drenagem para a cena atual, alterando-se para uma predominância da classe entre 50% e 70% no horizonte de longo prazo. Verifica-se também um aumento expressivo ao longo de todo o Rio Todos os Santos, mantendo-se na classe entre 70% e 99% de comprometimento hídrico na maioria de seu curso no longo prazo.

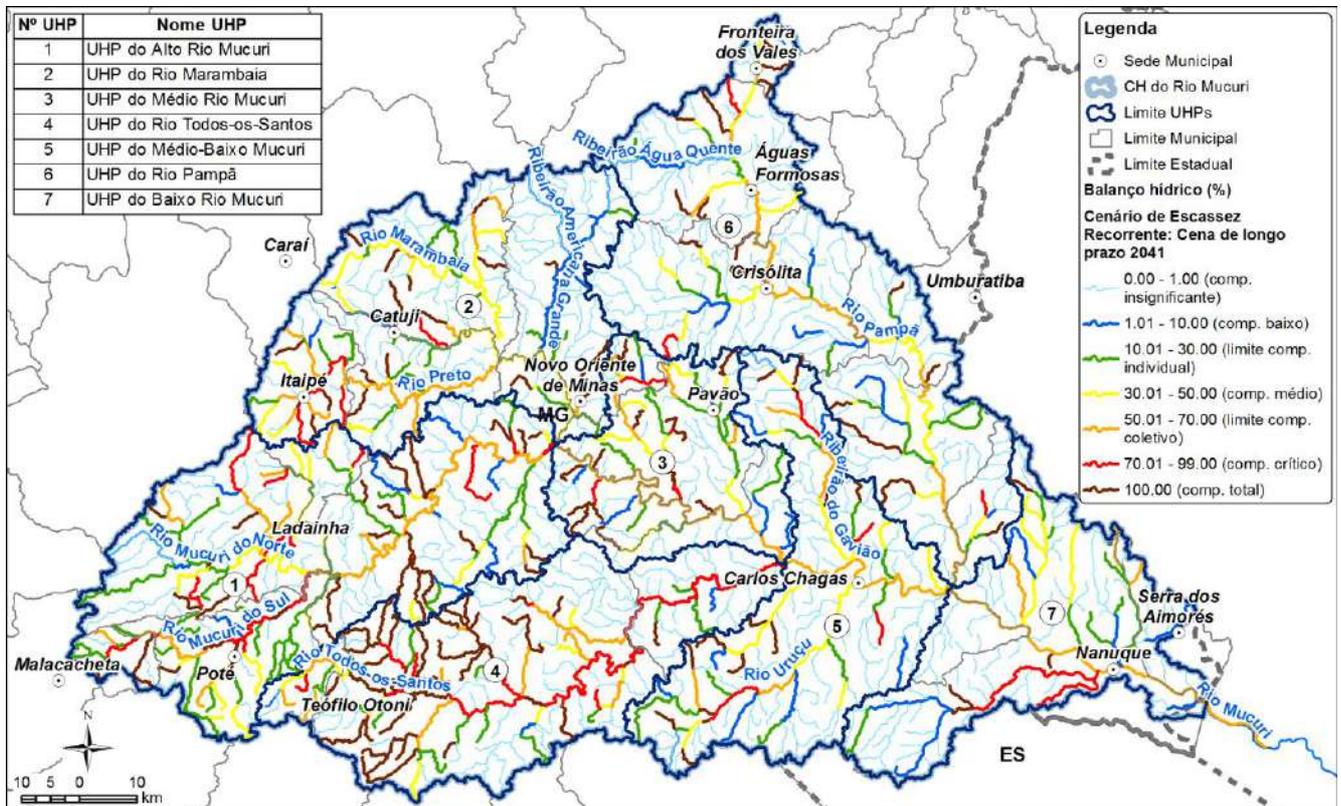


Figura 3.4 - Balanço hídrico no cenário de escassez (cena atual).



Fonte: elaboração própria.

Figura 3.5 - Balanço hídrico no cenário de escassez (cena 2041).



Fonte: elaboração própria.

3.4.2. BALANÇO HÍDRICO QUALITATIVO

O balanço hídrico qualitativo estabelecido conforme os cenários de planejamento foi realizado a partir da modelagem de qualidade da água dos trechos de rio utilizando o modelo WARM-GIS (KAYSER; COLLISCHONN, 2013). O processo de modelagem corresponde à adoção de soluções analíticas em regime permanente, utilizando modelos de transporte advectivo com reações cinéticas simplificadas. A metodologia seguida é a mesma realizada na etapa de diagnóstico, descrita no item 2.5.2.1.

O modelo foi calibrado utilizando as estimativas de cargas do cenário atual, além dos dados de monitoramento da qualidade da água obtidos da rede de monitoramento do IGAM. Foram selecionados os dados correspondentes ao período seco (entre os meses de abril a setembro) de toda a série histórica disponível, de forma a representar razoavelmente o cenário de disponibilidade hídrica adotado, referente à $Q_{7,10}$. Foram identificados todos os cursos de água com disponibilidade de monitoramento e a partir deles foram definidos gráficos representando perfis longitudinais de concentração. Nesses gráficos são plotadas as concentrações resultantes da modelagem, além dos dados de monitoramento, identificados em relação ao valor máximo, mínimo e aos quantis intermediários, os quais foram obtidos a partir da série histórica avaliada. No processo de calibração, é realizado um ajuste manual dos parâmetros de decaimento, e tendo em vista todas as incertezas envolvidas no processo, considera-se um ajuste razoável aquele em que a linha de concentração estimada se mantém dentro dos limites mínimos e máximos dos valores de concentração observada.

3.4.2.1. Cenário Tendencial

A seguir, são apresentados os resultados da modelagem qualitativa considerando o Cenário Tendencial e considerando também duas cenas de planejamento: atual (2021) e de longo prazo (2041). Os resultados são apresentados de forma resumida por UHP, considerando a média ponderada das concentrações de todos os ototrechos de cada Unidade de Planejamento, utilizando a vazão como fator de peso, de forma a se colocar mais evidência sobre os trechos com maior disponibilidade hídrica.

O Quadro 3.13 apresenta os valores resultantes em cada UHP para sete parâmetros avaliados, onde a cor da célula representa a classe de enquadramento equivalente, segundo a resolução CONAMA n° 357/2005. O quadro também apresenta a classe de enquadramento equivalente resultante, obtida pelo percentil 80% entre a classe resultante dos sete parâmetros de qualidade avaliados. Ressalta-se que este valor de classe resultante não representa o enquadramento, e sim a condição de qualidade verificada no respectivo cenário. A partir do quadro, podemos verificar as piores condições de qualidade na UHP Rio Todos-os-Santos, seguido da UHP Rio Marambaia, cujos trechos foram identificados em condições semelhantes às classes 4 e 3, respectivamente.



Quadro 3.13 - Média ponderada por UHP das concentrações dos parâmetros de qualidade simulados em relação ao Cenário Tendencial para a cena atual (2021).

UHP	Concentração (mg/L)							Class. final
	DBO	OD	Colif.*	Fosf.	N. amon.	Nitrito	Nitrato	
UHP-1 - Alto Rio Mucuri	3,45	6,85	722,57	0,11	1,02	0,03	0,12	2
UHP-2 - Rio Marambaia	3,98	6,48	1392,12	0,14	1,10	0,03	0,07	3
UHP-3 - Médio Rio Mucuri	1,91	7,89	195,92	0,06	0,82	0,03	0,22	1
UHP-4 - Rio Todos-os-Santos	12,43	5,96	1861,79	0,42	3,64	0,11	0,46	4
UHP-5 - Médio-Baixo Mucuri	2,14	7,85	223,83	0,07	1,08	0,04	0,36	1
UHP-6 - Rio Pampã	3,61	6,94	957,05	0,10	0,90	0,03	0,11	2
UHP-7 - Baixo Rio Mucuri	2,05	7,99	519,75	0,06	0,96	0,03	0,39	1

* valor em NMP/100ml

Legenda:

	Classe 1		Classe 2		Classe 3		Classe 4
---	----------	---	----------	---	----------	---	----------

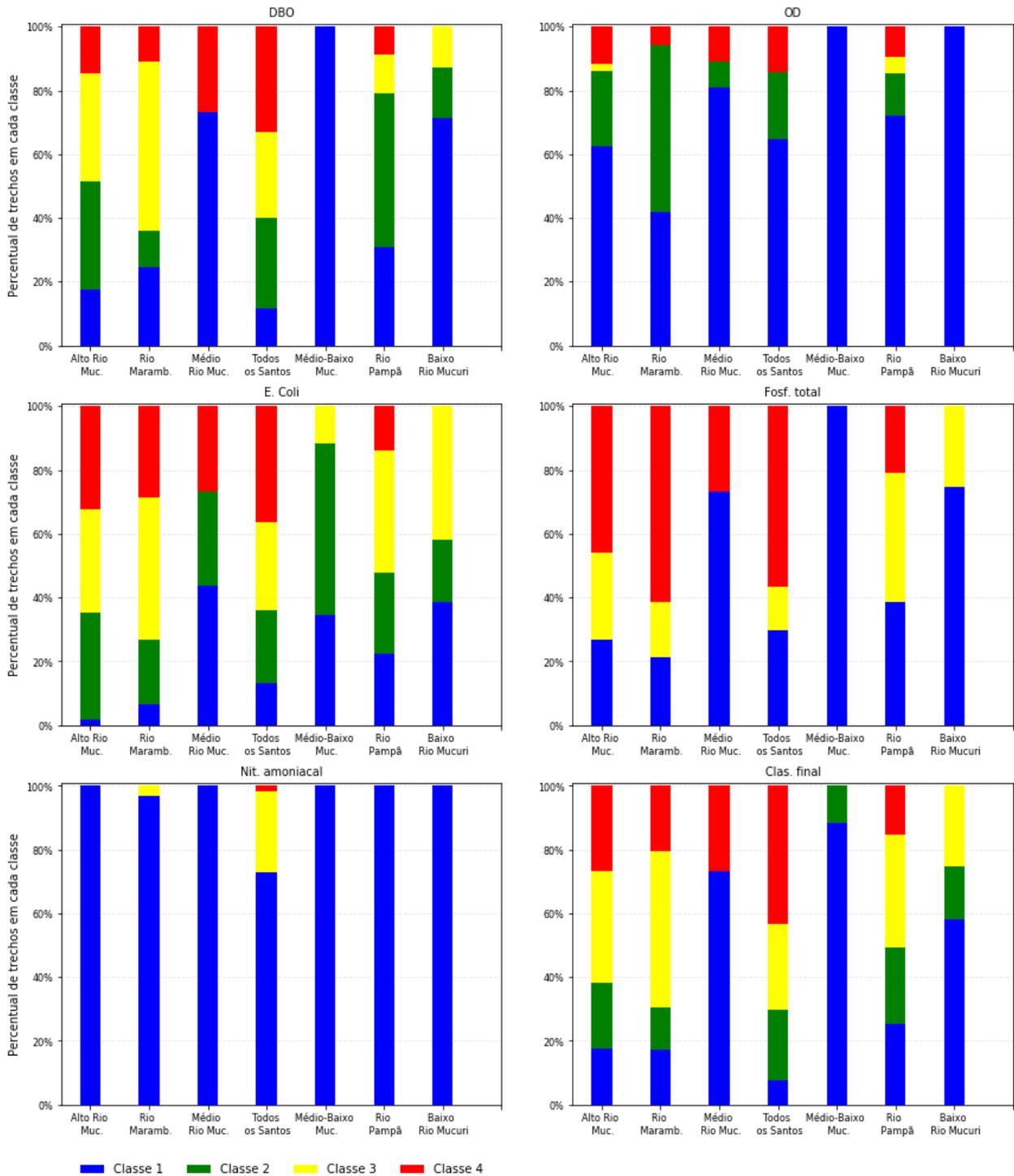
Fonte: elaboração própria.

A Figura 3.6 apresenta os resultados da simulação qualitativa considerando o Cenário Tendencial na cena de longo prazo (2041) expressos em razão do percentual de trechos em cada classe de enquadramento para os principais parâmetros, além classificação final, considerando ainda o cenário de vazão $Q_{7,10}$. Neste cenário, em média, cerca 45% dos trechos da bacia apresentam condições de qualidade semelhantes às classes 1 e 2. As piores condições de qualidade correspondem às UHPs do Alto Rio Mucuri, Rio Marambaia e Todos os Santos, acarretadas especialmente em razão do fósforo, coliformes e DBO. Em 60% dos trechos da UHP Marambaia e Todos os Santos as condições para fósforo são equivalentes à classe 4. As melhores condições de qualidade são verificadas no Médio-Baixo e no Baixo Mucuri, onde 100% dos trechos estão em classes 1 e 2 no primeiro caso, e cerca de 80% na segunda UHP.

A Figura 3.7 apresenta as distribuições dos resultados de qualidade no cenário tendencial considerando para os parâmetros DBO e OD, enquanto Figura 3.8 a apresenta para coliformes e fósforo total. Nas figuras é possível observar uma tendência de piora na qualidade da água nas áreas de cabeceira das UHPs do Alto Rio Mucuri, Rio Todos-os-Santos e Marambaia, reflexo da maior concentração de população urbana e rural, além da reduzida disponibilidade hídrica em relação a outras regiões da bacia.



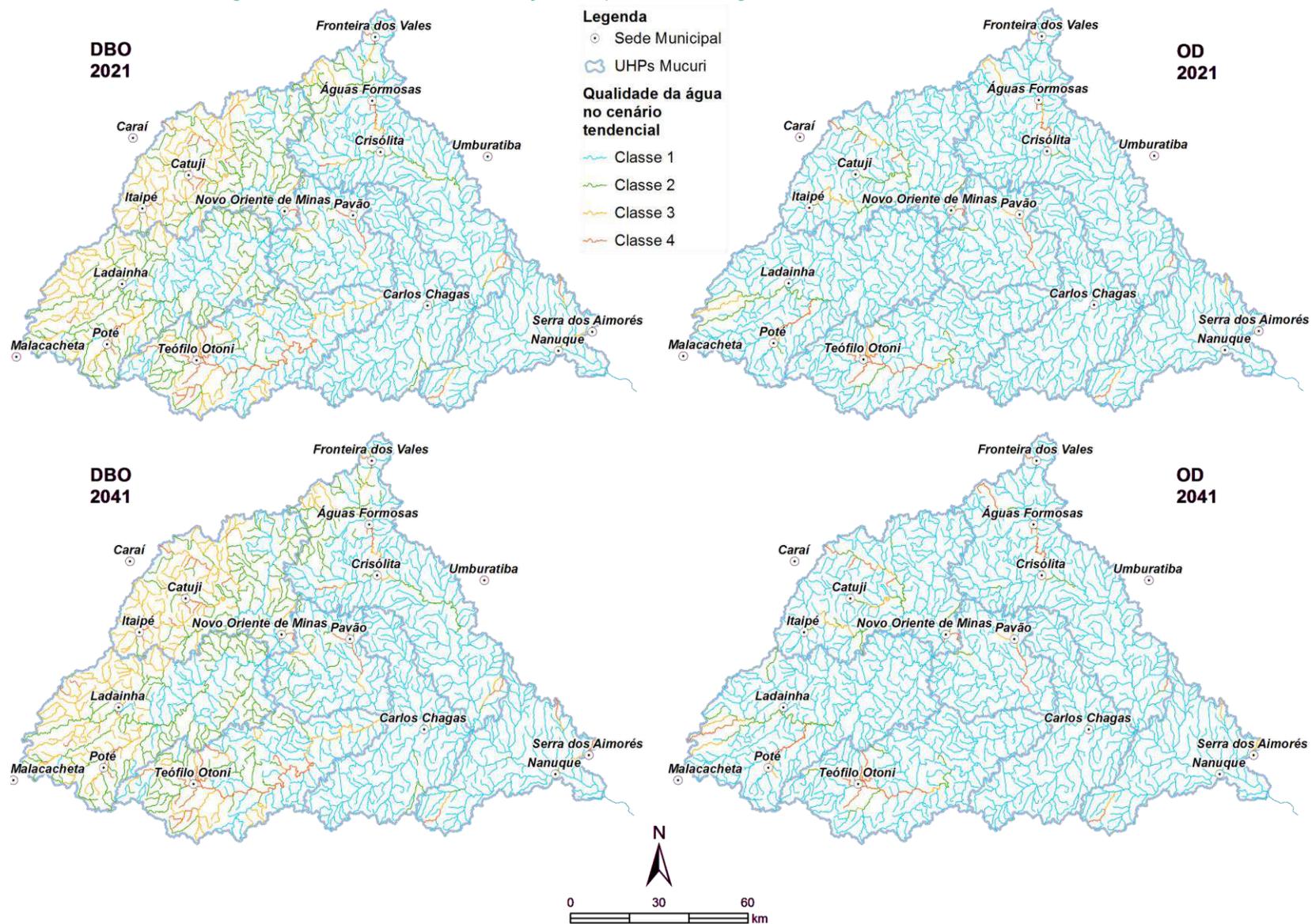
Figura 3.6. Resultados da simulação qualitativa considerando o Cenário Tendencial 2041 expressos em razão do percentual de trechos em cada classe de enquadramento para os principais parâmetros e a classificação final (Vazão: Q7,10).



Fonte: IGAM, 2021b.

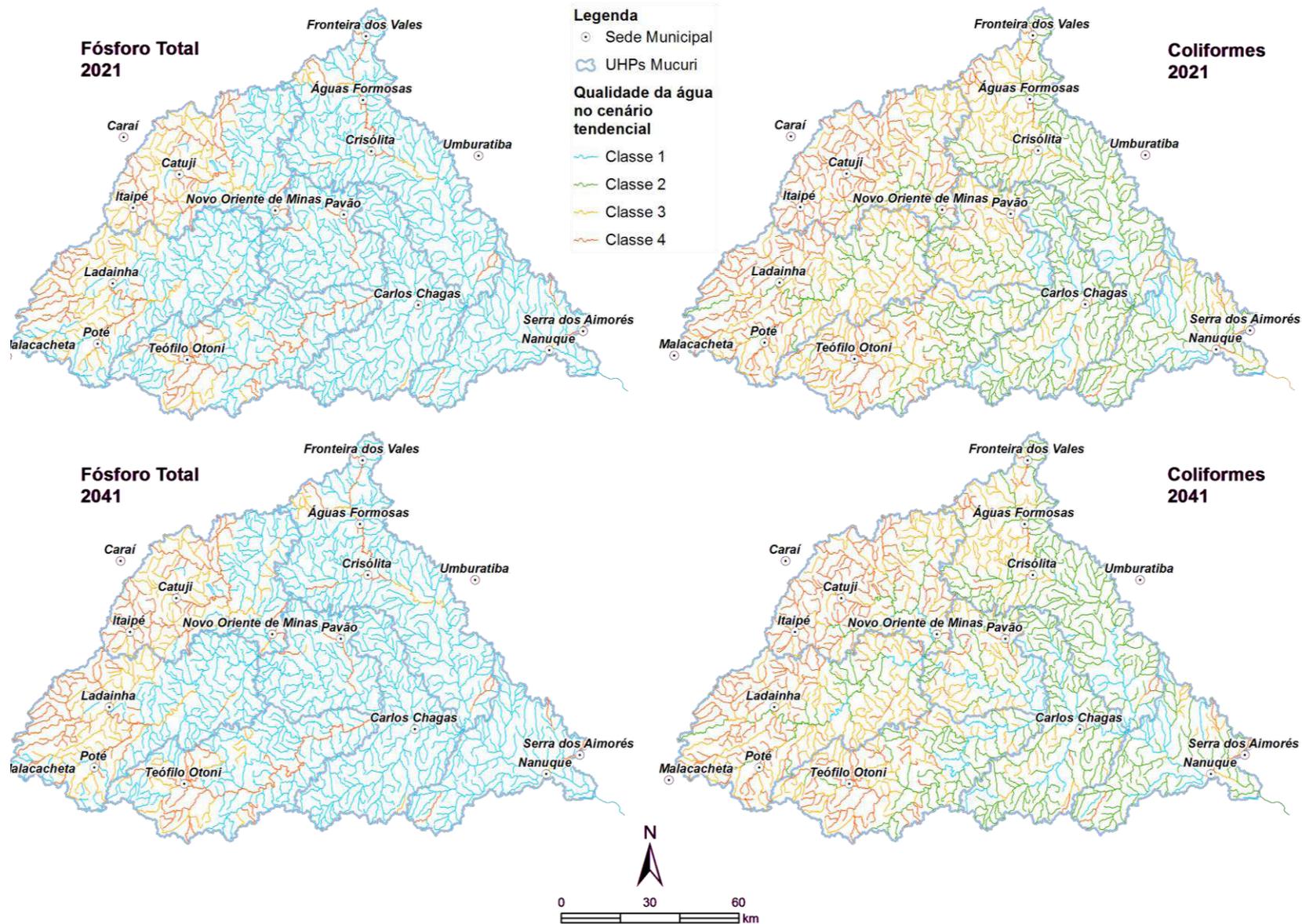


Figura 3.7 - Resultados da simulação de qualidade da água no Cenário Tendencial: DBO e OD.



Fonte: elaboração própria.

Figura 3.8 - Resultados da simulação de qualidade da água no Cenário Tendencial: coliformes termotolerantes e fósforo total.



Fonte: elaboração própria.

3.4.2.2. Cenário de Escassez Recorrente

A apresentação dos resultados de qualidade para o Cenário de Escassez Recorrente objetiva informar quais serão os parâmetros em situação de maior criticidade na ocorrência de um evento de escassez prolongada. Para tanto são apresentados os resultados por parâmetro e por UHP.

O Quadro 3.14 apresenta a média ponderada das concentrações em cada UHP em relação à cena atual (2021) do Cenário de Escassez Recorrente. Neste caso podemos observar uma elevação expressiva das concentrações, reflexo da redução da capacidade de diluição dos efluentes. Em média, verifica-se um aumento em torno de 170% das concentrações dos parâmetros (e redução de 35% na concentração de oxigênio dissolvido), havendo alterações de classe especialmente para os parâmetros fósforo e DBO. Neste cenário, a maior parte da bacia teria condições de qualidade equivalentes às classes 3 e 4.

Quadro 3.14 - Média ponderada por UHP das concentrações dos parâmetros de qualidade simulados no Cenário de Escassez Recorrente para a cena atual (2021).

UHP	Concentração (mg/L)							Class. final
	DBO	OD	Colif.*	Fosf.	N. amon.	Nitrito	Nitrato	
UHP-1 - Alto Rio Mucuri	11,24	3,51	2114,96	0,30	2,82	0,08	0,31	4
UHP-2 - Rio Marambaia	12,36	2,81	4028,35	0,39	3,04	0,08	0,17	4
UHP-3 - Médio Rio Mucuri	5,84	5,91	566,82	0,16	2,29	0,08	0,59	3
UHP-4 - Rio Todos-os-Santos	25,36	4,04	4491,47	1,01	8,95	0,27	1,15	4
UHP-5 - Médio-Baixo Mucuri	5,25	6,17	655,65	0,18	2,99	0,10	1,00	3
UHP-6 - Rio Pampã	10,80	4,25	2786,92	0,29	2,50	0,07	0,28	4
UHP-7 - Baixo Rio Mucuri	5,40	6,38	1525,51	0,17	2,66	0,09	1,09	3

* valor em NMP/100ml

Legenda:

	Classe 1		Classe 2		Classe 3		Classe 4
--	----------	--	----------	--	----------	--	----------

Fonte: elaboração própria.

Por fim, o Quadro 3.15 apresenta a média ponderada das concentrações em cada UHP em relação ao horizonte de longo prazo (2041) do Cenário de Escassez Recorrente. Novamente, observamos pouca alteração em relação ao horizonte atual, no entanto em condições bastante comprometidas em termos de qualidade da água em razão da oferta hídrica reduzida.



Quadro 3.15 - Média ponderada por UHP das concentrações dos parâmetros de qualidade simulados no Cenário de Escassez Recorrente para a cena de longo prazo (2041).

UHP	Concentração (mg/L)							Class. final
	DBO	OD	Colif.*	Fosf.	N. amon.	Nitrito	Nitrato	
UHP-1 - Alto Rio Mucuri	12,93	3,09	2349,31	0,33	3,13	0,09	0,35	4
UHP-2 - Rio Marambaia	12,98	2,69	4341,53	0,41	3,28	0,09	0,19	4
UHP-3 - Médio Rio Mucuri	6,19	5,71	578,88	0,17	2,48	0,08	0,65	3
UHP-4 - Rio Todos-os-Santos	26,87	3,80	4766,32	1,07	9,52	0,29	1,23	4
UHP-5 - Médio-Baixo Mucuri	5,52	6,01	655,24	0,19	3,21	0,11	1,08	3
UHP-6 - Rio Pampã	11,10	4,15	3000,75	0,31	2,69	0,08	0,30	4
UHP-7 - Baixo Rio Mucuri	5,53	6,27	1516,37	0,17	2,84	0,09	1,18	3

* valor em NMP/100ml

Legenda:

	Classe 1		Classe 2		Classe 3		Classe 4
--	----------	--	----------	--	----------	--	----------

Fonte: elaboração própria.



4. PROGRAMA DE EFETIVAÇÃO DE ENQUADRAMENTO

4.1. CONSULTAS PÚBLICAS DA ETAPA DE ELABORAÇÃO DO ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DA ÁGUA

Como parte fundamental à elaboração das Alternativas de Enquadramento e do Programa para Efetivação do Enquadramento, a participação da sociedade consiste em um meio para a garantia da realização de contribuições dos usuários de água da Bacia Hidrográfica, assim como para a consolidação de informações e otimização do delineamento dos objetivos formulados no processo decisório de planejamento.

A participação da sociedade, presente na fase de elaboração do Enquadramento dos Corpos de Água, está prevista na Lei das Águas Federal (Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997) e na Estadual (Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999), e na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 06, de 14 de setembro de 2017, que reforçam a necessidade de ampla participação da comunidade de bacia nos processos de implementação de instrumentos de gestão de recursos hídricos, como o ECA.

Especificamente para a etapa de Enquadramento, é evidenciada a importância da participação da comunidade da bacia hidrográfica, no âmbito Federal, conforme a Resolução CNRH Nº 91/08, Art. 3º, § 2º, e no âmbito do estado de Minas Gerais, pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH Nº 6/17, em seu Art. 4º, § 2º, conforme:

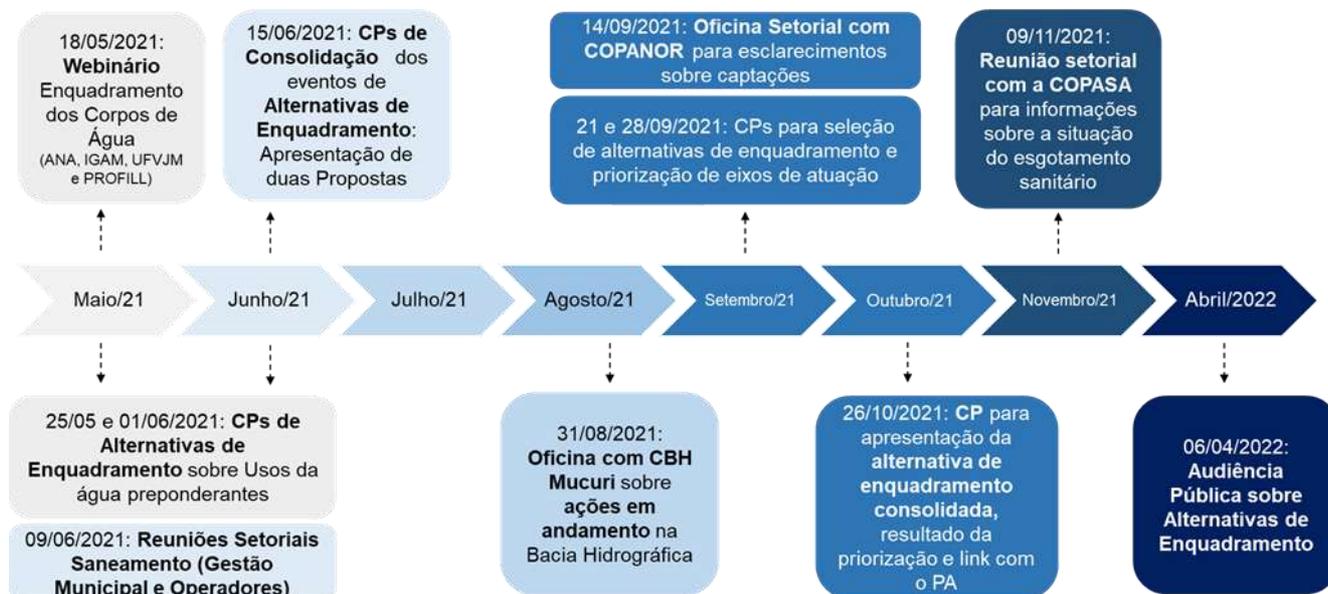
O processo de elaboração da proposta de enquadramento, dar-se-á com ampla participação da comunidade da bacia, por meio da realização de encontros técnicos, oficinas de trabalho e audiências públicas.

Nesse sentido, foi concebido um conjunto de Consultas Públicas para discutir as Alternativas de Enquadramento junto à sociedade, intitulado “Agenda do Enquadramento”. O objetivo dos eventos de Alternativas de Enquadramento foi obter as contribuições dos diversos atores da bacia hidrográfica sobre os usos futuros pretendidos, para subsidiar a formulação das Alternativas de Enquadramento, bem como ouvir as percepções e receber contribuições dos participantes, proporcionando o envolvimento da sociedade na elaboração dos instrumentos de gestão de recursos hídricos.

A “Agenda do Enquadramento dos Corpos da Água” teve início a partir do primeiro semestre de 2021, sendo concluída em abril de 2022. Os eventos contemplaram diversos atores da bacia, como o comitê de bacia hidrográfica, os municípios, as concessionárias de saneamento, os usuários da água, as instituições de ensino e pesquisa, as entidades rurais e a comunidade da bacia em geral.

A Figura 4.1 traz a linha do tempo com os eventos públicos dessa etapa, descritos em detalhe nos Relatórios Técnicos específicos para as Consultas Públicas (RT7 e RT9).

Figura 4.1 – Eventos da etapa de elaboração do Enquadramento de Corpos da Água da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.



Fonte: elaboração própria.

Observa-se que desde maio até novembro de 2021, além das reuniões com o Grupo de Acompanhamento Técnico do PDRH/ECA, **12 eventos** ocorreram, envolvendo a troca de informações, o registro de contribuições e a capacitação e conscientização da comunidade da bacia a respeito da qualidade da água nos corpos hídricos superficiais. Esses eventos culminaram na realização de um 13º evento: a Audiência Pública das Alternativas de Enquadramento, realizada no dia 06/04/2022 às 9h30, voltada para a prestação de considerações a respeito da consolidação das alternativas de Enquadramento e da proposta selecionada, a partir de membros da sociedade civil, os usuários da água, órgãos e entidades públicas.

4.2. CONSOLIDAÇÃO DA ALTERNATIVA DE ENQUADRAMENTO

4.2.1. PARÂMETROS PRIORITÁRIOS E VAZÃO DE REFERÊNCIA

A Resolução CNRH Nº 91/08 estabelece que as propostas de metas de Enquadramento devem ser elaboradas em função de um conjunto de parâmetros de qualidade da água e das vazões de referência definidas para o processo de gestão de recursos hídricos.

A análise das condições de qualidade das águas no passado recente, através do monitoramento existente e das simulações realizadas na elaboração das etapas de diagnóstico e prognóstico, permitiu a identificação e seleção dos parâmetros para subsidiar o Enquadramento dos corpos de água da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri. O processo de participação social dessas duas



etapas, somadas as etapas de Enquadramento – Alternativas de Enquadramento e PEE - também contribuiu para essa seleção de parâmetros, uma vez que tanto a análise dos dados de monitoramento, quanto os resultados das simulações foram objetos das Consultas Públicas realizadas.

Deste modo, a **definição de parâmetros** para o Enquadramento contempla sete parâmetros: **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Dissolvido (OD), Coliformes termotolerantes, Nitrogênio Amoniacal, Nitrito, Nitrato e Fósforo**. A definição de um conjunto de parâmetros representativos que ilustram os principais impactos dos usos da água nos corpos hídricos é importante para o planejamento e acompanhamento da efetivação do Enquadramento, que é dificultada caso um conjunto muito amplo e pouco representativo de parâmetros fosse considerado. Estes parâmetros permitem avaliar a contaminação da água, principalmente por esgotos domésticos, e a capacidade do corpo hídrico de dar suporte à vida aquática e aos usos prioritários da bacia hidrográfica do Rio Mucuri.

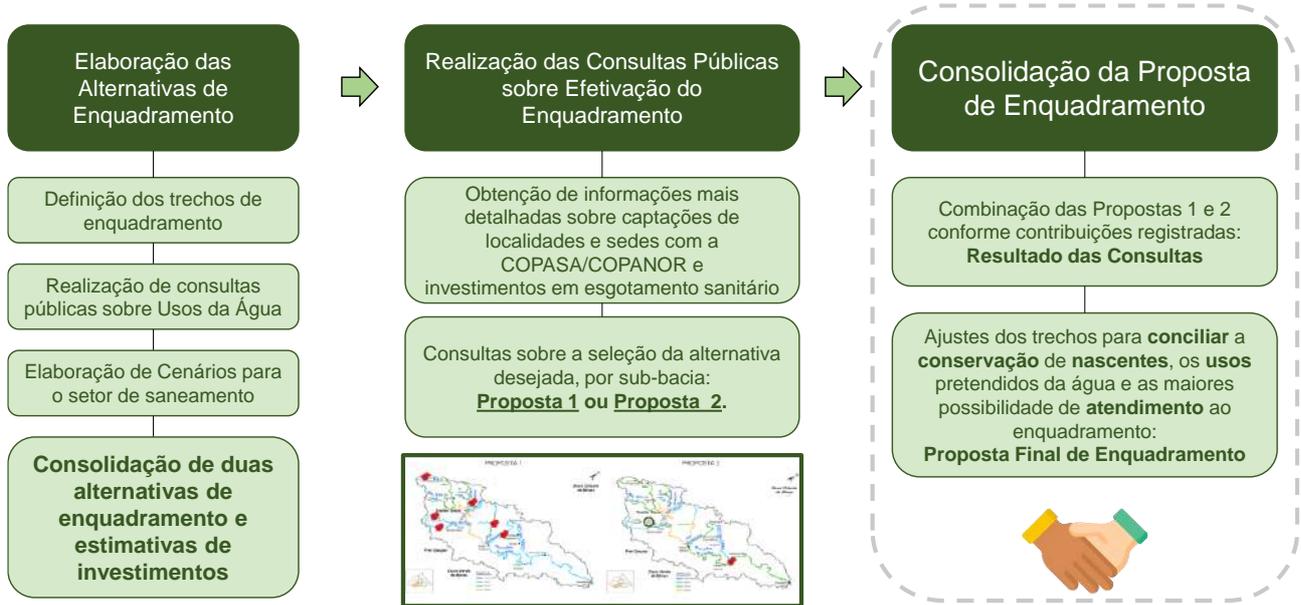
Também é importante considerar a **vazão de referência** para a definição dos valores máximos para os parâmetros de qualidade da água conforme as classes de Enquadramento. Conforme a Portaria IGAM Nº 48, de 04 de outubro de 2019, a vazão de referência no Estado de Minas Gerais é a $Q_{7,10}$, que é a vazão mínima de 7 dias de duração e 10 anos de tempo de recorrência. Essa vazão reduzida reforça a relevância da consideração das cargas pontuais como centrais, principalmente oriundas do esgoto sanitário, já que nessa condição hídrica as cargas difusas - associadas à fenômenos de precipitação - são bem menos relevantes.

A Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG Nº01/08 também determina que as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final para o Enquadramento, deverão ser atingidas observando-se a vazão de referência para outorga de direito de uso, neste caso, a $Q_{7,10}$, sendo esta a vazão que o Enquadramento deverá ser observado.

4.2.2. SELEÇÃO E CONSOLIDAÇÃO DA ALTERNATIVA DE ENQUADRAMENTO

A consolidação das alternativas de Enquadramento representa a compilação das contribuições coletadas na etapa de participação social e o refinamento das informações para os trechos de Enquadramento, conforme descrito anteriormente. A proposta de Enquadramento selecionada e consolidada a partir das Propostas 1 e 2 construídas na etapa de Alternativa de Enquadramento direciona a definição de metas progressivas e os investimentos do Programa de Efetivação do Enquadramento. A Figura 4.2 apresenta a síntese das atividades para consolidação da Alternativa de Enquadramento de Corpos da Água da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.

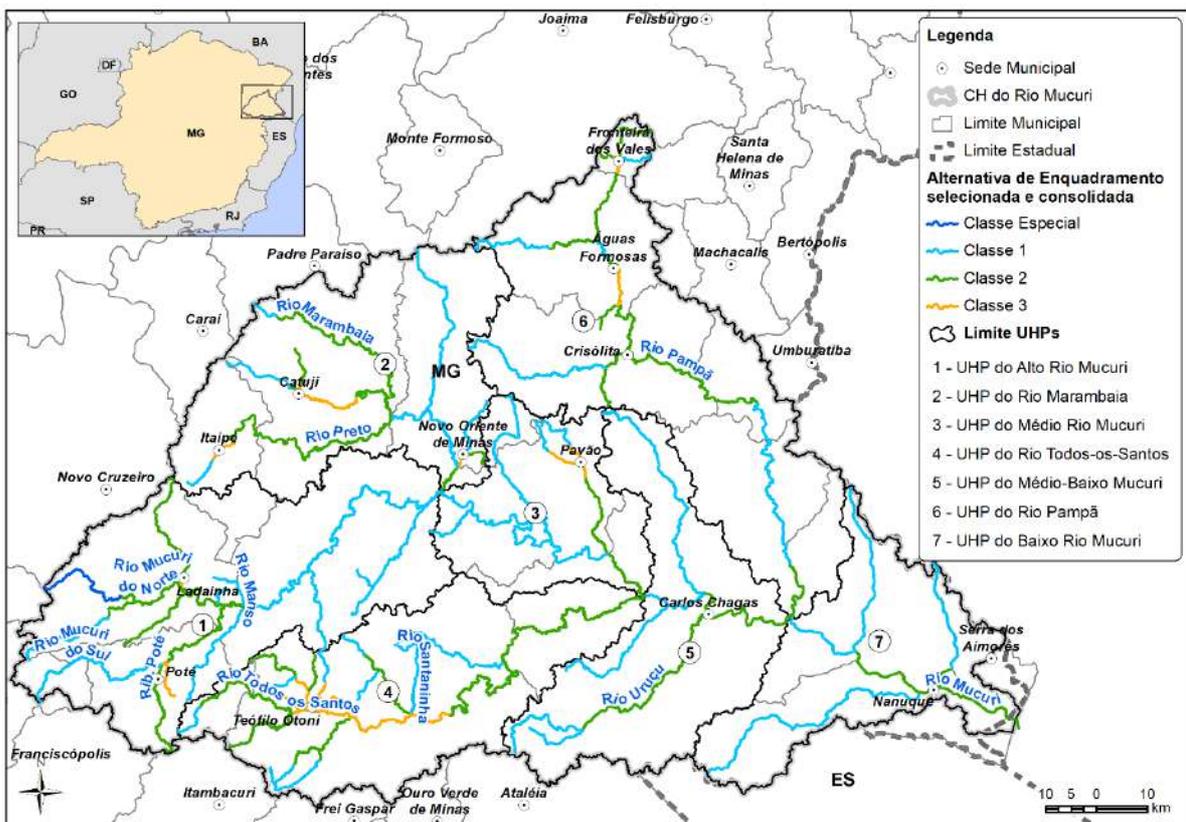
Figura 4.2 – Síntese das atividades para consolidação da Alternativa de Enquadramento de Corpos da Água da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.



Fonte: elaboração própria.

A proposta de Enquadramento consolidada abrange 135 trechos. A Figura 4.3 apresenta a consolidação da Alternativa de Enquadramento.

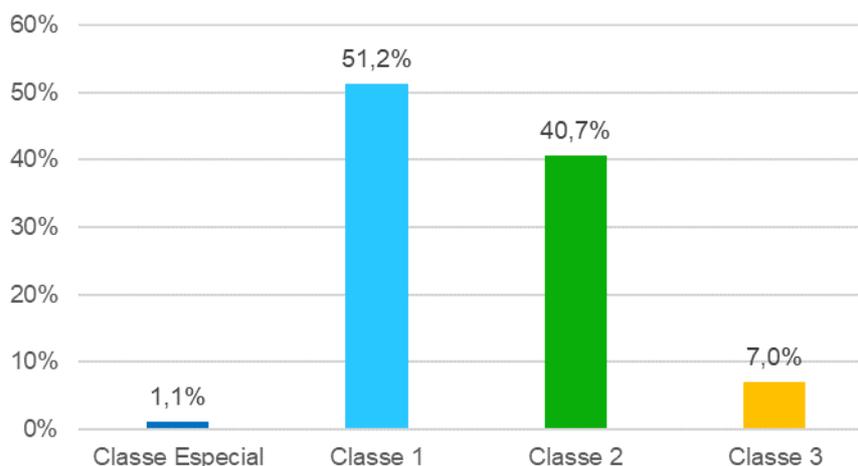
Figura 4.3 – Alternativa de Enquadramento selecionada e consolidada para a hidrografia principal da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.



Fonte: elaboração própria.

Conforme a Figura 4.4 as classes predominantes na bacia hidrográfica, em relação à extensão da hidrografia principal, são a Classe 1 (51,2%) e a Classe 2 (40,7%). A Classe 3 é proposta somente a jusante de sedes urbanas, de modo que sua extensão na hidrografia principal é reduzida (7%). A Classe Especial, recomendada na região da nascente do Rio Mucuri do Norte, representa 1,1% dos trechos da hidrografia principal.

Figura 4.4 - Percentual das classes propostas em relação à extensão dos trechos da hidrografia principal da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.



Fonte: elaboração própria.

Conforme o Relatório de Alternativas de Enquadramento (IGAM, 2021b), a partir de pactuação entre o IGAM, GAT e apresentação em Consultas Públicas, as metas de Enquadramento nos trechos da hidrografia principal são estendidas nos corpos hídricos afluentes, de modo que a totalidade dos trechos mapeados na bacia esteja contemplada por proposta de Enquadramento. Considerando que os grupos de afluentes contemplam menor concentração de usos e de cargas poluidoras, descarta-se o Enquadramento em Classe 3, de modo que estes serão enquadrados em Classes 1 e 2, conforme as seguintes regras:

- Afluentes a trechos enquadrados em **Classe 1** são enquadrados em **Classe 1**.
- Afluentes a trechos enquadrados em **Classes 2 e 3** são enquadrados em **Classe 2**.

4.2.3. CONSOLIDAÇÃO DAS METAS INTERMEDIÁRIAS

A partir da situação atual e com base em critérios detalhados no PEE, os 14 municípios considerados tiveram seus indicadores de coleta e tratamento, relativos ao percentual da população urbana atendida pelos serviços até 2041. O Quadro 4.1 resume as metas intermediárias para coleta e tratamento de esgotos, conforme os cenários de curto e médio prazo. É importante ressaltar que no longo prazo a meta de médio prazo deverá ser mantida. Para a Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri, observa-se um avanço progressivo de 61% de índice atual de coleta para 78% em 2027 e 90% em 2033, e de 42% de índice atual de coleta e tratamento para 73% em 2027 e 90% em 2033, reforçando

a necessidade da celeridade na efetivação de investimentos em esgotamento sanitário nos próximos 11 anos, perante as definições legais vigentes.

Quadro 4.1 – Metas Intermediárias de Curto e Médio Prazo para esgotamento sanitário na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.

Município	Coleta			Tratamento (coletado e tratado)			Tratamento necessário	Prazo para alcance da meta	Prazo caso a meta do Marco do Legal do San. seja prorrogada
	Atual	Curto Prazo (2027)	Médio Prazo (2033)	atual	Curto Prazo (2027)	Médio Prazo (2033)			
Águas Formosas	3%	47%	90%	0%	45%	90%	Avançado	Médio prazo	Médio prazo
Carai	14%	52%	90%	14%	52%	90%	Avançado	Médio prazo	Médio prazo
Carlos Chagas	65%	78%	90%	58%	74%	90%	Convencional	Médio prazo	Médio prazo
Catuji	61%	76%	90%	0%	45%	90%	Convencional	Médio prazo	Médio prazo
Crisólita	34%	90%	90%	0%	90%	90%	Convencional	Curto prazo	Curto prazo
Fronteira dos Vales	73%	82%	90%	73%	82%	90%	Avançado	Médio prazo	Longo prazo
Itaipé	68%	79%	90%	68%	79%	90%	Avançado	Médio prazo	Longo prazo
Ladainha	76%	83%	90%	76%	83%	90%	Avançado	Médio prazo	Longo prazo
Malacacheta	62%	76%	90%	43%	66%	90%	Avançado	Médio prazo	Longo prazo
Nanuque	60%	90%	90%	14%	90%	90%	Convencional	Curto prazo	Curto prazo
Novo Oriente de Minas	78%	84%	90%	64%	77%	90%	Convencional	Médio prazo	Médio prazo
Pavão	85%	88%	90%	7%	48%	90%	Avançado	Médio prazo	Médio prazo
Poté	63%	77%	90%	4%	47%	90%	Avançado	Médio prazo	Médio prazo
Teófilo Otoni	67%	79%	90%	58%	74%	90%	Avançado	Médio prazo	Médio prazo
BH Mucuri	61%	78%	90%	42%	73%	90%			

Fonte: elaboração própria.

As eficiências para abatimento para DBO, N, P e Coliformes termotolerantes, parâmetros considerados nesta proposta de Enquadramento, deverão acompanhar a média associada à tecnologia de tratamento. Conforme as eficiências adotadas em IGAM (2021c), para o tratamento convencional, foram adotadas remoção de 80% de DBO, 50% de nitrogênio, 25% de fósforo e 90% para coliformes. Para o tratamento avançado, foi adotada remoção de 95 % de DBO, 60% de nitrogênio, 70% de fósforo e 99,99% de coliformes.

De modo a complementar as ações necessárias associadas ao saneamento, a seguir apresenta-se o Programa de Efetivação do Enquadramento.

4.3. PROGRAMA DE EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO

Neste item é apresentado o Programa de Efetivação do Enquadramento da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri, que consiste no conjunto de programas, ações, metas e investimentos, elaborados para atender a Proposta de Enquadramento consolidada, apresentada no Capítulo 4.2. Este Programa foi estruturado considerando as seguintes estratégias:

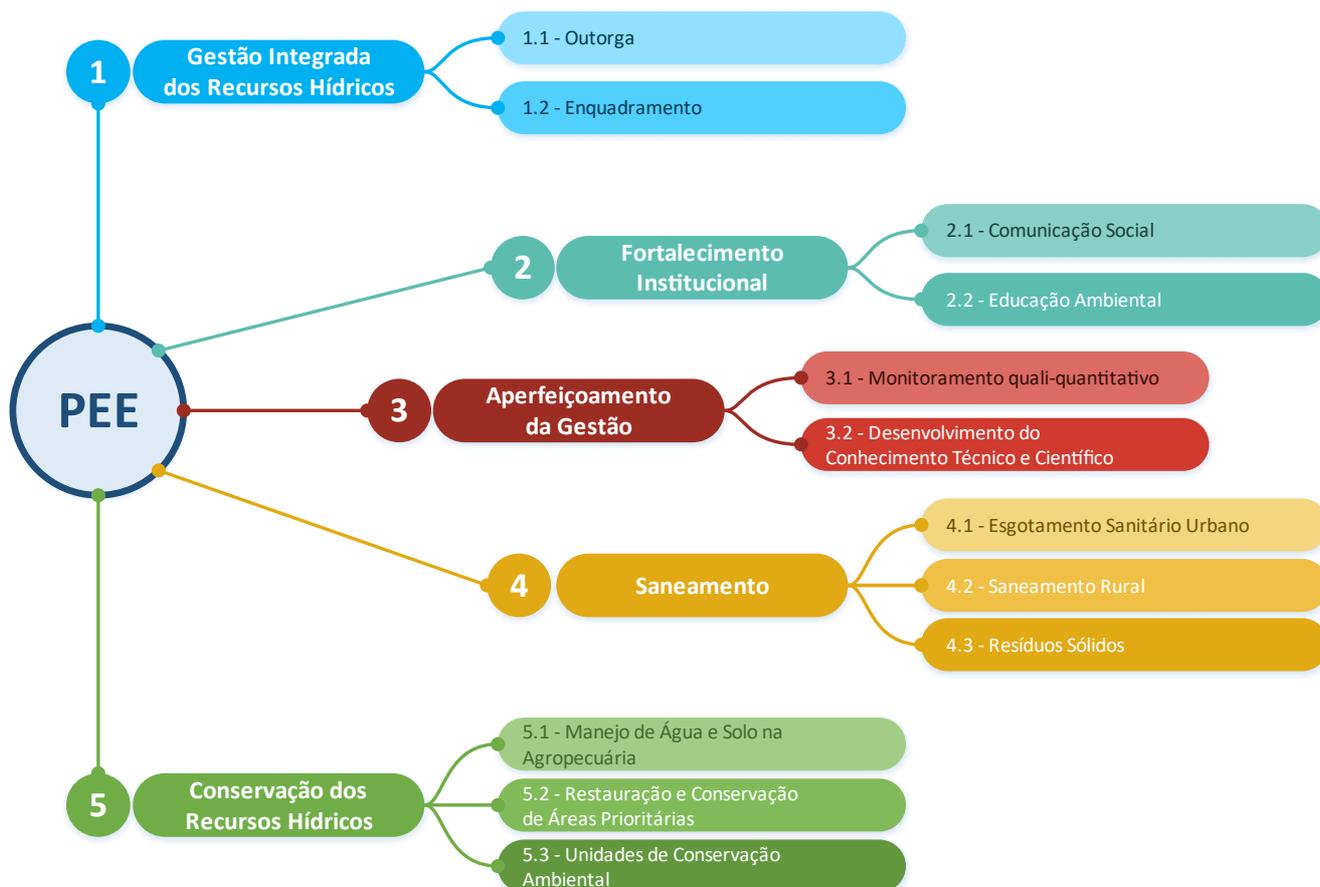
- Identificação de eixos e ações estruturantes para a efetivação do Enquadramento.
- Priorização de eixos de atuação.
- Fortalecimento de ações existentes.



- Concepção de uma arquitetura simplificada deste PEE, possibilitando a alocações das ações dentro do Plano de Ação do PDRH.

Os eixos de atuação do PEE, priorizados ao longo da construção deste trabalho, subsidiaram a concepção de ações estratégicas, que foram organizadas em Programas. A estrutura final do PEE é composta por 5 componentes, 12 programas e 27 ações. A Figura 4.5 ilustra a estrutura de Componentes e Programas do Programa de Efetivação do Enquadramento.

Figura 4.5 – Componentes e Programas do PEE.



Fonte: elaboração própria.

4.4. ESTIMATIVA DE INVESTIMENTOS

Esse item apresenta os investimentos estimados para ações relacionadas à melhoria da qualidade da água e efetivação do Enquadramento proposto para a Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri. Conforme evidencia o Programa de Efetivação do Enquadramento, é importante o envolvimento de múltiplos atores e fontes de recursos para a execução dos investimentos e das atividades propostas no horizonte de 20 anos, buscando a articulação institucional e a definição de termos de compromisso.

O Programa de Efetivação do Enquadramento da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri envolve uma série de investimentos associados à melhoria da qualidade da água na bacia no horizonte de

planejamento de 20 anos. As ações tiveram seu orçamento estimado a partir de custos referenciais observados em outros instrumentos de planejamento de recursos hídricos publicados, convertidos para valores presentes através do Índice Nacional da Construção Civil.

O Quadro 4.2 apresenta as estimativas de investimentos para os 12 programas elaborados, conforme os grupos descritos.

Quadro 4.2 - Estimativa dos investimentos do Programa de Efetivação do Enquadramento da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.

Programas	Investimento Gestão	Investimento Associado
Outorga	R\$0,00	R\$400.000,00
Enquadramento	R\$0,00	R\$0,00
Comunicação Social	R\$0,00	R\$0,00
Educação Ambiental	R\$0,00	R\$0,00
Monitoramento quali-quantitativo	R\$0,00	R\$792.000,00
Desenvolvimento do Conhecimento Técnico e Científico	R\$800.000,00	R\$0,00
Esgotamento Sanitário Urbano	R\$0,00	R\$196.013.023,91
Saneamento Rural	R\$0,00	R\$22.813.921,22
Resíduos Sólidos	R\$0,00	R\$44.292.369,50
Manejo de Água e Solo na Agropecuária	R\$1.600.000,00	R\$0,00
Restauração e Conservação de Áreas Prioritárias	R\$0,00	R\$28.989.361,97
Unidades de Conservação Ambiental	R\$0,00	R\$0,00
Total Geral	R\$2.400.000,00	R\$293.300.676,60

Fonte: elaboração própria.

O montante total estimado para implementação do Programa de Efetivação do Enquadramento é da ordem de R\$ 296 milhões, que representa um investimento médio de R\$ 14,79 milhões por ano no horizonte de 20 anos. Destaca-se, no entanto, que o total de investimentos não representa o conjunto total de esforços necessários em ações voltadas à melhoria da qualidade de água, uma vez que algumas ações não estão orçadas no PEE, pois o orçamento é articulado com ações do Plano de Ações do PDRH da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri, especialmente em atividades relacionadas à secretaria executiva do CBH e da Entidade Equiparada, conforme se detalha nas ações no item 4.3.

Considerando os **Investimentos de Gestão**, que são os investimentos a serem realizados pelos atores do sistema de gestão de recursos hídricos, são estimados R\$ 2,4 milhões (0,8% do total) e os **Investimentos Associados**, que são os investimentos a serem realizados por atores externos ao sistema de recursos hídricos, R\$ 293,3 milhões (99,2% do total), associados, principalmente aos investimentos que deverão ser feitos pelas Concessionárias de Saneamento, Prefeituras Municipais e IGAM.



Observa-se que os principais esforços financeiros do Programa se concentram na ampliação de serviços de saneamento, em especial o saneamento urbano, seguido pela recuperação de matas ciliares e nascentes, que respondem a questões ambientais relevantes na bacia associadas à qualidade da água. Os demais programas, embora representem parcela menor do orçamento também são muito importantes para a efetividade do Enquadramento, atuando como potencializadores das intervenções físicas, a partir da comunicação, educação ambiental, monitoramento da qualidade da água e avanços na gestão territorial.

4.5. INTEGRAÇÃO DO PROGRAMA DE EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO COM O PLANO DE AÇÃO

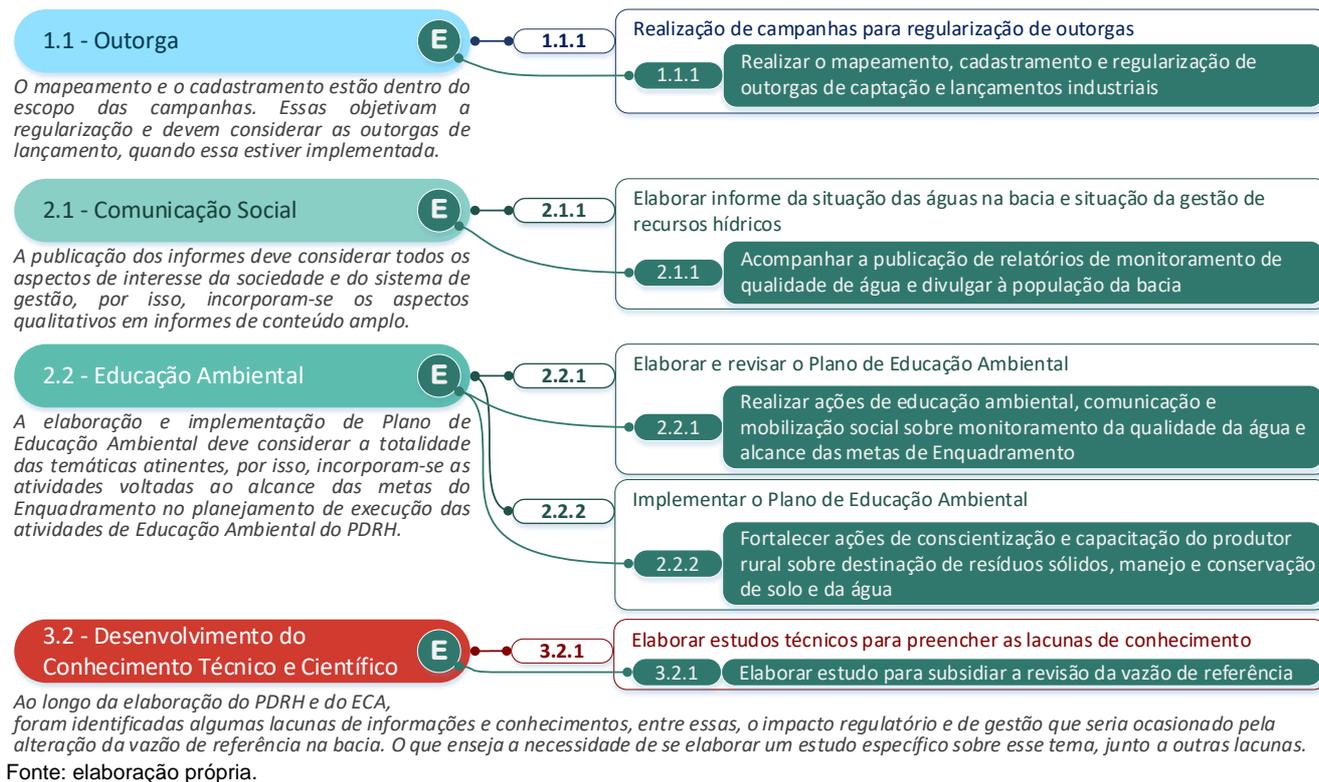
Dentro do contexto de elaboração conjunta do PDRH e do ECA foi concebida uma estratégia de integração dos instrumentos, que toma como premissa: o Programa de Efetivação do Enquadramento deve estar contido no Plano de Ação, de forma que não se desenvolvam ações para um ou outro instrumento, mas sim ações para a melhoria da qualidade e quantidade da água na bacia. Essa premissa visa uma atuação sinérgica para a implementação de ambos os instrumentos.

Para tanto, a elaboração do Programa de Efetivação do Enquadramento foi realizada a partir de uma arquitetura simplificada e que possibilita a alocações das ações do Enquadramento dentro do Plano de Ação. Essa arquitetura partiu dos eixos de ação elaborados para a construção do conjunto de ações do PEE. A partir dos eixos de ação foi possível estabelecer relações diretas entre as ações propostas no Programa de Efetivação do Enquadramento e os programas propostos para o Plano de Ação.

A partir das relações estabelecidas, as ações foram alocadas nos programas do Plano de Ação de duas formas distintas. Um primeiro grupo de ações **incorporadas** às ações do Plano de Ação, que são as que passaram a compor o escopo de ação mais abrangentes. Essas são as ações que compunham as temáticas de comunicação e educação ambiental, desenvolvimento técnico e científico e a ação que tem relação direta com o instrumento outorga. Um segundo grupo (majoritário) de ações **correspondentes**, que constam no Plano de Ação da mesma forma que constam no PEE.

As ações incorporadas estão distribuídas em três componentes e quatro programas, conforme apresentado na Figura 4.6.

Figura 4.6 - Ações do PEE incorporadas pelo Plano de Ação.



A ação do PEE 1.1.1 - *Realizar o mapeamento, cadastramento e regularização de outorgas de captação e lançamentos industriais* é abordada de forma incorporada na ação do PA 1.1.1 - *Realização de campanhas para regularização de outorgas*, já que as atividades de mapeamento e cadastramento fazem parte do escopo da regularização e pela dificuldade de realização de campanhas de regularização de outorgas de forma segmentada. Desta forma, busca-se implementar a ação do PA com maior eficiência. Contudo, na observação do PEE, deve-se realizar esforços focados no setor industrial com vista ao atingimento das metas de qualidade da água. Ainda sobre essas ações, cabe observar que quando da implementação da outorga de lançamento de efluentes¹⁷, essas devem ser consideradas também.

A ação do PEE *Acompanhar a publicação de relatórios de monitoramento de qualidade de água e divulgar à população da bacia* é abordada de forma incorporada à ação do PA 2.2.3 - *Elaborar informe da situação das águas na bacia e situação da gestão de recursos hídricos* pela conveniência de se elaborar e divulgar material único que trate da qualidade e quantidade de água, possibilitando a comunidade local acesso ao todo das informações e o entendimento completo da situação e das ações que são realizadas na bacia.

¹⁷ Ação 1.1.3 - Implementar e integrar a outorga de lançamento de efluentes do Programa 1.1 - Outorga deste Plano de Ação.

As ações do PEE *Realizar ações de educação ambiental, comunicação e mobilização social sobre monitoramento da qualidade da água e alcance das metas de enquadramento e Fortalecer ações de conscientização e capacitação do produtor rural sobre destinação de resíduos sólidos, manejo e conservação de solo e da água* são abordadas de forma incorporada ao programa de Educação Ambiental do Plano de Ação, uma vez que devem compor o planejamento e receberem especial atenção na implementação do proposto Plano de Educação Ambiental. Assim sendo, estão ambas incorporadas às ações 2.3.1 - *Elaborar e revisar o Plano de Educação Ambiental* e 2.3.2 - *Implementar o Plano de Educação Ambiental*.

A ação do PEE 3.2.1 - *Elaborar estudo para subsidiar a revisão da vazão de referência* é abordada de forma incorporada à ação 3.2.1 - *Elaborar estudos técnicos para preencher as lacunas de conhecimento* do Plano de Ação. O estudo que deve resultar no impacto regulatório e gestão gerado por uma alteração na vazão de referência da bacia, soma-se a outros temas que carecem de ampliação do conhecimento para que se tornem subsídios diretos à gestão.

As demais ações do PEE são correspondentes à um mesmo conjunto de ações no Plano de Ação, ou seja, essas ações são as mesmas no Plano de Ação e no Programa de Efetivação do Enquadramento. Desta forma, sua implementação deve ser acompanhada de forma conjunta pelo acompanhamento do PA e do PPE. Além disso, parte dessas ações possui orçamento vinculado à outras ações do Plano de Ação, de forma especial as ações do enquadramento que necessitam de apoio de secretaria executiva e técnicos vinculados à gestão de recursos hídricos na bacia, a saber:

- Fortalecer parcerias com instituições atuantes na região que promovam saneamento rural sustentável.
- Fortalecer parcerias com instituições atuantes na bacia para estudo e implantação de soluções que promovam controle de poluição difusa em área rural.
- Fortalecer parcerias para a realização de ações para controle da erosão no meio rural.
- Realizar o acompanhamento periódico da implementação do Programa de Efetivação do Enquadramento.
- Apoiar a adesão ao Programa de Regularização Ambiental (PRA) de Minas Gerais por produtores rurais.
- Apoiar a elaboração e implementação de projetos de Programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).
- Articular e apoiar a criação de Unidades de Conservação (UC).

Ações abordadas de forma correspondente na integração do Plano de Ação com o PPE são apresentadas no Quadro 4.3.

Quadro 4.3 – Ações correspondentes às ações do PEE.

Componente	Programa	Ação	
Instrumentos de Gestão	Enquadramento	1.2.1	Realizar o acompanhamento periódico da implementação do Programa de Efetivação do Enquadramento
Aperfeiçoamento da Gestão	Monitoramento quali-quantitativo	3.1.1	Ampliar a rede de monitoramento da qualidade da água
	Desenvolvimento do Conhecimento Técnico e Científico	3.2.2	Elaborar Zoneamento Ambiental Produtivo (ZAP) em áreas estratégicas
Saneamento	Esgotamento Sanitário Urbano	4.1.1	Elaborar estudos de concepção, projetos básicos e projetos executivos de sistemas de coleta de esgotos
		4.1.2	Ampliar os sistemas de coleta de esgotos
		4.1.3	Elaborar estudos, projetos básicos e projetos executivos de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs)
		4.1.4	Implantar as ETEs projetadas e modernizar as ETEs existentes
		4.1.5	Realizar um programa de capacitação de servidores e técnicos para a operação adequada dos Sistemas de Esgotamento Sanitário
	Saneamento Rural	4.2.1	Fortalecer parcerias com instituições atuantes na região que promovam saneamento rural sustentável
		4.2.2	Implantar alternativas de saneamento rural sustentável
	Resíduos Sólidos	4.3.1	Elaborar estudos e projetos para subsídio a implantação de aterros sanitários
		4.3.2	Promover a adequação do destino dos resíduos sólidos municipais em aterro(s) sanitário(s)
		4.3.3	Implantar Unidades de Triagem e Compostagem
		4.3.4	Elaborar estudos e projetos de recuperação das áreas degradadas por lixões e aterros controlados abandonados
4.3.5		Recuperar áreas degradadas por lixões e aterros controlados abandonados	
Conservação dos Recursos Hídricos	Manejo de Água e Solo na Agropecuária	5.1.1	Fortalecer parcerias com instituições atuantes na bacia para estudo e implantação de soluções que promovam controle de poluição difusa em área rural
		5.1.2	Fortalecer parcerias para a realização de ações para controle da erosão no meio rural
		5.1.3	Implantar projetos pilotos para controle de erosão no meio rural
	Unidades de Conservação Ambiental	5.2.1	Apoiar a adesão ao Programa de Regularização Ambiental (PRA) de Minas Gerais por produtores rurais
		5.2.2	Apoiar a elaboração e implementação de projetos de Programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)
		5.2.3	Implantar ações que visem a proteção, conservação e recuperação de nascentes, matas ciliares e áreas de recarga
	Restauração e Conservação de Áreas Prioritárias	5.3.1	Articular e apoiar a criação de Unidades de Conservação de Proteção Integral

Fonte: elaboração própria.

5. PLANO DE AÇÕES

5.1. CONSULTAS PÚBLICAS PARA ELABORAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO

Assim como as consultas públicas realizadas na etapa de prognóstico, as que contribuíram para o Plano de Ação também ocorreram no contexto da Pandemia de COVID-19 e, assim, foi adotada a alternativa de realização dos eventos em ambiente virtual (*online*), através da Plataforma *Google Meet* e com a realização de interação durante o evento e pós-evento (em formulário eletrônico). Para a etapa do Plano de Ação foi proposto e realizado um conjunto de três eventos, sendo um Webinar e duas consultas públicas.

Como relatado para a rodada de eventos do prognóstico, realizada no mesmo formato, a Pandemia de COVID-19 segue tendo impacto direto no interesse da sociedade, em geral, para temas que não estejam relacionados com sua problemática e demandas imediatas, tais como, segurança sanitária, restrições de atividades econômicas, instabilidade na capacidade de atendimento hospitalar, dentre outras. Adicionado ao processo de fadiga pelo excesso de atividades de trabalho, educação e lazer realizadas em plataformas digitais.

Nota-se também, os crescentes ganhos na articulação dos atores locais e institucionais, proporcionados pelo ambiente virtual, que não necessita dos deslocamentos físicos para sua realização. É crescente a adaptação e familiaridade dos participantes ao formato *online*, bem como à metodologia de trabalho da Equipe Técnica. Tendo sido realizada a manutenção das estratégias adotadas aos eventos *online*, buscando favorecer o crescimento do letramento digital dos participantes.

Nesta rodada, notou-se maior facilidade dos participantes em contribuir e oferecerem seu ponto de vista sobre as questões consultadas, sendo considerada satisfatória a participação obtida. Também se avalia como positivo o esforço em intensificar os contatos diretos com representantes institucionais e da sociedade civil para o esclarecimento de dúvidas e prestar informações adicionais para o entendimento dos objetivos de cada evento realizado. De maneira geral, nota-se o entendimento progressivo dos participantes, sobretudo dos membros do CBH, acerca dos objetivos e aplicabilidade dos instrumentos em desenvolvimento (PDRH e o ECA). As contribuições recebidas foram atendidas em sua totalidade e incorporadas na versão final dos relatórios.

Por fim, é importante destacar que, mesmo com os ajustes necessários na dinâmica de realização das consultas públicas, com a adoção da modalidade remota, as consultas públicas realizadas foram exitosas, em termos de articulação e participação institucional. Com destaque para o perfil sempre participativo dos membros do comitê e representações institucionais da bacia.

5.2. DIRETRIZES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO

Neste capítulo são apresentadas as diretrizes para a implementação dos instrumentos de gestão. Cada um dos subitens contém os aspectos legais e infralegais mais importantes, o estado de implementação e as diretrizes propriamente ditas.

5.2.1. OUTORGA DOS DIREITOS DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS

A outorga de direitos de uso de recursos hídricos é um instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos que permite o controle de qualidade e quantidade de água, possibilitando os seus diversos usos. Por meio da outorga, o poder público autoriza o usuário, sob condições preestabelecidas, a utilizar ou realizar interferências hidráulicas nos recursos hídricos necessários à sua atividade. Estão sujeitos à outorga os usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água, incluindo captações superficiais e subterrâneas, lançamento de efluentes e aproveitamento dos potenciais hidrelétricos.

A Lei Federal nº 9.433/1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, em seu Art. 14º ressalta que “a outorga efetivar-se-á por ato da autoridade competente do Poder Executivo Federal, dos Estados ou do Distrito Federal”. Sendo assim, no Brasil, a outorga pode ser emitida pela União, através da Agência Nacional das Águas (ANA) ou pelos Estados e Distrito Federal, através dos respectivos órgãos competentes. Destaca-se que, no caso de águas subterrâneas, a outorga é emitida somente em nível estadual.

No âmbito estadual, a Lei nº 13.199/1999 estabelece a Política Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais e a Portaria IGAM nº 48/2019 regulamenta o instrumento de outorga no estado, unificando diversas portarias anteriores em uma única norma.

Na análise dos cadastros de outorgas e de usos insignificantes na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri para identificação das diretrizes que devem estar relacionadas a esse instrumento foi utilizada a base de dados obtida a partir da Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema) de Minas Gerais, complementada com cadastros recebidos da Gerência de Regulação de Usos de Recursos Hídricos – GERUR/IGAM em outubro de 2021. Após consolidação dos dados obtidos, foram identificados 2.224 cadastros na MU1, sendo 2.046 de usos insignificantes e apenas 178 de outorgas deferidas. O volume anual total das captações registradas na bacia é de 36,45 hm³, sendo 82% desse volume referente a volumes outorgados.



Com relação às captações realizadas na MU1, no Quadro 5.1 são apresentadas as vazões médias outorgadas por setor. Observa-se que o setor de abastecimento público apresenta a maior vazão outorgada (2.278,5 m³/h), seguido pelo uso para irrigação (879,0 m³/h).

Quadro 5.1 – Vazões outorgadas por setor produtivo na MU1

Setores	Vazões (m ³ /h)			% Total
	Subterrânea	Superficial	Total	
Abastecimento Público	363,0	1.915,4	2.278,5	66,8
Consumo Humano	54,4	0,0	54,4	1,6
Criação Animal	0,0	5,5	5,5	0,2
Indústria	26,3	28,8	55,1	1,6
Irrigação	12,5	866,5	879,0	25,8
Outras	27,6	109,3	136,9	4,0
Total	483,8	2.925,5	3.409,4	100,0

Fonte: elaboração própria, com base em IGAM, 2021.

A vazão outorgada em mananciais superficiais é consideravelmente maior do que em mananciais subterrâneos, essa tendência é observada em quase todos os setores, exceto na indústria, que apresenta um equilíbrio entre os dois tipos de mananciais e no consumo humano, esse setor representa principalmente empreendimentos de prestação de serviços, domiciliares e algumas indústrias. Em algumas outorgas referentes a irrigação são observadas variações sazonais, com volumes autorizados para captação apenas entre os meses de abril e novembro, resultando numa variação de aproximadamente 600 m³/h nas captações superficiais durante o ano.

No Quadro 5.2 é possível observar que a soma das vazões médias das captações superficiais totaliza 627,9 m³/h, enquanto as captações subterrâneas representam 123,1 m³/h. Com relação aos setores usuários, observa-se que a maior vazão média se refere ao consumo humano (209,1 m³/h), seguido da dessedentação de animais (181,0 m³/h) e irrigação (170,1,5 m³/h).

Quadro 5.2 – Vazões de captação consideradas como uso insignificantes divididas por setores usuários.

Setores	Vazões (m ³ /h)			% Total
	Subterrânea	Superficial	Total	
Aquicultura	0,2	3,6	3,8	0,5
Consumo agroindustrial	0,2	1,4	1,5	0,2
Consumo humano	82,5	126,6	209,1	27,8
Consumo industrial	5,7	11,9	17,6	2,3
Contenção de sedimentos	0,3	0,0	0,3	0,0
Dessedentação de animais	9,7	171,3	181,0	24,1
Extração mineral	0,8	10,0	10,8	1,4
Irrigação	13,6	156,5	170,1	22,7
Lavagem de veículos	5,4	6,2	11,5	1,5
Não Informado	3,8	138,8	142,6	19,0
Outros	0,9	0,1	1,0	0,1
Paisagismo	0,0	1,6	1,6	0,2
Total	123,1	627,9	751,0	100,0

Fonte: elaboração própria, com base em IGAM, 2021.

Ao comparar a vazão total dos usos insignificantes e outorgas (4.160,4 m³/h ou 1.155,67 L/s) com a demanda estimada total na MU1 (2.710,47 L/s), é possível observar que essa representa cerca



de 43% das demandas totais na bacia. São observadas vazões subestimadas no cadastro de outorgas e usos insignificantes principalmente nos usos de irrigação e dessedentação animal, indicando que há necessidade de maior regulação nos setores de agricultura e pecuária.

Há predominância de captações em águas superficiais tanto nas outorgas para uso de água quanto nos cadastros de usos insignificantes. Tal observação pode indicar um potencial de ampliação do uso das águas subterrâneas como forma de obter um melhor aproveitamento dos recursos hídricos da bacia. Especialmente em regiões secas, que ocorrem principalmente no oeste da MU1, a captação de águas subterrâneas pode auxiliar na redução do estresse hídrico dos corpos d'água superficiais. Considerando a potencialidade dos aquíferos apresentada no item 6.2.1 do prognóstico, ações de incentivo ao uso de água subterrânea podem ser realizadas em parte das UHPs do Alto Rio Mucuri, do Rio Marambaia, do Médio Rio Mucuri e do Rio Todos-os-Santos e na maior parte da UHP do Baixo Rio Mucuri.

Considerando as avaliações realizadas em relação às outorgas para uso da água na MU1, são apresentadas algumas diretrizes, visando garantir que as ações a serem propostas sejam coerentes com os problemas identificados na bacia. As diretrizes para o instrumento de outorga são:

1. Diretrizes gerais para situações prolongadas de escassez: Plano ou Programa de Contingência.
2. Estabelecer Áreas de Potencial Restrição de Uso.
3. Estabelecer critérios para usos prioritários além do consumo humano e dessedentação de animais definidos em lei.
4. Realizar campanhas de incentivo à solicitação de outorga para os setores de irrigação e criação animal.
5. Emitir outorgas de direito para lançamento de efluentes na MU1.
6. Realizar a integração entre os sistemas de cadastros de outorga, usos insignificantes, outorga de lançamento de efluentes e cobrança.
7. Aprimorar os critérios e as bases de conhecimento para a concessão de outorgas de águas subterrâneas.

5.2.2. COBRANÇA PELO USO DE RECURSOS HÍDRICOS

A cobrança pelo uso da água é um instrumento econômico de gestão, fundamentando-se na água como recurso natural limitado e dotado de valor econômico. A água tem valor econômico em função de condições de escassez em quantidade e/ou qualidade. De acordo com a Lei nº 9.433/97, a cobrança pelo uso da água possui os seguintes objetivos:

- I – reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor;

II – incentivar a racionalização do uso da água;

III – obter recursos financeiros para o financiamento de programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

A cobrança não é um imposto, mas sim uma remuneração pelo uso de um bem público, que visa estimular o uso mais consciente da água, garantindo-a para os atuais usos e para as gerações futuras. O valor da cobrança é determinado em conjunto com os usuários da água, a sociedade civil e o poder público no âmbito dos Comitês de Bacias Hidrográficas.

Para determinação das diretrizes relativas à cobrança pelo uso de recursos hídricos, primeiramente é realizada uma estimativa de arrecadação com a implementação desse instrumento na MU1.

A DN CERH-MG 68/2021 (CERH-MG, 2021) define para o estado de Minas Gerais uma metodologia que visa a simplicidade e transparência para a cobrança. As fórmulas são definidas de acordo com os setores usuários e os preços públicos unitários. Conforme previsto pelo artigo 25 da Lei Estadual nº 13.199/1999, os preços passam a ser diferenciados conforme critérios específicos como: o tipo de uso, a finalidade, o porte de utilização da água, a disponibilidade hídrica local, o enquadramento dos corpos d'água e a racionalidade e eficiência do uso de recursos hídricos. Além disso, os preços são diferenciados por zona, considerando o enquadramento do corpo hídrico, a disponibilidade e o grau de regularização da oferta hídrica local, conforme descrito abaixo:

- **Zona A** – áreas de conflito (DAC) associadas a bacias de contribuição a cursos d'água de Classe Especial e Classe 1.
- **Zona B** – áreas de conflito (DAC) associadas a bacias de contribuição a cursos d'água de Classe 2, Classe 3 ou Classe 4.
- **Zona C** – bacias de contribuição a cursos d'água de Classe Especial, Classe 1 ou captações subterrâneas.
- **Zona D** – demais áreas.

No caso da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri, a UHP-4 – Rio Todos os Santos foi considerada como Zona B, levando-se em consideração o grau de criticidade relacionado ao atendimento das demandas, apresentado no prognóstico.

Os valores dos preços públicos unitários devem ser limitados a quatro casas decimais e devem ser atualizados anualmente de acordo com o IPCA ou índice que vier a sucedê-lo. O Quadro 5.3 apresenta os valores mínimos de PPU para o exercício de 2022, de acordo com as zonas e as finalidades de uso.

Quadro 5.3 – Valores mínimos de PPU, de acordo com as finalidades e as zonas.

Finalidade	Zona	PPU _{cap} (RS/m ³)	PPU _{lanç} (R\$/kg DBO)
Abastecimento público	A	0,0320	0,2100
	B	0,0320	0,1900
	C	0,0320	0,1750
	D	0,0320	0,1600
Agropecuária	A	0,0042	-
	B	0,0038	-
	C	0,0035	-
	D	0,0032	-
Demais finalidades	A	0,0420	0,2100
	B	0,0380	0,1900
	C	0,0350	0,1750
	D	0,0320	0,1600

Fonte: adaptado de CERH-MG, 2021.

A estimativa dos valores anuais arrecadados pela captação de água foi calculada com base no banco de outorgas consolidado em 2021, considerando apenas os usos consuntivos. Foram utilizadas as vazões totais outorgadas para cada usuário, de acordo com o tempo de captação permitido.

A cobrança pelo lançamento de efluentes domésticos foi realizada considerando-se o índice de retorno de 80% da vazão captada para abastecimento público e 100% de coleta do esgoto gerado. A carga orgânica bruta de DBO adotada para os efluentes domésticos foi de 337,5 mg/L, com dois cenários de abatimento:

- Cenário 1: 80% de remoção de DBO, carga remanescente de 67,5 mg/L.
- Cenário 2: 50% de remoção de DBO, carga remanescente de 468,75 mg/L.

Para efluentes industriais, também foi utilizado o retorno de 80% da vazão outorgada para captação, e adotou-se a carga remanescente de 60 mg/L, que é o valor máximo permitido pela DN COPAM/CERH-G 01/2008.

A partir da metodologia descrita, foram obtidos os resultados apresentados no Quadro 5.4, para a arrecadação anual da cobrança pela captação de água e pelo lançamento de efluentes, para os cenários 1 e 2.

Quadro 5.4 – Estimativa de arrecadação anual da cobrança pelo uso da água na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri, por UHP.

UHP	Cobrança pela captação de água (R\$/ano)	Cobrança pelo lançamento de efluentes	
		Cenário 1 (R\$/ano)	Cenário 2 (R\$/ano)
UHP-1 - Alto Rio Mucuri	48.683,80	12.778,89	31.947,23
UHP-2 - Rio Marambaia	19.981,21	5.158,79	12.352,02
UHP-3 - Médio Rio Mucuri	12.333,77	3.269,65	8.174,13
UHP-4 - Rio Todos-os-Santos	394.372,73	122.952,56	307.381,39
UHP-5 - Médio-Baixo Mucuri	5.045,76	1.362,36	3.405,89
UHP-6 - Rio Pampã	89.145,11	20.800,51	49.639,87
UHP-7 - Baixo Rio Mucuri	33.637,66	0,00	0,00
Total	603.200,04	166.322,76	412.900,53

Fonte: elaboração própria.

A UHP do Rio Todos-os-Santos é a que apresenta maior potencial de arrecadação pela captação de água, uma vez que possui o maior volume de água outorgado para abastecimento público. No cenário 1, em que há remoção de 80% da DBO, o potencial de arrecadação pelo lançamento de efluentes na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri é de R\$ 166.322,76, enquanto no cenário 2, com 50% de remoção, o valor é quase 2,5 vezes maior, chegando a R\$ 412.900,53. As estimativas de potencial de arrecadação para a bacia apresentam **valores insuficientes para o financiamento da gestão**, assim, é importante que ocorra a **revisão da metodologia**¹⁸, uma vez que o instrumento deve ter uma função de regulação sobreposta à arrecadação de fundos.

A cobrança pelo uso da água é um instrumento de gestão complexo, que enfrenta limitações quanto à sua efetividade e muitas vezes distancia-se dos objetivos estabelecidos na Lei 9.433/1997. Por isso, é importante o estabelecimento de diretrizes para a implementação da cobrança pelo uso da água:

1. Implementar a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, considerando a captação de água e o lançamento de efluentes.
2. Revisar a metodologia da cobrança e atualizar periodicamente os preços públicos unitários.

5.2.3. ENQUADRAMENTO DOS CORPOS DE ÁGUA EM CLASSES

O Enquadramento dos corpos de água é um instrumento de gestão dos recursos hídricos, com caráter de planejamento, estabelecido na Política Nacional de Recursos Hídricos por meio da Lei Nº 9.433/97 e na Política Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais por meio da Lei Estadual Nº 13.199/99. Ele representa o estabelecimento de metas de qualidade de água a serem mantidas ou alcançadas em segmentos de cursos hídricos, de acordo com os usos preponderantes pretendidos.

A principal diretriz geral consiste no fortalecimento de arranjos institucionais que promovam a articulação do planejamento nos diferentes níveis da federação, entre agentes que compõem o SINGREH e o SISNAMA. A seguir, são apresentadas as diretrizes para os principais atores associados à efetivação do Enquadramento.

Diretrizes específicas ao Comitê:

- Incentivar ações locais voltadas à efetivação das metas de Enquadramento;
- Acompanhar e divulgar à comunidade da bacia a situação do atendimento das metas de Enquadramento;

¹⁸ Conforme indicado na ação 1.3.2 – Revisar a metodologia e as tarifas da cobrança sobre os recursos hídricos.

- Acompanhar as concessionárias de saneamento no alcance das metas de universalização dos serviços de coleta e tratamento de esgotos;
- Articular o PEE junto aos Órgãos Estaduais de Recursos Hídricos e Meio Ambiente para incorporar as metas de qualidade na outorga e cobrança pelo uso dos recursos hídricos e no licenciamento ambiental;
- Articular o PEE junto às Prefeituras Municipais para incorporar as metas de Enquadramento nos processos de licenciamento, planos diretores municipais, projetos de desenvolvimento, dentre outros;
- Estudar a celebração de instrumentos de compromisso com os setores associados às intervenções para efetivação do Enquadramento;
- Aproveitar o conhecimento produzido nas Instituições de Ensino e Pesquisa da região aos estudos de ampliação e modernização de estruturas de saneamento e destinação adequada de resíduos sólidos;
- Promover, conforme necessário, estudos complementares voltados à avaliação das possibilidades de viabilização dos investimentos necessários para a efetivação do Enquadramento dos corpos d'água.
- Promover a articulação e mobilização entre municípios para soluções integradas em saneamento e alcance das metas do Plano;
- Aprofundar discussões sobre o Enquadramento das águas subterrâneas.

Diretrizes específicas aos órgãos gestores de recursos hídricos:

- Considerar o PEE na outorga e cobrança, de acordo com as metas intermediárias e a meta final estabelecida no Enquadramento (Art. 10 da Resolução CNRH nº 91/2008);
- Apoiar o comitê para a formalização de instrumentos de compromisso com os setores responsáveis pelas intervenções para efetivação do Enquadramento;
- Apoiar o comitê na internalização do programa;
- Contribuir para a elaboração de relatórios de qualidade da água e o acompanhamento contínuo do PEE e compartilhar com o comitê da bacia hidrográfica e o conselho estadual de recursos hídricos;
- Para o IGAM: encaminhar a Proposta de Enquadramento para os rios de domínio do estado de MG e o PEE ao CERH - MG para posterior deliberação e aprovação no âmbito do conselho;
- Para a ANA: Recomenda-se que a Proposta de Enquadramento para os rios de domínio da união e o PEE sejam encaminhados ao CNRH para análise e posterior deliberação e aprovação no âmbito do conselho.

Diretrizes aos órgãos gestores de meio ambiente:

- Considerar as metas de Enquadramento no licenciamento ambiental;
- Empregar mecanismos de comando e controle, como fiscalização das fontes poluidoras, aplicação de multas e termos de ajustamento de conduta;

Diretrizes às prefeituras municipais:

- Avaliar a adoção de mecanismos de disciplinamento, como o zoneamento do uso do solo e a criação de unidades de conservação municipais, de modo a considerar as metas de Enquadramento;
- Articular os Planos Municipais de Saneamento Básico e do Plano Diretor Municipal com as metas de Enquadramento, em suas elaborações ou revisões;

Diretrizes às concessionárias de saneamento:

- Considerar as metas de Enquadramento na ampliação dos Sistemas de Esgotamento Sanitário;
- Incentivar ligações de esgotos na rede de coleta;
- Garantir o adequado licenciamento ambiental das intervenções para a efetivação do Enquadramento;
- Promover e incentivar a capacitação dos operadores de ETEs;

Como diretrizes para a sociedade da bacia:

- Participar e divulgar eventos e iniciativas associadas à efetivação do Enquadramento;
- Contribuir para a manutenção e melhoria da qualidade da água dos corpos hídricos da bacia;

A Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri teve seu Enquadramento dos Corpos de Água elaborado concomitante a este Plano Diretor. Desta forma, as diretrizes para a implementação do instrumento estão detalhadas no Programa de Efetivação do Enquadramento. Neste PDRH as ações do Programa de Efetivação do Enquadramento estão integradas às ações do Plano de Ação, conforme apresentado no capítulo 4 e devem ser acompanhadas conjuntamente às ações do PDRH. O PEE deve ser também acompanhado e implementado de acordo com a estratégia estabelecida.

5.2.4. SISTEMA DE INFORMAÇÕES

O instrumento denominado “Sistemas de Informações sobre Recursos Hídricos” tem seus fundamentos legais na Lei Federal 9.433/1997, inciso VI do Art. 5º. Segundo o Art. 25º da referida lei, este instrumento é composto por um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão. Essa ferramenta e seu

uso se sustentam nas atribuições da União e dos Estados conforme a dominialidade dos recursos hídricos, definidos pela Constituição Federal de 1988.

Como diretrizes para os sistemas de informações na CH do Mucuri tem-se:

1. Criar e manter um Sistema de Informações da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.
2. Ampliar e atualizar o sistema de informações.
3. Ampliar o cadastro de usuários e adequar as suas informações para o enquadramento.
4. Criar e manter cadastro de usos não outorgáveis integrado ao cadastro de outorga com objetivo de auxiliar na resolução de conflitos.

5.2.5. COMPENSAÇÃO ÀS MUNICÍPIOS PELA EXPLOTAÇÃO E RESTRIÇÃO DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS

A compensação a municípios afetados pela exploração e restrição de uso de recursos hídricos é instrumento da Lei Estadual nº 13.199/99. O instrumento deverá amenizar ou ressarcir as localidades em que existam Áreas Sujeitas a Restrição de Uso, principalmente àquelas com nível extremamente alto, além de áreas inundadas ou com outorgas relacionadas a recursos hídricos e que venham causar a inutilização ou restrição do uso do solo na região. Esse instrumento não está implementado na MU1 atualmente e, assim, recomenda-se que sejam realizadas reuniões para discutir a melhor forma de aplicar e utilizar esse recurso para benefício da bacia.

5.2.6. RATEIO DE CUSTOS DAS OBRAS DE USO MÚLTIPLO, DE INTERESSE COMUM OU COLETIVO

A Lei Federal nº 9.433/97 estabelece que compete aos Comitês de Bacia Hidrográfica estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo. Já Lei Estadual nº 13.199/99 traz esse tópico como um dos seus instrumentos de gestão. O rateio pode ser trabalhado, por exemplo, em conjunto com a cobrança pelo uso da água, onde o montante cobrado seja atrelado às melhorias na infraestrutura hídrica, promovendo um fortalecimento no desenvolvimento da região, principalmente em relação aos recursos hídricos. Esse instrumento não está implementado na MU1 atualmente e, assim, fica a recomendação de que o tema seja abordado no âmbito do Órgão Gestor para ser levado ao CBH. Ou ainda que o Estado de MG regulamente a sua aplicação para o território como um todo.

5.2.7. PENALIDADES

As penalidades foram instituídas pela Lei Estadual nº 13.199/99 como sendo um dos instrumentos de gestão de recursos hídricos. Tal instrumento visa punir todo e qualquer ato que atinja

e infrinja as questões de disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos na bacia, através da aplicação de infrações dotadas de valores econômicos, que geram recursos para recuperação ambiental da Bacia. Atualmente em campanhas de fiscalização são aplicadas penalidades de multa diária, assim como suspensão ou embargo de atividades do empreendimento. Apesar de ocorrer algumas penalidades, esse instrumento não está completamente implementado na MU1, necessitando discussões sobre a melhor forma de aplicar e utilizar esse recurso, considerando o investimento do valor arrecadado em ações que beneficiem a bacia.

5.3. PLANO DE AÇÕES

5.3.1. ARQUITETURA DO PDRH

A arquitetura do Plano de Ação – arquitetura neste plano entendida como a forma organizacional e hierárquica em que se ordenam as ações em componentes e programas – é proposta a partir de três níveis de gestão: estratégico, tático e operacional. O nível estratégico, em que são apresentadas as componentes do Plano, possui a função de direcionar a implementação a partir dos grandes temas do Plano: gestão e governança das águas, saneamento, conservação e recuperação ambiental. O nível tático subdivide o nível estratégico para orientar a implementação do Plano a partir do principais objetivos e atuação dos principais atores, a saber: implementação dos instrumentos de gestão, fortalecer a atuação institucional, gerar subsídios técnicos para gestão, melhoria na atuação do setor de saneamento, recuperar e conservar a capacidade de suporte ambiental da bacia às atividades produtivas. E, por fim, o nível operacional apresenta as ações de fato. Na arquitetura do Plano de Ação os três níveis de gestão são expressos no organograma do Plano, apresentado em componentes, programas e ações, como exemplificado na Figura 5.1.

Figura 5.1 - Organograma genérico da arquitetura do Plano de Ação.



Fonte: elaboração própria.

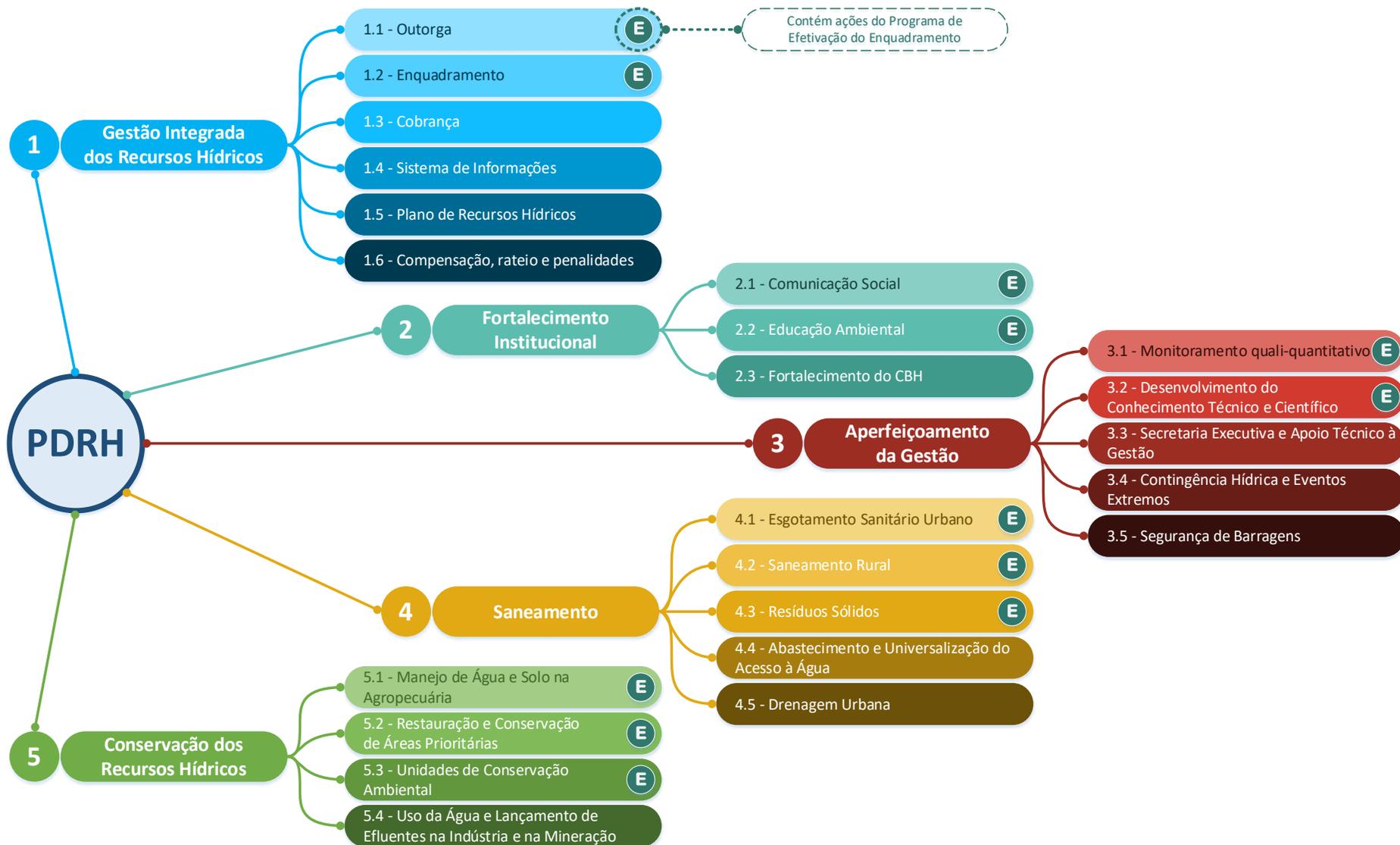


Na abrangência espacial o nível mais abrangente, no qual estão traçadas as estratégias de gestão para a bacia é o todo do território da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri. Um detalhamento maior é necessário para a definição das prioridades de gestão, onde será realizada uma atuação de gestão mais intensa e anteposta às demais necessidades, que responde por um nível tático de gestão espacialmente representado pelas UHPs, onde as informações produzidas no diagnóstico e prognóstico já estão estruturadas. Para a operacionalização das ações de fato, um último e mais detalhado nível de gestão é formado por dois recortes espaciais distintos: os municípios e as bacias da rede hidrográfica para a qual foram selecionados trechos para o enquadramento. Os municípios são os responsáveis por uma série de ações de gestão que têm grande influência sobre os recursos hídricos - destacam-se o ordenamento da ocupação do solo e o saneamento básico – o que gera a necessidade de se pensar as ações de gestão para o território desses. Já as bacias da rede hidrográfica para a qual foram selecionados trechos para o enquadramento, já que esses trechos foram selecionados a partir de uma série de critérios – especialmente os usos da água – e a sua utilização como recorte espacial de operação das ações do PDRH possibilitam uma série de sinergias entre a implementação do Enquadramento e do Plano. No relatório do Plano de Ação e do Programa de Efetivação do Enquadramento, a abordagem territorial é apresentada nas fichas das ações.

O organograma de componentes e programas do Plano de Ação é apresentado na Figura 5.2, que também assinala quais os programas que contém ações do Programa de Efetivação do Enquadramento, que tem a integração com o PA detalhada no capítulo 4.



Figura 5.2 - Organograma geral do Plano de Ação.



Fonte: elaboração própria.

5.3.2. COMPONENTES, PROGRAMAS E AÇÕES

As componentes temáticas estão organizadas no entorno dos grandes objetivos do PDRH e, por isso, têm como esteio as principais conclusões do diagnóstico e do prognóstico. Conforme apresentado ao longo dos capítulos sobre o diagnóstico e prognóstico, as principais problemáticas da bacia estão ligadas à escassez quantitativa e qualitativa, que é consequência da elevada quantidade de água demandada frente à disponibilidade hídrica, da destinação inadequada ou ineficiente dos efluentes e do desmatamento.

5.3.2.1. Componente 1 – Gestão Integrada dos Recursos Hídricos

A **Componente 1 – Gestão Integrada dos Recursos Hídricos** congrega as ações que possuem relacionamento direto com os instrumentos de gestão de recursos hídricos. Em termos práticos é a componente do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos e, por isso, tem relacionamentos diretos com as diretrizes para os instrumentos de gestão.

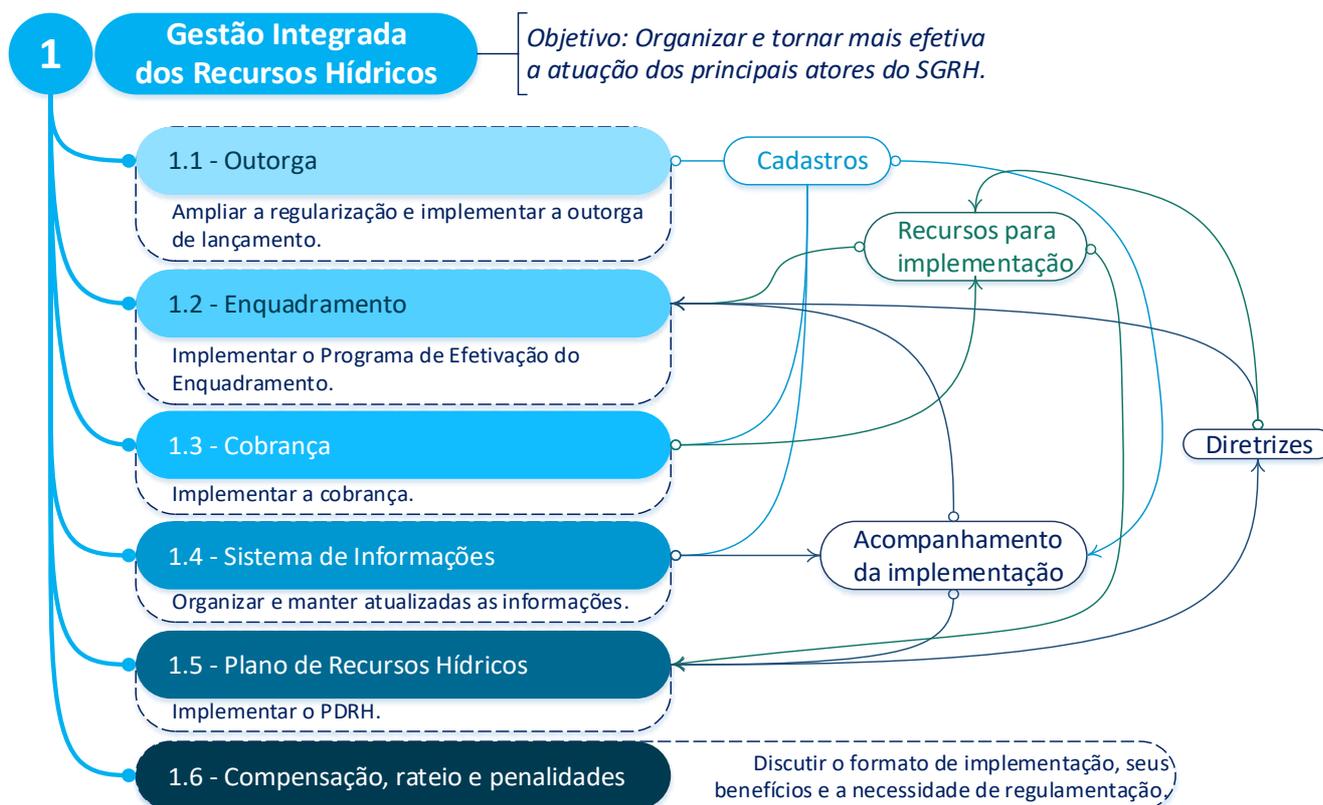
Essa componente está dividida em seis programas, que abrangem a outorga, a cobrança, o enquadramento, o sistema de informações e o plano de recursos hídricos, instrumentos de gestão dos recursos hídricos estabelecidos pela Lei nº 9.433/1997, assim como os instrumentos de compensação, rateio e penalidades, previstos na Lei nº 13.199/1999.

Nesta componente observamos os programas relacionados aos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos. O programa **1.1 – Outorga**, que possui como objetivo geral ampliar regularização e implementar a outorga de lançamento possui como principal meio de relacionamento com os demais programas os cadastros de usuários dos recursos hídricos, que contribuem para o programa **1.3 - Cobrança** com informações indispensáveis para atingir o objetivo geral dessa, que é a implementação da cobrança; com o programa **1.4 - Sistema de Informações** através da geração e atualização de informações; e com os programas **1.5 - Plano de Recursos Hídricos** e **1.2 - Enquadramento**, através da geração de subsídios ao acompanhamento da implementação de ambos instrumentos. Estes dois últimos possuem relações sinérgicas entre si, especialmente no acompanhamento da implementação e na proposição de diretrizes e gestão, mas também na utilização de recursos financeiros para a implementação, que tem como uma das fontes a cobrança. Por fim, o programa **1.6 - Compensação, rateio e penalidades**, visa discutir a implementação dos instrumentos.

A Figura 5.3 apresenta o esquema da arquitetura e relacionamento dos programas da componente.



Figura 5.3 - Esquema geral da Componente 1 - Gestão Integrada dos Recursos Hídricos.



Fonte: elaboração própria.

O Quadro 5.5 apresenta os programas que integram a Componente 1 e os investimentos relacionados a cada programa.

Quadro 5.5 – Programas e investimentos da Componente 1 – Gestão Integrada dos Recursos Hídricos.

Nº	Programa	Investimento Gestão	Investimento Associado	Investimento Total
1.1	Outorga	R\$ 2.929.548,28	R\$ 0,00	R\$ 2.929.548,28
1.2	Enquadramento	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
1.3	Cobrança	R\$ 790.812,52	R\$ 0,00	R\$ 790.812,52
1.4	Sistema de Informações	R\$ 689.851,81	R\$ 0,00	R\$ 1.369.851,81
1.5	Plano de Recursos Hídricos	R\$ 3.178.234,48	R\$ 0,00	R\$ 3.178.234,48
1.6	Compensação, rateio e penalidades	R\$ 330.353,21	R\$ 0,00	R\$ 330.353,21
Total		R\$ 7.918.800,30	R\$ 0,00	R\$ 8.598.800,30

* O orçamento deste programa está incluído no orçamento da secretaria executiva do CBH e da Entidade Equiparada.
Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 1.1 – Outorga

O Programa 1.1 contém as ações voltadas à regularização das outorgas na bacia, à fiscalização e à implementação da outorga de lançamento de efluentes. O objetivo deste programa é contribuir para a gestão efetiva dos recursos hídricos, através da regularização dos usos da água e do aumento do conhecimento sobre estes. A outorga é de extrema importância para a garantia dos usos múltiplos da água, tanto em quantidade como qualidade. Além disso, a implementação da outorga pelo

lançamento de efluentes é uma questão chave para a melhoria da qualidade da água e para o alcance das classes almejadas no enquadramento.

O Quadro 5.6 apresenta as ações do Programa 1.1, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 5.6 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 1.1- Outorga.

Nº	Ação	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	Total
1.1.1	Realização de campanhas para regularização de outorgas																					R\$ 862.670,40
1.1.2	Realizar sensibilização dos usuários, visando ampliar o cadastramento																					R\$ 1.618.212,75
1.1.3	Implementar e integrar a outorga de lançamento de efluentes																					R\$ 448.665,13

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 1.2 – Enquadramento

O Programa 1.2 tem como objetivo avaliar a implementação do Programa de Efetivação do Enquadramento, sendo composto apenas por uma ação. O acompanhamento é importante para garantir que as ações do Programa de Efetivação do Enquadramento sejam implementadas adequadamente, de acordo com os prazos estipulados no mesmo.

O Quadro 5.7 apresenta a ação do Programa 1.2, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 5.7 – Ação, cronograma e investimentos do Programa 1.2 – Enquadramento.

Nº	Ação	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	Total
1.2.1	Realizar o acompanhamento periódico da implementação do Programa de Efetivação do Enquadramento*																					R\$ -

* O orçamento desta ação está incluído no orçamento da secretaria executiva do CBH e da Entidade Equiparada.

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 1.3 – Cobrança

O Programa 1.3 tem como objetivo regular o uso da água através da implementação da cobrança e da revisão periódica da metodologia, com o intuito de aplicar metodologias mais eficientes e tarifas que reflitam a escassez dos recursos hídricos na bacia. Tendo em vista as situações críticas que ocorrem em algumas UHPs da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri, apontadas no Diagnóstico (IGAM, 2021), a cobrança tem potencial para atenuar estes problemas, pois é um instrumento que visa incentivar o uso racional da água e arrecadar recursos financeiros para promover melhorias na bacia.

O apresenta Quadro 5.8 as ações do Programa 1.3, o cronograma e os investimentos relacionados.



Quadro 5.8 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 1.3 - Cobrança.

Nº	Ação	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	Total
1.3.1	Implementar a cobrança sobre os recursos hídricos																					R\$ 130.657,55
1.3.2	Revisar a metodologia e as tarifas da cobrança sobre os recursos hídricos																					R\$ 660.154,97

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 1.4 – Sistema de Informações

O Programa 1.4 abrange ações relacionadas ao Sistema de Informações (SI). O objetivo principal deste programa é criar um SI para a Bacia do Rio Mucuri e mantê-lo constantemente atualizado. O primeiro passo é realizar campanhas para cadastramento dos usuários, uma vez que, conforme indicado no Diagnóstico (IGAM, 2021), há divergências entre os bancos de dados disponíveis, prejudicando o entendimento dos usos da água na Bacia. A criação do SI do Mucuri permitirá a integração das informações relacionadas à Bacia, colaborando para a gestão efetiva dos recursos hídricos.

O Quadro 5.9 apresenta as ações do Programa 1.4, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 5.9 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 1.4 – Sistema de Informações.

Nº	Ação	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	Total
1.4.1	Atualização e consolidação dos cadastros de usos outorgáveis e não outorgáveis																					R\$ 249.786,15
1.4.2	Criar, via convênio com outras instituições, um SI do Mucuri																					R\$ 440.065,66
1.4.3	Manter, via convênio com outras instituições, um SI do Mucuri																					R\$ 680.000,00

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 1.5 – Plano de Recursos Hídricos

O objetivo do Programa 1.5 é garantir a implementação do PDRH e atualizá-lo até o final do cronograma. Através de avaliações periódicas dos indicadores das ações e da criação de um Grupo de Acompanhamento do Plano, será possível acompanhar o grau de implementação do PDRH. O processo de atualização deve ser iniciado ainda durante a vigência do PDRH, sendo finalizado ao término do cronograma.

O Quadro 5.10 apresenta as ações do Programa 1.5, o cronograma e os investimentos relacionados.



Quadro 5.10 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 1.5 – Plano de Recursos Hídricos.

Nº	Ação	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	Total
1.5.1	Realizar o acompanhamento periódico da implementação do PDRH																					R\$ 660.805,52
1.5.2	Criar e manter o Grupo de Acompanhamento do Plano (GAP)																					R\$ 110.000,00
1.5.3	Realizar a atualização do PDRH																					R\$ 2.407.428,95

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 1.6 – Compensação, rateio e penalidades

O Programa 1.6 é composto por apenas uma ação, e tem como objetivo promover encontros para discussão da implementação dos instrumentos de compensação, rateio e penalidades, definidas na Lei nº 13.199/1999. Estes instrumentos são importantes para promover a gestão integrada dos recursos hídricos na bacia.

O Quadro 5.11 apresenta a ação do Programa 1.6, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 5.11 – Ação, cronograma e investimentos do Programa 1.6 – Compensação, rateio e penalidades.

Nº	Ação	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	Total
1.6.1	Discutir a implementação dos instrumentos compensação, rateio e penalidades																					R\$ 330.353,21

Fonte: elaboração própria.

5.3.2.2. Componente 2 – Fortalecimento Institucional

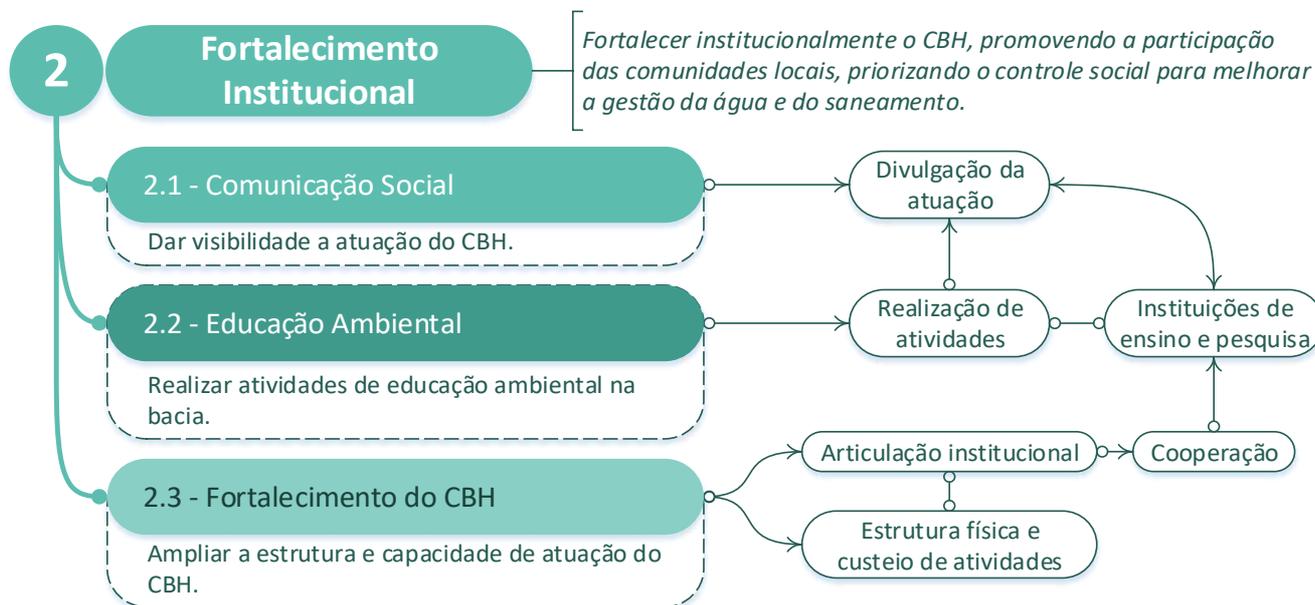
A **Componente 2 - Fortalecimento Institucional** tem três focos para o CBH: o primeiro é a sua continuidade como fórum ativo e relevante, o que depende de uma estrutura que mantenha o “espaço de discussão” em atividade; o segundo é a divulgação das atividades realizadas e resultados obtidos, cada vez mais relevante para uma mobilização continuada em uma sociedade com acesso crescente à informação; e o terceiro é a conscientização da população, através da Educação Ambiental.

Esta componente de governança na gestão de recursos hídricos visa aplicar sobre a gestão de fato o controle social, tendo, para isso, o CBH como fórum de representação da sociedade. A Componente 2 também abrange ações voltadas à comunicação social e à educação ambiental, que são de extrema importância para o fortalecimento institucional e para a efetividade de todas as ações propostas no PDRH, promovendo conscientização da sociedade e transparência. Desta forma, a componente está dividida em três programas, que abrangem o fortalecimento do Comitê de Bacia Hidrográfica, a comunicação social e a educação ambiental.



A Figura 5.4 apresenta o esquema da arquitetura e relacionamento dos programas da componente.

Figura 5.4 - Esquema geral da Componente 2 - Fortalecimento Institucional.



Fonte: elaboração própria.

O Quadro 5.12 apresenta os programas que integram a Componente 2 e os investimentos relacionados a cada programa.

Quadro 5.12 – Programas e investimentos da Componente 2 – Fortalecimento Institucional.

Nº	Programa	Investimento Gestão	Investimento Associado	Investimento Total
2.1	Comunicação Social	R\$ 1.034.630,42	R\$ 0,00	R\$ 1.034.630,42
2.2	Educação Ambiental	R\$ 608.376,38	R\$ 0,00	R\$ 608.376,38
2.3	Fortalecimento do CBH	R\$ 3.831.910,11	R\$ 0,00	R\$ 4.591.910,11
Total		R\$ 5.474.916,91	R\$ 0,00	R\$ 6.234.916,91

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 2.1 – Comunicação Social

O Programa 2.1 tem como objetivo fornecer informações e promover o engajamento da sociedade e de outros públicos de interesse. O Plano de Comunicação a ser elaborado deve conter canais de comunicação permanentes, tanto com os atores institucionais, como com a sociedade em geral. A participação social é fundamental para o desenvolvimento sustentável da Bacia, sendo necessária a elaboração e a implementação de um Plano de Comunicação.

O Quadro 5.13 apresenta as ações do Programa 2.1, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 5.13 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 2.1 – Comunicação Social.

Nº	Ação	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	Total
2.1.1	Elaborar e revisar o Plano de Comunicação do CBH																					R\$ 183.376,38
2.1.2	Implementar o Plano de Comunicação do CBH																					R\$ 320.581,75
2.1.3	Elaborar informe da situação das águas na bacia e situação da gestão de recursos hídricos																					R\$ 530.672,29

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 2.2 – Educação Ambiental

O Programa 2.2 objetiva a conscientização da população a respeito das questões ambientais relacionadas aos recursos hídricos, de forma que a sociedade possa contribuir para a efetividade das ações propostas no PDRH. Este programa é dedicado à elaboração e implementação do Plano de Educação Ambiental do CBH, que são as duas ações do programa.

A Educação Ambiental deve se aprofundar na formação da sociedade para o uso sustentável dos recursos hídricos e deve ser abrangente em seus públicos. O Plano de Educação Ambiental deve partir das atividades clássicas do tema, acessando instituições de ensino em todos os níveis, e avançar sobre outras instituições que possam receber formações relacionadas às temáticas de preservação e conservação ambiental, com foco nos recursos hídricos.

O Quadro 5.14 apresenta as ações do Programa 2.2, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 5.14 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 2.2 – Educação Ambiental.

Nº	Ação	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	Total
2.2.1	Elaborar e revisar o Plano de Educação Ambiental																					R\$ 183.376,38
2.2.2	Implementar o Plano de Educação Ambiental																					R\$ 425.000,00

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 2.3 – Fortalecimento do CBH

O Programa 2.3 objetiva o aprimoramento do CBH, visando o desempenho de forma apropriada e coerente, com gestão descentralizada, relevante para a efetividade das ações propostas no PDRH. Também visa solucionar um potencial conflito de gestão, uma vez que a calha do Rio Mucuri é de dominialidade federal e entrega águas que se originam no estado de Minas Gerais para o estado da Bahia. Através da articulação e busca por consensos, espera-se resolver os conflitos relacionados.



O Programa é composto por 8 ações, que envolvem desde a manutenção da estrutura física do CBH, até a formalização da cooperação de instituições de ensino e pesquisa. O Quadro 5.15 apresenta as ações do Programa 2.3, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 5.15 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 2.3 – Fortalecimento do CBH.

Nº	Ação	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	Total
2.3.1	Implantação e manutenção da estrutura física e de internet do CBH																					R\$ 816.000,00
2.3.2	Custear atividades do CBH e outras despesas																					R\$ 760.000,00
2.3.3	Ampliação da representação da bacia nas instâncias de tomada de decisão																					R\$ 241.250,00
2.3.4	Capacitação dos integrantes do CBH e atores estratégicos para a gestão de recursos hídricos																					R\$ 325.000,00
2.3.5	Articulação da bacia federal do Mucuri																					R\$ 578.118,12
2.3.6	Formalizar a cooperação com instituições de ensino e pesquisa																					R\$ 183.376,38
2.3.7	Realizar eventos de articulação e divulgação dos trabalhos e estudos desenvolvidos na bacia																					R\$ 1.321.412,85
2.3.8	Apoiar a produção de conhecimento técnico e científico																					R\$ 366.752,76

Fonte: elaboração própria.

5.3.2.3. Componente 3 – Aperfeiçoamento da Gestão

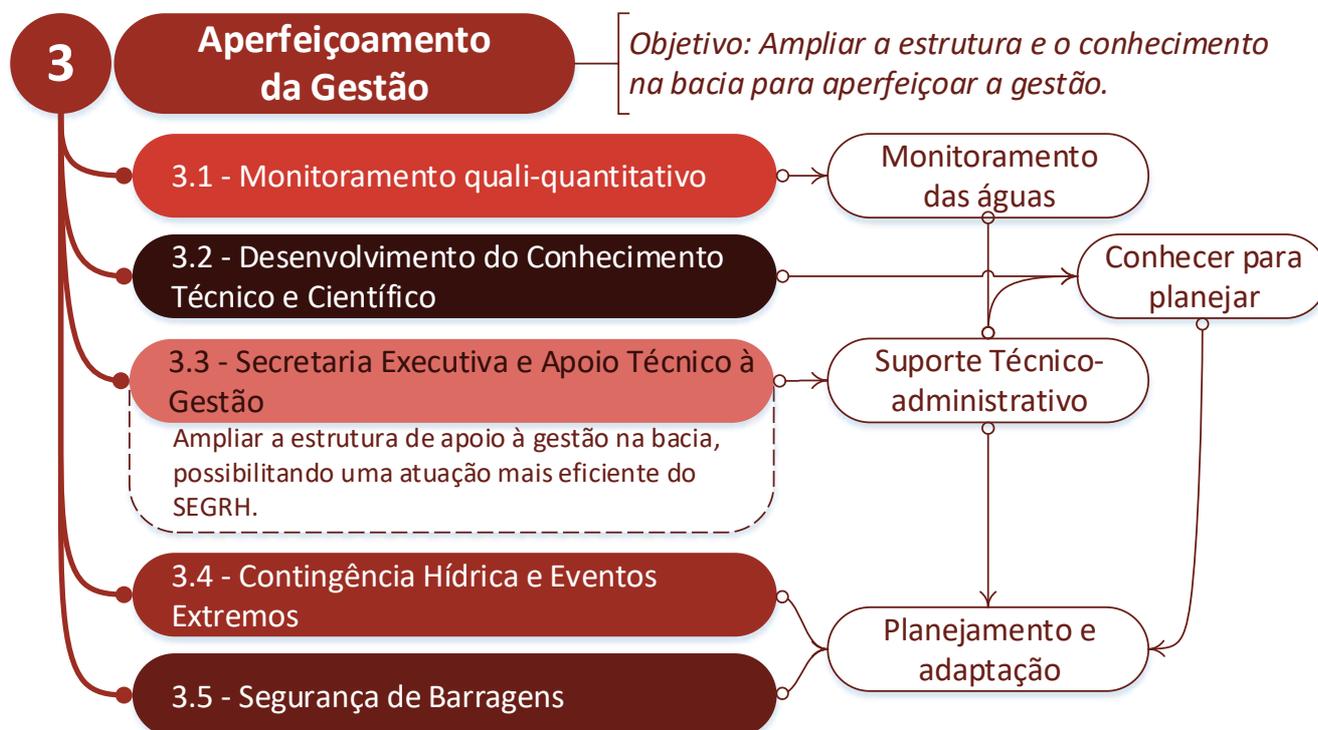
A **Componente 3 – Aperfeiçoamento da Gestão** abrange temas bastante amplos, mas com um objetivo em comum, que é aprimorar ferramentas que auxiliem a melhoria das atividades voltadas à gestão das águas. Desta forma, traz ações que melhorem de forma significativa as atividades de gestão, complementando a estrutura mais voltada à governança que deve ser estabelecida a partir da implementação das ações da Componente 2 – Fortalecimento Institucional, com a instalação de uma estrutura de apoio – na implementação do Programa Secretaria Executiva e Apoio Técnico à Gestão – e com a geração de subsídios técnicos para temas chave identificados como lacunas sensíveis de informação – na implementação dos demais programas.

Destaca-se nessa componente a necessidade de se ampliar a estrutura de apoio à gestão através das ações propostas no programa **3.3 - Secretaria Executiva e Apoio Técnico à Gestão**, que deve possibilitar a execução das ações dos demais programas, especialmente o programa **3.2 - Desenvolvimento do Conhecimento Técnico e Científico**, que objetiva ampliar o conhecimento sobre a bacia, qualificando a gestão. Na mesma linha do programa 3.2, mas com temáticas específicas, os programas **3.4 - Contingência Hídrica e Eventos Extremos** e **3.5 - Segurança de Barragens** buscam gerar subsídios ao planejamento e gestão. O programa 3.1 - Monitoramento quali-quantitativo é central para a gestão, uma vez que busca aperfeiçoar e manter o monitoramento das águas.



A Figura 5.5 apresenta o esquema da arquitetura e relacionamento dos programas da componente.

Figura 5.5 - Esquema geral da Componente 3 – Aperfeiçoamento da Gestão.



Fonte: elaboração própria.

O Quadro 5.16 apresenta os programas que integram a Componente 3 e os investimentos relacionados a cada programa.

Quadro 5.16 – Programas e investimentos da Componente 3 – Aperfeiçoamento da Gestão.

Nº	Programa	Investimento Gestão	Investimento Associado	Investimento Total
3.1	Monitoramento quali-quantitativo	R\$ 319.376,38	R\$ 792.000,00	R\$ 1.111.376,38
3.2	Desenvolvimento do Conhecimento Técnico e Científico	R\$ 2.721.853,06	R\$ 0,00	R\$ 2.721.853,06
3.3	Secretaria Executiva e Apoio Técnico à Gestão	R\$ 5.757.455,25	R\$ 0,00	R\$ 5.757.455,25
3.4	Contingência Hídrica e Eventos Extremos	R\$ 440.065,66	R\$ 0,00	R\$ 440.065,66
3.5	Segurança de Barragens	R\$ 366.752,76	R\$ 0,00	R\$ 366.752,76
Total		R\$ 9.605.503,11	R\$ 792.000,00	R\$ 10.397.503,11

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 3.1 – Monitoramento quali-quantitativo

O Programa 3.1 busca melhorar a qualidade e a quantidade de água disponível na bacia, através da ampliação do controle quali-quantitativo dos recursos hídricos. Conforme apresentado no Diagnóstico (IGAM, 2021), a rede de monitoramento ainda é insuficiente, e necessita expansão e aprimoramento para que seja feita melhor gestão dos recursos hídricos e, conseqüentemente, ocorra a melhoria em termos de quantidade e qualidade da água.

Conforme apresentado abaixo, este programa é composto por três ações. O Quadro 5.17 apresenta as ações do Programa 3.1, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 5.17 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 3.1 – Monitoramento Quali-Quantitativo.

Nº	Ação	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	Total
3.1.1	Ampliar a rede de monitoramento da qualidade da água																					R\$ 792.000,00
3.1.2	Ampliar a rede de monitoramento quantitativo																					R\$ 136.000,00
3.1.3	Acompanhar a operação da rede de monitoramento quantitativo																					R\$ 183.376,38

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 3.2 – Desenvolvimento do Conhecimento Técnico e Científico

O Programa 3.2 tem como objetivo preencher lacunas do conhecimento na bacia, proporcionando melhor compreensão da situação atual e da viabilidade da implementação de medidas que proporcionem maior segurança hídrica. Destaca-se a proposta de elaboração de um Zoneamento Ambiental Produtivo, que deve organizar a utilização dos recursos naturais na Bacia do Rio Todos-os-Santos, em atenção aos conflitos pelo uso da água nesta bacia.

O Quadro 5.18 apresenta as ações do Programa 3.2, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 5.18 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 3.2 – Desenvolvimento do Conhecimento Técnico e Científico.

Nº	Ação	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	Total
3.2.1	Elaborar estudos técnicos para preencher as lacunas de conhecimento																					R\$ 676.631,01
3.2.2	Elaboração de Zoneamento Ambiental Produtivo (ZAP) em áreas estratégicas																					R\$ 800.000,00
3.2.3	Elaborar um diagnóstico da situação das águas subterrâneas na bacia																					R\$ 568.591,04
3.2.4	Elaborar estudos de viabilidade para construção de barragens para reservação de água																					R\$ 676.631,01

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 3.3 – Secretaria Executiva e Apoio Técnico à Gestão

O Programa 3.3 tem como objetivo fornecer recursos para o pleno funcionamento da secretaria executiva e apoio técnico ao CBH. O Programa também prevê a instalação de uma Entidade Equiparada à Agência de Bacia Hidrográfica, que, de acordo com a Deliberação Normativa CERH-MG 19, de 28 de junho de 2006, consiste em uma entidade sem fins lucrativos, cuja equiparação à Agência de Bacia Hidrográfica deve ser solicitada pelo CBH e aprovada pelo CERH-MG, mediante análise técnica e jurídica do IGAM.



O Quadro 5.19 apresenta as ações do Programa 3.3, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 5.19 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 3.3 – Secretaria Executiva e Apoio Técnico à Gestão.

Nº	Ação	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	Total
3.3.1	Assessoria técnica e secretaria executiva do CBH																					R\$ 836.055,25
3.3.2	Contratação e manutenção de Entidade Equiparada à Agência de Bacia Hidrográfica																					R\$ 4.921.400,00

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 3.4 – Contingência Hídrica e Eventos Extremos

O Programa 3.4 tem como objetivo minimizar as consequências de eventos extremos, como escassez hídrica e inundações. Conforme identificado no Prognóstico (IGAM, 2021a), em períodos de escassez podem ocorrer dificuldades de fornecimento de água aos usuários. Desta forma, no Programa 3.4, propõe-se a criação de um Plano de Contingência, que definirá medidas a serem tomadas para melhor enfrentamento de situações extremas.

O Quadro 5.20 apresenta a ação do Programa 3.4, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 5.20 – Ação, cronograma e investimentos do Programa 3.4 – Contingência Hídrica e Eventos Extremos.

Nº	Ação	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	Total
3.4.1	Elaborar o Plano de Contingência Hídrica e eventos climáticos extremos																					R\$ 440.065,66

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 3.5 – Segurança de Barragens

O Programa 3.5 objetiva proporcionar maior segurança para a população, através da fiscalização regular de barragens de reservação de água e mineração. A fiscalização busca verificar a integridade estrutural e operacional das barragens, com o intuito de evitar possíveis danos ambientais e sociais associados a falhas de manutenção ou operação.

O Quadro 5.21 apresenta a ação do Programa 3.5, o cronograma e os investimentos relacionados.



Quadro 5.21 – Ação, cronograma e investimentos do Programa 3.5 – Segurança de Barragens.

Nº	Ação	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	Total
3.5.1	Articular para a realização de campanhas de fiscalização de segurança de barragens																					R\$ 366.752,76

Fonte: elaboração própria.

5.3.2.4. Componente 4 – Saneamento

A **Componente 4 – Saneamento** objetiva a universalização do saneamento, estando intimamente ligada ao Novo Marco do Saneamento (Lei nº 14.026/2020). De acordo com o Diagnóstico (IGAM, 2021), a situação do saneamento básico é precária em diversos municípios da bacia, e além de ser um problema social de alta gravidade, que prejudica a saúde e o bem-estar da população, consequentemente impacta a qualidade dos recursos hídricos.

Nesta componente é onde o nível espacial mais detalhados – municípios – surge com maior relevância, uma vez que a temática do Saneamento tem nos municípios um ator central por serem os titulares dos serviços e por serem o recorte espacial de estruturação das informações. Outra característica dessa componente é forte relação com o Programa de Efetivação do Enquadramento, que possui correspondência com a totalidade das ações dos programas **4.1 - Esgotamento Sanitário Urbano**, **4.2 - Saneamento Rural** e **4.3 - Resíduos Sólidos**, dada a grande influência dessas temáticas sobre a qualidade das águas. Já os programas **4.4 - Abastecimento e Universalização do Acesso à Água** e **4.5 - Drenagem Urbana** não possuem ações correspondentes ou incorporadas do PEE.

Outra característica relevante é a clara divisão entre programas voltados às áreas urbanas e às áreas rurais, à exceção do programa **4.4 - Abastecimento e Universalização do Acesso à Água** que congrega ação voltadas para ambas.

Por fim, destaca-se que o programa **4.3 - Resíduos Sólidos** traz a necessidade de se pensar em soluções supra municipais para a destinação adequada dos resíduos. O que engendra uma componente de articulação bastante relevante e que pode ter o CBH como fórum de articulação, reforçando algumas proposições do programa **2.3 - Fortalecimento do CBH**.

Quanto ao relacionamento entre os programas, são predominantemente gerados pela solução de prestação de serviço escolhida pelos municípios, que, na bacia, tem nas concessionárias COPASA e COPANOR atores muito importantes por serem os operadores dos serviços de esgotamento e abastecimento na maioria dos municípios.

A Figura 5.6 apresenta o esquema da arquitetura e relacionamento dos programas da componente.



Figura 5.6 - Esquema geral da Componente 4 – Saneamento.



Fonte: elaboração própria.

Esta componente é composta por 5 programas e 20 ações, sendo 12 ações provenientes do Programa de Efetivação do Enquadramento na bacia. O Quadro 5.22 apresenta os programas que integram a Componente 4 e os investimentos relacionados a cada programa.

Quadro 5.22 – Programas e investimentos da Componente 4 – Saneamento.

Nº	Programa	Investimento Gestão	Investimento Associado	Investimento Total
4.1	Esgotamento Sanitário Urbano	R\$ 0,00	R\$ 196.013.023,91	R\$ 196.013.023,91
4.2	Saneamento Rural	R\$ 0,00	R\$ 22.813.921,22	R\$ 22.813.921,22
4.3	Resíduos Sólidos	R\$ 0,00	R\$ 44.292.369,50	R\$ 44.292.369,50
4.4	Abastecimento e Universalização do Acesso à Água	R\$ 1.517.990,35	R\$ 69.388.720,00	R\$ 70.906.710,35
4.5	Drenagem Urbana	R\$ 382.843,05	R\$ 0,00	R\$ 382.843,05
Total		R\$ 1.900.833,40	R\$ 332.508.034,63	R\$ 334.408.868,03

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 4.1 – Esgotamento Sanitário Urbano

As ações do Programa 4.1 são provenientes do Programa de Efetivação do Enquadramento e tem como objetivo universalizar o atendimento do esgoto sanitário para a população urbana, promovendo bem-estar e saúde e, conseqüentemente, melhoria da qualidade da água. Na Bacia do Rio Mucuri, de acordo com o Diagnóstico (IGAM, 2021), o atendimento de esgotamento urbano é bastante deficitário, causando deterioração da qualidade da água em rios próximos a centros urbanos.

O Programa 4.1 representa um grande desafio, devido aos investimentos elevados para que seja possível alcançar os objetivos.

O Quadro 5.23 apresenta as ações do Programa 4.1, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 5.23 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 4.1 – Esgotamento Sanitário.

Nº	Ação	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	Total	
4.1.1	Elaborar estudos de concepção, projetos básicos e projetos executivos de sistemas de coleta de esgotos																					R\$ 12.372.355,86	
4.1.2	Ampliar os sistemas de coleta de esgotos																						R\$ 123.723.558,64
4.1.3	Elaborar estudos, projetos básicos e projetos executivos de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs)																						R\$ 5.356.100,85
4.1.4	Implantar as ETEs projetadas e modernizar as ETEs existentes																						R\$ 53.561.008,55
4.1.5	Realizar um programa de capacitação de servidores e técnicos para a operação adequada dos Sistemas de Esgotamento Sanitário																						R\$ 1.000.000,00

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 4.2 – Saneamento Rural

O Programa 4.2. busca universalizar o esgotamento sanitário para a população rural, por meio da implantação de alternativas sustentáveis e seguras, promovendo saúde e bem-estar à população. Este programa é muito importante para promover a qualidade da água e a conservação dos recursos naturais, uma vez que a realidade da população rural conta com esgotos a céu aberto, com despejo direto nos corpos hídricos e veiculação de doenças.

O Quadro 5.24 apresenta as ações do Programa 4.2, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 5.24 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 4.2 – Saneamento Rural.

Nº	Ação	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	Total	
4.2.1	Fortalecer parcerias com instituições atuantes na região que promovam saneamento rural sustentável*																						R\$ -
4.2.2	Implantar alternativas de saneamento rural sustentável																						R\$ 22.813.921,22

O orçamento desta ação está incluído no orçamento da secretaria executiva do CBH e da Entidade Equiparada.

Fonte: elaboração própria.



➤ Programa 4.3 – Resíduos Sólidos

O Programa 4.3. visa promover a destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos, reduzindo a poluição e a transmissão de doenças relacionadas. As ações deste programa são provenientes do Programa de Efetivação do Enquadramento (IGAM, 2022), sendo o principal ponto a implantação de aterros sanitários e unidades de triagem e compostagem. Destaca-se que é muito importante a educação ambiental da população, para que seja feita a segregação correta dos resíduos desde as residências.

O Quadro 5.25 apresenta as ações do Programa 4.3, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 5.25 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 4.3 – Resíduos Sólidos.

Nº	Ação	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	Total
4.3.1	Elaborar estudos e projetos para subsídio a implantação de aterros sanitários																					R\$ 2.719.316,30
4.3.2	Promover a adequação do destino dos resíduos sólidos municipais em aterro(s) sanitário(s)																					R\$ 27.193.163,05
4.3.3	Implantar Unidades de Triagem e Compostagem																					R\$ 5.012.994,42
4.3.4	Elaborar estudos e projetos de recuperação das áreas degradadas por lixões e aterros controlados abandonados																					R\$ 824.078,87
4.3.5	Recuperar áreas degradadas por lixões e aterros controlados abandonados																					R\$ 8.240.788,72

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 4.4 – Abastecimento e Universalização do Acesso à Água

O Programa 4.4 visa à universalização do acesso à água segura para a população urbana e rural da bacia, isto é, água em quantidade e qualidade para suprir as necessidades básicas da população. De acordo com o Diagnóstico (IGAM, 2021), o atendimento urbano de água é superior a 87%, entretanto, há elevadas perdas de água no abastecimento urbano, que resultam no desperdício de água e em ineficiência na distribuição.

Já a população rural enfrenta maiores obstáculos em relação ao abastecimento, recorrendo muitas vezes a perfurações inadequadas de poços e a fontes inseguras de água para consumo humano. É importante promover o uso sustentável das águas subterrâneas e a implantação de mecanismos para reservação individual ou coletiva de água para a população rural.

O Quadro 5.26 apresenta as ações do Programa 4.4, o cronograma e os investimentos relacionados.



Quadro 5.26 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 4.4 – Abastecimento e Universalização do Acesso à Água.

Nº	Ação	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	Total
4.4.1	Ampliar o controle dos sistemas de abastecimento																					R\$ 30.000.000,00
4.4.2	Reduzir as perdas nos sistemas de abastecimento																					R\$ 30.000.000,00
4.4.3	Aumentar a segurança hídrica no meio urbano																					R\$ 9.388.720,00
4.4.4	Apoiar ações para aumento da segurança hídrica no meio rural																					R\$ 358.685,83
4.4.5	Apoiar ações de uso sustentável da água subterrânea para garantia de água no meio rural																					R\$ 809.106,38
4.4.6	Capacitar a população rural para manutenção de reservatórios domésticos de água bruta ou tratada																					R\$ 350.198,15

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 4.5 – Drenagem Urbana

O Programa 4.5. tem como objetivo promover a melhoria da drenagem urbana na bacia, minimizando impactos de eventos de chuvas fortes, por exemplo. Este programa propõe a elaboração de projetos básicos para melhor compreensão das falhas de drenagem nos municípios da bacia, e a execução de ações para ampliação dos sistemas de drenagem.

O Quadro 5.27 apresenta as ações do Programa 4.5, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 5.27 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 4.5 – Drenagem Urbana.

Nº	Ação	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	Total
4.5.1	Apoiar a elaboração de projetos básicos para melhoria dos sistemas de drenagem urbana																					R\$ 318.446,25
4.5.2	Promover a articulação para execução de ações para ampliação do sistema de drenagem urbana																					R\$ 64.396,80

Fonte: elaboração própria.

5.3.2.5. Componente 5 – Conservação dos Recursos Hídricos

A **Componente 5 – Conservação dos Recursos Hídricos** tem como objetivo reduzir impactos de atividades que fazem uso da água e do solo, tanto para captação como lançamento de efluentes e proteger áreas de interesse. A Componente 5 conta com quatro programas, sendo dois relacionados às atividades que causam degradação dos recursos hídricos e outros dois programas para promover a conservação propriamente dita, por meio da delimitação de áreas para proteção.



Os programas dessa componente relacionam-se pela forma como buscam alcançar um objetivo único, a ampliação da capacidade de suporte dos ambientes à manutenção dos ambientes naturais e da capacidade produtiva. O programa **5.1 - Manejo de Água e Solo na Agropecuária** propõe ações diretas para que as extensas áreas ocupadas pela produção agropecuária na bacia se mantenham viáveis e reduzam o impacto da atividade sobre as águas, especialmente em áreas que surgem como prioritárias à gestão, das quais trata o programa **5.2 - Restauração e Conservação de Áreas Prioritárias**. Para além das áreas prioritárias e através da salutar relação entre preservação e conservação com a melhoria da qualidade ambiental, o programa **5.3 - Unidades de Conservação Ambiental** visa, através da proteção de área específica, a melhoria da disponibilidade e da qualidade das águas. Por fim, o programa **5.4 - Uso da Água e Lançamento de Efluentes na Indústria e na Mineração** apresenta ações para ampliar a eficiência no uso das águas nesses setores.

A Figura 5.7 apresenta o esquema da arquitetura e relacionamento dos programas da componente.

Figura 5.7 - Esquema geral da Componente 5 – Conservação dos Recursos Hídricos.



Fonte: elaboração própria.

O Quadro 5.28 apresenta os programas que integram a Componente 5 e os investimentos relacionados a cada programa.

Quadro 5.28 – Programas e investimentos da Componente 5 – Conservação dos Recursos Hídricos.

Nº	Programa	Investimento Gestão	Investimento Associado	Investimento Total
5.1	Manejo de Água e Solo na Agropecuária	R\$ 1.653.500,00	R\$ 262.648,61	R\$ 1.916.148,61
5.2	Restauração e Conservação de Áreas Prioritárias	R\$ 21.400,00	R\$ 28.989.361,97	R\$ 29.010.761,97
5.3	Unidades de Conservação Ambiental	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
5.4	Uso da Água e Lançamento de Efluentes na Indústria e na Mineração	R\$ 0,00	R\$ 525.297,22	R\$ 525.297,22
Total		R\$ 1.674.900,00	R\$ 29.777.307,80	R\$ 31.452.207,80

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 5.1 – Manejo de Água e Solo na Agropecuária

O Programa 5.1 busca reduzir a pressão das atividades agropecuária sobre os recursos hídricos, através do uso tecnologias mais eficientes de irrigação, do uso de tecnologias para aumento da disponibilidade hídrica no campo e do manejo adequado do solo.

O Quadro 5.29 apresenta as ações do Programa 5.1, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 5.29 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 5.1 – Manejo de Água e Solo na Agropecuária.

Nº	Ação	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	Total
5.1.1	Fortalecer parcerias com instituições atuantes na bacia para estudo e implantação de soluções que promovam controle de poluição difusa em área rural																					R\$ -
5.1.2	Fortalecer parcerias para a realização de ações para controle da erosão no meio rural																					R\$ -
5.1.3	Implantar projetos pilotos para controle de erosão no meio rural																					R\$ 1.600.000,00
5.1.4	Realizar articulação para ações que melhorem a disponibilidade hídrica no campo																					R\$ 53.500,00
5.1.5	Incentivar o uso de tecnologias de irrigação mais eficientes																					R\$ 262.648,61

* O orçamento desta ação está incluído no orçamento da secretaria executiva do CBH e da Entidade Equiparada.
Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 5.2 – Restauração e Conservação de Áreas Prioritárias

O Programa 5.2 é voltado à conservação e recuperação de áreas que promovam o aumento da qualidade e quantidade da água, como nascentes e áreas de recarga. Também é proposta a criação de áreas de restrição de uso, isto é, locais com manejo diferenciado do uso da água.

O Quadro 5.30 apresenta as ações do Programa 5.2, o cronograma e os investimentos relacionados.



Quadro 5.30 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 5.2 – Restauração e Conservação de Áreas Prioritárias.

Nº	Ação	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	Total
5.2.1	Apoiar a adesão ao Programa de Regularização Ambiental (PRA) de Minas Gerais por produtores rurais																					R\$ -
5.2.2	Apoiar a elaboração e implementação de projetos de Programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)																					R\$ -
5.2.3	Implantar ações que visem a proteção, conservação e recuperação de nascentes, matas ciliares e áreas de recarga																					R\$ 28.989.361,97
5.2.4	Criar áreas de restrição de uso																					R\$ 21.400,00

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 5.3 – Unidades de Conservação Ambiental

O Programa 5.3 objetiva a conservação dos recursos naturais por meio da criação de unidades de conservação.

O Quadro 5.31 apresenta a ação do Programa 5.3, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 5.31 – Ação, cronograma e investimentos do Programa 5.3 – Unidades de Conservação Ambiental.

Nº	Ação	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	Total
5.3.1	Articular e apoiar a criação e gestão de Unidades de Conservação*																					R\$ -

* O orçamento desta ação está incluído no orçamento da secretaria executiva do CBH e da Entidade Equiparada.

Fonte: elaboração própria.

➤ Programa 5.4 – Uso da Água e Lançamento de Efluentes na Indústria e na Mineração

O Programa 5.4 visa à redução do consumo de água em atividades industriais e mineradoras, através do uso de tecnologias mais eficientes e do reúso interno de água. O Quadro 5.32 apresenta as ações do Programa 5.4, o cronograma e os investimentos relacionados.

Quadro 5.32 – Ações, cronograma e investimentos do Programa 5.4 – Uso da Água e Lançamento de Efluentes na Indústria e Mineração.

Nº	Ação	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	Total
5.4.1	Incentivar o uso de tecnologias mais eficientes e o reúso da água em processos industriais																					R\$ 262.648,61
5.4.2	Incentivar o uso de tecnologias mais eficientes e o reúso da água na mineração																					R\$ 262.648,61

Fonte: elaboração própria.



5.3.3. SÍNTESE DO PLANO DE AÇÃO

O Plano de Ação conta com 5 componentes, 23 programas e 69 ações, que devem ser executadas ao longo do horizonte de planejamento de 20 anos. O Quadro 5.33 sintetiza o Plano de Ação, apresentando o cronograma e os investimentos totais de cada ação.



Quadro 5.33 – Síntese do Plano de Ação

Comp.	Ação	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	Investimento Total (R\$)		
1 - Instrumentos de Gestão	1.1.1 - Realização de campanhas para regularização de outorgas																						862.670,40	
	1.1.2 - Realizar sensibilização dos usuários, visando ampliar o cadastramento																							1.618.212,75
	1.1.3 - Implementar e integrar a outorga de lançamento de efluentes																							448.665,13
	1.2.1 - Realizar o acompanhamento periódico da implementação do Programa de Efetivação do Enquadramento																							0,00
	1.3.1 - Implementar a cobrança sobre os recursos hídricos																							130.657,55
	1.3.2 - Revisar a metodologia e as tarifas da cobrança sobre os recursos hídricos																							660.154,97
	1.4.1 - Atualização e consolidação dos cadastros de usos outorgáveis e não outorgáveis																							249.786,15
	1.4.2 - Criar, via convênio com outras instituições, um SI do Mucuri																							440.065,66
	1.4.3 - Manter, via convênio com outras instituições, um SI do Mucuri																							680.000,00
	1.5.1 - Realizar o acompanhamento periódico da implementação do PDRH																							660.805,52
	1.5.2 - Criar e manter o Grupo de Acompanhamento do Plano (GAP)																							110.000,00
	1.5.3 - Realizar a atualização do PDRH																							2.407.428,95
	1.6.1 - Discutir a implementação dos instrumentos compensação, rateio e penalidades																							330.353,21
	2 - Fortalecimento Institucional	2.1.1 - Elaborar informe da situação das águas na bacia e situação da gestão de recursos hídricos																						530.672,29
		2.1.2 - Elaborar e revisar o Plano de Comunicação do CBH																						183.376,38
		2.1.3 - Implementar o Plano de Comunicação do CBH																						320.581,75
2.2.1 - Elaborar e revisar o Plano de Educação Ambiental																							183.376,38	
2.2.2 - Implementar o Plano de Educação Ambiental																							425.000,00	
2.3.1 - Implantação e manutenção da estrutura física e de internet do CBH																							816.000,00	
2.3.2 - Custear atividades do CBH e outras despesas																							760.000,00	
2.3.3 - Ampliação da representação da bacia nas instâncias de tomada de decisão																							241.250,00	
2.3.4 - Capacitação dos integrantes do CBH e atores estratégicos para a gestão de recursos hídricos																							325.000,00	
2.3.5 - Articulação da bacia federal do Mucuri																							578.118,12	
3 - Aperfeiçoamento da Gestão	3.1.1 - Ampliar a rede de monitoramento da qualidade da água																						792.000,00	
	3.1.2 - Ampliar a rede de monitoramento quantitativo																						136.000,00	
	3.1.3 - Acompanhar a operação da rede de monitoramento quantitativo																						183.376,38	
	3.2.1 - Elaborar estudos técnicos para preencher as lacunas de conhecimento																						676.631,01	
	3.2.2 - Elaborar Zoneamento Ambiental Produtivo (ZAP) em áreas estratégicas																						800.000,00	
	3.2.3 - Elaborar um diagnóstico da situação das águas subterrâneas na bacia																						568.591,04	
	3.2.4 - Elaborar estudos de viabilidade para construção de barragens para reservação de água																						676.631,01	
	3.3.1 - Assessoria técnica e secretaria executiva do CBH																						836.055,25	
3.3.2 - Contratação e manutenção de Entidade Equiparada à Agência de Bacia Hidrográfica																						4.921.400,00		
3.4.1 - Elaborar o Plano de Contingência Hídrica e eventos climáticos extremos																						440.065,66		
3.5.1 - Articular para a realização de campanhas de fiscalização de segurança de barragens																						366.752,76		

Comp.	Ação	2022		2027		2032		2037		2041		Investimento Total (R\$)
4 - Saneamento	4.1.1 - Elaborar estudos de concepção, projetos básicos e projetos executivos de sistemas de coleta de esgotos											12.372.355,86
	4.1.2 - Ampliar os sistemas de coleta de esgotos											123.723.558,64
	4.1.3 - Elaborar estudos, projetos básicos e projetos executivos de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs)											5.356.100,85
	4.1.4 - Implantar as ETEs projetadas e modernizar as ETEs existentes											53.561.008,55
	4.1.5 - Realizar um programa de capacitação de servidores e técnicos para a operação adequada dos Sistemas de Esgotamento Sanitário											1.000.000,00
	4.2.1 - Fortalecer parcerias com instituições atuantes na região que promovam saneamento rural sustentável											0,00
	4.2.2 - Implantar alternativas de saneamento rural sustentável											22.813.921,22
	4.3.1 - Elaborar estudos e projetos para subsídio a implantação de aterros sanitários											2.746.773,41
	4.3.2 - Promover a adequação do destino dos resíduos sólidos municipais em aterro(s) sanitário(s)											27.467.734,08
	4.3.3 - Implantar Unidades de Triagem e Compostagem											5.012.994,42
	4.3.4 - Elaborar estudos e projetos de recuperação das áreas degradadas por lixões e aterros controlados abandonados											824.078,87
	4.3.5 - Recuperar áreas degradadas por lixões e aterros controlados abandonados											8.240.788,72
	4.4.1 - Ampliar o controle dos sistemas de abastecimento											30.000.000,00
	4.4.2 - Reduzir as perdas nos sistemas de abastecimento											30.000.000,00
	4.4.3 - Aumentar a segurança hídrica no meio urbano											9.388.720,00
	4.4.4 - Apoiar ações para aumento da segurança hídrica no meio rural											358.685,83
	4.4.5 - Apoiar ações de uso sustentável da água subterrânea para garantia de água no meio rural											809.106,38
	4.4.6 - Capacitar a população rural para manutenção de reservatórios domésticos de água bruta ou tratada											350.198,15
4.5.1 - Apoiar a elaboração de projetos básicos para melhoria dos sistemas de drenagem urbana											318.446,25	
4.5.2 - Promover a articulação para execução de ações para ampliação do sistema de drenagem urbana											64.396,80	
5 - Conservação dos Recursos Hídricos	5.1.1 - Fortalecer parcerias com instituições atuantes na bacia para estudo e implantação de soluções que promovam controle de poluição difusa em área rural											0,00
	5.1.2 - Fortalecer parcerias para a realização de ações para controle da erosão no meio rural											0,00
	5.1.3 - Implantar projetos pilotos para controle de erosão no meio rural											1.600.000,00
	5.1.4 - Realizar articulação para ações que melhorem a disponibilidade hídrica no campo											53.500,00
	5.1.5 - Incentivar o uso de tecnologias de irrigação mais eficientes											262.648,61
	5.2.1 - Apoiar a adesão ao Programa de Regularização Ambiental (PRA) de Minas Gerais por produtores rurais											0,00
	5.2.2 - Apoiar a elaboração e implementação de projetos de Programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)											0,00
	5.2.3 - Implantar ações que visem a proteção, conservação e recuperação de nascentes, matas ciliares e áreas de recarga											28.989.361,97
	5.2.4 - Criar áreas de restrição de uso											21.400,00
	5.3.1 - Articular e apoiar a criação de Unidades de Conservação de Proteção Integral											0,00
	5.4.1 - Incentivar o uso de tecnologias mais eficientes e o reúso da água em processos industriais											262.648,61
5.4.2 - Incentivar o uso de tecnologias mais eficientes e o reúso da água na mineração											262.648,61	

Fonte: elaboração própria.

5.4. ANÁLISE GERENCIAL

A análise gerencial elaborada para o PDRH da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri busca responder três questões chave para a implementação do Plano: (i) quem é o responsável pela realização das ações e quem deve colaborar para a realização das ações (ii); quando esses atores devem ser mobilizados e como isso será acompanhado; (iii) quais os investimentos necessários para isso. Cada um dos itens a seguir responde a uma das perguntas.

O item que trata do arranjo institucional faz um resumo do arranjo atual da bacia. O processo de acompanhamento da implementação do Plano é apresentado no item 5.4.2, onde é realizada uma abordagem centrada nas metas e indicadores estruturados a partir dos objetivos gerais do PDRH. Por fim, é apresentado o programa de investimento do Plano, onde são apresentadas as fontes de recursos, sejam elas oriundas diretamente do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos ou de outras fontes, nomeadas como investimentos associados.

5.4.1. ARRANJO INSTITUCIONAL

Os principais atores estratégicos para a implementação do Plano são identificados no item 2.2.6. A partir dessa caracterização do arranjo institucional atual, foram identificados pontos de melhoria que são discutidos a seguir.

As propostas de aperfeiçoamento do arranjo institucional para a Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri estão apresentadas em dois programas do Plano Ação de maneira direta em ações objetivas, a saber: **2.3 – Fortalecimento do CBH** e **3.3 - Secretaria Executiva e Apoio Técnico à Gestão**.

No âmbito do programa de Fortalecimento do CBH busca-se consolidar e manter em evidência ao longo de todo o período de implementação do PDRH o papel de fórum local e com amplo alcance na sociedade civil do Comitê de Bacia a partir do fortalecimento do ambiente de governança das águas. Para isso, lance-se mão de duas estratégias: (i) manter e ampliar o alcance do CBH frente à sociedade; e (ii) qualificar as atividades realizadas.

Para a manutenção e ampliação do alcance do CBH são propostas quatro ações do programa de **Fortalecimento Institucional**, que possibilitam e incentivam a participação do CBH em toda e qualquer atividades ligada à temática de recursos hídricos:

- 2.3.1 - Implantação e manutenção da estrutura física e de internet do CBH.
 - Meta: Equipar e manter disponível infraestrutura de apoio às atividades do CBH, durante a vigência do PDRH.



- 2.3.2 - Custear atividades do CBH e outras despesas.
 - Meta: Viabilizar 100% das solicitações de participação do CBH em eventos internos e externos, durante a vigência do PDRH.
- 2.3.3 - Ampliação da representação da bacia nas instâncias de tomada de decisão.
 - Meta: Dispor de representações da bacia em 4 fóruns de tomada de decisão.
- 2.3.5 - Articulação da bacia federal do Mucuri.
 - Meta: Promover as articulações para a instituição dos entes responsáveis e a gestão integrada da bacia do Mucuri nas dominialidades estaduais e federal, através da realização de, no mínimo 7 eventos.
- 2.3.7 - Realizar eventos de articulação e divulgação dos trabalhos e estudos desenvolvidos na bacia.
 - Meta: Realizar 1 evento anual a partir do 5º ano de vigência do PDRH, totalizando 16 eventos

Para a qualificação das atividades realizadas, visando tornar mais efetiva essa ampliação do alcance, são propostas duas ações do programa de **Fortalecimento Institucional** e duas ações do programa **Secretaria Executiva e Apoio Técnico à Gestão**:

- 2.3.4 - Capacitação dos integrantes do CBH e atores estratégicos para a gestão de recursos hídricos.
 - Meta: Envolver em processos de capacitação o equivalente a 70% do total de membros do CBH (22, incluindo titulares e suplentes), podendo ser membros titulares, suplentes ou outros atores estratégicos ligados ao CBH.
- 2.3.6 - Formalizar a cooperação com instituições de ensino e pesquisa.
 - Meta: Formalizar (inclui renovação) 5 acordos de cooperação com instituições universitárias, para pesquisa e extensão, na vigência do PDRH.
- 2.3.8 - Apoiar a produção de conhecimento técnico e científico.
 - Meta: Apoiar, através de mecanismos formalizados com outras instituições, a realização de 1 estudo a cada 2 anos, totalizando 10 estudos.
- 3.3.1 - Assessoria técnica e secretaria executiva do CBH.
 - Meta: Atender as funções de secretaria executiva e assessoria técnica ao CBH.

- 3.3.2 - Contratação e manutenção de Entidade Equiparada à Agência de Bacia Hidrográfica.
 - Meta: Definir o formato, a forma de financiamento, o contrato e indicadores de acompanhamento e contratar entidade equiparada.

A implementação dessas ações deve levar em um primeiro momento a uma atuação fortalecida e capacitada no ambiente em que o CBH já atua, consolidando-o a partir de uma continuada qualificação. Para o médio e longo prazo a atuação no âmbito federal concomitante com a ampliação do contato com instituições de ensino e pesquisa deve promover uma rede melhorada dos diversos atores do sistema de gestão e outros atores estratégicos na região.

Com esse cenário e a concomitante implementação dos instrumentos de gestão a partir da implementação das ações da **Componente 1 – Gestão Integrada dos Recursos Hídricos** tem-se um arranjo institucional aperfeiçoado pela implementação objetiva da gestão e governança na bacia.

5.4.2. ACOMPANHAMENTO DA IMPLEMENTAÇÃO DO PDRH

O Plano de Ação tem duas ações dedicadas ao acompanhamento de sua implementação: 1.5.1 - Realizar o acompanhamento periódico da implementação do PDRH e 1.5.2 - Criar e manter o Grupo de Acompanhamento do Plano (GAP). O GAP, na execução da ação 1.5.1 deve realizar reuniões e articular junto aos atores responsáveis e associados à execução das demais ações do Plano acompanhando o cronograma de implementação e, especialmente, os indicadores que cada uma das ações possuem.

De acordo com a meta da ação 1.5.2, serão realizadas 40 reuniões do GAP ao longo do prazo de implementação do PDRH. Nessas reuniões deve ser realizado o acompanhamento da implementação e a articulação. Sendo que esta última pode ser via diretoria do CBH.

A definição da métrica a ser utilizada para o acompanhamento da implementação do PDRH tomou como referência o trabalho atualmente desenvolvido pelo IGAM na elaboração de instrumentos de monitoramento da implementação dos Planos.

Assim sendo, a metodologia aplicada toma como referência principal o trabalho desenvolvido por Mota (2018), que desenvolve uma metodologia específica para Planos de Recursos Hídricos. Nessa metodologia, cada ação do Plano de Ação recebe um indicador do atingimento da meta dividido em cinco níveis, que variam de zero a um, em quintis, como apresentado no Quadro 5.34.

Quadro 5.34 - Valores de indicador de atingimento das metas.

Níveis	Descrição Geral
0	Ação não iniciada
0,25	Definido conforme especificidade da ação
0,50	
0,75	
1	Ação concluída

Fonte: adaptado de Mota, 2018.

Cada uma das ações do PDRH possui uma descrição por indicador e por faixa de indicador, como apresentado nas fichas das ações, no relatório do Plano de Ações. Através dessas descrições e da distribuição dos valores dos indicadores no cronograma do Plano de Ação se torna possível um acompanhamento objetivo da implementação de cada ação e, por consequência, do PDRH. Esse acompanhamento deve ser o foco principal do GAP, buscando preencher lacunas de implementação identificadas por um indicador menor que o esperado para determinado ano. Esse acompanhamento deve ser realizado em conjunto com o IGAM, que possui uma estratégia bastante robusta de acompanhamento dos indicadores.

A primeira reunião do GAP deve ter como tema principal o estabelecimento de uma matriz de acompanhamento da implementação, reunindo os indicadores de todas as ações do PDRH. Essa matriz de acompanhamento deve resultar em um índice de implementação do PDRH, a ser elaborado e validado em conjunto com o IGAM, buscando congrega as práticas do órgão gestor ao acompanhamento realizado no âmbito do CBH. Essa reunião deve ser apoiada no webnário realizado no âmbito do processo de participação social sobre **metas e indicadores para acompanhamento da implementação do Plano Diretor de Recursos Hídricos (MU1)**, disponível no Canal do *Youtube* **PDRH Leste de Minas** (<http://bit.ly/canalpdrhlestedeminas>).

A matriz elaborada nessa primeira reunião deve ser atualizada a cada reunião do GAP, passando a ser o principal mecanismo de acompanhamento da implementação do PDRH.

5.4.3. PROGRAMA DE INVESTIMENTOS

O programa de investimentos do Plano de Ação apresenta uma previsão total de mais de 390 milhões a serem aplicados na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri ao longo dos 20 anos de implementação do PDRH. Desses, 28 milhões devem ser aplicados pelo Sistema de Gestão de Recursos Hídricos e outros 363 milhões devem ser aplicados por outros atores e são apresentados neste Plano de Ação como Investimentos associados. A divisão entre o orçamento da Gestão e Investimentos Associados é apresentada na Figura 5.8.

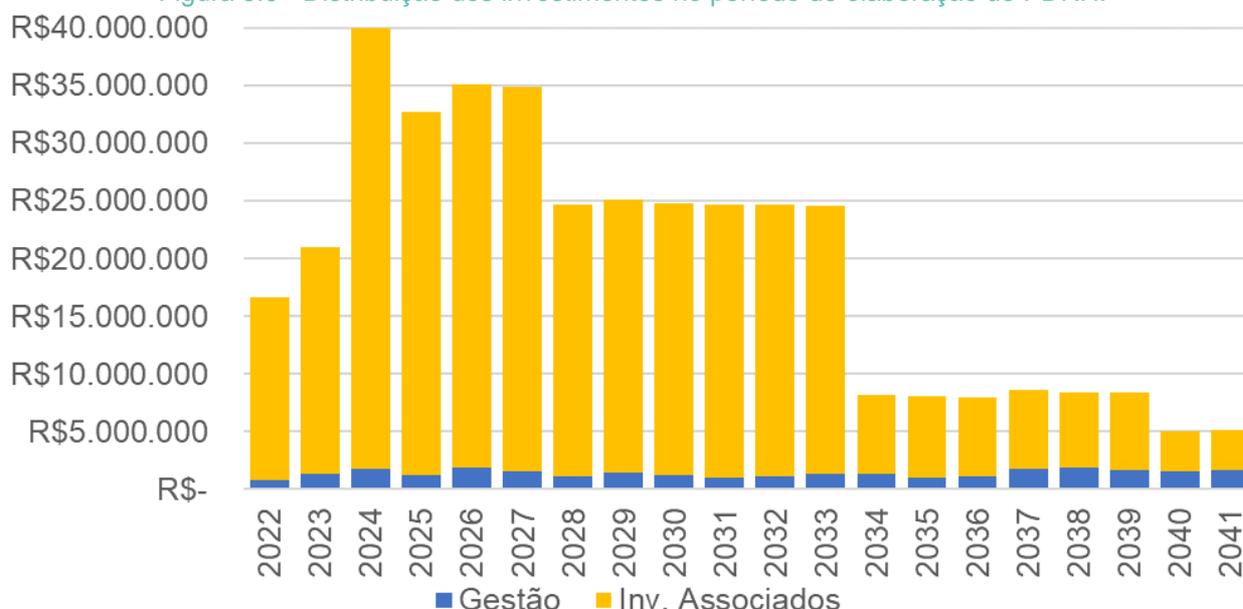
Figura 5.8 - Divisão entre os investimentos do Sistema de Gestão e Investimentos Associados.



Fonte: elaboração própria.

A distribuição dos investimentos no tempo é apresentada na Figura 5.9.

Figura 5.9 - Distribuição dos investimentos no período de elaboração do PDRH.



Fonte: elaboração própria.

Observa-se que há uma escalada contínua nos investimentos, que já parte no primeiro ano de um total de R\$ 16,6 milhões e escala até atingir valores próximos a 42,3 milhões no final do primeiro triênio, em 2024, voltando a ultrapassar os 30 milhões anuais em 2025, 2026 e 2027. Os valores se mantêm próximos a 25 milhões de reais até 2033, quando o investimento total se reduz à um patamar inferior a R\$ 10 milhões. Como a figura permite observar, esse comportamento é devido a variação nos valores de investimentos associados, já que os valores do orçamento de gestão variam, em todo o período, entre 839 mil e 1,885 milhão de reais. O Quadro 5.35 apresenta os valores exatos para o orçamento de gestão, investimentos associados e totais para cada ano de implementação do PDRH.



Quadro 5.35 - Investimentos anuais.

Ano	Gestão	Inv. Associados	Total
2022	R\$ 839.781,58	R\$ 15.790.434,18	R\$ 16.630.215,76
2023	R\$ 1.379.891,51	R\$ 19.669.683,61	R\$ 21.049.575,12
2024	R\$ 1.814.148,75	R\$ 40.517.034,23	R\$ 42.331.182,97
2025	R\$ 1.283.706,96	R\$ 31.461.122,87	R\$ 32.744.829,83
2026	R\$ 1.884.898,18	R\$ 33.244.122,87	R\$ 35.129.021,04
2027	R\$ 1.514.557,24	R\$ 33.344.122,87	R\$ 34.858.680,10
2028	R\$ 1.165.749,03	R\$ 23.563.911,38	R\$ 24.729.660,41
2029	R\$ 1.461.515,73	R\$ 23.663.911,38	R\$ 25.125.427,10
2030	R\$ 1.220.070,26	R\$ 23.563.911,38	R\$ 24.783.981,63
2031	R\$ 1.028.457,68	R\$ 23.671.911,38	R\$ 24.700.369,05
2032	R\$ 1.082.237,78	R\$ 23.571.911,38	R\$ 24.654.149,15
2033	R\$ 1.321.840,25	R\$ 23.279.727,77	R\$ 24.601.568,01
2034	R\$ 1.338.854,77	R\$ 6.833.636,22	R\$ 8.172.490,99
2035	R\$ 1.044.178,76	R\$ 7.021.185,76	R\$ 8.065.364,51
2036	R\$ 1.137.308,86	R\$ 6.849.636,22	R\$ 7.986.945,08
2037	R\$ 1.731.497,58	R\$ 6.862.086,68	R\$ 8.593.584,26
2038	R\$ 1.838.826,66	R\$ 6.509.721,37	R\$ 8.348.548,03
2039	R\$ 1.709.514,68	R\$ 6.697.270,91	R\$ 8.406.785,59
2040	R\$ 1.566.031,48	R\$ 3.431.000,00	R\$ 4.997.031,48
2041	R\$ 1.651.886,01	R\$ 3.531.000,00	R\$ 5.182.886,01
Totais	R\$ 28.014.953,73	R\$ 363.077.342,43	R\$ 391.092.296,16

Fonte: elaboração própria.

5.4.3.1. Orçamento de Gestão

Apesar de representar 7% do orçamento total do PDRH, o orçamento de gestão atende ao necessário para a implementação de 51 das 69 ações do Plano. Essas ações estão distribuídas em 21 dos 23 programas do PDRH, que tem os valores para o Investimento de Gestão apresentados no Quadro 5.36.

Quadro 5.36 - Investimentos de Gestão nos programas do PDRH.

Programa		Investimento de Gestão
1.1	Outorga	R\$ 2.929.548,28
1.2	Enquadramento*	R\$ -
1.3	Cobrança	R\$ 790.812,52
1.4	Sistema de Informações	R\$ 1.369.851,81
1.5	Plano de Recursos Hídricos	R\$ 3.178.234,48
1.6	Compensação, rateio e penalidades	R\$ 330.353,21
2.1	Comunicação Social	R\$ 1.034.630,42
2.2	Educação Ambiental	R\$ 608.376,38
2.3	Fortalecimento do CBH	R\$ 4.591.910,11
3.1	Monitoramento quali-quantitativo	R\$ 319.376,38
3.2	Desenvolvimento do Conhecimento Técnico e Científico	R\$ 2.721.853,06
3.3	Secretaria Executiva e Apoio Técnico à Gestão	R\$ 5.757.455,25
3.4	Contingência Hídrica e Eventos Extremos	R\$ 440.065,66
3.5	Segurança de Barragens	R\$ 366.752,76
4.1	Esgotamento Sanitário Urbano*	R\$ -
4.2	Saneamento Rural*	R\$ -
4.3	Resíduos Sólidos*	R\$ -
4.4	Abastecimento e Universalização do Acesso à Água	R\$ 1.517.990,35
4.5	Drenagem Urbana	R\$ 382.843,05
5.1	Manejo de Água e Solo na Agropecuária	R\$ 1.653.500,00
5.2	Restauração e Conservação de Áreas Prioritárias	R\$ 21.400,00
5.3	Unidades de Conservação Ambiental*	R\$ -
5.4	Uso da Água e Lançamento de Efluentes na Indústria e na Mineração*	R\$ -

*As ações desses programas têm seus orçamentos contidos em outras ações no PDRH, conforme detalhado nas fichas de cada ações. Por isso, no orçamento dos programas os valores são apresentados como zero, evitando a duplicidade na visualização dos valores.

Fonte: elaboração própria.

O programa que apresenta o maior valor investido é o **Secretaria Executiva e Apoio Técnico à Gestão**. Neste se destaca a ação **3.3.2 - Contratação e manutenção de Entidade Equiparada à Agência de Bacia Hidrográfica** com um total previsto de R\$ 4.921.400,00 a serem aplicados do quinto ao vigésimo ano de implementação do PDRH. O orçamento deste programa contempla o orçamento de outras ações que devem se utilizar da estrutura de apoio à gestão a ser implementada, como os programas que não tem previsão de valor no Quadro 5.36.

Além desse se destaca o programa **Fortalecimento do CBH**, que possui uma previsão total de R\$ 4.591.910,11 distribuído em oito ações que visam, de forma geral, fortalecer a atuação do CBH junto à sociedade e ampliar as esferas de participação do CBH e da sociedade.

5.4.3.2. Investimentos Associados

Representando 93% do orçamento total do programa de investimento, os investimentos associados estão distribuídos em oito dos 23 programas do PDRH, com especial destaque para o setor de saneamento, que representa aproximadamente 92% dos investimentos necessários e é o principal influenciador da distribuição desses investimentos no tempo. Os investimentos associados provêm de atores parceiros ou fontes de financiamento que não são próprios do PDRH, assim, é importante que os órgãos articuladores do Plano Diretor trabalhem para garantir esses recursos para o seu Plano de Ação. O Quadro 5.37 apresenta os investimentos associados por programa do PDRH.

Quadro 5.37 - Investimentos Associados nos programas do PDRH.

Programa		Investimentos Associados
3.1	Monitoramento quali-quantitativo	R\$ 792.000,00
4.1	Esgotamento Sanitário Urbano	R\$ 196.013.023,91
4.2	Saneamento Rural	R\$ 22.813.921,22
4.3	Resíduos Sólidos	R\$ 44.292.369,50
4.4	Abastecimento e Universalização do Acesso à Água	R\$ 69.388.720,00
5.1	Manejo de Água e Solo na Agropecuária	R\$ 262.648,61
5.2	Restauração e Conservação de Áreas Prioritárias	R\$ 28.989.361,97
5.4	Uso da Água e Lançamento de Efluentes na Indústria e na Mineração	R\$ 525.297,22

Fonte: elaboração própria.

O setor de saneamento é bastante representativo para a implementação do PDRH e a aprovação recente do novo marco legal do setor (Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020) influencia de maneira direta no cronograma de investimentos, por isso, analisa-se de forma destacada no item que segue os investimentos dos programas da componente de saneamento.

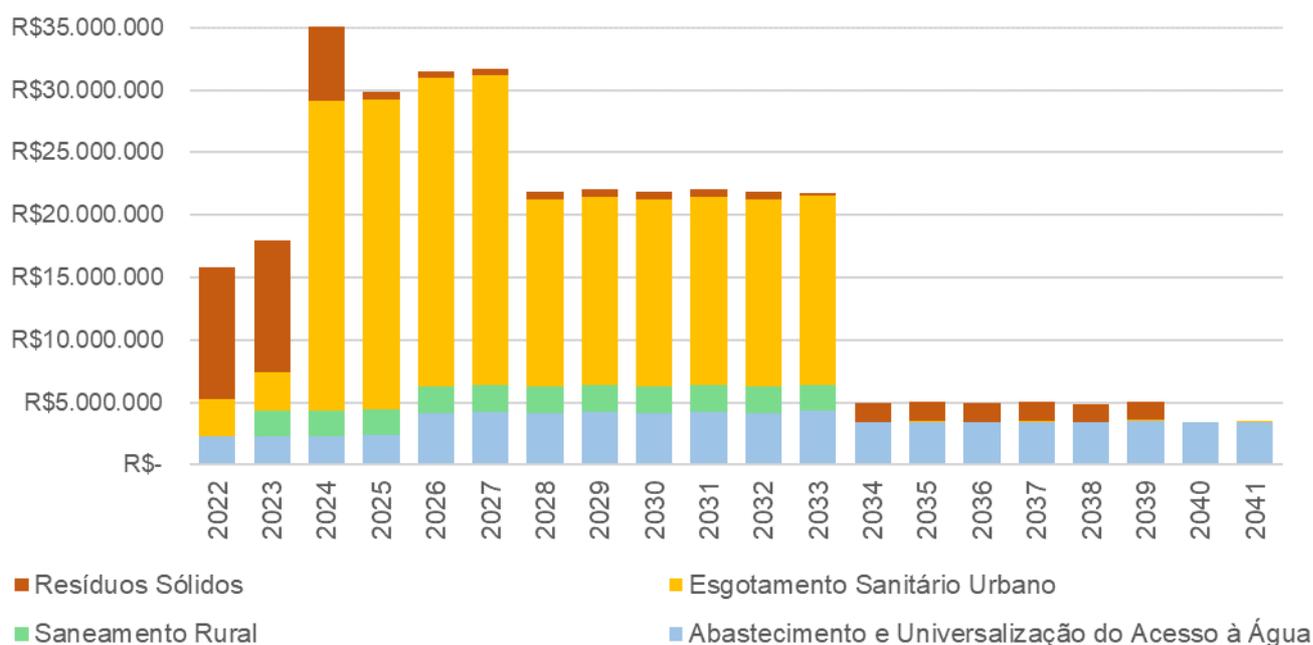
Para além dessa componente são quatro os programas que necessitam de investimentos associados para sua implementação com destaque para o programa Restauração e Conservação de Áreas Prioritárias, que apresenta grande parte de seu orçamento alocado na ação **5.2.3 - Implantar ações que visem a proteção, conservação e recuperação de nascentes, matas ciliares e áreas de recarga**, que possui um total previsto de R\$ 28.989.361,97 a serem aplicados do segundo ao décimo oitavo ano de implementação do PDRH.



➤ Investimentos Associados na Componente de Saneamento

O total de investimentos associados previstos para a componente de saneamento (R\$ 332.508.034,63) representa 85% do orçamento total do PDRH e, como já abordado, as metas do novo marco legal do setor impactam de maneira direta na aplicação desses recursos. Como pode ser observado na Figura 5.10, nos primeiros três anos de implementação do PDRH os investimentos associados da componente de saneamento têm a maior quantia a ser aplicada no programa de **Resíduos Sólidos**, que neste período deve receber mais de R\$ 30,7 milhões para atingir a meta do marco legal. Após esse período o destaque é do programa de **Esgotamento Sanitário Urbano**, que inicia uma crescente de investimentos já no segundo ano de implementação e é o programa que detém a maior previsão orçamentária até 2033, ano em que devem ser atendidas as metas do marco legal e que o programa deve ter recebido aproximadamente R\$ 195 milhões em investimentos. O programa de **Saneamento Rural** tem um comportamento semelhante ao de Esgotamento Sanitário Urbano, mas com investimentos de menor porte, de aproximadamente R\$ 22,8 milhões. Já o programa de **Abastecimento** tem um investimento perene com média anual de aproximadamente R\$ 3,5 milhões.

Figura 5.10 - Investimentos Associados na Componente Saneamento.



Fonte: elaboração própria.

Por fim, cabe observar que no Plano de Ação não há previsão de ações diretas sobre drenagem urbana, apenas ações que tratam do apoio institucional à realização de intervenções, por isso essa temática não foi destacada neste item.

5.4.3.3. Fontes de Financiamento

A seguir são apresentadas fontes de financiamento de origem municipal, estadual e federal que podem ser acessadas para a realização dos investimentos necessários à implementação do



PDRH. O acesso a estes recursos não depende diretamente do Comitê ou de outros entes do sistema de gestão, contudo, cabe a esses, a realização da articulação necessária a obtenção de recursos disponíveis e a disponibilização de recursos dessas e de outras fontes que possam contribuir para a implementação das ações do PDRH.

➤ Fontes de Financiamento Municipal

- IPTU.
- ITBI.
- ISS.
- Taxas de Licenciamento.
- Taxas ou Contribuições de Melhorias.
- Receitas Patrimoniais.
- Taxa de Limpeza.
- Receitas de Serviços.
- Verbas de repasse:
 - FPM (Fundo de Participação dos Municípios).
 - IOF (Imposto sobre Operações Financeiras).
 - ITR (Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural).
 - ICMS Ecológico.

➤ Fontes de Financiamento Estadual

- Plano Plurianual do Estado.
- Fundo Estadual de Recursos Hídricos.
- ICMS.

➤ Fontes de Financiamento Federal

- Plano Plurianual.
- FGTS (Fundo de Garantia do Tempo de Serviço).
- Caixa Econômica Federal (CEF).
- BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social).
- ANA (Agência Nacional de Águas).
- MMA (Ministério do Meio Ambiente).
- MDR (Ministério do Desenvolvimento Regional).
- FUNASA (Fundação Nacional de Saúde).
- Banco do Nordeste do Brasil S.A.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este relatório sintetiza todo o conteúdo produzido durante a elaboração do PDRH. Ao trazer os principais resultados das fases de diagnóstico, prognóstico e plano de ações, é possível observar a relação entre essas etapas e a sua importância para a construção do Plano. Ainda apresenta alguns dos principais resultados obtidos na elaboração do Programa de Efetivação do Enquadramento. Todas as metodologias e resultados parciais apresentados embasam os encaminhamentos finais do PDRH, que são, principalmente, as ações a serem implementadas, buscando o aperfeiçoamento da gestão de recursos hídricos e melhoria da qualidade ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri.

No diagnóstico foram identificadas algumas deficiências na situação atual da gestão dos recursos hídricos na bacia, como, por exemplo, a falta de informações sobre as águas subterrâneas e os grandes déficits nos serviços de saneamento básico. Por outro lado, também houve o levantamento de algumas oportunidades, como um estudo das áreas prioritárias para conservação, restauração e uso sustentável e a estrutura institucional de gestão de recursos hídricos já existente, mas que também deve ser aperfeiçoada. Com esse conhecimento somado às análises de disponibilidades hídricas e de demandas setoriais nos cenários atual e futuros, foram propostas diretrizes para os instrumentos de gestão de recursos hídricos, que devem ser observadas como orientações gerais para a atuação do Instituto Mineiro de Gestão das Águas e para o Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Rio Mucuri. Aprofundando a temática de planejamento, o Plano de Ação orienta os atores estratégicos para a implementação de ações nos diversos temas relacionados aos recursos hídricos da bacia. Esses temas, divididos nas componentes e programas, se complementam para buscar o aperfeiçoamento da gestão dos recursos hídricos.

De posse desse instrumento, que é o Plano Diretor de Recursos Hídricos, os órgãos gestores dos recursos hídricos na bacia são os responsáveis pela sua implementação e atualização nos próximos 20 anos, até o final da sua vigência. Por meio de avaliações periódicas dos indicadores das ações e da participação da sociedade através dos CBHs, os órgãos gestores possuem papel central para que se implemente o que está no Plano de Ação e, também, para que se possa ir além deste quando possível, permitindo flexibilidade nas suas atuações. Essa flexibilidade é necessária devido a imprevisibilidade de alguns processos e eventos que podem trazer desafios e oportunidades não contemplados no Plano de Ação. Assim, é necessário que se observe o Plano como um documento estratégico e orientador da atuação do sistema de gestão, mas não como um documento normativo. Esta visão também deve ser observada pelo CBH enquanto fórum de participação social e, especialmente, instância decisória para a gestão. O Plano foi elaborado para que o CBH o execute como protagonista e depende dessa postura do Comitê o sucesso de sua implementação.

7. REFERÊNCIAS

Normas Federais

BRASIL Lei Nº 13.844, de 18 de junho de 2019. Estabelece a organização básica dos órgãos da Presidência da República e dos Ministérios e dá outras providências. Brasília, 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Lei/L13844.htm. Acesso em: jun. 2020.

BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, [2020]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: out. 2021.

BRASIL. Decreto Nº 5.758, de 13 de abril de 2006. Institui o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas - PNAP, seus princípios, diretrizes, objetivos e estratégias, e dá outras providências. Brasília, 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5758.htm. Acesso em: jun. 2020.

BRASIL. Decreto Nº 99.274, de 6 de junho de 1990. Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/Antigos/D99274.htm. Acesso em: jun. 2020.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000 e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: jan. 2021.

BRASIL. Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Brasília, 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: jun. 2020.

BRASIL. Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: jun. 2020.

BRASIL. Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm. Acesso em: jun. 2020.

BRASIL. Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm. Acesso em: nov. 2021.

BRASIL. Lei Nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9984.htm. Acesso em: fev. 2021

BRASIL. Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: jun. 2020.

CNRH. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução CNRH Nº 91, de 5 de novembro de 2008. Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. Brasília, 2008. Disponível em: <https://cnrh.mdr.gov.br/resolucoes/820-resolucao-n-91-de-5-de-novembro-de-2008/file>. Acesso em: jun. 2020.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA Nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=627. Acesso em: out. 2021.



Normas Estaduais

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Resolução Conjunta ANA e IGAM nº 779, de 20 de outubro de 2009. Dispõe sobre a integração das bases de dados de uso de recursos hídricos entre a ANA e o IGAM, prioritariamente nas bacias em que a cobrança pelo uso de recursos hídricos estiver implementada. Disponível em: <https://www.cbhdoce.org.br/wp-content/uploads/2016/01/779-2009.pdf>.

CERH-MG. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Deliberação Normativa CERH - MG nº 19, de 28 de junho de 2006. Regulamenta o art. 19, do Decreto 41.578/2001 que dispõe sobre as agências de bacia hidrográfica e entidades a elas equiparadas e dá outras providências. Belo Horizonte, 2006. <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8710>. Acesso em: jun. 2020.

CERH-MG. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Deliberação Normativa CERH - MG nº 36, de 23 de dezembro de 2010. Padroniza a utilização dos nomes, siglas e códigos das Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009. <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=15534>. Acesso em: jun. 2020.

CERH-MG. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Deliberação Normativa CERH-MG Nº 07, de 2002. Estabelece a classificação dos empreendimentos quanto ao porte e potencial poluidor, tendo em vista a legislação de recursos hídricos do Estado de Minas Gerais, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=180>. Acesso em: out. 2021.

CERH-MG. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Deliberação Normativa CERH-MG Nº 09, de 2004. Define os usos insignificantes para as circunscções hidrográficas no Estado de Minas Gerais. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=209>. Acesso em: out. 2021.

CERH-MG. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Deliberação Normativa CERH-MG Nº 215, de 2009. Aprova a indicação do Agente Financeiro e do Agente Técnico para a cobrança pelo uso de recursos hídricos do domínio do Estado de Minas Gerais. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=12414>.

CERH-MG. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Deliberação Normativa CERH-MG Nº 216, de 2009. Aprova o Manual Financeiro e o Manual Técnico da cobrança pelo uso de recursos hídricos do domínio do Estado de Minas Gerais. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=12415>.

CERH-MG. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Deliberação Normativa CERH-MG Nº 22, de 2008. Dispõe sobre os procedimentos de equiparação e de desequiparação das entidades equiparadas da agência de bacia hidrográfica, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.pretoparaibuna.org.br/estadual/deliberacoes/cerh/222008.pdf>.

CERH-MG. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Deliberação Normativa CERH-MG Nº 23, de 2008. Dispõe sobre os contratos de gestão entre o Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM e as entidades equiparadas a Agências de Bacias Hidrográficas relativas à gestão de recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8411>.

CERH-MG. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Deliberação Normativa CERH-MG Nº 24, de 2008. Dispõe sobre procedimentos gerais de natureza técnica e administrativa a serem observados no exame de pedidos de outorga para o lançamento de efluentes em corpos de água superficiais no domínio do Estado de Minas Gerais. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8590>. Acesso em: out. 2021.

CERH-MG. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Deliberação Normativa CERH-MG Nº 26, de 2008. Dispõe sobre procedimentos gerais de natureza técnica e administrativa a serem observados no exame de pedidos de outorga para o lançamento de efluentes em corpos de água superficiais no domínio do Estado de Minas Gerais. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=9028>. Acesso em: out. 2021.

CERH-MG. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Deliberação Normativa CERH-MG Nº 31, de 2009. Estabelece critérios e normas gerais para aprovação de outorga de direito de uso de recursos hídricos para empreendimentos de grande porte e com potencial poluidor, pelos comitês de bacias hidrográficas. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=10452>. Acesso em: out. 2021.

CERH-MG. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Deliberação Normativa CERH-MG Nº 34, de 2010. Define o uso insignificante de poços tubulares localizados nas unidades de planejamento e gestão de



recursos hídricos que menciona e dá outras providências. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=14468>. Acesso em: out. 2021.

CERH-MG. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Deliberação Normativa CERH-MG N° 62, de 17 de março de 2019. Altera Deliberação Normativa CERH-MG n° 09, de 16 de junho de 2004. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=49178>.

CERH-MG. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Deliberação Normativa CERH-MG n° 66, de 16 de novembro de 2020. Estabelece as Unidades Estratégicas de Gestão do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=52900>. Acesso em: fev. 2021.

COPAM. CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL. CERH-MG. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG N° 01, de 05 de maio de 2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/Delibera%C3%A7%C3%A3o%20Normativa%20Conjunta%20COPAM%20ERH%20N.%C2%BA%201,%20de%2005%20de%20Maio%20de%202008.pdf>

COPAM; CERH-MG. CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL; CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG n° 06, de 14 de setembro de 2017. Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento de corpos de água superficiais, e dá outras providências. Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=45278>. Acesso em: nov. 2020.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Portaria IGAM N° 06, de 04 de fevereiro de 2019. Altera a Portaria IGAM n° 29, de 09 de outubro de 2018, que estabelece procedimento específico para análise de processos de pedidos de renovação de portaria de outorga. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=47739>. Acesso em: out. 2021.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Portaria IGAM N° 12, de 02 de maio de 2018. Dispõe sobre a delegação de competência para decidir sobre os requerimentos de outorgas e outros atos autorizativos de uso de recursos hídricos. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=49118>. Acesso em: out. 2021.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Portaria IGAM N° 12, de 19 de fevereiro de 2020. Altera a Portaria IGAM n° 48, de 04 de outubro de 2019, que estabelece normas suplementares para a regularização dos recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=51241>. Acesso em: out. 2021.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Portaria IGAM N° 14, de 07 de abril de 2020. Estabelece critérios para a caracterização de poços manuais e cisternas considerados intervenções sujeitas a cadastro de uso insignificante e dá outras providências. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=52620>. Acesso em: out. 2021.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Portaria IGAM N° 15, de 20 de junho de 2007. Estabelece os procedimentos para cadastro obrigatório e obtenção de certidão de registro de uso insignificante, bem como para protocolo e tramitação das solicitações de renovação de Outorgas de Direitos de Uso de Recursos Hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=7160>. Acesso em: out. 2021.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Portaria IGAM N° 21, de 08 de maio de 2020. Prorroga a delegação de competência para decidir sobre os requerimentos de outorgas e outros atos autorizativos de uso de recursos hídricos, que dispõe a Portaria IGAM n° 12/2018. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=51720>. Acesso em: out. 2021.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Portaria IGAM N° 26, de 05 de junho de 2020. Institui a Comissão Gestora Local – CGL – no âmbito do processo de outorga coletiva de direito de uso de recursos hídricos superficiais em áreas declaradas de conflito pelo uso dos recursos hídricos. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=51922>. Acesso em: out. 2021.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Portaria IGAM N° 29, de 09 de outubro de 2018. Estabelece procedimento específico para análise de processos de renovação de portaria de outorga de direito de uso de recursos hídricos. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=46658>. Acesso em: out. 2021.



IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Portaria IGAM N° 48, de 04 de outubro de 2019. Estabelece normas suplementares para a regularização dos recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=49719>. Acesso em: out. 2021.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Portaria IGAM N° 5, de 01 de março de 2018. Altera o prazo para cadastramento e prestação de informações sobre vazões previstas e medidas no Sistema de Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais (Siscad) para fins de cálculo da Cobrança e dá outras providências. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=46279>. Acesso em: out. 2021.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Portaria IGAM N° 52, de 25 de outubro de 2019. Estabelece procedimentos e normas para aplicação dos recursos, prestação e deliberação das contas com recurso da cobrança pelo uso de recursos hídricos, no âmbito das Agências de Bacias Hidrográficas e das Entidades a elas equiparadas do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=50160>.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Portaria IGAM N° 55, de 24 de setembro de 2020. Altera a Portaria IGAM n° 48, de 04 de outubro de 2019, que estabelece normas suplementares para a regularização dos recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=52580>. Acesso em: out. 2021.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Portaria IGAM N° 56, de 04 de novembro de 2019. Altera a Portaria IGAM n° 29, de 09 de outubro de 2018, que estabelece procedimento específico para análise de processos de pedidos de renovação de portaria de outorga. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=50025>. Acesso em: out. 2021.

MINAS GERAIS. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Decreto n° 26.961, de 28 de abril de 1987. Cria o Conselho Estadual de Recursos Hídricos, CERHI. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=1165>.

MINAS GERAIS. Decreto Estadual N° 29.586, de 8 de junho de 1989. Define área de proteção especial situada no Município de Araxá, para fins de preservação de mananciais, para abastecimento de água na Cidade de Araxá. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/mg/decreto-n-29586-1989-minas-gerais-define-area-de-protecao-especial-situada-no-municipio-de-araxa-para-fins-de-preservacao-de-mananciais-para-abastecimento-de-agua-na-cidade-de-araxa>. Acesso em: mai. 2022.

MINAS GERAIS. Decreto Estadual N° 44.865, de 01 de agosto de 2008. Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Rio Mucuri. Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=44865&comp=&ano=2008>. Acesso em: jun. 2020.

MINAS GERAIS. Decreto Estadual N° 45.202, de 23 de outubro de 2009. Altera o Decreto N° 44.865, de 1º de agosto de 2008, e o Decreto N° 44.955, de 19 de novembro de 2008. Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=45202&comp=&ano=2009>. Acesso em: jun. 2020.

MINAS GERAIS. Decreto N° 41.578, de 08 de março de 2001. Regulamenta a Lei n° 13.199, de 29 de janeiro de 1999, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=689>

MINAS GERAIS. Decreto N° 45.818, de 16 de dezembro de 2011. Contém o Regulamento do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, órgão responsável por gerir o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=19954>. Acesso em: out. 2021.

MINAS GERAIS. Decreto N° 45.877, de 30 de dezembro de 2011. Fica criada como área de proteção ambiental - APA - do Alto do Mucuri a área situada nos municípios de Caraí, Catuji, Itaipé, Ladainha, Novo Cruzeiro, Malacacheta, Poté e Teófilo Otoni. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=45877&comp=&ano=2011>. Acesso em: mai. 2022.

MINAS GERAIS. Decreto N° 46.501, de 05 de maio de 2014. Dispõe sobre o Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH-MG. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=32675>. Acesso em: out. 2021.

MINAS GERAIS. Decreto N° 47.383, de 02 de março de 2018. Estabelece normas para licenciamento ambiental, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos e estabelece

procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=45918>. Acesso em: out. 2021.

MINAS GERAIS. Decreto N° 47.705, de 04 de setembro de 2019. Estabelece normas e procedimentos para a regularização de uso de recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=49498>. Acesso em: out. 2021.

MINAS GERAIS. Decreto N° 47.866, de 19 de fevereiro de 2020. Estabelece o Regulamento do Instituto Mineiro de Gestão das Águas e dá outras providências. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=50864>. Acesso em: out. 2021.

MINAS GERAIS. Decreto N° 48.160, de 24 de março de 2021. Regulamenta e cobrança pelo uso de recursos hídricos no Estado e dá outras providências. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=DEC&num=48160&comp=&ano=2021>.

MINAS GERAIS. Decreto N° 48.209, de 18 de julho de 2021. Dispõe sobre o Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=53922>. Acesso em: out. 2021.

MINAS GERAIS. Lei Estadual N° 18.031, de 12 de janeiro de 2009. Belo Horizonte, 2009. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?tipo=LEI&num=18031&comp=&ano=2009>. Acesso em: jun. 2020.

MINAS GERAIS. Lei Estadual N° 22.257, de 27 de julho de 2016. Estabelece a estrutura orgânica da administração pública do Poder Executivo do Estado e dá outras providências. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa-nova-min.html?tipo=LEI&num=22257&ano=2016>. Acesso em jun. 2016.

MINAS GERAIS. Lei N° 13.199, de 29 de janeiro de 1999. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5309>. Acesso em: out. 2021.

MINAS GERAIS. Lei N° 21.972, de 21 de janeiro de 2016. Dispõe sobre o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SISEMA – e dá outras providências. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=40095>. Acesso em: out. 2021.

SEF. SECRETARIA DE ESTADO DA FAZENDA. SEMAD. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Resolução Conjunta SEF/SEMAD/IGAM n° 4.179, de 29 de dezembro de 2009. Dispõe sobre os procedimentos administrativos relativos à arrecadação decorrente da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos no Estado de Minas Gerais (CRH/MG), e dá outras providências. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/cobranca/novomenu/resolucao-conjunta-sef-semad-igam-4179.pdf>.

SEMAD. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. FEAM. FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. IEF. INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Resolução Conjunta SEMAD/FEAM/IEF/IGAM n° 2.466, de 13 de fevereiro de 2017. Institui a Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos e cria seu Comitê Gestor. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=43718>.

SEMAD. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. SEPLAG. SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO. SEF. SECRETARIA DE ESTADO DA FAZENDA. IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Resolução Conjunta SEMAD/SEPLAG/SEF/IGAM n° 1.349, de 01 de agosto de 2011. Institui a Comissão Técnica de Avaliação e Acompanhamento dos Contratos de Gestão assinados entre o Instituto Mineiro de Gestão das Águas e as Agências de Bacias Hidrográficas ou Entidades a elas Equiparadas. Disponível em: <http://www.comitespcj.org.br/images/Download/Res-Conj-SEMAD-SEPLAG-SEF-IGAM-1349-11.pdf>.

Outras referências

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9649: Projeto de redes coletoras de esgoto: Referências. Rio de Janeiro, 1986.

AGERH. AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Diagnóstico e Prognóstico das Condições de Uso da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Itaúnas. Relatório de Atividades. Espírito Santo, 2018. Disponível em



https://agerh.es.gov.br/Media/agerh/Documenta%C3%A7%C3%A3o%20CBHs/Ita%C3%BAnas/RT_Atividades%20Preliminares_CBH%20Ita%C3%BAnas.pdf. Acesso em: nov. 2020.

ALMEIDA, Luciana Gomes. Caracterização do solo com diferentes usos e composição florística no Vale Do Mucuri – MG. Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina, Minas Gerais, 2009.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Atlas de Abastecimento Urbano de Água da ANA, 2010. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx> Acesso em: out. 2018.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Atlas de Vulnerabilidade à Inundação. Brasília. ANA, 2014. 15 p. il. ISBN: 978-85-8210-025, 2014.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Atlas Esgotos da ANA, 2013. Disponível em: <http://atlasesgotos.ana.gov.br/> Acesso em: out. 2018.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Atlas Esgotos da ANA, 2020. Disponível em: <http://atlasesgotos.ana.gov.br/> Acesso em: out. 2018.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Atlas Esgotos: Estações de Tratamento de Esgoto 2019 - Planilha. 2020. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/1d8cea87-3d7b-49ff-86b8-966d96c9eb01>. Acesso em: mar. 2021

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada / Agência Nacional de Águas. - Brasília: ANA, 2017a. 86 p

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil. Brasília: ANA, 2017b. Disponível em: <https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home?uuid=5146c9ec-5589-4af1-bd64-d34848f484fd>. Acesso em: jan. 2019.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Política Nacional de Recursos Hídricos: O que é SINGREH?. 2018. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/aguas-no-brasil/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos/o-que-e-o-singreh>. Acesso em: jan. 21.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Portal Hidroweb. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb>. Acesso em mai. 2021.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Memorial descritivo do cálculo da demanda humana de água no documento “Base de Referência do Plano Nacional de Recursos Hídricos”. Brasília, 2015.

BIODIVERSITAS. FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS. Listas Vermelhas das Espécies da Fauna e da Flora Ameaçadas de Extinção em Minas Gerais. 2008. Disponível em: <http://www.biodiversitas.org.br/cdlistavermelha/default.asp>. Acesso em: nov. 2020.

BUARQUE, Sérgio C. Metodologia e Técnicas de Construção de Cenários Globais e Regionais. Brasília: IPEA, 2003 (Texto para Discussão Nº. 939) 75 p. Disponível em: http://ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_0939.pdf. Aceso em 13/06/2019.

CETESB. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo - Apêndice D - Índices de Qualidade das Águas. Relatório Técnico. 2019.

CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Banco de Dados do Sistema de informações das Águas Subterrâneas (SIAGAS). 2019.

CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Carta Hidrogeológica Folha SE.24 Rio Doce. Escala 1.1.000.000. 2016. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Folha-SE-24-Rio-Doce--Atlas-Hidrogeologico-do-Brasil-ao-Milionesimo-4502.html>. Acesso em: jan. 2019.

CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Projeto Águas do Norte de Minas – PANM. Mapa Hidrogeológico. Belo Horizonte, MG. 2019. Disponível em: https://www.cprm.gov.br/publique/media/hidrologia/projetos/panm/mapa_hidrogeologico.pdf. Acesso em: jun. 2020.

DEFESA CIVIL. Registro de Eventos Extremos do Estado de Minas Gerais. 2003-2016.

DO AMARAL, F. C. S. et al. Mapeamento de Solos e Aptidão Agrícola das Terras do Estado de Minas Gerais. Embrapa Solos-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2004.



DRUMMOND, Gláucia Moreira; MARTINS, Cassio Soares; MACHADO, Angelo Barbosa Monteiro; SEBAIO, Fabiane Almeida & ANTONINI, Yasmini. 2005. Biodiversidade em Minas Gerais. 2ª edição. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas.

DUFFUS, J.H. Glossary for chemists of terms used in toxicology. Pure & Appl. Chem. 65(9), 2003-2122. 1993.

ECOPLAN E SKILL. PLANO DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS. 2015. Disponível em: <https://siga.cbhvelhas.org.br/portal/siplan.zul>. Acesso em mai. 2022.

EMATER-MG. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais. 2016. Pesca e Aquicultura. Disponível em: http://www.emater.mg.gov.br/portal.cgi?flagweb=novosite_pagina_interna&id=21510 Acesso em: jan. 2019.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 2. Análise Morfométrica de Bacia Hidrográfica: Subsídio à Gestão Territorial, Estudo de Caso no Alto e Médio Mamanguape. Campinas, 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/84896/1/0000010346-BPD-Analise-morfometrica.pdf>. Acesso em: jun. 2020.

FEAM. FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Plano de energia e mudanças climáticas de Minas Gerais: resumo executivo - Belo Horizonte: FEAM, 2015. Disponível em: http://www.feam.br/images/stories/2015/ENERGIA_M_CILMATICAS/010615pemc_sumario_executivo_capa_nova_ficha_catalogifica.pdf. Acesso em: ago. 2020.

GERUR. GERÊNCIA DE REGULAÇÃO DE USOS DE RECURSOS HÍDRICOS. Planilha de outorgas dos municípios integrantes das bacias SM1, MU1 e Leste. 2021. Recebido por meio digital

HUSSAIN, Manjurul; MAHMUD, Ishtiak. (2019). pyMannKendall: a python package for non parametric Mann Kendall family of trend tests. Journal of Open Source Software, 4(39), 1556. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.21105/joss.01556>. Acesso em: nov. 2020.

IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário. Base de dados. 2006a. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2006>. Acesso em: ago. 2019.

IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário. Base de dados. 2018a. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em: ago. 2019.

IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2010. Base de dados. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2010/inicial>. Acesso em: ago. 2019.

IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa de Informações Básicas Municipais – 2018b. Base de dados. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html>. Acesso em: ago. 2019.

IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Pecuária Municipal. 2006b. Base de dados. Disponível em: https://servicodados.ibge.gov.br/Download/Download.ashx?http=1&u=biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2006_v34_br_cd.zip. Acesso em: ago. 2019.

IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Pecuária Municipal. 2017. Base de dados. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2018>. Acesso em: ago. 2019.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos. Rio de Janeiro: IBGE- Diretoria de Geociências, 2012. 271p. (Manuais Técnicos de Geociências, 1).

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal 2006. Rio de Janeiro, 2007.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal 2017. Rio de Janeiro, 2018c.

IDE-SISEMA, Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Outorgas de direito de uso de recursos hídricos (IGAM). Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>. Acesso em: out. 2021.



IDE-SISEMA. INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS DO SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. Conjunto de dados e padrões espaciais. Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>. Acesso em: jun. 2018.

IEF. Instituto Estadual de Florestas. Áreas Protegidas. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/areas-protegidas> Acesso em: jan. 2019.

IEF. INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. Plano de Manejo da APA do Alto Mucuri. 2019. Encarte 1. Disponível em: https://www.dropbox.com/sh/xrwdi5oynqi4pqd/AAC0wzt_bbhNVRPjzP3obAURa?dl=0.C:\Users\usuario\Downloads\Encarte I - PM APA Alto Mucuri.pdf Acesso em: set. 2019.

IEF. Instituto Estadual de Florestas. Projeto Áreas Prioritárias: Estratégias para a Conservação da Biodiversidade e Ecossistemas de Minas Gerais. 2021. Disponível em: https://biodiversitas.org.br/wp-content/uploads/2021/10/Relatorio_Areas-Prioritarias2021_PSCRMG.pdf Acesso em: mar. 2022.

IGAM. Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais de Minas Gerais em 2017: Resumo Executivo Anual. Relatório Técnico. 2018

IGAM. Avaliação da qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2018: resumo executivo anual. Relatório Técnico. 2019

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Cadastro de usos insignificantes e Outorgas de direito de uso de recursos hídricos. 2018a. Recebido em mídia física de Setor de Cadastro do IGAM.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Hidrografia.

Base cartográfica de hidrografia. Escala de origem: 1:50000 e 1:100000. 2010."

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Manual de Procedimentos Técnicos para Aplicação de Recursos da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos. 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/politica-nacional-de-recursos-hidricos/cobranca/arquivos-cobranca/deliberacao-cerh-mg-no-216-09-manual.pdf>.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Manual Econômico-Financeiro da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos. 2009a. Disponível em: http://cbharaguari.org.br/uploads/3_gestao_das_aguas/1_instrumentos_de_gestao/2_cobranca/manual_economico.pdf.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Normativos legais sobre a Cobrança pelo uso da água. 2020a. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/gestao-das-aguas/cobranca-pelo-uso-de-recursos-hidricos/1456-normativos-legais-sobre-a-cobranca-pelo-uso-da-agua>. Acesso em: nov. 2021.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Outorgas de direito de uso de recursos hídricos subterrâneos. Belo Horizonte, MG, 2018b. Recebido em mídia física de Setor de Cadastro do IGAM.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Plano Estadual de Recursos Hídricos: Resumo executivo. Belo Horizonte, MG, 2011. Vol. 1. 139 p.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Relatório de Diagnóstico. Plano Diretor de Recursos Hídricos e Enquadramento de Corpos de Água da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri – MU1. Elaborado por Profill Engenharia e Ambiente. 2021.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Relatório de Prognóstico. Plano Diretor de Recursos Hídricos e Enquadramento de Corpos de Água da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri – MU1. Elaborado por Profill Engenharia e Ambiente. 2021a.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Relatório de Alternativas de Enquadramento. Plano Diretor de Recursos Hídricos e Enquadramento de Corpos de Água da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri – MU1. Elaborado por Profill Engenharia e Ambiente. 2021b.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Relatório das Consultas Públicas de Diagnóstico. Plano Diretor de Recursos Hídricos e Enquadramento de Corpos de Água da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri – MU1. Elaborado por Profill Engenharia e Ambiente. 2021c.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Relatório da Consulta Pública de Prognóstico. Plano Diretor de Recursos Hídricos e Enquadramento de Corpos de Água da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri – MU1. Elaborado por Profill Engenharia e Ambiente. 2021d.



IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Relatório das Consultas Públicas de Alternativas de Enquadramento. Plano Diretor de Recursos Hídricos e Enquadramento de Corpos de Água da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri – MU1. Elaborado por Profill Engenharia e Ambiente. 2021e.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Programa Preliminar para Efetivação do Enquadramento. Plano Diretor de Recursos Hídricos e Enquadramento de Corpos de Água da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri – MU1. Elaborado por Profill Engenharia e Ambiente. 2022.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Relatório do Plano de Ação. Plano Diretor de Recursos Hídricos e Enquadramento de Corpos de Água da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri – MU1. Elaborado por Profill Engenharia e Ambiente. 2022a.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Relatório das Consultas Públicas do Programa Preliminar para Efetivação do Enquadramento. Plano Diretor de Recursos Hídricos e Enquadramento de Corpos de Água da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri – MU1. Elaborado por Profill Engenharia e Ambiente. 2022b.

IGAM. INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Relatório das Consultas Públicas do Plano de Ação. Plano Diretor de Recursos Hídricos e Enquadramento de Corpos de Água da Bacia Hidrográfica do Rio Mucuri – MU1. Elaborado por Profill Engenharia e Ambiente. 2022c.

IGAM. Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais de Minas Gerais em 2012 – Resumo Executivo. Relatório Técnico. 2013

IGAM. Qualidade das Águas Superficiais de Minas Gerais em 2014 – Resumo Executivo. Relatório Técnico. 2015

IGAM. Qualidade das Águas Superficiais de Minas Gerais em 2015 – Resumo Executivo. Relatório Técnico. 2016

IGAM. Qualidade das Águas Superficiais de Minas Gerais em 2016 – Resumo Executivo. Relatório Técnico. 2017

INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Normais Climatológicas. Disponível em: https://clima.inmet.gov.br/NormaisClimatologicas/1961-1990/precipitacao_acumulada_mensal_anual. Acesso em: ago. 2020.

KAYSER R. H. B.; COLLISCHONN W. Comparativo entre o modelo QUAL2K e uma metodologia simplificada de modelagem da qualidade da água integrada a um ambiente de Sistema de Informações Geográficas: estudo de caso na Bacia do Rio Macaé. XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Florianópolis, 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/173926/001061641.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: jun. 2020.

KAYSER, R. H. B.; COLLISCHONN, W. Integrando Sistema de Suporte à Decisão para Gerenciamento de Recursos Hídricos a um SIG de Código Aberto. In: XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2013, Bento Gonçalves. Anais do XX SBSR. Porto Alegre: ABRH, 2013.

LIMA, W. de Paula & ZAKIA, Maria J. de Brito. Hidrologia de Matas ciliares. In: RODRIGUES, R. Ribeiro & LEITÃO FILHO, H. de Freitas. Matas ciliares: conservação e recuperação. São Paulo: FAPESP, 2001.

MACHADO, Marceley Ferreira; SILVA, Sandra Fernandes da. Geodiversidade do estado de Minas Gerais. 2010.

MINAS GERAIS. Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Minas Gerais (ZEE-MG). Belo Horizonte, MG: 2008.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Desenvolvimento de Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil (2011). Disponível em: http://mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao21032012055532.pdf Acesso em: jan. 2019.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Recursos Hídricos. Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Leste. Brasília, DF, 2006. 156 p.

MOTA, A. O. Proposição Metodológica para Avaliação da Implementação de Planos Diretores de Recursos Hídricos. Dissertação – Universidade Federal de Minas Gerais. 2018. Disponível em: <http://sistemas.meioambiente.mg.gov.br/reunioes/uploads/qDe92BG5djkizobGFI1wMYxWcn638U1-.pdf>.

Nathan, R.J., McMahon, T.A., 1990. Evaluation of automated techniques for base flow and recession analyses. Water Resour. Res. 26 (7), 1465–1473.

NETTO, C. et al. Projeto Leste-Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil-Cadastramento de Recursos Minerais. Província Pegmatítica Oriental. Mapeamento Geológico e Cadastramento de Recursos Minerais da Região Leste de Minas Gerais, Belo Horizonte, CPRM, 1998.



ONS. OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. Estimativas das Vazões para Atividades de Uso Consuntivo da Água em Bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN. Brasília: ONS; FAHMA-DREER; ANA; ANEEL; MME, 220p. 2005.

PMC - PREFEITURA MUNICIPAL DE CAIANA. Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do município de Caiana - MG. 2017.

PMM - PREFEITURA MUNICIPAL DE MALACACHETA. Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do município de Malacacheta - MG. 2016.

PNUD; IPEA; FJP. Atlas de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro. Brasília: PNUD, Ipea, FJP, 2013. Base de dados virtual. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/home/>. Acesso em set. 2018.

Projeto MapBiomass – Coleção 3 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil, 2015. acessado em 21 jan. 2019 através do link: <http://mapbiomas.org/>.

S2ID. SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÕES SOBRE DESASTRES. Ministério do Desenvolvimento Regional. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/>. Acesso em: set. 2019.

SARMENTO-SOARES, Luisa Maria; MAZZONI, Rosana & MARTINS-PINHEIRO, Ronaldo Fernando. A fauna de peixes na bacia do Rio Jucuruçu, leste de Minas Gerais e extremo Sul da Bahia. Pan-American Journal of Aquatic Sciences (2009), 4(2): 193-207.

SETUR. SECRETARIA DE ESTADO DE TURISMO DE MINAS GERAIS. Disponível em: <http://www.minasgerais.com.br/pt/destinos/> Acesso em: jan. de 2019.

SNIS. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto. Brasília, 2018. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2018>. Acesso em: fev. 2020.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil. REGA: Revista de Gestão de Água da América Latina, 1(1): 59-73. 2004.

USBR. DEPARTMENT OF THE INTERIOR. BUREAU OF RECLAMATION Manual. Irrigated land use: land classification. UNITED STATES. Denver, 1953. v.5, pt.2, 54p.

VON SPERLING, M. Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Volume 1. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; UFMG; 2005.

Wahl, K.L., Wahl, T.L., 1995. Effects of regional ground-water declines on streamflows in the Oklahoma Panhandle. In: Symposium on Water-Use Data for Water Resources Management, AWRA, Tucson, Arizona, pp. 239–249.





PROFILL

A. Iguaçu, 451, 6o andar, Petrópolis.
Porto Alegre - RS. CEP: 90470-430

Fone | Fax: (51) 3211-3944
www.profill.com.br